

مقدار مایکوتوکسین پاتولین در آبمیوه‌های تولیدی چند کارخانه آبمیوه‌سازی شمال غرب کشور

بهرام فتحی آچالوئی^{۱*}، صدیف آزادمرد دمیرچی^۲، جواد حساری^۳ و محبوب نعمتی^۳

تاریخ پذیرش: 88/2/13

1- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

2- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

3- دانشکده داروسازی و مرکز تحقیقات کاربردی دارویی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

* مسئول مکاتبه E- [mail:bahram1356@yahoo.com](mailto:bahram1356@yahoo.com)

چکیده

پاتولین مایکوتوکسینی است که بوسیله گونه‌های مختلف از کپک‌ها تولید می‌شود. اکثر این قارچ‌ها روی میوه‌های فاسد شده به ویژه سیب، گلابی، انگور و هلو رشد می‌کنند. استاندارد جهانی حضور این ماده در آب سیب و سایر آب-میوه‌ها در حدود 50 ppb می‌باشد. اندازه‌گیری مقدار این مایکوتوکسین از این لحاظ مهم است که می‌تواند اثر سوئی بر سلامتی داشته باشد. در این تحقیق حدود 144 نمونه آبمیوه که مربوط به چهار نوع آبمیوه (آب سیب، انگور، هلو و کنسانتره آب سیب) در دو تاریخ متفاوت از 6 کارخانه مختلف تولید کننده آبمیوه بطور تصادفی از سوپر مارکت‌ها و از چند کارخانه مختلف تولیدی در شمال غرب کشور تهیه گردید. میزان پاتولین آنها با استفاده از روش HPLC تعیین گردید. نتایج نشان دادند که مقدار پاتولین در آب انگور، هلو و سیب تولیدی در این کارخانه‌ها از مقدار مجاز آن پایین و حتی در برخی موارد خیلی ناچیز بود. فقط در یک مورد مقدار پاتولین در آب انگور یکی از کارخانه‌ها حدود 450/3 میکروگرم در لیتر اندازه‌گیری شد که در بین تمام نمونه‌ها دارای بیشترین مقدار پاتولین بود. اگرچه، در برخی از کنسانتره‌های آب سیب مربوط به چند کارخانه آبمیوه‌سازی شمال غرب کشور مقدار پاتولین بیش از حد مجاز آن یعنی 89/45، 95/36 و 110/25 میکروگرم در لیتر تعیین شد. طبق نتایج این پژوهش، کنسانتره‌های طبیعی تولید شده، بویژه کنسانتره آب سیب تولیدی در کارخانه‌های آبمیوه‌سازی شمال غرب کشور، دارای میزان آلودگی بالای پاتولین (حتی بیش از دو برابر حد مجاز) بودند. همچنین در بین مقدار پاتولین آبمیوه‌های تولیدی کارخانه‌های مختلف آبمیوه‌سازی شمال غرب کشور، در دو ماه متوالی آبان ماه و دی ماه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد وجود داشت.

واژه‌های کلیدی: آبمیوه، پاتولین، کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC)، مایکوتوکسین

Patulin Content in Fruit Juices Produced by Several Factories in Iran

B Fathi Achachlouei^{1*}, S Azadmard-Damirchi², J Hesari³ and M Nemati³

¹Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

²Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

³Faculty of Pharmacy and Drug Applied Research Center, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

*Corresponding author: E- mail: bahram1356@yahoo.com

Abstract

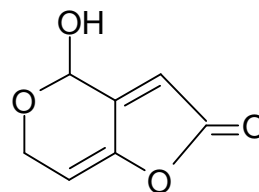
Patulin, a mycotoxin produced by various species of fungi, is often detected in damaged fruits especially apple, pear, peach and grape. The regulatory for fruit juice in several European countries recommend a maximum permitted level of 50 µg/l, as suggested by WHO. Determination of mycotoxin content is important because it can have negative effects on health. In this study, approximately 144 juices from four different fruits (apple, peach, grape and apple juice concentrate) in two different date from six factories in Iran were determined by HPLC. The results showed that patulin content in fruit juices (apple, peach and grape) was lower than permitted maximum level of 50 µg/l. In addition, it was negligible in some samples, except in one sample of grape juice, belonging to one of the factories, was 450.3µg/l which was the highest patulin content determined among all of the analyzed samples. However, in several apple juice concentrates, patulin content was higher than the maximum permitted level i.e. 89.45, 95.36 and 110.25µg/l. It can be concluded that patulin contamination in natural fruit juice concentrates, especially apple juice concentrate, is about two times more than permitted level.

Key words: Fruit juice, High performance liquid chromatography, Patulin, Mycotoxin

پاتولین بوسیله 60 گونه مختلف از کپک‌های متعلق به بیش از 30 جنس تولید می‌شود. اکثر این قارچها از جنس آسپرژیلوس مانند آسپرژیلوس کلواتوس¹، آسپرژیلوس ژیگانتئوس² و آسپرژیلوس ترئوس³، جنس پنی‌سیلیوم مانند پنی‌سیلیوم اورتیکا⁴ و پنی‌سیلیوم اکسپانسونوم⁵ و جنس بایسوکلامیس مثل بایسوکلامیس نیوا⁶ می‌باشند که بر روی میوه‌های فاسد به ویژه سیب، گلابی و هلو رشد می‌کنند (لینگلای و همکاران 2000، اوق و همکاران 1980، پریتا و همکاران

مقدمه

پاتولین در حالت خالص یک ماده کریستالی سفید با نقطه ذوب 110-111 Co و وزن مولکولی 154 دالتون می‌باشد (شکل 1) (علامه و رزاقی 1380 و مرتضوی و طباطبایی 1376). این سم قارچی، مقاوم به حرارت می‌باشد که در محیط اسیدی پایدار ولی در محیط قلیایی ناپایدار است.



شکل 1- ساختمان شیمیایی پاتولین (علامه و رزاقی 1380 و لینگلای و همکاران 2000)

¹A. clavatus
²A. giganteus
³A. terreus
⁴P. urticae
⁵P. expansum
⁶By. nivea

مقاوم بوده و در حرارت پاستوریزاسیون از بین نمی رود (فتحی آچاچلویی و همکاران 1384، فتحی آچاچلویی و همکاران 2007، هاریسون 1989، لینگلای و همکاران 2000 و مولر و همکاران 1980). حذف بخش‌های کپک زده میوه قبل از فرآوری آن باعث کاهش قابل ملاحظه مقدار پاتولین در آب میوه تولیدی می شود (آرتیک و همکاران 1995، وارنام و همکاران 1994 و زگوتا و همکاران 1988). همچنین نشان داده شده است که مقدار پاتولین را در آب سیب و سایر فراورده‌های آن می توان از طریق تخمیر الکلی (لینگلای و همکاران 2000، استینسون و همکاران 1979 و وارنام و همکاران 1994)، افزودن اسیداسکوربیک (گوکمن و آکار 1996)، پرتودهی (زگوتا و همکاران 1988 الف و زگوتا و همکاران 1988 ب) و استفاده از کربن فعال (فتحی آچاچلویی و همکاران 1384، فتحی آچاچلویی و همکاران 2007 و آرتیک و همکاران 1995) کاهش داد. هدف از این پژوهش، بررسی میزان پاتولین در آبمیوه های تولیدی در کارخانجات شمال غرب کشور بود. در این تحقیق حدود 144 نمونه آب میوه که مربوط به چهار نوع آبمیوه (آب سیب، انگور، هلو و کنسانتره آب سیب) در دو تاریخ متفاوت از 6 کارخانه مختلف تولید کننده آبمیوه در کارخانجات شمال غرب کشور، بطور تصادفی از سوپر مارکت ها و از چند کارخانه مختلف تولیدی در شمال غرب کشور نمونه برداری و برای آنالیز پاتولین آنها مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه گیری پاتولین از کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC)¹ استفاده شد.

مواد و روش ها

در اجرای این پژوهش، 144 نمونه آب میوه از محصول سال 1386 که مربوط به چهار نوع آبمیوه (آب سیب، انگور، هلو و کنسانتره آب سیب) در دو تاریخ متفاوت از 6 کارخانه مختلف تولید کننده آبمیوه در

1992 و روویرا و همکاران 1993). پاتولین فقط در محل آسیب دیده میوه کپک زده تولید می شود (آرتیک و همکاران 1995).

پاتولین دارای خاصیت ایجاد ناهنجاری در جنین، ایجاد جهش و سرطان زایی می باشد (لینگلای و همکاران 2000 و مایر و همکاران 1980). همچنین خاصیت سمی پاتولین در موشها و حیوانات دیگر مورد مطالعه قرار گرفته است که تغییرات پاتولوژیکی آن شامل ادم مغز، خونریزی شش‌ها، ضایعات مویرگی در کبد، طحال و کلیه می باشد (قاسمیان صفایی 1378).

در صنعت تولید آب میوه به منظور کاهش حجم و نیز کاهش احتمال فساد میکروبی، آب میوه را تغلیظ می کنند. عوامل مختلفی مانند قیمت، کیفیت محصول و غیره تجارت آب میوه را در دنیا تحت تأثیر قرار می دهند. بنابراین، با توجه به وضعیت کنونی آب میوه تغلیظ شده در جهان، لازم است برای رقابت با سایر تولیدکنندگان به کیفیت اهمیت بیشتری داده شود چرا که در بازارهای بین المللی، محصولی شانس رقابت بالایی دارد که در ابعاد مختلف دارای کیفیت منطبق با استانداردهای جهانی باشد. یکی از مشکلات موجود بر سر راه صادرات آب میوه، بویژه آب سیب، میزان پاتولین در آن می باشد. با توجه به اینکه این مایکوتوکسین دارای خاصیت جهش‌زایی و سرطانی‌زایی می باشد، لذا استاندارد جهانی حضور این ماده در کنسانتره‌ها را محدود کرده و در بسیاری از کشورها مقدار مجاز پاتولین در مواد غذایی در حدود $50 \mu\text{g/L}$ تعیین شده است و سازمان بهداشت جهانی هم همین مقدار را مجاز دانسته است (آرتیک و همکاران 1995 و لینگلای و همکاران 2000). تحقیقات انجام گرفته در 20 سال گذشته نشان داده که فرآورده های حاصل از سیب به ویژه آب سیب حاوی مقادیر بالایی از پاتولین هستند. از سوی دیگر، پایداری پاتولین به خاطر pH پائین و وجود مقادیر کم گروه های سولفیدریل در آب سیب بالا است و این ماده سمی در برابر دماهای بالا

¹High Performance Liquid Chromatography

پس از فاز آبی، فاز آلی (اتیل استات) در داخل ارلن 25 میلی‌لیتری تمیز و خشک ریخته شد. پس از افزودن دو قطره اسیداستیک گلاسیال به محلول، ارلن در حمام آب 40°C قرار داده شد و بوسیله جریان گاز نیتروژن، اتیل استات کاملاً تبخیر گردید. 1ml آب مقطر در داخل ارلن ریخته و خوب بهم زده شد تا پاتولین در آن حل گردد سپس نمونه به دستگاه HPLC تزریق و سطح پیک بدست آمده از کروماتوگرام یادداشت گردید (فتحی و همکاران 2007). همین آزمایش با 15، 20 و 25 میکرولیتر محلول استاندارد پاتولین (20 mg/l) تکرار گردیده و هر بار سطح زیر پیک حاصل از کروماتوگرام یادداشت شد. نتایج بدست آمده در جدول 1 خلاصه گردیده‌اند. برای اندازه‌گیری مقدار پاتولین در نمونه‌های آب میوه، روش ذکر شده تکرار و بجای آب مقطر از آب میوه (10 میلی‌لیتر با بریکس 12) استفاده گردید و مقدار پاتولین از روی منحنی کالیبراسیون محاسبه شد (شکل 1).

جدول 1- سطوح پیک پاتولین برای نمونه‌های استاندارد.

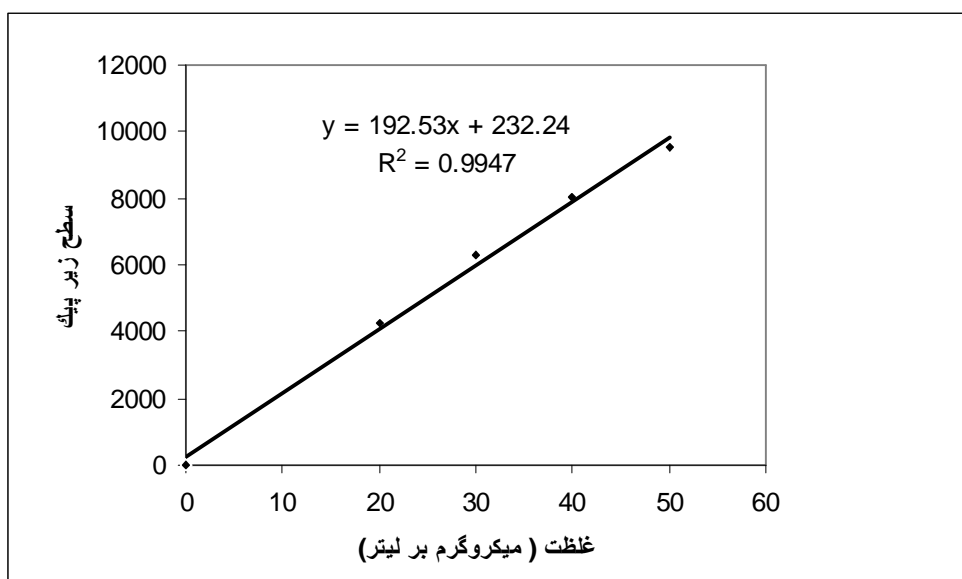
غلظت پاتولین برای نمونه‌های	سطح زیر پیک
استاندارد ($\mu\text{g/l}$)	
0	0
20	4234
30	6295
40	8067
50	9519

نتایج و بحث

عامل مولد پاتولین در آب میوه، گونه‌های مختلفی از جنس‌های قارچی آسپرژیلوس، پنی‌سیلیوم و بایسوکلامیس می‌باشد که این قارچها اغلب روی سیب، گلابی، انگور و هلو رشد می‌کنند (لینگلای و همکاران 2000). پاتولین که می‌تواند عمده‌تاً در شرایط

کارخانجات شمال غرب کشور می‌باشد، بطور تصادفی از سوپر مارکت‌ها و از چند کارخانه مختلف تولیدی در شمال غرب کشور نمونه برداری شده و برای آنالیز پاتولین آنها مورد استفاده قرار گرفتند. نمونه‌ها در طول مدت انجام طرح در دمای یخچال نگهداری گردید. مواد شیمیایی مورد استفاده در این طرح شامل اتیل استات، کربنات سدیم، اسید استیک گلاسیال، پاتولین استاندارد و استونیتریل (تولید شرکت مرک¹) دارای درجه آنالیتیک بودند. در مورد تجزیه‌های مربوط به دستگاه HPLC نیز از مواد شیمیایی با درجه خلوص بسیار بالا و مخصوص دستگاه HPLC استفاده گردید. در دستگاه HPLC (مدل CECIL، انگلستان) از ستون C18 (اندازه قطر ذرات فاز ثابت 5 μm) به طول 25 cm و قطر داخلی 4/6 mm و از محافظ ستون C18 به طول 1cm و قطر داخلی 4/6 mm استفاده شد. فاز متحرک استونیتریل - آب مقطر (V/V-95/5) و سرعت حرکت آن یک میلی‌لیتر در دقیقه بود. از آشکارساز UV در طول موج 276 nm استفاده شد. حساسیت دستگاه HPLC در 0/005 تنظیم گردید و حجم تزریق مورد استفاده نیز 20 μl بود. برای استخراج پاتولین و ترسیم منحنی کالیبراسیون آن ابتدا 10ml آب مقطر را در یک قیف دکانتور ریخته و سپس 10 μl از محلول استاندارد پاتولین (20mg/l) به آن اضافه گردید، بنابراین غلظت پاتولین در محلول حاصل 20 $\mu\text{g/l}$ شد. سپس 10ml اتیل استات خالص به قیف دکانتور اضافه و به مدت 2 دقیقه بهم زده شده و بعد دکانتور به حال خود رها شد تا فازها از هم به خوبی جدا گردند. پس از جدا شدن فازها، فاز پایین (فاز آبی) جدا و بر روی فاز بالایی (فاز اتیل استات)، 1 ml محلول کربنات سدیم 1/5% اضافه و دکانتور به مدت 15 ثانیه بخوبی بهم زده شد و مجدداً فاز تحتانی جدا گردید. حال 1 ml آب مقطر به دکانتور اضافه و مجدداً به مدت 15 ثانیه بهم زده شد و مخلوط به حال خود رها گردید تا فازها از همدیگر جدا شوند.

¹Merck



شکل 1- منحنی کالیبراسیون پاتولین با استفاده از محلولهای استاندارد

بایستی اشاره گردد که علی‌رغم بالا بودن مقدار پاتولین در آب سیب تولید شده در یکی از کارخانه‌ها (کارخانه شماره 6)² باز هم مقدار آن از میزان مجاز پاتولین در مواد غذایی (50 mg/l) کمتر است. علت این مسئله را می‌توان چنین توجیه کرد که در آب سیب‌های تولید شده در این کارخانه‌ها مقدار آبمیوه طبیعی استفاده شده کمتر می‌باشد و در برخی از آنها تنها حدود 20 درصد از آب سیب طبیعی استفاده می‌شود و این مسئله می‌تواند باعث رقیق شدن مقدار پاتولین در آبمیوه حاصله گردد. شکل 3 مقدار پاتولین اندازه‌گیری شده در دو ماه متوالی از کنسانتره آب سیب تولید شده در کارخانه‌های مختلف آبمیوه‌سازی شمال غرب کشور را نشان می‌دهد. همانطوری که شکل 3، نشان می‌دهد بیشترین مقدار پاتولین اندازه‌گیری شده مربوط به کنسانتره آب سیب حاصله از تاریخ دی ماه کارخانه آبمیوه‌سازی شماره 3 است که مقدار آن $110/25$ میکروگرم در لیتر می‌باشد. همچنین بایستی اشاره گردد که مقدار پاتولین در آب سیب تولید شده در کارخانه شماره 3

نامطلوب جمع‌آوری در باغات و یا در شرایط نامناسب انبارداری میوه‌ها قبل از فرآوری تولید شود، دارای خاصیت سرطانزایی و جهش‌زایی می‌باشد و بایستی مقدار آن در آب میوه‌ها زیر حد استاندارد جهانی یعنی 50 ppb باشد.

در این پژوهش از روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا استفاده شد که این روش نسبت به روشهای TLC¹ و GC² روش دقیق‌تری بوده و در چند سال اخیر از این روش برای اندازه‌گیری پاتولین استفاده می‌شود (گوکمن و آکار 1996، لینگلای و همکاران 2000، پریتا و همکاران 1993 و شفارد و لگوت 2000).

شکل 2 مقایسه میانگین مقدار پاتولین اندازه‌گیری شده از چهار نوع آبمیوه در دو تاریخ متفاوت و حاصله از 6 کارخانه مختلف آبمیوه‌سازی شمال غرب کشور را نشان می‌دهد. همانطوری که شکل نشان می‌دهد در بین میانگین مقدار پاتولین اندازه‌گیری شده در دو تاریخ متفاوت و حاصله از 6 کارخانه مختلف آبمیوه‌سازی شمال غرب کشور، کنسانتره آب سیب و آب انگور نسبت به دو آبمیوه دیگر دارای مقادیر بیشتری از پاتولین بودند. همچنین

3- از آوردن اسامی کارخانه‌های آبمیوه‌سازی خودداری می‌شود.

¹Thin Layer Chromatography

²Gas Chromatography

کارخانه‌ها داده شود.

همچنین بیشترین مقدار پاتولین اندازه‌گیری شده، مربوط به آب هلو حاصله از تاریخ دی ماه کارخانه آبمیوه سازی شماره ۶ است که مقدار آن ۶/۴۸ میکروگرم در لیتر می باشد. بایستی اشاره گردد که علی رغم بالا بودن مقدار پاتولین در آب هلو تولید شده در کارخانه شماره ۶ باز هم مقدار آن از میزان مجاز پاتولین در مواد غذایی (50 mg/l) خیلی کمتر است و در تمام نمونه های آب هلو جمع آوری شده از کارخانه های مختلف آبمیوه سازی میزان پاتولین خیلی کمتر از میزان مجاز آن می باشد. علت این مسئله را می توان چنین توجیه کرد که در آب هلو های تولید شده در این کارخانه ها مقدار آبمیوه طبیعی استفاده شده کمتر می باشد و در برخی از آنها تنها حدود ۲۰ درصد از آب هلو طبیعی استفاده می شود و این مسئله می تواند باعث رقیق شدن مقدار پاتولین در آبمیوه حاصله گردد و همچنین به خاطر آلودگی خیلی کم هلو های فرآوری شده در دو تاریخ فوق به کپک مولد پاتولین می توان اشاره کرد.

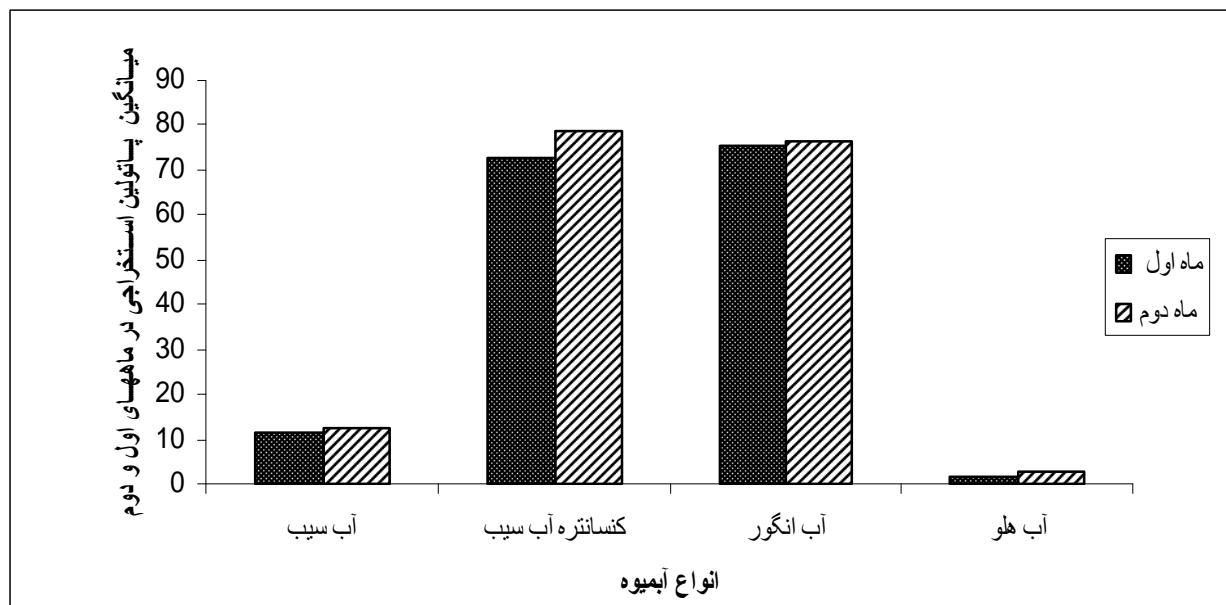
نتایج آنالیز نمونه ها نشان دادند که مقدار پاتولین در آبمیوه های انگور، هلو و آب سیب تولیدی در این کارخانجات از مقدار مجاز آن پایین بوده و مقدار آن در برخی موارد هم خیلی ناچیز می باشد که این نتیجه شاید به خاطر استفاده کمتر از آبمیوه طبیعی در این نوشیدنی ها باشد،

ولی در برخی از کنسانتره های آب سیب مربوط به چند کارخانه آبمیوه سازی شمال غرب کشور مقدار پاتولین بیش از حد مجاز آن یعنی $89/45$ ، $95/36$ و $110/25$ میکروگرم در لیتر مورد اندازه گیری قرار گرفت. طبق نتایج این پژوهش، کنسانتره های طبیعی تولید شده بویژه کنسانتره آب سیب تولیدی در کارخانجات آبمیوه سازی شمال غرب کشور دارای میزان آلودگی بالای پاتولین (حتی بیش از دو برابر حد مجاز) می باشند.

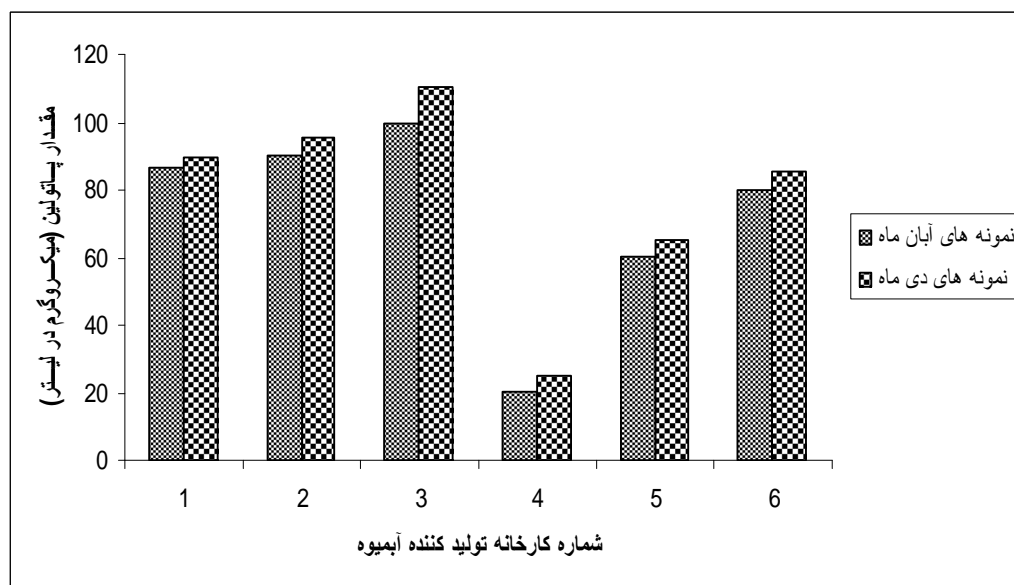
خیلی بیشتر از میزان مجاز پاتولین در مواد غذایی (50 mg/l) می باشد. علت این مسئله را می توان آلودگی بالای سیب های استفاده شده برای فرآوری در کارخانه های آبمیوه سازی، به کپک های مولد پاتولین توجیه کرد. چراغعلی و همکاران (۲۰۰۵) نیز در تحقیقات خود روی اندازه گیری مقدار پاتولین آب سیب و کنسانتره آن در ایران نتایج مشابهی بدست آورده اند، بطوری که آنها در مطالعات خود مقدار پاتولین ۴۲ نمونه آب سیب و ۲۳ نمونه کنسانتره آب سیب را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که ۶۹ درصد از آب سیب و ۷۸ درصد از کنسانتره آب سیب مقدار پاتولین بیشتر از 15 mg/l داشتند. بطور کلی ۳۳ درصد از نمونه های آب سیب مقدار پاتولین بیشتر از 50 mg/l داشتند که بیشترین مقدار پاتولین 285 mg/l گزارش گردید. همچنین ۵۶ درصد از نمونه های کنسانتره آب سیب مقدار پاتولین بیشتر از 50 mg/l داشتند که بیشترین مقدار پاتولین 148 mg/l گزارش گردید (چراغعلی و همکاران ۲۰۰۵).

شکل ۴ مقدار پاتولین اندازه گیری شده در دو ماه متوالی از آب انگور تولید شده در کارخانه های مختلف آبمیوه سازی شمال غرب کشور را نشان می دهد. همانطوری که شکل ۴، نشان می دهد بیشترین مقدار پاتولین اندازه گیری شده مربوط به آب انگور قرمز حاصله از تاریخ دی ماه کارخانه آبمیوه سازی شماره ۶ است که مقدار آن $450/3$ میکروگرم در لیتر می باشد. همچنین بایستی اشاره گردد که علی رغم بالا بودن مقدار پاتولین در آب انگور قرمز تولید شده در کارخانه شماره ۶ تنها در یک کارخانه در بین نمونه های آب انگور جمع آوری شده از کارخانه های مختلف دارای مقدار پاتولین خیلی بیشتری از میزان مجاز پاتولین در مواد غذایی (50 mg/l) بوده است و در بقیه کارخانه ها میزان پاتولین در آب انگور خیلی کمتر از میزان مجاز آن می باشد. علت این مسئله را می توان به خاطر آلودگی خیلی زیاد انگور های فرآوری شده در دو تاریخ فوق به کپک مولد پاتولین در کارخانه شماره ۶ دانست که بایستی اهمیت بیشتری به کنترل کیفی در این

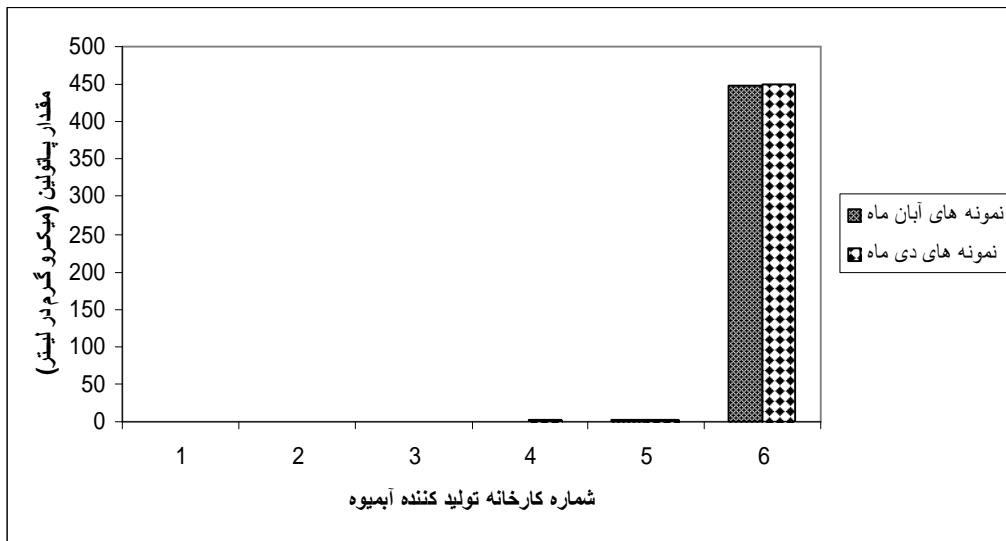
شکل های شماره 5 و 6 کروماتوگرام حاصل از اندازه‌گیری پاتولین توسط دستگاه HPLC در یک نمونه از کنسانتره آب سیب و نمونه آب هلو حاصله از کارخانه شماره 6 را به ترتیب نشان می دهند.



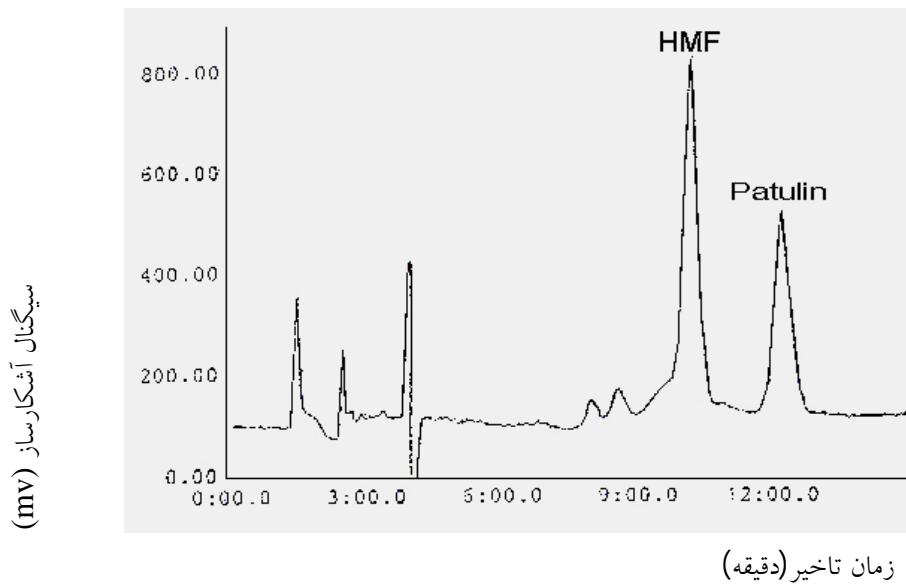
شکل 2- مقایسه میانگین مقدار پاتولین اندازه‌گیری شده از چهار نوع آبمیوه در دو تاریخ متفاوت و حاصله از 6 کارخانه مختلف آبمیوه-سازی شمال غرب کشور



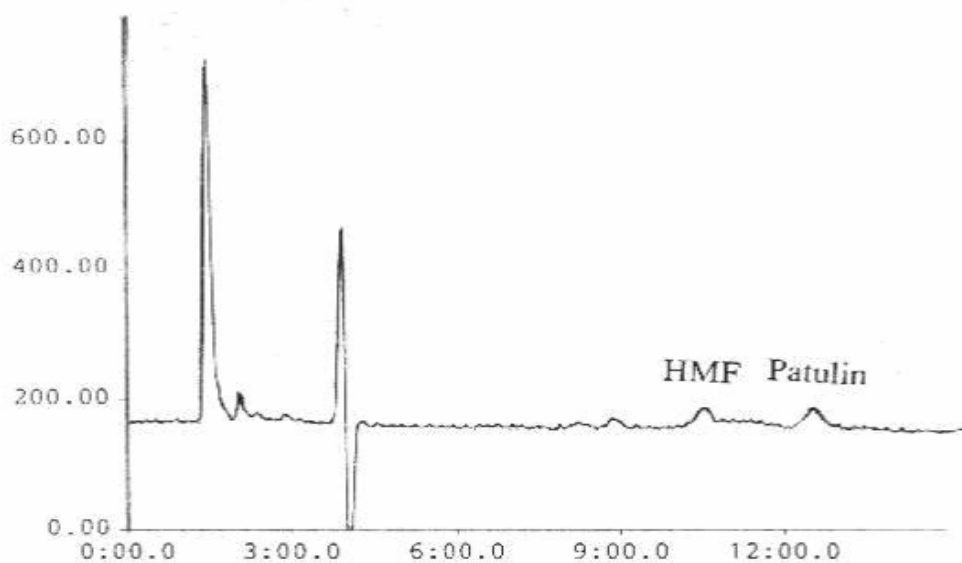
شکل 3- مقایسه مقدار پاتولین اندازه‌گیری شده از کنسانتره آب سیب در دو تاریخ مختلف و حاصله از 6 کارخانه مختلف آبمیوه‌سازی شمال غرب کشور



شکل 4- مقایسه مقدار پاتولین اندازه گیری شده از آب انگور در دو تاریخ مختلف و حاصله از 6 کارخانه مختلف آبمیوه سازی شمال غرب کشور



شکل 5- کروماتوگرام حاصل از اندازه گیری پاتولین بوسیله دستگاه HPLC در نمونه کنسانتره آب سیب. HMF: هیدروکسی متیل فورفورال



شکل 6- کروماتوگرام حاصل از اندازه‌گیری پاتولین بوسیله دستگاه HPLC در نمونه آب هلو حاصله از کارخانه شماره 6 HMF: هیدروکسی متیل فورفورال

نتیجه‌گیری

در بین آب‌میوه‌های موجود میانگین پاتولین اندازه‌گیری شده در کنسانتره آب سیب از همه نمونه‌ها بیشتر می‌باشد. بطوری که در برخی از کنسانتره‌های آب سیب مربوط به چند کارخانه آب‌میوه‌سازی شمال غرب کشور مقدار پاتولین بیش از حد مجاز آن یعنی 89/45، 95/36 و 110/25 میکروگرم در لیتر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. طبق نتایج این پژوهش، کنسانتره‌های طبیعی تولید شده بویژه کنسانتره آب سیب تولیدی در کارخانه‌های آب‌میوه‌سازی شمال غرب کشور دارای میزان آلودگی بالای پاتولین (حتی بیش از دو برابر حد مجاز آن) بودند. اندازه‌گیری و تعیین مقدار دقیق پاتولین و تلاش در جهت کاهش مقدار آن در آب‌میوه‌ها بویژه آب سیب و

کنسانتره آن در جهت تامین سلامت مصرف‌کننده و نیز بهبود وضعیت صادرات این محصول حائز اهمیت می‌باشد.

از اینرو، به طور ساده و دقیق می‌توان به کمک روش ذکر شده در این گزارش مقدار پاتولین را در آب‌میوه‌ها تعیین کرد. این روش در مراکز بهداشتی و نظارتی و همچنین کارخانجات تولیدکننده آب میوه برای نشان دادن کیفیت تجاری آب میوه از نظر مقدار پاتولین توصیه می‌شود. همچنین بایستی تدابیری را برای جلوگیری از تولید و ورود پاتولین در صنایع آب‌میوه‌سازی بویژه آب سیب اندیشید.

منابع مورد استفاده

- علامه، ع. ا. و رزاقی ابیانه، م. 1380. مایکوتوکسین‌ها، انتشارات دانشگاه امام حسین (ع).
- فتحی آچاپلوئی ب، احمدی زنونع، اسدی ی، حصار ی ج و اصغری زکریا ر، 1384. تاثیر کربن فعال بر کاهش مقدار پاتولین در آب سیب، مجله علوم و صنایع غذایی ایران. شماره 2 صفحه: 83-75

قاسمیان صفایی ح، 1378. میکروشناسی مواد غذایی (ترجمه). انتشارات دانشگاه علوم پزشکی اصفهان.
مرتضوی ع و طبا طبایی ف، 1376. توکسینهای قارچی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

Artik N, Cemeroglu B, Aydar G and Saglam N, 1995. Use of activated carbon for patulin control in apple juice concentrates. *Journal of Agriculture and Forestry*, 19 (4): 259-265.

Cheraghali AM, Mohammadi HR, Amirahmadi M, Yazdanpanah H, Abouhossain G, Zamanian F, Ghazi Khansari M and Afshar M, 2005. Incidence of Patulin contamination in apple juice produced in Iran. *Food Control*, 16: 165-167

Fathi-Achachlouei B, Ahmadi-Zenouz A, Assadi Y and Hesari J, 2007. Reduction of patulin content in apple juice concentrate using activated carbon and its effects on several chemical constituents. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol.5 (1):84-88 .

Gokmen V and Acar J, 1996. Rapid reversed-phase liquid chromatographic determination of patulin in apple juice. *Journal of Chromatography A*, 730: 53-58.

Harrison MA, 1989. Presence and stability of patulin in apple products. A Review. *Journal of Food Safety*, 9: 147-153.

Linglai C, You M and Yang CD, 2000. Detection of mycotoxin patulin in apple juice. *Journal of Food and Drug Analysis*, 8(2): 85-96.

Mayer VW and Legator MS, 1969. Production of Petite Mutants of *Saccharomyces cerevisiae* by patulin. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 17: 454-456.

Moller TE and Josefsson E, 1980. Rapid high-pressure liquid chromatography of patulin in apple juice. *Journal of Association of Analytical Chemistry*, 63:1055-1056.

Ough CS and Corison CA, 1980. Measurement of patulin in grapes and wines. *Journal of Food Science*, 45: 476-478.

Prieta J, Moreno MA, Blanco JL, Suarez G and Dominguez L, 1992. Determination of patulin by diphasic dialysis extraction and thin-layer chromatography. *Journal of Food Protection*, 55: 1001-1002.

Prieta J, Moreno MA, Bayo J, Diaz S, Suarez G and Dominguez L, 1993. Determination of patulin by reversed-phase high-performance liquid chromatography with extraction by diphasic dialysis. *Analyst*, 118:171-173.

Rovira R, Ribera F, Sanchis V and Canela R, 1993. Improvements in the quantification of patulin in apple juice by high performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 41: 214-216.

Shephard GS, Leggott N, 2000. Chromatographic determination of the mycotoxin patulin in fruit and fruit juices. *Journal of Chromatography A*, 882: 17-22.

Stinson EE, Osman SF and Bills DD, 1979. Water-Soluble products from patulin during alcoholic fermentation of apple juice. *Journal of Food Science*, 44: 788-789.

- Varnam AH and Sutherland JP, 1994. Beverages: Technology, Chemistry and Microbiology. Chapman and Hall. UK. pp: 26-72.
- Zegota H, Zegota A and Bachmann S, 1988. Effect of irradiation and storage on Patulin disappearance and some chemical constituents of apple juice concentrate. Zeitschrift- Fuer- Leben Smittel- Untersuchung- Und- Forschung, 187(4): 321-324.
- Zegota H, Zegota A and Bachmann S, 1988. Effect of irradiation on the Patulin content and chemical composition of apple juice concentrates. Zeitschrift- Fuer- Leben Smittel- Untersuchung- Und- Forschung, 187(4): 235-238.