

# تعیین میزان اکریل آمید در انواع چیپس های سیب زمینی تولیدی ایران با روش گاز کروماتوگرافی - طیف سنج جرمی

مجید جمشیدیان<sup>a\*</sup>، بهنوش ماهرانی<sup>a</sup>

<sup>a</sup> عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اردستان

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۱/۳۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۸/۲۵

۵

## چکیده

**مقدمه:** اکریل آمید یک ماده سرطان زای احتمالی است که در مواد غذایی غنی از کربوهیدرات در اثر فرآیندهای حرارتی با دمای بالا ایجاد شده و بنا به گزارش سازمان جهانی بهداشت، این ماده علت یک سوم از سرطان های مرتبط با تغذیه می باشد. هدف این تحقیق، تعیین و اعلام وضعیت ایمنی غذایی چیپس های سیب زمینی تولیدی در کشور از نظر میزان اکریل آمید در آنها می باشد.

**مواد و روش ها:** در این تحقیق از انواع چیپس های سیب زمینی موجود (از ۵ تولید کننده اصلی) در بازار داخلی کشور به صورت تصادفی در ماه های مختلف نمونه برداری شده و میزان اکریل آمید آنها به روش گاز کروماتوگرافی - طیف سنج جرمی اندازه گیری گردید.

**یافته ها:** نتایج نشان داد کمترین میزان اکریل آمید (۱۵۱۲ ppb) مربوط به نمونه چیپس نمکی شرکت ج و بیشترین میزان آن (۲۸۷۷ ppb) مربوط به نمونه چیپس گوجه ای شرکت ج بود. مقدار اکریل آمید یک بسته چیپس سیب زمینی ۶۵ گرمی در نمونه های آنالیز شده از ۹۸/۳ تا ۱۸۷ میکروگرم متغیر بود.

**نتیجه گیری:** مصرف یک بسته چیپس ۶۵ گرمی حاوی کمترین مقدار اکریل آمید، میزان ۹۸/۳ میکروگرم اکریل آمید وارد بدن فرد مصرف کننده می کند. این میزان به ترتیب ۲/۵ و ۱/۴ برابر بیشتر از میزان توصیه شده دریافت روزانه اکریل آمید برای افراد ۴۰ و ۷۰ کیلوگرمی می باشد. بنابراین نظارت و کنترل هر چه سریع تر بر بخش تولید فرآورده های سیب زمینی از این نظر بسیار ضروری و حیاتی به نظر می رسد.

**واژه های کلیدی:** اکریل آمید، اندازه گیری، چیپس سیب زمینی، گاز کروماتوگرافی - طیف سنج جرمی

## مقدمه

امروزه سرطان و مواد سرطان زا از مباحث پر هیاهو در مجامع علمی و عمومی بوده و هر روز تعدادی از مواد سرطان زا و یا جلوگیری کننده از سرطان کشف می شوند (Kris-Etherton *et al.*, 2002). با گسترش روز افزون مواد اولیه جدید و فرایندهای ناسالم، شناسایی و معرفی مواد سرطان زا و نحوه تشکیل آنها در مواد غذایی از اهمیت بسزایی برخوردار است. سازمان بین المللی تحقیقات سرطان در سال ۱۹۹۰ اکریل آمید را به عنوان یک ماده سرطان زای احتمالی برای انسان معرفی کرد. نکته قابل تأمل آن است که این ماده در صنایع شیمیایی، دخانیات، تصفیه آب و فاضلاب، آفت کش ها و پلاستیک ها کاربرد داشته و حداکثر میزان مجاز آن در آب ۰/۵ ppb تعیین گردیده است (Friedman, 2003).

این ترکیب به طور تصادفی در سال ۲۰۰۲ توسط دانشمندان سوئدی در چیپس سیب زمینی یافت شد و تحقیقات بسیاری را در جهت بررسی نحوه تشکیل و میزان آن در انواع مواد غذایی فرایند شده، در کشورهای پیشرفته به همراه داشت. سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد (Food and Agriculture Organization) و سازمان جهانی بهداشت (World Health Organization) متوسط میزان دریافت روزانه اکریل آمید در کشورهای پیشرفته را بین ۰/۳ تا ۰/۸ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن تخمین زده‌اند و این درحالی است که حداکثر میزان دریافت اکریل آمید، یک میکروگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز توصیه شده است (WHO, 2002).

سازمان جهانی بهداشت اعلام کرده است که یک سوم از سرطان های مرتبط با تغذیه، به دلیل وجود اکریل آمید در مواد غذایی می‌باشد. مطالعات و تحقیقات مختلف، تومورزایی این ماده در غده تیروئید (Chico Galdo, 2006)، پانکراس، کلیه، روده بزرگ، رحم و پستان (Rice, 2005)، را در موش و انسان تصدیق می نمایند. ایجاد اختلالات در سیستم عصبی توسط اکریل آمید نیز به اثبات رسیده است (Lopachin, 2004). محققان پس از بررسی‌های متعدد دریافتند که این ماده در مواد غذایی غنی از کربوهیدرات زمانی که تحت فرایند حرارتی با دمای بالا مانند سرخ کردن قرار می‌گیرند، تشکیل می‌شود

## تعیین میزان اکریل آمید در انواع چیپس های سیب زمینی تولیدی ایران

(Tareke *et al.*, 2002). اکریل آمید پس از جذب در بدن توسط سیتوکروم P450 2E1 اپوکسیده شده و تشکیل فرم نهایی و سرطان زای گلاسیسید آمید را می دهد (Lopachin, 2004).

مطالعات و بررسی های مختلف نشان داده است که مسیر اصلی تشکیل اکریل آمید در غذاهای حرارت دیده، واکنش میلارد بین گروه آمین آزاد اسید آمینه آسپاراژین (که در سیب زمینی و غلات به وفور یافت می شود) و عامل کربونیلی قندهای احیاء کننده مانند گلوکز و فروکتوز است. عوامل مهمی که در تشکیل اکریل آمید در چیپس سیب زمینی نقش ایفا می کنند عبارتند از شرایط نگهداری سیب زمینی قبل از فرایند، دما و مدت زمان فرایند سرخ کردن، pH، وجود مونوساکاریدهای احیاء کننده و اسیدهای آمینه.

تحقیقات نشان می دهند اگر سیب زمینی قبل از فرایند سرخ کردن در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  نگهداری شده باشد میزان اکریل آمید تولیدی در آن بیشتر از زمانی است که در دمای  $8^{\circ}\text{C}$  نگهداری شده باشد. دلیل این امر تشکیل گلوکز و فروکتوز در دمای پائین می باشد که پیش سازهای مناسبی برای تشکیل اکریل آمید می باشند. بنابراین باید از نگهداری سیب زمینی در انبارهای سرد با دمای پائین جلوگیری کرد؛ البته نگهداری سیب زمینی در دماهای بالاتر نیز مستلزم استفاده از مواد ضد جوانه زنی می باشد. با افزایش دما و زمان فرایند سرخ کردن میزان اکریل آمید به طور قابل توجهی افزایش می یابد که دلیل آن افزایش سرعت واکنش میلارد می باشد. بهینه pH برای تشکیل اکریل آمید حدود ۸ می باشد و در pH های بالاتر و بخصوص پائین تر میزان تشکیل و یا تجزیه اکریل آمید تسریع می گردد. میزان اکریل آمید با افزایش میزان مونوساکاریدهای احیاء کننده در ماده غذایی افزایش می یابد؛ بیشترین تاثیر مربوط به فروکتوز می باشد در حالی که گلوکز و گلوکز ۶-فسفات اثر کمتری دارند. اسید آمینه آسپاراژین بیشترین تاثیر را روی تشکیل اکریل آمید دارد و به عنوان یک پیش ساز عالی برای تشکیل اکریل آمید عمل می کند؛ نوع واریته، شرایط اقلیمی، نوع خاک و روش کود دهی می‌توانند بر میزان این اسید آمینه در سیب زمینی موثر باشند. سایر اسیدهای آمینه باعث کاهش تشکیل اکریل آمید می‌شوند که این اثر احتمالاً به دلیل واکنش این

کننده در طول زمان نگهداری می باشد که به آن اشاره شد؛ بنابراین اگر وارسته امید بخش نیز در شرایط مناسب نگهداری نشود می تواند اکریل آمید بالایی در چیپس سیب زمینی ایجاد نماید.

در بسیاری از کشورها پس از اعلام خطر در مورد اکریل آمید و مواد غذایی بالقوه حاوی آن، تحقیقات گسترده ای برای اندازه گیری این ماده در مواد غذایی مختلف انجام گرفت. نتایج این تحقیقات نشان داد که در همه کشورها انواع چیپس سیب زمینی حاوی بالاترین میزان اکریل آمید هستند (جدول ۱).

بنابراین آگاهی از میزان این ماده سرطان زا در مواد غذایی که احتمال وجود آن زیاد است (مانند چیپس سیب زمینی، محصولات سرخ شده، کیک و بیسکویت) امری ضروری و حیاتی برای مسئولین و کارشناسان ایمنی غذایی می باشد. از آنجا که در کلیه تحقیقات انجام شده در کشورهای مختلف بیشترین میزان اکریل آمید مربوط به چیپس سیب زمینی می باشد، لذا در این تحقیق سعی شد میزان اکریل آمید موجود در چیپس های سیب زمینی ۵ تولید کننده اصلی چیپس سیب زمینی در کشور ایران اندازه گیری شده و مقادیر آنها با میزان توصیه شده در مواد غذایی توسط سازمان جهانی بهداشت مقایسه گردد.

اسیدهای آمینه با قندهای احیاء کننده و رقابت با آسپاراژین می باشد. سایر عوامل چون نوع روغن سرخ کردنی، وجود ترکیبات پیوند شونده با آب، وجود آنتی اکسیدان در ماده غذایی، نوع آنتی اکسیدان مصرفی در روغن سرخ کردنی، وجود سایر پروتئین ها در ماده غذایی، فرایند آنزیم بری قبل از سرخ کردن، میزان رطوبت ماده غذایی قبل از سرخ کردن نیز در تشکیل اکریل آمید در فرایندهای حرارتی موثر می باشد (Matthaus *et al.*, 2004; Knustsen *et al.*, 2009).

شجاعی و همکاران اثر سه وارسته مختلف سیب زمینی شامل آگریا، سانته و امید بخش بر مقدار تشکیل اکریل آمید را بررسی کردند. آنها اثر میزان قندهای احیاء کننده (گلوکز و فروکتوز) و اسید آمینه آسپاراژین موجود در این سه وارسته را بر میزان اکریل آمید تشکیل شده در چیپس سیب زمینی (که در دمای  $180^{\circ}\text{C}$  به مدت ۴/۱۵ دقیقه تهیه گردید) بررسی کردند. با توجه به نتایج تحقیق، آنها اثر قندهای احیاء کننده را بیشتر از اسید آمینه آسپاراژین تشخیص داده و رقم امید بخش را برای تولید صنعتی چیپس سیب زمینی توصیه کردند (شجاعی و همکاران، ۱۳۸۷). این تحقیق تنها پژوهش منتشر شده در این راستا می باشد که می تواند گام مهمی برای انتخاب نوع وارسته سیب زمینی توسط تولید کنندگان چیپس سیب زمینی باشد. نکته قابل توجه در این راستا تغییر میزان قندهای احیاء

جدول ۱- میزان اکریل آمید چیپس سیب زمینی در کشورهای مختلف

نام کشور	میزان اکریل آمید بر حسب میکروگرم در کیلوگرم	منبع
آلمان	۱۸۸-۳۷۷۰	(Hilbig <i>et al.</i> , 2004)
اسپانیا	۸۱-۲۶۲۲	(Arribas-Lorenzo and Morales, 2009)
برزیل	۲۰-۲۵۲۸	(Arisseto <i>et al.</i> , 2007)
ترکیه	۶۲۰	(Olmez <i>et al.</i> , 2008)
چین	۱۴۶۷	(Chen <i>et al.</i> , 2008)
ژاپن	بیشتر از ۱۰۰۰	(Yoshida <i>et al.</i> , 2002)
عربستان سعودی	۵۹-۲۳۳۶	(Tawfik and El-Ziney., 2008)
کره جنوبی	۱۲-۳۲۴۱	(Koh, 2006)
لهستان	۳۵۲-۳۶۴۷	(Mojska <i>et al.</i> , 2007)
هلند	۱۲۴۹	(Konings <i>et al.</i> , 2003)
هنگ کنگ	۱۵۰۰-۱۷۰۰	(Leung <i>et al.</i> , 2003)

## مواد و روش ها

### مواد

۸۰ بسته چیپس سیب زمینی ۶۵ گرمی با طعم های مختلف از ۵ تولید کننده عمده چیپس سیب زمینی در کشور در طی ۲ ماه از فروشگاه های محلی شهر تهران به صورت تصادفی و با تاریخ های تولید متفاوت جمع آوری گردید. اکریل آمید و متاکریل آمید (با خلوص ۹۹/۸ درصد) از شرکت سیگما-آلدیج (مونینگ، آلمان) و سایر مواد از قبیل هگزان، استونیتریل، پتاسیم برماید، اسید هیدرو برومیک، تیوسولفات پتاسیم، سولفات سدیم و اتیل استات از شرکت مرک (دارمستات، آلمان) خریداری گردید.

### روش آماده سازی نمونه

میزان اکریل آمید براساس روش های (Tareke 2002) و (Lehotay and Mastovska 2006) مطابق با اصلاحات انجام شده توسط شجاعی و همکاران (۱۳۸۷) اندازه گیری شد. ابتدا ۵/۶ گرم نمونه مطابق روش Lehotay آماده سازی شد. به طور خلاصه، پس از افزودن ۵۰ ng/g متاکریل آمید به عنوان استاندارد داخلی، ۵ میلی لیتر هگزان و سپس به نسبت مساوی آب مقطر و استونیتریل به آن اضافه شد و کاملاً مخلوط شد. آنگاه ۵ گرم مخلوط سولفات سدیم بدون آب و کلرید سدیم به آن افزوده، پس از سانتریفوژ شدن به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۵۰۰ دور در دقیقه لایه استونیتریلی به طور کامل جداسازی شد. سپس لایه استونیتریلی جمع آوری شده، بر اساس روش Tareke برومید شد. برای این منظور از پتاسیم برماید، اسید هیدروبرومیک و آب برم اشباع استفاده شد. محلول حاصله به مدت یک شب در یخچال °C ۴ قرار گرفت. سپس برم اضافی با افزودن مقدار لازم تیوسولفات سدیم ۰/۷ مولار (چند قطره) بی رنگ شده و پس از افزودن سولفات سدیم محلول حاصله توسط ۶۵ میلی لیتر اتیل استات، طی دو مرحله استخراج شد. فاز آلی حاصله پس از آب گیری توسط مقدار کافی سولفات سدیم، ابتدا به وسیله دستگاه تبخیر کننده چرخشی تحت خلأ تبخیر شد، سپس تحت گاز ازت تا حجم ۲۵۰ میکرولیتر تغلیظ شد. نمونه آماده تزریق تا زمان آنالیز در فریزر نگهداری شد.

### شرایط اندازه گیری اکریل آمید با دستگاه گاز

#### کروماتوگراف مجهز به طیف سنج جرمی

دستگاه گاز کروماتوگراف Yongline مجهز به ستون موئین اینوواکس به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی متر با قطر ۰/۲۵ میکرومتر فیلم و دتکتور جرم سنج چهارگانه HP 5989A بود. دمای آون °C ۷۰ به مدت یک دقیقه، سپس با سرعت °C ۲۰ در دقیقه به دمای °C ۲۴۰ رسید و به مدت ده دقیقه و سی ثانیه در این دما نگه داشته شد. گاز حامل هلیوم و با دبی ثابت ۱ میلی لیتر بر دقیقه، روش تزریق به صورت pulsed splitless 1 (223 kPa) 4mlmin<sup>-1</sup>، دمای تزریق °C ۲۵۰ و حجم تزریق ۱ میکرولیتر بود. اکریل آمید با مونیتورینگ ثبت دامنه های m/z، ۷۲>۷۲، ۷۲>۵۵، و ۷۲>۴۴ و شناسایی گردید، این داده ها برای متاکریل آمید ۷۵>۷۵، ۷۵>۵۸ و ۷۵>۴۴ بود.

شرایط تزریق نمونه های استاندارد اکریل آمید برای رسم منحنی کالیبراسیون نیز همانند شرایط فوق بود. میزان درصد بازیابی های غلظت های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میکروگرم در لیتر به ترتیب ۹۳/۸، ۹۶/۶ و ۹۸/۸ درصد با انحراف معیار کمتر از ۶/۵ درصد بود. زمان بازداری (Retention time) اکریل آمید در ۰/۱۵ ± ۲/۹۵ دقیقه تعیین گردید. همه آنالیزها در دو تکرار انجام شد، حداقل میزان تشخیص اکریل آمید ۵ ppb و حداقل میزان اندازه گیری آن ۵۰ ppb بود.

### تجزیه و تحلیل آماری

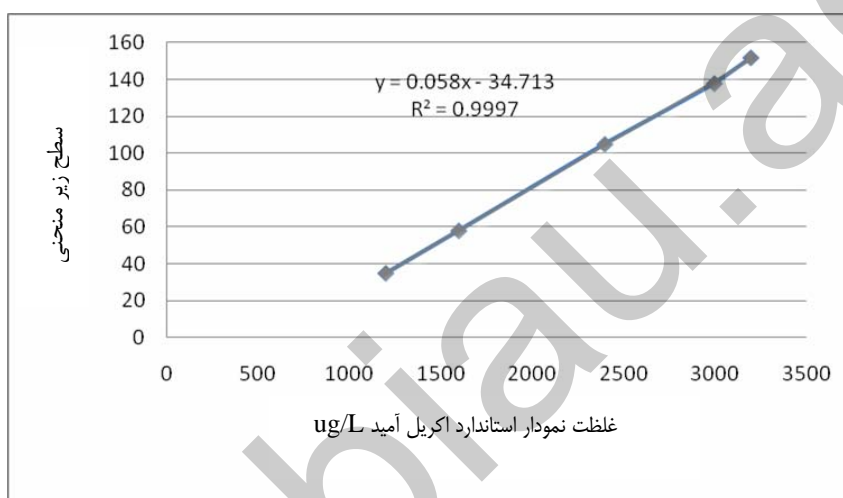
برای مقایسه میانگین نتایج نمونه ها از نرم افزار SPSS Statistics version 17 و از روش آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) با سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد.

### یافته ها

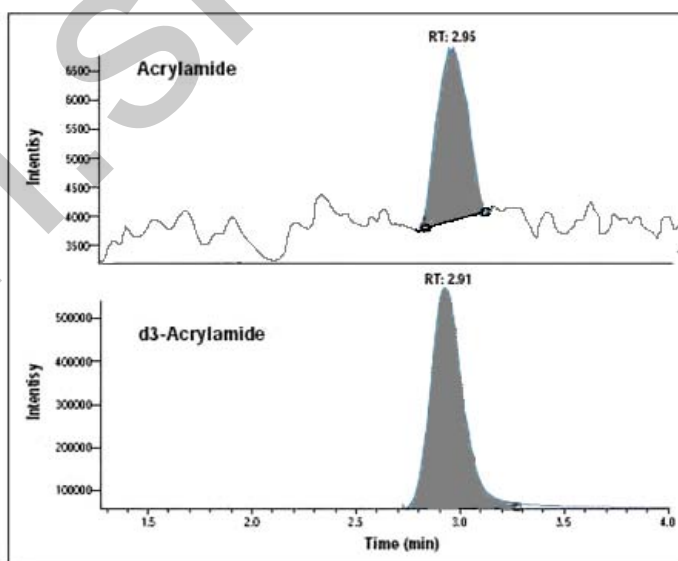
منحنی کالیبراسیون اکریل آمید و کروماتوگرام متاکریل آمید و اکریل آمید یکی از نمونه ها به ترتیب در نمودار ۱ و شکل ۱ نشان داده شده است. میزان اکریل آمید کلیه نمونه ها نیز بر حسب میکروگرم در کیلوگرم یا ppb در جدول ۲ نشان داده شده است.

وجود ندارد. برای مقایسه بهتر، نمونه‌های تولیدی با طعم‌های مختلف و در ماه‌های مختلف مورد آنالیز قرار گرفتند. نتایج آماری این مقایسه در نمودارهای ۲ و ۳ نشان داده شده است. بین نمونه‌های چیپس سیب زمینی با طعم‌های مختلف در هر شرکت در ماه‌های اول و دوم و همچنین بین نمونه‌های چیپس سیب زمینی شرکت‌های مختلف در ماه‌های اول و دوم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود دارد که این تفاوت با حروف لاتین مشخص گردیده است.

نتایج آماری نشان داد بیشترین مقدار اکریل آمید در بین نمونه‌ها مربوط به نمونه چیپس سیب زمینی شرکت ج با طعم گوجه‌ای و به میزان ۲۸۷۷ ppb و کمترین مقدار مربوط به چیپس شرکت ج با طعم ساده یا نمکی و به میزان ۱۵۱۲ ppb می‌باشد. کمترین میزان میانگین کل اکریل آمید مربوط به شرکت الف (۱۹۲۰ ppb) و بیشترین میزان مربوط به شرکت ج (۲۲۹۴ ppb) می‌باشد. مقدار میانگین کل اکریل آمید ۸۰ نمونه چیپس برابر با ۲۰۵۵ ppb است و نتایج آماری همچنین نشان داد که بین میانگین کل نمونه‌ها در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری



نمودار ۱- منحنی کالیبراسیون اکریل آمید به همراه معادله محاسبه اکریل آمید



شکل ۱- کروماتوگرام اکریل آمید یک نمونه چیپس سیب زمینی (در بالا) و متاکریل آمید به عنوان استاندارد داخلی (در پایین)

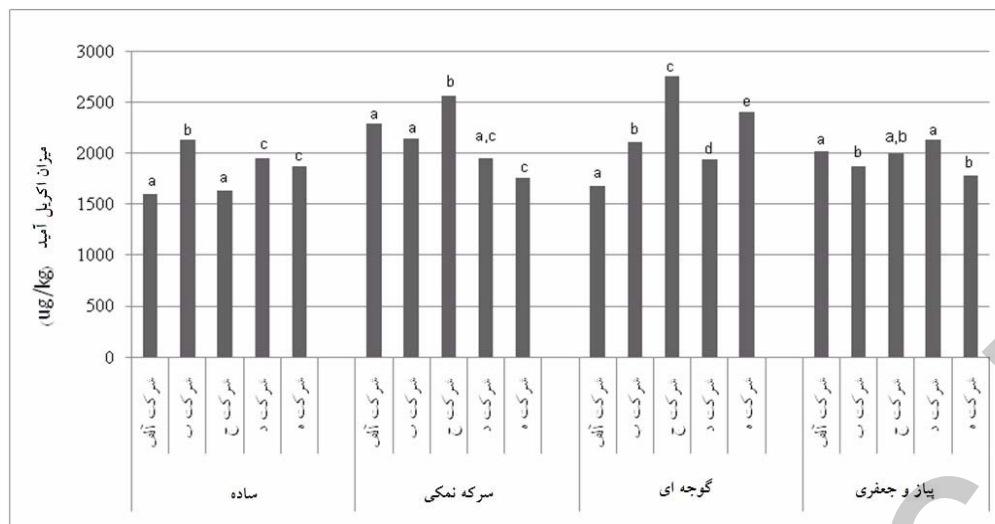
تعیین میزان اکریل آمید در انواع چیپس های سیب زمینی تولیدی ایران

جدول ۲- میزان اکریل آمید نمونه های چیپس سیب زمینی در دو ماه مختلف

نوع چیپس	میزان اکریل آمید (ppb)		میانگین کل
	میانگین ماه اول	میانگین ماه دوم	
شرکت الف	نمکی	۱۶۰۲	۱۷۱۷
	سرکه نمکی	۲۳۰۲	۲۲۸۴
	گوجه ای	۱۹۲۹	۱۶۷۵
	پیاز جعفری	۱۸۲۴	۲۰۲۳
	نمکی	۲۱۰۴	۲۱۲۸
شرکت ب	سرکه نمکی	۲۰۱۴	۲۱۴۷
	گوجه ای	۲۲۸۸	۲۱۱۰
	پیاز جعفری	۲۰۱۵	۱۸۷۱
	نمکی	۱۵۱۲	۱۶۳۵
شرکت ج	سرکه نمکی	۲۸۴۸	۲۵۶۶
	گوجه ای	۲۸۷۷	۲۷۵۱
	پیاز جعفری	۲۱۶۸	۱۹۹۹
	نمکی	۲۰۸۵	۱۹۵۲
شرکت د	سرکه نمکی	۱۸۴۶	۱۹۵۳
	گوجه ای	۱۵۲۵	۱۹۴۰
	پیاز جعفری	۲۱۸۵	۲۱۲۸
	نمکی	۲۰۶۶	۱۸۶۶
شرکت ه	سرکه نمکی	۱۶۷۹	۱۷۵۷
	گوجه ای	۲۶۳۰	۲۴۰۳
	پیاز جعفری	۲۰۰۶	۱۷۸۱
	نمکی	۲۰۶۶	۱۸۶۶



نمودار ۲- مقایسه میزان اکریل آمید نمونه های چیپس سیب زمینی شرکت های مختلف در ماه اول (حروف لاتین متفاوت روی ستون ها نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد)



نمودار ۳- مقایسه میزان اکریل آمید نمونه های چیپس سیب زمینی شرکت های مختلف در ماه دوم

## بحث

نتایج تحقیق نشان می دهد که میزان اکریل آمید در نمونه های چیپس سیب زمینی شرکت های مختلف با طعم های مختلف از نظم خاصی برخوردار نبوده و نوع طعم اثری بر میزان اکریل آمید چیپس سیب زمینی ندارد، علت امر این است که این مواد طعمی (نمک، فلفل، استات سدیم، پودر پیاز، جعفری، شکر، پودر گوجه و غیره)، معمولاً پس از فرایند سرخ کردن و در دماهای پائین تر از واکنش های قهوه ای شدن به چیپس سیب زمینی اضافه می گردند و طبیعتاً نیز حاوی اکریل آمید نمی باشند. پس دلیل اصلی تفاوت میزان اکریل آمید در نمونه های آزمایش شده مربوط به عوامل ذکر شده در تشکیل اکریل آمید می باشد، لذا این احتمال وجود دارد که رتبه بندی شرکت ها از لحاظ اکریل آمید در ماه های دیگر تغییر کند یا کاملاً بر عکس شود. بنابراین هر چه میزان عوامل موثر و بالاخص نوع وارپته سیب زمینی و شرایط فرایند، بیشتر کنترل گردند احتمال تشکیل اکریل آمید در فرآورده نهایی کمتر خواهد بود.

با توجه به نتایج جدول ۱ مقادیر میانگین اکریل آمید در چیپس های سیب زمینی تولیدی در کشور نسبت به بعضی کشورها از قبیل کره جنوبی و لهستان کمتر و نسبت به بعضی دیگر مانند ترکیه، چین و هلند بیشتر می باشد.

## نتیجه گیری

با مصرف یک بسته چیپس ۶۵ گرمی چه میزان اکریل آمید وارد بدن می شود؟ آیا این مقدار با حداکثر مقدار

دریافتی روزانه توصیه شده توسط سازمان جهانی بهداشت مطابقت دارد؟ مقادیر اکریل آمید وارد شده به بدن دو نوع مصرف کننده شامل یک نوجوان ۴۰ کیلوگرمی و یک فرد بالغ ۷۰ کیلوگرمی در جدول ۳ نشان داده شده است. این مقادیر با حداکثر دریافتی روزانه توصیه شده توسط سازمان جهانی بهداشت مقایسه گردیده است.

با توجه به جدول ۳ میزان اکریل آمید دریافتی با مصرف یک بسته چیپس سیب زمینی ۶۵ گرمی به طور میانگین به ترتیب ۳/۳ و ۱/۹ برابر حداکثر مجاز توصیه شده برای افراد ۴۰ و ۷۰ کیلوگرمی می باشد که این میزان فراتر از محدوده تعیین شده می باشد. متأسفانه چیپس سیب زمینی و فرآورده های سرخ شده به دلیل محبوبیت و خوشمزه بودن مصرف بالایی به خصوص در بین قشر نوجوان و جوان جامعه داشته و بالطبع این قشر در معرض آسیب بیشتری نیز به خاطر مصرف این گونه مواد می باشند. لازم به ذکر است که راه های کاهش اکریل آمید در فرآورده های مختلف شناسایی و هم اکنون در کشورهای مختلف در حال اجرا می باشد ( Taeymans *et al.*, 2004; Friedman and Carol, 2008; Ou *et al.*, 2008). این راه ها بسیار ساده بوده و هزینه زیادی به تولید کنندگان چیپس سیب زمینی تحمیل نمی کند، عواملی چون انتخاب وارپته مناسب سیب زمینی، کنترل شرایط نگهداری سیب زمینی، کنترل زمان و دمای فرایند سرخ کردن و استفاده از عوامل کمک فرایند مناسب می توانند نقش مهمی در کاهش میزان اکریل آمید در چیپس سیب زمینی داشته باشند. معرفی این راه کارها

تعیین میزان اکریل آمید در انواع چیپس های سیب زمینی تولیدی ایران

جدول ۳- اکریل آمید موجود در نمونه های چیپس سیب زمینی با کمترین، میانگین و بیشترین میزان و مقایسه آنها با حداکثر میزان توصیه شده توسط سازمان جهانی بهداشت

میزان اکریل آمید در یک چیپس ۶۵ گرمی بر حسب میکروگرم		نسبت دریافت روزانه اکریل آمید به حداکثر مقدار توصیه شده	
فرد ۴۰ کیلوگرمی	فرد ۷۰ کیلوگرمی	فرد ۴۰ کیلوگرمی	فرد ۷۰ کیلوگرمی
کمترین	۹۸/۲	۲/۵	۱/۴
میانگین	۱۳۳/۵	۳/۳	۱/۹
بیشترین	۱۸۷	۴/۷	۲/۷

این طرح ما را یاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می گردد.

### منابع

شجاعی علی آبادی، س.، نیکوپور، ه.، کبارفرد، ف. و پارساپور، م. (۱۳۸۷). تأثیر رقم (واریته) سیب زمینی بر مقدار تشکیل آکریلامید در چیپس سیب زمینی. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، شماره ۱، صفحات ۶۵-۷۲.

Arisseto, A. P., Toledo, M. C., Govaert, Y., Van Loco, J., Fraselle, S., Weverbergh, E. & Degroot, J. M. (2007). Determination of acrylamide levels in selected foods in Brazil. *Food Additives and Contaminants*, 24(3), 236-241.

Arribas-Lorenzo, G. & Morales, F. J. (2009). Dietary exposure to acrylamide from potato crisps to the Spanish population. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 26, 289-297.

Chen, F., Yuan, Y., Liu, J., Zhao, G. & Hu, X. (2008). Survey of acrylamide levels in chinese foods. *Food Additives and Contaminants: Part B Surveillance*, 1(2), 85-92.

Chico Galdo, C., Massart, L., Vanvooren, P., Caillet-Fauquet, G., Andry, P., Lothaire, D., Dequanter, M., Friedman, M. & Van Sande, J. (2006). Acrylamide, an *in vivo* thyroid carcinogenic agent, induces DNA damage in rat thyroid cell lines and primary cultures. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 257, 6-14.

Friedman, M. (2003). Chemistry, biochemistry, and safety of acrylamide; A

توسط وزارت بهداشت و درمان و اداره استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به تولید کنندگان و همچنین منظور نمودن حداکثر میزان اکریل آمید در استاندارد فرآورده های سیب زمینی (فرنچ فرایز، اسنک و چیپس سیب زمینی) به عنوان یک شاخص اجباری و پایش مداوم آن توسط تولید کنندگان و سازمان های ذی ربط می تواند گام بسیار بزرگ و مفیدی در راستای سلامت عمومی جامعه باشد. مطمئنا چیپس سیب زمینی تنها منبع اکریل آمید در مواد غذایی بوده و سایر مواد غذایی نیز احتمالا حاوی مقادیری اکریل آمید می باشند، لذا انجام تحقیقات جامع تر و گسترده تر در مورد کلیه فرآورده های غذایی مورد مصرف جامعه که در دماهای بالا فرایند می شوند مانند فرآورده های سیب زمینی، کیک، بیسکویت، قهوه، نان و غیره برای شناسایی میزان اکریل آمید و کاهش آن بسیار حیاتی و ضروری می باشد. بهر حال این تحقیق می تواند زنگ خطر و هشدار جدی برای همه، اعم از تولید کنندگان فرآورده های سیب زمینی، مصرف کنندگان و سازمان های مسئول مانند وزارت بهداشت و درمان، اداره استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، دفتر بهبود تغذیه و وزارت جهاد کشاورزی بوده و کلیه دست اندرکاران در امر تولید و نظارت بر مواد غذایی را بر آن دارد که هر چه سریع تر اقدامات لازم برای کاهش این ماده سرطان زا در کلیه فرآورده های غذایی که در دماهای بالا فرایند می شوند را انجام داده تا کشور بعد از چندین سال مصرف این فرآورده ها شاهد بروز بیماری ها و سرطان های مختلف و متحمل شدن هزینه های سنگین دارو و درمان نباشد.

### سپاسگزاری

از آقای مهندس رحیم تقی زاد مسئول آزمایشگاه آنالیز دستگاهی جهاد دانشگاهی تهران که در انجام آزمایش های



*Chemistry*, 51, 4504–4526.

Friedman, M. & Carol, E. (2008). Review of Methods for the Reduction of Dietary Content and Toxicity of Acrylamide. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (15), 6113-6140.

Hilbig, A., Freidank, N., Kersting, M., Wilhelm, M. & Wittsiepe, J. (2004). Estimation of the dietary intake of acrylamide by German infants, children and adolescents as calculated from dietary records and available data on acrylamide levels in food groups. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 207, 463-471.

Knutsen, S. H., Dimitrijevic, S., Molteberg, E. L., Segtnan, V. H., Kaabera, L. & Wicklund, T. (2009). The influence of variety, agronomical factors and storage on the potential for acrylamide formation in potatoes grown in Norway, *LWT - Food Science and Technology*, 42, 550–556.

Koh, B. K. (2006). Determination of acrylamide content of food products in Korea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(15), 2587-2591.

Konings, E. J. M., Baars, A. J., Van Klaveren, J. D., Spanjer, M. C., Rensen, P. M., Hiemstra, M., Van Kooij, J. A. & Peters, P. W. J. (2003). Acrylamide exposure from foods of the Dutch population and an assessment of the consequent risks. *Food and Chemical Toxicology*, 41(11), 1569-1579.

Kris-Etherton, P. M., Hecker, K. D., Bonanome, A., Coval, S. M., Binkoski, A., Hilpert, K. F., Griel, E. & Etherton, T. (2002). Bioactive compound in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *American Journal of Medicine*, 113, 71-88.

Lehotay, J. & Mastovska, K. (2006). Rapid sample preparation method for LC-MS/MS or GC-MS analysis of acrylamide in various food matrices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 7001-7008.

Leung, K. S., Lin, A., Tsang, C. K. & Yeung, S. T. K. (2003). Acrylamide in

review. *Journal of Agricultural and Food Asian foods in Hong Kong. Food Additives and Contaminants*, 20(12), 1105-1113.

Lopachin, R. M. (2004). The changing view of acrylamide neurotoxicity. *Neurotoxicology*, 25(4), 617–630.

Matthäus, B., Hasse, N. U. & Vosmann, K. (2004). Factors affecting the concentration of acrylamide during deep-fat frying of potatoes. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106, 793–801.

Mojska, H., Gielecin, I. & Szponar, L. (2007). Acrylamide content in heat-treated carbohydrate-rich foods in Poland. *Roczniki Pani Stwowego Zaka, adu Higieny*, 58(1), 345-349.

Olmez, H., Tuncay, F., Ozcan, N. & Demirel, S. (2008). A survey of acrylamide levels in foods from the Turkish market. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(7), 564-568.

Ou, S., Lin, O., Zhang, Y., Huang, C., Sun, X. & Fu, L. (2008). Reduction of acrylamide formation by selected agents in fried potato crisps on industrial scale. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9, 116–121.

Rice, J. M. (2005). The carcinogenicity of acrylamide. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 580, 3-20.

Taeymans, D., Wood, J., Ashby, P., Blank, I., Studer, A. & Stadler, R. H. (2004). A review of acrylamide: an industry perspective on research, analysis, formation, and control. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, 323–347.

Tareke, E., Rydberg, P., Karlsson, P., Eriksson, S. & Törnqvist, M. (2002). Analysis of Acrylamide, a Carcinogen Formed in Heated Foodstuffs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 4998-5006.

Tawfik, M. S. & El-Ziney, M. G. (2008). Acrylamide levels in selected foods in Saudi Arabia with reference to health-risk assessment of dietary acrylamide intake. *American Journal of Food Technology*, 3(6), 347-353.

WHO. (2002). World Health Organization FAO/WHO consultation on the health implications of acrylamide in food. *Summary report of a meeting held in Geneva, 25-27 June.*

Yoshida, M., Ono, H., Ohnishi-Kameyama, M., Chuda, Y., Yada, H., Kobayashi, H. & Ishizaka, M. (2002). Determination of acrylamide in processed foodstuffs in Japan. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 49(12), 822-825.

ijfth.srbiau.ac.ir

# Determination of Acrylamide Content in the Iranian Potato Chips by Gas Chromatography- Mass Spectroscopy

M. Jamshidian<sup>a\*</sup>, B. Maehrani<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Academic Member of the Department of Food Science and Technology, Ardestan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

Received: 20 April 2010

Accepted: 16 November 2010

## Abstracts

5

**Introduction:** Acrylamide was recognized as a potential carcinogen for human being by the international cancer research organization. As far as the present study is concerned, no research has been carried out concerning the presence of acrylamide in food products particularly in potato chips produced Iran.

**Materials and Methods:** Different potato chips from five major Iranian potato chips producers were randomly chosen and the amounts of acrylamide were measured by GC-MS. The object of the present study is to verify the safety of Iranian potato chips for acrylamide content and compare the results with the international standard.

**Results:** The amounts of acrylamide in all the samples examined were higher than the amount recommended by WHO and FDA. The minimum amount of acrylamide was 1512 ppb for salty flavor potato chips and the maximum amount was 2877 ppb for potato chips with ketchup flavor.

**Conclusion:** The amount of acrylamide in a 65g packaged potato chips varies from 98.3 to 187 microgram. The intake of acrylamide by consuming a package of potato chips with minimum amount of acrylamide is 98.3 microgram which is 2.5 and 1.4 times more than maximum daily intake level recommended by WHO for the people weighing 40 and 70 kg respectively. The high amount of acrylamide in Iranian potato chips recommended quick measures to be taken by relative organizations to control and reduce this substance.

**Keywords:** *Acrylamide, GC/MS, Iran, Measurement, Potato Chips.*

\* Corresponding Author: majid\_jamshidian@yahoo.com