مقاله پژوهشی

مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره هشتم، شماره اول، بهار ۱۳۹۴، صفحات ۹۷ تا ۱۰۸

# ارزیابی خطر سرطان‌زایی و غیر سرطان‌زایی مواجهه با استرهای فتالات از طریق مصرف آب‌های بطری شده در طول زمان نگهداری

مریم زارع جدی[۱و۲]، نوشین راستکاری[۳]، رضا احمدخانیها[۴]، محمود علی محمدی[۲]، مسعود یونسیان*[۲و۵]

تاریخ دریافت:۹۳/۰۶/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۹/۲۶

## چکیده

***زمینه و هدف:*** *اخیرا، احتمال مواجهه با مواد شیمیایی موجود در جدار بطری‌های پلی اتیلن ترفتالات از طریق مصرف آب‌های بطری شده، نگرانی‌هایی را در مصرف‌کنندگان ایجاد کرده است. یک دسته از این ترکیبات استرهای فتالات نام دارند که برخی از آنها به عنوان ترکیب‌های سرطان‌زا (دی اتیل هگزیل فتالات) و مختل‌کننده‌های غدد درون ریز (دی اتیل هگزیل فتالات، دی بوتیل فتالات و بوتیل بنزیل فتالات) در انسان شناخته می‌شوند. هدف اصلی مطالعه، تعیین تاثیر زمان ماندگاری بر آزادسازی استرهای فتالات در آب‌های بطری شده از زمان تولید تا تاریخ انقضا به مدت یک سال است.*

***روش بررسی:*** *نمونه‌ها بعد خریداری در شرایط توصیه شده بر روی برچسب محصول در دمای اتاق و به دور از نور خورشید نگهداری گردیدند و سپس میزان آزادسازی استرهای فتالات در زمان‌های مورد نظر توسط میکرو استخراج با فاز جامد و کروماتوگرافی گازی با دتکتور جرمی اندازه‌گیری شد. در نهایت ارزیابی خطر مواجهه با ترکیبات مورد نظر برای کل جامعه و گروه‌های حساس (کودکان پیش از سن مدرسه و زنان باردار و شیرده) از طریق محاسبه میزان دریافت روزانه از طریق آب و محاسبه ضریب خطر و ریسک سرطان اضافی صورت گرفت.*

***یافته‌ها:*** *نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که زمان از پارامترهای تاثیرگذار بر افزایش میزان مهاجرت استرهای فتالات از جدار بطری‌ها به درون آب است. به طوری که با گذشت زمان غلظت هر سه ترکیب دی اتیل هگزیل فتالات، دی بوتیل فتالات و بوتیل بنزیل فتالات در آب افزایش می‌یابد و بعد از ۱۲ ماه نگهداری غلظت فتالات‌های مختل‌کننده غدد درون ریز نسبت به هفته اول تولید به ترتیب ۸۱۱/۸، ۲۵۴۵/۲ و۸۳۲ درصد بیشتر شده است. با این حال، در کل در تمامی زمان‌های مختلف نگهداری میزان دی اتیل هگزیل فتالات از حد مجاز تعیین شده توسط EPA (۶$\mu g/L$) تجاوز نکرده و تا رسیدن به این میزان نیز فاصله زیادی وجود داشت. ضریب خطر عوارض غیر سرطان‌زایی محاسبه شده ناشی از این مواجهه (در تمامی گروه‌های هدف در محدوده ۰/۰۰۵ الی ۰/۰۲ $\mu g/KgBW$) به تنهایی از طریق مصرف آب‌های بطری شده در تمامی گروه‌ها کم و قابل چشم‌پوشی است (ضریب خطر<۱). علاوه براین، ریسک سرطان اضافی ناشی از حضور دی اتیل هگزیل فتالات در آب‌های بطری شده نیز ناچیز و قابل چشم‌پوشی است ($9/9\times10^{-7}$).*

***نتیجه‌گیری:*** *با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد که استفاده از آب‌های بطری شده به عنوان یک منبع مواجهه خطرزا با استرهای فتالات مطرح نبوده و استفاده از آنها از این نظر تهدیدی برای سلامت افراد جامعه محسوب نمی‌گردد.*

**واژگان کلیدی:** ارزیابی خطر، استرهای فتالات، آب های بطری شده، کودکان پیش از سن مدرسه، زنان

۱- پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۳- مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۴- گروه اکولوژی انسانی، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۵- (نویسنده مسئول): مرکز تحقیقات کیفیت آب، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران yunesian@tums.ac.ir

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29 ]

## مقدمه

مؤلفه‌هایی چون رشد بی‌رویه و روزافزون جمعیت، ارتقاء سطح فرهنگ و در نتیجه بالا رفتن مصرف سرانه، آلودگی ناشی از توسعه پایدار و گسترش فعالیت‌های صنعتی و غیره همگی موجب گردیده‌اند که آب به مهمترین چالش انسان‌ها تبدیل و تامین آب مورد نیاز جوامع بشری به عنوان اولین دغدغه کشورهای جهان محسوب گردد. از سوی دیگر هزینه تامین آب سالم نیز به دلایلی نظیر گسترش آلودگی منابع آب و فاصله گرفتن منابع مناسب آب از مراکز جمعیتی و افزایش هزینه‌های اجرای طرح‌های مهندسی، دارای روند صعودی است. لذا با عنایت به محدودیت منابع آب در جهان و مؤلفه‌های فوق الذکر، یکی از مهمترین اولویت‌های اجرایی در کشورهای پیشرفته و نیمه پیشرفته، استفاده بهینه از منابع آب قابل شرب از طریق جایگزین نمودن روش‌های نوین تامین آب از جمله استفاده از صنایع آب بسته‌بندی به جای شبکه توزیع آب شهری است، به گونه‌ای که اکنون در بسیاری از کشورهای جهان آب موجود در شبکه توزیع شهری تنها در مصارف بهداشتی و شستشو مورد استفاده قرار گرفته و آب شرب مورد نیاز مردم با استفاده از آب بسته‌بندی تامین می‌گردد که این امر نه تنها موجب صرفه‌جویی در مقیاس بالا در هزینه‌های مرتبط با عملیات تصفیه و گندزدایی آب با هدف شرب می‌شود، بلکه با عنایت به فرسودگی شبکه‌های توزیع و احتمال بروز بحران از طریق نشت انواع آلودگی به سیستم، موجب افزایش ضریب ایمنی در نزد مصرف‌کنندگان نیز شده است و امروزه آب بطری شده به عنوان یک کالای ضروری برای جامعه بین‌المللی مطرح است (۱). بنابراین، علاوه بر پیاده‌سازی روش‌های مختلف بهداشتی در طول تولید و بسته‌بندی آب بطری شده، مانند نظافت تجهیزات و نگهداری صحیح ترکیبات بسته‌بندی، دقت ویژه‌ای باید در نگهداری و انتقال محصول نهایی نیز صورت گیرد (۴-۲). با گسترش روزافزون دانش بشری و پیشرفت در صنعت پلاستیک‌سازی امروزه پوشش پلیمر پلی اتیلن ترفتالات (PET) به دلیل ویژگی های منحصر به فردی که در زمینه عدم نفوذ گازها و سایر عوامل محیطی به داخل بسته‌بندی دارد و نیز حمل و نقل آسان و مقاومت در برابر شکستگی به طور گسترده جهت بسته‌بندی مواد غذایی مختلف به خصوص آب و سایر نوشیدنی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. استرهای فتالیک اسید که به طور متداول به آنها فتالات گفته می‌شود ترکیبات صنعتی هستند که ساختار شیمیایی متداول آنها دی آلکیل یا آلکیل/آریل استر از ۱،۲- بنزن دیکربوکسیلیک اسید (1,2- benzenedicarboxylic acid) با وزن مولکولی کم هستند که شامل دی متیل فتالات، دی اتیل فتالات، دی ان بوتیل فتالات، بوتیل بنزیل فتالات، دی اتیل هگزیل فتالات و دی ان اکتیل فتالات هستند (۵، ۶).

اگرچه بدلیل تاثیر منفی ناشی از نام پلیمر پلی اتیلن ترفتالات در ذهن بسیاری از مردم، تصور می‌شود که استرهای فتالات به عنوان بخشی از این پلیمر باشند، لیکن لازم به ذکر است که ظروف پلی اتیلن ترفتالات از لحاظ شیمیایی و فیزیکی به گروه‌های شیمیایی استرهای فتالات متصل نبوده و ساختار شیمیایی آنها متفاوت است. فتالات‌ها به عنوان پلاستی سایزر (نرم‌کننده) در ساختمان پلی اتیلن ترفتالات کاربرد ندارند و ممکن است به دلیل پراکندگی بالا در محیط، این ترکیبات به صورت افزودنی غیرعمدی در ساختمان پلیمر حضور داشته باشند. لذا فتالات‌ها بصورت کووالانت یا شیمیایی با پلیمر باند نشده و ممکن است تحت شرایط مختلف در طول زمان از جدار مواد پلاستیکی شسته شده و وارد مواد در تماس با آنها شوند و باعث ایجاد مخاطراتی برای سلامت انسان‌ها و محیط زیست شوند (۹-۷).

پروفایل سمی استرهای فتالات موجب شده است که مطالعات زیادی در زمینه تاثیرات منفی آنها بر سلامت انسان صورت پذیرد. برخی از استرهای فتالات توانایی ایجاد اختلال در غدد درون ریز بدن را دارند به طوری که دی اتیل هگزیل فتالات، دی بوتیل فتالات و بوتیل بنزیل فتالات بر اساس طبقه‌بندی صورت گرفته توسط انستیتو سلامت و محیط آمریکا (Institute for Environment and Health (IER)) (IEH) در گروه ۱ (ترکیباتی که توانایی ایجاد اختلال در غدد درون ریز و متابولیسم بدن را دارند و مواجهه با آنها نگران‌کننده



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29 ]

است) جای می‌گیرند (۱۰). گمان می‌رود برخورد مزمن با این مواد در بروز انواع سرطان مرتبط با سیستم درون ریز بدن از جمله سرطان پستان در بانوان و سرطان پروستات در آقایان مؤثر باشد (۱۱). فتالات‌ها بواسطه رقابت با β۱۷-استرادیول برای اتصال به گیرنده استروژن، موجب اختلال در سیستم درون ریز خانم‌ها می‌شوند (۱۲، ۱۳). این ترکیبات با اتصال به گیرنده‌های آندروژنی و رقابت با هورمون تستوسترون، باعث ایجاد اختلال در سنتز و فعالیت هورمون‌های مردانه (آنتی آندروژنیک) می‌شوند (۱۴). علاوه بر این اتصال این ترکیبات به گیرنده‌های هورمون تیروئید، باعث اختلال در متابولیسم بدن و ریتم قلبی می‌شود (۱۰، ۱۵). در دهه‌های اخیر پیامدهای عصبی-رفتاری مرتبط با اختلالات هورمونی ایجاد شده توسط استرهای فتالات نیز مورد توجه قرار گرفته است زیرا بر اساس فرضیه تکامل، هورمون‌های جنسی در رشد و توسعه مغز تاثیر می‌گذارند. به طوری‌که میان مواجهه با استرهای فتالات با وزن مولکولی پایین (دی بوتیل فتالات و دی اتیل فتالات) و بروز اختلالات رفتاری از قبیل اختلال در برقراری ارتباط اجتماعی، شناخت و آگاهی اجتماعی، نیز رابطه معنی‌داری مشاهده شده است (۱۶). علاوه براین غلظت ادراری دی اتیل هگزیل فتالات در کودکان مبتلا به بیماری درخودماندگی (Autism) نیز به طور معنی داری بیشتر از کودکان سالم بوده است (۱۷).

سیستم‌های وابسته به مراجع قانون‌گذار در زمینه سلامت انسان مانند IARC (International Agency for Research on Cancer) و IRIS (Integrated Risk Information System) که سیستمی وابسته به سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا است از میان استرهای فتالات فقط دی اتیل هگزیل فتالات را در گروه ترکیبات احتمالا سرطان‌زا برای انسان (B2) طبقه‌بندی کرده‌اند (۱۸، ۱۹). اتحادیه اروپا نیز در مورد ترکیبات شیمیایی و استفاده امن از آنها مرکزی را به نام REACH (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemical substances) تشکیل داده است که هدف اصلی آن بهبود و ارتقاء آگاهی از حوادث و خطرات مرتبط با استفاده از مواد شیمیایی است. REACH همچنین با ترویج رقابت و نوآوری در جهت استفاده از مواد ایمن تر سعی در حفظ سلامت انسان در سطح بالایی دارد. در طبقه‌بندی ترکیبات شیمیایی REACH استرهای فتالات شامل بوتیل بنزیل فتالات، دی بوتیل فتالات و دی اتیل هگزیل فتالات در لیست مواد بسیار خطرناک و سمی برای سیستم تولید مثل (B 1) قرار دارند (۲۰).

طبق آنچه که در منابع ذکر شده است گذشت زمان تاثیر مستقیم بر میزان آزادسازی ترکیبات به درون مواد غذایی بسته‌بندی شده دارد (۷، ۲۱-۲۳). لذا در این مطالعه میزان آزاد سازی استرهای فتالات در طول زمان مجاز مصرف (یک سال) به منظور بررسی میزان حضور ترکیبات مورد نظر در آب‌های بطری شده در زمان‌های مختلف در طول مدت نگهداری در انبارها طبق شرایط درج شده بر روی برچسب محصول مورد بررسی گردید. همچنین برای بررسی ایمن بودن مصرف آب‌های بطری شده ارزیابی خطر ناشی از آن در گروه های آسیب پذیر مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

### الف- تهیه و آماده سازی نمونه‌ها

از میان برندهای تجاری موجود در بازار بر اساس مطالعه میدانی از میزان فروش و توزیع در سطح کشور و با عنایت به اظهارات مدیر انجمن تولید کنندگان و صادر کنندگان آب‌های معدنی و آشامیدنی ایران ۶ برند پر مصرف که به طور مداوم در تمام فصول سال نیز موجود هستند، انتخاب شدند. برای تهیه به شرکت‌های تولید کننده سفارش داده شد بنابراین آب‌های بطری شده در اولین روزهای تولید به طور مستقیم از نمایندگی کارخانجات مربوطه خریداری گردید تا هم در زمان صفر واقعی مقادیر استرهای فتالات اندازه‌گیری شوند و هم از یکسان بودن شرایط نگهداری آب‌های بطری شده منطبق با مراحل اجرای مطالعه اطمینان حاصل شود و بدین ترتیب بتوان تاثیر شرایط نگهداری بر روی میزان آزادسازی ترکیبات هدف را به خوبی دنبال نمود. در ادامه مطابق با اهداف مطالعه



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29 ]

آب‌های بطری شده طبق شرایط توصیه شده کارخانه نگهداری شدند و نمونه‌های مورد نظر از نظر مهاجرت استرهای فتالات در بازه‌های زمانی مختلف به صورت زیر پایش شدند:

– بررسی غلظت اولیه استرهای فتالات موجود در آب‌های بطری شده (نمونه شاهد)، بلافاصله بعد از خریداری از کارخانجات تولید کننده (در هفته اول تولید)

– بررسی غلظت استرهای فتالات در آب‌های بطری شده بعد از نگهداری آنها از زمان تولید تا زمان انقضاء تعیین شده توسط کارخانه (شرایط نرمال درج شده بر روی برچسب بطری).

در این مرحله سنجش و آنالیز غلظت ترکیبات مورد نظر در محتوای آب در روز پانزدهم (حداقل زمانی که آب بطری شده پس از تولید به دست مصرف کننده می‌رسد)، روز سی‌ام، روز چهل و پنجم ، ماه ششم بعد از زمان تولید و ۱۲ ماه بعد از تولید (نزدیک به زمان انقضا) توسط تکنیک میکرواستخراج فاز جامد (SPME) و گاز کروماتوگرافی با دتکتور جرمی (GC-MS) انجام شد.

**ب- استخراج و اندازه‌گیری استرهای فتالات**

به منظور استخراج آنالیت‌های مورد نظر توسط فیبر مقدار ۱۰ mL آب به همراه ۰/۱ g نمک NaCl و ۱۰μL بنزیل بنزوات (استاندارد داخلی) در ظروف نمونه با درب مخصوص ریخته شده و بعد از فیکس کردن درب ظرف فیبر توسط سرنگ مخصوص در فضای خالی بالای ظرف قرار گرفت سپس ظروف نمونه همراه با فیبر به مدت ۶۰ min در دمای ۸۰ °C قرار داده شد. بعد از گذشت این مدت سرنگ از درب ظرف خارج شده و داخل injector دستگاه کروماتوگرافی گازی دتکتور جرمی به مدت ۳ min با دمای ۲۵۰ °C قرار گرفت جهت آنالیز از ستون مویینه (30m, 0.25 mm id, 0.25 μm film thickness) DB-1 و برنامه دمایی زیر استفاده گردید.

**ج- ارزیابی خطر مواجهه با استرهای فتالات**

Injector temperature: 250 °C

Carrier flow (He): 1.5 mL/min.

Initial column temperature: 80 ºC held for 0.5 min.

1st Ramp: 15 °C/ min to 280 °C

Final temperature: 280 °C hald for 4 min.

به منظور ارزیابی خطر ناشی از مواجهه با استرهای فتالات از طریق مصرف آب‌های بطری شده، اولین گام محاسبه میزان مواجهه افراد با ماده مورد نظر از طریق مصرف آب‌های بطری شده است. بدین جهت نیازمند دو دسته از اطلاعات هستیم:

– میزان توصیه شده دریافت آب در روز بر اساس وزن بدن (برحسب لیتر در روز)

– حداکثر غلظت ماده مورد نظر در آب (بر حسب میکروگرم در لیتر)

سپس با قرار دادن اطلاعات فوق در فرمول زیر میزان مواجهه با استرهای فتالات از طریق دریافت آب بر حسب وزن بدن (Estimated daily intake via drinking water (EDI= μg/kg body weight/day)) محاسبه می‌گردد.

$$EDI = MC \times Water\ Consumption$$

در این فرمول:

Water Consumption= میزان توصیه شده دریافت آب در روز بر اساس وزن بدن (لیتر/کیلوگرم وزن بدن / روز)

MC (Maximum Concentration)= بیشینه غلظت ترکیبات مورد نظر در آب‌های بطری شده (میکروگرم بر لیتر)

در ادامه به منظور محاسبه ریسک حاصل از مواجهه با استرهای فتالات از طریق مصرف آب‌های بطری شده در ایجاد عوارض غیر سرطان‌زایی ترکیبات مذکور از روش محاسبه ضریب خطر (hazard quotient (HQ)) استفاده می‌شود. ضریب خطر (HQ) نسبت میان میزان مواجهه با ترکیب مورد نظر از طریق مصرف آب‌های بطری شده و حدود مجاز دریافت استرهای فتالات از کلیه مسیرها است که از طریق فرمول ذیل محاسبه می‌گردد:

در این فرمول:

$$HQ = \frac{EDI}{RfD}$$



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29 ]

Estimate daily intake via drinking water (EDI:)
EDI (µg/kg body weight/ day)= میـزان مواجهــه با اســتر فتالات از طریق مصــرف آب (میکروگرم/کیلوگرم وزن بدن/ روز)
IRIS RfD chronic non-carcinogenic effect)
RfD (risk (RfD, µg/kg bw/day)= میــزان مجــاز مواجهه روزانه با اســترهای فتالات بــدون ایجاد عوارض غیر ســرطان زایی در انسان از همه منابع و مسیرهای مواجهه است (میکروگرم/کیلوگــرم وزن بــدن/ روز). این حد برای دی اتیل هگزیل فتالات برابر با ۲۰ µg/kg bw/day، برای دی بوتیل فتــالات ۱۰۰ µg/kg bw/day و بــرای بوتیل بنزیل فتالات برابر با ۲۰۰ µg/kg bw/day است.

از میان اســترهای فتالات تنها دی اتیل هگزیل فتالات در دسته ترکیبات احتمالا ســرطان‌زا برای انسان طبقه‌بندی می‌شوند. لذا با توجه به این موضوع در این مطالعه ریســک ســرطان اضافی ناشــی از حضور بیشــینه مقــدار دی اتیل هگزیــل فتالات در آب‌های بطری شده با استفاده از فرمول ذیل محاسبه می‌گردد.

$$ELCR = \text{Drinking Water Unit Risk} \times MC$$

در این فرمول:
ELCR (Excess Lifetime Cancer Risks)= ریســک ســرطان اضافی بر اثر مواجهه با مواد شیمیایی از طریق مصرف آب‌های بطری شده (بدون واحد)
Drinking Water Unit Risk= ریسک واحد تعریف شده بــه ازای هر میکروگرم دی اتیل هگزیل فتالات موجود در یک لیتر آب. این مقــدار به ازای هر واحد دی اتیل هگزیل فتالات در آب برابر با $۴/۷\times۱۰^{-۷}$ µg/L آب است.
MC= بیشــینه غلظــت دی اتیل هگزیل فتــالات در آب های بطری شده بر حسب میکروگرم بر لیتر

**ه- تجزیه و تحلیل آماری**

تجزیــه و تحلیل نتایج با اســتفاده از نرم افــزار آماری SPSS ویرایش ۲۰ و انجام آزمون های ناپارامتری به دلیل عدم توزیع نرمال توســط تســت فریدمن انجام گرفت. P<۰/۰۵ به عنوان حد معنی داری در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

مقادیر شش اســتر فتالات متداول (مطابق جدول شماره ۱) در ابتــدای مطالعه بلافاصله پس از تهیــه و جمع‌آوری نمونه‌ها از مراکز فروش اصلی و قبل از قرار گرفتن در شــرایط مورد نظر اندازه‌گیری شد. میانگین غلظت دی اتیل هگزیل فتالات و دی بوتیل فتالات به عنوان دو دســته از مختل‌کننده‌های غدد درون ریــز در نمونه های مورد نظــر به ترتیب برابر با ۰/۲۱۷ µg/L و ۰/۰۶۹ بــود. بوتیــل بنزیل فتالات به عنوان دســته‌ای دیگر از ترکیبــات مختل‌کننــده غدد درون ریز در نمونه‌های شــاهد شناسایی نشد.

مدت زمان مجاز مصرف آب‌های بطری شده از سوی مراجع قانون‌گذار یک سال تعریف شده است ولی تاکنون مطالعه‌ای در زمینه بررسی آزادسازی اســترهای فتالات در طول مدت نگهــداری از زمان تولید تا انقضا صورت نگرفته اســت؛ لذا در این مطالعه ســعی بر آن شــد که آب‌های بطری شــده را کاملا مطابق با توصیه‌های درج شــده روی برچســب بطری نگهــداری کرده و بــه منظور تعیین اثر بخشــی این متغیر در طول این مدت از زمان رســیدن محصول به دســت مصرف کننــده (حداقــل روز پانزدهم) تــا پایان زمان درج شــده بر روی برچســب بطری (۱۲ ماه بعد از تاریخ تولید) آزادسازی اســترهای فتالات در پنج بازه زمانی اندازه‌گیری شد و نتایج مربــوط به آن در جدول ۱ گزارش شــده اســت. بطری‌ها به مدت یک ســال از زمان صفر تولید تا زمان رسیدن به تاریخ انقضا درج شــده بر روی برچســب بطــری در جای تاریک و به دور از نور خورشــید نگهداری شــدند و بعد از ۱۲ ماه نگهداری، شــاهد افزایش تدریجی غلظــت دی اتیل هگزیل فتــالات در نمونه‌های مــورد نظر با میانگیــن غلظت µg/L ۰/۹۹۷±۰/۶۳۷ و در رنــج غلظتــی µg/L ۰/۱۵۶-۲/۱۱۰ بودیم.



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29 ]

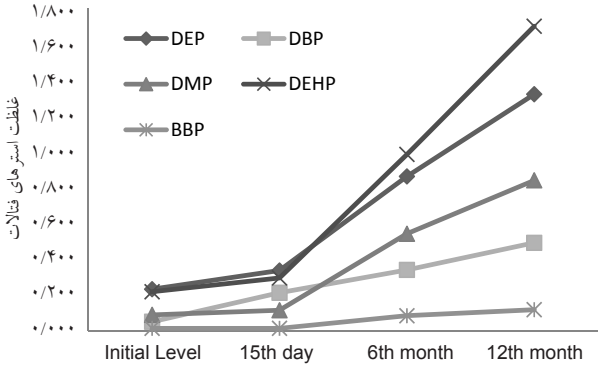
جدول ۱- مقادیر میانگین و انحراف معیار غلظت‌های استرهای فتالات (µg/L) در آب‌های بطری شده در طول زمان مجاز مصرف

| شاخص | روز پانزدهم | روز سی ام | روز چهل و پنجم | ماه ششم | ماه دوازدهم | P-value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **DEP** | ۰/۳۳۵±۰/۲۰۰ | ۰/۴۵۴±۰/۳۳۴ | ۰/۴۸۰±۰/۳۳۶ | ۰/۸۶۰±۰/۴۳۵ | ۱/۳۱۸±۰/۴۸۲ | ۰/۰۰۲ |
| **DBP** | ۰/۲۱۱±۰/۳۱۷ | ۰/۱۵۵±۰/۱۵۳ | ۰/۱۷۳±۰/۱۵۳ | ۰/۳۳۸±۰/۱۵۸ | ۰/۴۹۰±۰/۱۷۶ | ۰/۰۳۰ |
| **DMP** | ۰/۱۱۳±۰/۰۵۷ | ۰/۲۱۹±۰/۱۹۱ | ۰/۲۳۷±۰/۱۹۳ | ۰/۵۴۰±۰/۲۴۵ | ۰/۸۳۸±۰/۲۱۴ | ۰/۰۰۲ |
| **DEHP** | ۰/۲۹۴±۰/۱۴۹ | ۰/۵۲۹±۰/۲۹۲ | ۰/۶۰۱±۰/۳۵۹ | ۰/۹۸۲±۰/۱۵۹ | ۱/۶۹۷±۰/۳۹۰ | ۰/۰۰۲ |
| **BBP** | n.d. | ۰/۰۲۵±۰/۰۲۵ | ۰/۰۳۲±۰/۰۳۱ | ۰/۰۸۳±۰/۰۱۵ | ۰/۱۱۷±۰/۰۲۶ | ۰/۰۰۲ |
| **DnOP** | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | - |

nd: not ditected.

DEP:Diethyl phthalate; DBP: Dibutyl phthalate; DMP: Dimethyl phthalate; DEHP: Diethylhexyl phthalate; BBP: Benzyl buthl phthalate; Dnop: Di-n-octyl phthalate

غلظت سایر استرهای فتالات نیز در طول دوران نگهداری روند صعودی داشته و با افزایش زمان ماند غلظت آنها افزایش یافته است و بعد از ۳۶۵ روز به بیشترین حد خود رسید (شکل ۱). درصد افزایش استرهای فتالات در پایان دوره مصرف نسبت به غلظت اولیه استرهای فتالات در روز اول تولید (نمونه شاهد) به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است به طوری که این افزایش برای دی اتیل هگزیل فتالات در روز پانزدهم، ماه ششم و ماه دوازدهم به ترتیب برابر با ۳۳/۴، ۴۳۳/۲ و ۸۱۱/۸ برابر نسبت به سطح اولیه آنها در آب بطری شده ( نمونه شاهد) است (جدول ۲).




شکل ۱- میانگین افزایش غلظت استرهای فتالات در طول زمان نگهداری (میکروگرم بر لیتر)

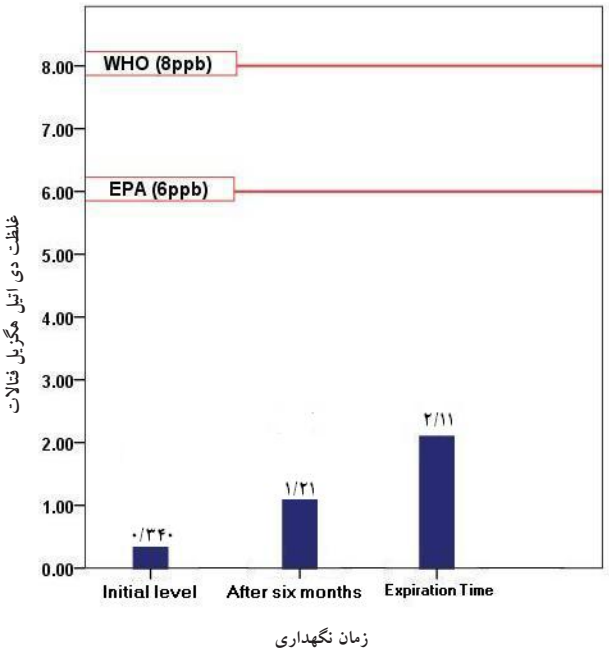
جدول ۲- درصد افزایش استرهای فتالات در سه دوره زمانی (ابتدا، میانه و پایان مصرف) نسبت به گروه کنترل (غلظت اولیه فتالات ها در روز صفر تولید).

| | زمان نگهداری | | |
|---|---|---|---|
| | روز پانزدهم | ماه ششم | ماه دوازدهم |
| **DEP** | ۶۴/۴ | ۳۴۲/۳ | ۵۸۸/۰ |
| **DBP** | ۲۶۳/۸ | ۱۵۷۶/۷ | ۲۵۴۵/۲ |
| **DEHP** | ۳۳/۴ | ۴۳۳/۲ | ۸۱۱/۸ |
| **DMP** | ۶۲/۲ | ۹۸۲/۵ | ۱۴۲۹/۱ |
| **BBP** | ۰۰/۰ | ۵۶۲/۶ | ۸۳۲/۰ |



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29 ]

در بازه‌هـای زمانی مختلف میانگین غلظت اسـترهای فتالات تفاوت معنی داری با گذشـت زمان داشتند (P<۰/۰۰۲) و این رابطه به صورت افزایشـی بوده اسـت. حداکثـر میزان مجاز آلاینده ((MCL(Maximum contaminant level) در آب‌های نوشـیدنی توسط سـازمان جهانی بهداشت و سازمان حفاظت از محیط زیسـت تنها بـرای دی اتیل هگزیل فتالات تعریف شـده است (۸ و ۶ µg/L). غلظت DEHP در تمام نمونه‌هـا کمتر از حد مجاز اسـتاندارد تعیین شـده در EPA (۶ µg/L) و WHO (۸ µg/L) بود و همانطورکه در شکل ۲ نشـان داده شده است بیشینه غلظت دی اتیل هگزیل فتالات بعـد از ۱۲ ماه نگهداری به ۲/۱۱ µg/L رسـید که این میزان بسـیار کمتر از حد مجاز اعلام شـده است و تا رسیدن به این حد نیز فاصله زیادی وجود دارد (شکل ۲).




**شکل ۲- تفاوت میان بیشینه غلظت دی اتیل هگزیل فتالات (برحسب میکروگرم بر لیتر) در روز اول تولید آب‌های بطری شده با میان و پایان دوره مصرف و مقایسه آن با حد مجاز اعلام شده توسط EPA و WHO (۶ و ۸ µg/L).**

از آنجا که کودکان و زنان باردار و شـیرده نسـبت به مواجهه با ترکیبات شـیمیایی در مقایسـه با سـایر گروه‌هـای جامعه آسـیب پذیرتر هسـتند، ارزیابـی خطـر مواجهه بـا ترکیبات مختل‌کننده غدد درون ریز موجود در آب‌های بطری شـده در این گروه‌های جمعیتی صورت گرفت. لذا در این مطالعه برای اولین بار به منظور تعیین میزان مواجهه افراد با استرهای فتالات از طریق مصرف آب‌های بطری شـده به جای آب لوله‌کشی از روش ارزیابی مواجهه و محاسبه hazard quotient (HQ) استفاده شد. بدین ترتیب که پس از اندازه‌گیری سطح استرهای فتالات در آب‌های بطری شده، به منظور ارزیابی خطر مواجهه بـا این ترکیبات از طریق آب آشـامیدنی، میزان مواجهه روزانه با استرهای فتالات بر اساس میزان دریافت روزانه آب محاسبه گردید. همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده است بیشترین میزان دریافت روزانه بر حسـب وزن بدن بـه ترتیب در زنان شـیرده و کودکان قبل از سـن مدرسه مشـاهده گردید. اما با محاسـبه ضریب خطر موجود مشاهده گردید که سهم مواجهه با اسـترهای فتالات از طریق مصرف آب به قدری کم است که قابل چشم‌پوشـی است (HQ<1). بیشترین و کمترین ضریب خطر محاسبه شده به ترتیب در رابطه با دی اتیل هگزیل فتالات در زنان شـیرده (HQ= ۰/۰۱) و بوتیل بنزیل فتالات در زنان بالغ (HQ= ۰/۰۰۰۰۲۵) مشاهده گردید.

علاوه براین ریسـک سـرطان اضافی ناشی از حضور دی اتیل هگزیل فتالات در آب‌های بطری شده بر اساس بیشینه غلظت این ترکیب در آب‌های بطری شـده ناچیز و قابل چشم‌پوشـی است (جدول ۳).



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29 ]

جدول ۳: ارزیابی خطر حاصل از مواجهه با بیشینه غلظت استرهای فتالات در آب‌های بطری شده

| بوتیل بنزیل فتالات | دی بوتیل فتالات | دی اتیل هگزیل فتالات | |
|---|---|---|---|
| ۰/۱۶ | ۰/۸۳ | ۲/۱۱ | **بیشینه غلظت (µg/L)** |
| | | | **میزان دریافت روزانه (EDI)** |
| ۰/۰۱ | ۰/۰۶ | ۰/۱۶ | کودکان پیش از سن مدرسه (۱-۶ سال) |
| ۰/۰۰۶ | ۰/۰۳۳ | ۰/۰۹ | نوجوانان |
| ۰/۰۰۵ | ۰/۰۳ | ۰/۰۷ | زنان |
| ۰/۰۰۷ | ۰/۰۳۳ | ۰/۰۸ | زنان باردار |
| ۰/۰۲ | ۰/۰۸ | ۰/۲ | زنان شیرده |
| ۰/۰۰۷ | ۰/۰۳۵ | ۰/۰۹ | مردان |
| | | | ضریب خطر (HQ) |
| ۰/۰۰۰۰۵ | ۰/۰۰۰۶ | ۰/۰۰۸ | کودکان پیش از سن مدرسه (۱-۶ سال) |
| ۰/۰۰۰۰۳ | ۰/۰۰۰۳۳ | ۰/۰۰۴۵ | نوجوانان |
| ۰/۰۰۰۰۲۵ | ۰/۰۰۰۳ | ۰/۰۰۳۵ | زنان |
| ۰/۰۰۰۰۳۵ | ۰/۰۰۰۳۳ | ۰/۰۰۴ | زنان باردار |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۸ | ۰/۰۱ | زنان شیرده |
| ۰/۰۰۰۳۵ | ۰/۰۰۰۳۵ | ۰/۰۰۴۵ | مردان |
| – | – | $۹/۹\times ۱۰^{-۷}$ | **ریسک سرطان اضافی (ELCR)** |

## بحث

پلی اتیلن ترفتالات گسترده ترین ماده مورد استفاده برای بسته‌بندی مایعات است که به دلیل ویژگی‌های فیزیکی مناسبی که دارد جایگزین ظروف شیشه‌ای شده است. اگرچه مقررات کمیسیون اروپا (۲۴) استفاده از استرهای فتالات را در بسته‌بندی‌های مواد غذایی مجاز ندانسته ولی فتالات‌ها در بسته‌بندی‌های پلی اتیلن ترفتالات و آب‌های بطری شده در مطالعات مختلف شناسایی شده‌اند. مطالعات صورت گرفته احتمال مهاجرت استرهای فتالات را در بازه‌های زمانی مختلف بررسی نموده‌اند ولی تاکنون در هیچ مطالعه‌ای مدت زمان ماندگاری محصول به مدت یک سال از نظر مهاجرت استرهای فتالات و ایمن بودن محصول در پایان زمان انقضا مورد بررسی قرار نگرفته است. در این مطالعه برای محدود کردن کلیه متغیرهای مخدوش کننده همه نمونه‌ها از یک رده تولید و در زمان صفر تولید خریداری شدند و قبل از اینکه نمونه‌های تهیه شده در شرایط‌های مختلف نگهداری قرار داده شوند به منظور تعیین اثر بخشی شرایط نگهداری بر آزادسازی استرهای فتالات، از هر برند یک نمونه از نظر حضور اولیه استرهای فتالات بررسی شد. نتایج حاکی از پایین بودن میانگین غلظت استرهای فتالات (دی بوتیل فتالات، دی اتیل فتالات، دی متیل فتالات و دی اتیل هگزیل فتالات) در آب‌های بطری



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29 ]

شـده بـود. بر اسـاس نتایج حاصـل از ارزیابی اثرات سـمی فتالات‌ها مخصوصـا دی اتیل هگزیل فتـالات در اثر مواجهه با انسـان و حیوانات، سـازمان محیط زیست و بهداشت کانادا بر لزوم پایش سـطح دی اتیل هگزیل فتـالات در مواد غذایی در تماس با محصولات حاوی پلاسـتی سایزرها تاکید کردند. علاوه برآن سـازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا (EPA) نیـز دو مجموعه از قوانین را درمورد آلاینده‌های شـیمیایی در آب‌های نوشیدنی تصویب کرده است: ۱. حداکثر میزان آلاینده هـدف (MCLG(Maximum contaminant level (goals): این هدف بهداشـتی غیرقابل اجرا، صرفا بر اسـاس خطرات بهداشـتی احتمالی در اثر مواجهـه بیش از یک طول عمر با حاشـیه ایمنی کافی تعیین می‌شود. در مورد آلاینده‌های آب‌های نوشـیدنی کمتر از میزان مشخص شـده و یا کمتر از ریسـک سـلامتی احتمالی اسـت، و ۲. حداکثر میزان آلاینده (MCL(Maximum contaminant level)) کـه همان حداکثر مقدار مجاز آلاینده در آب‌های نوشـیدنی اسـت، یک اسـتاندارد اجباری و قابل اجرا اسـت. به جز دی اتیل هگزیل فتـالات، در مـورد دیگر فتالات‌ها میـزان MCL در آب‌های آشامیدنی تعیین نشده اسـت. براساس قوانین EPA، در مورد دی اتیل هگزیل فتالات، MCLG برابر با صفر است و حداکثر سـطح مجاز دی اتیل هگزیـل فتالات در آب‌های نوشـیدنی ۶ µg/L تعیین شده است (۲۵). علاوه براین، WHO و EU سـقف مجاز ۸ µg/L دی اتیـل هگزیل فتالات را در آب‌های نوشیدنی تعیین کرده‌اند (۲۴، ۲۶).

میانگیـن غلظت دی اتیل هگزیل فتالات در نمونه‌های شـاهد بسـیار پایین‌تر از حد مجاز اعلام شـده توسـط سـازمان‌های قانون‌گـذار بـود (۰/۲۱۷ µg/L). در مطالعات صورت گرفته (۲۲، ۲۷–۲۸) نیـز مقدار غلظت دی اتیـل هگزیل فتالات در نمونه‌های تازه تولید شـده کمتر از ۰/۴ µg/L گزارش شـده است که با نتایج بدست آمده از این مطالعه همخوانی دارد.

همانطـور که ذکر گردید، هـم در نمونه‌های شـاهد و نیز در نمونه‌های نگهداری شـده به مدت یک سال دی اتیل هگزیل فتالات نسـبت به سایر اسـترهای فتالات بالاترین میزان را به خود اختصاص داده اسـت و ترتیب میانگین غلظت استرهای فتالات به صورت ذیل است:

DEHP>DEP>DBP>DMP>BBP

Leivadara و همـکاران گزارش کردند که غلظت دی اتیل هگزیل فتالات در آب‌های بطری شده که در دمای $^0C$ ۲۴ در جای تاریک به مدت ۳ ماه نگهداری شـدند از غلظت کمتر از ۰/۵ بـه µg/L ۲ افزایش یافـت (۲۱). درصد افزایش میانگین غلظت فتالات‌ها به مدت یک سـال در بازه‌های زمانی مختلف نسبت به گروه کنترل نیز تایید کننده اثر زمان در افزایش غلظت استرهای فتالات است.

قابل ذکر است که دی ان اکتیل فتالات (DnOP) در هیچ کدام از نمونه‌ها یافت نشـد و بوتیل بنزیـل فتالات (BBP) نیز در نمونه‌های شاهد و نیز نمونه های نگهداری شده به مدت ۱۵ و ۳۰ روز حضور نداشت لیکن با گذشت زمان غلظت‌های کمی از آن در بازه‌هـای زمانی بعدی مشـاهده گردید و بعد از یک سـال نگهداری در دمای $^0C$ ۲۵ بیشترین غلظت آن به ترتیب به µg/L ۰/۱۶ رسید.

ارزیابی خطر محاسـبه شده نشان داد که در گروه‌های مختلف مورد مطالعه زنان شـیرده و کودکان قبل از سـن مدرسه (۱–۶ سـال) بیشترین مواجهه با استرهای فتالات را از طریق مصرف آب‌هـای بطری شـده را دارند ولی نتایج حاصل از محاسـبه ضریب خطر نشان داد که این سطح از حضور استرهای فتالات در آب‌های بطری شـده خطری را متوجـه افراد مصرف کننده خصوصا گروه‌های آسیب‌پذیر نمی‌نماید.

## نتیجه‌گیری

نتایـج حاصل از این مطالعه نشـان داد که زمـان نگهداری در افزایش میزان آزادسـازی اسـترهای فتالات از جدار بطری‌ها موثر است. ولی غلظت دی اتیل هگزیل فتالات بدست آمده در این مطالعه بسیار پایین‌تر از حد مجاز اعلام شده توسط EPA و WHO در آب‌های آشامیدنی بود و تا رسیدن به این حد نیز فاصله زیادی وجود داشت.

بـا توجه به نتایج بدسـت آمـده و ارزیابی میـزان مواجهه در



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29 ]

گروه‌های حساس جامعه به نظر می‌رسد که استفاده از آب‌های بطـری شـده به عنوان یک منبـع مواجهه خطرزا با اسـترهای فتالات محسـوب نمی‌گردد و سـهم آب‌های بطری شـده از نظر حضور اسـترهای فتالات ناچیز اسـت. بنابراین استفاده از آب‌های بطری شـده از این لحاظ برای تمامی مصرف‌کنندگان خطری را به همراه ندارد.


## تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل (بخشی از) طرح تحقیقاتی با عنوان "اندازه‌گیری میزان آزادسـازی اسـترهای فتالات در آب‌های بطری شده در پلی اتیلن ترفتالات (PET) تحت شـرایط مختلف نگهداری" مصوب دانشـگاه علوم پزشـکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران در سـال ۱۳۹۰ با کد ۱۴۵۸۰-۴۶-۰۲-۹۰ اسـت که با حمایت دانشـگاه علوم پزشـکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران اجرا شده است.


## منابع


1- International Bottled Water Association. Bottled Water vs Tap Water. Alexandria: International Bottled Water Association; 2009 [cited 25 Jun 2014]. Available from: http://www.bottledwater.org/health/bottled-water-vs-tap-water

2- Krachler M, Shotyk W. Trace and ultratrace metals in bottled waters: survey of sources worldwide and comparison with refillable metal bottles. Science of the Total Environment. 2009;407(3):1089-96.

3- Kokkinakis EN, Fragkiadakis GA, Kokkinaki AN. Monitoring microbiological quality of bottled water as suggested by HACCP methodology. Food Control. 2008;19(10):957-61.

4- Venieri D, Vantarakis A, Komninou G, Papapetropoulou M. Microbiological evaluation of bottled non-carbonated ("still") water from domestic brands in Greece. International Journal of Food Microbiology. 2006;107(1):68-72.

5- Li X, Zeng Z, Chen Y, Xu Y. Determination of phthalate acid esters plasticizers in plastic by ultrasonic solvent extraction combined with solid-phase microextraction using calix[4]arene fiber. Talanta. 2004;63(4):1013-19.

6- Cao XL. Phthalate esters in foods: Sources, occurrence, and analytical methods. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2010;9(1):21-43.

7- Amiridou D, Voutsa D. Alkylphenols and phthalates in bottled waters. Journal of Hazardous Materials. 2011;185(1):281-86.

8- Bach C, Dauchy X, Chagnon M-C, Etienne S. Chemical compounds and toxicological assessments of drinking water stored in polyethylene terephthalate (PET) bottles: A source of controversy reviewed. Water Research. 2012;46(3):571-83.

9- Fasano E, Bono-Blay F, Cirillo T, Montuori P, La-




[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29 ]

corte S. Migration of phthalates, alkylphenols, bisphenol A and di (2-ethylhexyl) adipate from food packaging. Food Control. 2012;27(1):132-38.
10- IEH. Chemicals purported to be endocrine disruptors: A compilation of published lists. Leicester (UK): Institute for Environment and Health; 2005 Mar. Report No.: IEH Web Report W20.
11- Ceretti E, Zani C, Zerbini I, Guzzella L, Scaglia M, Berna V, et al. Comparative assessment of genotoxicity of mineral water packed in polyethylene terephthalate (PET) and glass bottles. Water Research. 2010;44(5):1462-70.
12- Sax L. Polyethylene terephthalate may yield endocrine disruptors. Environmental Health Perspectives. 2010;118(4):445-48.
13- 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(3):278-86.
14- Gupta RK, Singh JM, Leslie TC, Meachum S, Flaws JA, Yao HH. Di-(2-ethylhexyl) phthalate and mono-(2-ethylhexyl) phthalate inhibit growth and reduce estradiol levels of antral follicles in vitro. Toxicology and Applied Pharmacology. 2010;242(2):224-30.
15- Ghisari M, Bonefeld-Jorgensen EC. Effects of plasticizers and their mixtures on estrogen receptor and thyroid hormone functions. Toxicology Letters. 2009;189(1):67-77.
16- Miodovnik A, Engel SM, Zhu C, Ye X, Soorya LV, Silva MJ, et al. Endocrine disruptors and childhood social impairment. Neurotoxicology. 2011;32(2):261-67.
17- Testa C, Nuti F, Hayek J, De Felice C, Chelli M, Rovero P, et al. Di-(2-ethylhexyl) phthalate and autism spectrum disorders. ASN Neuro. 2012;4(4):223-29.
18- IARC. Some chemicals present in industrial and consumer products, food and drinking-water. Lyon: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer; 2013.
19- IRIS. Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) (CASRN 117-81-7). Washington: Integrated Risk Information System; 2014 [cited 2014 Nov 20]. Available from: http://www.epa.gov/iris/subst/0014.htm.
20- The European Chemicals Agency. Registration, evaluation, authorisation and restriction of chemicals, Regulation-Annex XIV21. Helsinki, Finland: The European Chemicals Agency; 2012 [cited 11 Jun 2014]. 2012. Available from: http://echa.europa.eu/regulations/reach/legislation.
21- Leivadara SV, Nikolaou AD, Lekkas TD. Determination of organic compounds in bottled waters. Food Chemistry. 2008;108(1):277-86.
22- Montuori P, Jover E, Morgantini M, Bayona JM, Triassi M. Assessing human exposure to phthalic acid and phthalate esters from mineral water stored in polyethylene terephthalate and glass bottles. Food Additives and Contaminants. 2008;25(4):511-18.
23- Al-Saleh I, Shinwari N, Alsabbaheen A. Phthalates residues in plastic bottled waters. The Journal of Toxicological Sciences. 2011;36(4):469-78.
24- European Union law E. Commission Regulation (EU) No 10/2011 of 14 January 2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food. Luxembourg: Official Journal of the European Union; 2011 [cited 12 Dec 2014]. Available from: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32011R0010.
25- USEPA. National primary drinking water regulations. United States Environmental Protection Agency; 2009 [cited 24 Sep 2013]. Available from: http://www.epa.gov/ogwdw/consumer/pdf/mcl.pdf
26- WHO. Guidelines for Drinking-water Quality. 3rd ed. Geneva: World Health Organization; 2011.
27- Penalver A, Pocurull E, Borrull F, Marce R. Determination of phthalate esters in water samples by solid-phase microextraction and gas chromatography with mass spectrometric detection. Journal of Chromatography A. 2000;872(1):191-201.
28- Kayali N, Tamayo FG, Polo-Díez LM. Determination of diethylhexyl phtalate in water by solid phase microextraction coupled to high performance liquid chromatography. Talanta. 2006;69(5):1095-99.

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29 ]

# Carcinogenic and Non-Carcinogenic Assessment of Phthalates Exposure Through Consumption of Bottled Water During the Storage Time

M. Zare Jeddi[1,2], N. Rastkari[3], R. Ahmadkhaniha[4], M. Alimohammadi[1], M. Yunesian[1,5*]

[1] Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

[2] Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

[3] Center for Air Pollution Research (CAPR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

[4] Department of Human Ecology, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

[5] Center for water qualities Research (CWQR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Received: 20 September 2014 ; Accepted: 17 December 2014

## ABSTRACT

**Background and Objectives:** Bottles for packaging drinking water represent one of the most popular uses of plastic and polymer additives. Recently, public concerns related to possibility of exposure to chemicals through the consumption of polyethylene terephthalate bottled water has caused great concern to consumers. Phthalate esters, as a class of these compounds, are often classified as endocrine disruptors and one of them is a possible carcinogen for human. The aim of this study was to determine the concentrations of phthalates in bottled water and to calculate the health risk of phthalates intake via consumption of bottled waters.

**Materials and Method:** After purchasing, samples were immediately stored according to the recommended conditions (25 ºC, dark place) given on the bottle label. Migration of phthalates was investigated in PET-bottled water at different time intervals using gas chromatography–mass spectroscopy. Therefore, a phthalate exposure assessment was performed to characterize their risk to the consumer's health via a calculated hazard quotient (HQ).

**Results:** It seems that the duration of storage affects phthalate migration. Total increases of DEHP (811.8%), DBP (2545.2%), and BBP (832%) were observed at 12 months over the initial level before storage (bottled water immediately after production); but the level of phthalates in bottled water was always very low (<EPA: 6 µg/L). Non-carcinogenic risk assessment from exposure to phthalate via consumption of bottled water was negligible in all of the subject groups (HQ<1). Furthermore, a little excess cancer risk of $9.9\times10^{-7}$ for bis (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) was observed.

**Conclusion**: The research showed that the concentration of phthalates in PET-bottled water was extremely low. Consequently, based on the risk assessment results, bottled waters regarding existence of safe for consumers and they phthalates are not considered as public health issue for consumers as phthalates does not have any risk exposure for the consumers.

**Key words:** Phthalate, Preschooler, Endocrine disruptors, women, risk assessment

***Corresponding Author:** *yunesian@tums.ac.ir*
***Tel:** +98 21 8898 7381 **Fax:** +98 21 8898 9664*

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29 ]