

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه الزهراء (س)

دانشکده علوم پایه

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

رشته شیمی، گرایش تجزیه

عنوان پایان نامه

ریزاستخراج مقادیر بسیار کم پتاسیم سوروبات، سدیم بنزوات و هیدروکربن-

های آروماتیک چند حلقه‌ای از برخی نمونه‌های غذایی و اندازه‌گیری با

روش‌های کروماتوگرافی

اساتید راهنما

دکتر زهره مدرس تهرانی

دکتر عبدالرضا محمدی

نگارش

مرضیه کمانکش ارگسی

مهر ماه ۱۳۹۲

کلیه دستاوردهای این تحقیق متعلق به

دانشگاه الزهراء (س) است.



بسمه تعالی

صورت جلسه‌ی دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد*

شماره:

تاریخ:

- نسخه پرونده دانشجو
- نسخه تحصیلات تکمیلی
- نسخه مالی (به تعداد مورد نیاز)

نام و نام خانوادگی دانشجو: مرفیه جانسن ارگسی شماره دانشجویی: ۹۰۱۳۴۹۰۰۶

رشته / گرایش: بیگنی / تجزیه کد درس پایان نامه: ۳۴۰۳۱۱۱۹۷ تعداد واحد: ۶ تاریخ دفاع: ۹۲/۷/۱۵

موضوع پیشنهادی: بررسی استخراج متادین سیدکم با استفاده از روش‌های مختلف از نمونه‌های گیاهی در استان اردبیل

عنوان نهایی پایان نامه: بررسی استخراج متادین سیدکم با استفاده از روش‌های مختلف از نمونه‌های گیاهی در استان اردبیل

نتیجه نهایی دفاع: مردود قبول

نمره به عدد: ۱۹,۹۴ به حروف: نوزده و نوز و چهار صدم

- عالی
- بسیار خوب
- خوب
- قابل قبول
- غیر قابل قبول

تایید هیات داوران:

تاریخ	امضاء	نام و نام خانوادگی	هیات داوران
۹۲/۷/۱۵		دکتر زهره مدرس نوری	استاد راهنمای اول
۹۲/۷/۱۵		دکتر عبدالرضا محمدی	استاد راهنمای دوم
			استاد مشاور اول
			استاد مشاور دوم
۹۲/۷/۱۵		دکتر عمران مراد	داور داخلی و ناظر
۹۲/۷/۱۵		دکتر بیژان کهنی	داور خارجی

نام و نام خانوادگی مدیر گروه: مریم لیس زارنگال امضاء: تاریخ: ۹۲/۷/۱۷

نام و نام خانوادگی رئیس یا مدیر تحصیلات تکمیلی دانشکده: صدیقه زارنگال امضاء: تاریخ: ۹۲/۷/۱۷

* این صورت جلسه باید در حضور هیات داوران توسط ناظر تنظیم و سپس امضا شود.

سپاس و تقدیر:

سپاس و ستایش مر خدای را جل و جلاله که آثار قدرت او بر چهره‌ی روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، درفشان. آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و فرصتی عطا فرمود تا بدان بنده‌ی خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید.

در ابتدا بر خود لازم می‌دانم، از پدر و مادر عزیزم، این دو معلم بزرگوام، که پیوسته جرعه-نوش جام تعلیم و تربیت، فضیلت و انسانیت آن‌ها بوده‌ام و همواره چراغ وجودشان روشن‌گر راه من در سختی‌ها و مشکلات بوده است، و در تمامی عرصه‌های زندگی یار و یآوری بی چشم داشت برای من بوده‌اند، صمیمانه‌ترین سپاسگزاری را داشته باشم.

از استاد مهربان و بزرگوام، معلم علم و اخلاق، جناب آقای دکتر عبدالرضا محمدی، که در طول ۶ سال دوران کارشناسی و کارشناسی ارشد همواره وجودشان مایه‌ی دلگرمی اینجانب بوده و در طی این مدت از هیچ گونه کمک و مساعدتی دریغ نورزیدند و در سایه‌ی همدلی و همیاری پدران‌های ایشان بود که به این مهم نائل گردیدم، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از زحمات استاد راهنمای گرامی‌ام، سرکار خانم دکتر زهره مدرس تهرانی، سپاسگزارم.

از جناب آقای دکتر یدا... یمینی و همچنین جناب آقای دکتر عمران مرادلو که زحمت مطالعه و داوری این پژوهش را تقبل فرمودند، سپاسگزارم.

از زحمات کارشناسان محترم آزمایشگاه انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی دانشگاه شهید بهشتی، سرکار خانم‌ها شهرآز و اسماعیلی که زمینه‌ی استفاده‌ی هرچه بهتر از آزمایشگاه را برای اینجانب فراهم نمودند، سپاسگزاری می‌کنم.

مراتب قدردانی خود را از معاونت محترم پژوهشی انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور در جهت پیشبرد اهداف این تحقیق، اعلام می‌دارم.

و در پایان از زحمات جناب آقای دکتر قاسمزاده و جناب آقای مهندس عبدی و همه‌ی دوستان عزیزم که در این مدت اینجانب را یاری و مساعدت نمودند سپاسگزارم و توفیقات روز افزون را از درگاه خداوند متعال برای ایشان خواستارم.

چکیده:

پژوهش حاضر شامل دو کار تحقیقاتی در زمینه‌ی استفاده از روش ریزاستخراج مایع-مایع پخشی جهت استخراج مقادیر بسیار کم ترکیبات آلی از دو نمونه از مواد غذایی و نوشیدنی پر مصرف در ایران به همراه شناسایی و تعیین مقدار آن‌ها به وسیله‌ی دستگاه‌های کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا و کروماتوگرافی گازی-اسپکترومتری جرمی می‌باشد.

در تحقیق نخست، با استفاده از روش ساده، سریع، حساس و دقیق ریزاستخراج مایع-مایع پخشی (DLLME) و با به کارگیری حلال سبک ۱-اکتانول به عنوان حلال استخراجی، تعیین و استخراج ترکیبات پتاسیم سوربات و سدیم بنزوات در نمونه‌های دوغ انجام پذیرفت. شناسایی و تعیین این گونه‌ها توسط دستگاه کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (HPLC) صورت گرفت. نتایج تجربی نشان داد که جفت شدن تکنیک DLLME با دستگاه HPLC منجر به حصول حد تشخیص‌های بسیار کم 0.15 ng mL^{-1} و 0.06 ng mL^{-1} و نیز درصد بازیابی استخراج (٪) ۱۰۵ و ۹۱/۲۵ و همچنین فاکتور تغلیظ ۱۸۱ و ۱۶۲ به ترتیب برای سوربات و بنزوات در نمونه‌های حقیقی می‌گردد.

در کار پژوهشی دوم، با هدف افزایش حساسیت و نیز کاهش چشم‌گیر مدت زمان آنالیز، تکنیک استخراج به کمک ماکروویو به همراه ریزاستخراج مایع-مایع پخشی (MAE-DLLME) جهت استخراج و جداسازی هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs) در نمونه‌های کباب کوبیده مورد استفاده قرار گرفت. شناسایی و تعیین ۱۶ PAHs بوسیله دستگاه کروماتوگرافی گازی-اسپکترومتری جرمی (GC-MS) مورد بررسی قرار گرفت. همراه شدن تکنیک MAE-DLLME با دستگاه GC-MS یک روش حساس، گزینش‌گر و تکرارپذیر جهت تعیین ۱۶ PAHs می‌باشد که دارای گستره‌ی خطی $1-200 \text{ ng g}^{-1}$ ، انحراف استاندارد در محدوده‌ی (٪) ۴-۸ و حد تشخیص $0.1-0.3 \text{ ng g}^{-1}$ می‌باشد. نتایج تجزیه‌ای استخراج موثر ترکیبات PAHs را با روش پیشنهادی در مورد نمونه‌های حقیقی به اثبات می‌رساند.

کلید واژه‌ها: ریزاستخراج مایع-مایع پخشی (DLLME)، پتاسیم سوربات، سدیم بنزوات، کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (HPLC)، دوغ، استخراج به کمک ماکروویو، هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs)، کباب کوبیده، کروماتوگرافی گازی-اسپکترومتری جرمی (GC-MS).

فهرست مطالب

فصل اول. مقدمه و کلیات

۲	.....مقدمه
۴	..... ۱-۱ پتاسیم سورات و سدیم بنزوات، خواص و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی
۹	..... ۲-۱ هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای

فصل دوم. مروری بر روش‌های استخراجی

۱۷	.....مقدمه
۱۸	..... ۱-۲ مروری بر روش‌های استخراجی
۱۸	..... ۱-۱-۲ استخراج با سوکسله
۱۹	..... ۲-۱-۲ استخراج مایع - مایع (LLE)
۱۹	..... ۳-۱-۲ استخراج با فاز جامد (SPE)
۲۰	..... ۴-۱-۲ استخراج با امواج فراصوت (UAE)
۲۰	..... ۵-۱-۲ استخراج با حلال تسریع شده (ASE)
۲۱	..... ۶-۱-۲ استخراج با سیال فوق بحرانی (SFE)
۲۱	..... ۷-۱-۲ استخراج به کمک امواج ماکروویو (MAE)
۲۲	..... ۲-۲ مروری بر روش‌های ریزاستخراج با حلال (SME)
۲۲	..... ۱-۲-۲ ریزاستخراج با حلال با استفاده از تک قطره‌ی حلال آلی
	..... ۱-۱-۲-۲ ریزاستخراج با حلال به صورت مستقیم با استفاده از تک قطره‌ی حلال آلی
۲۲	..... معلق
۲۴	..... ۲-۱-۲-۲ ریزاستخراج با حلال از فضای فوقانی با استفاده از تک قطره‌ی حلال آلی
	..... معلق
۲۴	..... ۳-۱-۲-۲ ریزاستخراج با حلال سه فازی با استفاده از تک قطره‌ی حلال آلی
۲۵	..... ۴-۱-۲-۲ ریزاستخراج فاز مایع دینامیک
۲۷	..... ۲-۲-۲ ریزاستخراج با حلال توسط غشای فیبر تو خالی
۲۷	..... ۱-۲-۲-۲ ریزاستخراج با حلال دو فازی توسط غشای فیبر تو خالی
۲۸	..... ۲-۲-۲-۲ ریزاستخراج با حلال سه فازی توسط غشای فیبر تو خالی
۳۰	..... ۳-۲-۲-۲ سایر روش‌های ریزاستخراج با حلال توسط غشای فیبر تو خالی
۳۰	..... ۳-۲-۲ استخراج مایع-مایع همگن
۳۰	..... ۴-۲-۲ ریز استخراج مایع-مایع پخشی (DLLME)

۳۳	۱-۴-۲-۲ نوع حلال استخراج کننده‌ی مورد استفاده در ریزاستخراج مایع- مایع پخشی.....
۳۳	۲-۴-۲-۲ نوع حلال پخش کننده‌ی مورد استفاده در ریزاستخراج مایع- مایع پخشی... ..
۳۳	۳-۴-۲-۲ اصول نظری ریزاستخراج مایع- مایع پخشی
۳۵	۴-۴-۲-۲ جنبه‌های عملی ریزاستخراج مایع- مایع پخشی
۳۵	۳-۲ مروری بر روش‌های طراحی آزمایش

فصل سوم - بخش تجربی

۴۱	۱-۳ ریز استخراج و اندازه‌گیری مقادیر بسیار کم پتاسیم سورات و سدیم بنزوات در نمونه‌های دوغ.....
۴۱	۱-۱-۳ مواد شیمیایی، وسایل و محلول‌های استاندارد مورد استفاده.....
۴۲	۲-۱-۳ آماده‌سازی نمونه
۴۳	۳-۱-۳ ریزاستخراج مایع-مایع پخشی
۴۴	۴-۱-۳ شرایط جداسازی پتاسیم سورات و سدیم بنزوات با دستگاه کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (HPLC)
۴۵	۵-۱-۳ بهینه‌سازی و تعیین ارقام شایستگی روش.....
۴۷	۲-۳ ریز استخراج و اندازه‌گیری مقادیر بسیار کم هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs) در نمونه‌های کباب.....
۴۸	۱-۲-۳ مواد شیمیایی، وسایل و محلول‌های استاندارد مورد استفاده.....
۴۸	۲-۲-۳ آماده‌سازی نمونه و استخراج اولیه با استفاده از امواج ماکروویو.....
۴۹	۳-۲-۳ ریزاستخراج مایع- مایع پخشی.....
۵۰	۴-۲-۳ شرایط جداسازی PHAs با دستگاه کروماتوگرافی گازی-اسپکترومتری جرمی (GC-MS)
۵۲	۵-۲-۳ بهینه‌سازی و تعیین ارقام شایستگی روش.....

فصل چهارم - بحث و نتیجه‌گیری

۵۵	۱-۴ ریز استخراج و اندازه‌گیری مقادیر بسیار کم پتاسیم سورات و سدیم بنزوات در نمونه‌های دوغ.....
۵۵	۱-۱-۴ بهینه‌سازی متغیرهای تاثیرگذار بر فرآیند ریزاستخراج مایع- مایع پخشی.....
۵۶	۱-۱-۴ انتخاب نوع و حجم حلال استخراج کننده.....
۵۶	۲-۱-۴ انتخاب نوع و حجم حلال پخش کننده.....

۵۷	.....۳-۱-۱-۴ طراحی آزمایش و تحلیل نتایج
۶۴	.....۲-۱-۴ تعیین ارقام شایستگی روش
۶۶	.....۳-۱-۴ کاربرد روش پیشنهادی در نمونه‌های حقیقی
۶۷	.....۴-۱-۴ نتیجه‌گیری

۲-۴ ریزاستخراج و اندازه‌گیری مقادیر بسیار کم هیدروکربن‌های آروماتیک چند

۶۹	..... حلقه‌ای (PAHs) در نمونه‌های کباب
۷۱	.....۱-۲-۴ بهینه‌سازی متغیرهای تاثیرگذار بر فرآیند ریزاستخراج مایع-مایع پخشی
۷۲	.....۱-۱-۲-۴ انتخاب نوع و حجم حلال استخراجی
۷۲	.....۲-۱-۲-۴ انتخاب نوع و حجم حلال پخشی
۷۲	.....۳-۱-۲-۴ طراحی آزمایش و تحلیل نتایج
۷۹	.....۲-۲-۴ ارزیابی کارایی تجزیه‌ای روش پیشنهادی
۸۰	.....۳-۲-۴ کاربرد روش پیشنهادی در نمونه‌های حقیقی
۸۳	.....۴-۲-۴ نتیجه‌گیری
۸۴	.....مراجع

فهرست شکل‌ها

۴	شکل (۱-۱) ساختار شیمیایی پتاسیم سورات.....
۵	شکل (۲-۱) ساختار شیمیایی سدیم بنزوات.....
۲۶	شکل (۱-۲) نمایی از اشکال مختلف روش‌های ریزاستخراج با حلال تک قطره.....
۲۷	شکل (۲-۲) نمایی از یک فیبر تو خالی و منافذ آن.....
۲۹	شکل (۳-۲) نمایی از ریزاستخراج دو فازی و سه فازی توسط فیبر تو خالی.....
۳۱	شکل (۴-۲) مراحل انجام تکنیک ریزاستخراج مایع-مایع پخشی با استفاده از حلال استخراجی سنگین‌تر از فاز آبی.....
۳۲	شکل (۵-۲) مراحل انجام تکنیک ریزاستخراج مایع-مایع پخشی با استفاده از حلال استخراجی سبک‌تر از فاز آبی.....
۵۲	شکل (۱-۳) کروماتوگرام حاصل از تزریق مستقیم استاندارد ۱۶ تایی PAHs به GC-MS.....
۶۱	شکل (۱-۴) نمودار مقادیر پیش‌گویی-مقادیر حقیقی.....
۶۱	شکل (۲-۴) نمودار نرمال باقی‌مانده‌ها-مقادیر پیش‌گویی.....
۶۲	شکل (۳-۴) نمودار سه بعدی برهم‌کنش بین متغیرهای موثر بر فرآیند ریزاستخراج سورات و بنزوات.....
۶۳	شکل (۴-۴) نمودار سه بعدی برهم‌کنش بین متغیرهای موثر بر فرآیند ریزاستخراج سورات و بنزوات.....
۶۴	شکل (۵-۴) نمودار سه بعدی برهم‌کنش بین متغیرهای موثر بر فرآیند ریزاستخراج سورات و بنزوات.....
۶۸	شکل (۶-۴) کروماتوگرام حاصل از استخراج توسط روش DLLME-HPLC-UV-vis.....
۷۷	شکل (۷-۴) نمودار مربوط به مقادیر پیش‌گویی-مقادیر حقیقی.....
۷۷	شکل (۸-۴) نمودار نرمال باقی‌مانده‌ها-مقادیر پیش‌گویی.....
۷۸	شکل (۹-۴) نمودار سه بعدی برهم‌کنش بین حجم حلال پخشی و حلال استخراجی در فرآیند ریزاستخراج PAHs.....
۷۹	شکل (۱۰-۴) نمودار سه بعدی برهم‌کنش بین حجم حلال هیدرولیزی و نمک در فرآیند ریزاستخراج PAHs.....
۷۹	شکل (۱۱-۴) نمودار سه بعدی برهم‌کنش بین حلال استخراجی و نمک در فرآیند ریزاستخراج PAHs.....

شکل ۴-۱۲) کروماتوگرام به دست آمده از تکنیک MAE-DLLME-GC-MS تحت شرایط A)spiked و B) non-spiked در غلظت 50 ng g^{-1} برای ۱۶ PAHs ۸۳

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱	خواص فیزیکوشیمیایی پتاسیم سورات.....	۴
جدول ۲-۱	خواص فیزیکوشیمیایی سدیم بنزوات.....	۵
جدول ۳-۱	حد قابل قبول دریافت روزانه ترکیبات مختلفی از سورات و بنزوات.....	۶
جدول ۴-۱	مشخصات مربوط به ۵ هیدروکربن آروماتیک حلقوی مهم و ساختار شیمیایی آنها.....	۱۲
جدول ۱-۳	زمان بازداری و همچنین m/z روش SIM از شانزده PAHs.....	۵۱
جدول ۱-۴	متغیرها و سطوح آنها در طرح مختلط مرکزی.....	۵۸
جدول ۲-۴	ماتریس طرح مرکب مرکزی.....	۵۹
جدول ۳-۴	آنالیز واریانس مربوط به مدل کوادراتیک.....	۶۰
جدول ۴-۴	ارقام شایستگی روش پیشنهادی.....	۶۶
جدول ۵-۴	مقایسه روش پیشنهادی با سایر روش‌ها.....	۶۶
جدول ۶-۴	نتایج اندازه‌گیری سورات و بنزوات در نمونه‌های دوغ حقیقی.....	۶۷
جدول ۷-۴	نتایج تجزیه‌ای استخراج سورات و بنزوات در دو نمونه از دوغ‌های حقیقی با استفاده از روش پیشنهادی.....	۶۷
جدول ۸-۴	متغیرها و سطوح آنها در طرح مختلط مرکزی.....	۷۴
جدول ۹-۴	ماتریس طرح مرکب مرکزی.....	۷۵
جدول ۱۰-۴	آنالیز واریانس مربوط به مدل کوادراتیک.....	۷۶
جدول ۱۱-۴	ارقام شایستگی روش پیشنهادی.....	۸۰
جدول ۱۲-۴	مقایسه روش پیشنهادی با دیگر روش‌های موجود جهت اندازه‌گیری PAHs.....	۸۱
جدول ۱۳-۴	مقادیر کمی ۱۶ نوع هیدروکربن آروماتیک بر حسب میکروگرم بر کیلوگرم در نمونه‌ی کباب حقیقی.....	۸۲
جدول ۱۴-۴	نتایج حاصل از استخراج ۱۶ PAHs از نمونه‌ی حقیقی شماره ۴ با استفاده از روش پیشنهادی.....	۸۳

فصل اول

مقدمه و کلیات

مقدمه

سلامت جسم و روان افراد رابطه‌ی تنگاتنگی با نوع و کیفیت غذای مصرفی روزانه‌ی آن‌ها دارد. در دنیای مدرن امروز استفاده از غذاهای بسته‌بندی شده که حاوی ترکیبات شیمیایی متعددی است، بخش عظیمی از تغذیه‌ی افراد را به خود اختصاص داده است. فعالیت میکروارگانیسم‌های به وجود آمده در پی به طول انجامیدن زمان مصرف و نگهداری مواد غذایی می‌تواند منجر به فساد ماده‌ی غذایی گردد. محصولات متابولیکی دفع شده توسط این میکروارگانیسم‌ها همچون کپک و مخمر می‌توانند سمی و حتی تعدادی از آن‌ها سرطان‌زا باشند. بنابراین یکی از مهم‌ترین چشم‌اندازهای مهم در صنعت غذا، بالا بردن زمان ماندگاری محصولات می‌باشد. ترکیبات شیمیایی استفاده شده از قبیل طعم‌دهنده‌ها، مواد رنگی مجاز، اسانس‌های مختلف و مواد نگهدارنده، همگی با اهداف خاصی همچون حفظ طعم، بو، رنگ و بافت ظاهری مواد به ماده‌ی غذایی افزوده می‌گردند. این ترکیبات سبب کند یا متوقف شدن رشد میکروارگانیسم‌ها شده و از فساد آن‌ها جلوگیری می‌کنند و به شرط عدم تجاوز از مرز استانداردهای بین‌المللی، در افزایش مدت زمان ماندگاری مواد غذایی نقش به‌سزایی را ایفا می‌کنند. مهم‌ترین و متداول‌ترین مواد نگهدارنده شیمیایی، سوربات‌ها، بنزوات‌ها، سولفیت‌ها و نیترات‌ها می‌باشند. از میان چهار ترکیب نام برده شده، نمک‌های سوربات و بنزوات همچون پتاسیم سوربات و سدیم بنزوات، از جمله‌ی پرکاربردترین ترکیباتی هستند که در صنایع غذایی به عنوان مواد نگهدارنده سهم عمده‌ای را به خود اختصاص داده‌اند [۱].

علی‌رغم نقش موثر مواد نگهدارنده به عنوان عاملی بازدارنده از فساد مواد غذایی، استفاده‌ی بیش از حد این گونه مواد می‌تواند اثرات زیان‌بار و جبران ناپذیری بر سلامت انسان‌ها داشته باشند. همچنین در برخی شرایط، ترکیبات تشکیل شده‌ی جانبی حاصل از این گونه مواد در حین فرآیند آماده‌سازی و بسته‌بندی مواد غذایی نیز می‌توانند تاثیرات سوئی را به همراه داشته

باشند. از این رو شناسایی این ترکیبات و تعیین مقدار دقیق آن‌ها در مواد مختلف غذایی ضروری به نظر می‌رسد.

مسئله‌ی مهم دیگری که سلامت انسان را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد پختن مواد غذایی خام می‌باشد. فرآیند پخت سبب کاهش بار میکروبی غذا شده و به علاوه انرژی دریافتی به بدن را افزایش می‌دهد. نکته مهم‌تر اینکه برخی مواد غذایی بویژه گوشت‌ها تنها به صورت پخته قابل مصرف هستند. گرچه پختن غذا، برخی مواد سمی مخصوصاً سم باکتری‌ها را کاهش می‌دهد، اما در صورت استفاده از روش‌های نادرست طبخ، ممکن است منجر به تولید مواد سمی متعدد دیگر در غذاهای مصرفی گردند. به علاوه ممکن است برخی از مواد مغذی موجود در غذا همچون ویتامین‌های حساس به حرارت، در اثر پخت نادرست غذا از بین بروند. بنابراین به کارگیری روش‌های صحیح طبخ مواد غذایی نقش موثری در حفظ کیفیت و سلامت آن دارد. از سوی دیگر میزان کیفیت مواد غذایی متأثر از دما و مدت زمان پخت آن می‌باشد، بطوریکه هرچه زمان و دمای طبخ ماده‌ی مصرفی بالاتر باشد ارزش غذایی آن کمتر می‌شود. در طی مراحل پخت ناصحیح، برخی از ترکیبات شیمیایی جهش‌زا و پر خطر می‌توانند در ماده‌ی غذایی تشکیل شوند و به راحتی از طریق مصرف این گونه مواد خوراکی به بدن انسان راه یابند و سبب بروز بیماری‌های گوناگون در بدن گردند. از جمله این ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای^۱ (PAHs) هستند که در طی سال‌های ۱۹۶۰-۱۹۷۰ به عنوان مواد سمی تومورزا در حیوانات آزمایشگاهی شناخته شدند [۲].

در دهه‌های اخیر روش‌های استخراجی متعدد و نیز دستگاه‌های تجزیه‌ای مختلف در جهت آنالیز گونه‌های نام برده شده به کار گرفته شده است. لیکن با توجه به مزاحمت‌های متعدد بافت نمونه از جمله وجود چربی‌ها، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و املاح مختلف دیگر در انواع مواد غذایی مصرفی، انتخاب روش تجزیه‌ای مناسب، حساس و دقیق که توانایی حذف اثر بافت

^۱ Polycyclic aromatic hydrocarbons

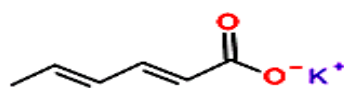
نمونه و پیچیدگی‌های مربوط به آن را داشته باشد و همچنین قادر به شناسایی و تعیین مقادیر بسیار کم این گونه ترکیبات باشد، ضروری به نظر می‌رسد.

۱-۱ پتاسیم سوربات و سدیم بنزوات، خواص و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

پتاسیم سوربات نمک سوربیک اسید (اسید چرب زنجیره‌ی مونوکربوکسیلیک ۴ و ۲ هگزا دی انوئیک اسید) می‌باشد. مطابق شکل ۱-۱، فرمول شیمیایی آن $C_6H_7KO_2$ است و به طور طبیعی در برخی توت‌ها وجود دارد. سوربات پتاسیم نمک بی رنگ و محلول در آب است. در صنایع غذایی به عنوان ماده‌ی نگهدارنده کاربرد دارد و به منظور جلوگیری از رشد کپک‌ها و قارچ‌ها و فرآیند تخمیر، در فرآورده‌های گوشتی و فرآورده‌های آردی مانند کیک، کلوچه و نیز در فرآورده‌های لبنی و نوشیدنی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. کاربرد اصلی آن در صنایع غذایی جهت افزایش طول عمر محصولات است. خواص فیزیکوشیمیایی این ترکیب در جدول ۱-۱ آورده شده است.

جدول ۱-۱. خواص فیزیکوشیمیایی پتاسیم سوربات.

ردیف	خواص فیزیکوشیمیایی
۱	نام آیوپاکی ترکیب
۲	دیگر نام‌ها
۳	فرمول شیمیایی
۴	جرم مولکولی
۵	ویژگی ظاهری
۶	بو
۷	نقطه‌ی ذوب
۸	حلالیت در آب

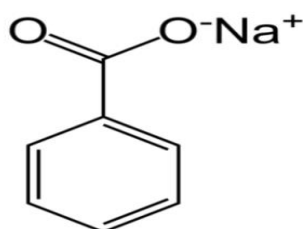


شکل ۱-۱. ساختار شیمیایی پتاسیم سوربات.

سدیم بنزوات نیز به عنوان دومین ماده‌ی نگهدارنده‌ی پرمصرف، نمک بنزوئیک اسید (ساده‌ترین کربوکسیلیک اسید آروماتیک) است که با فرمول شیمیایی $\text{NaC}_6\text{H}_5\text{CO}_2$ شناخته می‌شود. این ترکیب به عنوان یک ماده‌ی آنتی‌باکتریال قادر به ممانعت از فعالیت باکتری‌ها می‌باشد. اثر نگهدارندگی این ماده رابطه‌ای مستقیم با pH مواد داشته و این اثر را می‌توان در شرایط اسیدی و در pH کمتر از ۶/۵ مشاهده کرد. خواص فیزیکوشیمیایی این ترکیب در جدول ۱-۲ و نیز ساختار شیمیایی آن در شکل ۱-۲ آورده شده است.

جدول ۱-۲. خواص فیزیکوشیمیایی سدیم بنزوات.

ردیف	خواص فیزیکوشیمیایی
۱	نام آیوپاکی ترکیب
۲	دیگر نام‌ها
۳	فرمول شیمیایی
۴	جرم مولکولی
۵	ویژگی ظاهری
۶	بو
۷	نقطه‌ی ذوب
۸	حلالیت در آب



شکل ۱-۲. ساختار شیمیایی سدیم بنزوات.

رواج استفاده از چنین افزودنی‌های غذایی نگهدارنده، با سطح ایمنی مورد تایید، منجر به قانون‌گذاری در جهت وضع مقررات استفاده از آن‌ها در بسیاری از کشورها شده است. نکته‌ی مهم و ضروری در این رابطه، رعایت دقیق استفاده از مقادیر مجاز آن‌ها در محصولات است. سازمان غذا و دارو (FDA)^۱ حداکثر غلظت مجاز این دو ترکیب را در مواد غذایی مصرفی به

^۱Food and drug administration

ترتیب برای سوربات بین ۰/۲-۰/۱ درصد و در مورد بنزوات ۰/۱ درصد تعیین کرده است [۳].
 براساس گزارشات کمیته‌ی مشترک متخصصان FAO/WHO در زمینه‌ی افزودنی‌های
 غذایی^۱ (JECFA) حد قابل قبول دریافت روزانه^۲ (ADI) برای سوربات ۰-۲۵ و برای بنزوات ۵-
 ۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در هر روز (mg / kg body weight. day) گزارش شده است
 [۴]. اطلاعات کامل این مقادیر برای ترکیبات مختلفی از سوربات و بنزوات در جدول ۱-۳
 آورده شده است.

جدول ۱-۳. حد قابل قبول دریافت روزانه ترکیبات مختلفی از سوربات و بنزوات.

سیستم شماره‌گذاری بین‌الملل (INS)	حد قابل قبول دریافت روزانه (ADI) mg/kgbw	مواد نگهدارنده	ردیف
۲۰۰	۲۵	سوربیک اسید	۱
۲۰۱	۲۵	سدیم سوربات	۲
۲۰۲	۲۵	پتاسیم سوربات	۳
۲۰۳	۲۵	کلسیم سوربات	۴
۲۱۰	۵	بنزوئیک اسید	۵
۲۱۱	۵	سدیم بنزوات	۶
۲۱۲	۵	پتاسیم بنزوات	۷
۲۱۳	۵	کلسیم بنزوات	۸
۲۱۴	۱۰	اتیل پاراهیدروکسی بنزوات	۹
۲۱۶	۱۰	پروپیل پاراهیدروکسی بنزوات	۱۰
۲۱۸	۱۰	متیل پاراهیدروکسی بنزوات	۱۱
۲۲۰	۰/۷	سولفور دی اکساید	۱۲
۲۲۱	۰/۷	سدیم سولفیت	۱۳
۲۲۲	۰/۷	سدیم هیدروژن سولفیت	۱۴
۲۲۳	۰/۷	سدیم متا بی سولفیت	۱۵
۲۲۴	۰/۷	پتاسیم متا بی سولفیت	۱۶
۲۲۵	۰/۷	پتاسیم سولفیت	۱۷
۲۲۸	۰/۷	پتاسیم بی سولفیت	۱۸
۲۴۹	۰/۷	پتاسیم نیتريت	۱۹

^۱The joint FAO/WHO expert committee on food additives

^۲ Acceptable daily intake