

“Research article”

DOI: 10.30495/JFH.2021.1912384.1290

Study of quality characteristics, microbial contamination, heavy metals and toxins in different types of internal and imported rice

Naji-Tabasi, S.^{1*}, Verdian, A.², Zamani, H.³, Asghari, L.⁴, Shirzaei, SH.⁴

1. Assistant Professor Professor, Department of Food Nanotechnology, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran
2. Assistant Professor Professor, Department of Food Safety and Quality Control, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran
3. Assistant Professor Professor, Department of Food Machineries, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Razavi Quality Institute, Mashhad, Iran
4. MSc student, Department of Food Industry Engineering, Islamic Azad University of Medical Sciences, Pharmaceutical Sciences Branch, Iran

*Corresponding Author: s.najitabasi@rifst.ac.ir

(Received: 2020/10/16 Accepted: 2021/1/6)

Abstract

Rice is one of the major food commodities for half of the world's population. In Iran, rice is a strategic product that is the main strength of the people after bread, and it is expected this product supplies with appropriate quality and placed in the household basket. In this study, qualitative characteristics, amount of impurities, the concentration of heavy metals (cadmium, arsenic, and lead), microbial growth (mold and yeast), aflatoxin concentration, and pesticides in rice crop in different regions of Mazandaran (three species Tarom, Shiroodi, and Neda), Gilan (three species of Tarom, Ali Kazemi and Hashemi), three samples of organic rice (first crop, second crop and brown), and rice imported from Pakistan (three brands) and Indian rice (two brands) Was examined. The longitudinal range of increase was found to be 6.68-7.62, 7.60-7.62, 6.68-7.62, 6.50-7.00 and 5.80-6.20 mm for Pakistan, Indian, Mazandaran, Gilan and organic cultivars. Indian cultivars A, B, and Gilan (Hashemi) had the lowest, and Pakistani cultivar A had the highest impurities. Most of the perfumes belonged to Gilan (Talesh) and Mazandaran (Tarom). The highest starch gelatinisation and lowest amount of heavy metals were observed in Iranian cultivar samples. According to general estimates, the highest amount of heavy metals was measured in Pakistani rice, followed by Indian and then Iranian rice. The concentration of Aflatoxin in all samples, except for Pakistan samples, was lower than the detection limit. According to the results, the sample of organic rice with the least consumption of pesticides, the minimum amount of heavy metal, microbial and mycotoxin contamination is recommended to ensure public health.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Pollution, Organic, Rice, Health, Pesticides

DOI: 10.30495/JFH.2021.1912384.1290

«مقاله پژوهشی»

مطالعه ویژگی‌های کیفی، آلودگی‌های میکروبی، فلزات سنگین و میزان سموم در انواع مختلف برنج‌های تولید داخل و وارداتی

سارا ناجی طبسی^{۱*}، اسماء وردیان^۲، حسین زمانی^۳، لعیا اصغری^۴، شفق شیرزایی^۴

۱. استادیار، گروه نانوفناوری مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران
 ۲. استادیار، گروه ایمنی و کنترل کیفیت مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی و صنایع غذایی، مشهد، ایران
 ۳. استادیار، گروه طراحی ماشین‌آلات مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مؤسسه کیفیت رضوی، مشهد، ایران
 ۴. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی تهران واحد علوم دارویی، ایران
- *نویسنده مسئول مکاتبات: s.najitabasi@rifst.ac.ir
(دریافت مقاله: ۹۹/۷/۲۵ پذیرش نهایی: ۹۹/۱۰/۱۷)

چکیده

برنج از مهم‌ترین اقلام غذایی است که نیمی از جمعیت جهان به برنج به‌عنوان یک غذای اصلی وابسته است. در ایران نیز برنج محصولی استراتژیک به شمار می‌رود و پس از نان، قوت اصلی مردم است. از این رو انتظار می‌رود این محصول باکیفیت مناسب عرضه و در سبد خانوار قرار گیرد. در این پژوهش، ویژگی‌های کیفی، میزان ناخالصی، غلظت فلزات سنگین (کادمیوم، آرسنیک و سرب)، تعداد کپک و مخمر، میزان غلظت آفلاتوکسین و باقیمانده آفت‌کش‌ها در محصول برنج مناطق مختلف مازندران (گونه‌های طارم، شیرودی و ندا)، گیلان (گونه‌های طارم، علی کاظمی و هاشمی)، سه نمونه برنج ارگانیک (کشت اول، کشت دوم و قهوه‌ای) و برنج وارداتی از پاکستان (سه برند تجاری) و هندوستان (دو برند تجاری) قرار گرفت. بر اساس نتایج دامنه افزایش طولی معادل (۶/۶۸-۷/۲۶)، (۷/۶۰-۷/۶۲)، (۶/۶۸-۷/۰۰) و (۶/۵۰-۷/۰۰) و (۵/۸۰-۶/۲۰) میلی‌متر برای ارقام پاکستانی، هندی، مازندران، گیلان و ارگانیک مشاهده گردید. ارقام هندی A و B و گیلان (هاشمی) دارای کمترین و رقم پاکستانی A دارای بیشترین ناخالصی بودند. بیشترین عطر به نمونه‌های گیلان (تالش)، مازندران (طارم) تعلق داشت. بیشترین میزان ژلاتینه شدن نشاسته و کمترین میزان فلزات سنگین در نمونه‌های ایرانی مشاهده شد. بیشترین مقدار فلزات سنگین در برنج‌های پاکستانی، پس از آن در برنج‌های هندی و سپس ایرانی به دست آمد. طبق نتایج، غلظت آفلاتوکسین در کلیه نمونه‌ها، به‌جز نمونه‌های پاکستانی، کمتر از حد تشخیص بود. با توجه به نتایج، نمونه برنج ارگانیک کشت اول با کمترین مصرف سموم، حداقل میزان آلودگی‌های فلزات سنگین، میکروبی و مایکوتوکسین‌ها جهت تأمین سلامت جامعه قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: آلودگی، ارگانیک، برنج، سلامتی، آفت‌کش

مقدمه

Cano-Lamadrid *et al.*, 2015; Gharachorloo *et al.*, 2019).

موضوعاتی نظیر کیفیت و ایمنی مواد غذایی همواره از مسائل حائز اهمیت در سطح بین‌المللی است. امروزه در دنیا توانسته‌اند تا حدی با استفاده از سیستم‌های تضمین ایمنی و کیفیت مختلف ورود آلاینده‌های میکروبی و شیمیایی در مواد غذایی را به حداقل برسانند (Zamani *et al.*, 2020). در تجارت جهانی برنج نیز، بهداشت و سلامت آن بسیار مهم بوده و از نظر آلودگی به انواع ارگانسیم‌ها، فلزات سنگین و سموم مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (Aghili *et al.*, 2012).

بررسی آلودگی به آفلاتوکسین یکی از موارد مهم در تجارت برنج است. آلودگی به آفلاتوکسین عمدتاً ناشی از نگهداری نامناسب برنج بعد از برداشت است (Amanloo *et al.*, 2014). ضرر و زیان اقتصادی ناشی از مایکوتوکسین‌ها، اثرات سوء آن‌ها بر ارگان‌های مختلف بدن انسان و حیوان و آلودگی برنج به انواع مایکوتوکسین مسئله‌ای مهم از نظر بهداشت و سلامت عمومی جامعه به شمار می‌رود (Corry *et al.*, 2007; Amanloo *et al.*, 2014). آلودگی برنج به فلزات سنگین و سموم نیز از آلودگی‌های حائز اهمیت است. این آلودگی‌ها علاوه بر منشأ طبیعی، به‌طور عمده در نتیجه فعالیت‌های انسانی صورت می‌گیرد. حضور فلزات سنگین مانند کادمیوم، سرب و نیکل در مواد غذایی بیش‌ازحد استاندارد منجر به بروز انواع بیماری‌ها از جمله اختلالات عصبی، سرطان و اختلالات ژنتیکی می‌شود (Skandari *et al.*, 2019).

در سال‌های اخیر لزوم سلامت محصولات تولید شده سبب شده تا کشاورزی ارگانیک مورد توجه خاص

برنج با نام علمی *اوریزا ساتیوا* (*Oryza Sativa*) یکی از مهم‌ترین محصولات غله‌ای در کشورهای درحال توسعه و غذای اصلی برای بیش از نیمی از مردم جهان است. در ایران نیز برنج یکی از دو کالای استراتژیک و مهم غذایی کشور است و پس از گندم بالاترین سطح زیر کشت را دارا می‌باشد. برنج در بسیاری از کشورهای آسیایی یکی از گروه‌های غذایی مهم در الگوی مصرف مردم محسوب می‌شود؛ به‌طوری‌که بیش از ۱۶ درصد انرژی سرانه از برنج تأمین می‌شود (Vahaji *et al.*, 2019).

منطقه اصلی کشت برنج ایران در استان مازندران است که بزرگ‌ترین تولیدکننده برنج کشور می‌باشد و گیلان و گلستان به ترتیب در رده‌های بعدی آن‌ها قرار دارد (Cano-lamadrid *et al.*, 2015). در ایران از برنج در تهیه محصولات غذایی همچون برنج پخته، خشکبار، دسر و آرد برنج استفاده می‌شود و نمونه‌های خردشده به همراه سایر پسماندهای آن در تغذیه حیوانات به کار می‌رود (Najafi and Bakhshoodeh, 2002).

با توجه به جایگاه برنج در تأمین غذا و کالری موردنیاز مردم و نقش مهم این محصول استراتژیک در سبد غذایی مردم جهان، تعیین استانداردها، کیفیت و سلامتی آن همواره حائز اهمیت بوده است. از این‌رو در دنیا مطالعات متعددی جهت بررسی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و آلودگی انواع برنج انجام گرفته است (Juliano *et al.*, 1964; Villareal *et al.*, 1976; Prasert and Suwannaporn, 2009; Hadian *et al.*, 2009;

سه نمونه برنج ارگانیک (کشت اول، کشت دوم و قهوه‌ای) و برنج وارداتی از پاکستان (سه برند تجاری) و هندوستان (دو برند تجاری) انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

- مواد اولیه

برنج از مناطق مختلف مازندران (سه گونه طارم، شیروودی و ندا)، گیلان (سه گونه طارم، علی کاظمی و هاشمی)، پاکستان (سه برند تجاری A₁، B₁ و C₁، هندوستان (دو برند تجاری A₂ و B₂) و سه نمونه برنج ارگانیک (کشت اول، کشت دوم و قهوه‌ای) تأمین شد. تمام مواد شیمیایی با درجه آزمایشگاهی تهیه شدند.

- اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی

برای اندازه‌گیری رطوبت، ۳ گرم نمونه نرم شده در پلیت توزین و در آن در دمای 105 ± 5 درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت نگهداری شد. میزان رطوبت از طریق محاسبه درصد افت وزنی تعیین گردید (ISIRI, 2705/2010).

جهت تعیین افت برنج، ابتدا یک نمونه ۸۰۰ گرمی از هر نوع برنج انتخاب و سپس به دو نمونه ۴۰۰ گرمی تقسیم شد. سپس دانه‌های دارای نقص جدا و شمارش شدند (ISIRI, 127/2017). ویژگی‌های مورد اندازه‌گیری شامل مواد خارجی آلی، دانه‌های آسیب‌دیده در اثر گرما، دانه‌های آسیب‌دیده، دانه‌های نارس و یا غیرطبیعی، دانه‌های گچی، دانه‌های نیمه ژلاتینه، دانه‌های سر سوخته، دانه‌های قرمز و دارای رگه قرمز، برنج واکسی، دانه شکسته بزرگ، دانه شکسته متوسط، دانه شکسته کوچک، ریزه بودند (ISIRI, 127/2017). برای اندازه‌گیری میانگین طول، یکی از ۴۰۰ گرم انتخاب و از

قرارگیرند (Hajimohammadi et al., 2016). مزایای عمده کشاورزی ارگانیک شامل امنیت غذایی و سلامت جامعه، پایداری منابع تولید، تنوع و کاهش ریسک تولید، اثرات زیست‌محیطی و اثرات اجتماعی و اقتصادی می‌باشند. البته این روش تولید دارای مشکلات و معایبی نیز هست که از آن جمله می‌توان به کاهش عملکرد تولید به دلیل کاهش استفاده از سموم و کودهای شیمیایی اشاره کرد. در استان‌های گیلان و مازندران در سال‌های اخیر کشت ارگانیک محصول برنج رواج یافته است. سطح زیر کشت برنج ارگانیک در ایران طبق آمار جهانی کشاورزی ارگانیک در سال ۲۰۱۶، ۱۰۵/۷ هکتار بوده است (FiBL, 2016).

ایران با حدود ۵۵۰ هزار هکتار شالیزار و دو میلیون تن تولید برنج سفید سهمی معادل ۰/۴ درصد سطح زیر کشت و تولید برنج جهان را به خود اختصاص می‌دهد. از این رو بخش عمده‌ای از برنج مصرفی در ایران وارداتی است. طبق گزارشات فائو، ایران از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۶ به‌طور میانگین عمده برنج موردنیاز خود را از کشورهای هند، پاکستان، تایلند، امارات متحده عربی و اروگوئه وارد کرده است (Faostat, 2018).

با توجه به تقاضای بالای مصرف این ماده غذایی و اهمیت بهداشتی و سلامت برنج از نظر آلاینده‌های مختلف شامل آفلاتوکسین، فلزات سنگین، آفت‌کش‌ها، این مطالعه باهدف اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی، میزان ناخالصی، غلظت فلزات سنگین (کادمیوم، آرسنیک و سرب)، بار میکروبی (کپک و مخمر)، میزان غلظت آفلاتوکسین و باقیمانده آفت‌کش‌ها بر روی محصول برنج مناطق مختلف مازندران (سه گونه طارم، شیروودی و ندا)، گیلان (سه گونه طارم، علی کاظمی و هاشمی)،

مایع تزریق شد و نمودار آن با نمودارهای محلول‌های استاندارد آفت‌کش‌ها، شامل ۱۸۰ نوع سم مختلف، مورد مقایسه قرار گرفت (ISIRI. 17026/2013).

- بررسی میزان کپک و مخمر

در این مطالعه تعداد کپک و مخمر نمونه‌های برنج در محیط کشت Dg18 مورد بررسی قرار گرفت. کشت سطحی از رقت‌های متفاوت (10^{-1} تا 10^{-4}) از نمونه تهیه و در گرمخانه به مدت ۵ تا ۷ روز در دمای ۲۵ درجه نگهداری و سپس مورد ارزیابی قرار گرفت (ISIRI./200810899-2).

- اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین

برای اندازه‌گیری عناصر سرب و کادمیوم در نمونه‌های برنج، ابتدا هضم نمونه‌ها انجام و سپس تعیین مقدار با روش طیف‌سنجی نوری جذب اتمی با کوره انجام شد (ISIRI. 9266/2006).

- اندازه‌گیری میزان آرسنیک

آماده‌سازی نمونه‌ها جهت تعیین مقدار آرسنیک با دستگاه طیف‌سنج اتمی انجام شد و سپس میزان آرسنیک در طول موج ۱۹۳/۷ نانومتر و بر اساس نمودار استاندارد تعیین مقدار شد (ISIRI.16722/2012).

یافته‌ها

- ویژگی‌های کیفی

بر اساس نتایج جدول (۱)، بیشترین طول دانه به ارقام مازندران (ندا) و هندی B تعلق داشت (۷/۶۲ میلی‌متر) و ارقام مازندران (شیرودی) و هندی A از لحاظ طول دانه در رتبه دوم قرار گرفتند (۷/۶۰ میلی‌متر). عطر نیز یکی از ویژگی‌های مهم در ارزیابی کیفی برنج می‌باشد، به طوری که برنج‌های معطر ارزش

طریق نمونه‌برداری تصادفی، دو گروه ۱۰۰ دانه‌ای برنج کامل بدون هیچ قسمت شکسته جدا شد. طول دانه‌ها به وسیله میکرومتر تعیین و میانگین ریاضی طول در دو گروه ۱۰۰ تایی دانه برنج تعیین شد (ISIRI.127/2017). برای اندازه‌گیری عطر نمونه‌های برنج، ۱ گرم نمونه با ۲ میلی‌لیتر آب به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم قرار داده شد و سپس با داوران ثابت ارزیابی و به سه درجه قوی، متوسط و ضعیف درجه‌بندی شدند (ISIRI.127/2017).

برای تعیین درجه ژلاتینی شدن برنج، ۶ دانه برنج کامل و بدون شکستگی از هر نمونه در محلول پتاسیم هیدروکسید رقیق در دمای ۳۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۳ ساعت نگهداری شد تا درجه ژلاتینه شدن برنج مشخص شود. برای اطمینان بیشتر از نتایج آزمون، هر نمونه برنج در ۳ تکرار اندازه‌گیری و به صورت پایین، متوسط و بالا تقسیم‌بندی شدند (ISIRI.127/2017).

- اندازه‌گیری آفلاتوکسین‌ها

برای اندازه‌گیری میزان آفلاتوکسین از روش استاندارد ملی به نام خوراک انسان دام - اندازه‌گیری میزان آفلاتوکسین B و G به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا استفاده شد. نمونه برنج آسیاب و کاملاً یکنواخت شد. از روش فاز معکوس با استفاده از دتکتور فلورسانس تشخیص و تعیین مقدار آفلاتوکسین انجام شد (ISIRI. 6872/2011).

- اندازه‌گیری میزان باقی‌مانده آفت‌کش‌ها

اندازه‌گیری میزان باقی‌مانده آفت‌کش‌ها بر اساس استاندارد ملی مواد غذایی با منشأ گیاهی - اندازه‌گیری میزان باقی‌مانده آفت‌کش‌ها به روش کروماتوگرافی مایع، اندازه‌گیری شد. نمونه آماده به دستگاه کروماتوگرافی

قرار گرفتند. سایر ارقام از نظر میزان ژلاتینه شدن، در گروه بالا جای گرفتند. میزان ژلاتینه شدن، یکی از خصوصیات کیفی مهم در برنج است. برنج مازندران C و ارگانیک قهوه‌ای به ترتیب کمترین (۰/۴۷ درصد) و بیشترین (۱/۶۴ درصد) میزان خاکستر را دارا بودند.

خاصی در بازارپسندی و صادرات داشته و در تجارت جهانی نیز از قیمت بالاتری نسبت به برنج غیر معطر برخوردار است. در رابطه با صفت عطر، گیلان A، مازندران A و هندی A بالاترین و هندی B پایین‌ترین عطر را داشتند. برنج‌های پاکستانی A و C و هندی A و B که از نظر میزان ژلاتینه شدن نشاسته در گروه متوسط

جدول (۱) - ویژگی‌های کیفی انواع مختلف برنج‌های تولید داخل و وارداتی

منطقه *1	طول (mm)	ضخامت (mm)	نسبت طول به ضخامت	عطر	رطوبت (%)	خاکستر (%)	درجه حرارت ژلاتینه شدن
A ₁	۷/۱۰	۱/۵۱	۴/۷۱	قوی	۹/۸۰	۰/۵۵	متوسط
B ₁	۷/۲۶	۱/۴۸	۴/۹۱	متوسط	۸/۳۵	۰/۵۱	بالا
C ₁	۶/۶۸	۱/۵۰	۴/۴۶	متوسط به بالا	۶/۱۷	۰/۵۲	متوسط
A ₂	۷/۶۰	۱/۵۱	۵/۶۸	متوسط	۵/۴۳	۰/۵۲	متوسط
B ₂	۷/۶۲	۱/۵۲	۵/۲۶	ضعیف	۷/۲۳	۰/۵۳	متوسط
A ₃	۶/۶۸	۱/۵۰	۴/۴۵	قوی	۸/۰۴	۰/۶۱	بالا
B ₃	۷/۶۰	۱/۵۲	۴/۹۹	متوسط	۶/۳۹	۰/۶۹	بالا
C ₃	۷/۶۲	۱/۵۲	۵/۰۱	متوسط	۷/۶۷	۰/۴۷	بالا
A ₄	۶/۵۰	۱/۵۲	۴/۲۸	قوی	۶/۵۷	۰/۵۴	بالا
B ₄	۷/۰۰	۱/۵۴	۴/۵۶	متوسط	۷/۲۳	۰/۶۱	بالا
C ₄	۶/۵۰	۱/۵۶	۴/۱۷	متوسط به بالا	۶/۱۸	۰/۵۸	بالا
A ₅	۶/۲۰	۱/۵۷	۳/۹۵	متوسط به بالا	۷/۱۶	۰/۶۳	بالا
B ₅	۵/۸۰	۱/۵۴	۳/۷۷	متوسط به بالا	۸/۴۸	۰/۵۶	بالا
C ₅	۶/۱۹	۱/۵۴	۴/۰۲	متوسط	۶/۵۲	۱/۶۴	بالا

A₁-پاکستانی A -B₁ پاکستانی B -C₁ پاکستانی C -A₂ هندی A -B₂ هندی B -A₃ مازندران طارم -B₃ مازندران شیرودی -C₃ مازندران ندا -A₄ گیلان تالش -B₄ گیلان کاظمی -C₄ گیلان هاشمی -A₅ ارگانیک کشت اول -B₅ ارگانیک کشت دوم -C₅ ارگانیک قهوه‌ای

(جدول ۲). میزان سبوس در ارقام پاکستانی A، C، هندی B، گیلان صفر گزارش گردید. رقم کشت ارگانیک قهوه‌ای با توجه به عدم سبوس‌گیری دارای بیشترین میزان سبوس بود (۱/۸۸ درصد). کمترین میزان دانه‌های سیاه در برنج ارگانیک کشت اول اندازه‌گیری شد (۰/۰۴ درصد). ارقام پاکستانی B و C بیشترین میزان دانه‌های سیاه را بودند

میزان افت در ارقام هندی A و B و گیلان (هاشمی) کمتر از سایر ارقام گزارش گردید (۰/۵۹-۱/۵۷ درصد). بیشترین میزان افت در برنج پاکستانی A و مازندران (ندا) مشاهده گردید (۴/۷۶-۵/۹۶ درصد) (جدول ۲). میزان رگه‌های قرمز در ارقام هندی A و B و مازندران (ندا) کمتر و در برنج گیلان B بیش‌تر از سایر نمونه‌ها بود

میزان دانه شکسته مشاهده گردید (۰/۹۶-۰/۷۸ درصد). کمترین میزان دانه خرد در ارقام هندی A و B و بیشترین میزان دانه های خرد در برنج گیلان هاشمی اندازه گیری شد. (مجموع ۱/۶۶ و ۱/۶۲ درصد). میزان دانه های شکسته (مجموع دانه های شکسته متوسط و درشت) در ارقام پاکستانی A، B و C از سایر ارقام بالاتر بود (۵-۴/۰۴ درصد). همچنین در برنج ارگانیک کشت دوم، قهوه ای و هندی A کمترین

جدول (۲) - میزان ناخالصی های (درصد) موجود در انواع مختلف برنج های تولید داخل و وارداتی

منطقه * _۱	درصد آفت	درصد گچی	رنگ قرمز	سبوس	سبزه شده	زرد	شکسته بزرگ	شکسته متوسط	شکسته ریز	ناخالصی	موجود زنده	فساد
A ₁	۵/۹۶	۵/۶۰	۰/۲۰	۰/۰۰	۰/۱۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۴/۰۴	۰/۳۴	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
B ₁	۴/۱۸	۲/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۲	۱/۶۶	۰/۳۰	۱/۶۰	۳/۴۰	۱/۵۷	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
C ₁	۳/۹۱	۱/۸۴	۰/۱۹	۰/۰۰	۱/۶۲	۰/۲۵	۰/۴۹	۴/۴۳	۰/۴۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
A ₂	۰/۵۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۹۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
B ₂	۱/۲۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۳۴	۰/۹۱	۰/۳۶	۰/۱۴	۰/۳۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
A ₃	۲/۴۶	۱/۸۲	۰/۳۷	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۰۰	۰/۸۴	۰/۵۳	۹/۹۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
B ₃	۲/۵۵	۱/۳۰	۰/۳۹	۰/۳۵	۰/۳۳	۰/۰۰	۰/۱۴	۱/۸۳	۹/۴۷	۰/۱۸	۰/۰۰	۰/۰۰
C ₃	۴/۷۶	۳/۲۹	۰/۰۰	۰/۵۳	۰/۹۴	۰/۰۰	۱/۵۴	۱/۹۲	۸/۸۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
A ₄	۲/۹۲	۱/۰۴	۰/۷۱	۰/۵۰	۰/۶۸	۰/۰۰	۱/۶۴	۳/۴۰	۱/۵۷	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
B ₄	۴/۱۲	۲/۶۲	۱/۰۵	۰/۲۱	۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۸۵	۱۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
C ₄	۱/۵۷	۰/۷۶	۰/۵۶	۰/۰۰	۰/۲۳	۰/۰۰	۲/۸۶	۶/۰۰	۱۷/۹۴	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۰
A ₅	۲/۴۴	۱/۲۸	۰/۶۲	۰/۲۶	۰/۰۴	۰/۲۴	۰/۰۸	۱/۳۴	۰/۱۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
B ₅	۲/۴۸	۱/۷۰	۰/۲۶	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۳۵	۰/۴۲	۱/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
C ₅	۳/۵۶	۰/۰۲	۰/۸۰	۱/۸۸	۰/۸۶	-	۰/۰۸	۰/۸۰	۷/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰

A₁-پاکستانی A B₁-پاکستانی B C₁- پاکستانی C A₂-هندی A B₂-هندی B A₃-مازندران طارم B₃-مازندران شیرودی C₃-مازندران ندا A₄-گیلان تالش B₄-گیلان کاظمی C₄-گیلان هاشمی A₅-ارگانیک کشت اول B₅-ارگانیک کشت دوم C₅-ارگانیک قهوه ای

- میزان آلودگی به فلزات سنگین

نمونه های برنج مورد مطالعه تعیین گردید. کمترین سرب در نمونه های ارگانیک کشت اول، دوم و قهوه ای مشاهده گردید (۰/۰۴۱ تا ۰/۰۲۴ میلی گرم بر کیلوگرم). نمونه های برنج پاکستانی B و C و نیز هندی A به ترتیب با ۰/۰۱۹، ۰/۰۱۱، و ۰/۰۱۷ میلی گرم بر کیلوگرم از لحاظ میزان کادمیوم بیش از سایرین بودند. کمترین میزان کادمیوم در ارقام پاکستانی A، هندی B و

نتایج ارقام برنج از نظر میزان تجمع هر یک از فلزات سنگین به تفکیک مزرعه در جدول (۳) گزارش شده است. میانگین میزان سرب در نمونه برنج هندی B (۰/۳۵۶ میلی گرم بر کیلوگرم)، پاکستانی C (۰/۱۹۶ میلی گرم بر کیلوگرم) و گیلان (کاظمی) و (هاشمی) (۰/۱۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم) بیش از سایر

از حد تشخیص بودند. بیشترین مقدار آرسنیک در ارقام ارگانیک اول، دوم و قهوه‌ای مشاهده شد. از لحاظ میزان آرسنیک، ارقام پاکستانی A و ارگانیک کشت اول، کمتر هندی B و مازندران (شیرودی) مشاهده گردید.

جدول (۳) - میزان فلزات (میلی‌گرم بر کیلوگرم) موجود در انواع مختلف برنج‌های تولید داخل و وارداتی

منطقه * ₁	سرب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	کادمیوم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	آرسنیک (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
حد مجاز	۰/۱۵۰	۰/۰۶۰	۰/۱۵۰
A ₁	۰/۰۵۶	۰/۰۰۱	SD>* ₂
B ₁	۰/۰۶۵	۰/۰۱۹	۰/۰۴۸
C ₁	۰/۱۹۶	۰/۰۱۱	۰/۰۵
A ₂	۰/۱۰۴	۰/۰۱۷	۰/۰۸۰
B ₂	۰/۳۵۶	۰/۰۰۱	۰/۱۱۰
A ₃	۰/۱۲۰	۰/۰۰۳	۰/۰۷۵
B ₃	۰/۱۰۹	۰/۰۰۷	۰/۱۰۰
C ₃	۰/۰۵۶	۰/۰۰۲	۰/۰۹
A ₄	۰/۰۴۱	۰/۰۰۹	۰/۰۶۶
B ₄	۰/۱۵۰	۰/۰۰۹	۰/۰۷
C ₄	۰/۱۵۰	۰/۰۰۵	۰/۰۸۳
A ₅	۰/۰۴۱	۰/۰۰۱	SD>* ₂
B ₅	۰/۰۳۱	۰/۰۰۱	۰/۰۳۰
C ₅	۰/۰۲۴	۰/۰۰۱	۰/۱۵۰

A₁-پاکستانی A B₁-پاکستانی B C₁-پاکستانی C A₂-هندی A B₂-هندی B A₃-مازندران طارم B₃-مازندران شیرودی C₃-مازندران ندا A₄-گیلان تالش B₄-گیلان کاظمی C₄-گیلان هاشمی A₅-ارگانیک کشت اول B₅-ارگانیک کشت دوم C₅-ارگانیک قهوه‌ای؛ *₂ کمتر از حد تشخیص

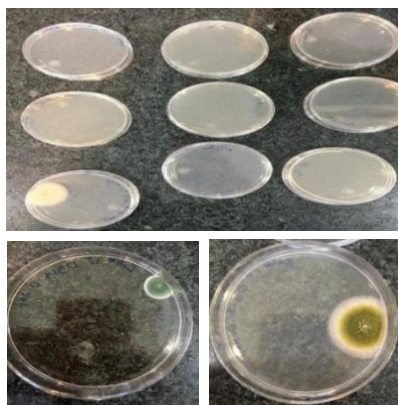
هندی B و گیلان رقم کاظمی رشد کپک را نشان دادند. در سایر ارقام مورد آزمایش، آلودگی کپک و مخمر مشاهده نشد.

- آلودگی میکروبی و فارچی یافته‌های حاصل از آزمایشات کپک و مخمر در جدول (۴) و شکل (۱) گزارش شده است. نمونه‌های برنج

جدول (۴)- میزان آلودگی کپک و مخمر در انواع مختلف برنج های تولید داخل و وارداتی

منطقه* _۱	حد مجاز	میکروبی (کپک و مخمر)
A ₁	۱۰ ^۴	کمتر از ۱۰ ^۴
B ₁	۱۰ ^۴	کمتر از ۱۰ ^۴
C ₁	۱۰ ^۴	کمتر از ۱۰ ^۴
A ₂	۱۰ ^۴	کمتر از ۱۰ ^۴
B ₂	۱۰ ^۴	بیشتر از ۱۰ ^۴
A ₃	۱۰ ^۴	کمتر از ۱۰ ^۴
B ₃	۱۰ ^۴	کمتر از ۱۰ ^۴
C ₃	۱۰ ^۴	کمتر از ۱۰ ^۴
A ₄	۱۰ ^۴	کمتر از ۱۰ ^۴
B ₄	۱۰ ^۴	بیشتر از ۱۰ ^۴
C ₄	۱۰ ^۴	کمتر از ۱۰ ^۴
A ₅	۱۰ ^۴	کمتر از ۱۰ ^۴
B ₅	۱۰ ^۴	کمتر از ۱۰ ^۴
C ₅	۱۰ ^۴	کمتر از ۱۰ ^۴

A₁-پاکستانی A B₁-پاکستانی B C₁-پاکستانی C A₂-هندی A B₂-هندی B A₃-مازندران طارم B₃-مازندران شیروزی C₃-مازندران ندا
A₄-گیلان تالش B₄-گیلان کاظمی C₄-گیلان هاشمی A₅-ارگانیگ کشت اول B₅-ارگانیگ کشت دوم C₅-ارگانیگ قهوه ای



شکل (۱)- آلودگی کپکی نمونه های برنج

- میزان باقیمانده سموم برنج

۱، فنازاکوئین و تری کلروفن بود. در برنج گیلان استفاده از آفت کش های سیپرمتین تام، سیپرمتین ۱، سیپرمتین ۲، فنازاکوئین، پرفنفوس و دیازینون مشاهده شد. در نمونه گیلان تالش (A₄) از بیشترین تنوع سم برخوردار بود که شامل سموم سیپرمتین تام (۰/۰۷۵ میلی گرم بر

نتایج حاصل از باقیمانده سموم آفت کش ها در برنج های داخلی و خارجی در جدول (۵) گزارش شده است. عمده باقیمانده سم در نمونه های مربوط به برنج مازندران سموم سیپرمتین تام، سیپرمتین

که در محدوده مجاز قرار داشتند. دیازینون، فنازاکوئین و کلریپریفوس سموم مورد استفاده در نمونه‌های برنج هندی بودند که مقدار فنازاکوئین (۰/۱۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بیش از حد استاندارد حاصل شد. در نمونه‌های کشت ارگانیک نیز وجود آفت کش تشخیص داده شد اگرچه مقدار آن کمتر از حد استاندارد بود.

کیلوگرم)، سیپرمترین ۱ (۰/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، سیپرمترین ۲ (۰/۰۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و پرفنفوس (۰/۰۷۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود. حد مجاز سیپرمترین تام ۰/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم است که در نمونه A4 این مقدار بیشتر از حد استاندارد بود. سموم موجود نمونه‌های پاکستان شامل بوتاکلر، کارتپ، دیازینون و کلرتالونیل بود

جدول (۵) - میزان سموم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) موجود در انواع مختلف برنج‌های تولید داخل و وارداتی

حد استاندارد (حداکثر)	C ₅	B ₅	A ₅	C ₄	B ₄	A ₄	C ₃	B ₃	A ₃	B ₂	A ₂	C ₁	B ₁	A ₁	سموم *1
۱	nd	۰/۰۲۹	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd* ₂	۰/۰۹۸	nd	بوتاکلر
۸	nd	nd	۰/۰۳۶	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	۰/۱۲۹	کارتپ
۰/۰۵	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	۰/۰۴۸	nd	کلرتالونیل
۰/۱	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	۰/۰۵۶	۰/۰۵۶	nd	nd	کلریپریفوس
۰/۰۵	nd	nd	nd	nd	۰/۰۵۰	۰/۰۷۵	۰/۰۵۱	nd	۰/۰۴۶	nd	nd	nd	nd	nd	سیپرمترین تام
nd	nd	nd	nd	nd	۰/۰۵۰	۰/۰۵	nd	nd	۰/۰۴۶	nd	nd	nd	nd	nd	سیپرمترین ۱
nd	nd	nd	nd	nd	nd	۰/۰۲۵	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	سیپرمترین ۲
۰/۱	nd	nd	nd	۰/۰۵۸	nd	nd	nd	nd	nd	nd	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	nd	nd	دیازینون
۰/۰۵	nd	nd	nd	nd	۰/۱۲۶	nd	nd	nd	۰/۰۶۳	۰/۱۲۶	nd	nd	nd	nd	فنازاکوئین
۰/۰۵	nd	nd	۰/۰۳۴	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	فینتروتیون
۰/۰۵	۰/۰۲	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	هگزاکلروسیکلو هگزانها
nd	۰/۰۲	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	گاما-هگزاکلروسیکلو هگزان
۰/۰۵	nd	nd	nd	nd	nd	۰/۰۷۴	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	پرفنفوس
۰/۱	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	۰/۰۴۸	nd	nd	nd	nd	nd	nd	تری کلروفن

A₁-پاکستانی A، B₁-پاکستانی B، C₁-پاکستانی C، A₂-هندی A، B₂-هندی B، A₃-مازندران طارم، B₃-مازندران شیروزی، C₃-مازندران ندا، A₄-گیلان تالش، B₄-گیلان کاظمی، C₄-گیلان هاشمی، A₅-ارگانیک کشت اول، B₅-ارگانیک کشت دوم، C₅-ارگانیک قهوه‌ای؛ nd: کمتر از حد تشخیص

- میزان آفلاتوکسین‌ها

آفلاتوکسین تام سنجش شده در برنج‌های پاکستانی B و C مشاهده شد. بیشترین میزان آفلاتوکسین B₁ ۱/۲۶ و ۰/۲۰، آفلاتوکسین B₂ ۰/۸۹ و ۰/۳۳ و آفلاتوکسین تام ۰/۱۵ و ۰/۵۳ نانوگرم بر گرم بوده که به ترتیب در برنج پاکستانی B و C اندازه‌گیری شد.

نتایج میزان بررسی آفلاتوکسین B₁، B₂، G₁، G₂ و آفلاتوکسین تام در نمونه‌های برنج در جدول (۶) ارائه شده است. به جز برنج پاکستانی B و C، میزان آفلاتوکسین B₁ در سایر نمونه‌ها کمتر از حد تشخیص گزارش گردید و بیشترین غلظت آفلاتوکسین B₁، B₂ و

جدول (۶) - میزان آفلاتوکسین (نانوگرم برگرم) موجود در انواع مختلف برنج های تولید داخل و وارداتی

مجموع آفلاتوکسین ها	آفلاتوکسین G2	آفلاتوکسین G1	آفلاتوکسین B2	آفلاتوکسین B1	منطقه *1
-	SD>	SD>	SD>	SD>*2	A ₁
۰/۱۵	SD>	SD>	۰/۸۹	۱/۲۶	B ₁
۰/۵۳	SD>	SD>	۰/۳۳	۰/۲۰	C ₁
-	SD>	SD>	SD>	SD>	A ₂
-	SD>	SD>	SD>	SD>	B ₂
-	SD>	SD>	SD>	SD>	A ₃
-	SD>	SD>	SD>	SD>	B ₃
-	SD>	SD>	SD>	SD>	C ₃
-	SD>	SD>	SD>	SD>	A ₄
-	SD>	SD>	SD>	SD>	B ₄
-	SD>	SD>	SD>	SD>	C ₄
۰/۷۷	SD>	SD>	۰/۳۸	۰/۴۹	A ₅
۰/۷۱	SD>	SD>	۰/۴۰	۰/۳۱	B ₅
۰/۵۱	SD>	SD>	۰/۳۳	۰/۱۸	C ₅

A₁-پاکستانی A B₁-پاکستانی C₁- پاکستانی C A₂-هندی B₂-هندی B A₃-مازندران طارم B₃-مازندران شیرودی C₃-مازندران ندا A₄-گیلان تالش B₄-گیلان کاظمی C₄-گیلان هاشمی A₅-ارگانیک کشت اول B₅-ارگانیک کشت دوم C₅-ارگانیک قهوه ای *2کمتر از حد تشخیص

بحث و نتیجه گیری

طول به عرض دانه ۳/۷۷-۵/۶۸ بوده است و ارقام هندی A و B و مازندان (ندا) بیشترین و ارقام ارگانیک کشت اول و دوم کمترین نسبت را به خود اختصاص دادند. ارقام هندی از قابلیت قد کشیدن بالایی برخوردار بودند که می توان به اعمال فرایند پارابولینگ طی فرایند تولید برنج هندی مربوط باشد. عمل پارابولینگ برای بالابردن ارزش تغذیه ای برنج، بیشتر در کشورهای هند و بنگلادش انجام می گیرد. در این روش شالی قبل از ورود به سیستم و ماشین آلات تبدیل برنج در مجاور بخار آب و یا آب جوش قرار می گیرد. در این صورت، برنج حالت پیش پز پیدا می کند و به انتقال بیشتر املاح و ویتامین ها که در پوسته و سبوس برنج به وفور یافت می شوند به داخل مغز برنج کمک زیادی می کند. در اثر عملیات نیم پز، برنج حالت شیشه ای پیدا کرده و کمی زرد رنگ می شود. در هنگام پخت قابلیت جذب آب

صفات مربوط به کیفیت دانه برنج به سه دسته تقسیم می شوند ۱- کیفیت تبدیل ۲- کیفیت پخت و خوراک ۳- کیفیت غذایی (ارزش غذایی). از نظر کیفیت پخت افزایش طول دانه ویژگی مطلوب و افزایش عرض دانه فاکتوری نامطلوب محسوب می شود. چنانچه طویل شدن دانه بعد از پخت بدون افزایش قطر باشد، به عنوان یک صفت مطلوب در ارقام برنج محسوب می شود (Habibi, 2016). بیشترین طول دانه به ارقام مازندان (ندا) و هندی B تعلق داشت و بیشترین عطر در نمونه های گیلان (تالش) و مازندان (طارم) مشاهده شد. بیشترین و کمترین ضخامت به ترتیب در ارقام ارگانیک کشت اول و پاکستانی B به دست آمد. طی عملیات پخت، طول و عرض دانه برنج به دلیل جذب آب افزایش می یابد (Habibi, 2016). در این تحقیق نسبت

پخت نرم باقی می ماند و مصرف کنندگان ایرانی بیشتر برنج هایی با ژلاسیون متوسط را ترجیح می دهند (Habibi, 2016). هرچه میزان ژلاتینه شدن بیشتر باشد، زمان پخت کوتاه تر می شود و موجب نرم شدن دانه برنج پس از پخت می شود (Ramezanpour et al., 2016).

جهت به دست آوردن میزان مواد معدنی، میزان خاکستر در هر نمونه به صورت درصد بیان گردید. به این ترتیب برنج ارگانیک قهوه ای با داشتن میزان مناسب خاکستر می تواند ترکیب غذایی مناسبی برای مصرف انسان باشد و همچنین پتانسیل بالقوه مناسبی برای استفاده در فرمولاسیون های غذایی جدید دارد. برنج مازندران (ندا) کمترین میزان خاکستر را دارا بود که بیانگر ارزش تغذیه پایین تر این نمونه بود.

هر ماده یا عاملی که باعث کاهش مرغوبیت برنج گردد، افت نامیده می شود. افت برنج شامل ناخالصی های آلی (شامل بذر علف های هرز، پوسته، سبوس، کاه، آفت زنده و مرده و بقایای آن) و معدنی (شامل سنگ، شن و خاک) می باشد (ISIRI. 127/2017). گچی شدن دانه ها، یکی دیگر از پارامترهای مهم در کیفیت محصول نهایی است. دانه های گچی، به دانه هایی غیر از دانه های واکسی گفته می شود که تمام سطح آن به رنگ سفید مات است و بخش عمده نشاسته آندوسپرم آن ها از آمیلوپکتین است و در هنگام پخت ایجاد چسبندگی می کند (ISIRI.127/2017). کمترین درصد دانه های گچی در ارقام هندی A و B و ارگانیک قهوه ای به دست آمد (۰/۰۲ - ۰/۰۰ درصد). همچنین بیشترین درصد دانه های گچی در رقم پاکستانی A مشاهده شده است (۵/۶۰ درصد). در فرایند تبدیل شلتوک به برنج، دانه های گچی

داشته و بدون تغییر حالت قد می کشد (Agha-Golzadeh, 2010). عطر نیز یکی از ویژگی های مهم در ارزیابی کیفی برنج می باشد، به طوری که برنج های معطر ارزش خاصی در بازارپسندی و صادرات داشته و در تجارت جهانی نیز از قیمت بالاتری نسبت به برنج غیر معطر برخوردار است (Ramesh et al., 2019). به نظر می رسد افزایش طول و نسبت طول به عرض دانه عوامل مؤثری در افزایش سطح تماس دانه با آب هستند که نتیجه آن، خروج بیشتر مواد مولد عطر به داخل آب پخت و کاهش عطر محصول است. از این رو نمونه های با طول مناسب از عطر مناسب تری برخوردار بودند.

سه عامل مهم مقدار آمیلوز، دمای ژلاتینی شدن و قوام ژل، کیفیت پخت برنج را مشخص می سازند (Ramezanpour et al., 2016). در زمان پخت برنج، خواص کریستالی خود را از دست می دهند، آب جذب می کنند، هیدراته و متورم می شوند که نتیجه آن ایجاد حالت خمیری است که به علت ژلاتینه شدن نشاسته در اثر حرارت اتفاق می افتد (Habibi, 2016). بررسی خواص مربوط به ایجاد حالت ژلاتینی نشاسته در حین جذب آب می تواند در بررسی های مربوط به کیفیت برنج با اهمیت باشد. دانه های با قدرت ژلاسیون بالا نسبتاً خشک و جدا از هم هستند. میزان ژلاسیون در ارقام ایرانی و پاکستانی B بیشتر بود. می توان نتیجه گرفت که ارقام ایرانی مورد بررسی در این مطالعه از نظر میزان ژلاتینه شدن نشاسته در مقایسه با ارقام هندی و پاکستانی در وضعیت بالاتری قرار داشتند. دانه های برنج با ژلاسیون پائین در هنگام پخت چسبنده می شوند. دانه های برنج با ژلاسیون متوسط تا مدت ها پس از

قارچی کمتر از حد مجاز بود. طبق نتایج، غلظت آفلاتوکسین G_1 و G_2 در کلیه نمونه‌ها کمتر از حد تشخیص بود. ترتیب غلظت فلزات اندازه‌گیری شده در نمونه‌های هندی، پاکستانی و ایرانی عبارت است از: کادمیوم < آرسنیک < سرب. در بین چهار نوع محصول مورد مطالعه، بیشترین مقدار فلزات سنگین در برنج‌های پاکستانی، پس از آن در برنج‌های هندی و سپس ایرانی اندازه‌گیری شد. به‌علاوه نتایج بررسی نمونه‌ها نشان داد که کمترین میزان غلظت سه فلز کادمیوم، آرسنیک و سرب در برنج‌های ایرانی می‌باشد، این نتایج با یافته‌های مطالعات دیگر سازگاری داشت (Dehghani et al., 2015; Cheraghi, 2015). محققان میزان میانگین غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل، آرسنیک و کادمیوم در برنج‌های ایرانی مربوط به مزارع پایین‌دست رودخانه کارون را بالاتر از برنج‌های وارداتی هندی گزارش کرده‌اند (Skandari et al., 2019). کمترین میزان سرب، کادمیوم و آرسنیک در نمونه‌های ارگانیک کشت اول، دوم و قهوه‌ای مشاهده گردید. وجود آرسنیک در این ارقام می‌تواند به طبیعت خاک و بخصوص استفاده از سموم و آفت‌کش‌های شیمیایی مربوط باشد. به نظر می‌رسد، آلودگی هوا، استفاده از کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات می‌تواند مهم‌ترین عوامل رسوب آرسنیک در خاک‌های کشاورزی باشند. سنگ فسفات که در تولید کود و مواد شوینده مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌تواند حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم آرسنیک/کیلوگرم باشد (Gharachorloo et al., 2019). بررسی غلظت فلزات سنگین روی و آرسنیک در برنج شهرستان فیروزآباد نشان داده است که غلظت فلز آرسنیک در

مقاومت کمتری از خود نشان داده و از کیفیت پخت بالایی برخوردار نیستند. بیشترین میزان دانه‌های زرد که در اثر عوامل نامساعد محیطی برداشت و نگهداری به رنگ زرد درآمده است در نمونه هندی B مشاهده گردید. اگرچه می‌تواند فرایند پارابولینگ نیز بر این افزایش مؤثر باشد. میزان زردی دانه در ارقام پاکستانی A، گیلان و مازندران صفر مشاهده گردید. بیشترین میزان شکستگی در نمونه گیلان (تالش) مشاهده شد. گزارش‌ها نشان می‌دهند تنش‌های حاصل از تغییر یک درصد رطوبت در دانه، ۱۰۰ بار بیشتر از تنش‌های حاصل از تغییر یک درجه سلسیوس دماست (Tajaddodi Talab et al., 2016). یکی از مراحل تولید برنج خشک کردن شلتوک است که از نظر ایجاد ضایعات مرحله مهمی به شمار می‌آید. یافته‌های مطالعه‌ای نشان داد حساسیت رقم برنج در برابر ترک‌خوردگی، دمای هوای خشک‌کننده در هنگام خشک کردن شلتوک، رطوبت شلتوک هنگام اجرای عملیات تبدیل و نیز ضخامت لایه شلتوک درون مخزن خشک‌کننده، بر کاهش خرده برنج پس از تبدیل مؤثر هستند (Payman et al., 2005). در نهایت بر اساس برآورد کلی، ارقام هندی A، B و گیلان (هاشمی) دارای کمترین و رقم پاکستانی A دارای بیشترین ناخالصی بودند.

میزان آلودگی کپکی برنج پاکستانی B و C بیش از سایر ارقام بود. خشک نکردن به موقع شلتوک برنج همچنین میزان رطوبت نهایی برنج، می‌تواند باعث بروز فساد میکروبی (قارچی، باکتریایی) شود (Tajaddodi Talab, 2005). اما در سایر نمونه‌ها میزان آلودگی

مکانیسم‌های متفاوتی مهار می‌کند. برای مثال، حضور باقیمانده آفت‌کش در خاک باعث اختلال فعالیت ترمودینامیکی آب با عناصر غذایی ماکرو و میکرو در خاک اطرافش می‌شود. حضور باقیمانده آفت‌کش در خاک باعث کاهش جذب آب همراه با عناصر غذایی می‌شود، زیرا که بقایای آفت‌کش با اتصال به ذرات خاک جذب عناصر غذایی از خاک را توسط ریشه تحت تأثیر قرار می‌دهد. باقیمانده آفت‌کش‌ها بر غشای پلاسمایی سلول‌های ریشه و سیستم انتقال مواد غذایی اثر می‌گذارد و می‌تواند جذب عناصر را تحت تأثیر قرار دهد (Afshar mohammadian *et al.*, 2015). مطالعات قبلی نشان داده‌اند که ترکیبات سمی تولیدشده توسط آفت‌کش‌ها سنتز پروتئین و کربوهیدرات را از طریق تغییر در فعالیت سیتوکروم اکسیداز، مسدود کردن مسیرهای تنفسی جایگزین و تجمع سوکسینات به تأخیر می‌اندازند (Siddiqui and Ahmed, 2006).

بیشترین غلظت آفلاتوکسین B_1 ، B_2 و آفلاتوکسین تام سنجش شده در برنج‌های پاکستانی B و C گزارش گردید. به علت سمی بودن و خاصیت سرطان‌زایی بالای آفلاتوکسین، بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته قوانین سخت‌گیرانه‌ای برای محدود کردن حداکثر مجاز آفلاتوکسین در غذا تعیین کرده‌اند. بنابراین بسیاری از کمیته‌ها و مؤسسات استاندارد، برای مقدار قابل قبول مایکوتوکسین‌ها در مواد غذایی حد تعیین کرده‌اند. به‌عنوان مثال کمیته اروپایی کدکس حداکثر سطح قابل قبول آفلاتوکسین کل در برنج را ۴ نانوگرم بر گرم و میزان ۲ نانوگرم بر گرم را برای آفلاتوکسین B_1 در اتحادیه اروپا تعیین کرده است. آفلاتوکسین B_1 از نظر

۱۰۰ درصد نمونه‌ها بالاتر از حد مجاز WHO/FAO و میزان فلز روی در ۹۷/۳۶ درصد نمونه‌ها پایین‌تر از حد مجاز است (Cheraghi *et al.*, 2013) تحقیقات پیرامون میزان انتقال فلزات سنگین از خاک به برنج و انتقال آن‌ها به زنجیره غذایی نشان داده است که مصرف برنج‌های کشت‌شده در مزارع سبب جذب میزان بالایی از فلزات سنگین سرب و نیکل در بدن شده و آبیاری اراضی با پساب‌های صنعتی تجمع این فلزات را در برنج‌های زراعی افزایش داده است (Skandari *et al.*, 2019)

باقیمانده سم سیپرمترین تام در نمونه‌های مازندران رقم ندا و گیلان رقم تالش بیش از محدوده نرمال غلظت باقیمانده این سم بود. همچنین میزان باقیمانده سم فنازاکوئین در نمونه برنج گیلان نمونه کاظمی بالاتر از حد مجاز استاندارد سم فنازاکوئین مشاهده شد. مقدار باقی‌مانده سایر سموم در کلیه ارقام برنج کمتر از حد مجاز اعلام‌شده توسط سازمان استاندارد به دست آمد. سموم سیپرمترین و فنازاکوئین در نمونه‌های مازندران C و گیلان B بالاتر از حداکثر مجاز استاندارد بود. بر اساس نتایج در بین نمونه‌های ارگانیک نیز استفاده از سموم مشاهده می‌شود اگرچه کمتر از حد استاندارد در نمونه کشت اول و دوم استفاده شده بود. با توجه به حد مجاز این دو سم طبق استاندارد و مصرف برنج در سبد غذایی مصرف‌کنندگان، این مشکل می‌تواند تهدیدی برای مصرف‌کننده باشد. در نمونه‌های برنج، استفاده از سم‌هایی مشاهده می‌شود که در استاندارد برنج مجوزی جهت استفاده از آن‌ها نبود. غلظت‌های بالاتر آفت‌کش فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان را با

اول از ویژگی های مناسبی برای تأمین سلامت جامعه برخوردار است.

سیاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان بر خود لازم می دانند که از حمایت مالی موسسه کیفیت رضوی در انجام این پژوهش تشکر و سپاسگزاری نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی برای اعلام ندارند.

بیولوژیکی فعال ترین مشتق آفلاتوکسین از بین آفلاتوکسین های شناخته شده است. این میزان در ایالات متحده آمریکا ۲۰ نانوگرم بر گرم برای کل آفلاتوکسین تعیین شده است (Hajimohammadi *et al.*, 2016).

بر اساس نتایج گونه های مختلف برنج داخلی، برندهای مختلف برنج وارداتی و با توجه به کاهش مصرف سموم، حداقل میزان آلودگی های فلزات سنگین، کپکی و مایکوتوکسین ها در کنار عملکرد مناسب کیفی و درصد افت و ناخالصی پایین، برنج ارگانیک کشت

منابع

- Agha-Golzadeh, H. (2010). Rice Harvest and Post-Harvest Guide. Publication of Education (Institute of Agricultural Education and Extension). [In persian]
- Aghili, S.R., Shokohi, T., Khosravi, A.R., and Salmanian, B. (2012). Mycoflora Contamination of Consumed Rice in Mazandaran. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 21(86): 280-286. [In persian]
- Afshar mohammadian, M., Esmaeili, S., Almasi, Z., Shakib, F., Majidi-Shilsar, F., Shokri Vahed, H., Aliakbar, A. and Shokrzadeh Lamuki, M. (2015). Total protein and Some Mineral Elements Content under Different Pesticides Treatment in Brown and White Grain of Three Varieties of Rice. Journal of Plant Process and Function, 3: 11-20.
- Amanloo, S., Rezaei Kahhka, M., Ramezani, A., and Mir L. (2014). The Mycotoxin contamination of the Imported Consumer Rice and its producing Fungi in Zabol. Pars Journal of Jahrom University of Medical Sciences. 12 (1) :17-25. [In Persian]
- Cano-Lamadrid, M., Munera-Picazo, S., Burló, F., Hojjati, M., and Carbonell-Barrachina, Á. A. (2015). Total and Inorganic Arsenic in Iranian Rice. Journal of Food Science, 80(5): T1129-T1135.
- Cheraghi, M. (2015). Comparison of Cadmium Concentration and its Weekly Intake in Imported and Iranian Rice. Food Hygiene, 5(18): 83-92.
- Cheraghi, M., Afshari Bahmanbeigloo, Z., and Seif, A. (2013). Health assessment of Arsenic and Zinc in Rice Cultivated in Fars Province (Case Study: Firoozabad fields). Food Hygiene, 3(11): 67-74.
- Corry, J. E., Jarvis, B., Passmore, S., and Hedges, A. (2007). A Critical Review of Measurement Uncertainty in The Enumeration of Food Micro-Organisms. Food Microbiology, 24(3): 230-253.
- Dehghani and Mosafieri. (2015). Determination of Heavy Metal Concentrations (Cadmium, Arsenic and Lead) in Iranian, Pakistani and Indian Rice Consumed in Hormozgan Province. Mazandaran Medical Sciences. 25(134), 363-367. [In persian]

- FAOSTAT, F. 2018. Disponível em:< <http://faostat.fao.org>>. Acesso em, 14.
- FiBL. www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2016.html [Online]. <http://fsct.modares.ac.ir/article-7-5152-fa.html>.
- Gharachorloo, M., Zulfiqar, A., Bayat, M., and Bahrami, F. (2019). Arsenic Tracking in Iranian Rice: Analysis of Agricultural Soil and Water, Unpolished Rice and White Rice. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 9(1): 19-34
- Habibi, F. (2016). Determination of gelatinization temperature in rice varieties by the rapid visco analyzer (RVA). *Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREO)*, 14(64): 301-309. [In persian]
- Hadiacn, Z., Yazdanpanah, H., Azizi, M., Seyed, A.F., Koushki, M., Hosseini, P. S., Khoshgozaran, S. (2009). Occurrence of ochratoxin A in rice sold in chain stores in Tehran Iranian *Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*. 4 (2) :53-59. [In Persian]
- Hajimohammadi, B., Kiani, M., Mosadegh, M., Biabani, J., Fallahzadeh, H., and Tabatabayi, M. (2016). Effect of Heating Processes and Home Cooking Methods of Rice on Concentration of Aflatoxin B1. *Tolooebehdasht*, 15(3): 165-175. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), (2008). Foods - Determination of Lead, Cadmium, Copper, Iron and Zinc - Atomic absorption spectrophotometry. 1nd revision. ISIRI No. 9266. [In Persia]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), (2008). Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal Method for the Enumeration of Yeasts and Moulds -Part 2: Colony Count Technique in Products with Water Activity less than or Equal to 0.95. 2nd revision. ISIRI No. 10899. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), (2011). Food and Feed Stuff Determination of Aflatoxins BandG by HPLC Method using Immunoaffinity Column Clean up-Test Method. , ISIRI No. 6872. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), (2010). Cereal and Cereal Products -Wheat -Specification and Test methods. 5nd revision, ISIRI No. 2705. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), (2013). Foods of Plant Origin— Determination of Pesticide Residues using GC-MS and/or LC-MS/MS following Acetonitrile Extraction/Partitioning and Cleanup by Dispersive SPE— QuEChERS-method. 1nd revision. ISIRI No. 17026. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), (2013b). Foodstuffs – Determination of Trace Elements –Determination of total Arsenic by Hydride Generation Atomic Absorption Spectrometry (HGAAS) after Dry Ashing. 1nd version. ISIRI No. 16722. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), (2017). Rice - Characteristics and Test Methods. ISIRI No. 127. [In Persian]
- Juliano, B., Bautista, G. M., Lugay, J., and Reyes, A. C. (1964). Rice Quality, Studies on Physicochemical Properties of Rice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 12(2): 131-138 .
- Najafi, B., and Bakhshoodeh, M. (2002). Effectiveness of Government Protective Policies on Rice Production in Iran. EAAE Congress 'Exploring Diversity in the European Agri-Food System', Zaragoza (Spain), 28-31 August.

- Payman, MH, Rouhi, GH R, and Alizadeh, MR. (2005). Determination of Energy Consumption in Traditional and Semi-Mechanized Methods for Rice Production (a Case Study in Gilan Province). *Irrigation and Drainage Structures Engineering Research* 6(1), 97-112. [In Persian]
- Prasert, W., and Suwannaporn, P. (2009). Optimization of Instant Jasmine Rice Process and its Physicochemical Properties. *Journal of Food Engineering*, 95(1): 54-61.
- Ramesh, B., Mohtasebi, S.S., and Rafiee, S. (2019). Classification of Different Iranian Rice Varieties and Frauded Rice based on Volatile Compounds Detected by Electronic Nose Method. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 50(3), 595-606. [In Persian]
- Ramezanpour A, Pirdashti H, Abdollahi-mobarhan Sh, and Bahari-Saravi S, H. (2016). Quality Traits Investigation and Their Relationship with Grain Yield in Several Varieties and Promising Lines of Rice (*Oryza sativa* L.). *Agronomy Journal (Pajouheshand Sazandegi)*. 107: 8-16. [In persian]
- Siddiqui, Z. S. and Ahmed, S. (2006). Combined Effects of Pesticide on Growth and Nutritive Composition of Soybean Plants. *Pakistan Journal of Botany*. 38: 721.
- Skandari, A., Mohammadi Rozbahani, M., and Payandeh, K. (2019). Health Assessment of Heavy Metals Pollutions in Some of Imported and Cultivated Rice of Karoon River (Case study: Shadegan City). *Food Hygiene*, 9(35): 13-24.
- Tajadodi talab, k. Latifi A. and Habibi, F. (2016). Effect of Paddy Moisture, Drying Air Temperature and Type of Whitener on the Whole Kernel Percentage and Quality Characteristics of the Common Rice Cultivars in North of Iran. *Cereal Research*, 6(4), 423-435. [In persian]
- Tajadodi Talab, K. (2005). The Effect of Multi Pass Drying on Milling Yield and Drying Time of Paddy. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 6(22), 113-124. [In persian]
- Vahaji, N., Tayefe, M., and Sadeghi, M. (2019). Comparison of the Concentration of Heavy Elements and their Weekly Absorption in Consumed Rice Planted in Different Regions of Guilan Province. *Ebnesina*, 21(4): 51-58. [In persian]
- Villareal, R., Resurreccion, A., Suzuki, L., and Juliano, B. (1976). Changes in Physicochemical Properties of Rice During Storage. *Starch-Stärke*, 28(3): 88-94 .
- Zamani, H., Naji-Tabasi, S., Afkhami-Rouhani, H., Ahmadzadeh, S. M., and Shahidi-Noghabi, M. (2020). Conceptual Explanation of the Food Production Cycle based on Tayyib Food Indices in the Holy Quran. *Journal of Pizhūhish dar dīn va salāmat*, 6(2): 165-179. [In persian]