Archive of SID

بررسی تاثیر ۱،۶ هگزامتیلن دی ایزوسیا نات بر نتایج تست پیک فلومتری در کارگران کارگاه‌های رنگ کاری اتومبیل شهر اصفهان

دکتر سیامک پورعبدیان[۱]، مسعود ریسمانچیان[۲]، دکتر ایرج محبی[۳]، عبداله برخورداری[۴]، دکتر احسان ا... حبیبی[۵]، اکبر حسن زاده[۶]

تاریخ دریافت ۸۸/۳/۱۶، تاریخ پذیرش ۸۸/۷/۲۹

چکیده

پیش زمینه و هدف: هگزامتیلن دی ایزوسیانات (HDI) از گروه ایزوسیانات‌های آلیفاتیک بوده که نقاشان اتومبیل در تماس مزمن با آن می‌باشند و از مهم‌ترین عوارض نامطلوب آن آسم شغلی است. هدف از انجام این مطالعه بررسی ارتباط بین غلظت HDI و میزان کاهش پیک فلو در نقاشان اتومبیل می‌باشد.

مواد و روش کار: نوع مطالعه توصیفی - تحلیلی بود که به صورت مقطعی انجام شد. نمونه‌های فردی در روز رنگ آمیزی از ۴۳ کارگر شاغل در کارگاه‌های رنگ آمیزی اتومبیل جمع آوری شد سپس در آزمایشگاه نمونه‌ها با حلال مناسب استخراج و با دستگاه کروماتوگرافی مایع با عملکرد عالی (HPLC) تجزیه گردید. تست پیک فلو کارگران با دستگاه پیک فلومتر در دو نوبت ابتدا و انتهای شیفت کاری و به مدت یک هفته برای هر کارگر انجام شد.

یافته‌ها: میانگین تماس روزانه کارگران با HDI برابر با ۰/۱±۰/۴۲ میلی گرم بر متر مکعب و میانگین تماس هفتگی کارگران برابر با ۰/۰۵±۰/۱۳ میلی گرم بر متر مکعب بود. میانگین درصد تغییرات پیک فلو نقاشان در روز تماس با آلاینده برابر با ۱/۸±۱۱/۲درصد و در روز بعد از تماس با آلاینده برابر با ۱/۹±۷/۹ درصد بود. ۷۲ درصد از نقاشان در روز تماس با آلاینده تغییر بیش از ۱۰ درصد در پیک فلو نشان دادند.

بحث و نتیجه گیری: مطالعه حاضر نشان داد که میانگین غلظت HDI در هوای محیط کار نقاشان در مواجهه با HDI تا ۱۰ برابر میزان استاندارد این آلاینده می‌باشد.

کلید واژه‌ها: هگزامتیلن دی ایزوسیانات، تست حداکثر جریان بازدمی، ایزوسیانات آلیفاتیک

مجله پزشکی ارومیه، دوره بیست و یکم، شماره اول، ص ۳۱-۲۴، بهار ۱۳۸۹

آدرس مکاتبه: اصفهان، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت حرفه ای، تلفن: ۰۹۱۶۸۴۲۴۹۹۷

Email: a.barkhordari2007@gmail.com

مقدمه

شیوع آسم در سراسر جهان در حال افزایش است تعداد معدودی از مواد شیمیایی به عنوان مولد آسم شناخته شده اند و از بین این مواد ترکیباتی به نام ایزوسیانات‌ها به عنوان مهم‌ترین عامل ایجاد آسم شغلی در کشورهای صنعتی معرفی شده اند (۱،۲). دی ایزوسیانات‌ها ترکیباتی هستند با وزن مولکولی پایین و واکنش پذیری بالا که دارای گروه N=C=O می‌باشند. رایج‌ترین دی ایزوسیانات‌های مورد استفاده در صنایع عبارتند از تولوئن دی ایزوسیانات (TDI)، ۱،۶ هگزامتیلن دی ایزوسیانات (HDI)، متیلن بیس فنیل دی ایزوسیانات (MDI). شیوع آسم شغلی در بین کارگران در معرض تماس با این مواد از ۳۰-۵ درصد برآورد شده است (۷-۳). این ترکیبات در ساخت محصولات مختلف از قبیل رنگ، چسب، فوم‌های پلی اورتان، الاستومرها، عایق‌ها و پوشش‌های سطح به کار می روند (۵،۳). دی ایزوسیانات‌ها به فراوانی در کارگاه‌های کوچک با تعداد کارگران اندک از قبیل

[۱] متخصص طب کار، استادیار گروه بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

[۲] دانشجوی دوره دکتری بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

[۳] متخصص طب کار، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه

[۴] کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی (نویسنده مسئول)

[۵] دانشیار گروه بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

[۶] مربی گروه آمار زیستی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

www.SID.ir

Archive of SID

کارگاه‌های رنگ آمیزی اتومبیل به کار می‌روند (۳). این محیط‌های کاری کوچک یکی از منابع عمده تماس با دی ایزوسیانات‌ها می‌باشند، زیرا رنگ، آستر و پوشش‌هایی که به کار می‌رود دارای ترکیب HDI[1] می‌باشند (۵). ۱،۶ هگزامتیلن دی ایزوسیانات یک ایزوسیانات آلیفاتیک مایع با فرمول $C_8H_{12}N_2O_2$ می‌باشد. این ترکیب به علت ساختار خطی دارای پایداری و مقاومت شیمیایی بالا در مقابل اشعه ماورا بنفش خورشید و خراشیدگی بوده و به طور عمده به عنوان عامل سخت کننده در رنگ‌های اتومبیل به کار می‌رود (۸،۵). HDI جز مواد شیمیایی با سمیت بالا می‌باشد که حد مجاز تماس (TLV) با این ترکیب ۳۵ میکروگرم بر متر مکعب است. مقدار حد تماس سقفی این ترکیب برای ۱۰ دقیقه (TLV- Ceiling) برابر با ۱۴۰ میکروگرم بر متر مکعب می‌باشد (۹).

به طور کلی ایزوسیانات‌ها سمیت تنفسی پیچیده ای دارند که اثرات سمی آن‌ها شامل تحریک تنفسی، آسم، پنومونیت و تسریع در کاهش عملکرد ریوی می‌باشد (۱۱،۱۰). برخی از مطالعات نشان داده اند که حتی تماس با غلظت‌های نسبتاً کم ایزوسیانات‌ها با کاهش عملکرد ریوی همراه می‌باشد (۸). در مطالعه Redlich و همکاران، ۴۸ نفر از کارگران نقاش، تعمیرکار و کارمندان دفتری در معرض تماس با HDI، در ۷ کارگاه رنگ آمیزی اتومبیل مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج این پژوهش نشان داد در کارگران در معرض تماس با HDI، میزان FEV_1 و FVC کاهش بیشتری نسبت به کارمندان دفتری داشته است (۵). مطالعه Henry و همکاران نشان دادند که تماس با ایزوسیانات‌ها ارتباط معنی‌داری با کاهش میزان جریان بازدمی دارد (۹). مطالعه آقای Arzu و همکاران در سال ۲۰۰۲ در ترکیه نیز نشان داد کارگران شاغل در قسمت تولید فوم‌های پلی اورتان که در تماس با ایزوسیانات‌ها می‌باشند در مقایسه با دیگر کارگران FEV_1 وFVC کم‌تری دارند (۳). Woskie و همکاران در بررسی ۳۳ کارگاه رنگ آمیزی اتومبیل دریافتند غلظت کلی ایزوسیانات‌ها شامل HDI و ایزوفرون دی ایزوسیانات (IPDI) در نقاشان اتومبیل ۲۰۶μg/m^3، در کارگران رنگ ساز ۰/۱۷μg/m^3 و در کارگران صافکار ۰/۲۷μg/m^3 می‌باشد (۱۲) تماس با ایزوسیانات‌ها عمدتاً از طریق استنشاق بخارات و آئروسل‌های این ترکیبات صورت می‌گیرد، گاهی اوقات تماس پوستی نیز از طریق سطوح آلوده صورت می‌گیرد که سبب حساسیت تنفسی شده و در چندین کارگاه رنگ آمیزی اتومبیل گزارش شده است (۱۳). مطالعات انجام شده نشان داده اند که شیوع ناراحتی‌های تنفسی در کارگران در معرض تماس با ایزوسیانات‌ها در کارگاه‌های کوچک بیشتر می‌باشد (۱۴). همچنین در این کارگاه‌ها مراقبت‌های پزشکی و برنامه‌های بهداشت حرفه ای نیز به درستی به مرحله اجرا گذارده نمی‌شود (۱۵).

لذا هدف از انجام این مطالعه ارزیابی میزان تماس کارگران نقاش با آلاینده HDI و تعیین تاثیر آن بر نتایج تست پیک فلومتری در این کارگران می‌باشد.

مواد و روش کار

این پژوهش یک مطالعه توصیفی - تحلیلی است که به صورت مقطعی انجام پذیرفت. حجم نمونه مورد بررسی پس از محاسبات آماری ۴۳ نفر بدست آمد که از کارگران شاغل در کارگاه‌های رنگ آمیزی اتومبیل در سطح شهر اصفهان به صورت تصادفی انتخاب گردید. در ابتدا به منظور بررسی علایم و ناراحتی‌های حاصله در کارگران، چک لیست مشخصات فردی و شکایات تنفسی برای تمام افراد مورد بررسی تکمیل گردید. شرط ورود افراد به مطالعه سلامت جسمانی، عدم ابتلا به اختلالات ریوی از جمله آسم، عدم مصرف سیگار و همچنین داروهای ریوی بود.

به منظور جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز، تست سریال پیک فلومتری برای هر کارگر به مدت یک هفته و در هر روز دو بار، نوبت اول در ابتدای شیفت کاری و نوبت دوم در پایان شیفت کاری انجام شد. جهت انجام این تست دستگاه پیک فلومتر وایتالوگراف مدلAsma plan مورد استفاده قرار گرفت. به منظور انجام تست پیک فلومتری در ابتدا روش صحیح این تست به وسیله دستگاه پیک فلومتر به کارگران مورد نظر آموزش داده شد (۱۶). سپس جهت انجام تست مورد نظر، در هر روز دو مقدار پیک فلو شامل پیک فلو ابتدا و انتهای شیفت برای هر کارگر ثبت گردید و درصد تغییرات پیک فلو روزانه برای هر فرد محاسبه شد. مقادیر ثبت شده بیشترین مقدار قرائت شده از میان سه اندازه گیری انجام گرفته در هر نوبت بود. به منظورمقایسه کاهش مقادیر حداکثر جریان بازدمی(پیک فلو) روزانه کارگران نسبت به مقدار پیک فلو برای یک فرد سالم و بدون مواجهه، برای هر کارگر مقادیر پیک فلو طبیعی با توجه به سن، قد و وزن کارگران محاسبه گردید. سپس مقدار درصد کاهش پیک فلو روزانه نسبت به مقادیر پیک فلو طبیعی مقایسه گردید کاهش بیشتر از ۲۰ درصد مطابق توصیه انجمن قفسه صدری آمریکا (ATS) نشان‌گر آسیب ریوی کارگر در طول مواجهه می‌باشد.

در این پژوهش جهت نمونه برداری و آنالیز HDI از روش شماره ۴۲ سازمان بهداشت و ایمنی شغلی(OSHA) استفاده شد. در این روش ابتدا باید زمان ظاهر شدن پیک استاندارد HDI در

۱ هگزامتیلن دی ایزوسیانات

www.SID.ir

Archive of SID

کروماتوگرام دستگاه HPLC مشخص شود. بدین منظور محلول حاوی ۳/۵ گرم از HDI در ۲۵ میلی لیتر متیلن کلراید به آرامی به محلول حاوی ۷/۲۵ گرم ۱و۲ پیریدیل پایپرازین در ۱۰۰میلی لیتر متیلن کلراید اضافه شد. سپس محلول حاصل در دمای ۳۵ درجه به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت و حجم متیلن کلراید نیز با جریان نیتروژن تا حدود ۱۰میلی لیتر کاهش یافت محصول حاصل با هگزان رسوب داده شد و فیلتر گردید. رسوب حاصل مجدداً در حجم کمی از متیلن کلراید حل گردیده و دوباره رسوب دهی شد این رسوب فیلتر شده و با هگزان شستشو گردید. نهایتاً در این فرآیند حدود ۹ گرم محصول بعد از خشک شدن با خلاء تولید می‌گردد. که مقدار مشخصی از رسوب به دست آمده در حلال دی متیل سولفکساید حل شده و به دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارآیی بالا (HPLC) تزریق و مکان پیک استاندارد مشخص گردید. برای به دست آوردن منحنی کالیبراسیون ۳ نمونه با غلظت ۳/۳، ۶/۶، ۱۳/۲میکروگرم بر میلی لیتر به دستگاه HPLC مدل JASCO ساخت ژاپن با دتکتور UV و ستون C8 تزریق شد و کروماتوگرام‌های مربوطه استخراج و منحنی کالیبراسیون مربوطه نیز رسم گردید.

برای نمونه برداری از HDI در هوای محیط کار بر اساس روش استاندارد ذکر شده، ابتدا پمپ‌های نمونه بردار ساخت شرکت SKC در دبی یک لیتر بر دقیقه کالیبره گردید. سپس فیلتر فایبرگلاس ۳۷ میلی متری با ۰/۱ میلی گرم از ماده شیمیایی ۱،۲پیریدیل پایپرازین آغشته گردیده و فیلتر به همراه پد در داخل کاست سه تکه قرار گرفت. متعاقب آن ۱۵ لیتر از هوای تنفسی کارگران (طبق توصیه OSHA) نمونه برداری شد و نمونه‌ها با بسته بندی مناسب به آزمایشگاه برای آماده سازی و تجزیه توسط دستگاه HPLC منتقل گشت. در آزمایشگاه آلاینده موجود در فیلتر با استفاده از ۲ میلی لیتر محلول ۹۰/۱۰ استونیتریل، دی متیل سولفوکساید استخراج گردید و محلول حاصل به دستگاه HPLC تزریق گردید.

پس از تعیین غلظت HDI و اندازه گیری حداکثر جریان بازدمی (PEF) نتایج حاصله با استفاده از آزمون‌های آماری همبستگی پیرسون و تی مستقل و تی وابسته مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

میانگین سنی کارگران مورد بررسی در این مطالعه ۸/۸۹±۳۷/۹سال بود که در رده سنی ۲۳ تا ۶۰ سال قرار داشتند. سابقه کار کارگران مورد بررسی در رده ۳ تا ۳۰ سال قرار داشت و میانگین سابقه کار این افراد ۶/۸۵ ±۱۳/۳۹سال بود. میانگین تماس روزانه کارگران با آلاینده HDI برابر با ۱۵ دقیقه بود. در این مطالعه مشخص شد میانگین غلظت HDI (TWA) در نمونه‌های هوای تنفسی افراد برابر با ۰/۱±۰/۴۲ میلی گرم بر متر مکعب می‌باشد همچنین میانگین غلظت هفتگی HDI (TWA) نیز ۰/۰۵۹±۰/۱۳ میلی گرم بر متر مکعب بود در جدول ۱ مقادیر حداقل و حداکثر متوسط وزنی زمانی (TWA) تماس روزانه و هفتگی ارائه شده است. جدول ۲ درصد تغییرات پیک فلوی روزانه شاغلین در روزهای مختلف هفته را نشان می‌دهد همان‌طور که ملاحظه می‌شود این مقدار از ابتدای هفته روند افزایشی داشته و بیشترین مقدار درصد تغییرات در روزهای میانی هفته مشاهده شده است. جدول ۳ تفاوت بین میانگین پیک فلوی روزانه شاغلین در روزهای مختلف هفته قبل و بعد از تماس در هر شیفت کاری نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود تفاوت معنی‌دار بین پیک فلوی روزانه شاغلین قبل و بعد از تماس در تمام ایام هفته وجود دارد (P<۰/۰۰۱).

در این پژوهش به بررسی مقدار کاهش میانگین پیک فلو هفتگی هر کارگر نسبت به پیک فلوی طبیعی برای همان فرد پرداخته شد که نتایج مطالعه نشان داد ۲۵/۶ درصد از کارگران دارای کاهش کم‌تر از ۱۰ درصد، ۳۴/۹ درصد دارای کاهش ۲۰-۱۰ درصد و ۳۹/۵ درصد دارای کاهش بیشتر از ۲۰ درصد نسبت به پیک فلوی طبیعی می‌باشند (نمودار ۱). نمودار ۲ فراوانی درصد تغییرات پیک فلو در روز رنگ آمیزی و روز بعد از آن را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد ۷۲/۱ درصد از کارگران دارای تغییرات پیک فلو بین ۲۰-۱۰درصد در روز رنگ آمیزی بوده اند در حالی‌که فقط ۱۴ درصد از کارگران دارای همین مقدار تغییرات پیک فلو در روز بعد از رنگ آمیزی بودند.

میانگین درصد تغییرات پیک فلو نیز در روز رنگ آمیزی برابر با ۱۱/۲ درصد و در روز بعد از آن برابر با ۷/۹ درصد بود آزمون آماری تی تست نشان داد که بین میانگین درصد تغییرات پیک فلو در روز رنگ آمیزی و روز بعد از آن اختلاف معنی‌دار وجود دارد (P<۰/۰۰۱).

میانگین پیک فلو ابتدای شیفت در روز رنگ آمیزی برابر با ۵۳۷/۸ لیتر بر دقیقه و در روز بعد از رنگ آمیزی برابر با ۵۱۸/۹۵ لیتر بر دقیقه می‌باشد. همچنین میانگین پیک فلو انتهای شیفت در روز رنگ آمیزی برابر با ۴۷۰/۱۸ و در روز بعد از رنگ آمیزی برابر با ۴۷۰ لیتر بر دقیقه می‌باشد. مقایسه میانگین پیک فلو در روز رنگ آمیزی و روز بعد از رنگ آمیزی دارای اختلاف معنی‌دار بود P=۰/۰۱۷ (نمودار ۳).

نمودار شماره ۴ بیان‌گر میانگین درصد تغییرات پیک فلو در روز رنگ آمیزی و روز بعد از آن بر حسب سابقه کار می‌باشد. در

www.SID.ir

Archive of SID

این نمودار میانگین درصد تغییرات پیک فلو با افزایش سابقه کار افزایش یافته است.

بین غلظت هگزامتیلن دی ایزوسیانات با درصد تغییرات پیک فلو در روز رنگ آمیزی و همچنین میانگین پیک فلو در روز رنگ آمیزی همبستگی وجود داشت (P<۰/۰۰۱). مقدار ضریب همبستگی (r) به ترتیب برابر با ۰/۸۸۴، ۰/۶۶۴- بود. همبستگی بین درصد تغییرات پیک فلو در روز رنگ آمیزی با سن و سابقه کار معنی‌دار بود (P< ۰/۰۰۱). مقدار ضریب همبستگی به ترتیب برابر با ۰/۶۶۱، ۰/۷۱۹ بود. همچنین بین مقدار کاهش میانگین پیک فلو هفتگی نسبت به پیک فلو طبیعی و سن و سابقه کار همبستگی وجود داشت (P<۰/۰۰۱). مقدار ضریب همبستگی به ترتیب برابر با ۰/۷۴۶ و ۰/۸۲۸ بود.

جدول شماره (۱): متوسط تماس روزانه و هفتگی کارگران با آلاینده HDI

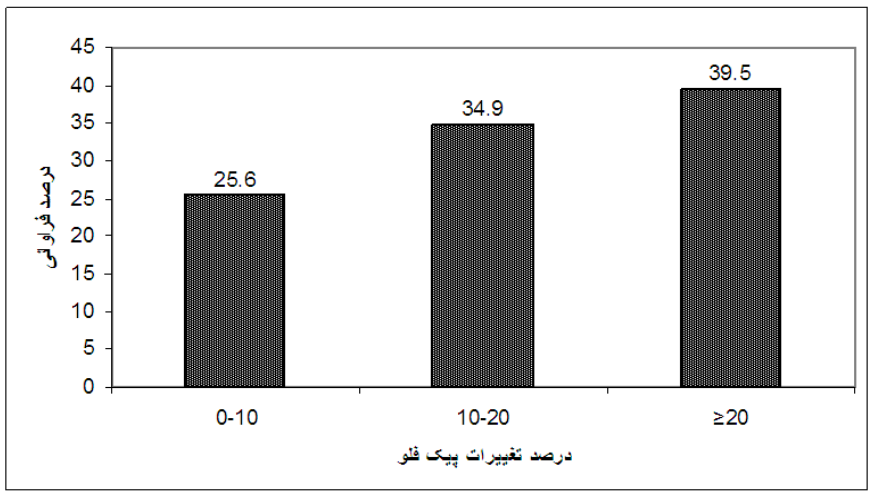
متوسط زمان تماس (TWA)	تعداد نمونه	حداقل (mg/m^3)	حداکثر (mg/m^3)	میانگین (mg/m^3)	انحراف معیار
روزانه TWA	۴۳	۰/۲۶	۰/۷۹	۰/۴۲	۰/۱
هفتگی TWA	۴۳	۰/۰۴	۰/۲۷	۰/۱۳	۰/۰۵۹

جدول شماره (۲): میانگین و انحراف معیار درصد تغییرات پیک فلو روزانه شاغلین در معرض HDI در کارگاه‌های رنگ آمیزی اتومبیل اصفهان

ایام هفته	شنبه	یک شنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنج شنبه
تغییرات پیک فلو(درصد) n=۴۳	۶/۹	۷/۲	۸/۶۸	۸/۸۲	۸/۵۹	۸/۱
انحراف معیار	۳/۲۵	۲/۹	۲/۳	۲/۸	۲/۵	۱/۹۵

جدول شماره (۳): مقایسه میانگین و انحراف معیار تغییرات پیک فلو روزانه قبل از تماس و بعداز تماس

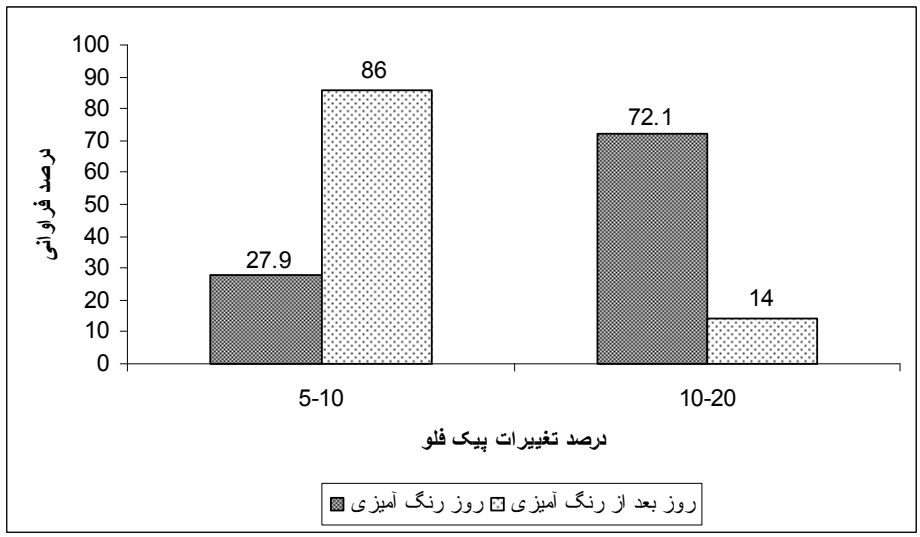
ایام هفته	میانگین	انحراف معیار	tمقدار	مقدار p-value
شنبه	۳۵/۶۸	۳۵/۶۷	۱۴/۷۱	<۰/۰۰۱
یک شنبه	۳۷/۳۳	۳۷/۳۳	۱۷/۷۱	<۰/۰۰۱
دوشنبه	۴۴/۸۹	۴۴/۸۹	۲۵/۶۶	<۰/۰۰۱
سه شنبه	۴۵/۴۷	۴۵/۴۷	۲۰/۵۵	<۰/۰۰۱
چهارشنبه	۴۳/۲۶	۴۳/۲۶	۲۴/۶۹	<۰/۰۰۱
پنج شنبه	۴۱/۲۸	۴۱/۲۸	۲۵/۳۱	<۰/۰۰۱



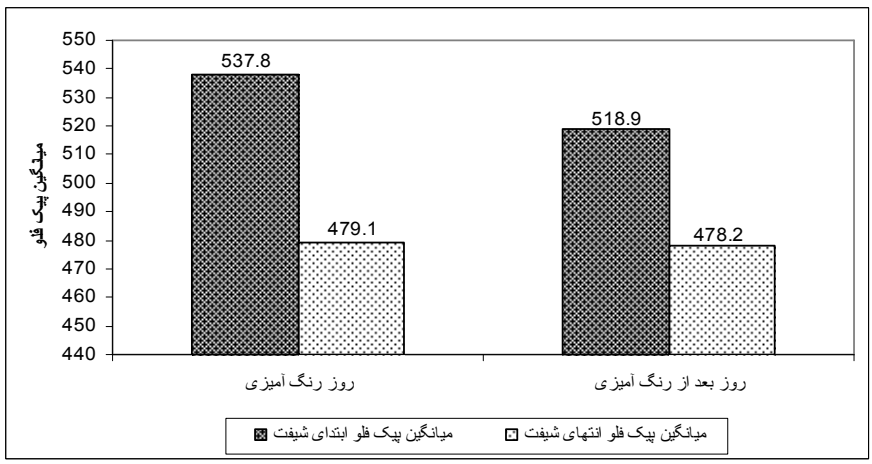
نمودار شماره (۱): فراوانی درصد کاهش مقدارمیانگین پیک فلوی هفتگی اندازه گیری شده برای هر کارگر نسبت به پیک فلو طبیعی برای هر فرد

www.SID.ir

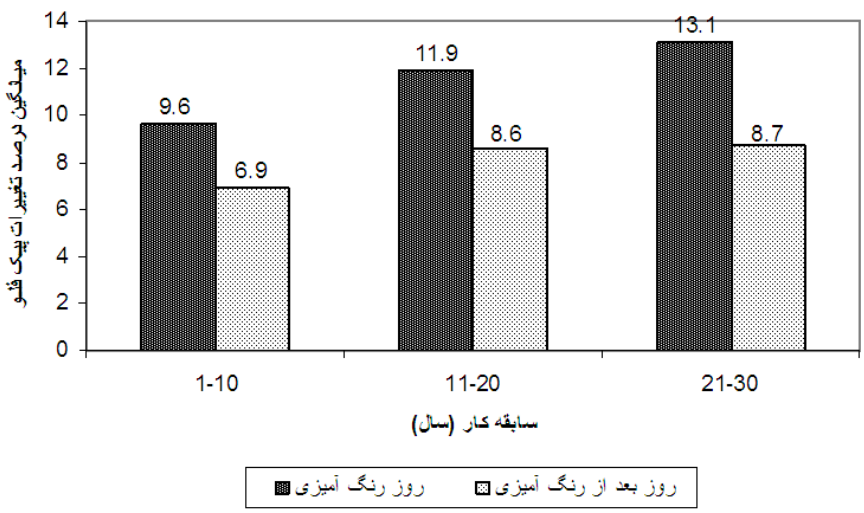
Archive of SID



نمودار شماره (۲): فراوانی درصد تغییرات پیک فلو ابتدای شیفت کار نسبت به پیک فلو انتهای شیفت کاری در روز رنگ آمیزی و روز بعد از آن در کارگران مورد مطالعه



نمودار شماره (۳): میانگین پیک فلو ابتدا و انتهای شیفت کاری کارگران در روز رنگ آمیزی و



نمودار شماره (۴): میانگین درصد تغییرات پیک فلو در روز رنگ آمیزی و روز بعد از آن بر حسب سابقه کار

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه گیری

HDI یک ایزوسیانات آلیفاتیک پایدار می‌باشد که با ایزوسیانات‌های آروماتیک مانند متیلن دی ایزوسیانات و تولوئن دی ایزوسیانات تفاوت دارد. به علت وجود این ویژگی‌ها، HDI در رنگ به عنوان عامل فعال کننده به کار می‌رود. فشار بخار مونومر این ترکیب در دمای اتاق mmHg ۰/۰۵ می‌باشد (۱۷). که مشابه با ترکیب TDI می‌باشد. زمانی که HDI به شکل biuret وجود دارد (دو مولکول HDI به یکدیگر متصل هستند) فشار بخار این ترکیب به طور قابل توجهی کاهش پیدا کرده و به میزان $۷/۵\times۱۰^{-۵}$mmHg می‌رسد، بنابراین زمانی که HDI به شکل biuret در رنگ وجود دارد خطر بیماری‌های تنفسی آن کاهش پیدا می‌کند (۴).

بیشترین سمیت HDI زمانی گزارش شده است که این ترکیب به شکل آئروسل تولید و در هوا منتشر شود (۱۸). در این مطالعه نیز غلظت مونومرهای HDI در کارگاه‌های رنگ آمیزی اتومبیل مورد بررسی قرار گرفت. میانگین غلظت روزانه و هفتگی در این مطالعه از میزان مجاز HDI (۰/۰۳۵ میلی گرم بر متر مکعب) بالاتر بود. میانگین TWA هفتگی HDI ($۰/۱۳\pm۰/۰۵۹$ mg/m^3)کم‌تر از TWA روزانه($۰/۴۲\pm۰/۱$ mg/m^3) بود زیرا اکثر کارگران مورد مطالعه در طول هفته کاری به طور میانگین ۱ یا ۲ روز کار رنگ آمیزی انجام می‌دهند در نتیجه مقدار مواجهه آن‌ها کاهش می‌یابد. در مطالعه وسکی و همکاران غلظت HDI در کارگاه‌های رنگ آمیزی اتومبیل برابر با ۰/۲۰۶ mg/m^3 بود (۱۲). در مطالعه تورلینگ نیز میانگین تماس نقاشان با آلاینده HDI برابر با ۰/۰۰۱۵ mg/m^3 بوده است (۸). در تحقیق اسپایس و همکاران نیز میانگین تماس با مونومرهای HDI از ۰/۱۱۶ mg/m^3 بوده است و فقط در دو کارگاه غلظت آلاینده کم‌تر از حد مجاز شغلی بوده است (۱۳). نتایج این مطالعات با پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد.

نتایج این مطالعه نشان داد که درصد تغییرات پیک فلو روزانه نقاشان در معرض HDI از ابتدای هفته روند افزایشی داشته است که ناشی از تماس نقاشان با آلاینده‌های موجود در کارگاه می‌باشد. بیشترین مقدار تغییرات در اواسط هفته کاری مشاهده شده است، زیرا اکثریت نقاشان مورد مطالعه در اواسط هفته کار رنگ آمیزی انجام داده اند و در تماس با HDI بوده اند.

در این پژوهش ۳۹/۵ درصد از کارگران تغییر بیش از ۲۰درصد در میانگین پیک فلو روزانه نسبت به مقدار پیک فلو طبیعی داشتند که در نتیجه می‌توان گفت که این کارگران علاوه بر تغییر میزان پیک فلو در روز رنگ آمیزی به علت مواجهه با HDI در روزهای دیگر نیز تغییر محسوس در میزان پیک فلو دارند و به علت مواجهه مزمن با HDI در عملکرد ریوی این افراد مشکل بوجود آمده است.

بین میانگین درصد تغییرات پیک فلو در روز رنگ آمیزی و روز بعد از آن اختلاف معنی دار مشاهده گردید. در واقع به علت اینکه در روز رنگ آمیزی کارگران نقاش تماس بالایی با HDI داشته اند در نتیجه میانگین درصد تغییرات در روز رنگ آمیزی نسبت به روز بعد از رنگ آمیزی کاهش داشته است. مطالعه وینک و همکاران نشان داد که میانگین پیک فلو کارگران در روزهای تماس با آلاینده کاهش می‌یابد و در روزهای دور از کار این مقادیر افزایش می‌یابد (۱۹).

میانگین پیک فلو ابتدای شیفت در روز رنگ کاری نسبت به میانگین پیک فلو در انتهای شیفت کاهش قابل توجهی نشان داده است که ناشی از تماس با آلاینده HDI بوده است. همچنین اثرات تماس با آلاینده تا روز بعد از رنگ آمیزی باقی مانده است (نمودار ۳). مطالعه هاسر و همکارانش نشان در سال ۱۹۹۵ بر روی ۳۱ کارگر مورد بررسی نشان داد میانگین پیک فلو انتهای شیفت کم‌تر از پیک فلو ابتدای شیفت کاری است(۲۰). مطالعه هنری و همکاران در سال ۲۰۰۴ نیز نشان داد که تماس با ایزوسیانات‌ها ارتباط معنی‌داری با کاهش میزان جریان بازدمی‌دارد (۱۰). مطالعه Arzu و همکاران نشان داد که کارگرانی که در قسمت تولید فوم‌های پلی اورتان کار می‌کنند و در تماس با ایزوسیانات‌ها می‌باشند در مقایسه با دیگر کارگران FEV و FVC کم‌تری دارند (۳).

در این پژوهش ارتباط معنی‌داری بین غلظت HDI و میانگین پیک فلو و میانگین درصد تغییرات پیک فلو در روز رنگ آمیزی مشاهده گردید. به طوری‌که با افزایش غلظت HDI، میانگین پیک فلو روز رنگ آمیزی کاهش نشان داده و میانگین درصد تغییرات روز رنگ آمیزی افزایش نشان داده است. مطالعه آقای شعبانی و همکاران نشان داد که بین میانگین درصد تغییرات پیک فلو نقاشان اتومبیل در روز رنگ آمیزی و روز بعد از آن اختلاف معنی‌دار وجود دارد (۱۸) مطالعه تورلینگ و همکاران نیز نشان داد که آسیب ریوی نقاشان اتومبیل ناشی از تماس با HDI بوده است (۸).

همبستگی بین درصد تغییرات پیک فلو در روز رنگ آمیزی با سن و سابقه کار معنی‌دار بود مقدار ضریب همبستگی بیان‌گر این است که با افزایش سن و سابقه کار درصد تغییرات پیک فلو نیز افزایش پیدا کرده و بخشی از افزایش درصد تغییرات مربوط به سن و سابقه کار کارگران می‌باشد. در مطالعه انجام شده توسط Neukrich و همکارانش بر روی ۱۱۷ کارگر یک کارخانه مواد پاک کننده مشخص شد که تغییر پیک فلو در کارگران با سن آن‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

به طور مستقیم رابطه دارد (۲۱). بنابراین توصیه می‌شود در کارگاه‌هایی که چند کارگر کار می‌کنند کارگران با سن و سابقه کار کم‌تر کار رنگ آمیزی را انجام دهند.

به‌طور کلی می‌توان گفت که غلظت هگزامتیلن دی ایزوسیانات در کارگاه‌های رنگ آمیزی اتومبیل بیش از حد مجاز تعیین شده، و این غلظت می‌تواند بر میزان پیک فلومتری اثر بگذارد. لذا با توجه به خطرات بالقوه ناشی از تماس با HDI ضروری است با استفاده از روش‌های مختلف از جمله کنترل‌های مهندسی و مدیریتی میزان مواجهه این کارگران با HDI را به کم‌تر از حد مجاز کاهش داد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله یاد و خاطره مرحوم دکتر محسن رحیمی‌نژاد را گرامی می‌دارند که در این طرح زحمات زیادی را متحمل شدند و برای ایشان علو درجات در نزد ایزد متعال را آرزومندیم. همچنین مراتب تشکر و قدردانی خود را از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان جهت تامین منابع مالی و تجهیزات مورد نیاز اجرای این طرح ابراز می‌نماییم.

References:

1. Yeung C, Malo JL. Occupational asthma. New Engl J Med 1995; 333:107-11
2. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Preventing asthma and death from Diisocyanate exposure. Cincinnati Ohio: NIOSH; 1996.
3. Yoganclogu A, Aakar A. Respiratory symptom and occupational asthma in polyurethane foam production workers. Turk Resp J 2002; 3(1): 19-23.
4. Franklin PJ, Goldenberg WS, Ducatman AM, Franklin E, CSP C. Too hot to handle: unusual Exposure of HDI In specialty painters. Am J Ind Med 2000; 37(4): 431-7.
5. Redlich CA, Stove MH, Coren BA, Wisnewski AV, Holm CT, Cullen MR. Diisocyanate- exposed auto body shop worker: a one year follow up. Am J Ind Med 2002; 42. 511-18.
6. Pronk A, Tielemans E, Skarping G, Bobeldijk I, Hemmen J, Heederik D, et al. Inhalation Exposure to isocyanates of car body repair shop workers and industrial spray painters. Ann Occu Hyg 2006; 50 (1):1-14.
7. Vandenolas O, Delwich JP, Staquet P, Jamart J, Bernard A, Boulanger J, et al. Pulmonary effect of short- term exposure to low level of tolune diisocyanates in asymptomic subject. Eur Resp J 1999; 13:1144-50.
8. Torling G, Alexandersson R, Hedestierna G, Plato N. Decreased lung function and exposure to Diisocyanates (HDI and HDI- BT) in car repair painter: observation and re- examination 6 years after initial study. Am J Ind Med 1990; 17(3): 299- 310.
9. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. TLVs and BELs: threshold limit values for chemical substances and physical agents: biological exposure indices. Cincinnati, Ohio: ACGIH; 2008.
10. 10- Glindmeyer HW, Lefante Jr JJ, Rando RJ, Freyder L, Henizdo E, Robert NJ. Spray painting and chronic Air ways obstruction. Am J Ind Med 2004; 46(2): 104-11.
11. Musk AW, Peters JM, Wegman DH. Isocyanates and respiratory disease: current status. Am J Ind Med 1988; 13(3): 331-49.
12. Woskie SR, Sparer J, Gore RJ, Stove M, Bello D, Liu Y, et al. Determination of Isocyanates Exposure in Auto Body Repair and Refinishing Shops. Ann Occu Hyg 2004; 48(5): 393-403.
13. LiuY, Sparer J, Woskie SR, Cullen MR, Chung JS, Holm CT, et al. Qualitative assessment of isocyanate skin exposure in auto body shops: a pilot study. AM J Ind Med 2000; 37(3): 265-77.
14. Sari I, Charpin D, Signouret M, Poyen D, Vervloet D. Prevalence of self reported respiratory

www.SID.ir

Archive of SID

symptoms in worker exposure to isocyanate. J Occup Environ Med 1999; 41(7):582- 9.

15. Wang W, Richardson D, Luster MI. 2007. Inhalation of toluene diisocyanate vapor induces allergic rhinitis in mice. J Immunol 179: 1864-71.
16. Mapp CE, Miotto D, Boschetto P. Occupational asthma. Med Lav 2006; 97:404–9.
17. Von Burg R. Hexamethylene diisocyanate. J Appl Toxicol 1993; 13(6):435-9.
18. Alexandersson R, Plato N, Kolmodin-Hedman B, Hedenstierna G. Exposure lung function and symptoms in car painter exposed to hexamethylene diisocyanate and biuret modified hexamethylene diisocyanate. Arch Environ Health 1987;42:367-373
19. Winck JC, Delgado L, Vanzeller M, Guimaraes T, Torres S, Apage JM. Monitoring of peak expiratory flow rates in cork workers' occupational asthma. J Asthma 2001; 38(4), 357-62.
20. Hauser R, Daskalakis C, Christiami DC. A regression approach to the analysis of serial peak flow among fuel oil ash exposed worker. Am J Rescrit Care Med 1996; 154:974-80
21. Neukrich F. Peak expiratory flow variability and bronchial responsiveness to metacholine. Am Rev Resp Dis 1992; 146:71-5.

www.SID.ir