

## ارزیابی اثر ۴، ۴- متیلن دی فنیل دی ایزوسیانات در کارگران فوم سازی شرکت خودروسازی

دکتر سید باقر مرتضوی\* موسی جباری قره باغ\*\* دکتر حسن اصیلان\* دکتر علی خوانین\* اردلان سلیمانیان\*\*\*

### Evaluation of 4,4-methylene diphenyl diisocyanate effects on foam producing workers of car manufacture

SB.Mortasavi M. Jabbari Gharabagh H.Asilian A.Khavanin A.Solimanian

#### \*Abstract

**Background:** 4,4 - Methylendiphenyl diisocyanate(MDI), is the most widely used chemical in the manufacturing of polyurethanes (a field of plastic industries), and it is one of the major causes of the occupational asthmas.

**Objective:** Assessing the MDI concentration in air and also evaluating the effect of this chemical on eyes, skin, respiratory and gastrointestinal systems in workers of a foam producing section in a car manufacturing company.

**Methods:** The effects of MDI on skin, eyes, respiratory and gastrointestinal systems were evaluated in two 40-person groups of exposed and unexposed workers and the MDI concentration in air was determined. The data were analyzed using t-Student test, pair-t-test,  $\lambda^2$  test, Regression Analyze, and correlation test.

**Findings:** MDI concentration was lower than the threshold limit value while the local ventilation and air conditioning systems were both on, however, it was higher than the expected value when both systems were switched off. Our results showed that the presence of symptoms such as coughing, smart pain and dryness of skin, and the smart pain and itching of eyes in exposed group were significantly different from those in unexposed group ( $P<0.05$ ). Some of respiratory volumes were indicative of a significant difference between exposed and unexposed groups ( $P<0.05$ ).

**Conclusions:** Exposure to MDI can result in reduction of respiratory volumes while increasing the occurrence of eye, skin and respiratory symptoms.

**Keywords:** Isocyanates, Spirometry, Asthma, Occupational Disease

#### \* چکیده

**زمینه:** ۴، ۴- متیلن دی فنیل دی ایزوسیانات (MDI) به عنوان ماده اولیه، پرمصرف ترین ایزوسیانات مورد استفاده در صنایع فوم پلی اورتان (شاخه ای از صنعت پلاستیک) و یکی از علل اصلی آسم شغلی است.

**هدف:** مطالعه به منظور ارزیابی اثرات تنفسی، پوستی، چشمی و گوارشی MDI در کارگران فوم سازی شرکت خودروسازی انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه مورد-شاهدی در سال ۱۳۸۱ در یکی از شرکت‌های خودروسازی استان تهران انجام شد. ۴۰ نفر از کارگران مواجهه یافته و ۴۰ نفر از افراد بدون مواجهه به منظور ارزیابی اثرات تنفسی، اسپیرومتری شدند و اثرات پوستی، چشمی و گوارشی آنها به وسیله پرسش‌نامه بررسی گردید. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های مجذور کای، t زوج، t دانشجویی، آزمون همبستگی و آنالیز رگرسیون تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** میزان آلودگی در کلیه حالت‌ها از حداکثر مجاز آن پایین تر بود، فقط در صورتی که کلیه هواسازها و هواکش‌های موضعی خاموش بودند، در قسمت تزریق فوم، آلودگی به بالاتر از حد مجاز می رسید. نتایج ارزیابی عوارض حاصل از MDI نیز نشان داد که علائم موجود در گروه در معرض شامل سرفه، خس‌خس سینه، سوزش و خشکی پوست و سوزش و خارش چشم دارای اختلاف معنی داری با گروه بدون مواجهه بود ( $P<0.05$ ). همچنین بعضی از حجم‌ها و ظرفیت‌های تنفسی در گروه مواجهه یافته به میزان معنی داری کمتر از گروه بدون مواجهه بود ( $P<0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** مواجهه با MDI سبب کاهش ظرفیت‌های تنفسی و بروز ناراحتی‌های تنفسی، پوستی و چشمی در افراد در معرض می‌شود.

**کلید واژه‌ها:** ایزوسیانات، اسپیرومتری، آسم، بیماری‌های شغلی

\*\* دانشجوی دکتری بهداشت حرفه ای دانشگاه تربیت مدرس

\* استادیار دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس

\*\*\* کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای دانشگاه تربیت مدرس

آدرس مکاتبه: دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پزشکی، گروه بهداشت حرفه ای، تلفن ۰۱۱۰۰۱-۸۰ Email: Sbmortazavi@yahoo.co.uk

**\* مقدمه :**

متیلن دی فنیل دی ایزوسیانات (MDI) رایج ترین ایزوسیانات مورد استفاده در کارخانه های پلی اورتان است.<sup>(۱)</sup> این ماده در تولید مواد صنعتی همچون لاستیک های ترکیبی و الاستومرها، مواد قالب گیری برای کشتی و اتومبیل، رزین های پلی اورتان برای نقاشی و جلاکاری، رزین های ریخته گری، مواد عایق گرمایی کاربرد گسترده ای دارد.<sup>(۲)</sup>

MDI در حالت طبیعی به صورت مایع است و در حین فعالیت به صورت بخار یا آئروسول وارد محیط می شود. بخارهای وارد شده به محیط به آسانی متراکم شده و به شکل آئروسول در می آیند، ولی به هر حال ممکن است مقداری از بخار حاصله قبل از متراکم شدن توسط افراد استنشاق شود.<sup>(۳)</sup>

تحقیقات به عمل آمده نشان داده است که MDI عوارض مختلف تنفسی، پوستی، چشمی و گوارشی در انسان ایجاد می کند و یکی از علل حمله های شدید آسمی و مرگ ناشی از آن است.<sup>(۴و۵)</sup>

MDI جزء مواد بسیار سمی (TLV = ۵۱ میکروگرم بر مترمکعب) بوده و مصرف آن در صنایع روز به روز در حال افزایش است. کارگران شاغل در صنایع کشورمان نیز از لحاظ شرایط اقلیمی، آداب و رسوم و عادات های کاری با کارگران سایر کشورها متفاوت هستند و شکایت های متعددی در زمینه آثار زیان آور این ماده وجود دارد. از طرف دیگر میانگین غلظت آلودگی هوای محیط کار هنگام خاموش بودن هواسازها و هواکش های موضعی بالاتر از حد مجاز است. لذا این تحقیق به منظور ارزیابی عوارض تنفسی، پوستی، چشمی و گوارشی MDI در کارگران فوم سازی یک شرکت خودروسازی که ماده اولیه فوم آن MDI و پلیول بود، انجام شد.

**\* مواد و روش ها :**

در این مطالعه مورد شاهدی که از تیر لغایت آذر ۱۳۸۱ انجام شد کلیه کارگران واحد فوم سازی یک

شرکت خودروسازی واقع در استان تهران که بالغ بر ۴۰ نفر بودند، انتخاب شدند. در روزهای مختلف هفته در کلیه ایستگاه های کاری این کارگاه و در وضعیت های مختلف (هنگام روشن بودن و خاموش بودن سیستم تهویه و هواساز های موجود در سالن) غلظت MDI اندازه گیری شد و با توجه به توزیع افراد مذکور در ۶ ایستگاه کاری، مجموع کل نمونه های گرفته شده در روزهای مختلف و در ایستگاه های مختلف به ۱۱۱ نمونه رسید. گروه بدون مواجهه (گروه شاهد) نیز به تعداد گروه مواجهه یافته (۴۰ نفر) از میان کارکنان واحدهای اداری شرکت که مواجهه ای با MDI و سایر مواد شیمیایی با اثراتی مشابه MDI، نداشتند انتخاب شدند.

ایستگاه های کاری واحد فوم سازی تحت عنوان F1، F2، F3، F4، F5 و F6 نام گذاری شده بودند. قالب پس از آماده سازی در ایستگاه F1 و F2 جهت تزریق فوم به ایستگاه F3 منتقل می شد و پس از آماده شدن فوم، در ایستگاه F4 و F5 درب قالب باز شده و بادگیری انجام می شد، سپس فوم جهت آرایش و تعمیرات لازم به ایستگاه F6 منتقل می گردید.

به منظور بررسی علائم و ناراحتی های حاصله در کارگران واحد فوم سازی و ارزشیابی شدت و ضعف آنها پرسش نامه ای استاندارد بر اساس پرسش نامه NIOSH تهیه و تکمیل شد.<sup>(۶و۷)</sup> در این پرسش نامه پرسش هایی در زمینه مشخصات فردی، سابقه کار، وضعیت اعتیاد به سیگار، عوارض و ناراحتی های ریوی شامل سرفه، خلط، خس خس و تنگی نفس، مشکلات پوستی، گوارشی و چشمی مطرح شده بود. پس از تکمیل پرسش نامه، دو گروه از لحاظ سن، سابقه کار، قد، وزن و وضعیت سیگاری بودن با یکدیگر یکسان سازی شدند.

ایستگاه‌ها پایین‌تر از حدود مواجهه شغلی بود، بالاترین غلظت در این وضعیت در ایستگاه F3 با میانگین  $14/94 \pm 3/71$  میکروگرم بر مترمکعب بود. غلظت MDI در هوای قسمت‌های مختلف واحد فوم‌سازی هنگام خاموش بودن سیستم تهویه موضعی نیز در کلیه ایستگاه‌ها پایین‌تر از حدود مواجهه شغلی بود.

اندازه‌گیری غلظت MDI در هوای محیط کار هنگام خاموش بودن همزمان هواسازها و هواکش‌های موضعی نشان داد که کلیه نمونه‌ها بالاتر از حد مجاز بوده و حداقل و حداکثر آنها به ترتیب  $61/1$  و  $78/7$  میکروگرم بر متر مکعب و میانگین آنها  $68/15 \pm 9/32$  میکروگرم بر مترمکعب بود که بالاتر از حدود مواجهه شغلی است (نمودار شماره ۱).

میانگین غلظت MDI در هوای محیط کار قسمت‌های مختلف واحد فوم‌سازی هنگام روشن بودن سیستم تهویه در اول و آخر هفته به ترتیب  $7/12 \pm 4/23$  و  $8/97 \pm 3/97$  میکروگرم بر مترمکعب بود و مقایسه میانگین غلظت‌ها در روزهای اول و آخر هفته نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بود ( $p=0/021$ ).

میانگین غلظت MDI در هوای منطقه تنفسی شاغلین قسمت‌های مختلف واحد فوم‌سازی هنگام روشن بودن سیستم تهویه در اول هفته و آخر هفته  $5/19 \pm 7/24$  و  $9/56 \pm 3/97$  میکروگرم بر مترمکعب و این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود ( $p=0/008$ ).

بررسی درصد میانگین ظرفیت‌های تنفسی گروه مواجهه یافته و گروه بدون مواجهه نسبت به مقدار پیش بینی شده نشان داد که بین ظرفیت‌های تنفسی VC، FEV1، FVC، FEF25 و MMEF75/25 اختلاف معنی‌دار وجود دارد ( $p < 0/05$ )، در سایر ظرفیت‌های تنفسی اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (نمودار شماره ۲).

در این تحقیق ضمن ارزیابی روش‌های مختلف نمونه‌برداری و آنالیز MDI، روش شماره ۴۹، HSE که قادر است بخارهای و آئروسول‌ها را به صورت همزمان اندازه‌گیری نماید، انتخاب و مورد استفاده قرار گرفت.<sup>(۹)</sup> به منظور پی‌بردن به حجم‌ها و ظرفیت‌های تنفسی گروه مواجهه یافته و گروه بدون مواجهه نیز از اسپرومتر مدل Jaeger استفاده شد.

پس از تعیین غلظت MDI و اندازه‌گیری حجم‌ها و ظرفیت‌های تنفسی، نتایج حاصله با استفاده از آزمون‌های مجذور کای، زوج، t دانشجویی، آزمون همبستگی و آنالیز رگرسیون تجزیه و تحلیل شدند.

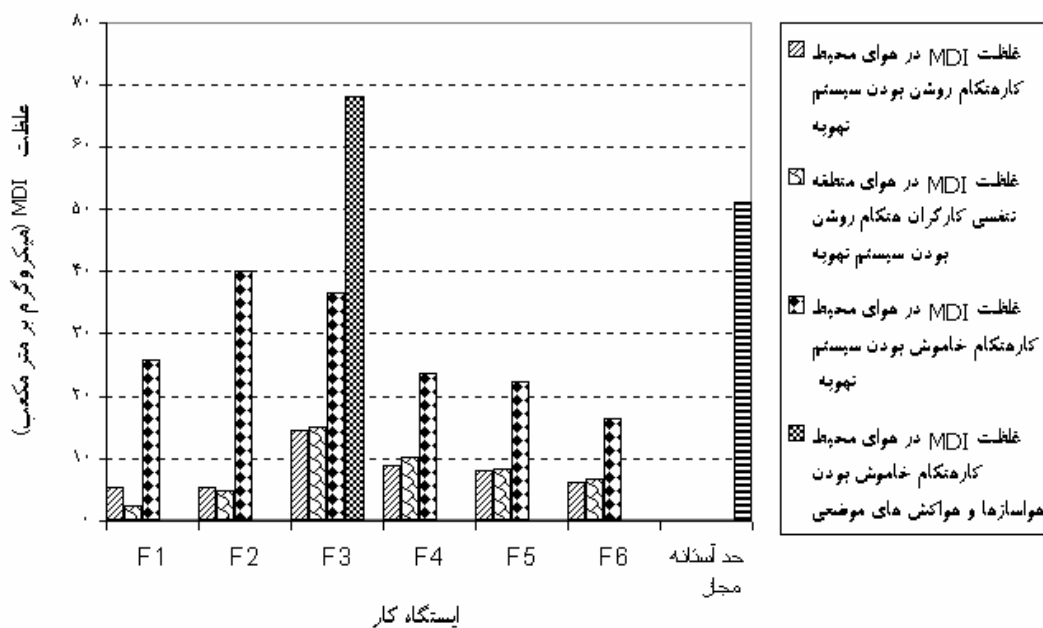
#### \* یافته‌ها :

با توجه به تأثیر سن، سابقه کار، قد، وزن و وضعیت سیگاری بودن بر ظرفیت‌های هر دو گروه، گروه مواجهه یافته و بدون مواجهه از لحاظ وضعیت سنی (به ترتیب با میانگین  $32/78$  و  $32/00$  سال)، سابقه کار (به ترتیب با میانگین  $6/13$  و  $7/20$  سال)، قد (به ترتیب با میانگین  $170/20$  و  $171/35$  سانتی‌متر) و وزن (به ترتیب با میانگین  $71/87$  و  $74/12$  کیلوگرم) با همدیگر مقایسه شدند که اختلاف معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد.<sup>(۳)</sup> از لحاظ سیگار کشیدن نیز دو گروه وضعیت یکسانی داشتند به طوری که در هر گروه ۸ نفر سیگاری و ۳۲ نفر غیر سیگاری بودند.

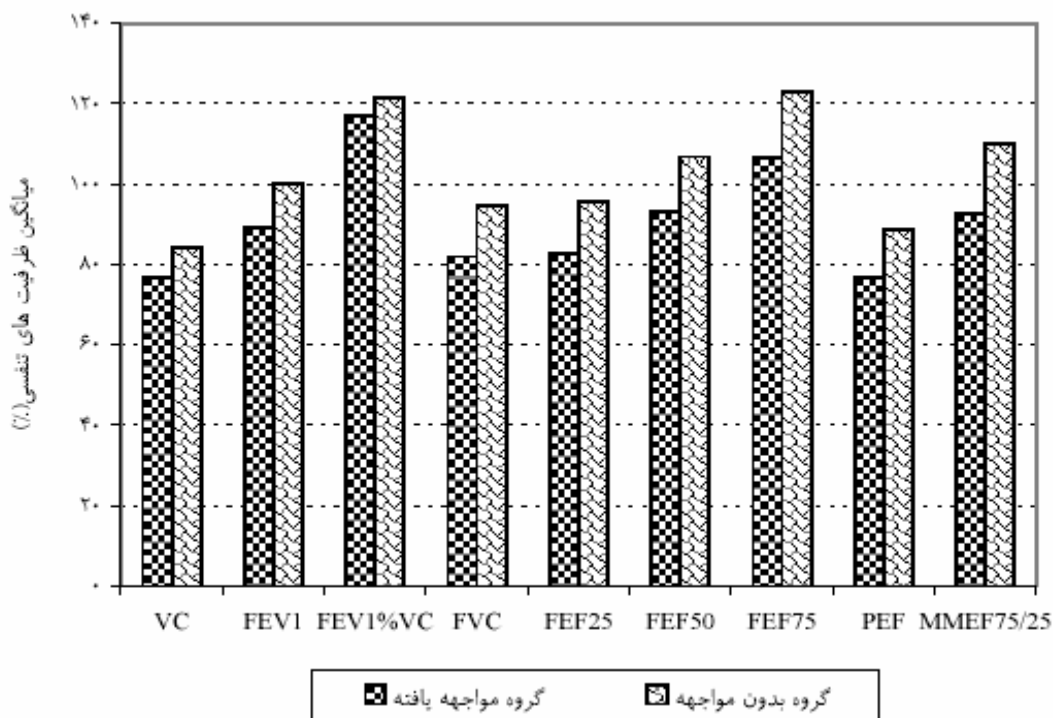
میانگین غلظت MDI در هوای محیط کار هنگام روشن بودن سیستم تهویه در کلیه ایستگاه‌ها پایین‌تر از حدود مواجهه شغلی ( $51$  میکروگرم بر مترمکعب) بود و بالاترین غلظت در این وضعیت در ایستگاه F3 (محل تزریق فوم) با میانگین  $14/45 \pm 2/67$  میکروگرم بر مترمکعب بود.

میانگین غلظت MDI در هوای منطقه تنفسی کارگران هنگام روشن بودن سیستم تهویه در کلیه

نمودار ۱- مقایسه میانگین غلظت MDI در ایستگاه‌های کار در وضعیت های مختلف



نمودار ۲- میانگین ظرفیت های تنفسی گروه مواجهه یافته و گروه بدون مواجهه



خشکی پوست با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند  
( $p < 0.05$ ) (جدول شماره ۲).

از لحاظ عوارض گوارشی، اختلاف معنی‌داری  
بین دو گروه مشاهده نشد.

مقایسه علائم چشمی مورد مطالعه نشان داد که  
دو گروه مورد مطالعه، فقط از لحاظ سوزش چشم و

خارش چشم با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند  
( $p < 0.05$ ) (جدول شماره ۳).

بررسی علائم و عوارض تنفسی از قبیل سرفه،  
خلط، خس‌خس و تنگی نفس نشان داد که دو  
گروه مورد مطالعه، فقط از نظر سرفه هنگام  
استراحت روزانه یا شبانه و خس‌خس هنگام  
سرماخوردگی، با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند  
( $p < 0.05$ ) (جدول شماره ۱).

مقایسه عوارض پوستی در دو گروه مورد مطالعه  
نشان داد که دو گروه فقط از لحاظ سوزش پوست و

جدول ۱- فراوانی علائم و ناراحتی‌های تنفسی در دو گروه مواجهه یافته و بدون مواجهه

بدون مواجهه	مواجهه یافته	گروه	
		علائم و ناراحتی‌های تنفسی	
تعداد (درصد)	تعداد (درصد)		
۴ (۱۰)	۱۰ (۲۵)	سرفه هنگام کار	وضعیت سرفه
۰ (۰)	۶ (۱۵)	*سرفه هنگام استراحت روزانه یا شبانه	
۳ (۷/۵)	۲ (۵)	سرفه هنگام بیدار شدن از خواب یا اول صبح	
۹ (۲۲/۵)	۱۷ (۴۲/۵)	خلط سینه هنگام کار	وضعیت خلط
۸ (۲۰)	۱۴ (۳۵)	خلط هنگام بیدار شدن از خواب یا اول صبح	
۵ (۱۲/۵)	۸ (۲۰)	خلط هنگام استراحت روزانه یا شبانه	
۷ (۱۷/۵)	۱۱ (۲۷/۵)	خلط همراه با بیماری سینه‌ای	
۷ (۱۷/۵)	۷ (۱۷/۵)	کوتاهی تنفس هنگام تند راه رفتن یا سربالایی	وضعیت تنگی نفس
۱ (۲/۵)	۵ (۱۲/۵)	تنگی نفس ناشی از قدم زدن آهسته	
۰ (۰)	۱ (۲/۵)	توقف برای نفس کشیدن هنگام قدم زدن معمولی	
۱ (۲/۵)	۰ (۰)	تنگی نفس هنگام پوشیدن و درآوردن لباس	
۱۰ (۲۵)	۲۱ (۵۲/۵)	*خس‌خس هنگام سرماخوردگی	وضعیت خس‌خس
۳ (۷/۵)	۵ (۱۲/۵)	خس‌خس غیر هنگام سرماخوردگی	
۲ (۵)	۴ (۱۰)	خس‌خس منجر به کوتاهی تنفس	

\* وجود اختلاف معنی‌دار آماری

**جدول ۲- فراوانی عوارض پوستی در گروه‌های مواجهه یافته و بدون مواجهه**

عوارض پوستی	گروه	
	مواجهه یافته	بدون مواجهه
	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)
تورم	۲ (۵)	۱ (۲/۵)
سرخی	۶ (۱۵)	۲ (۵)
جوش	۸ (۲۰)	۴ (۱۰)
*سوزش	۶ (۱۵)	۰ (۰)
خارش	۹ (۲۲/۵)	۶ (۱۵)
*خشکی	۱۴ (۳۵)	۲ (۵)
لکه	۴ (۱۰)	۱ (۲/۵)
تاؤل	۲ (۵)	۰ (۰)

\* وجود اختلاف معنی‌دار آماری

**جدول ۳- فراوانی عوارض چشمی در گروه‌های مواجهه یافته و بدون مواجهه**

عوارض چشمی	گروه	
	مواجهه یافته	بدون مواجهه
	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)
درد چشم	۴ (۱۰)	۰ (۰)
سوزش چشم*	۹ (۲۲/۵)	۰ (۰)
خارش چشم*	۱۰ (۲۵)	۱ (۲/۵)
قرمزی چشم	۱۰ (۲۵)	۴ (۱۰)
اشک ریزش	۴ (۱۰)	۱ (۲/۵)

\* وجود اختلاف معنی‌دار آماری

**\* بحث و نتیجه گیری :**

اگر چه غلظت MDI در هوای محیط کار و هوای منطقه تنفسی کارگران هنگام روشن بودن سیستم تهویه در هیچ یک از ایستگاه‌های مذکور بالاتر از حد مجاز نبود، ولی مقایسه میانگین آلودگی هوای محیط کار و هوای منطقه تنفسی کارگران در ایستگاه‌های مختلف، در روزهای اول و آخر هفته نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین دو زمان نمونه برداری بود. بالا رفتن آلودگی در طول هفته را می توان در اثر تجمع آلودگی هوا در محیط کار در

طول هفته و همچنین افزایش آلودگی حاصل از نشت و پراکندگی MDI در کف محیط کار و اطراف سیستم‌های اختلاط MDI و پلیول دانست. البته با انجام اقدام‌های کنترلی لازم می توان از افزایش آلودگی هوای محیط کار در طول هفته جلوگیری نمود.

مقایسه نتایج حاصل از اندازه گیری غلظت MDI هنگام خاموش بودن هواسازها و هواکش‌ها نشان داد که غلظت آلودگی در این وضعیت با میانگین ۶۸/۱۵ میکروگرم بر مترمکعب به بالاتر از حد مجاز می رسد. بنابراین روشن بودن دائمی هواسازها و هواکش‌های موضعی هنگام کار ضروری است تا از افزایش غلظت آلودگی در کارگاه و بروز عوارض تنفسی، پوستی، چشمی و گوارشی جلوگیری نماید.

مقایسه میانگین غلظت MDI در ایستگاه‌های مختلف با یکدیگر نشان داد که ایستگاه F3 که محل نگه‌داری، آماده‌سازی و تزریق فوم و محل اصلی انتشار MDI است، با ایستگاه‌های دیگر اختلاف معنی‌دار دارد ( $p < 0/05$ ). بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که با انجام روش‌های کنترلی لازم در این ایستگاه می‌توان آلودگی ایستگاه‌های دیگر را به مقدار زیادی کاهش داد.

تحقیق لیس و همکاران در بخش صندلی و مبلمان شرکت‌های خودروسازی آنتاریو، کانادا که از پلی اورتان استفاده می‌کردند، نشان داد که از ۱۳۷ نمونه گرفته شده در این تحقیق همه به جز یکی (با غلظت ۶۰ میکروگرم بر مترمکعب) پایین‌تر از حد مجاز بود.<sup>(۱۰)</sup> تارلو و همکاران نیز در بررسی‌های خود در زمینه غلظت MDI در ۲۰ شرکت بین سال‌های ۱۹۸۴ تا ۱۹۸۸ نشان دادند که ۴۰ درصد اندازه‌گیری‌های به عمل آمده در این شرکت‌ها که کارگران آن ادعای آسم در اثر کار با ایزوسیانات‌ها را داشتند بیش از ۵۰ میکروگرم بر مترمکعب بود.<sup>(۱۱)</sup>

در این مطالعه کلیه حجم‌ها و ظرفیت‌های تنفسی مورد مطالعه در افراد مواجهه یافته کمتر از افراد بدون مواجهه بود. از آنجا که افراد مواجهه یافته و افراد بدون مواجهه از

وضعیت ناچیز قرار دارد) در درجه بالاتر یعنی درجه ضعیف (۰/۲-۰/۵) قرار دارند. به عبارتی با افزایش سابقه کار و بالارفتن مدت زمان تماس با ترکیبات MDI، ظرفیت‌های تنفسی کارگران سیر نزولی پیدا خواهد کرد.

بررسی نتایج اسپرومتری در گروه مواجهه یافته و بدون مواجهه نشان داد که افراد با وضعیت طبیعی و وضعیت غیرطبیعی (مجموع حالت‌های تحدیدی، انسدادی و مختلط) با یکدیگر اختلاف معنی دار آماری داشتند ( $p < 0/05$ ) ولی تک تک حالت‌های غیرطبیعی بین دو گروه اختلاف معنی دار آماری نشان ندادند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تماس با MDI تأثیر چشمگیری بر نتایج اسپرومتری دارد.

بررسی علائم و ناراحتی‌های تنفسی نشان داد که اکثر علائم مورد مطالعه در افراد مواجهه یافته بیشتر از افراد بدون مواجهه بود ولی از لحاظ سرفه هنگام استراحت روزانه یا شبانه و خس خس سینه هنگام سرما خوردگی بین دو گروه اختلاف معنی دار وجود داشت. بررسی عوارض پوستی نیز نشان داد که کلیه عوارض مورد بررسی، در افراد مواجهه یافته بیشتر از افراد بدون مواجهه بود و در بین عوارض پوستی، گروه مواجهه یافته و گروه بدون مواجهه از لحاظ سوزش پوست و خشکی پوست با یکدیگر اختلاف معنی دار داشتند. به عبارتی تماس با MDI باعث بروز علائم و ناراحتی‌های تنفسی و عوارض پوستی می‌شود.

نتایج مربوط به عوارض گوارشی مورد مطالعه بیانگر بالا بودن آنها در گروه مواجهه یافته در مقایسه با گروه بدون مواجهه بود ولی اختلاف آنها از نظر آماری معنی دار نبود، بنابراین بروز عوارض گوارشی در اثر مواجهه با MDI تأیید نمی‌شود. علائم چشمی مورد مطالعه نیز در افراد مواجهه یافته بیش‌تر از افراد بدون مواجهه بود، به طوری که در دو مورد از علائم مورد مطالعه (سوزش و خارش چشم)، بین دو گروه از نظر آماری اختلاف معنی دار وجود داشت. بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که مواجهه با MDI، باعث بروز عوارض چشمی می‌شود.

لحاظ قد، سن، وزن، جنس، سابقه کار و سیگاری بودن با همدیگر تطبیق داشتند و با توجه به وضعیت کاری کارگران و تزریق MDI در داخل قالب‌های روباز، نتایج حاصله را می‌توان ناشی از تأثیر MDI روی سیستم تنفسی کارگران دانست. بنابراین کاهش ظرفیت‌های تنفسی در اثر مواجهه با MDI تأیید می‌شود.

بررسی نتایج آنالیز رگرسیون ظرفیت‌های تنفسی با سابقه کار در گروه مواجهه یافته و بدون مواجهه نشان داد که در گروه مواجهه یافته، سابقه کار با ظرفیت‌های تنفسی VC و FVC از نظر آماری دارای گرایش معنی دار است. به عبارتی با افزایش سابقه کار، ظرفیت‌های تنفسی VC و FVC افزایش و از طرف دیگر مقدار FEV1 / VC و FEV1 / FVC کاهش می‌یابد، بنابراین نیز افزایش چندانی با سابقه کار نشان نمی‌دهد. بنابراین وضعیت فوق نشانگر پیشرفت حالت انسداد ریوی در اثر مواجهه با MDI است. از آنجا که بعضی از تحقیقات انجام یافته قبلی، ایجاد انسداد ریوی در اثر تماس با MDI را گزارش نموده اند،<sup>(۴)</sup> لذا تحقیق حاضر نیز می‌تواند دلیلی دیگر برای افزایش بروز حالت‌های انسدادی با افزایش سابقه کار با MDI باشد، به طوری که می‌توان میزان شدت اختلال تنفسی را بر اساس سابقه کار و با تعیین رابطه رگرسیون تعیین نمود. البته مطالعه‌های انجام شده نتایج متفاوتی را نشان داده‌اند. ماسک و همکاران در مطالعه خود در دو کارخانه پلی اورتان بر روی کارگران مواجهه یافته با MDI، هیچ‌گونه اختلاف معنی داری در زمینه کاهش FEV1 مشاهده نکردند.<sup>(۱۲)</sup> در حالی که واندنپلاس و همکاران در بررسی ناراحتی‌های تنفسی کارگران مواجهه یافته با رزین محتوی MDI، کاهش معنی داری را در FEV1 (۳۱ درصد) و FVC (۲۳ درصد) گزارش کردند.<sup>(۱۳)</sup> با بررسی ضریب همبستگی و تعیین درجه همبستگی مشخص شد که کلیه ظرفیت‌های تنفسی مورد مطالعه در گروه بدون مواجهه در وضعیت ناچیز (۰-۰/۲) قرار دارند در حالی که در گروه مواجهه یافته کلیه ظرفیت‌های مورد بررسی (به جز FEV1 که در

6. Kaaria K, Hirvonen A, Norppa H, Piirila P, Vainio H, Rosenberg C. Exposure to 4,4-Methylenediphenyle diisocyanate (MDI) during moulding of rigid polyurethane foam: determination of airborne MDI and urinary 4,4 - metylenedianilin (MDA). *Analyst* 2001 Apr; 126(4): 476-9
7. National Institute of Occupational Safety and Health. Adult Questionnaire Self Completion ATS-DLD-78-A
8. The Massachusetts toxics use reduction Act data. Massachusetts chemical fact sheet 4,4-methylene diphenyl isocyanate, 2000, 101, 68
9. Methods for the determination of hazardous substances aromatic isocyanates in air-field method using acid hydrolysis diazotisation and coupling with N-2-aminoethyl-1-naphthylamine, 1985 Oct; 49
10. Liss GM, Tarlo SM, Banks DE. Evidence for occupational asthma among compensation claimants at a polyurethane utilizing facility. *Canadian journal of public health*, 1996, 87(6): 401-3
11. Tarlo SM, Liss GM, Dias C, Banks DE. Assessment of the relationship between isocyanate exposure levels and occupational asthma. *Am J Indust Med* 1997; 32: 517-21
12. Musk AW, Peters JM, Diberardinis L, Murphy RLH. Absence of respiratory effects in subjects exposed to low concentrations of TDI and MDI. *J Occup Med* 1982; 24(10): 746-50
13. Vandenplas O, Malo JL, Dugas M, Cartier A, Desjardins A, Levesque J, Shaughnessy MA, Grammer LC. Hypersensitivity pneumonitis - like reaction among workers exposed to diphenylmethane diisocyanate (MDI). *Am J Indust Med* 1997; 32: 517-21

مطالعه توزیع عوارض تنفسی، پوستی، گوارشی و چشمی در افراد مواجهه یافته، بر اساس وضعیت سیگار کشیدن نیز نشان داد که افراد سیگاری و غیر سیگاری در عوارض و علائم مورد مطالعه، اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند. بنابر این عوارض ایجاد شده ارتباطی با سیگاری بودن افراد مواجهه یافته نداشته بلکه در اثر مواجهه با MDI بوده است.

بنابراین نتیجه گیری می شود که مواجهه با MDI، با کاهش ظرفیت های تنفسی و بروز علائم و ناراحتی های تنفسی، پوستی و چشمی رابطه دارد.

#### \* سپاسگزاری :

بدین وسیله از همکاری گروه بهداشت حرفه ای دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس در این تحقیق سپاسگزاری می شود.

#### \* مراجع :

1. Sepai O, Henschler D, Sabbioni G. Albumin adducts, hemoglobin adducts and urinary metabolites in workers exposed to 4,4-methylenediphenyl diisocyanate. *Carcinogenesis* 1995; 16(10): 2583-7
2. Melzi G, Cappuccia N, Colli M, Molina v. Gas chromatography of 4,4-diphenylmethane diisocyanate in the workplace atmosphere. *J Chromatography* 1995; 718:141-6
3. Crespo J, Galan J. Exposure to MDI during the process of insulation buildings with sprayed polyurethane foam. *Ann Occup Hyg* 1999; 43(6): 415-9
4. Carino M, Aliani M, Licitra C, Sarno N, Ioli F. Death due to asthma at workplace in a diphenylmethane diisocyanate - sensitized subject. *Respiration* 1997; 64:111-3
5. International chemical safety cards, Methylen bisphenyl isocyanate. March 1999, 0298, 1-3