

# میزان دی بنزو پی دیوکسین پلی کلرینه، (PCDD/F) dibenzofurans و بی فنیل (PCB) در خون کارگران غیررسمی در آگبوگبلوشی کشور غنا و کنترل آنها

## چکیده

تولید ترکیبات بشدت سمّی و رها شدن آنها در طبیعت طی بازیافت غیر رسمی وسایل الکتریکی و الکترونیکی معضلی در حال رشد در محل های بازیافت پسماندهای الکترونیکی خیلی از کشورهای در حال توسعه در سطح جهان است. برای ارزیابی میزان در معرض قرار گیری کارکنان یکی از بزرگترین EWRS ها در آفریقا واقع در آگبوگبلوشی آکرای کشور غنا به polychlorinated dibenzo-p-dioxin ها و dibenzofuran ها و نیز polychlorinated biphenyl ها مطالعه ای را انجام دادیم. جدای از بررسی سلامتی، داده های بیومتریکی و آماری، سوابق اقامتی و شغلی، در معرض قرارگیری های شغلی و شرایط کار طی پرسشنامه ی استاندارد ی ثبت شد.

## 1. مقدمه

تشکیل polychlorinated dibenzo-p-dioxin ها و dibenzofuran ها طی پروسه های حرارتی برای بار اول در نشرهای ناشی از کوره های سوزاندن زباله های شهری مشاهده شد. متعاقب آن تحقیقات وسیعی صورت پذیرفت و سریعاً روشن شد که PCDD/F ها و دیگر ترکیبات هالوژنی در تمامی پروسه های سوزاندن شامل کربن، اکسیژن و هالوژن ها بخصوص در حضور فلزاتی نظیر مس (بعنوان کاتالیزور) تشکیل میشوند. در اواخر قرن قبل در اکثر کشورهای صنعتی منابع عمده ی نشر از قبیل نیروگاههای کوره ای شناسایی و نشرها طی اقدامات فنی و قانونی کاهش یافتند. در نتیجه در معرض قرار گیری به PCDD/F ها در کشور آلمان و خیلی از کشورهای صنعتی روز به روز کاهش یافت.

با افزایش تولید وسایل خانگی و وسایل الکترونیکی نظیر یخچالها، ماشینهای لباسشویی، دستگاههای تهویه ی هوا، روشنایی، تلویزیونها/مانیتورها، کامپیوترها، پرینترها، فتوکپیها، دستگاه های فاکس، موبایل ها و اسمارت فونها، دستگاههای بازی و باتریها در کنار کاهش قیمت ها و طول عمر جریان روبه رشد غیر قابل کنترل پسماندهای الکترونیکی رو به افزایش گذاشت.

پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی حاوی مقادیر به نسبت زیادی از مواد ارزشمند هستند که کاملاً به هم متصل بوده و جداسازی شان سخت است. پسماندهای الکترونیکی تحت عنوان "وسایل دست دوم" توسط کشورهای پیشرفته صادر شده است (برخی مواقع بصورتی غیرقانونی). در کشورهای در حال توسعه در آفریقا و آسیا نظیر غنا، نیجریه، چین، هند و پاکستان محل های غیررسمی انباشت/بازیافت پسماندهای الکترونیکی وجود داشته است. پروسه های بازیافت غیررسمی اغلب شامل مراحل جداسازی دستی، شستشوی اسیدی، گرمایش و **wanton burning** میشوند.

خود ماده ی پسماند الکترونیکی احتمال دارد حاوی آلاینده های آلی مقاوم هالوژنی (POP) نظیر بی فنیل های پلی کلرینه و بازدارنده های اشتعال نظیر پلی برامینتید دی فنیل اترها، بی فنیل ها و .. باشد. جدای از این سوزاندن باز پسماندهای الکترونیکی حاوی هالوژنها نظیر BFR یا پلی وینیل کلراید شرایط بهینه ای برای تشکیل دی نوو ترکیبات آروماتیک هالوژنی نظیر PCDD/F ها و معادل های برامینتید آن PBDD/F ها و دیگر ترکیبات دی اکسینی فراهم میکند. بسبب سوزاندن و پروسه ی حرارت کنترل نشده ی پسماندهای الکترونیکی این POP ها در هوا، خاکستر مانده، گرد و غبار، خاک، آب و رسوب EWRS ها یافت میشوند. میزان PCDD/F حاصله از پسماندهای الکترونیکی فقط در چین در حدود چندین کیلوگرم تخمین زده میشود.

در EWRS آگبوگلوبوسی نزدیک آکرا، غنا پروسه های فنی قدیمی تری انجام میشوند. کارگران که اغلب کودکان و نوجوانان هستند روزی 10 الی 12 ساعت و بدون هیچ لباس محافظی کار کرده و در معرض خطر سوزش، برش و تنفس مداوم دودهای بشدت آلوده هستند. تا آنجاییکه میدانیم مطالعه ی پیش رو اولین نوع در این زمینه است که به در معرض قرارگیری PCDD/F ها و PCB در EWRS در قاره ی آفریقا میپردازد و اولین مطالعه است که به میزان PCDD/F در خون کارگرانی میپردازد که مستقیماً در معرض مواد خطرناک هستند. در این مقاله میزان PCDD/F ها و PCB در نمونه های خون کارگران در آگبوگلوبوسی آکرای کشور غنا و کنترل های صورت پذیرفته گزارش میشود.

2. مواد و روشها

2.1 طرح مطالعه

ما مطالعه ای را در EWRS آگوبگلوبوشی یکی از بزرگترین EWRS ها در آفریقا که در آکرا پایتخت غنا واقع است انجام دادیم. حدود 40000 نفر در این ناحیه تحت اسفناک ترین شرایط زیست محیطی زندگی میکنند و قسمت اعظم آنها را مهاجرانی از مناطق شمالی غنا تشکیل میدهند.

برای مقایسه گروه دوم دیگری در کوابنیا منطقه ای در 25 کیلومتری آکرا بکار گرفته شدند. کوابنیا نسبت به آگوبگلوبوشی آب و هوای تر و تمیزتری دارد. جمعیت کوابنیا غالباً از مهاجرانی است که از مناطق روستایی آمده اند و اکثراً تخصصی نداشته و وضعیت اجتماعی اقتصادی پایینی دارند یعنی مشابه گروه مهاجری که در محل انباشت پسماندهای الکترونیکی کار میکنند هستند.

به سبب تکنولوژی پیچیده و هزینه های بالا تجزیه و تحلیل PCDD/F فقط برای بیمارانی صورت گرفت که بیشتر از بقیه در معرض بودند.

## 2.2 تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی

روش تعیین میزان PCDD/F ها در نمونه های خون بصورت مفصل قبلاً توصیف شد. بطور خلاصه این روش بدین صورت است: الف) استخراج چربی خون با حلالهای آلی ب) کروماتوگرافی چندستونه با استفاده از سیلیکا ژل های اصلاح شده و کربن فعال شده و پ) تعیین ابزاری با استفاده از کروماتوگرافی گاز مویین و طیف سنجی جرمی. میزان PCB با استفاده از روش اخیری حاصل شد.

## 2.3 تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری با کمک سیستم نرم افزاری STATISTICA صورت پذیرفت. آزمون Mann-Whitney U برای مقایسه ی تفاوت های بین غلظتهای POP در گروه های در معرض قرار گرفته و کنترل انجام گرفت. برای بررسی ارتباط بین در معرض قرار گیری و غلظتهای POP و جهت کنترل فاکتورهای تضعیف کننده از مدل های رگرسیون چند متغیری استفاده شد.

## 2.4 اصول

مطالعه ی موردنظر بر اساس اصول بیانیه ی هلسینکی صورت پذیرفت.

## 3. نتایج

تجزیه و تحلیل PCDD/F ها در 21 شرکت کننده ی در معرض قرار گرفته و 21 شرکت کننده ی در معرض قرار نگرفته و PCB در 39 شرکت کننده ی در معرض قرار گرفته و 19 شرکت کننده ی در معرض قرار نگرفته انجام شد. پارامترهای بیومتریک، اجتماعی آماری و پزشکی مشارکت کننده ها و نیز مقایسه ی داده ها بطور کامل قبلا منتشر شده است. داده های بیومتریک و اطلاعات اصلی درباره ی فعالیتهای در جدول 1 آمده است. شرکت کننده های در معرض قرار گرفته و نگرفته از نظر سن، وزن، قد و body mass index تفاوتی نداشتند.

#### 4. بحث

رها شدن PCDD/F ها در محیط زیست در دهه های اخیر در کشورهای پیشرفته بطور اساسی و مداوم بسبب وضع مقررات متناسب، بهبود کنترل نشرها، تغییرات فنی در پروسه های صنعتی و بستن یک تعداد از تسهیلات کاهش داشته است. که طی مطالعات مرتبط متعددی نیز تایید شده است. ولی میزان زیست محیطی PCDD/F در کشورهای در حال توسعه تا بحال و در مقایسه با کشورهای پیشرفته کم بوده است که خود منجر به در معرض قرار گیری کمتر شده است. که برای PCB ها هم صدق میکند چراکه معمولا در کشورهای در حال توسعه تولید یا استفاده نمیشوند.

آلودگی زیست محیطی ناشی از EXRS و در معرض قرار گیری کارگران بدون محافظ معضل جدیدی در کشورهای در حال توسعه است. PCDD/F ها در فعالیتهای EWRS طی سوزاندن مواد حاوی کلرین تشکیل میشوند و PCB ها قسمتی از پسماندهای الکترونیکی هستند که بعنوان نرم کننده های بازدارنده ی اشتعال بکار برده میشوند. ما میزان هر دو آلاینده را در خون کارگران آگبوگلوبوسی (یکی از بزرگترین EWRS در آفریقا) تحت بررسی قرار دادیم. تا آنجاییکه اطلاع داریم مطالعه ی پیش رو اولین نوع در رابطه با در معرض قرار گیری به PCDD/F ها و PCB در EWRS آفریقا بوده و اولین مطالعه در رابطه با میزان PCDD/F در خون کارگران EWRS در سطح جهان است.

اطلاعات مذکور در این مطالعه بایستی با داده های موجود در سوابق تحقیقی این زمینه مقایسه شود. مقادیر P95 همه ی هم نوع ها در مقایسه با مقادیر چند مطالعه ی انجام شده از 1989 تا 2010 پایین تر است. مقادیر P94-PCDD گروه در معرض قرار گرفته در محدوده ی اکثر مطالعات واقعی انجام شده در آلمان و آفریقای جنوبی است یا از آنها هم فراتر میرود درحالیکه داده های P94-PCDF از محدوده ی تمامی مطالعات

فراتر میروند. وقتی این مقایسه را انجام می‌دهیم بایستی فراموش نکنیم که سن متوسط شرکت کننده حدود 25 بوده و کاملاً از سن میانگین شرکت کننده‌های مورد بررسی در دیگر مطالعات پایین تر است.

در جدول 5b مقادیر PCB-P95 را مقایسه می‌کنیم. در مقایسه با داده‌های اندازه‌گیری شده توسط گروه ما در 2000-2002 هر دو گروه این مطالعه در همان محدوده یا پایین تر از آن هستند. با توجه به کاهش قابل توجه در سالهای اخیر مقایسه با داده‌های اخیر شتگن و همکاران نشان می‌دهد که میزان کنترل مطالعه‌ی ما از میزان متناظر آن در مطالعات آلمانی با ضریب 1.4 تا 3.5 بیشتر است.

علت میزان بالاتر PCB در گروه کنترل که بوضوح از مقادیر مطالعات قبلی کشورهای صنعتی نظیر آلمان بالاتر است معلوم نیست. افزایش کلی در منابع PCB در آفریقا توسط گیوییا و همکارانش اخیراً مطالعه شده است. علاوه بر در معرض قرار گیری مستقیم در فعالیتهای EWRS که در این مطالعه مشاهده شد در معرض قرار گیری دیگری در محل های EWRS در زنجیره‌ی غذایی وجود دارد یا بعبارتی دیگر با مصرف ماهی آلوده. آسناد و همکارانش طی تجزیه و تحلیل شیر انسان در آکرا از سال 2004 تا 2009 افزایش بطور قابل توجه بالاتری در مواد آلاینده و نیز در معرض قرار گیری PCB در مناطق صنعتی تر غنا را تایید کردند. لوزادو و همکارانش مقدار PCB در خون مهاجران اخیر از کشورهای صحرای آفریقا به جزایر قناری را تعیین کردند. در مقایسه با این مطالعه مقادیر کنترل مطالعه‌ی ما در محدوده‌ی مشابه یا اندکی پایین تر بود. مطالعات بیشتری نیاز است تا مسیرهای اصلی در معرض قرار گیری به PCB در غنا تعیین شود و دلایل مشاهدات کلی کنونی پیدا شده و این یافته‌ها توضیح داده شوند.

طی تجزیه و تحلیل آماری چندمتغیره‌ای تاثیر واضح منبع در معرض قرار گیری و زمان در معرض قرار گیری بر معرض قرار گیری PCDD/F را یافتیم. بعلاوه رابطه‌ی تقریباً خطی بین مدت زمان کار و میزان PCDD/F در خون زیرگروهی از کارگران مشغول در EWRS آگبولوشی مشاهده شد. اثر منفی سن بر میزان PCDD/F مشاهده شده در این مدل به احتمال بسبب تقسیم بندی سنی کارگران EWRS است بدین صورت که افراد جوانتر اغلب کثیف ترین شغل‌ها (بالاترین خطر در معرض قرار گیری) را انجام می‌دهند.

این مسئله خود هشدار دهنده است چون در معرض قرار گیری به PCDD/F در سنین پایین با تاثیرات منفی بر رشد، اعصاب، تنفس و سیستم ایمنی کودک داخل و خارج از رحم و نیز عوامل سرطان زا مرتبط است.

داده های اندکی درباره ی میزان PCDD/F در محیط زیست برای کشور غنا و EWRS آگبوگبوشی موجود است. بریجدن و همکارانش مقادیر پایین PCDD/F در خاک آلوده به خاکستر در آگبوگبوشی را گزارش کردند. مطالعات کمی درباره ی تاثیر فعالیتهای EWRS بر معرض قرارگیری PCDD/F وجود دارد. چان و همکارانش مقدار PCDD/F را در نمونه ی شیر 5 زن EWRS تایژو چین اندازه گیری کردند. الگوی PCDD/F در نمونه ی شیر TZ مشابه الگوی خون کارگران EWRS مورد مطالعه ی ما بود.

هیچ ارتباطی بین در معرض قرار گیری PCB و فعالیتهای EWRS وجود نداشت. مطالعه ای در EWRS بنگلور در جنوب هند روی 25 نفر و گروه کنترلی از چیدارمبارام نزدیک ساحل صورت پذیرفت که نتایج مشابهی داشت. نتایج نشان میدهد که سوء مصرف مسیر اصلی در معرض قرارگیری PCB است. نتایج مشابهی پیشتر توسط تیو و همکارانش در نمونه های شیر انسان در سه محل EWRS در کشور ویتنام یافته شد. از سوی دیگر در EWRS تیانجین در شمال چین یانگ و همکارانش مقادیر بطور قابل توجه بالای PCB در خون 35 نفر در معرض قرار گرفته یافتند (17 کارگر جداکننده و 18 ساکن منطقه). کارگران جداکننده PCB بیشتری از ساکنین نداشتند.

در آگبوگبوشی و اکثر دیگر محل های EWRS کارگران سطح زندگی پایینی دارند و ماهی کمتری مصرف میکنند.

## 5. نتیجه گیری

در کل داده های ما حاکی از آن است که در EWRS آگبوگبوشی آکرای کشور غنا کارگران مستقیماً در معرض PCDD (حاصل از سوزاندن) هستند. مقدار PCDD/F در خون با مقدار زمانی که مشارکت کننده ها در EWRS کار میکنند ارتباط دارد. اغلب (و در آگبوگبوشی بطور کاملاً جا افتاده) کودکان و نوجوانان اکثر کارهای سخت را در EWRS انجام میدهند. البته این مطالعه روی کودکان و نوجوانان صورت نگرفت ولی کاملاً مشخص است که میزان در معرض قرار گیری آنها در مقایسه با افراد بزرگسال بیشتر است.