

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه	۱
فصل دوم: بررسی منابع	۷
۱-۲- میوه قهوه	۷
۱-۱-۲- برشته کردن دانه قهوه	۸
۲-۱-۲- قهوه دم شده / نوشیدنی قهوه	۱۱
۲-۱-۳- تولید و مصرف قهوه	۱۳
۲-۲- آکريل آميد	۱۵
۲-۲-۱- ساختار و ویژگی‌ها	۱۵
۲-۲-۲- منشأ آکريل آميد	۱۶
۲-۲-۳- سطوح مصرف و تاثیر بر سلامت مصرف کننده	۱۹
۴-۲-۲- ارزیابی خطر	۲۲
۲-۲-۵- اندازه گیری آکريل آميد	۲۴
فصل سوم: مواد و روش‌ها	۳۹
۳-۱- مواد شیمیایی اولیه	۳۹
۳-۲- ابزار و تجهیزات	۳۹
۳-۳- تهیه نمونه‌های قهوه	۴۰
۳-۴- استخراج آکريل آميد	۴۱
۳-۵- تعیین مقدار آکريل آميد با HPLC-PDA	۴۳
۳-۵-۱- رسم منحنی کالیبراسیون	۴۳
۳-۵-۲- اعتبارسنجی روش کروماتوگرافی	۴۴
۳-۶- تعیین مقدار آکريل آميد با IMS	۴۴
۳-۶-۱- رسم منحنی کالیبراسیون و اعتبارسنجی	۴۵
۷-۳- تعیین مقدار ملانوییدین	۴۶
۸-۳- بررسی ارزیابی خطر	۴۶
۱-۸-۳- تخمین دریافت روزانه آکريل آميد از طریق مصرف قهوه اسپرسو	۴۶
۲-۸-۳- تخمین مواجهه با خطر آکريل آميد	۴۷
۳-۸-۳- تخمین خطر افزایش سرطان در طول عمر	۴۸

۴۸.....	۴-۸-۳- تخمین خطر غیرسرطان‌زایی
۴۹.....	۹-۳- تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها
۵۰.....	فصل چهارم: نتایج و بحث
۵۰.....	۴-۱- شناسایی آکریل‌آمید با HPLC-PDA
۵۰.....	۴-۱-۱- شرایط آنالیز
۵۲.....	۴-۱-۲- اعتبارسنجی روش (HPLC-PDA)
۵۳.....	۴-۱-۳- استخراج آکریل‌آمید از قهوه
۵۵.....	۴-۲- شناسایی آکریل‌آمید با IMS
۵۵.....	۴-۲-۱- شرایط آنالیز
۶۰.....	۴-۲-۲- اعتبارسنجی روش (IMS)
۶۰.....	۴-۳- مقایسه مقادیر آکریل‌آمید در قهوه با استفاده از HPLC-PDA و IMS
۶۲.....	۴-۴- محتوای آکریل‌آمید در انواع قهوه اسپرسو
۶۴.....	۴-۵- مطالعه ارزیابی خطر
۶۴.....	۴-۵-۱- تخمین دریافت روزانه آکریل‌آمید از طریق مصرف قهوه اسپرسو
۶۷.....	۲-۵-۴- تخمین حاشیه مواجهه با خطر آکریل‌آمید (MOE)
۷۰.....	۴-۵-۳- تخمین خطر غیرسرطان‌زایی (THQ) و سرطان‌زایی (ILCR) آکریل‌آمید
۷۲.....	فصل پنجم: نتیجه‌گیری
۷۲.....	۵-۱- مقایسه طیف‌سنج تحرک یونی و کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا
۷۳.....	۵-۲- مطالعه ارزیابی خطر ناشی از دریافت آکریل‌آمید از طریق مصرف قهوه اسپرسو
۷۴.....	۵-۳- پیشنهادات
۷۵.....	پیوست
۷۵.....	پیوست ۱- ملانوئیدین
۷۸.....	پیوست ۲- فهرست نام‌های لاتین
۸۱.....	فهرست منابع
۹۱.....	ABSTARCT

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
شکل ۱-۲. الف) گیلان قهوه، ب) برش عرضی از گیلان قهوه ج) گیلان قهوه به طور قابل توجهی بین انواع مختلف قهوه عربیکا متفاوت است.....	۸
شکل ۲-۲. شمایی از روش های مختلف استخراج قهوه.....	۱۲
شکل ۳-۲. ساختار شیمیایی آکریل آمید.....	۱۶
شکل ۴-۲. طرح ساده شده مسیرهای احتمالی تشکیل آکریل آمید در حین برشته کردن قهوه.....	۱۷
شکل ۵-۲. طرح ساده شده مسیرهای متابولیکی آکریل آمید در موش صحرایی.....	۲۰
شکل ۶-۲. تعداد انتشارات مربوط به نوع استخراج (a)، ماتریس غذایی (b)، تشخیص (c) آکریل آمید در سال های گذشته (n:۴۴). میکرو استخراج مایع پراکنده (DLLME)، استخراج فاز جامد (SPE)، محصول مبتنی بر غلات (CBP)، محصول مبتنی بر سیب زمینی (PBP).....	۲۶
شکل ۷-۲. ۱) مشروطه کردن فاز جامد با حلال مناسب ۲) اضافه کردن محلول نمونه. آنالیت های مورد نظر روی فاز جامد باقی می ماند. ۳) حذف ترکیبات مزاحم ۴) شستشوی آنالیت هدف با حلال مناسب.....	۲۸
شکل ۸-۲. تصویر شماتیک اصول کلی DLLME.....	۳۰
شکل ۹-۲. اصل کلی میکرواستخراج غوطه وری مستقیم (SPME).....	۳۱
شکل ۱۰-۲. اصل کلی روش QuEChERS.....	۳۲
شکل ۱۱-۲. شماتیک عملکرد دستگاه IMS و نحوه جداسازی ترکیبات در منطقه رانش.....	۳۶
شکل ۱۲-۲. پیک آکریل آمید بدست آمده از HS-SPME و آنالیز شده با IMS.....	۳۸
شکل ۱-۴. الف) طیف محلول استاندارد آکریل آمید ب) کروماتوگرام نمونه واقعی (۱۰۰ درصد عربیکا) استخراج شده به روش ۲ و آنالیز شده توسط HPLC-PDA (ترکیب فاز متحرک: آب/استونیتریل (۳:۹۷)، و سرعت جریان ۰/۷ میلی لیتر بر دقیقه.....	۵۱
شکل ۲-۴. الف) طیف تحرک یونی آنالیز آکریل آمید توسط IMS از محلول استاندارد آکریل آمید در عدم حضور دوپانت، ب) طیف تحرک یونی آنالیز آکریل آمید توسط IMS از نمونه واقعی در حضور دوپانت.....	۵۶

شکل ۳-۴. طیف تحرک یونی آنالیز استاندارد آکریل آمید ۱۰ میکروگرم بر لیتر توسط IMS الف) با شاتر گرید ۸۰ میکروثانیه در دمای تزریق ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد ب) با شاتر گرید ۸۰ میکروثانیه در دمای تزریق ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، ج) با شاتر گرید ۱۲۰ میکروثانیه در دمای تزریق ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد..... ۵۹

شکل ۴-۴. مقدار آکریل آمید (میکروگرم در ۱۰۰ میلی لیتر) در قهوه اسپرسو..... ۶۳

شکل ۵-۴. تخمین مقدار MOE (حاشیه مواجهه با خطر آکریل آمید) ناشی از میانگین دریافت روزانه آن از طریق مصرف قهوه اسپرسو در الف) نوجوانان و ب) بزرگسالان..... ۶۹

شکل ۶-۱. الف) مقدار ملانوییدین (میلی گرم بر میلی لیتر نوشیدنی) در قهوه اسپرسو..... ۷۶

شکل ۶-۲. مقدار آکریل آمید بر ملانوییدین (میلی گرم بر گرم در ۱۰۰ میلی لیتر اسپرسو)..... ۷۷

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲. درجات برشتگی مختلف در دانه قهوه.....	۹
جدول ۲-۲. اندازه ذرات پودر قهوه و انتخاب بهترین گزینه جهت تهیه نوشیدنی.....	۱۱
جدول ۱-۳. مشخصات قهوه‌های مورد استفاده در این پژوهش.....	۴۰
جدول ۱-۴. شرایط بهینه‌شده دستگاه HPLC-PDA جهت شناسایی آکریل آمید.....	۵۰
جدول ۲-۴. پارامترهای اعتبارسنجی آنالیز آکریل آمید در قهوه توسط HPLC-PDA.....	۵۲
جدول ۳-۴. پارامترهای دستگاه IMS برای تجزیه و تحلیل آکریل آمید.....	۵۵
جدول ۴-۴. پارامترهای اعتبارسنجی آنالیز آکریل آمید در قهوه توسط IMS.....	۶۰
جدول ۵-۴. مقایسه مقدار آکریل آمید در قهوه ۱۰۰ درصد عربیکا با برشتگی‌های مختلف با استفاده از HPLC-PDA و IMS.....	۶۱
جدول ۶-۴. متوسط مقدار آکریل آمید در انواع اسپرسو و تخمین مقدار آن در کیلوگرم پودر قهوه.....	۶۵
جدول ۷-۴. تخمین دریافت روزانه آکریل آمید توسط نوجوانان و بزرگسالان از طریق مصرف قهوه اسپرسو.....	۶۶
جدول ۸-۴. تخمین ILCR (خطر افزایش سرطان در طول عمر) و THQ (خطر غیر سرطان‌زایی) به دلیل قرار گرفتن در معرض آکریل آمید از طریق مصرف قهوه اسپرسو.....	۷۱

فهرست علائم اختصاری

علامت	معادل انگلیسی	معادل فارسی
ADAF	Age-dependent adjustment factor	ضریب تعدیل وابسته به سن
ANOVA	Analysis of variance	تجزیه واریانس
AT	Average time	میانگین زمان
BMDL	Benchmark dose lower confidence limit	حد اطمینان پایین دوز محک
CF	Correction factor	فاکتور تصحیح
CV	Coefficient of Variation	ضریب تغییرات
C18	C18–octadecylsilane	اکتادسیل سیلان
DAD	Diode-Array Detector	آشکارساز آرایه دیود
DI-SPME	Direct immersion solid-phase microextraction	میکرواستخراج فاز جامد غوطه‌وری مستقیم
DLLME	Dispersive liquid–liquid microextraction	میکرواستخراج مایع-مایع پراکنده
DNA	Deoxyribonucleic acid	دئوکسی ریبونوکلیک اسید
d-SPE	Dispersive solid-phase extraction	استخراج فاز جامد پراکنده
EC	European Commission	کمیسیون اروپا
ECD	Electron capture detector	آشکارساز جذب الکترون
ED	Exposure duration	زمان قرار گرفتن در معرض آکریل‌آمید
EDI	Estimated daily Intake	تخمین دریافت روزانه
EF	Exposure frequency	تناوب قرار گرفتن در معرض آکریل‌آمید
EFSA	European Food Safety Authority	سازمان ایمنی غذایی اروپا
EPA	Environmental Protection Agency	آژانس حفاظت از محیط زیست
FAO	Food and Agriculture Organization	سازمان خوار و بار کشاورزی
FID	Flame ionization detector	آشکارساز یونیزاسیون شعله
GC	Gas chromatography	کروماتوگرافی گازی
GC-MS	Gas chromatography–mass spectrometry	کروماتوگرافی گازی – طیف سنجی جرمی
HLB	Hydrophilic-lipophilic balance	تعادل آبدوست-چربی دوست
HPLC	High- performance liquid chromatography	کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا
HS-SPME	headspace solid phase microextraction	میکرو استخراج ترکیبات فضای فوقانی
IARC	International Agency for Research on Cancer	آژانس بین المللی تحقیقات روی سرطان
ICO	International Coffee Organization	سازمان جهانی قهوه
ILCR	Incremental lifetime cancer risk	خطر افزایش سرطان در طول عمر
IMS	Ion Mobility Spectrometer	طیف سنج تحرک یونی
IMS-MS	Ion mobility spectrometry-Mass spectroscopy	طیف سنج تحرک یونی-طیف سنج جرمی
IR	Ingestion rate	میزان مصرف ماده غذایی

JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive	کمیته مشترک FAO/WHO درباره افزودنی‌های غذایی
LC-MS	Liquid chromatography–mass spectrometry	کروماتوگرافی مایع- طیف سنجی جرمی
LC-MS/MS	Liquid Chromatography with tandem mass spectrometry	کروماتوگرافی مایع-طیف سنجی جرمی متوالی
LC-UV	Liquid chromatography-Ultraviolet detector	کروماتوگرافی مایع - آشکارساز فرابنفش
LOD	Limit of detection	حد تشخیص
LOQ	Limit of quantification	حد اندازه گیری
MOE	Margins of Exposure	حاشیه مواجهه با خطر
NPD	Nitrogen phosphorus detector	آشکارساز نیتروژن فسفر
PDA	photodiode array detector	آشکارساز آرایه دیود نوری
PHA	Polycyclic aromatic hydrocarbons	هیدروکربن‌های حلقوی آروماتیک
PSA	Primary and secondary amine	آمین‌های اول و دوم
PVDF	Polyvinylidene fluoride	پلی وینیلیدین فلوراید
QuEChERS	Quick, easy, cheap, effective, rugged, and safe	سریع، آسان، ارزان، موثر، ناهمگون و ایمن
R ²	Coefficient of Determination	ضریب تعیین
RFD	Oral Reference dose	دوز مرجع
Rpm	Revolutions per minute	دور بر دقیقه
SAX	Strong anion exchange	آنیون تبادل یونی قوی
SCX	Strong cation exchange	کاتیون تبادل یونی قوی
SF	Slope factor of acrylamide	عامل شیب آکریل‌آمید
S/N	Signal-to-noise ratio	نسبت سیگنال به نویز
SNFA	Swedish National Food Administration	محققان سازمان ملی غذایی سوئد
SPE	solid-phase extraction	استخراج فاز جامد
SPME	Antiradical power	میکرواستخراج فاز جامد
TDI	Tolerable daily intake	مصرف روزانه قابل تحمل
THQ	Target hazard quotient	ضریب خطر هدف
UPLC-MS/MS	Ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry	کروماتوگرافی مایع با فشار (عملکرد) فوق العاده بالا-طیف‌سنج جرمی متوالی
USEPA	United States Environmental Protection Agency	آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده
UV-Vis	Ultraviolet–visible	فرابنفش-مرئی
WHO	World Health Organization	سازمان بهداشت جهانی