

# بررسی مشکلات زیست محیطی و آلاینده‌های صنایع چاپ و بسته‌بندی

علیرضا سوخته سرایی<sup>۱\*</sup>، حمید شریعتی<sup>۲</sup>، الهام نوروزی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت مقاله: اردیبهشت ماه ۱۳۹۳

تاریخ پذیرش مقاله: تیرماه ۱۳۹۳

## چکیده

صنایع چاپ و بسته‌بندی از جمله صنایعی محسوب می‌شوند که در هر سه فاز جامد، مایع و گاز، آلاینده‌های بسیار خطرناکی ایجاد می‌کنند. حضور الکل‌ها، مرکب‌ها و پاک‌کننده‌ها در حجم وسیع، می‌تواند طیف وسیعی از آلاینده‌های صنعتی را به دنبال داشته باشد. از جمله معایب رایج صنایع مذکور، مشکلات تنفسی، ریوی، خستگی، سرگیجه، ضعف، رفتار نامتعادل، نقصان حافظه، بی‌خوابی، کم‌اشتهایی و اختلال سامانه بینایی، شنوایی و ابتلا به سرطان بوده است. در بین آلاینده‌ها، متیل اتیل کلرها، دی کلرومتان‌ها، اتیل گلیکول‌ها<sup>۴</sup> و فنول‌ها<sup>۵</sup> از سمیت بیشتری برخوردارند. در این تحقیق، مشکلات زیست محیطی صنایع چاپ و بسته‌بندی مورد بررسی قرار گرفته است.

## واژه‌های کلیدی

صنایع چاپ، مرکب، آب دارو و پاک‌کننده و ترکیب‌های آلی فرار.

## ۱- مقدمه

با افزایش آگاهی مردم، تقاضای محصولات دوستدار محیط زیست روز به روز در حال افزایش است. به گونه‌ای که تولیدکنندگان به‌کارگیری روش‌های نوین به منظور کاهش میزان آلاینده‌گی را برگ برنده خود در جذب بازار می‌دانند. در این میان، فعالان عرصه چاپ و بسته‌بندی با تلاش برای دریافت گواهینامه‌های زیست محیطی مختلف و به‌کارگیری متخصصان در بخش مدیریت محیط زیست وارد رقابت فشرده‌ای با یکدیگر شده‌اند [۱]. امروزه در تمامی کشورها به منظور حفظ محیط زیست و ارتقا سطح سلامت کارکنان، قوانین و استانداردهایی اتخاذ کرده‌اند؛ که این استانداردها تأثیر بسیار زیادی بر تمامی صنایع داشته‌اند. از آنجایی که صنعت چاپ به عنوان یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان گازهای سمی، ذرات گرد و غبار و ایجاد سر و صدا می‌باشد؛ می‌توان گفت وجود استانداردهای بین‌المللی و تنظیم ضوابط خاص، جهت کنترل آلاینده‌ها و حفظ سلامت کاربر دستگاه‌ها در مراکز چاپ مورد نیاز می‌باشد. در ادامه به مشکلات زیست محیطی پیش روی صنایع چاپ و بسته‌بندی پرداخته شده است [۴].

صنایع چاپ و بسته‌بندی از جمله صنایعی محسوب می‌شوند که در هر سه فاز جامد، مایع و گاز موجب ایجاد آلاینده‌های بسیار خطرناک می‌شوند. این موضوع مشکلاتی برای سیستم بازیابی و بازیافت مواد مذکور پدید می‌آورد. بررسی اطلاعات به دست آمده از داده‌های موجود پیرامون میزان تولید گازهای سمی توسط صنعت چاپ در آلمان با

۱- دانشجوی دکتری مهندسی خمیر و کاغذ دانشگاه تهران

(\* نویسنده مسئول: sukhtesaraie@ut.ac.ir)

۲- دانشجوی کارشناسی صنعت چاپ دانشگاه علمی- کاربردی

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه تربیت مدرس

4- Methyl ethyl chlorine

5- Dichloromethane

6- Glycol ethers

7- Phenol

در گذشته، سوزاندن الکل جمع‌آوری شده در محفظه احتراق چاپخانه برای تولید انرژی و گرمای محیط بسیار متداول بوده است؛ از سوی دیگر، تحقیقات اخیر نشان دادند با سوزاندن الکل‌های حاصل از مرکب چاپ، طیف وسیعی از مواد آلاینده تولید شده می‌تواند آثار غیر قابل جبرانی را بر جای گذارد [۲].

## ۲-۲- ترکیب‌های آلی فرار

علاوه بر الکل‌ها، بسیاری از پوشش‌های به کار رفته در صنعت چاپ، مشکلاتی را می‌تواند به دنبال داشته باشد به عنوان مثال پوشش‌های نیترو بنزن‌دار<sup>۲</sup> که در گذشته رایج بوده و امروزه کم‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد، این پوشش‌ها مشکلات تنفسی زیادی ایجاد می‌کنند که به دلیل آزاد سازی بنزن‌ها تا حدودی خطر ابتلا به سرطان را به دنبال دارد؛ البته این نوع پوشش‌ها امروزه جای خود را به حلال‌های بی‌خطر از جمله روغن‌های گیاهی داده است [۴]. همچنین می‌توان به تولوئن<sup>۳</sup> مورد استفاده در چاپ گود اشاره کرد. تولوئن از گروه ترکیب‌های آروماتیک<sup>۴</sup> است و به عنوان ماده‌ی اولیه و همچنین حلال شیمیایی کاربرد دارد. کاربردهای دیگر آن عبارتست از: حلال و تینر رنگ، جوهر چاپ، چسب و لاک می‌باشد. در غلظت‌های بالا، تولوئن می‌تواند منجر به مرگ به دلیل اختلالات تنفسی شود؛ اما غلظت‌های کم‌تر آن تنها بر روی سامانه عصبی تأثیر می‌گذارد و اثراتی مانند خستگی، سرگیجه، ضعف، رفتار نامتعادل، نقصان حافظه، بی‌خوابی، کم‌اشتهایی و کم شدن دید و شنوایی را به دنبال خواهد داشت [۳].

عملیات چاپگرها، موجب تولید ترکیب‌های آلی فرار مانند<sup>۵</sup> NOX و<sup>۶</sup> SO<sub>2</sub> از حلال‌های پاک‌کننده، جوهرها و الکل‌ها می‌شود. لامپ‌های فلورسنت<sup>۱</sup> حاوی مواد سمی از

تولید سالیانه ۷۰/۰۰۰ تن گاز سمی و ارسالش به طبیعت، آن را در میان آلوده‌کننده‌ترین صنایع این کشور قرار داده است [۵]. همچنین در صنعت چاپ علاوه بر انتشار گازهای سمی (ترکیب‌های آلی فعال<sup>۱</sup>) موارد دیگری از قبیل آلودگی صوتی ناشی از چرخش موتورها، چرخ‌دنده‌ها و حرکت بخش‌های متحرک در ماشین‌های چاپ، بخار مرکب، گرد و غبار تولید شده حاصل از کاغذ و پودرها و گاز ازن نیز به عنوان منابع آلودگی مد نظر قرار گرفتند. در زیر آلاینده‌های مختلف صنایع چاپ و بسته‌بندی مورد بررسی قرار خواهد گرفت [۸].

## ۲- آلاینده‌های فاز گازی

### ۲-۱- الکل‌ها

ویژگی اساسی تبخیر سریع الکل، موجب انتخاب آن به عنوان فاز حامل مرکب در صنایع چاپ شده است، علاوه بر به‌کارگیری الکل‌ها در مرکب، می‌تواند شاهد حضور این گونه مواد در پاک‌کننده‌ها و آب داروها هم بود. این مواد نسبت به آب دمای جوش و تبخیر پایین‌تری دارد و علاوه بر این ویژگی، خاصیت گندزدایی الکل‌ها مورد توجه صاحبان صنایع واقع می‌شود. مبنای چاپ افست، تقابل و همراهی آب و مرکب است و تنظیم این دو عامل، در حالی که یکی از ابتدایی‌ترین مراحل چاپ است، مهم‌ترین بخش نیز به حساب می‌آید، زیرا وجود آب و یا رطوبت به تنهایی می‌تواند مشکلات زیادی اعم از زنگ زدن تجهیزات، ایجاد باکتری و میکروب را به وجود آورد که با حضور الکل‌ها و دیگر مواد در کنار آب می‌توان چنین مشکلاتی را کاهش داد. اگرچه این شاخص، موجب رفع بسیاری از مشکلات در صنعت چاپ شده؛ اما مسائل زیست محیطی زیادی را ایجاد کرده که سلامت کاربرهای دستگاه چاپ را به خطر انداخته است. تولید گازهای سمی در اثر تبخیر الکل ایزو پروپیل موجود در مرکب از جمله مسائلی است که همواره مورد توجه کارشناسان بوده است [۲ و ۵].

2- Nitrobenzene

3- Toluene

4- Aromatic

5- Nitrogen Oxides

6- SO<sub>2</sub>

1- VOC (Volatile organic compound)

جدول ۱- خطرناک‌ترین ترکیب‌های آلی فرار (VOC) و آلودگی‌های تنفسی (HAP)

نام ماده	مشکل زیست محیطی
دی کلرومتان	در مدت زمان کوتاه باعث آسیب به سامانه عصبی، خون و در زمان طولانی سرطان و آسیب‌های کبدی
اتیلن گلیکول	قابل حل شدن در آب - فراریت بالا- مسمومیت
متانول	فراریت بالا- قابلیت اشتعال زیاد
گلیکول اترها	ایجاد حس خواب آلودگی - مشکلات کبد، کلیه، ریوی، خستگی، تهوع و در طولانی مدت سرطان ایجاد می‌کند.
متیل اتیل کتون	مایعی اشتعال‌پذیر، باعث تحریکات شدید چشمی، تأثیر روی سامانه عصبی و تحریکات مختصر در بینی و گلو
فنول‌ها	تحریک، سوزش و سوختگی‌های پوستی تا مسمومیت‌های سیستماتیک همراه با کاهش فشار خون، افزایش ضربان قلب و کما، ۲، ۴، ۶- تری کلروفنل باعث افزایش شیوع تومورهای سرطانی می‌شود.
تولوئن	در طولانی مدت علایم جسمی و روانی، اختلال‌های بینایی، آسیب‌های عصبی، مخچه‌ای و اختلال در بخشی از راه‌های عصبی به نام راه‌های هرمی
۱-۱-۱ تری کلرو اتان	تبخیر نسبتاً سریع - نفوذ بسیار سریع در رگ‌های خونی برای انسان و جانوران - تخریب سامانه عصبی

بررسی مشکلات زیست محیطی و آلاینده‌های صنایع چاپ و بسته‌بندی

بازدارنده خوردگی تشکیل شده‌اند. به دلیل فراریت بالای تمییزکننده‌ها، ترکیب‌های آلی فرار زیادی ایجاد و سبب مشکلات سلامتی مانند سوزش ریه می‌شوند. پاک‌کننده‌هایی با درجه فراریت بالا علاوه بر مشکلات زیست محیطی موجب آسیب رساندن به ماشین چاپ شده و طول عمر صفحات خام چاپ را کاهش می‌دهند [۶ و ۷].

متیل اتیل کتون<sup>۶</sup> (MEK) یک ترکیب با نقطه جوش پایین و حلالی قوی بوده و خیلی سریع تبخیر می‌شود و در سامانه تولید رنگ‌ها و لاک‌ها بکار می‌رود. این ماده خواص حلالیت فوق‌العاده‌ای داشته و یکی از حلال‌های ارزان و از لحاظ عملکرد با اتیل استات به عنوان تمییزکننده ماشین‌آلات و به طور وسیعی با تنوع زیاد در سامانه‌های پوشاننده مورد استفاده قرار می‌گیرد. که حضور این مواد در میان پاک‌کننده‌ها دارای اثراتی مانند تحریکات شدید

جمله فلزاتی مثل جیوه، کادمیم<sup>۲</sup> و سرب می‌باشند. در زمانی که می‌شکنند علاوه بر تولید فلزات بخار سمی می‌توانند سلامتی کاربر را نیز مخاطره بیاندازند [۲ و ۳] که در (جدول ۱) مهم‌ترین آلاینده‌های صنایع چاپ ارائه شده است.

## ۲-۳- پاک‌کننده‌ها

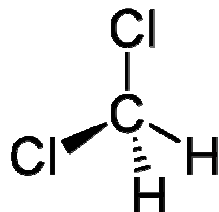
امروزه از پاک‌کننده‌ها برای تمییز سازی سیلندرها، برآش رول‌ها<sup>۳</sup>، رول ضربه‌گیر<sup>۴</sup>، صفحات چاپی، مخزن مرکب و لوله‌ها استفاده می‌شود؛ با مصرف پاک‌کننده‌ها، مقادیر زیادی گازهای سمی روانه طبیعت می‌شوند. عمدتاً تمییز کننده‌ها از ترکیب گلیکول اترها<sup>۵</sup>، نفت سنگین، هیدروکربنات‌ها<sup>۶</sup> و مواد

- 7- Fluorescent
- 1- Cadmium
- 2- Brush rollers
- 3- Damping rollers
- 4- Glycoether
- 5- Hydrocarbonate

6- Methyl ethyl ketone

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون  
**بسته‌بندی**

دی کلرومتان<sup>۳</sup> هم به عنوان یک پاک‌کننده متداول و حلال مناسب در صنعت چاپ، مصرف چشمگیری داشته که با توجه به نرخ بالای مصرف این ماده، می‌توان به مشکلات سلامتی از جمله آسیب به سامانه عصبی، خون و در زمان طولانی، سرطان و آسیب‌های کبدی اشاره کرد که در (شکل ۳) ساختار مولکولی آن ارائه شده است.



شکل ۳- ساختار مولکولی دی کلرو متان

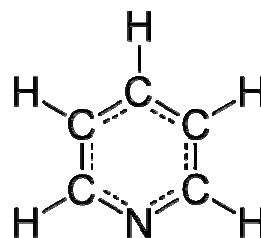
طبق آیین‌نامه مؤسسه تحقیقاتی تبدیلات کاغذ و چاپ<sup>۴</sup>، باید پاک‌کننده‌های چاپ مقدار کمی ترکیب هیدروکربن‌های فرار، هگزان‌ها<sup>۵</sup>، آمین<sup>۶</sup> و آمیدهای<sup>۷</sup> ثانویه و استرها را دارا باشند. یکی از مهم‌ترین آن‌ها جایگزینی مواد تمیزکننده سطوح می‌باشد. به عنوان مثال می‌توان در واحدهای چاپ، پاک‌کننده‌ای با پایه آبی را جایگزین پاک‌کننده‌های آلی نمود. در برخی موارد نیز استفاده از اسیدها و بازهای معدنی باعث کاهش مصرف حلال‌های آلی (مثل هگزان) می‌گردند. از سوی دیگر، تغییر نوع ماده اولیه مصرفی به ماده‌ای با کیفیت بالاتر می‌تواند میزان تولید ماده زاید خطرناک را کاهش دهد [۷ و ۵].

## ۲-۴- استفاده از ترکیب‌های کلرو فلوئور کربن<sup>۸</sup> ها

به عنوان خنک‌کننده منبع نوری ماشین‌آلات چاپ فرئون‌ها<sup>۹</sup> به عنوان گاز خنک‌کننده در تجهیزات مختلف و به عنوان حلال‌های تمیزکننده در کارخانه‌ها به کار می‌روند. این ترکیب‌ها همان‌طور که از نام‌شان

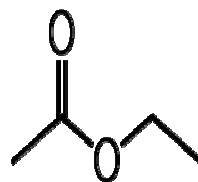
چشمی و تحریکات پوستی می‌شود و بخارات این ماده به شدت قابل اشتعال است.

پیریدین<sup>۱</sup> یک ترکیب شیمیایی دارای حلقه هتروسیکلیک<sup>۲</sup> است. شکل ظاهری این ترکیب، مایع بی‌رنگ است. این ماده در گذشته‌ای نه چندان دور، به عنوان یکی از ترکیبات رایج مرکب‌ها استفاده می‌شده است و کاربرد آن امروزه به علت اثرات سمی بسیار زیاد منسوخ شده است. از جمله مشکلات، آن حضور پایدار در فاضلاب‌های سمی و در صورت ارتباط با پوست انسان، باعث ایجاد سرطان می‌شود [۱۳]. در (شکل ۱) ساختار پیریدین نشان داده شده است.



شکل ۱- ساختار مولکولی پیریدین

اتیل استات مایعی بی‌رنگ، فرّار و آتشگیر از اتیل استات در فرمولاسیون مرکب‌های چاپ - چسب - لاک‌ها و پاک‌کننده‌ها به مقدار زیادی استفاده می‌شود. همچنین حلال مناسبی برای انواع رزین‌هاست. فرّاریت این ماده مانند الکل‌ها می‌تواند مشکلات ریوی و تنفسی برای کارکنان در واحدهای صنعتی چاپ و بسته‌بندی ایجاد کند [۱۳] که در (شکل ۲) ساختار مولکولی آن نشان داده شده است.



شکل ۲- ساختار مولکولی اتیل استات

- 3- Dichloromethane
- 4- Printing and paper converting association
- 5- Hexan
- 6- Amine
- 7- Omid
- 8- CFC(Chlorofluorocarbon)
- 9- Freon

- 1- Pyridine
- 2- Heterocyclic

پیداست از کلر، فلئور و کربن تشکیل شده‌اند. کلروفلئورکربن‌ها وقتی وارد لایه ی ازن می‌شوند، رادیکال کلر آزاد می‌کنند که این رادیکال<sup>۱</sup> کلر با مولکول‌های ازن واکنش داده و سبب نابودی آن‌ها می‌گردند. حال تا چندی پیش، سازنده‌های ماشین‌آلات چاپ برای سرد کردن لامپ یا منبع نور ماشین چاپ از کلر و فلوروکربن‌ها استفاده می‌کردند که امروزه این موضوع تا حدودی منسوخ شده است و هیدروکلروفلوروکربن‌ها جایگزین کلروفلوروکربن‌ها را گرفته‌اند [۶و۵].

### ۳- آلاینده‌های فاز جامد

۳-۱- ریز ذرات<sup>۲</sup> حاصل از ماده چاپ شونده و تونرهای چاپ

استفاده از کاغذ در حجم بالا در محیط‌های کوچک مانند چاپخانه، می‌تواند مشکلات تنفسی ایجاد کند. به عنوان مثال در چاپخانه‌ای که روزانه سه تن کاغذ چاپ می‌شود در حدود ۸-۱۵ کیلوگرم ریز ذراتی که عمدتاً حاصل از پرکننده‌هاست ایجاد می‌گردد که در صورت نبود سامانه وکیوم مناسب در محیط‌های صنعتی، موجب مشکلات تنفسی برای کاربرها ایجاد خواهد شد. همچنین کثیف شدن سیلندرهای دستگاه‌های چاپ را به دنبال خواهد داشت؛ این امر باعث توقف زود به زود سامانه‌های چاپ می‌شود [۵ و ۹].

چاپ الکتروفتوگرافیک<sup>۳</sup> دارای مشکلاتی است که آن را در زمره روش‌های ناسازگار با محیط زیست قرار می‌دهد. جمله این موارد، می‌توان به تولید ذرات ریز جامد در هنگام استفاده از تونرهای خشک و وارد شدن مواد بسیار خطرناکی مانند بنزن و ترکیب‌های نیتروژن‌دار و فلزات سنگین به طبیعت در اثر استفاده از تونرهای<sup>۴</sup> نامرغوب و غیراستاندارد

اشاره کرد. در حالی که حتی استفاده از مرکب‌های UV<sup>۵</sup> و جوهرافشان<sup>۶</sup> به دلیل اینکه در تولید آن‌ها حلال‌های خطرناکی مانند اتیل استات<sup>۷</sup> و بوتیل استات<sup>۸</sup> به کار رفته اند، به طور کامل از مواد یاد شده نمی‌توان جلوگیری به عمل آورد [۱۲].

### ۳-۲- مرکب‌ها و ظروف بسته‌بندی

مرکب‌ها با توجه به نوع فرآیند چاپ، از مواد مختلفی مانند فلزات سنگین تشکیل شده‌اند که این مواد می‌توانند مشکل‌های زیست محیطی زیادی به وجود آورند که در ذیل به آن‌ها اشاره می‌شود:

**آهن:** همان‌گونه که اشاره شد، فلزات سنگین از جمله مهم‌ترین جزء مرکب‌ها شناخته می‌شود که در این بین، یکی از فلزات سنگین مورد نظر، آهن می‌باشد. این فلز اگرچه به نسبت کمی در مرکب‌ها استفاده می‌شود؛ اما مشکلات زیست محیطی زیادی را می‌تواند ایجاد کند. همچنین آهن موجود در بسته‌های فلزی و مرکب‌ها در مجاورت رطوبت، اسیدها و سایر ترکیب‌های خورنده، به نمک‌های مختلف تبدیل شده که در معرض هوا اکسید شده و به سولفات فریک<sup>۹</sup> تبدیل می‌شود. ورود آن از راه مواد غذایی به بدن انسان باعث ایجاد مسمومیت حاد یا مزمن می‌شود [۱۰ و ۱۱].

**سرب:** از جمله ترکیب‌های دیگر مرکب‌های چاپ، سرب می‌باشد که به راحتی از سطح ماده چاپ شونده جدا و وارد ماده غذایی می‌شود و ایجاد مسمومیت مخصوصاً در کودکان می‌کند. در میان فلزات سنگین، سرب دارای اهمیت ویژه‌ای است. سرب، فلزی است که در مقابل فرسایش مقاومت زیادی دارد. سرب در بافت‌های مختلف بدن و استخوان‌ها ذخیره و به مرور زمان در شرایط

- 5- UV inks
- 6- Ink Jet
- 7- Ethyl acetate
- 8- Butyl acetate
- 9- Formic Solphate

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون  
**بسته‌بندی**

- 1- Free radical
- 2- Tiny particles
- 3- Electrographic print
- 4- Toner

است. ترکیبات<sup>۵</sup> PCDD تا دمای ۱۳۰۰ پایدار و بالاتر از این دما تجزیه می‌شوند. فشار بخار بسیار پایینی دارند که نشان از عدم تبخیر این ماده است. این خاصیت فیزیکی همراه با پایداری دمایی و حلالیت در آب از مهم‌ترین خواص دی‌اکسین‌ها در محیط می‌باشد. ترکیب‌های سمی اکثراً در محیط و بدن موجودات، پایدار و مقاوم می‌باشند. دی‌اکسین‌ها می‌توانند از راه‌های مختلف مانند خوردن مواد غذایی آلوده و حتی از طریق شیر مادر وارد بدن انسان گردند [۵].

**تراکلرواتیلن<sup>۶</sup>:** از ترکیب‌های دیگر موجود در مرکب‌ها می‌توان به پرک (تراکلرواتیلن)، تری کلرو اتیلن<sup>۷</sup>، اشاره کرد که این ترکیب‌ها در بلند مدت می‌توانند مشکل‌های بینایی، به ویژه ایجاد ناتوانی در تشخیص صحیح رنگ‌ها را ایجاد کنند. هم‌چنین از جمله عواقب وجود ماده ترا کلرو اتیلن در آب شرب، بروز سرطان و ایجاد مشکل‌های رشد می‌باشد [۴ و ۵].

#### ۴- آلاینده‌های فاز مایع

##### ۴-۱- رهاسازی ضایعات صنایع چاپ به سامانه

##### فاضلاب شهری

**مرکب‌ها:** شستن پارچه‌هایی که حاوی مرکب چاپ هستند، موجب آزادسازی مرکب و مواد شیمیایی مختلف در سیستم فاضلاب شهری می‌شوند. با توجه به اینکه رنگ یکی از شاخص‌های کنترل آب و فاضلاب شهری محسوب می‌شود، مرکب به شدت می‌تواند آن را تغییر دهد. از آنجایی که مرکب‌ها حاوی طیف وسیعی از مواد مانند کروم، جیوه و غیره هستند، می‌توانند باعث ایجاد سرطان شوند. فاضلاب‌های حاصل از عملیات چاپ می‌توانند شامل روغن‌های لوبریکال<sup>۸</sup>، جوهر، حلال‌های

مختلف در خون رها می‌شود. مسمومیت مزمن، مهم‌ترین بیماری سربی می‌باشد [۱۰ و ۱۱].

**کروم:** با توجه به قیمت بالای قلع، گاهی به جای آن از کروم برای روکش بسته‌های فلزی استفاده می‌شود که اگر مقدار آن در بدن از حد معینی تجاوز کند موجب زخم‌های عمیق پوستی می‌شود. کروم یا کرومیوم فلزی سخت، برآق با جلاپذیری و نقطه جوش بالا و مقاومت قابل توجه در برابر زنگ‌زدگی و تیرگی است. ترکیب‌های کروم<sup>۱</sup> VI در صورت بلع، سمی هستند. تقریباً نصف قاشق چای خوری ترکیب‌های کروم سمی VI کشنده است. بیش‌تر ترکیب‌های کروم VI برای چشم، پوست و بافت‌های مخاطی مضر هستند. تماس دائمی با این ترکیب‌ها می‌تواند موجب آسیب‌های دائمی چشم گردد [۱۰ و ۱۱].

**آلومینیوم:** استفاده از آلومینیوم برای بسته‌بندی مواد غذایی مورد تردید است. از آن جایی که این عنصر کم و بیش در مواد غذایی، گیاهی و حیوانی وجود دارد، ورود مقادیر انبوه به بدن از طریق بسته‌بندی و ظروف غذا اختلالاتی در جذب فسفات‌ها و بروز راشیتسم<sup>۲</sup> و از دست رفتن حافظه در سنین بالا ایجاد می‌کند [۴].

**بسته‌های کاغذی:** دی‌اکسین مورد استفاده برای سفید کردن کاغذ و مرکب چاپ، ترکیب‌های سمی هستند که علاوه بر ورود به مواد غذایی با بسته‌بندی آن‌ها، از راه محیط نیز سلامت مصرف‌کننده را به خطر می‌اندازند. محل تجمع این ترکیب‌ها در بدن انسان، بافت‌های چربی است [۵ و ۱۲].

دی‌اکسین، ترکیب‌های آلی کلرینه است که بعضی از انواع آن حتی در مقادیر کم، اثرات فوق‌العاده سمی دارند. مولکول دی‌اکسین از دو حلقه بنزنی تشکیل شده که با دو پل اکسیژنی به هم متصل می‌شوند و در مجموع ۷۵ ترکیب مختلف را شامل می‌شوند. در میان ایزومرهای<sup>۳</sup> دی‌اکسین سمی‌ترین ترکیب ۲، ۳، ۷ و ۸ تراکلرودی بنزو پارادی اکسین<sup>۴</sup> TCDD است؛ این ترکیب در شرایط استاندارد جامد

5- Polychlorinated dibenzo-p-dioxins

6- Tetrachloroethylene

7- Trichloroethylene

8- Lubricant

1- Chromium components

2- Rickets

3- Isomers

4- Tetrachlorodibenzodioxin

پاکسازی، مواد شیمیایی، اسیدی، قلیایی، همچنین نقره، آهن، کروم و مس می‌باشد [۱].

## ۵- نتیجه گیری

با توجه به حضور آلاینده‌های بسیار زیاد در صنایع چاپ و بسته‌بندی می‌توان این صنایع را از جمله آلوده‌ترین صنایع دانست. حضور موادی مانند الکل‌ها، مرکب‌ها و پاک‌کننده‌ها، متیل اتیل کلرها، دی کلرومتان‌ها، اتیل گلیکول‌ها و فنول‌ها، مشکلات زیست محیطی زیادی را به وجود می‌آورند.

با توجه به این نوع آلاینده‌ها در صنایع چاپ و بسته‌بندی در هر سه فاز جامد، مایع و گاز، تحقیق و شناسایی آلاینده‌ها و داشتن آگاهی از مشکلات آن‌ها مرحله‌ی ابتدایی برای کنترل می‌باشد. امروزه در تمامی کشورها به منظور حفظ محیط زیست، قوانین و استانداردهایی اتخاذ شده‌اند که این استانداردها تأثیر بسیار زیادی داشته‌اند که می‌تواند به استاندارد ۱۴۴۰۲، ۱۳۸۹۳ و ۱۳۹۲۳ سازمان استاندارد ایران و به استانداردهای بین‌المللی از جمله ISO 14001 اشاره کرد که رعایت استانداردهای فوق نه تنها از حجم مشکلات زیست محیطی می‌کاهد، بلکه مصرف مواد شیمیایی و حتی باعث کاهش هزینه‌های تولید خواهد شد. استفاده از موادی مانند الکل‌ها، پاک‌کننده، آب داروها در صنعت چاپ بر اساس استانداردهای مرتبط، راه‌حل اولیه برای کنترل مواد ایجادکننده آلودگی می‌باشد. در پایان، تحقیقات بیشتر جهت ارائه راهکارها و پیشنهادات توصیه می‌شود.

## ۶- منابع

۱. اسدی م، فائزی رازی د، نبی‌زاده ر، وجدانی م. مدیریت مواد زاید خطرناک، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست ایران، تهران، ۱۳۷۱.
۲. جرج چوبانو گلوس، هیلاری تیسسن، رولف الیاسن، مدیریت مواد زاید جامد «اصول مهندسی و مباحث مدیریتی»، ترجمه منیره مجلسی، سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری، ۱۳۷۱.

**آب دارو:** در سامانه‌های افست معمولی از ماده‌ای به نام آب دارو استفاده می‌شود. این ماده دارای خاصیت پاک‌کنندگی عالی، تنظیم‌کننده PH، کاهش اثرات آب‌های سخت، و تمیز نمودن عالی زینک می‌باشد و با توجه به حضور آب در سامانه چاپ افست، از این ماده استفاده می‌شود تا اثرات مخرب آب در سامانه چاپ از بین برود؛ اما آب دارو مشکلات زیست محیطی زیادی را به وجود می‌آورد. آب دارو از موادی مانند اسید فسفریک<sup>۱</sup>، الکل، ضدچربی‌ها، ضد میکروب، ضدباکتری، آنتی‌کارشن<sup>۲</sup>، کلرید کبالت<sup>۳</sup>، ضد فوم، ضد کف، گلیسرین<sup>۴</sup> و آلومینیوم تشکیل شده است. زمانی که کبالت وارد محیط می‌شود، بلافاصله از بین نمی‌رود. این ماده به سرعت جذب مواد دیگر می‌شود و پایدار است. کبالت سبب نازایی، ریزش مو، تهوع، خونریزی، کُما و حتی مرگ می‌شود. غبار کلرید کبالت باعث بیماری‌های شبیه آسم شده و علائمی مانند سرفه، انقطاع تنفس و تنگی نفس را از خود نشان می‌دهد. این علائم به تدریج در فرد افزایش می‌یابد و مشکلات دیگری مانند بیماری‌های ریوی، تصلب شرایین، ناتوانی دائمی و مرگ را سبب می‌شود. اگر فردی در معرض کلرید کبالت قرار گیرد، دچار کاهش وزن، آماس پوست و حساسیت بالای دستگاه تنفس می‌شود. آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان IARC<sup>۵</sup>، کبالت و ترکیب‌های آن را در گروه B<sub>2</sub> طبقه‌بندی کرده است. این بدان معناست عناصر قرار داده شده در گروه B<sub>2</sub> ممکن است برای انسان سرطانزا باشند [۳ و ۴].

- 1- Phosphoric acid
- 2- AntiCartion
- 3- Cobalt
- 4- Glycerine
- 5- Informational agency for research cancer

۳. علمداری، ر، مظاهری، ب. راهنما و آموزش چاپ افست. انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، ۱۳۷۶.

۴. منظورالاجداد، م، ربیعی، ر. مفاهیم نظری و کاربردی ساخت کاغذ و فرایند چاپ، خانه کتاب، ۱۳۹۰.

۵. ناظمی پناه، م. کاغذ در چاپ. انتشارات کساکوش، ۱۳۹۲.

6. Blackman W.C., Basic Hazardous Waste Management, 3rd edition, Lewis publisher, USA, 2001.

7. Basel convention series, Technical Guideline on Specially Engineered Landfill, Switzerland, 2002 adopted from www.basel.int.

8. Freeman H.M., Standard handbook of hazardous waste treatment and disposal, Mc Graw-hill publication, USA, 1989.

9. Keily G, Environmental engineering, McGraw-Hill, malaysia, 1998.

10. LaGrega M.D., P.L. Buckingham, J.C. Evans, Hazardous waste management, 2nd edition, Mc Graw-Hill, New York, 2001.

11. Miller, G. Pollution prevention assistance providers. Printers national environmental assistance center. 2004.

12. Miller, G. Preventing pollution in flexographic printing. Missouri department of natural resources environmental assistance office. 2004.

#### آدرس نویسنده

استان البرز- بلوار امام زاده حسن (علیه السلام)-  
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران-  
گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ.