مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره ششم, شماره چهارم, زمستان ۱۳۹۲, صفحات ۵۱۵ تا ۵۲۲

مهاجرت بیس‌فنول A و نونیل فنول از بطری‌های آب معدنی و ظروف پلاستیکی یکبار مصرف به آب در دماهای مختلف

علی کاظمی[۱]، حبیب اله یونسی[۲]، نادر بهرامی فر[۳]

دریافت: ۹۱/۰۹/۱۱ پذیرش: ۹۱/۱۲/۰۷

چکیده

زمینه و هدف: *بیس‌فنول A و نونیل فنول مواد زنواستروژن هستند که به عنوان یک مونومر پلاستیک ها در حجم زیادی در تولید مواد پلاستیکی بخصوص بطری های آب معدنی و ظروف پلاستیکی یکبار مصرف استفاده میشوند. این مطالعه پتانسیل میزان مهاجرت بیس‌فنول A و نونیل فنول از لیوان های یکبار مصرف پلاستیکی به آب با دماهای مختلف و همچنین از جداره بطری های آب معدنی به آب در دماهای مختلف را مورد بررسی قرار داد.*

روش بررسی: *در تحقیق حاضر استخراج بیس‌فنول A و نونیل فنول در نمونه ها با روش استخراج مایع- مایع انجام شد. برای شناسایی و تعیین کیفی بیس‌فنول A و نونیل فنول از دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به آشکارساز طیف سنجی جرمی و برای تعیین کمی این دو ترکیب از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا مجهز به آشکارساز فلورسانس استفاده شد.*

یافته‌ها: *نتایج این تحقیق از میزان مهاجرت بیس‌فنول A و نونیل فنول از لیوان‌های یکبار مصرف به آب با دماهای مختلف نشان داد که با افزایش دما میزان میزان مهاجرت این دو ترکیب به آب بطور معنی‌داری افزایش می‌یابد. همچنین نتایج مطالعه حاضر فقط حضور بیس‌فنول A را در آب بطری های آب معدنی نشان داد و اینکه با افزایش دما نیز میزان مهاجرت بیس‌فنول A به آب محتوی در بطری های آب معدنی افزایش می یابد.*

نتیجه‌گیری: *بطور کلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد که عدم نگهداری صحیح بطری های آب معدنی و همچنین استفاده از ظروف یکبار مصرف بخصوص برای آشامیدن نوشیدنی های گرم، در معرض قرارگیری مصرف‌کننده را در برابر این دو ترکیب افزایش می دهد.*

واژگان کلیدی: بیس‌فنولA، نونیل فنول، بطری، آب معدنی، ظروف پلاستیکی یکبار مصرف

۱- دانشجو کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران
۲- (نویسنده مسئول): دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران
hunesi@modares.ac.ir
۳- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران

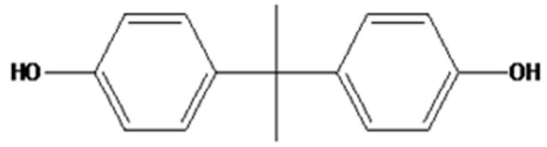
[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-20]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.4.9.1]

مقدمه

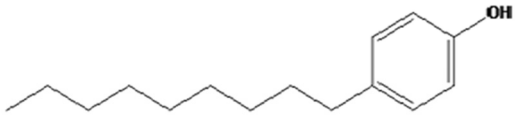
در سال های اخیر، استفاده از بطری‌های آب معدنی و ظروف یکبار مصرف بطور یکنواخت در جهان روبه گسترش و فزونی بوده است (۱ و ۲). از دلایل اصلی این افزایش بخصوص بطری های آب معدنی را می‌توان نگرانی عمومی در مورد کیفیت آب های لوله‌کشی، حضور ترکیبات جانبی از گندزدایی، کمبود آب در مناطق توریستی بویژه در طول دوره های گرم، بازاریابی کارآمد و تغییر در عادات مصرف‌کننده ها در سال‌های اخیر دانست (۱). هر چند، سوالات زیادی در مورد امکان مهاجرت ترکیبات شیمیایی این مواد در طول زمان نگهداری بخصوص تحت شرایط نامناسب (درجه حرات بالا، نور خورشید و غیره) به محتوایات داخل آنها شامل آب و غذا وجود دارد (۳-۱). در مطالعات اخیر، گزارشات زیادی از حضور ترکیبات مختل‌کننده عملکرد غدد درون ریز که مقلد فعالیت هورمون استروژن در انسان هستند در محتویات بطری ها و ظروف یکبار مصرف گزارش شده است (۷-۳). از بین این ترکیبات می‌توان به ترکیبات شیمیایی صنعتی بیس‌فنولA و نونیل فنول که بطور گسترده در تولیدات گوناگون روزانه استفاده می‌شود نام برد (۸-۴).

بیس‌فنولA با نام ۲، ۲- بیس(۴-هیدروکسی فنیل) پروپان یکی از بیشترین حجم ترکیبات شیمیایی در جهان است (۱, ۹و۱۰). بیس‌فنولA در سال ۱۳۸۵ در جهان ۹ /۳ میلیون تن تولید می شد و این مقدار در سال ۱۳۸۹ به حدود ۶ میلیون تن افزایش یافت (۱۰). این ترکیب یک مونومر پلی کربنات پلاستیکی و اپوکسی رزین است که در حجم زیادی برای تولید ظروف یکبار مصرف، پوشش‌های داخلی قوطی های کنسرو، بطری‌های نگهداری آب و آب معدنی، شیشه های تغذیه اطفال و همچنین در دندانپزشکی، تجهیزات پزشکی، تجهیزات الکترونیکی و غیره در دنیا تولید و مصرف می شود (۱, ۵و۱۱). ساختار شیمیایی بیس‌فنولA در شکل ۱ نشان داده شده است. این ترکیب یکی از مواد زنوژنی است که دارای فعالیت استروژنی ضعیف بوده و قابلیت دخالت در سیستم غدد درونریز انسان و حیات وحش را داشته و موجب افزایش سرطان بیضه و سینه می گردد. علاوه‌بر این موجب کاهش باروری مردان، ماده شدن حیوان نر، ناهنجاری تکاملی جنسی، تغییر در عملکرد غدد هیپوفیز و تیروئید، کاهش عملکرد دستگاه ایمنی و تأثیر منفی بر جنین می گردد (۱۴-۱۱).



شکل ۱: ساختار شیمیایی بیس‌فنول A

نونیل فنول نیز از ترکیبات شیمیایی مختل کننده غدد درونریز در موجودات است که اثرات مضر بالقوهای روی سیستم هورمونی و ناهنجاری های جنسی در جانوران دارد (۷, ۱۱و ۱۵). شکل۲ ساختار شیمیایی نونیل فنول را نشان می دهد. نونیل فنول با نام ۴- (۲،۴دیم تیله پتان-۳) فنول بطور گسترده ای در محیط زیست منتشر شده است، که نتیجه استفاده از ترکیب مورد نظر در صنعت بعنوان ماده افزودنی در رزین های اپوکسی برای تسهیل در ترکیب ذرات، خشک کردن و شکل‌پذیری و نرم کردن مواد پلاستیکی است (۱و۲).



شکل ۲: ساختار شیمیایی نونیل فنول

در ایران، با شرایط آب و هوایی متفاوت و داشتن فصول گرم و تابش شدید نور خورشید اصول صحیحی در نگهداری از بطری‌های آب معدنی در برابر این عوامل محیطی انجام نمی‌شود و در نتیجه امکان مهاجرت و شسته شدن بیس‌فنو A و نونیل فنول از جداره بطری به محتوی آب آن وجود دارد. همچنین اکثریت مردم در ایران از ظروف یکبار مصرف پلاستیکی (لیوانهای یکبار مصرف پلاستیکی) که بیشتر با کیفیت پایین هستند بطور غیر اصولی و نادرست استفاده می‌کنند. از این لیوان های پلاستیکی برای نوشیدنی های گرم و سرد در مسافرت ها، مراسمات مختلف (جشن ها، تعزیه ها، کنفراس ها و غیره) و همچنین در حال حاضر از این ظروف یکبار مصرف در مهمانی‌های خانگی استفاده می کنند که استفاده

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-20]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.4.9.1]

از این نوشـیدنی های گرم و سرد امکان مهاجرت بیس‌فنول A و نونیل فنول از این لیوان های پلاستیکی به داخل نوشیدنی ها را بوجود می‌آورد.

بنابراین از اهداف اصلی این تحقیق می‌توان به، مقایسـه میزان مهاجرت بیس‌فنول A و نونیل فنول از لیوان‌های یکبار مصرف پلاسـتیکی به آب با دماهای مختلف، و همچنین مقایسه میزان مهاجرت بیس‌فنول A و نونیـل فنول از جداره بطری های آب معدنی به آب در دماهای مختلف اشاره کرد.

مواد و روشها

نمونه‌برداری

در تحقـق حاضر بر روی آب ۲۴ بطـری آب معدنی برای هر شـرایط دمایی ۸ نمونه با سه تکرار از یک مارک پر مصرف که در چهار شرایط مختلف شـامل داخل یخچال (دمای ۴°C) و داخـل آون (دماهای ۱۵°C ، ۲۵ و ۴۰) کـه به مدت ۳۰ روز در این شـرایط قرار داده شده بود، انجام شد. همچنین بررسی بـر روی ۴۰ لیوان یکبار مصرف پلاسـتیکی موجـود در بازار برای بررسـی میزان مهاجرت بیس‌فنول A و نونیل فنول به آب ریخته شـده با دماهای مختلـف (۱۰°C، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰) استفاده شد.

آنالیز شیمیایی

برای اسـتخراج بیس‌فنول A و نونیل فنول در نمونه ها از روش استخراج مایع- مایع استفاده شد. بر طبق این روش ابتدا ۵۰g نمک کلرید سدیم را به ۵۰۰mL نمونه آب در قیف جداکننده افزوده شـد و آن را تکان داده تا بطور کامل حل شدند، سپس محلول حاصل با اسـید کلریدریک اسـیدی (pH < 2) شـد. سپس برای اسـتخراج بیس فنول A و نونیل فنول، نمونه آماده شـده درون قیف جا کننده همراه با ۵۰mL از دی کلرو متان به مدت ۵ min دقیقه به شدت تکان داده شد و به مدت min ۱۰ رو پایه ساکن نگه داشته شد تا فاز آلی از فاز آبی جدا شود. این عمل دو بار تکرار شـد. سـپس پس از جداسازی فاز آلی از فـاز آبی در هر دو مرحله اسـتخراج، آب موجود در حلال استخراج شده را توسط انیدرید سولفات سدیم خشک کرده و حجم آنرا ابتدا با دسـتگاه تبخیر کننده دوار به ۱۰mL، سپس با گاز نیتروژن دی کلرو متان کامل خشـک شـد. سـپس مواد خشـک باقیمانده را در ۱mL متانول حل شد. در پایان جهت شناسـایی و اندازه‌گیری کمی میزان بیس‌فنول A و نونیل فنول، محلـول نهایی به دسـتگاه کروماتوگرافی گازی-اسـپکترومتر جرمی (GC-MS) و دسـتگاه کروماتوگرافـی مایع با کارایی بالا تزریق گردید (۱۶).

آنالیز دستگاهی

شناسـایی و تعیین کیفی بیس‌فنول A و نونیل فنول با دسـتگاه کروماتوگرافـی گازی شـرکت Agilent Technologies (HP) آمریـکا مدل GC A۷۹۸۰، مجهز به سـتون موئینه‌ای HP-5 MS، بـه طـول ۳۰ m ، قطـر داخلـی ۰/۲۵ mm، ضخامت فیلم ۰/۲۵ µm و آشـکار سـاز طیف سنجی جرمی مدل C ۵۹۷۵ انجام شـد. برنامه دمایی آون برای جداسـازی پیکها شـامل دمای اولیه سـتون ۱۰۰°C بـرای مدت ۱ min، سپس افزایش دما با میزان ۱۰°C به ازای هر دقیقه تا رسیدن به دمای ۲۹۰°C و در نهایت دمای آون به مدت ۱۰ min در همین دما نگه داشـته می شـود. دمای مکان تزریق ۲۸۰°C قرار داده شـد و از انرژی یونیزاسـیون ۷۰ ev استفاده گردید. گاز حامل بـه کار رفته گاز بی اثر هلیوم با درجه خلوص ۹۹/۹۹۹ ٪ بود. حجم نمونه تزریق شده به دستگاه برای تعیین کیفی بیس فنول A و نونیل فنول به مقدار ۱µL بود و نوع تزریق به دستگاه در حالت اسپلیتلس (split less) بود. یون های انتخاب شده ۷۳، ۱۰۷، ۱۲۱، ۱۳۵ و ۲۲۰ جـرم بـر بار برای نونیل فنول، ۲۱۳ و ۲۲۸ جرم بر بار برای بیس‌فنول A استفاده شد.

همچنیـن تعیین کمی بیس‌فنول A و نونیل فنول با اسـتفاده از دسـتگاه کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (HPLC) ساخت شـرکت Knauer آلمان، مجهز به سـتون تجزیـه ای C_{18} به طـول ۲۵۰ mm، قطـر داخلـی ۴ mm، قطـر ذارت داخلی ۵ µm و آشـکار ساز فلوئورساس سـاخت شرکت شیمادزو SHIMADZO ژاپـن انجام شـد. بـرای تهیـه محلول‌های اسـتاندارد بیس‌فنول A و نونیل فنول برای خط کالیبراسـیون رنج بین ۱۰ ng/L - ۱۰۰۰ از محلول ۱۰۰۰ mg/L شـرکت آمریکایی سـیگما در ماتریکس متانول به عنوان حلال استفاده شـد. تنظیمات دسـتگاهی HPLC و آشکار ساز در جدول ۱ آورده شده است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-20]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.4.9.1]

جدول۱: برنامه زمان بندی فاز متحرک و دکتور و سرعت جریان فاز متحرک HPLC

آشکارساز فلوئورسانس		فاز متحرک			
Emission (nm)	Excitation (nm)	در صد آب	در صد متانول	شدت جریان فاز متحرک	زمان (min)
۳۱۳	۲۲۷	۹۰	۱۰	۰/۳۰۰	۰/۰۰
۳۱۳	۲۲۷	۸۰	۲۰	۰/۳۰۰	۳/۰۰
۳۱۳	۲۲۷	۶۰	۴۰	۰/۵۰۰	۵/۰۰
۳۱۳	۲۲۷	۶۰	۴۰	۰/۵۰۰	۱۰/۰۰

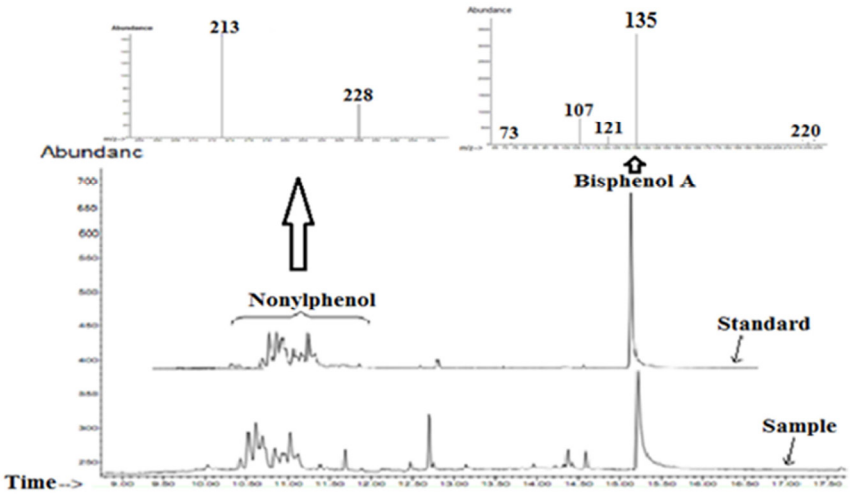
در نهایت جهت ارزیابی کارایی روش حاضر، فاکتورهای صحت، دقت بررسی شد. در نتیجه در صد بازیابی بیس‌فنول A و نونیلفنول به ترتیب برابر ۹۲٪ و ۸۸٪ و در صد خطای نسبی کمتر از ۷ ٪ برای بیس‌فنول A و نونیل فنول از روش حاضر بود. و همچنین مقدار حد تشخیص دستگاه برای بیس‌فنول A و نونیل فنول به ترتیب برابر با ۱۴ و ۱۱ ng/L اندازه گیری گردیدند.

آنالیز آماری

از نرم افزار SPPS-16.00 برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده گردید. ابتدا نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون شاپیرنوویلک و همگنی واریانس ها با استفاده از آزمون لون بررسی شد. پس از تایید نتایج این دو آزمون مبنی بر نرمال بودن داده‌ها ($Sig > 0.5$) و همگن بودن واریانس‌ها گروه‌ها ($Sig > 0.5$) در مرحله بعد، از آزمون پارامتریک آنالیز واریانس یک طرفه، آزمون دانکن برای مقایسه بین گروه‌ها استفاده شد. سطح معنی‌داری برای تمام آزمون ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

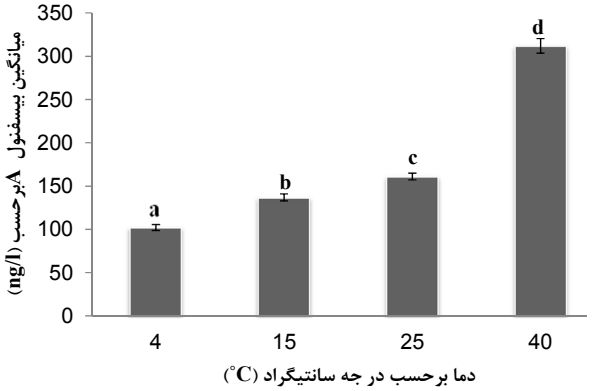
تحقق حاضر که بر روی آب، بطری‌های آب معدنی از یک مارک پر مصرف و ظروف یکبار مصرف انجام شد. نشان داد که در نمونه‌های آب معدنی فقط بیس‌فنول A، و در نمونه‌های آب ظروف یکبار مصرف هر دو ترکیب شناسایی و اندازه‌گیری شد. شکل ۳ کروماتوگراف و یون‌های انتخاب شده بیس‌فنول A و نونیل فنول را در نمونه‌ها و استاندارد جهت مقایسه و شناسایی نشان می‌دهد.



شکل ۳: کروماتوگراف و یون‌های انتخاب شده بیس‌فنول A و نونیل فنول در نمونه‌ها و استاندارد

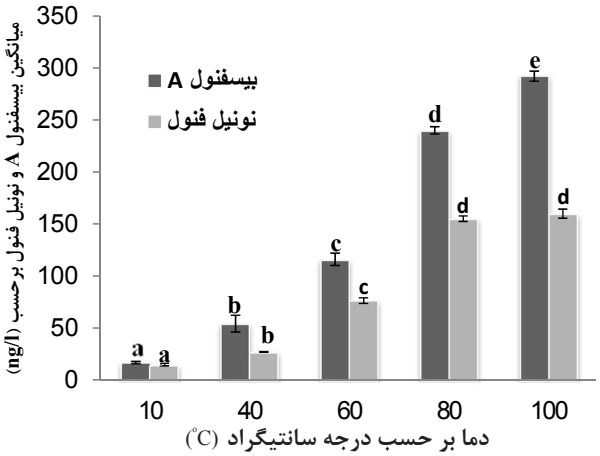
[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-20]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.4.9.1]

نتایـج آزمون آماری آنالیز واریانس یـک طرفه، آزمون دانکن تفـاوت معنـی‌داری را در میان میانگین غلظـت بیس‌فنول A شناسایی شـده در آب بطری‌های آب معدنی در چهار شرایط مختلف نشـان داد ($P < ۰/۰۵$). همان‌طور که شـکل ۴ نشان می دهد بیشـترین میـزان مهاجـرت اندازه‌گیری شـده برای بیس‌فنول A در بطری‌های آب معدنی، در دمای ۴۰°C، بعد به ترتیب در دمای ۲۵ و ۱۵°C و کمترین مقدار در دمای یخچال (۴°C) اندازه‌گیری شد.



شکل ۴: مقایسه میزان مهاجرت بیس‌فنول A از بطری‌های آب معدنی در دماهای مختلف

همچنین نتایـج آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه، آزمون دانکن نشـان داد بین میـزان مهاجرت بیس‌فنـول A و نونیل فنـول از ظـروف یکبار مصرف به آب ریخته شـده با دماهای مختلـف تفـاوت معنـی‌داری وجـود دارد ($P < ۰/۰۵$). بین میزان مهاجـرت بیس‌فنولA در تمام دماهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده شـد، که بیشترین میزان مهاجرت در دمای ۱۰۰°Cو کمتریـن میزان مهاجرت در دمای ۱۰°C اندازه‌گیری شـد (شکل ۵). همان‌طورکه شکل ۵ نشـان می‌دهد بین میزان مهاجـرت نونیـل فنـول در دماهـای ۱۰۰°C و ۸۰ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و بیشترین میزان مهاجرت نونیل فنول از ظروف یکبار مصرف به آب در این دو دما (۱۰۰°C و ۸۰) و کمترین میزان مهاجرت در دمای ۱۰°C اندازه‌گیری شد.



شکل ۵: مقایسه میزان مهاجرت بیس‌فنولA و نونیل فنول از ظروف پلاستیکی یکبار مصرف در دماهای مختلف

بحث

بیس‌فنـولA و نونیل فنول دارای قابلیت مهاجرت از سـاختار پلاسـتیک های حاوی آنها بـه مواد در تماس با پلاسـتیک‌ها از جمله نوشـیدنی ها و غذا هسـتند (۶و۱۱). میزان مهاجرت بیس‌فنـولA و نونیـل فنول از از این مواد پلاسـتیکی شـامل بطری های آب معدنی و ظروف یکبار مصرف به نوشـیدنی‌ها و غـذا در تماس با آنها بسـتگی به زمان تماس و دما بسـتگی دارد (۲, ۷و۱۱). مطالعـات قبلی حضـور بیس‌فنولA و نونیل فنول را در آب بطری‌های آب معدنی مورد بررسی قرار دادند، که در بیشـتر نتایج آنها نیـز مانند نتایج ما فقـط بیس‌فنول A شناسایی شد (۱۱).

همان‌طورکـه نتایـج در معـرض قـرار دادن بطری‌هـای آب معدنـی در دماهای مختلف به مدت ۳۰ روز نشـان می دهد با افزایش دما میزان مهاجـرت بیس‌فنول A به درون آب معدنی افزایش می‌یابد. همان‌طورکه این نتایج نشـان می‌دهد کمترین میزان مهاجرت در دمای ۴°C مشـاهده شـد. نتایج تحقیق Li و همـکاران (۱) و Le و همـکاران (۱۸) نیـز نشـان داد که میزان مهاجرت بیس‌فنـول A از بطری‌های آب معدنی به آب محتوی آنها با افزایش دما افزایش می یابد. بنابراین در ایران به دلیل عدم نگهداری بطری ها آب معدنی در شـرایط استاندارد بخصـوص این بطری ها در معرض عوامـل محیطی و دما بالا قرار می‌گیرند که این عوامل باعث افزایش مهاجرت بیس‌فنو A

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-20]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.4.9.1]

به آب بطری های آب معدنی می شـود و در نتیجه در معرض قرارگیری مصرف‌کننده را در برابر این ترکیب افزایش می دهد. در تحقیـق Li و همـکاران (۱) بـر روی ۲۱ مارک بطری آب معدنی در نمونه‌های خریداری شده از مارکت‌های مواد غذایی در چیـن مقدار بیس‌فنـول A و نونیل فنول اندازه‌گیری شـد. مقادیـر ۱۷/۶ تا ng/L ۳۲۶ و ۱۰۸ تـا ng/L ۲۹۸ به ترتیب برای بیس‌فنول A و نونیل فنـول اندازه‌گیری کردند. که نتایج مطالعـات آنها بـا مقادیر اندازه‌گیری شـده در نمونه‌ها تحقیق حاضـر برای بیس‌فنـول A که بین ۱۰۳ تا ng/L ۳۱۲ اسـت مطابقـت دارد اما در نمونه های آب معدنـی این تحقیق نونیل فنول شناسـایی نشـد. همچنین Toyo'oka و همکاران (۲۰) در ۹ نمونـه آب مختلف از بطری‌هـای آب معدنی خریداری شـده از مارکت‌های مواد غذایی ژاپـن غلظت بیس‌فنول A را بیـن ۳ تـا ng/L ۹ اندازه‌گیری کردند کـه مقادیر اندازه‌گیری شـده توسط این محققین از مقادیر اندازه‌گیری شده در تحقیق حاضر کمتر بود.

بیشتر مردم از ظروف یکبار مصرف برای آشامیدن نوشیدنی های گرم و سـرد در مسافرت‌ها و مراسـمات مختلف در ایام سال در ایران اسـتفاده می‌کنند. که در تحقیق حاضر میزان مهاجرت بیس‌فنـول A و نونیل فنـول از ظروف یکبار مصـرف به این نوشـیدنی های گرم و سـرد بررسی شـد. نتایج مطالعه حاضر در مـورد میزان مهاجرت بیس‌فنول A و نونیل فنول از ظروف یکبار مصرف به آب ریخته شده با دماهای مختلف نشان داد که با فزایش دمای آب ریخته شـده در این ظروف میزان مهاجرت این دو ترکیـب افزایش می یابد. در نتیجـه افزایش دمای آب باعـث افزایش مهاجرت بیس‌فنـول A و نونیل فنول به آب و در معرض قرارگیری مصرف‌کننده به این دو ترکیب می‌شـود. نتایج مطالعات قبلی سـایر نویسـندگان نیـز موافق و مطابق با نتایج مطالعه حاضر بود (۲, ۵-۷, ۱۱و ۱۷).

نتیجه‌گیری

بطورکلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد که عدم نگهداری صحیح بطری‌هـای آب معدنی با توجه به شـرایط آب و هوایی ایران بخصـوص در فصول گرم امکان مهاجرت ترکیبات شـیمیایی مختل‌کننده سیستم غدد درون‌ریز را به آب محتوی آنها افزایش می دهـد بنابرایـن باید این بطری های در شـرایط اسـتاندارد بخصـوص دور از تابش مسـتقیم نور خورشـید و در یخچال نگهداری شـوند. همچنیـن نتایج از این مطالعه نشـان داد که باید در مورد اسـتفاده از ظروف یکبار مصرف بخصوص برای آشامیدن نوشیدنی های گرم و درنتیجه در معرض قرارگیری با این ترکیبات خطرناک هشـدارهای لازم و اطلاع‌رسـانی کامل انجام شود.

تشکر و قدردانی

ایـن مقالـه حاصل طرح تحقیقاتـی بر روی مقادیـر مواد آلی خطرنـاک در بطری‌های آب معدنی و ظـروف یکبار مصرف که در دانشـگاه تربیت مدرس در سال ۱۳۹۰ انجام شده است. همچنین نویسـندگان بـر خـود لازم میدانند تـا از همکاری صمیمانه آقایـان مهندس جابر اعظمی، مهـدی عبدالهی، امیر موتاب سـاعی، مهـدی ابراهیمی و نبی الله خیـر آبادی کمال قدردانی و تشکر را داشته باشند.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-20]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.4.9.1]

منابع

1. Li X, Ying GG, Su HC, Yang XB, Wang L. Simultaa neous determinationand assessment of 4-nonylphenol, bisphenol A and triclosan in tap water, bottled water and baby bottles. Environment International. 2010;36:557-62.
2. Bach C, Dauchy X, Chagnon MC, Etienne S. Chemical migration in drinking water stored in polyethylene terephthalate (PET) bottles: a source of controversy. Water Research. 2012;46(3):571-83.
3. Amiridou D, Voutsa D. Alkylphenols and phthalates in bottled waters. Journal of Hazardous Materials. 2011;185:281-86.
4. Loyo-Rosales JE, Rosales-Rivera GC, Lynch AM, Rice CP, Torrents A. Migration of nonylphenol from plastic containers to water and a milk surrogate. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2004;52:2016-20.
5. Wagner M, Oehlmann J. Endocrine disruptors in bottled mineral water: total estrogenic burden and migration from plastic bottles. Environmental Science and Pollution Research. 2009;16:278-86.
6. Wagner M., Oehlmann J. Endocrine disruptors in bottled mineral water: Estrogenic activity in the E-Screen. The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology. 2011;127:128-35.
7. González-Castro M, Olea-Serrano M, Rivas-Velasco A, Medina-Rivero E, Ordoñez-Acevedo LG, De León-Rodríguez A. Phthalates and bisphenols migration in Mexican food cans and plastic food containers. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2011;86:627-31.
8. Fernandes AR, Rose M, Charlton C. 4-Nonylphenol (NP) in food-contact materials: Analytical methodology and occurrence. Food Additives and Contaminants. 2008;25:364-72.
9. Guart A, Bono-Blay F, Borrell A, Lacorte S. Migration of plasticizersphthalates, bisphenol A and alkylphenols from plastic containers and evaluation of risk. Food Additives and Contaminants. 2011;28:676-85.
10. Li X, Ying GG, Zhao JL, Chen ZF, Lai H J, Su HC. 4-Nonylphenol, bisphenol-A and triclosan levels in human urine of children and students in China, and the effects of drinking these bottled materials on the levels. Environment International. 2011;52:81-86.
11. Wang J, Schnute WC. Direct analysis of trace level bisphenol A, octylphenols and nonylphenol in bottled water and leached from bottles by ultra-high-performance liquid chromatography/tandem mass spectrometry. Rapid Communications in Mass Spectrometry. 2010;24:2605-10.
12. Ballesteros-Gómez A, Rubio S, Pérez-Bendito D. Analytical methods for the determination of bisphenol A in food. Journal of Chromatography A. 2009;1216:449-69.
13. Mol HG, Sunarto S, Steijger OM. Determination of endocrine disruptors in water after derivatization with N-methyl-N-(tert.-butyldimethyltrifluoroacetamide) using gas chromatography with mass spectrometric detection. Journal of Chromatography A. 2000;879:97-112.
14. Ranjit N, Siefert K, Padmanabhan V. Bisphenol-A and disparities in birth outcomes: a review and directions for future research. Journal of Perinatology. 2009;30:2-9.
15. Sun W, Ni J, O'Brien K, Hao P, Sun L. Adsorption of bisphenol A on sediments in the Yellow River. Water, Air and Soil Pollution. 2005;167:353-64.
16. Kawahata H, Ohta H, Inoue M, Suzuki A. Endocrine disrupter nonylphenol and bisphenol A contamination in Okinawa and Ishigaki Islands, Japan—within coral reefs and adjacent river mouths. Chemosphere. 2004;55:1519-27.
17. Yamamoto T, Yasuhara A. Quantities of bisphenol a leached from plastic waste samples. Chemosphere. 1999;38:2569-76.
18. Le HH, Carlson EM, Chua JP, Belcher SM. Bisphenol A is released from polycarbonate drinking bottles and mimics the neurotoxic actions of estrogen in developing cerebellar neurons. Toxicology letters. 2008;176(2):149-56.
19. Votavová L, Dobiáš J, Voldřich M, Čížková H. Migration of nonylphenols from polymer packaging materials into food simulants. Czech Journal of Food Sciences. 2009;27:293-99.
20. Toyo'oka T, Oshige Y. Determination of alkylphenols in mineral water contained in PET bottles by liquid chromatography with coulometric detection. Analytical Sciences. 2000;16(10):1071-76.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-20]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.4.9.1]

Migration of bisphenol A and nonylphenol from mineral water bottles and disposable plastic containers into water at different temperatures

Ali Kazemi[1], Habibollah Younesi[1,*], Nader Bahramifar[1]

[1] Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resource, Tarbiat Modares University,P.O. Box 46414-356, Noor, Mazandaran, Iran.

Received: 1 December 2012 ; Accepted: 25 February 2013

ABSTRACT

Background and Objectives: bisphenol A and nonylphenol are xenoestrogen materials used as a monomer of plastics in widely volume in the production of plastic materials especially mineral water bottles and disposable plastic containers. In this study, we investigated the potential of migration of bisphenol A and nonylphenol from disposable plastic containers into water at different temperatures and also from mineral water into water at different temperatures.

Materials and Methods: We conducted bisphenol A and nonylphenol extraction from each sample through liquid-liquid extraction. For identification and quantitative determination of bisphnol A and nonylphenol, we used gas chromatography equipped with mass detector, and for quantitative determination of these two compounds, we used high-performance liquid chromatography equipped with fluorescence detector.

Results: We found that increasing temperature increased significantly the rate of migration of these two compounds in the water. Moreover, it was revealed that only the presence of bisphenol A in water of mineral water bottles was detected and the increase in temperature also increases the rate of migration bisphenol A into water.

Conclusion: In general, results of this study showed that improper storage of mineral water bottles and also use of disposable plastic containers for hot drinks would result in increasing consumer exposure to these compounds.

Keyword: bisphenol A, nonylphenol, disposable plastic containers, temperature, gas chromatography, high-performance liquid chromatography

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-20]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1392.6.4.9.1]

***Corresponding Author:** *hunesi@modares.ac.ir*
Tel: *+98 122 6253101- 3,* **Fax:** *+98 122 6253499* **Mob:***+98 9113141655*