

## پارابن‌ها، خطرات و سرنوشت آنها در محیط‌زیست

مسعود حاتمی‌منش<sup>۱\*</sup>، ثمر مرتضوی<sup>۲</sup>، ناهید محمودی مه‌پاش<sup>۳</sup>

\*- مسئول مکاتبات، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، همدان

۲- مسئول مکاتبات، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، همدان،

۳- کارشناسی ارشد، گروه محیط‌زیست، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

\*ایمیل نویسنده مسئول: Masoud\_hatami68@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۳/۰۸

### چکیده

امروزه محصولات محافظت کننده و ترکیبات آنها مانند محصولات مراقبت شخصی (PCPs)، به‌عنوان گروه جدیدی از آلاینده‌های محیط‌زیستی مطرح هستند که دارای ترکیبات بالقوه خطرناکی نظیر پارابن‌ها هستند. پارابن‌ها (PBs) گروهی از مواد شیمیایی هستند که در طیف وسیعی از محصولات آرایشی، بهداشتی، دارویی و برخی از مواد غذایی وجود دارند. استفاده گسترده از پارابن‌ها در جهان موجب توزیع و گسترش آنها در تمام عرصه‌های محیط‌زیست نظیر آب، خاک، هوا و موجود زنده شده است. این ترکیبات به دلیل ایجاد اثرات منفی بر موجودات زنده نظیر پتانسیل سرطانزایی و فعالیت استروژنی، در چند دهه اخیر مورد توجه قرار گرفته‌اند. این مواد به دلیل تولید و مصرف زیاد، درجه سمیت سیستمیک پایین و خواص لیپوفیلیک می‌توانند ضمن ورود به محیط‌زیست در سطوح مختلف زنجیره غذایی تجمع یابند و در نتیجه موجب ایجاد اثرات منفی بر ارگانیسم‌های زنده گیاهی و جانوری شوند. بنابراین با توجه به اهمیت این ترکیبات، ارزیابی خواص، تاثیرات و سرنوشت آنها در محیط‌زیست از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. از اینرو در مطالعه حاضر به بررسی حضور پارابن‌ها در محیط‌زیست، خطرات و سرنوشت آنها پرداخته شده است.

### واژگان کلیدی

"پارابن"، "فعالیت استروژنی"، "متیل پارابن"، "محصولات مراقبت شخصی"

## Parabens, Risk and Their Fate in the Environment

Masoud Hatami manesh<sup>\*1</sup>, Samar Mortazavi<sup>2</sup>, Nahid Mahmoudi<sup>3</sup>

\*1- Department of environmental science, Faculty of Natural Resources and environments, Malayer University, Malayer, Hamedan, Iran.

2- Department of environmental science, Faculty of Natural Resources and environments, Malayer University, Malayer, Hamedan, Iran.

3- MSC. student of Environment. Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Kordestan University, Sanndaj, Iran

\*Email Address: Masoud\_hatami68@yahoo.com

### Abstract

Today, protective products and their compounds, such as Personal Care Products (PCP), are a new group of environmental pollutants that contains potentially harmful compounds such as parabens. Parabens (PBs) a group of chemicals Compounds that existence in a wide range of cosmetics, hygiene, pharmaceuticals and some foods. The widespread use of parabens in the world has led to their distribution and spread throughout the environment, such as water, soil, air and living organisms. These compounds due to having negative effects on living organisms, such as carcinogenic potential and estrogenic activity, have been considered in recent decades. Due to high production and consumption, low degree of systemic toxicity and lipophilic properties, these materials can enter to the environment and accumulate at different levels of the food chain, and consequently cause negative effects on plant and animal organisms., Therefore, considering importance of these compounds, the evaluation of properties, effects and their fate in the environment is very important. Thus, the present study investigates the presence of parabens in the environment, hazards and their fate.

### Key words

"Parabens", "Estrogen Activity", "Methyl Paraben", "Personal Care Products"

در فرمولاسیون نگهدارنده‌ها استفاده می‌شود (Hassanzadeh, 2016). پارابن‌ها دارای مزایا و معایب فراوانی هستند. از مهم‌ترین مزایای آن‌ها می‌توان به طیف گسترده‌ی فعالیت ضد میکروبی، پایداری زیاد در محدوده وسیعی از pH، حلالیت در آب، بو و مزه غیر قابل توجه، حساسیت پایین، استفاده نسبتاً ایمن، درجه سمیت سیستمیک پایین (Low Degree of Systemic Toxicity) و عدم ایجاد تغییر در پایداری و رنگ آمیزی محصولات اشاره کرد. از طرفی مطالعات زیادی نشان داده‌اند که پارابن‌ها فعالیت شیبه استروژن در گونه‌های مختلف پستانداران از خود نشان می‌دهد (Lee et al., 2018). در این راستا مطابق شواهد موجود جمعیت انسانی به طور روزانه از طریق طیف وسیعی از منابع در معرض پارابن‌ها قرار دارد. میانگین جذب روزانه پارابن‌ها از مواد غذایی توسط بزرگسالان در سال ۱۹۸۴ به مقدار ۴ تا ۶ میلی‌گرم در کیلوگرم برآورد شده است. طی پژوهشی که در آمریکا صورت گرفته میزان تماس هر فرد با پارابن‌ها در هر روز ۷۶ میلی‌گرم است، به گونه‌ای که ۵۰ میلی‌گرم آن مربوط به محصولات آرایشی-بهداشتی، ۲۵ میلی‌گرم داروها و ۱ میلی‌گرم مربوط به مواد غذایی است (Wang et al., 2013; Yegane Badi et al., 2016). در خصوص اثرات منفی پارابن‌ها بر بدن انسان می‌توان به تاثیر این ترکیبات بر روی کارایی سیستم غدد درون‌ریز، افزایش عملکرد هورمون استروژن در بدن و در نتیجه کاهش در تعداد اسپرم و افزایش نابرابری در مردان، ایجاد سرطان پستان و ایجاد اختلال در سیستم تولید مثل مردان اشاره نمود (Darbre et al., 2004; Smith et al., 2012). آزمایش‌های سمیت تاثیر پارابن‌ها بر موجودات زنده گیاهی و جانوری آبی، مانند جلبک‌ها، گیاهان، ماهیان و بی‌مهرگان را به اثبات رسانده است. علاوه بر این ترکیبات پارابن‌ها جذب پوستی دارند و ترکیباتی که از طریق پوست زنان باردار جذب می‌شوند، سبب تاثیر منفی بر جنین در رحم مادر می‌گردند. میزان نفوذ پوستی و در نتیجه تاثیر منفی پارابن‌ها در بدن به نوع پارابن (طول زنجیره آلکیل بیشتر، جذب بالاتر)، پایه محصول (درصد فاز چرب به فاز آبی) و سورفاکتانت استفاده شده در محصول وابسته است (Soni et al., 2005). بنابراین با توجه به اهمیت، کاربرد و مصرف روزافزون پارابن‌ها و اثرات منفی شناخته شده و شناخته نشده آن‌ها بر روی بوم‌سازگان‌های مختلف و سلامت انسان، بررسی اثرات و شناسایی این ترکیبات به منظور افزایش آگاهی جامعه جهت کاهش مصرف یا رعایت میزان مصرف مجاز آن‌ها بسیار ضروری است.

## ۲- تولید و مصرف پارابن‌ها

پارابن‌ها نخستین بار در سال ۱۹۲۰ به عنوان محافظت کننده تولیدات و محصولات دارویی تولید شدند. در صورتی که امروزه به میزان فراوانی به عنوان محافظت کننده در مواد آرایشی، بهداشتی، دارویی، محصولات غذایی و صنعتی استفاده می‌شوند. این ترکیبات تقریباً در ۹۰ درصد محصولات مراقبت شخصی (PCPs) یافته می‌شوند و حضور آنها در لوازم آرایشی، تا غلظت ۱٪ (سالمدان، ۱۹۸۴) مجاز است. براساس مطالعات در سال ۱۹۸۴ تخمین زده شده بود که پارابن‌ها در ۱۳۲۰۰ فرمولاسیون مواد آرایشی و بهداشتی مختلف استفاده شده‌اند. همچنین

به طور کلی امروزه یکی از مهمترین مشکلات و نگرانی‌ها در جامعه ورود طیف وسیعی از آلاینده‌های مختلف نظیر مواد نگهدارنده به بخش‌های مختلف محیط‌زیست، مانند آب، خاک و هوا است (Wang et al., 2013). یکی از این ترکیبات آلاینده پارابن‌ها (Parabens) هستند. پارابن‌ها (PBs) گروهی از مواد شیمیایی مرتبط هستند که در طیف وسیعی از محصولات آرایشی، بهداشتی، دارویی و برخی از مواد غذایی وجود دارند (Raza et al., 2018). شواهد و گزارشاتی مبنی بر توانایی ایجاد اختلال در غدد درون‌ریز و احتمال ایجاد سرطان سینه توسط این مواد، نگرانی‌هایی را در مورد اثرات، ایمنی و کاربرد آن‌ها به وجود آورده است (Nowak et al., 2018). این ترکیبات خانواده‌ای از استرها آلکیل پاراهیدروکسی بنزوئیک اسید بوده و از پرکاربردترین دسته مواد نگهدارنده به حساب می‌آیند (Soni et al., 2005). این ترکیبات در انواع مواد غذایی و محصولات آرایشی و بهداشتی مانند شامپوها، مرطوب کننده‌ها، ژل‌های شستشو، خمیر دندان‌ها، محصولات آرایشی، کرم‌های ضد آفتاب، خوشبو کننده‌ها، صابون‌ها و همچنین در انواع محصولات دارویی موضعی و تزریقی به کار می‌روند. طبق مطالعات انجام گرفته پارابن‌ها در بیش از ۹۰ درصد محصولات آرایشی و بهداشتی وجود دارند (Yegane Badi et al., 2016). اگر چه این ترکیبات به عنوان نگهدارنده، نقش مهمی در حفاظت از محصولات به دلیل خواص آنتی باکتریایی خود دارند، اما شواهد حاکی از آن است که امروزه به دلیل میزان مصرف و استفاده گسترده در بسیاری از محصولات، به عنوان یکی از آلاینده‌های مهم در محیط‌زیست مطرح هستند (Lee et al., 2018). پارابن‌ها از طریق فرایندهای مختلف وارد محیط زیست می‌شوند؛ به طور مثال حضور آن‌ها در محیط‌های آبی عمدتاً از طریق پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، به دلیل ناکارآمدی تکنولوژی‌های متداول تصفیه افزایش یافته است (Ma et al., 2018). پارابن‌ها از جمله آلاینده‌های زواستروژن و پارا-هیدروکسی بنزوئیک اسید هستند که به دلیل جلوگیری از رشد باکتری‌ها و قارچ‌ها در گروه مواد نگهدارنده طبقه بندی می‌شوند. ۴ استر مهم و پرکاربرد آن شامل متیل پارابن (MP)، اتیل پارابن (EP)، n-پروپیل پارابن (PP) و n بوتیل پارابن (BP) است (Hassanzadeh, 2016). در این بین دو ترکیب بوتیل پارابن و ایزوبوتیل پارابن نیز در این دسته قرار دارند که به میزان خیلی کمتری مورد استفاده قرار می‌گیرند (Lee et al., 2018). به دلیل قیمت ارزان پارابن‌ها و عملکرد بالای آن‌ها در جلوگیری از رشد باکتری‌ها و افزایش زمان مصرف کالا‌های مختلف، شرکت‌های بسیاری از این ماده در تولید محصولات خود استفاده می‌کنند (Hassanzadeh, 2016). تاثیر ترکیبات مختلف پارابن‌ها به ویژگی‌های فیزیکی و ساختار شیمیایی آن بستگی دارد. جایگزینی گروه‌های شیمیایی مختلف سبب بروز تغییراتی در حلالیت و طیف اثر میکروبی پارابن‌ها، می‌شود (Soni et al., 2005). همچنین با افزایش طول زنجیره آلکیلی، حلالیت آنها در آب کاهش و در روغن‌ها و حلال‌های آلی افزایش می‌یابد. طیف اثر ضد میکروبی این مواد نیز با افزایش طول زنجیره آلکیلی افزایش می‌یابد. برای رسیدن به اثر محافظتی بیشتر و طیف اثر وسیع‌تر، معمولاً از ترکیب چند نوع پارابن

چین، تعیین نمودند که میزان تشخیص بسیار بالا بوده (۹۹٪) و کل غلظت پارابن حدود ۲۵۳۰ نانو گرم در گرم تازه (میانگین ۳۹/۳ نانو گرم در گرم) بدست آمد که در مقایسه با قرار گرفتن در معرض PBs ناشی از محصولات مراقبت شخصی، مقدار مصرف روزانه پارابن تخمین زده شده از مواد غذایی حدود ۱ میکروگرم در کیلوگرم وزن بدن در روز (میانگین) و ۳ میکروگرم در کیلوگرم در روز (۹۵ درصد) است (Liao et al., 2013).

#### ۴- سرنوشت پارابن‌ها در بدن موجودات زنده و

##### اثرات آن‌ها

مطالعات صورت گرفته بر روی حیوانات نشان می‌دهد پارابن‌ها در بدن موجودات زنده جذب، متابولیزه و دفع می‌شوند. پارابن‌ها به سرعت جذب پوست، دستگاه گوارش و خون می‌شوند و توسط برخی از آنزیم‌ها در بدن به اسید p-هیدروکسی بنزوتیک، هیدولیز یا مزدوج شده (Conjugated) و یا به شکل نمک از طریق ادرار دفع می‌شوند (Darbre et al., 2004). پارابن‌ها با زنجیره‌های طولیل گروه الکیل ضریب هانج بیشتری دارند و به راحتی در چربی‌ها حل می‌شوند که باعث تجمع و ماندگاری طولانی مدت در بدن موجودات زنده می‌شود (Raza et al., 2018). در کاربردهای موضعی بخشی از پارابن که وارد بافت پوست و لایه زیرین پوست می‌شود، توسط ۴-کربوکسی استراز پوست به پاراهیدروکسی بنزوتیک اسید و الکیل مربوطه متابولیزه می‌گردد. کربوکسی استرازهای بافت‌های زیرین پوست بر پارابن‌هایی با زنجیره کوتاه‌تر موثرتر بوده درحالی که پارابن‌هایی با زنجیره آلکیلی بلندتر توسط کربوکسی استرازهای کراتینوسیت تجزیه می‌شوند. مطالعات جدید نشان می‌دهند که بخشی از پارابن جذب شده در بافت‌های بدن، بدون هیدرولیز توسط استرازهای کیدی در بدن باقی مانده و به دلیل شباهت ساختاری ویژه با استروژن، با تحریک گیرنده استروژن (ER)، منجر به تولید و ترشح بیشتر استروژن می‌گردد. افزایش ترشح این هورمون در جنس نر منجر به کاهش تعداد اسپرم و افزایش ناباروری شده و در دراز مدت می‌تواند بقاء و پایداری یک جمعیت را در معرض خطر قرار دهد (Soni et al., 2005). پارابن‌ها از طریق جذب پوستی در زنان باردار می‌توانند بر روی جنین تأثیر منفی بگذارند و سلامتی وی را پس از تولد به خطر بندازند (Wang et al., 2013). همچنین افزایش غیرطبیعی بیوسنتز هورمون استروژن در جنس ماده نیز اختلالات غیرطبیعی تخمدانی و عدم تعادل در هورمون‌های جنسی استروئید را منجر می‌شود (Bhatia et al., 2015; Hassanzadeh, 2016). پارابن‌ها موجب ایجاد اختلال در عملکرد طبیعی اندام‌های مختلف دستگاه درون‌ریز (اندوکراین) بدن می‌شوند. اگرچه تحقیقات نشان می‌دهند که گیرنده‌های هسته‌ای هورمون‌ها مانند گیرنده‌های استروژن هدف اصلی عمل پارابن‌ها هستند. اما اثبات تأثیرات آنها بر روی سیستم ایمنی و عصبی نیاز به مطالعات بیشتری دارد (Nowak et al., 2018). پارابن‌ها با تقلید از استروژن در عملکرد هورمونی بدن انسان اختلال ایجاد می‌کنند. استروژن بیش از حد می‌تواند محرکی برای افزایش تقسیم سلولی در پستان و رشد تومور باشد و بر همین اساس است که استفاده از پارابن با سرطان پستان و سیستم تولید مثلی پیوند خورده است (Darbre et al., 2004).

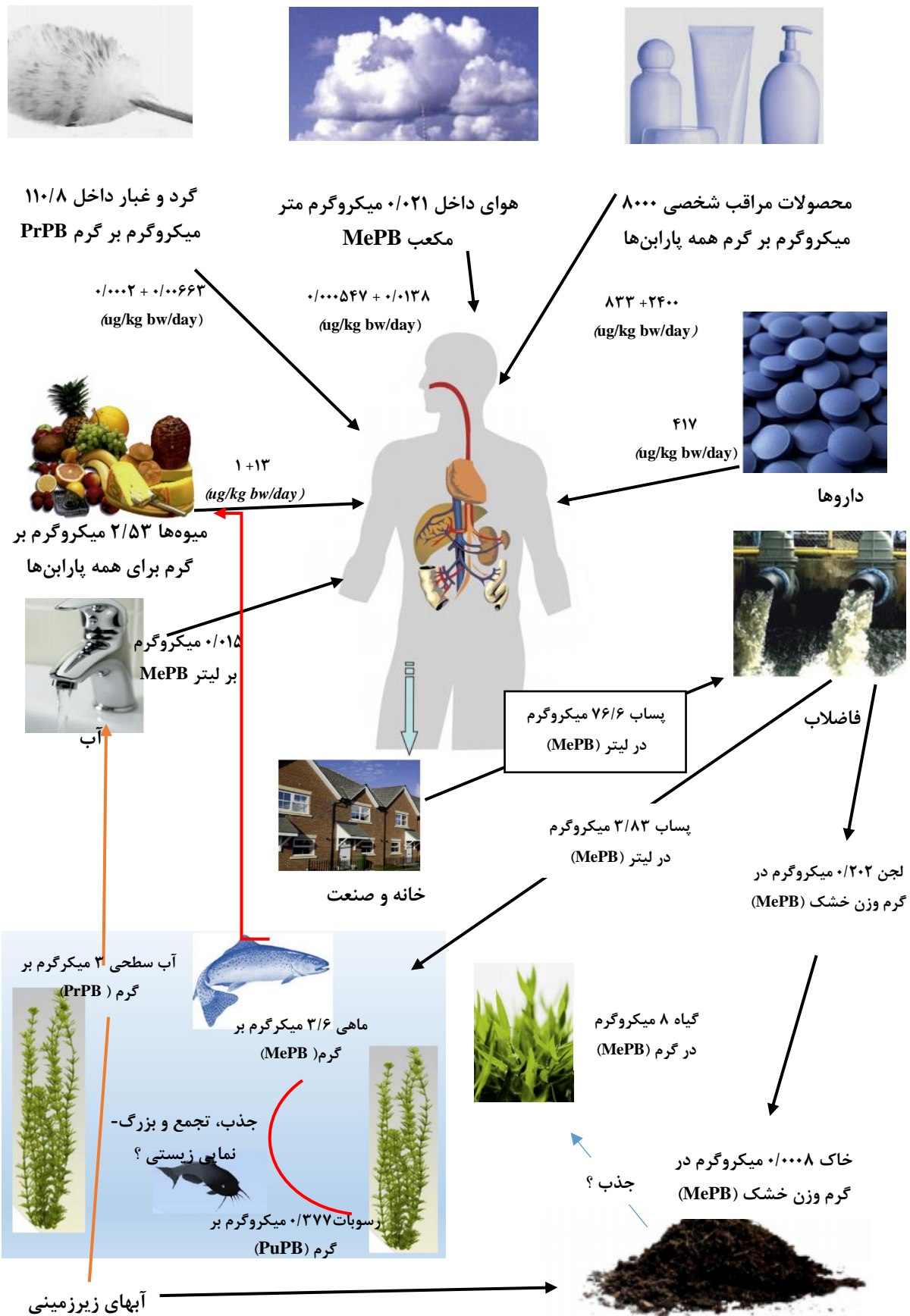
در پژوهشی که در سال ۱۹۹۵ بر روی ۲۱۵ محصول آرایشی و بهداشتی صورت گرفته یافته‌ها نشان داد که بیش از ۹۹ درصد این ترکیبات حاوی پارابن هستند (Błędzka et al., 2014). علاوه بر این یکی دیگر از منابع مهم ورود PBs به بدن انسان مواد غذایی مانند غلات، فرآورده‌های لبنی، غذاهای دریایی، میوه‌ها و روغن‌ها است که معمولاً حاوی یک یا چند نوع از ترکیبات پارابن هستند (Raza et al., 2018). در بین ترکیبات پارابن، متیل، اتیل و پروپیل پارابن‌ها بخش عمده‌ای از پارابن‌های موجود در مواد غذایی را تشکیل می‌دهند. آب، هوا و خاک از دیگر منابع ورود پارابن‌ها به بدن می‌باشند که نقش قابل توجهی در رویارویی انسان با این ترکیبات دارند زیرا استفاده گسترده این ترکیبات در محصولات مختلف بخصوص در محصولات مراقبت شخصی، منجر به ورود آن‌ها به محیط‌های مختلف اعم از آب، خاک و هوا نیز شده است. در کشورهای اتحادیه اروپا و جمهوری کره، میزان استفاده PP (n-propyl paraben) در محصولات آرایشی تا ۰/۴ (W/W) درصد برای یک تک استر و ۰/۸ (w/w) برای ترکیب همه پارابن‌ها مجاز می‌باشد (Bhatia et al., 2015). در ژاپن حداکثر ۰/۱ (w/w) غلظت پارابن‌ها در تمام محصولات آرایشی مجاز است (Terasaki et al., 2015). همچنین برخی از کشورهای اروپایی استفاده از پارابن‌ها را در محصولات قابل استفاده برای کودکان را ممنوع اعلام نموده‌اند (Lee et al., 2018). Masten (۲۰۰۵) در پژوهشی بیان داشتند بوتیل پارابن در ۱۳ درصد و متیل پارابن در ۴۸ درصد محصولات آرایشی و مراقب شخصی وجود دارند. به دنبال گزارش‌های فراوان مبنی بر پتانسیل سرطان‌زایی و فعالیت‌های استروژنی پارابن‌ها، بسیاری از تولیدکنندگان ترکیبات پارابن را با دیگر سیستم‌های محافظتی جایگزین و آن‌ها را محصولات بدون پارابن نام گذاری کرده‌اند.

#### ۳- در معرض قرار گیری انسان

همانطور که اشاره شد انسان از مسیرهای مختلفی اعم از آب، هوا، خاک، غذا، داروها و مهمتر از همه داروها، مواد آرایشی و بهداشتی در معرض پارابن‌ها قرار می‌گیرد (Raza et al., 2018). تخمین‌های صنعتی مصرف روزانه محصولات آرایشی حاوی پارابن‌ها را ۱۷/۷۶ گرم برای بزرگسالان و ۰/۳۷۸ گرم برای نوزادان برآورده نموده‌اند. بر مبنای این اطلاعات، با فرض اینکه پارابن‌های استفاده شده در بالاترین حد غلظت مجاز (۰/۸ درصد) باشد، دوز روزانه کل پارابن‌ها از لوازم آرایشی به ترتیب به میزان ۱۴۲/۰۸ و ۳/۰۲۴ میلی‌گرم برای بزرگسالان و نوزادان محاسبه شده است. دوز روزانه PBs برای یک فرد بالغ با وزن ۶۰ کیلوگرم برابر با ۲/۳۶۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز است (Soni et al., 2005). میانگین روزانه مواجهه شخصی با پارابن بر اساس مطالعه‌ی Soni (۲۰۰۵) کمتر و برابر با ۷۶ میلی‌گرم (۱/۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز)، با مواد آرایشی و محصولات مراقبت شخصی (PCP) به ترتیب ۵۰ میلی‌گرم (۰/۸۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز)، محصولات دارویی ۲۵ میلی‌گرم (۰/۵۱۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز) و مواد غذایی تقریباً ۱ میلی‌گرم (۱۰-۱۳ میکروگرم بر کیلوگرم بر وزن بدن در روز) محاسبه شده است. Liao و همکاران (۲۰۱۳) غلظت ۶ پارابن را در مواد غذایی مختلف

اختلالات کروموزومی در موجودات زنده شوند.

اگرچه بیشتر مطالعات نشان داده‌اند که پارابن‌ها جهش‌زا نیستند؛ اما گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد آن‌ها می‌توانند منجر به



شکل ۱- منابع و مسیرهای در معرض قرار گیری انسان با پارابن‌ها (Błędzka et al., 2014)

خونریزی بین بافتی، هایپریپلازی سلول گرانولوزا شود (Hassanzadeh, 2016). مواجهه مزمن موجودات زنده با پارابن‌های استروژنیک منجر به شکل‌گیری تخمک‌های هایپواستروژنیک در تخمدان می‌شود، همچنین آلاینده‌های استروژنیک نظیر پارابن‌ها با ایجاد عدم تعادل هورمونی منجر به ایجاد عوارض بافتی بی‌شماری در سلول‌ها و گنادهای جنسی می‌شوند (Bhatia et al., 2015; Fransway et al., 2019). اگرچه مطالعات پیشین حکایت از غیر تحریک کننده و سمی نبودن پارابن‌ها برای انسان و حیوانات زنده دارند، اما این ترکیبات می‌تواند به سرعت جذب پوست شوند و ضمن ورود به بدن موجودات زنده بر بافتهای تولید مثلی، سیستمهای قلبی-عروقی، اسکلتی و دستگاه گوارش آنها تاثیر منفی بگذارند (Vo et al., 2010). جدول ۱، ساختار شیمیایی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پارابن‌ها را نشان می‌دهد.

در سطح سلولی پارابن‌ها با اثر بر روی آنزیم‌های مختلف و مهار فعالیت آنها موجب ایجاد اختلال در عملکرد میتوکندری می‌شوند. در میان پارابن‌های مختلف، BPBs منجر به مهار ۵۰٪ ترشح آنزیم لیزوزومی می‌شود. به دلیل پراکنش وسیع پارابن‌ها در محیط‌های مختلف بویژه محیط‌های آبی، و در نتیجه در معرض مواجهه قرار گرفتن گونه‌های مختلف آبزیان با این آلاینده‌ها تغییر در تعادل جمعیت‌های نر و ماده موجودات آبی مختلف به دلیل کاهش قدرت باروری و اختلال در تولید مثل طبیعی آنها منجر به کاهش جمعیت‌ها و خطر انقراض برخی از گونه‌ها شده است. پارابن‌ها در موجودات زنده با تاثیر بر سنتز هورمون‌های متابولسمی مثل لپتین (LPT) منجر به تغییر در متابولسم چربی، گلیکوژن و قند در بدن آنها می‌شود و با تاثیر بر میزان سوخت‌وساز متابولیکی بدن موجود زنده منجر به چاقی می‌شود که این امر می‌تواند موجب کاهش شاخص گنادی در موجودات زنده و همچنین عوارض هیستوپاتولوژیکی مختلف در بافت‌های تخمدان مانند کسیت تخمدان،

جدول ۱- ساختار، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پارابن‌ها (Raza et al., 2018; Wang et al., 2013)

نام ترکیب	ساختار	فرمول مولکولی	ورن مولکولی	حلالیت در آب	Log K <sub>ow</sub>	CAS	pKa	کاربرد
MePB		C <sub>8</sub> H <sub>9</sub> O <sub>3</sub>	۱۵۲/۱۵	۵۹۸۱	۱/۹۶	۳-۷۶-۹۹	۸/۱۷	آنتی اکسیدان آنتی میکروب
EtPB		C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	۱۶۶/۱۷	۱۸۹۴	۲/۴۹	۸-۴۷-۱۲۰	۸/۲۲	آنتی میکروب
PrPB		C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	۱۸۰/۰۸	۵۲۹/۳	۲/۹۸	۳-۱۳-۹۴	۸/۳۵	آنتی اکسیدان آنتی میکروب
BuPB		C <sub>11</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	۱۹۴/۲۳	۲۵۹	۳/۴۷	۸-۲۶-۹۴	۸/۳۷	آنتی میکروب ضد خوردگی
BzPB		C <sub>14</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	۲۲۸/۲۴	۱۰۷/۸	۳/۷۰	۸-۱۸-۹۴	-	آنتی میکروب
HePB		C <sub>14</sub> H <sub>20</sub> O <sub>3</sub>	۲۳۶/۳۰	۸/۰	۴/۹۴	۷-۱۲-۱۰۸۵	-	افرونی مواد غذایی
p-HB		C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	۱۳۸/۱۲	۱۴۵۰۰	۱/۳۹	۷-۹۶-۹۹	-	در رنگها
iBPB (Isobutyl paraben)		C <sub>11</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	۱۹۴/۲۳	-	-	۳-۰۲-۴۲۴۷	۸/۵	آنتی میکروب
Isopropyl paraben		C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	۱۸۰/۲	-	-	۵-۷۳-۴۱۹۱	۸/۴	آنتی میکروب

### ۵- پارابن‌ها در محیط‌زیست

امروزه ترکیبات پارابن‌ها در تمام عرصه‌های محیط‌زیست اعم از آب، خاک، هوا و بیوتا به دلایلی نظیر مقاومت و تجزیه پایین و تولید فراوان یافته می‌شوند (Díaz-Cruz et al., 2019). هرچند پارابن‌های تجاری مورد استفاده معمولاً از مشتقات مصنوعی هستند، اما امروزه مشخص شده است که برخی ارگانوسم‌ها قادر به تولید آن‌ها به صورت طبیعی می‌باشند (Błędzka et al., 2014). Peng و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودند برخی از باکتری‌های دریایی قادر به سنتز pHBA و آلکیل استرها می‌باشند (Bhatia et al., 2015). سویه A4B-17 متعلق به جنس *Microbulbifer* قادر به تولید میزان فراوانی از این ترکیبات هست (۱۰ میلی‌گرم بر لیتر pHBA، ۲۴ میلی‌گرم بر لیتر بوتیل استر؛ ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر هپتیل استر و ۶ میلی‌گرم در لیتر نونیل استر). pHBA استر تولید شده بوسیله باکتری می‌تواند به طور بسیار موثری از رشد مخمر، باکتری‌های گرم مثبت و کپک جلوگیری به عمل آورد. Li و همکاران (۲۰۰۳) میزان غلظت متیل پارابن را در مقادیر پایین، ۰/۸ میکروگرم بر گرم در گیاه *Andrographis paniculata* گزارش نمودند اما منشأ این ترکیب در بافت گیاهی تشخیص داده نشده است (Li et al., 2003).

### الف - آب

تولید و استفاده گسترده پارابن‌ها در محصولات مختلف می‌تواند منجر به ورود آن‌ها به محیط زیست شود. آب‌های سطحی، به علت موقعیت قرارگیری آن‌ها در پایین‌ترین نقاط سیمای سرزمین، اغلب مستعدترین مکان برای دریافت آلودگی‌های مختلف می‌باشند. پارابن‌ها به طور عمده

می‌توانند از طریق تخلیه فاضلاب، رواناب شهری و رسوب ذرات اتمسفری به محیط‌های آبی مختلف تخلیه شوند (Błędzka et al., 2014). به گونه‌ای که امروزه نگرانی‌های زیادی در رابطه با حضور طیف وسیعی از این مواد به محیط‌های آبی وجود دارد که عمدتاً از طریق پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و نبود تکنولوژی‌های مناسب تصفیه در آنها وارد محیط‌زیست می‌شوند. در این راستا مطالعات مختلفی به اندازه‌گیری و تعیین غلظت پارابن‌ها و ترکیبات مختلف آنها در اکوسیستم‌های آبی پرداخته‌اند (جدول ۱). به طور کلی براساس مطالعه Peng و همکاران (۲۰۰۸) در میان ترکیبات مختلف پارابن اندازه‌گیری شده، بیشترین فراوانی و مقدار غلظت مربوط متیل پارابن و پروپیل پارابن بوده است. آنها همچنین غلظت MePB و PrPB را در رودخانه‌های کشور چین به ترتیب ۱۰۶۲ نانوگرم در لیتر و ۳۱۴۲ نانوگرم در لیتر گزارش کردند (Peng et al., 2008). حداکثر غلظت بدست آمده در رودخانه‌های اروپایی ۴۰۰ نانوگرم در لیتر به ازای MePB و ۶۹ نانوگرم در لیتر برای PrPB می‌باشد (Błędzka et al., 2014). حضور EtPB و BuPB در نمونه‌های آب به میزان کم و همچنین میزان BePB به ندرت و به مقدار خیلی کمی (۴/۴ نانوگرم در لیتر) در آب‌های سطحی ردیابی شده است (Jonkers et al., 2009). قابل ذکر است مطابق مطالعات صورت گرفته، غلظت و وقوع آلودگی‌ها به شدت وابسته به فصل می‌باشد. غلظت پارابن اندازه‌گیری شده با شدت جریان رابطه‌ی معکوسی دارد، به طوری که در طول فصل‌های کم جریان، میزان ترکیبات آزاد شده در حجم کوچکتری از آب حل می‌شوند، که این مسئله باعث افزایش غلظت آن‌ها می‌شود (Lorraine and Pettigrove, 2006; Peng et al., 2008).

جدول ۲- میزان و محدوده غلظت ترکیبات مختلف پارابن‌ها در اکوسیستم‌های آب مختلف در جهان

منبع	BePB	BuPB	PrPB	EtPB	MePB	
Peng et al., (2008)	-	ND	NQ-۳۱۴۲	-	NQ-۱۰۶۳	Pearl River Delta چین
Jonkers et al., (2009)	<۰/۲ - ۴/۴	<۰/۲ - ۲/۸	<۰/۵ - ۵/۸	<۰/۳ - ۱/۶	۳/۱ - ۱۷	North-eastern part of Switzerland
Renz et al., (2013)	-	ND-۰/۲	ND-۱۲	ND	۲/۲ - ۱۷/۳	Greater Pittsburgh Area آمریکا
Yamamoto et al., (2011)	<۰/۲ - ۲/۳	<۰/۶ - ۱۶۳	<۰/۸ - ۲۰۷	<۱/۳ - ۶۴	۲۵-۶۷۶	Urban streams in Tokushima and Osaka ژاپن
Jonkers et al., (2010)	۰/۲ - ۰/۳	<۰/۲ - ۴۲	<۰/۵ - ۶۴	<۰/۳ - ۶/۷	<۱/۶ - ۶۲	Ria de Aveiro area پرتغال
(Ma et al., 2018)			۱/۰۷	۰/۲۲	۲/۷۲	Yangtze Rive چین

NQ — detected but too low to be quantified; ND — not detected

همکاران (۲۰۰۸) غلظت پارابن‌ها را در خاک مناطق جنگلی، کشاورزی و رسوبات مناطق مختلف اندازه‌گیری نمودند، بیشترین غلظت ترکیبات بدست آمده مربوط به MePB و PrPB بود (این دو ترکیب اغلب به عنوان محافظت کننده در محصولات آرایشی و بهداشتی بکار برده می‌شوند). مقادیر بدست آمده به ترتیب ۶/۳۵، ۵/۱۰، ۰/۲۹، ۰/۳، ۰/۴۵، ۰/۷۱ و ۰/۷۱ نانوگرم در گرم وزن خشک به ترتیب برای MePB، EtPB، PrPB، iPrPB و BePB. BuPB اندازه‌گیری شده است (Núñez et al., 2008). Pérez و همکاران (۲۰۱۲) بیان داشتند

### ب - خاک، رسوبات و لجن

میزان حلالیت پارابن‌ها و مقادیر ضریب تفکیک اکتانول-آب، تعیین کننده میزان تمایل به مواد آلی است و نشان می‌دهد که میزان تجمع پارابن‌ها در رسوبات به طور معنی‌داری نسبت به طول زنجیره‌ی آلکان افزایش می‌یابد. نتایج برخی از مطالعات بیانگر این است پارابن‌ها و همچنین مشتقات کلره آن‌ها به طور فزاینده‌ای در فاز جامد معلق در آب رودخانه پراکنده می‌شوند. غلظت پارابن‌ها و مشتقات کلره آن‌ها در فاز جامد معلق چندین برابر بیشتر از فاز محلول هستند. Núñez

محققان و تولیدکنندگان محصولات مختلف آرایشی، بهداشتی، دارویی و غیره سعی در تولید و بکارگیری ترکیبات جایگزین آنها نموده‌اند. از جمله این ترکیبات می‌توان به فنوکسی اتانول (Phenoxyethanol)، بنزوات سدیم یا اسید بنزوئیک اسید (Sodium Benzoate)، بنزیل الکل (Benzyl Alcohol) اشاره نمود (Fransway et al., 2019). از مهمترین مزایای استفاده از فنوکسی اتانول، خواص ضدباکتریایی بالا بر علیه طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها، ارزان بودن، و پایداری زیاد در محدوده وسیعی از pHها (pH بهینه در محدوده ۹ تا ۴) اشاره نمود. بنزوات سدیم در ترکیب با پتاسیم سورات (Potassium Sorbate) به دلیل ارزان بودن، قابلیت تولید از مواد طبیعی (دارای منشأ طبیعی) و در نتیجه سازگار بودن با محیط-زیست پتانسیل خوبی به عنوان جایگزین مناسب پارابن‌ها دارند، اما با این حال یکی از بزرگترین مشکل بکارگیری آنها به عنوان نگهدارنده محدود بودن pH ایده‌آل آنها است (عمدتاً در pH بین ۳ تا ۵ پایدار و فعال هستند)، زیرا بسیاری از محصولات خارج از این محدوده pH فرموله شده‌اند و امکان بکارگیری بنزوات سدیم در خارج از این محدوده وجود ندارد. بنزیل الکل یکی دیگر از ترکیبات جایگزین پارابن‌ها با منشأ طبیعی و سنتزی است که در غلظت‌های بالاتر از ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در برابر باکتری‌های گرم مثبت فعال هستند و در ترکیب با اسید دهیدروآکتیک (Dehydroacetic Acid) فعالیت ضد مخمری آنها بیشتر می‌شود (Błędzka et al., 2014).

#### ۷- نتیجه‌گیری

استفاده گسترده از پارابن‌ها در جهان موجب رهاسازی، توزیع و گسترش آنها در سراسر محیط‌زیست مانند آب، خاک، هوا و موجود زنده شده است. مهم‌ترین منبع پارابن‌ها محصولات مراقبت شخصی و پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب هستند که به دلیل نبود و ناکارآمدی فناوری-های متداول تصفیه وارد محیط‌زیست بخصوص محیط‌های آبی می‌شوند. امروزه پارابن‌ها در منابع آبی، خاکی، رسوبات، هوا، گرد و غبار و حتی موجودات زنده گیاهی و جانوری تشخیص و اندازه‌گیری شده‌اند. اگرچه، براساس شواهد موجود به نظر می‌رسد مقادیر غلظت‌های موجود در محیط‌زیست طبیعی برای تولید اثرات نامطلوب آنها کم یا ناچیز می‌باشد اما تولید و گسترش روزافزون این ترکیبات در محصولات مختلف دارویی، آرایشی و بهداشتی، مواد غذایی و غیره در کنار پتانسیل ایجاد اثرات منفی مختلف بر موجودات زنده بخصوص انسان‌ها لزوم شناسایی، پایش، تصفیه و حذف آنها را از محیط‌های مختلف آشکار می‌کند. همچنین کاهش یا جلوگیری از مصرف پارابن‌ها از طریق ایجاد محصولات جایگزین و هشدار به مصرف‌کنندگان این تولیدات بسیار ضروری است.

حضور پارابن‌ها در خاک‌های کشاورزی ناشی از تخلیه فاضلاب تصفیه‌خانه‌ها و استفاده از آنها به عنوان منبع آب و استفاده از لجن به عنوان کود و یا اصلاح‌کننده خاک در صنعت کشاورزی می‌باشد (Albero et al., 2012; Pérez et al., 2012).

#### ج - هوا

حضور پارابن‌ها در هوا، گرد و غبار اتمسفری احتمالاً ناشی از مصرف و کاربرد آنها در وسایل مراقبت شخصی و استفاده زیاد از آنها توسط اشخاص در خانواده‌ها و محیط بیرون است (Wang et al., 2012). مسیر در معرض قرارگیری با آلودگی از گرد و غبار داخلی و هوا عمدتاً از طریق استنشاق و مصرف خوراکی آنها می‌باشد. مقادیر غلظت پارابن‌ها در گرد و غبار داخلی، بسته به منطقه و ویژگی‌های شخص، تغییرات فراوانی را نشان می‌دهد، که این امر احتمالاً ناشی از تفاوت در میزان مصرف سرانه محصولات مراقبت شخصی توسط افراد است. شواهد نشان می‌دهد که در بین ترکیبات پارابن، متیل و پروپیل پارابن دارای بیشترین مقدار در هوای داخل هستند. حداکثر غلظت اندازه‌گیری شده برای MeP ۱۴/۳۰۰، برای EtPB ۳۱۱۰، برای PrPB ۱۱۰/۸۰۰، ۳۹۲۰ برای BuPB و ۱۹۰ نانوگرم در گرم برای BePB می‌باشد (Błędzka et al., 2014; Ramírez et al., 2011; Wang et al., 2012).

#### د - موجودات زنده (بیوتا)

اگرچه اطلاعات در خصوص میزان پارابن‌ها در موجودات زنده بسیار کم است اما بررسی‌های علمی نشان از وجود این ترکیبات به میزان فراوان در بدن برخی از موجودات زنده نظیر ماهیان و جلبک‌ها دارد. مطالعاتی که توسط محققان بر روی گونه‌های مختلف ماهیان (تقریباً ۲۰ گونه) صورت گرفته نشان داد ترکیبات متیل پارابن (MePB)، پروپیل پارابن (PrPB) و بوتیل پارابن (BuPB) در بافت ۹۰ درصد و EtPB در بافت ۷۰ درصد ماهیان بررسی شده سنجش شده است. حداکثر غلظت اندازه‌گیری شده مربوط به متیل پارابن (MePB) به میزان ۳۶۰۰ نانوگرم بر گرم گزارش شد. همچنین حداکثر غلظت ترکیبات پروپیل پارابن (PrPB) و بوتیل پارابن (BuPB) و اتیل پارابن EtPB به ترتیب به میزان ۱۱۰۰، ۷۰ و ۸۴۰ نانوگرم بر گرم بدست آمد (Błędzka et al., 2014; Ramaswamy et al., 2011). از جهت دیگر پارابن‌ها به دلیل خواص لیپوفیلیک، همراه با ورود مداوم به محیط زیست می‌توانند ضمن ورود به بدن موجودات زنده، در بافت‌های مختلف موجودات زنده در سطوح مختلف زنجیره غذایی آبی و خاکی تجمع یابند و موجب بروز اثرات منفی ناشناخته بر موجودات زنده گردند (Gago-Ferrero et al., 2014; Yanovych and Shvets, 2018).

#### ۶- جایگزین پارابن‌ها

به دنبال خطرات محیط‌زیستی و انسانی پارابن‌ها نظیر ورود به زنجیره غذایی، پتانسیل سرطان‌زایی و فعالیت‌های استروژنی آنها بسیاری از

#### منابع

- Albero, B., Pérez, R.A., Sánchez-Brunete, C., Tadeo, J.L. 2012. Occurrence and analysis of parabens in municipal sewage sludge from wastewater treatment plants in Madrid (Spain). Journal of hazardous materials. 239: 48-55.

- Bhatia, H., Kumar, A., Chapman, J.C., McLaughlin, M.J. 2015. Long-term exposures to di-n-butyl phthalate inhibit body growth and impair gonad development in juvenile Murray rainbowfish (*Melanotaenia fluviatilis*). *Journal of Applied Toxicology*. 35(7): 806-816.
- Błędzka, D., Gromadzińska, J., Wąsowicz, W. 2014. Parabens. From environmental studies to human health. *Environment international*. 67: 27-42.
- Darbre, P., Aljarrah, A., Miller, W., Coldham, N., Sauer, M., Pope, G. 2004. Concentrations of parabens in human breast tumours. *Journal of Applied Toxicology: An International Journal*. 24(1): 5-13.
- Díaz-Cruz, M.S., Molins-Delgado, D., Serra-Roig, M.P., Kalogianni, E., Skoulikidis, N.T., Barceló, D. 2019. Personal care products reconnaissance in EVROTAS river (Greece): Water-sediment partition and bioaccumulation in fish. *Science of the total environment*. 651: 3079-3089.
- Fransway, A.F., Fransway, P.J., Belsito, D.V., Warshaw, E.M., Sasseville, D., Fowler Jr, J.F., DeKoven, J.G., Pratt, M.D., Maibach, H.I., Taylor, J.S. and Marks, J.G. 2019. Parabens. *Dermatitis*, 30(1):.3-31.
- Gago-Ferrero, P., Díaz-Cruz, M.S., Barceló, D. 2014. Analysis and Occurrence of Personal Care Products in Biota Samples. *Personal Care Products in the Aquatic Environment*. Springer. pp. 263-291.
- Hassanzadeh, N. 2016. Histopathological Changes of Zebrafish (*Danio rerio*) Ovaries Exposed to Sub-lethal Concentrations of Methyl Paraben. *Journal of Aquatic Ecology*. 6(3): 75-83.
- Jonkers, N., Kohler, H.-P.E., Dammshäuser, A., Giger, W. 2009. Mass flows of endocrine disruptors in the Glatt River during varying weather conditions. *Environmental pollution*. 157(3): 714-723.
- Jonkers, N., Sousa, A., Galante-Oliveira, S., Barroso, C.M., Kohler, H.-P.E., Giger, W. 2010. Occurrence and sources of selected phenolic endocrine disruptors in Ria de Aveiro, Portugal. *Environmental Science and Pollution Research*. 17(4): 834-843.
- Lee, J., Bang, S.H., Kim, Y.-H., Min, J. 2018. Toxicities of Four Parabens and Their Mixtures to *Daphnia magna* and *Aliivibrio fischeri*. *Environmental Health and Toxicology*. 33(4): e2018018.
- Li, W., Sun, Y., Joseph, J., Fitzloff, J.F., Fong, H.H., Van Breemen, R.B. 2003. p-Hydroxybenzoic acid alkyl esters in *Andrographis paniculata* herbs, commercial extracts, and formulated products. *Journal of agricultural and food chemistry*. 51(2): 524-529.
- Liao, C., Chen, L., Kannan, K. 2013. Occurrence of parabens in foodstuffs from China and its implications for human dietary exposure. *Environment international*. 57: 68-74.
- Loraine, G.A., Pettigrove, M.E. 2006. Seasonal variations in concentrations of pharmaceuticals and personal care products in drinking water and reclaimed wastewater in southern California. *Environmental science & technology*. 40(3): 687-695.
- Ma, X., Wan, Y., Wu, M., Xu, Y., Xu, Q., He, Z., Xia, W. 2018. Occurrence of benzophenones, parabens and triclosan in the Yangtze River of China, and the implications for human exposure. *Chemosphere*. 213: 517-525.
- Masten, SA. 2005. Butylparaben review of toxicological literature butylparaben [CAS no. 94-26- 8]. *Rev Toxicol Lit*:1-64
- Nowak, K., Ratajczak-Wrona, W., Górska, M., Jabłońska, E. 2018. Parabens and their effects on the endocrine system. *Molecular and cellular endocrinology*.
- Núñez, L., Tadeo, J., García-Valcárcel, A., Turiel, E. 2008. Determination of parabens in environmental solid samples by ultrasonic-assisted extraction and liquid chromatography with triple quadrupole mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 1214(1-2): 178-182.
- Peng, X., Yu, Y., Tang, C., Tan, J., Huang, Q., Wang, Z. 2008. Occurrence of steroid estrogens, endocrine-disrupting phenols, and acid pharmaceutical residues in urban riverine water of the Pearl River Delta, South China. *Science of the total environment*. 397(1-3): 158-166.
- Pérez, R., Albero, B., Miguel, E., Sánchez-Brunete, C. 2012. Determination of parabens and endocrine-disrupting alkylphenols in soil by gas chromatography–mass spectrometry following matrix solid-phase dispersion or in-column microwave-assisted extraction: a comparative study. *Analytical and bioanalytical chemistry*. 402(7): 2347-2357.
- Ramaswamy, B.R., Kim, J.-W., Isobe, T., Chang, K.-H., Amano, A., Miller, T.W., Siringan, F.P., Tanabe, S. 2011. Determination of preservative and antimicrobial compounds in fish from Manila Bay, Philippines using ultra high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry, and assessment of human dietary exposure. *Journal of hazardous materials*. 192(3): 1739-1745.
- Ramírez, N., Marcé, R.M., Borrull, F. 2011. Determination of parabens in house dust by pressurised hot water extraction followed by stir bar sorptive extraction and thermal desorption–gas chromatography–mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 1218(37): 6226-6231.
- Raza, N., Kim, K.-H., Abdullah, M., Raza, W., Brown, R.J. 2018. Recent developments in analytical quantitation approaches for parabens in human-associated samples. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 98: 161-173.



- Renz, L., Volz, C., Michanowicz, D., Ferrar, K., Christian, C., Lenzner, D., El-Hefnawy, T. 2013. A study of parabens and bisphenol A in surface water and fish brain tissue from the Greater Pittsburgh Area. *Ecotoxicology*. 22(4): 632-641.
- Smith, K.W., Braun, J.M., Williams, P.L., Ehrlich, S., Correia, K.F., Calafat, A.M., Ye, X., Ford, J., Keller, M., Meeker, J.D. 2012. Predictors and variability of urinary paraben concentrations in men and women, including before and during pregnancy. *Environmental health perspectives*. 120(11): 1538.
- Soni, M., Carabin, I., Burdock, G. 2005. Safety assessment of esters of p-hydroxybenzoic acid (parabens). *Food and chemical toxicology*. 43(7): 985-1015.
- Terasaki, M., Abe, R., Makino, M., Tatarazako, N. 2015. Chronic toxicity of parabens and their chlorinated by-products in *Ceriodaphnia dubia*. *Environmental toxicology*. 30(6): 664-673.
- Vo, T.T., Yoo, Y.M., Choi, K.C. and Jeung, E.B. 2010. Potential estrogenic effect (s) of parabens at the prepubertal stage of a postnatal female rat model. *Reproductive toxicology*, 29(3): 306-316.
- Wang, L., Liao, C., Liu, F., Wu, Q., Guo, Y., Moon, H.-B., Nakata, H., Kannan, K. 2012. Occurrence and human exposure of p-hydroxybenzoic acid esters (parabens), bisphenol A diglycidyl ether (BADGE), and their hydrolysis products in indoor dust from the United States and three East Asian countries. *Environmental science & technology*. 46(21): 11584-11593.
- Wang, L., Wu, Y., Zhang, W., Kannan, K. 2013. Characteristic profiles of urinary p-hydroxybenzoic acid and its esters (parabens) in children and adults from the United States and China. *Environmental science & technology*. 47(4): 2069-2076.
- Yamamoto, H., Tamura, I., Hirata, Y., Kato, J., Kagota, K., Katsuki, S., Yamamoto, A., Kagami, Y., Tatarazako, N. 2011. Aquatic toxicity and ecological risk assessment of seven parabens: individual and additive approach. *Science of the total environment*. 410: 102-111.
- Yanovych, D., Shvets, T. 2018. Para-Hydroxybenzoates (Parabenes) in the Aquatic Ecosystems: Risks for Hydrobiocenoses (a Review). *Hydrobiological Journal*. 54(2).
- Yegane Badi, M., Fallah Jokandan, S., Rezaei Nia, S., Esrafil, A., Farzad Kia, M., Gholami, M. 2016. Monitoring of Para-Hydroxy Benzoic Acid Esters (Antimicrobial and Preservative) in Tehran Wastewater Treatment Plants and Performance Evaluation of Various Wastewater Treatment Method in the Removal of These Compounds. *Journal of Environmental Health Engineering*. 3(4): 259-269.