



بررسی میزان آفلاتوکسین B1، سرب، کادمیوم، اشیریشیا کلای و استافیلوکوکوس اورئوس در گز مغز پسته ای ۱۸ و ۲۸ درصد استان چهارمحال و بختیاری

ابراهیم داوودی فارسانی^۱، امیر شاکریان^{۱*}، ابراهیم رحیمی^۱، رضا شرافتی چالشتی^۲

۱-مرکز تحقیقات تغذیه و محصولات ارگانیک، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

۲-مرکز تحقیقات بیوشیمی و تغذیه در بیماریهای متابولیک، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران

چکیده

اطلاعات مقاله

گز یکی از محصولات خوراکی پرمصرف و با زمان ماندگاری بالا می باشد که همیشه به دلیل کیفیت پسته موجود در آن مورد بحث کارشناسان صنعت غذا است. هدف از این پژوهش بررسی میزان ترکیبات مضر سلامتی مورد توجه در استاندارد ملی ایران از جمله آفلاتوکسین B1، سرب، کادمیوم، اشیریشیا کلای و استافیلوکوکوس اورئوس در ۱۰ نشان تجاری پرفروش گز و همچنین بررسی گذشت زمان و درصد پسته این محصولات بر ترکیبات مضر مد نظر بود. نتایج نشان داد غلظت آفلاتوکسین B1، سرب و کادمیوم در گز ۱۸ درصد به ترتیب ۳ تا ۵ ppb، ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۱۰ ppm و ۰/۰۱۲ تا ۰/۰۲۹ ppm بود. همچنین باکتری های اشیریشیا کلای و استافیلوکوکوس اورئوس در آن ها مشاهده نشد. بررسی ارزیابی حسی نمونه ها نشان داد که نمونه های گز مورد ارزیابی از وضعیت مناسبی برخوردار بوده و نمونه های اتلی (A)، فردوس (F) و شاهکار (SH) از پذیرش کلی و رضایت مشتری بیشتری برخوردار بودند. به طور کلی می توان نتیجه گرفت محصول گز مغز پسته به عنوان یکی از محصولات شیرین و سنتی پرطرفدار جامعه از نظر ویژگی های کیفی استاندارد ایران از وضعیت مناسبی برخوردار است.

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۷

تاریخ داوری: ۱۴۰۲/۰۱/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۹

کلمات کلیدی:

گز، آفلاتوکسین B1،

سرب، کادمیوم،

اشیریشیا کلای،

استافیلوکوکوس اورئوس.

DOI: 10.48311/fsct.2026.83420.0

* مسئول مکاتبات:

amshakerian@yahoo.com

۱-مقدمه

مرحله ای از زنجیره مواد غذایی رخ دهد، به کارگیری کنترل مناسب در طی زنجیره مواد غذایی ضروری می‌باشد. بنابراین ایمنی مواد غذایی با تلاش کلیه طرف‌های درگیر در زنجیره غذا حاصل می‌گردد [۵]. سازمان‌های درون زنجیره مواد غذایی در دامنه ای از تولیدکنندگان خوراک دام و طیور و تولیدکنندگان اولیه تا تولیدکنندگان فرآورده‌های غذایی، عاملین حمل و نقل و انبارش و پیمانکاران خرده فروش و خدمات فرآورده‌های غذایی (سازمان‌های دارای ارتباطات متقابل از قبیل تولیدکنندگان، مواد بسته بندی، شوینده‌ها، افزودنی‌ها و مواد متشکله) قرار دارند. ارائه دهندگان خدمات نیز مشمول این دامنه می‌گردند [۶ و ۷].

در سال‌های اخیر با توجه به صنعتی شدن و تولید انبوه فرآورده‌های غذایی، افزایش آلودگی محیط، تغییر الگوی رژیم غذایی عموم مردم و افزایش آگاهی آنان، ایمنی فرآورده‌های غذایی مورد توجه مصرف کنندگان و تولیدکنندگان مجامع علمی و سازمان‌های ناظر بر کیفیت فرآورده‌های غذایی قرار گرفته است. امروزه سیستم‌هایی به وجود آمده که در آنها بیشترین توجه به استاندارد کردن شرایط محیط کار و بهداشتی و ایمن نمودن آن شده است؛ به طوری که امکان تولید فرآورده ناسالم به حداقل برسد [۸]. بدین منظور، سیستمی توسط سازمان بین المللی استاندارد و کمیته تخصصی مشترک سازمان بهداشت جهانی (WHO¹) و سازمان خوار و بار و کشاورزی (FAO²) با عنوان آنالیز خطر نقطه کنترل بحرانی (HACCP³) تعریف شده است. HACCP جهت تامین بهداشت فرآورده‌های غذایی طراحی می‌گردد و با توجه به قابلیت آن در همراه شدن با سیستم مدیریت کیفیت ایزو (ISO⁴) به عنوان یکی از گام‌های اساسی در استقرار سیستم مدیریت ایمنی مواد غذایی (FSMS⁵) اجرا می‌شود. سیستم FSMS به صورت خاص در صنعت غذا برای اطمینان از ایمنی مواد غذایی طراحی شده است و تحت

گزیکی از محصولات غذایی سنتی ایران و از جمله در استان چهارمحال و بختیاری است که به دلیل ویژگی‌های خاص آن، در عرصه محصولات غذایی جهان منحصر بفرد است. میزان تولید سالانه گز در ایران حدود ۷۵۰ هزار تن می‌باشد که حدود ۹۰ درصد آن در استان اصفهان تولید می‌شود سابقه تولید این محصول به حدود ۴۵۰ سال پیش برمی‌گردد. در تولید این محصول هیچ نوع ماده افزودنی مصنوعی و غیرطبیعی استفاده نمی‌شود [۱]. افزودنی سنتی و معروف این محصول، مان طبیعی گزانگبین است که به علت کاهش چشم گیر برداشت آن در سال‌های اخیر با ترکیبات مشابه مانند ترنجبین و شیرخشت جایگزین شده است. چون تمامی مان‌های طبیعی مصرفی در گز از فرایند گزیدن ساقه‌های شیره دار درختچه‌هایی نظیر *Alhagi Pseudoalhagi* (Papilionaceae) و *adscendens* (Papilionaceae) توسط چند نوع حشره با نام‌های علمی *Psylla Csylla - Larinus* ایجاد می‌شود، نام گز که بن مضارع از مصدر گزیدن است برای این محصول انتخاب شده است [۲ و ۳]. ترکیبات گز تفاوت مشخصی با سایر شیرینی‌ها و محصولات قنادی مشابه دارد. در تهیه گز از انواع روغن، نشاسته و آرد استفاده نمی‌شود، گز از نظر مدت زمان نگهداری نیز در جایگاه ویژه‌ای قرار دارد، کمتر محصول غذایی را بدون استفاده از مواد سنتزی نگهدارنده می‌توان ماه‌ها با حفظ کیفیت نگهداری نمود. امروزه گز که روزی هدیه منحصر به فرد استان اصفهان و چهارمحال و بختیاری بود به عنوان محصول سنتی ایران در بسیاری از بازارهای جهان شناخته می‌شود [۴].

ایمنی مواد غذایی بستگی به وجود خطرات ناشی از مواد غذایی در زمان مصرف (توسط مصرف کننده) دارد. از آنجایی که بروز خطرات ایمنی مواد غذایی می‌تواند در هر

4-International Standard Organization

5-Food Safety Management System

1-World Health Organization

2-Food and Agriculture Organization

3-Hazard Analysis and Critical Control Point

(سعادت (S)، ائلی (A)، فردوس (F)، میثاق (ME)، داریوش (D)، شاهکار (SH)، بشتار (B)، ملت (M)، رادفر (R) و نظری (N)) جمع آوری شد. نمونه‌های در جای خشک و خنک و در دو بازه زمانی شش ماه و یک سال برای آزمون نگهداری شدند.

۲-۲- مواد شیمیایی

مواد شیمیایی مورد استفاده از جمله کلراید سدیم، متانول، هگزان، اسید کلریدریک و اسید نیتریک از شرکت مرک آلمان تهیه شدند.

۲-۳- آزمون‌های آلاینده‌های شیمیایی و میکروبی

۲-۳-۱- اندازه‌گیری آفلاتوکسین B1

۵۰ گرم از هر تیمار با ترازویی به حساسیت ۰/۱ گرم در یک ارلن مایر درب‌دار ۵۰۰ میلی لیتری وزن گردید. ۵ گرم کلرور سدیم (مرک- آلمان) و ۳۰۰ میلی لیتر مخلوط متانول- آب (نسبت ۸ حجم متانول ۲ حجم آب) به آن اضافه شد. سپس ۱۰۰ میلی لیتر، هگزان (مرک- آلمان) به منظور حذف چربی داخل ارلن مایر ریخته گردید. محتویات ارلن به مخلوط کن با دور بالا منتقل و به مدت ۳ دقیقه مخلوط گردید. عصاره استخراجی را از کاغذ صافی واتمن عبور داده و ۲۰ میلی لیتر از عصاره صاف شده با ۱۳۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط و با کاغذ صافی سلولزی صاف گردید. سپس ۷۰ میلی لیتر از عصاره صاف شده با سرعت ۲ تا ۳ میلی لیتر در دقیقه بدون فشار خارجی از ستون ایمونوآفینیتی عبور داده شد. ۱۵۰۰ میکرو لیتر متانول (مرک- آلمان) داخل ستون ریخته و در انتها محتویات داخل ویال با ۱۵۰۰ میکرو لیتر آب HPLC مخلوط شد. منحنی کالیبراسیون، به طوری که روی محور عرض‌ها تغییرات مربوط به غلظت آفلاتوکسین استاندارد برحسب نانوگرم در میلی لیتر و روی محور طول‌ها تغییرات

استاندارد ایزو ۲۲۰۰۰ در همه قسمت‌های تامین زنجیره غذا به کار می‌رود. امروزه اجرای FSMS در کارخانجات فرآورده‌های غذایی جهت تولید محصول ایمن و با کیفیت امری ضروری است و برای استقرار این سیستم، رعایت اصول PRPs⁶ شامل بخش‌های HACCP، GLP⁷، GHP⁸، GMP⁹ و ISO¹⁰ لازم و اساسی می‌باشد که در کشورهای اروپایی و آمریکایی به صورت کاربردی اجرا می‌گردد به طوری که سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA¹¹) بر نقش PRPs جهت پیاده سازی FSMS تاکید کرده و WHO آن را از جمله شرایط مورد نیاز اولیه و مهم جهت تولید فرآورده-های ایمنی غذا تعریف نموده است [۹ و ۱۰ و ۱۱]. راه‌های متفاوتی برای کاهش میزان آلودگی‌های میکروبی و آفلاتوکسین خشکبار وجود دارد که از جمله آنها می‌توان به تکنولوژی‌های مانند اشعه گاما، اشعه ماورای بنفش، پلاسمای سرد و استفاده از ترکیبات شیمیایی اشاره کرد. اما شاید بهترین راه برای کاهش این آلودگی‌ها در محصولات نهایی مانند گز بررسی و آزمایش اولیه خشکبار و انتخاب محصول با کیفیت باشد.

براساس مطالعات ما تاکنون مقاله ای در مورد گزارش میزان آلودگی های گز به چاپ نرسیده است. هدف از این پژوهش بررسی میزان ترکیبات مضر سلامتی مورد توجه در استاندارد ملی ایران از جمله آفلاتوکسین B1، سرب، کادمیوم، اشریشیا کلای و استافیلوکوکوس اورئوس در ۱۰ نشان تجاری پرفروش جامعه و همچنین بررسی گذشت زمان و درصد پسته این محصولات بر ترکیبات مضر مد نظر بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- جمع آوری نمونه‌های گز

ده نمونه گز پسته ای ۱۸ و ۲۸ درصد از نشان‌های تجاری مختلف موجود در بازار استان چهارمحال و بختیاری

9-Good Manufacturing Practices

11- Food and Drug Administration

6-Prerequisite Programs

7-Good laboratory practice

8 -Good Hygiene Programs

تا ۴۸ ساعت می‌باشد، در این شرایط باکتری اشریشیا کلی تولید گاز کرده و تست اندول آن مثبت می‌گردد، بر این اساس تعداد اشریشیا کلی در هر گرم از نمونه مشخص گردید.

۵-۳-۲- شناسایی باکتری استافیلوکوکوس اورئوس

شمارش استافیلوکوکوس اورئوس طبق استاندارد ملی ایران (ISIRI 6806-1) در محیط کشت BPA انجام شد [۱۶]. جهت همگن کردن نمونه‌ها، ابتدا ۲۵ گرم از نمونه‌ها را به مدت ۲ ساعت در داخل فریزر ۱۸- درجه سلسیوس قرار داده شده است. ابتدا هاون را استریل کرده که سترون سازی با آن صورت گرفته، سپس نمونه (مغز پسته) رو به طور کامل کوبیده تا کامل له شود و به مقدار ۵ گرم در ۴۵ میلی لیتر رینگر حل کرده، ۱۵ دقیقه زمان داده شده تا مغز پسته در رینگر پخش شود.

۱۰ میلی لیتر از نمونه اولیه به ۹ میلی لیتر محیط با غلظت دو برابر جیولیتی کانتونی (شرکت مرک، آلمان) اضافه گردید. ۱ میلی لیتر آگار بر روی آن ریخته شد و سپس درب آن با پنبه پوشانده شد و به مدت ۲۴ الی ۴۸ ساعت در گرم‌خانه ۳۷ درجه سلسیوس قرار داده شد.

به محیط کشت برد پارگر آگار امولسیون زرده تخم مرغ افزوده شد و پس از تکان دادن درون پلیت ریخته شد. سپس توسط میله کشت آنس، کشت خطی روی محیط کشت انجام و به مدت ۲۴ الی ۴۸ ساعت درون گرم‌خانه ۳۷ درجه سلسیوس قرار داده شد.

طی زمان سپری شده اگر مشاهده پرگنه سیاه و براق با هاله شفاف تشکیل شد، تست تاییدیه انجام می‌گردد. تست کوآگولاز: به کیت آماده‌ی پلاسمای خرگوش، ۲ میلی لیتر آب مقطر اضافه شده و خوب تکان داده شد. سپس در ۴ لوله‌ی آزمایش (هر کدام حجم ۰/۵ میلی لیتر) تقسیم شد و

مربوط به سطح زیر منحنی و یا ارتفاع پیک باشد، رسم گردید. میزان ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره نمونه به دستگاه HPLC (واترز- آمریکا) تزریق و پیک‌های حاصل از نظر زمان خروج پیک با پیک‌های استاندارد مقایسه گردید و در نهایت نوع و میزان آلودگی با استفاده از منحنی کالیبراسیون محاسبه گردید [۱۲]. همچنین LOD¹² دستگاه ۰/۰۷ ppb جهت شناسایی آفلاتوکسین بود.

۲-۳-۲- اندازه‌گیری سرب و کادمیوم

برای هضم نمونه‌ها ۴۰ گرم نمونه روی بن ماری قرار داده شد، تا خشک گردد. سپس نمونه خشک شده روی هیتر سوزانده شد و حدود ۸ ساعت در کوره ۶۵۰ درجه سلسیوس قرار گرفت تا خاکستر سفید رنگی حاصل گردید. ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک (مرک- آلمان) ۶ مولار به خاکستر حاصل افزوده، سپس رطوبت نمونه روی هیتر تبخیر و در نهایت نمونه خشک شد. سپس ۲۵ میلی لیتر اسید نیتریک (مرک- آلمان) ۰/۱ مولار به نمونه افزوده شد تا خاکستر کاملاً حل شود. بعد از شفاف شدن نمونه با استفاده از بالن، قیف و کاغذ صافی واتمن محلول صاف شد. محلول صاف شده در بالن ۱۰۰ میلی لیتر به حجم رسانده شد [۱۳] و [۱۴]. مقادیر سرب و کادمیوم توسط دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی (مدل PG، انگلستان) اندازه‌گیری شد. همچنین LOD دستگاه برای سرب و کادمیوم به ترتیب ۰/۹۰۷ و ۰/۰۶۶ ppb بود.

۴-۳-۲- شناسایی باکتری اشریشیا کلای

این آزمون مطابق با استاندارد ملی ایران (ISIRI 2946) انجام شد [۱۵] که شامل کشت در محیط کشت غنی کننده انتخابی لاکتوز برات (شرکت مرک، آلمان)، تلقیح در محیط کشت انتخابی آبگوشت EC حاوی لوله دورهام و محیط پپتون واتر و گرم‌خانه گذاری در دمای ۴۴ درجه سلسیوس به مدت ۲۴

¹²limit of detection

آفلاتوکسین B1 یکی از توکسین‌های قارچی مهم محصولات خشکبار بوده که شیوع آن در محصولاتی مانند مغز پسته و بادام باعث اهمیت آن در صنعت گز شده است. نتایج ارزیابی میزان آفلاتوکسین B1 نمونه‌های گز ۱۸ و ۲۸ درصد پسته در جدول ۱ و نمودار تشخیص دستگاهی آن در شکل ۱ نمایش داده شده است. بررسی میزان آفلاتوکسین نمونه‌های ۱۸ درصد پسته در دوره اول نگهداری نشان می‌دهد میزان آفلاتوکسین نمونه‌ها در محدوده ۳ تا ۵ ppb می‌باشد و در این بین، نمونه R بیشترین میزان آفلاتوکسین را نشان داد. همچنین در این بین، نمونه S افزایش میزان آفلاتوکسین را با گذشت زمان نشان داد. بررسی میزان آفلاتوکسین نمونه‌های ۲۸ درصد پسته در دوره اول نگهداری نشان می‌دهد میزان آفلاتوکسین نمونه‌ها در محدوده ۳/۱۷ تا ۵/۱۷ ppb می‌باشد و در این بین نمونه R بیشترین میزان آفلاتوکسین را نشان داد. همچنین در این نمونه‌ها نمونه S و A افزایش میزان آفلاتوکسین با گذشت زمان را نشان داد. احتمالاً افزایش میزان آفلاتوکسین در طول زمان به میزان آلودگی‌های کپکی نمونه‌های پسته مورد استفاده بر می‌گردد. مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۵۹۲۵ حضور آفلاتوکسین B1 در هر کیلوگرم محصول باید ۸ میکروگرم بر کیلوگرم باشد. نتایج نشان می‌دهد همه نمونه‌های جمع‌آوری شده از نظر میزان آفلاتوکسین B1 در محدوده استاندارد می‌باشند.

به مدت ۴ ساعت در گرم‌خانه ۳۷ درجه سلسیوس قرار داده شد و بعد از آن، نمونه از لحاظ لخته شدن پلاسماي خردگوش توسط آنزیم کواگولاز بررسی شد. تست کواگولاز نمونه از لحاظ استافیلوکوکوس اورئوس مثبت بود.

۴-۲- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها بعد از ۱۸۰ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و با آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای توسط ۱۰ داور آموزش دیده مورد ارزیابی قرار گرفت. از ارزیاب‌ها خواسته شد تا صفات مورد بررسی شامل طعم و مزه، رنگ، بافت و پذیرش کلی را از عدد ۱ تا ۵ رتبه‌بندی نمایند. برای بهترین کیفیت عدد ۵ و برای نازل‌ترین کیفیت عدد ۱ در نظر گرفته شد [۱۷].

۴-۲- آنالیز آماری

کلیه آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و در ۳ تکرار انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح (۰/۰۵) انجام شد. رسم منحنی‌ها با نرم افزار EXCEL انجام و برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های کمی از نرم افزار SAS v9.1 استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی آفلاتوکسین B1

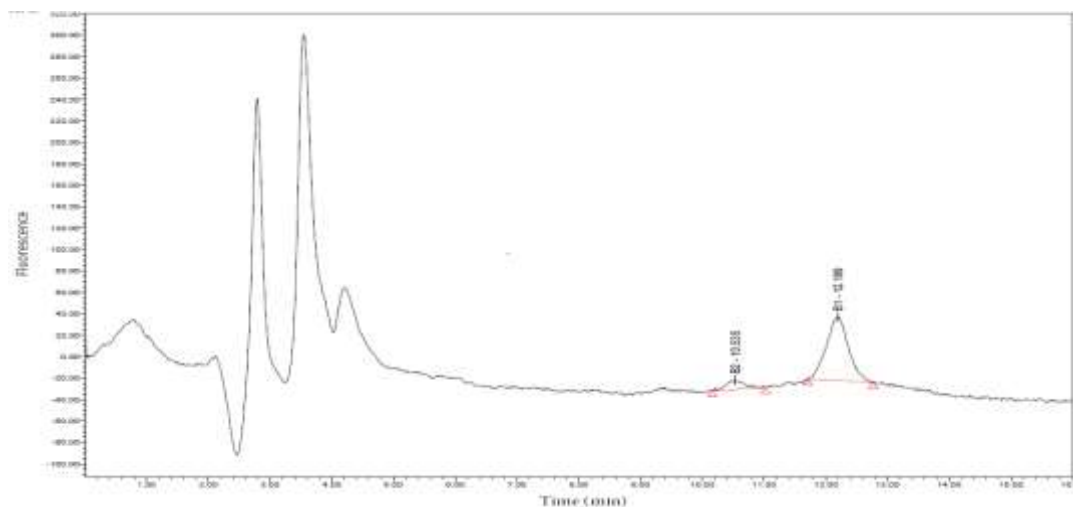


Fig. 1. Aflatoxin B1 graph in Gaz sample

حاصل از این تحقیق مقدار بالاتری از آلودگی به آفلاتوکسین را نسبت به مطالعه‌ی حاضر نشان داد.

در مطالعه‌ی Keng-wen و همکاران [۱۹]، جهت ارزیابی خطر قرار گرفتن در معرض آفلاتوکسین از بادام زمینی و محصولات بادام زمینی وارد شده به تایوان انجام شد. در مجموع ۱۰۸۹ نمونه آب نبات بادام زمینی، کره بادام زمینی و بادام زمینی و غیره در بازه زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۷ جمع آوری شده و با استفاده از کروماتوگرافی مایع-طیف سنج جرمی به طور متوالی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میانگین سطح آلودگی آفلاتوکسین B1 در بادام زمینی و محصولات بادام زمینی ۲/۴۰ میکروگرم بر کیلوگرم، آفلاتوکسین B2 ۰/۴۱ میکروگرم بر کیلوگرم، آفلاتوکسین G1 ۰/۱۹ میکروگرم بر کیلوگرم و آفلاتوکسین G2 ۰/۰۳ میکروگرم بر کیلوگرم بود. در این مطالعه از (MOE) به عنوان ابزاری برای بهبود مدیریت ایمنی مواد غذایی استفاده شد. با توجه به سطح MOE، سطح آفلاتوکسین در بادام زمینی و محصولات بادام زمینی از چین، اندونزی، تایلند، ایالات متحده و فیلیپین پایین ترین حد ایمن ۱۰۰۰۰ بود، که نشان دهنده عدم سلامت عمومی یا خطر ایمنی برای اکثر مردم است. با این حال، محصولاتی از ویتنام در محدوده پایین تر MOE قرار داشتند، که نشان می‌دهد برای جلوگیری از مواجهه بیش از حد مصرف کننده باید اقدامات نظارتی، ادامه یابد. نتایج حاصل از این تحقیق با مطالعه‌ی حاضر همسو می‌باشد.

در مطالعه‌ی شاکری و همکاران [۲۰] به منظور بررسی حضور آفلاتوکسین از مجموع ۸۸ نمونه مغزها شامل: پسته (۲۸)، بادام (۲۸)، فندق (۲۸) و گردو (۲۰) نمونه از نظر حضور آفلاتوکسین‌های B1 و G با استفاده از دستگاه HPLC آنالیز شدند. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد به ترتیب ۲/۵، ۵/۵، ۵/۷، ۷/۲ و ۱۰ درصد از نمونه‌ها به آفلاتوکسین‌های B1 و G1 و B2 و G2 و کل آلوده بودند.

در مطالعه‌ی دهقانی و همکاران [۷] جهت بررسی آلودگی گزهای تولید شده در شهر اصفهان به باقی مانده آفلاتوکسین، یافته‌ها نشان داد غلظت کلی آفلاتوکسین در ۴۰ نمونه گز آزمایش شده، بین ۱۳/۹۷ نانوگرم بر گرم تا غیر قابل تشخیص بود. ۳۹ نمونه (۹۷/۵ درصد) دارای آلودگی بودند و میانگین آفلاتوکسین کل در نمونه‌ها $۴/۱۱ \pm ۳/۵۵$ نانوگرم بر گرم تعیین گردید. میانگین آلودگی در نمونه‌های گز ۲۸ و ۴۰ درصد مغز پسته، به ترتیب $۲/۴۹ \pm ۳/۵۳$ و $۴/۴۰ \pm ۴/۷۰$ نانوگرم بر گرم به دست آمد و اختلاف آماری معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد. میزان آفلاتوکسین کل در تمامی نمونه‌ها کمتر از حداکثر تعیین شده توسط سازمان ملی استاندارد ایران (۱۵ نانوگرم بر گرم) بود، اما در ۴ نمونه (۱۰ درصد) میزان آفلاتوکسین کل بیشتر از استاندارد کشورهای اروپایی (۱۰ نانوگرم بر گرم) بود.

در مطالعه‌ی Rezaei و همکاران [۱۸] برای ارزیابی آلودگی آفلاتوکسین در آجیل (انجیر، بادام، فندق، گردو، پسته و آفتابگردان) موجود در بازار شهر تهران انجام شد. ارزیابی‌ها با استفاده از روش الیزا انجام شد. بدین منظور ۲۰۰ نمونه شامل انجیر ($n = ۳۰$)، بادام ($n = ۲۵$)، فندق ($n = ۲۵$)، گردو ($n = ۴۰$)، پسته ($n = ۴۰$)، گل آفتابگردان ($n = ۴۰$) جمع آوری شد و در مورد آلودگی به آفلاتوکسین تجزیه و تحلیل شد. نتیجه آزمایشات ۹۶/۵ درصد (۱۹۳ نمونه) با غلظت متوسط ۱/۶۸ میکروگرم بر کیلوگرم (۰ - ۶ میکروگرم در کیلوگرم) مثبت بود. علاوه بر این، در ۶ درصد (۱۲ نمونه) موارد، آلودگی بیش از حد اتحادیه اروپا (۴ میکروگرم بر کیلوگرم) بود، در حالی که ۱۰۰٪ نمونه‌ها از حد قانونی استاندارد ملی ایران (۸ میکروگرم بر کیلوگرم یا ۸ ppb) برخوردار بودند. علی‌رغم آلودگی اکثر موارد، هیچ یک از آنها در سطح خطرناک نبود زیرا شرایط رشد قارچ یا فعالیت آنتی‌اکسیدانی در مغز در تهران مناسب نبود. نتایج

میانگین غلظت آفلاتوکسین در نمونه‌ها به ترتیب ۸/۳۲، ۵/۶۳، ۳/۰۶۷، ۱/۷۰۵ و ۱۰/۳۷ میکروگرم بر گرم بودند. بیشتر از سایر مغزها بود. نتایج حاصل از این تحقیق میزان بالاتری از آلودگی به آفلاتوکسین را نسبت به مطالعه‌ی حاضر نشان داد. غلظت آفلاتوکسین B1 در ۶۶/۶۷ درصد نمونه‌های مثبت بالاتر از حد مجاز استاندارد ملی ایران (۸ ppb) بودند. درصد آلودگی نمونه‌های پسته به آفلاتوکسین‌ها به طور معنی داری

Table 1. Aflatoxin B1 (ppb) content of the Gaz samples in Chaharmahal and Bakhtiari province

Sample		6M	12M	6M	12M
		18%	18%	28%	28%
1	S	3.50±1.05ABb	5.00±0.82Aa	3.50±1.05ABb	5.33±1.03Aa
2	A	3.00±1.26Bb	3.50±1.05AB	3.17±1.17Bb	5.25±0.96Aa
3	F	3.67±1.03ABa	4.00±1.41Aa	3.63±1.41ABa	5.33±1.63Aa
4	ME	3.50±1.38ABa	4.29±0.95Aa	4.25±1.67ABa	4.75±1.83Aa
5	D	3.57±1.51ABa	4.25±1.67Aa	4.60±1.14ABa	5.33±1.63Aa
6	SH	4.14±1.35ABa	4.57±1.51Aa	4.67±1.63ABa	5.17±1.17Aa
7	B	3.50±1.05ABa	3.88±1.64Aa	3.86±1.35ABa	4.20±1.30Aa
8	M	3.86±1.21ABa	4.33±1.03Aa	3.83±1.47ABa	4.75±1.67Aa
9	R	5.00±1.26Aa	5.00±1.73Aa	5.17±1.47Aa	5.60±1.52Aa
10	N	3.67±1.63ABa	4.00±1.85Aa	3.86±1.35ABa	4.38±2.00Aa

M: storage time (months)

Saadat (S), Asli (A), Ferdovs (F) Misagh (ME), Dariush (D), Shahkar (SH), Beshtar (B), Melat (M), Radfar (R), Nazari (N)

*Data represent mean ± standard deviation of ten independent repeats.

**Different capital letters in each column and lowercase ones in each row indicate significant differences (P < 0.05).

پسته در دوره اول نگهداری نشان می‌دهد میزان سرب نمونه‌ها در محدوده ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۱۰ ppm می‌باشد و در این بین تفاوتی مشاهده نشد. همچنین در این نمونه‌ها با گذشت زمان تغییری مشاهده نشد. مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۹۶۸ حضور سرب در محصول باید ۰/۰۱ میکروگرم بر گرم باشد. نتایج نشان می‌دهد همه نمونه‌های جمع‌آوری شده از نظر میزان سرب در محدوده استاندارد می‌باشند. منشا این ترکیب می‌تواند مواد اولیه مورد مصرف این محصولات باشد [۲۱].

۳-۲- ارزیابی سرب

نتایج ارزیابی میزان سرب نمونه‌های گز ۱۸ و ۲۸ درصد پسته در جدول ۲ نمایش داده شده است. بررسی میزان سرب نمونه‌های ۱۸ درصد پسته در دوره اول نگهداری نشان می‌دهد میزان سرب نمونه‌ها در محدوده ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۱۰ ppm می‌باشد و در این بین نمونه SH بیشترین میزان سرب را نشان داد. همچنین در این نمونه‌ها تغییر میزان سرب با گذشت زمان مشاهده نشد. بررسی میزان سرب نمونه‌های ۲۸ درصد

Table 2. PB content (ppm) of the Gaz samples in Chaharmahal and Bakhtiari province

Sample		6M	12M	6M	12M
		18%	18%	28	28
1	S	0.007±0.004ABa	0.012±0.015Aa	0.005±0.003Aa	0.005±0.003Aa
2	A	0.007±0.002ABa	0.008±0.010ABa	0.008±0.006Aa	0.006±0.003Aa
3	F	0.007±0.006ABa	0.006±0.002ABa	0.006±0.003Aa	0.006±0.002Aa
4	ME	0.006±0.003Ba	0.005±0.002Ba	0.009±0.011Aa	0.007±0.004Aa
5	D	0.005±0.003Ba	0.006±0.004Ba	0.008±0.006Aa	0.008±0.006Aa
6	SH	0.011±0.003Aa	0.008±0.006ABa	0.006±0.002Ab	0.006±0.003Ab
7	B	0.006±0.005ABa	0.006±0.003ABa	0.010±0.020Aa	0.005±0.003Aa

8	M	0.006±0.003Ba	0.006±0.003ABa	0.005±0.003Aa	0.005±0.003Aa
9	R	0.006±0.005ABa	0.005±0.003Ba	0.007±0.006Aa	0.005±0.003Aa
10	N	0.005±0.003Ba	0.008±0.006ABa	0.005±0.004Aa	0.008±0.006Aa

M: storage time (months)

Saadat (S), Asli (A), Ferdovs (F) Misagh (ME), Dariush (D), Shahkar (SH), Beshtar (B), Melat (M), Radfar (R), Nazari (N)

*Data represent mean ± standard deviation of ten independent repeats.

**Different capital letters in each column and lowercase ones in each row indicate significant differences ($P < 0.05$).

گذشت زمان مشاهده نشد. بررسی میزان کادمیوم نمونه‌های ۲۸ درصد پسته در دوره اول نگهداری نشان می‌دهد میزان کادمیوم نمونه‌ها در محدوده ۰/۰۱۲ تا ۰/۰۲۹ ppm می‌باشد و در این بین نمونه‌های R و S دارای بیشترین میزان کادمیوم بودند همچنین در این نمونه‌ها با گذشت زمان تغییری مشاهده نشد. مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۹۶۸ حضور کادمیوم در هر گرم محصول باید ۰/۰۵ میکروگرم بر گرم باشد. منشا این ترکیب می‌تواند مواد اولیه مورد مصرف این محصولات باشد [۲۲].

۳-۳- ارزیابی کادمیوم

نتایج ارزیابی میزان کادمیوم نمونه‌های گز ۱۸ و ۲۸ درصد پسته در جدول ۳ نمایش داده شده است. بررسی میزان کادمیوم نمونه‌های ۱۸ درصد پسته در دوره اول نگهداری نشان می‌دهد میزان کادمیوم نمونه‌ها در محدوده ۰/۰۱۱ تا ۰/۰۲۲ ppm می‌باشد و در این بین تفاوتی بین نمونه‌ها مشاهده نشد. همچنین در این نمونه‌ها تغییر میزان کادمیوم با

Table 3. Cadmium content (ppm) of the Gaz samples in Chaharmahal and Bakhtiari province

Sample		6M	12M	6M	12M
		18%	18%	28	28
1	S	0.022±0.014Aa	0.023±0.015Aa	0.024±0.017ABa	0.022±0.019Aa
2	A	0.013±0.011Aa	0.015±0.008Aa	0.012±0.008Ba	0.019±0.016Aa
3	F	0.012±0.003Aa	0.014±0.009Aa	0.013±0.004Ba	0.014±0.006Aa
4	ME	0.012±0.009Aa	0.014±0.010Aa	0.013±0.010Ba	0.012±0.008Aa
5	D	0.012±0.005Aa	0.015±0.011Aa	0.012±0.006Ba	0.014±0.009Aa
6	SH	0.014±0.006Aa	0.013±0.009Aa	0.013±0.004Ba	0.018±0.008Aa
7	B	0.011±0.010Aa	0.011±0.005Aa	0.012±0.006Ba	0.016±0.010Aa
8	M	0.014±0.008Aa	0.012±0.006Aa	0.013±0.005Ba	0.013±0.007Aa
9	R	0.015±0.023Aa	0.017±0.020Aa	0.029±0.037Aa	0.014±0.007Aa
10	N	0.011±0.005Aa	0.013±0.009Aa	0.012±0.009Ba	0.012±0.007Aa

M: storage time (months)

Saadat (S), Asli (A), Ferdovs (F) Misagh (ME), Dariush (D), Shahkar (SH), Beshtar (B), Melat (M), Radfar (R), Nazari (N)

*Data represent mean ± standard deviation of ten independent repeats.

**Different capital letters in each column and lowercase ones in each row indicate significant differences ($P < 0.05$).

انتقال پیدا می‌کند. نتایج ارزیابی میزان /شیریشیا کلای نمونه-های گز ۱۸ و ۲۸ درصد پسته نشان داد کلیه نمونه‌ها فاقد این باکتری بوده و همچنین گذشت زمان تاثیری بر تعداد این باکتری نداشته است. مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره

۳-۴- ارزیابی /شیریشیا کلای

/شیریشیا کلای یکی از باکتری‌های بیماری‌زای صنعت غذا می‌باشد که عموماً از طریق آب‌های آلوده به مواد غذایی

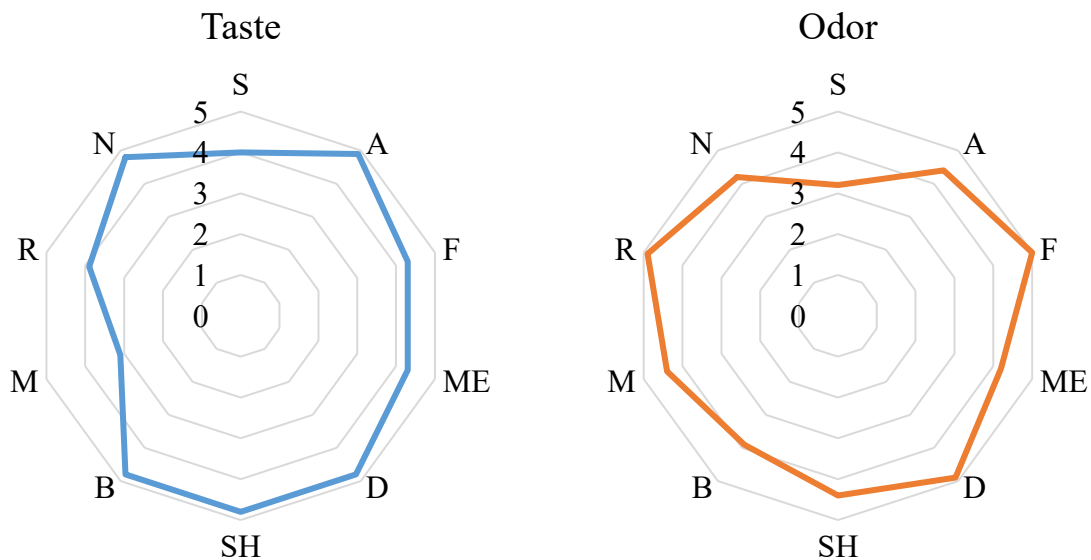
۲۹۴۶ حضور/اشریشیا کلای در هر گرم محصول باید منفی باشد. خسروی فرد در سال ۱۴۰۱ به بررسی میزان اشریشیا کلای در نمونه‌های گز ۱۸ و ۲۸ درصد پسته پرداخت. نتایج این تحقیق نشان داد در بررسی ۱۸ نمونه گز ۱۸ درصد پسته تمام نمونه‌ها بدون اشریشیا کلای بوده و در بررسی ۱۱ نمونه ۲۸ درصد پسته ۱۰ مورد از آن بدون اشریشیا کلای بودند [۲۳].

۳-۵- ارزیابی استافیلوکوکوس اورئوس

نتایج ارزیابی میزان استافیلوکوکوس اورئوس نمونه‌های گز ۱۸ و ۲۸ درصد پسته نشان داد نمونه‌ها فاقد این باکتری بوده و همچنین گذشت زمان تاثیری بر تعداد این باکتری نداشته است. مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۶۸۰۶ حضور استافیلوکوکوس اورئوس در هر گرم محصول باید منفی باشد. خسروی فرد در سال ۱۴۰۱ به بررسی میزان استافیلوکوکوس اورئوس در نمونه‌های گز ۱۸ و ۲۸ درصد پسته پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد در بررسی ۱۸ نمونه گز ۱۸ درصد پسته تمام نمونه‌ها بدون استافیلوکوکوس اورئوس بوده و در بررسی ۱۱ نمونه ۲۸ درصد پسته ۱۰ مورد از آن بدون استافیلوکوکوس اورئوس بودند [۲۳].

۳-۶- ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی شامل مزه، بو، رنگ، بافت و کلی نمونه‌های گز پسته ای ۱۸ و ۲۸ درصد در شکل ۲ نشان داده شده است. بررسی نتایج طعم و مزه نشان داد نمونه‌های A، D، SH، B1 و N از طعم خوبی برخوردار بوده و مشتری پسندی بیشتری داشتند. بررسی نتایج بو نشان داد نمونه‌های D، F و R از بوی خوبی برخوردار بوده و مشتری پسندی بیشتری داشتند. بررسی نتایج رنگ نشان داد نمونه‌های S، A، ME، D، SH، M، R و N از رنگ خوبی برخوردار بوده و مشتری پسندی بیشتری داشتند. بررسی نتایج بافت نشان داد نمونه‌های S، A، F، ME، SH و N از بافت خوبی برخوردار بوده و مشتری پسندی بیشتری داشتند. بررسی نتایج پذیرش کلی نشان داد نمونه‌های A، F و SH از پذیرش کلی خوبی برخوردار بوده و مشتری پسندی بیشتری داشتند.



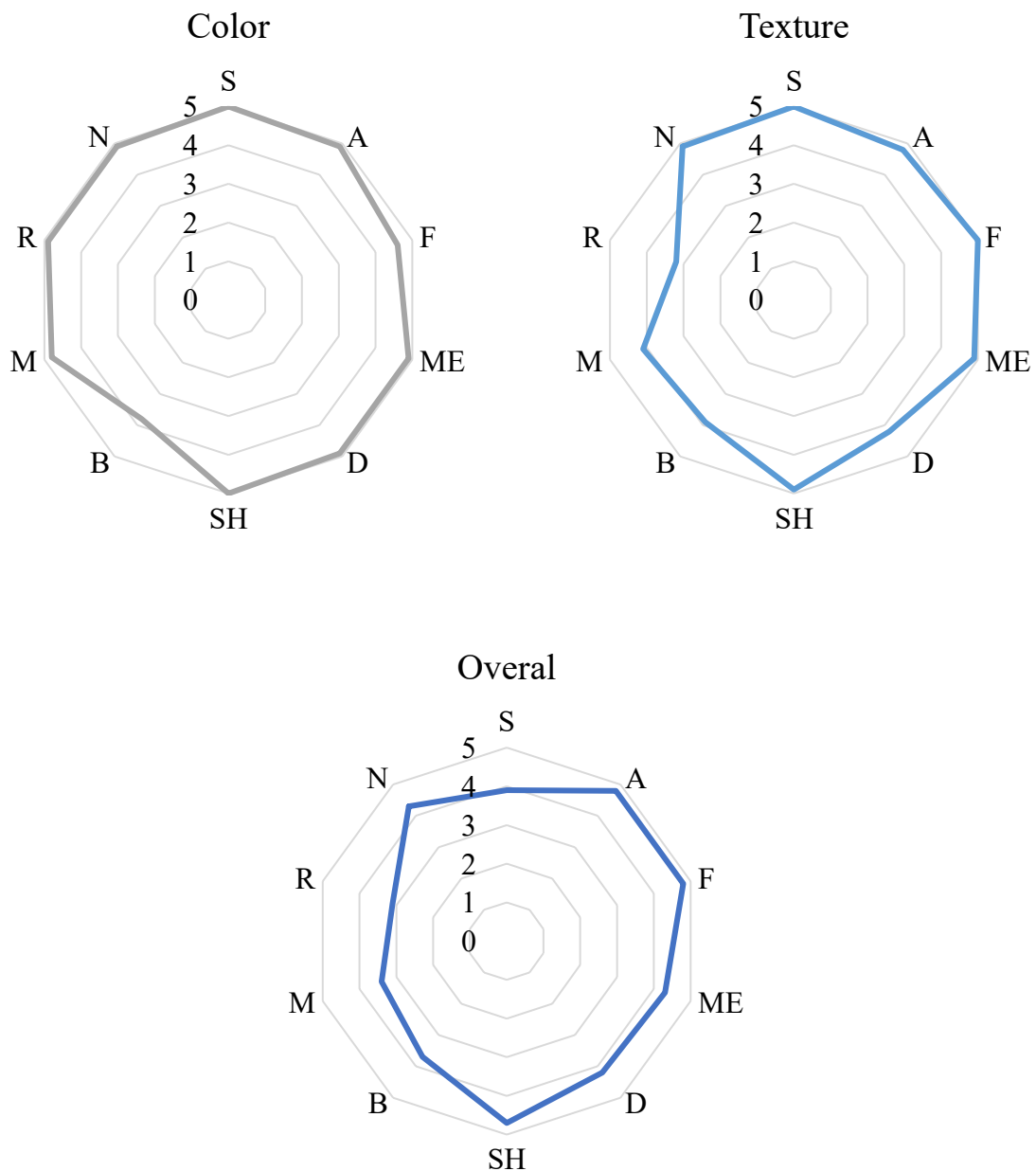


Fig. 2. Sensorial properties of the Gaz samples in Chaharmahal and Bakhtiari province

Saadat (S), Asli (A), Ferdovs (F) Misagh (ME), Dariush (D), Shahkar (SH), Beshtar (B), Melat (M), Radfar (R), Nazari (N)

B1، سرب، کادمیوم، اشیریشیا کلای و استافیلوکوکوس اورئوس مورد بررسی قرار گرفت و طبق نتایج بدست آمده میزان اشیریشیا کلای و استافیلوکوکوس اورئوس مطابق با استاندارد ملی ایران بود. نتایج نشان داد میزان آفلاتوکسین B1، سرب و کادمیوم در گز ۱۸ درصد به ترتیب ۳ تا ۵ ppb، ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۱۰ و ۰/۰۱۲ تا ۰/۰۲۹ ppm بود.

۴- نتیجه گیری کلی

گزی یکی از محصولات پرمصرف ایرانی مخصوصاً در استان-های اصفهان، چهارمحال و بختیاری و کرمان می باشد که تاکنون تحقیق جامعی بر میزان ترکیبات آلوده کننده آن گزارش نشده است. این تحقیق با هدف بررسی نوع کارگاه تولیدی، میزان پسته و گذشت زمان بر میزان آفلاتوکسین

نویسنده اعلام می کند که هیچ بودجه ای دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام فعالیت ها توسط نویسنده انجام شده است.

منافع رقابتی

نویسنده تأیید می کند که هیچ گونه تضاد منافع مالی یا منافع رقابتی در این مطالعه ندارد.

۵- منابع

- [1] Emam-Djomeh, Z., Ghaheri, R., & Asadi, G. (2010). Investigating the Effect of Two Types of Dietary Sweeteners on the Textural Properties of Gazz. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 6(2), 130-135.
- [2] Rafiei Alavi., 1976, chemical investigation of non-sugar organic substances in the grass, Ph.D. thesis, pp. 10-93.
- [3] Iran Standard and Industrial Research Institute. (1997), features and method of Gazangbin test. National Standard of Iran, No. 3619, first edition.
- [4] Hashemiyeh Anarki, A., 1976, chemical investigation of organic materials of Khansar gas. Ph.D. Thesis in Pharmacy.
- [5] Khavas, Z., Mohammadi, A., Hosseini, S. M., & Fakhari, J. (2019). Evaluation of Microbial Contamination of Sohan Produced in Qom, Iran, with Reference to National Standards. *Archives of Hygiene Sciences*, 8(3), 172-177.
- [6] Akbarian, M., Heydari, F., and Morshidi, A. (2018). Gas production technology, Ph.D. student of food industry, Ferdowsi University of Mashhad.
- [7] Dehghani, S., Sami, M., & Mirlohi, M. (2016). The Contamination of "Gaz" to Aflatoxin Residue in Isfahan City, Iran. *Journal of Isfahan Medical School*, 33(363), 2167-2171.
- [8] Saffari, E., Madani, M., Karbasizade, V., & Shakib, P. (2021). Detection of fungal and bacterial contamination of hazelnut and determination of aflatoxin B by HPLC method in Isfahan, Iran. *Current Medical Mycology*, 7(4), 1.
- [9] WHO. (2008). Foodborne disease outbreaks: Guidelines for investigation and control.
- [10] Haghparast, H., Rezaei, R., Sadeghi, M., Ghasemian-Safaei, H., & Mirlohi, M. (2016). Assessment of Food Spoilage Bacteria and Food Borne Pathogens in Different Sweets Types Marketed in Isfahan, Iran. *Journal of Isfahan Medical School*, 34(378), 367-380.
- [11] Shah Mohammadi, S., and Yazdani, A. (2013). Examining the microbial characteristics of sweeter,

همچنین باکتری های اشیریشیا کلای و استافیلوکوکوس اورئوس در آنها مشاهده نشد. بررسی ارزیابی حسی نمونه ها نشان داد که نمونه های گز مورد ارزیابی از وضعیت مناسبی برخوردار بوده و نمونه های A، F و SH از پذیرش کلی و مشتری پسندی بیشتری برخوردار بودند. به طور کلی می توان نتیجه گرفت محصول گز به عنوان یکی از محصولات شیرین و سستی پرطرفدار جامعه از نظر ویژگی های کیفی استاندارد ایران از وضعیت مناسبی برخوردار است.

تامین مالی

- dry, semi-dry samples sent to the food and cosmetic control laboratory of North Khorasan province. The third national conference of food science and industry, Qochoan
- [12] Iran Standard and Industrial Research Institute. (2010), National Standard of Iran, first edition.
- [13] Bašić, M., Beganović, L., Huremović, J., & ŽERO, S. (2020). Assessment of metals and their estimated daily intakes in various nuts. *Agriculture & Forestry/Poljoprivreda i Sumarstvo*, 66(3).
- [14] Alkheraz, A. M., Sebsi, M. M., Sassi, M., & Elsherif, K. M. (2021). A comparative study of some nuts and seeds constituents available in local market at misurata city-libya. *Biquarterly Iranian Journal of Analytical Chemistry*, 8(1), 1-9.
- [15] Iran Institute of Standards and Industrial Research. National Standard of Iran, No. 2946, first edition.
- [16] Iran Institute of Standards and Industrial Research. National Standard of Iran, No. 6806, first edition.
- [17] Bayod E, Willers EP, Tornberg E. Rheological and structural characterization of tomato paste and its influence on the quality of ketchup. *LWT-Food Sci Technol* 2008; 41(7): 1289-300.
- [18] Rezaei Mohammad, Karimi Fereshteh, Parviz Mahdi, Behzadi Ali Asghar, Javadzadeh Morteza, Mohammadpourfard Issa, Ali Fallahzadeh Reza, Mohammadi Aghamirlou Hasan, Malekirad Ali Akbar. 2014, An Empirical study on Aflatoxin occurrence in nuts consumed in Tehran, Iran 2013. *Health*, 6, 649-653.
- [19] Lien keng-wen, Wang xin, pan Min-Hsiungpan and Ling Minpei, 2019, Assessing Aflatoxin Exposure Risk from Peanuts and Peanut Products Imported to Taiwan, *ToXins*, 11, 80: 1-9.
- [20] Shakeri, Z., Rahimi, E., & Shakerian, A. (2019). Evaluation of aflatoxin content in pistachio, almond, hazelnut and walnut in Isfahan. *Food Hygiene*, 9(2 (34)), 61-69.

- [21] Kalogiouri, N. P., Manousi, N., & Zachariadis, G. A. (2021). Determination of the toxic and nutrient element content of almonds, walnuts, hazelnuts and pistachios by ICP-AES. *Separations*, 8(3), 28.
- [22] Bielecka, J., Puścion-Jakubik, A., Markiewicz-Żukowska, R., Soroczyńska, J., Nowakowski, P., Grabia, M., Mielcarek, K., Przebierowska, K., Kotowska, K., & Socha, K. (2021). Assessment of the Safe Consumption of Nuts in Terms of the Content of Toxic Elements with Chemometric Analysis. *Nutrients*, 13(10), 3606.
- [23] Khosravi Fard, S., (2022), investigation of types of chemical and microbial pollution on Gaz in Isfahan. Master's thesis. Islamic Azad University, Shahrekord branch



Scientific Research

Investigating the amount of aflatoxin B1, lead, cadmium, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* in 18 and 28% Gaz pistachio nuts of Chaharmahal and Bakhtiari province

Ebrahim Davoodi Farsani ¹, Amir Shakerian ^{1,*}, Ebrahim Rahimi ¹, Reza Sharafati Chalesstori ^{1,2}

1-Research Center of Nutrition and Organic Products (R.C.N.O.P), Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.

2-Research Center for Biochemistry and Nutrition in Metabolic Disease, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article History:</p> <p>Received: 2023/02/26</p> <p>Review: 2023/03/28</p> <p>Accepted: 2023/04/18</p> <hr/> <p>Keywords:</p> <p>Gaz,</p> <p>Aflatoxin B1,</p> <p>Lead,</p> <p>Cadmium,</p> <p><i>Escherichia coli</i>,</p> <p><i>Staphylococcus aureus</i></p> <hr/> <p>DOI: 10.48311/fsct.2026.83420.0</p> <hr/> <p>*Corresponding Author E- amshakerian@yahoo.com</p>	<p>Gaz is one of the widely consumed food products with a long shelf life, which is always discussed by food industry experts because of the quality of pistachio nuts. The purpose of this research was to investigate the number of harmful compounds important to health according to the national standard of Iran, including aflatoxin B1, lead, cadmium, <i>Escherichia coli</i> and <i>Staphylococcus aureus</i> in 10 best-selling brands of Gaz, as well as to investigate the effects of shelf life and pistachio percentage in these products on the harmful compounds. The results showed that the concentration of aflatoxin B1, lead and cadmium in 18% Gaz was 3 to 5 ppb, 0.005 to 0.010 ppm and 0.012 to 0.029 ppm, respectively. Also, <i>Escherichia coli</i> and <i>Staphylococcus aureus</i> were not observed. The sensory evaluation of the samples showed that the evaluated Gaz samples were in good condition and Asli (A), Ferdovs (F) and Shahkar (SH) samples had more general acceptance and customer satisfaction. In general, it can be concluded that the product of Gaz with pistachio nuts, as one of the popular sweet and traditional products of the society, has a good status in terms of the quality characteristics of Iran's standard.</p>