



## مواجهه با متیل متاکریلات و علائم آن در تکنیسین های پروتز دندان، تهران - ایران

فریده گل‌بابایی<sup>۱</sup>، مریم ممدوح<sup>۲</sup>، کرامت نوری جلیانی<sup>۳</sup>، سیدجمال‌الدین شاه‌طاهری<sup>۴</sup>

### چکیده

زمینه و هدف: متیل متاکریلات (MMA) که بعنوان محرک ریه، پوست و چشم شناخته شده است، متداول‌ترین پلاستیک آکریلیکی است که در آزمایشگاه‌های پروتز دندان استفاده می‌شود. هدف از این مطالعه عبارت بود از ارزیابی میزان مواجهه تکنیسین های لابراتوارهای پروتز دندان با متیل متاکریلات و ارزشیابی وضعیت سلامتی آنان با تمرکز بر نشانه‌های تنفسی و پوستی.

روش بررسی: میزان مواجهه با متیل متاکریلات، گرد و غبار کل و نشانه‌های سلامتی در ۲۰ لابراتوار پروتز دندان تهران - ایران مورد بررسی قرار گرفت. میانگین زمانی تراکم MMA و تراکم پیک آن با استفاده از لوله‌های جاذب سطحی XAD-2 و تجزیه نمونه‌ها با کمک GC-ID مورد سنجش قرار گرفت. تراکم گرد و غبار کل به روش گراویمتری تعیین شده و نشانه‌های سلامتی با استفاده از یک پرسشنامه مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: میانگین زمانی مواجهه با MMA در تکنیسین‌هایی که بطور مستقیم و غیر مستقیم با آن مواجهه داشتند بترتیب برابر  $۳۲۷/۲۸ \pm ۷۹/۴۲$  و  $۴۱/۸۴ \pm ۲۸۲/۹$  میلی‌گرم بر متر مکعب تعیین شد. تراکم پیک MMA برای تکنیسین‌های مذکور بترتیب  $۳۶/۸۱ \pm ۳۳۷/۰$  و  $۴۵/۴۰ \pm ۳۲۸/۸۸$  میلی‌گرم بر متر مکعب سنجش گردید.

میان تراکم TWA و تراکم پیک در روزهای مختلف هفته اختلافی بدست نیامد، هر چند که اختلاف تراکم‌ها در طی روز معنی دار بود ( $> ۰/۰۵$ ). همبستگی میان میانگین تراکم زمانی MMA و تراکم پیک با حجم لابراتوار  $۰/۶۵ - ۰/۶۱$  بود. میانگین مواجهه تکنیسین‌ها با گرد و غبار برابر  $۲/۷۰ \pm ۲/۲۵$  میلی‌گرم بر متر مکعب تعیین گردید. سرفه و خشکی پوست رایج‌ترین نشانه سلامتی در میان تکنیسین‌های مورد مطالعه بود. مصرف دخانیات و سابقه مواجهه با آزیست، فاکتورهای موثر بر شیوع سرفه شناخته شدند. ( $P > ۰/۰۵$ ).

نتیجه‌گیری: براساس یافته‌های بدست آمده چنین استنتاج می‌شود که حد مواجهه کوتاه مدت (STEL) فعلی به میزانی نیست که بتواند حفاظت تکنیسین‌ها را در مقابل اثرات زیان‌آور ناشی از مواجهه با MMA تأمین نماید.

کلید واژه‌ها: متیل متاکریلات (MMA)، تکنیسین‌های پروتز دندان، لابراتوارهای پروتز دندان، نشان‌های بهداشتی، میانگین زمانی تراکم (TWA)، تراکم پیک

آن در ساخت (دندان مصنوعی) پروتز کامل متحرک دندان است. آکریلیک به شکل‌های متفاوت مانند پودر، مایع و ژل و ورقه وجود دارد که شکل پودر و مایع آن متداول‌ترین شکل مورد استفاده در

### مقدمه

متیل متاکریلیک مهمترین ماده‌ی مورد استفاده در لابراتوارهای دندانسازی است و مهمترین کاربرد

۱- نویسنده پاسخگو، استاد گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران (email: gol128@sphums.com)

۲- دانشجوی دکترای بهداشت حرفه‌ای

۳- استادیار گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

۴- دانشیار گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

توسط تیوپهای جاذب XAD-2 (شماره 30-226 ساخت کارخانه SKC انگلستان) و پمپ نمونه برداری فردی مدل ۳-۲۲۲ ساخت کمپانی SKC و در فلوی  $50 \text{ ml/min}$  انجام گرفت. بعد از نمونه برداری در تیوپها محکم بسته شده و در دمای  $40^\circ\text{C}$  نگهداری شدند تا بعداً به آزمایشگاه بهداشت حرفه‌ای منتقل شوند.

دستورالعمل مورد استفاده در آنالیز نمونه‌ها، دستورالعمل شماره ۲۵۳۷، NIOSH و محول مورد استفاده برای آنالیز نمونه‌ها محلول متیل متاکریلات ۹۹٪ ساخت Merck آلمان (Art No ۸۰۰۵۹۰) و ماده‌ی مورد استفاده برای استخراج و آماده سازی نمونه‌ها محلول دی سولفیدکربن ۹۹/۵٪ ( $10221$ ): Art No بود آنالیز نمونه‌ها توسط دستگاه گاز کروماتوگراف مدل ۳۱۰/۹۱۰ ساخت امریکا، مجهز به دتکتور FID و ستون MXT-1 (طول ۱۵ متر، ضخامت ۱ میکرومتر و ID:  $0.53$  میلی متر) در شرایط زیر انجام گرفت:

دمای تزریق  $240^\circ\text{C}$

دمای دتکتور  $300^\circ\text{C}$

دمای ستون  $100^\circ\text{C}$

فشار گاز حامل نیتروژن Apsi

فلوی گاز  $24 \text{ ml/min}$

حجم تزریق ۴ میکرومتر

## ۲- تعیین حداکثر غلظت متیل متاکریلات

به علت بالا بودن غلظت بخار MMA در مرحله‌ی اختلاط مونومر پلیمر MMA، نمونه برداری کوتاه مدت (۵ تا ۱۵ دقیقه) در هنگام عملیات اختلاط در منطقه تنفسی تکنیسین‌هایی که در تماس مستقیم با MMA بوده و تکنیسین‌هایی که در تمام مستقیم با آلاینده نبودند انجام گرفت. روش نمونه برداری و آنالیز نمونه‌ها در نمونه برداری کوتاه مدت و بلند مدت مشابه یکدیگر بود.

## ۳- ارزیابی تراکم ذرات متیل متاکریلات

اندازه‌گیری ذرات آکريل توليد شده در فرآیند ساخت پروتز کامل بویژه در مرحله پرداخت، توسط فیلتر فایبر گلاس ۲۴ میلی متری، در فلوی ۲۱ لیتر در دقیقه، بوسیله دستگاه اندازه‌گیری ذرات، مدل  $R_3 \times PC$  - ۲۲۴ ساخت کارخانه SKC انگلستان انجام گرفت. نمونه برداری از ذرات دوبار در روز در منطقه‌ی تنفسی تکنیسین و در فاصله معین از وی انجام گرفت و

لابراتوارهای دندانسازی است. مایع متیل متاکریلات، مونومر MMA مایعی است شفاف، بدون رنگ، قابل اشتعال با بوی بسیار تند و نافذ (۱) MMA. به عنوان مثال محرک ریه، پوست و چشم گزارش شده است (۱ و ۲). این ماده هنگام تماس مستقیم با دست باعث از بین رفتن اعصاب در انگشتان دست نیز خواهد شد (۳). اثرات سیستمیک شامل صدمه به سیستم اعصاب مرکزی و کبد در حیوانات، به دنبال تماس دهانی با این ماده گزارش شده است. تماس با MMA به عنوان ریسک فاکتور بروز آسم شغلی گزارش شده است. در تحقیقات مواردی از آسم‌های شغلی در بین تکنیسین‌های دندان که با مواد دندان‌بویژه MMA در تماس هستند گزارش شده است. (۴-۵-۱).

پس از پلیمریزاسیون متیل متاکریلات، عمل پرداخت آکريل توسط دستگاه‌های خاص انجام می‌شود که در نتیجه‌ی این عملیات ذرات ریز آکريل به صورت غبار در فضا منتشر شده، غبار حاصل از آن باعث بروز علائم تنفسی از جمله پنوموکونیوز خواهد شد (۶). هدف از این مطالعه ارزیابی تماس تکنیسین‌های دندان با MMA و سنجش سلامتی آنها با تأکید بر علائم سیستم‌های تنفسی و پوست است.

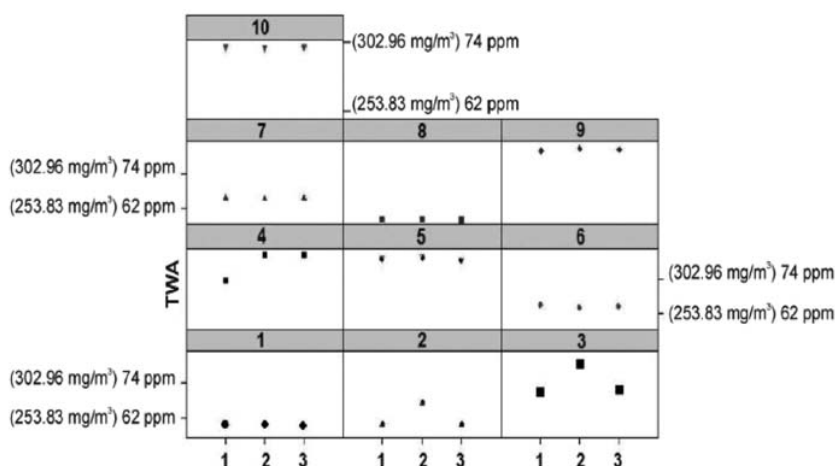
## روش بررسی

با وجود تعداد بسیار زیاد لابراتوارهای دندانسازی که عضو جامعه دندانسازان ایران هستند، لکن هنوز اطلاع دقیقی از تعداد لابراتوارها در شهر تهران در دست نیست زیرا بسیاری از لابراتوارها بدون مجوز مشغول به کار بوده و تعدادی از آنها نیز عضو جامعه‌ی دندانسازان ایران و سایر مراکز مشابه نیستند. در این تحقیق تعداد ۲۰ لابراتوار سازنده‌ی دندان مصنوعی، عضو جامعه دندانسازان ایران مورد مطالعه قرار گرفتند ابتدا با هماهنگی جامعه دندانسازان فرآیند ساخت پروتز دندان مورد بررسی قرار گرفته، سپس با تهیه فرم‌های مخصوص، اطلاعات دموگرافیک جمع آوری شده و ارزیابی‌های فردی و محیطی، با توجه به مساحت و حجم لابراتوارها به ترتیب زیر انجام گرفت.

### ۱- ارزیابی تماس تکنیسین‌ها با بخار MMA

نمونه برداری از منطقه تنفسی تکنیسین‌هایی که در تماس مستقیم و غیر مستقیم با بخار MMA بودند در سه روز هفته (روزهای شنبه، دوشنبه و چهارشنبه)،

شکل ۱- روند میانگین وزنی در روزهای هفته



و ۹/۱۰ ± ۵۸/۱۵ سال بود. ۲۳ تکنیسین (۱/۴۵٪) دارای تحصیلات دانشگاهی بودند، در حالیکه ۲۸ نفر (۹/۴۵٪) تکنیسین تجربی بودند.

منحنی کالیبراسیون برای MMA، در غلظت های ۲۱/۹۶، ۷۶/۱۶۳، ۸۴/۳۸۴ و ۸۱/۸۱۸ میلی گرم بر متر مکعب رسم شود. حد تشخیص ۱۰ میکروگرم بر میلی لیتر و ضریب همبستگی ۰/۹۹۹ بدست آمد. جدول ۱، غلظت MMA را در منطقه تنفسی تکنیسین ها نشان میدهد. غلظت MMA (TWA و حداکثر غلظت) به صورت حسابی و لگاریتمی نشان داده شده است.

همانطور که در شکل های ۱ و ۲ نشان داده شده است غلظت بخار MMA در تمام روزهای هفته یکسان است، این امر حتی برای حداکثر غلظت بخار نیز صادق است. میزان تماس افراد با ذرات در مرحله ی پرداخت آکريل در جدول ۲ نشان داده شده است.

میزان غبار به روش گراویمتری اندازه گیری شد.

#### ۴- بررسی علائم تنفسی و پوستی

با تکیه بر علائم تنفسی و پوستی تکنیسینهای شاغل در لابراتور پرسشنامه هایی در اختیار آنان قرار گرفت که کلیه موارد از جمله علائم پوستی و تنفسی، عاداتهای فردی شامل استعمال سیگار و سابقه تماس با آزیست در آن لحاظ شده بود. هیچیک از تکنیسین ها از وسایل حفاظتی استفاده نمی کردند. کلیه اطلاعات توسط نرم افزار آماری R مورد آنالیز قرار گرفت. (۷)

#### یافته ها

اطلاعات بدست آمده در ۲۰ لابراتوار دندانسازی در تهران، در ۵۱ مورد شامل: ۶ زن (۱۱/۷۶٪) و ۴۵ مرد (۸۸/۲۴٪) و متوسط سن به ترتیب خانم ها و آقایان ۴۱/۱ ± ۳۸/۸۳ و ۳۷/۵۸ ± ۹/۸ سال بود. سابقه کار خانم ها و آقایان نیز به ترتیب ۸/۸ ± ۱۲/۲۵

جدول ۱- میانگین زمانی و حداکثر غلظت بخار در منطقه ی تنفسی تکنیسین هایی که بطور مستقیم و غیر مستقیم در مواجهه با MMA هستند.

میزان تراکم	تعداد	حسابی			هندسی				
		میانگین	انحراف معیار	رنج	میانگین	میانگین	انحراف معیار	رنج	
مستقیم	۶۰	۲۹/۱۴	۸۱/۵۵	۲۳۷/۲۶-۳۳۹/۵۵	۱۷/۳۸	۱۷/۳۴	۱۷/۴۲	۴/۲۱	۱۶/۶۰-۱۸/۰۸
		(۷۰/۹۴)	(۱۹/۹۳)	(۵۸/۰۱-۸۳/۰۲)	(۴/۲۵)	(۴/۲۴)	(۴/۲۶)	(۱/۰۳)	(۴/۰۶-۴/۴۲)
پیک	۶۰	۳۳۹/۹۸	۴۰/۰۴	۳۷۱/۳۷-۳۸۶/۰۹۶	۱۷/۹۱	۱۷/۹۱	۱۷/۰۶	۴/۲۱	۱۷/۱۳-۱۸/۶۱
		(۸۰/۶۸)	(۹/۷۹)	(۶۶/۲۵-۹۴/۴۰)	(۴/۳۸)	(۴/۳۸)	(۴/۳۹)	(۱/۰۳)	(۴/۱۹-۴/۵۵)
غیرمستقیم	۲۰	۲۸۲/۷۰	۴۱/۸۰	۲۳۵/۳۰-۳۳۸/۴۵	۱۷/۳۰	۱۷/۲۲	۱۷/۲۶	۴/۲۱	۱۶/۵۶-۱۸/۰۸
		(۶۹/۱۲)	(۱۰/۲۲)	(۵۷/۵۳-۸۲/۷۳)	(۴/۲۳)	(۴/۲۱)	(۴/۲۲)	(۱/۰۳)	(۴/۰۵-۴/۴۲)
پیک	۲۰	۳۳۸/۵۵	۴۵/۳۶	۲۴۰/۲۵-۳۷۸/۸۲	۱۷/۹۱	۱۸/۱۶	۱۷/۹۶	۴/۲۱	۱۶/۶۵-۱۸/۵۳
		(۸۰/۳۳)	(۱۱/۰۹)	(۵۸/۷۴-۹۲/۶۲)	(۴/۳۸)	(۴/۴۴)	(۴/۳۹)	(۱/۰۳)	(۴/۰۷-۴/۵۳)

جدول ۲- تراکم ذرات در لابراتوارهای دندانسازی

نمونه برداری	حسابی			هندسی		
	میانگین	انحراف معیار	رنج	میانگین	انحراف معیار	رنج
فردی	۲/۳۵	۲/۷	۰/۱۲۶-۹/۶۰۱	۷/۰۹	۱/۲۱	۴/۸۴-۹/۱۲
محیطی	۰/۴۳۱	۰/۵۴۹	۰/۰۳۱-۲/۲۳۶	۵/۳۱	۱/۲۵	۳/۴۴-۷/۷۱

جدول ۳- شیوع علائم پوستی در میان تکنیسین‌ها

تماس	اگزما	ترک	زخم		خارش		وزیکول		تاول		خشکی پوست	
			تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
مستقیم	۴	۱۰/۵۳	۸	۲۷/۰۵	۱۰	۲۶/۳۲	۵	۱۳/۱۶	۱۰	۲۶/۳۲	۳	۷/۸۹
غیرمستقیم	-	-	۱	۷/۶۹	۱	۷/۶۹	۲	۱۵/۳۸	۳	۲۳/۱۰	۲	۱۵/۳۸

ایمنی باشد. انحراف معیار هندسی برای متوسط غلظت MMA در طول شیفت  $0.57 \text{ mg/m}^3 \pm 0.14$  (تفاوت قابل توجهی را در روزهای هفته نشان نمی‌دهد. بنابراین این واقعیت مهم را می‌توان دریافت که نوع کار و مواد مورد استفاده در لابراتوارهای دندانسازی در روزهای مختلف یکسان بوده است. در سایر روزهای هفته (غیر از روزهای مورد مطالعه) نیز غلظت‌هایی از MMA در لابراتوار قابل اندازه‌گیری و مشاهده است. طبق نتایج حاصل از سایر مطالعات (۱۰)، این مقادیر ممکن است از نشت بخار از ظروف و انتشار بخار از ضایعات باشد. انحراف معیار هندسی  $Sg=2.03$  نشان‌دهنده‌ی اختلاف قابل توجه غلظت در یک روز است. این امر انجام کار غیر یکنواخت در طول یک روز در لابراتوار و وجود حداکثر غلظت  $337/26 \pm 36/81 \text{ mg/m}^3$  ( $9/0 \text{ ppm} \pm 82/46$ ) در مرحله‌ی اختلاط پلیمر و نومر است. میزان تراکم زیاد MMA در لابراتوار به عوامل بسیاری از جمله حجم لابراتوار (کوچک، متوسط، بزرگ)، چیدمان و وجود سیستم تهویه نامناسب یا عدم وجود آن و میزان کار نیز بستگی دارد. میزان کار در ابتدای سال و شروع تعطیلات سالانه (در ایران تابستان)، بیشتر است. با

نتایج حاصل از بررسی وجود علائم تنفسی و پوستی در بین تکنیسین‌ها در جداول ۳ و ۴ نشان داده شده است. بر اساس این یافته‌ها، مهمترین علائم پوستی در بین تکنیسین‌ها خشکی پوست و مهمترین علائم تنفسی سرفه، بویژه در افراد سیگاری و افرادی است که سابقه تماس با آزبست داشته‌اند.

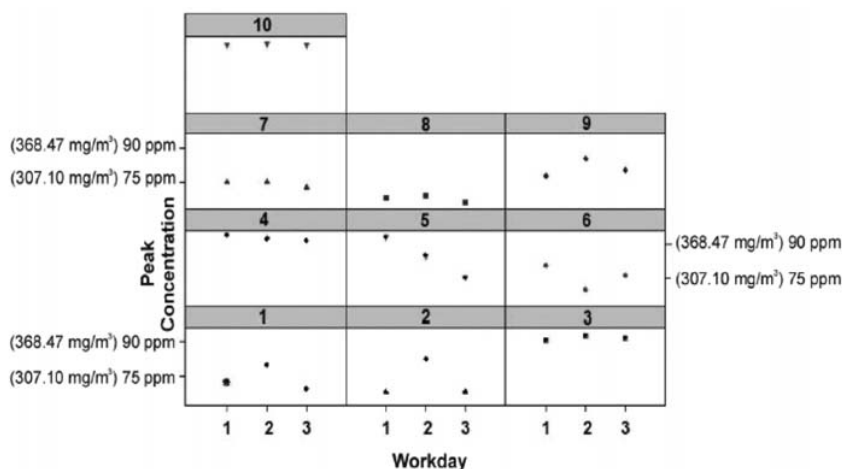
### بحث

اندازه‌گیری و بررسی تماس تکنیسین‌ها با بخار MMA در سه روز هفته در مرحله‌ی اختلاط پلیمر و نومر وجود علائم تنفسی و پوستی را در آنها نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که میزان سطح تماس در همه‌ی آنها یکسان نیست، تکنیسین‌هایی که در اختلاط پلیمر و نومر فعالیت دارند دارای بیشترین سطح تماس  $327/28 \pm 81/64$  میلی گرم بر متر مکعب ( $79/94 \pm 19/94 \text{ ppm}$ ) و تکنیسین‌های شاغل در سایر فعالیت‌ها، دارای میزان سطح تماس کمتر ( $282/98 \pm 41/84$  میلی گرم بر متر مکعب)  $10/22 \pm 69/12$  می‌بودند. میزان غلظت بدست آمده در این تحقیق بسیار بالاتر از غلظت بدست آمده در سایر مطالعات است (۳). این اختلاف ممکن است بواسطه عدم وجود تهویه مناسب و عدم رعایت نکات

جدول ۴- شیوع علائم تنفسی در بین تکنیسین‌ها

تماس	سرفه		تنگی نفس		آسم	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
مستقیم	۷	۱۸/۴۲	۹	۲۳/۶۸	۱۶	۴۲/۱۱
غیرمستقیم	۲	۱۵/۳۸	۴	۳۰/۷۷	۵	۳۸/۴۶

شکل ۲- روند حداکثر غلظت در روزهای هفته



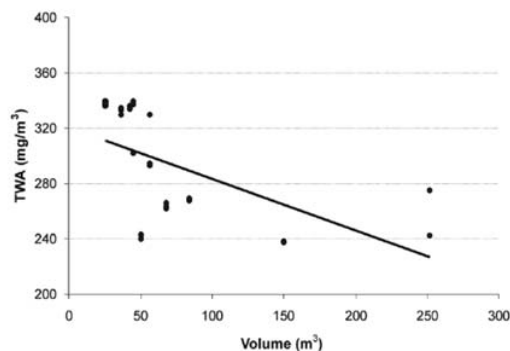
سابقه تماس با آزبست دارند (۴۱/۸۶٪ افراد) و سایرین نیز مشاهده می‌شود. ( $P < 0.05$ ). همانند نتایج بدست آمده در سایر تحقیقات (۱۰)، مشاهده می‌شود که تماس شغلی با MMA در تکنیسینهای دندان تأثیر قابل توجهی در بروز علائم تنفسی نداشته است. اعتیاد به سیگار و سابقه‌ی تماس با آزبست را می‌توان عامل تشدید علائم تنفسی بویژه سرفه دانست. شیوع بیماری‌های شغلی پوستی در سالهای اخیر در بین تکنیسینها نشان دهنده صرف هزینه‌های گزاف برای معالجه و درمان بیماران است. نتایج نشان می‌دهد که خشکی پوست از شایع‌ترین علائم پوستی در بین تکنیسینها می‌باشد. و بین خشکی پوست بویژه در دستها و غلظت آلاینده ارتباط مستقیم وجود دارد ( $P = 0.03$ ). این نتیجه‌گیری با نتایج گزارش شده توسط Bichman و همکاران مشابه است (۱۱).

توجه به این عوامل مهم، میزان میانگین وزنی  $238/60 \text{ mg/m}^3$  و  $239/90$  ( $58/28 \text{ ppm}$  و  $83/02$ ) است.

### نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهد که در لابراتوارهای بزرگتر سطح تماس با بخار MMA کمتر از لابراتوارهای کوچک است. این نتایج در مورد میزان تماس متوسط روزانه و حداکثر غلظت نیز صادق است. (شکل ۴ و ۲). به عبارت دیگر، بین حجم لابراتوار و میانگین وزنی MMA رابطه غیر مستقیم وجود دارد ( $P < 0.05$ ,  $r = -0.65$ ), همینطور بین حجم و حداکثر میزان بخار MMA ( $r = -0.44$ ,  $P < 0.05$ ), بدین ترتیب روشن می‌شود که لابراتوارهای بزرگتر اقدامات کنترلی بیشتر و بهتری را انجام داده‌اند.

شکل ۳- همبستگی میانگین وزنی MMA با حجم لابراتوارها



غلظت ذرات آکریل تولید شده در نتیجه کار با ماشین‌های با سرعت بالا، بین  $9/601 - 0/126 \text{ mg/m}^3$  و  $2/35 \pm 2/70 \text{ mg/m}^3$  غلظت ذرات در محیط  $2/236 \text{ mg/m}^3 = 0/031$ , ( $0/431 \pm 0/550$ ) است. هر چند غلظت بدست آمده از حد مجاز توصیه شده است برای ذرات آزار دهنده تجاوز نمی‌کند اما بیش از مقادیر گزارش شده در سایر مطالعات است (۸).

هر چند علائم تنفسی مانند سرفه، در بین تکنیسینها، با سایر تحقیقات مشابه همخوانی ندارد، اما تفاوت معنی داری را در شیوع سرفه بین افراد سیگاری (۹۲/۸۶٪) و غیر سیگاری می‌توان یافت ( $P < 0.05$ ) (۹). این اختلاف همچنین در بین افرادی که

2. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Documentation of the Threshold Limits Values and Biological Exposure Indices. 6th ed. Cincinnati, OH, USA: ACGIH; 2003.

3. **Seppalainen AM, Rajaniemi R.** Local neurotoxicity of methyl methacrylate among dental technicians. *Am J Ind Med* 1984; 5:471-7.

4. **Lezewicz S, Davison AG, Hopkirk A, Burge PS, Boldy DA, Riordan JF, et al.** Occupational asthma due to methyl methacrylate and cyanoacrylate. *Thorax* 1985; 40(11):836-9.

5. **Raynaud-Gaubert M, Philip-Joe F, Amaud A.** Occupational asthma due to methyl methacrylate. *La presse ried. Presse Med.* 1991; 20 (8): 386. In French.

6. **Rom WN, Lockey JE, Lee JS, Kimball AC, Bang KM, Leaman H, et al.** Pneumoconiosis and exposures of dental laboratory technicians. *Am J Public Health* 1984; 74(11): 1252-7.

7. R: a language and environment for statistical computing [on line]. Retrieved June 15, 2005, from <http://www.r-project.org>

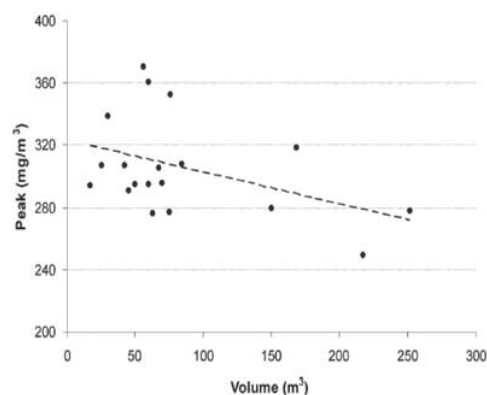
8. **Nayebzadeh A.** Evaluation of exposure to methyl methacrylate among dental laboratory technicians. *AIHA* 1999; 60:625-8.

9. **Froudarakis ME, Voloudaki A, Bouros D, Drakonakis G, Hatzakis K, Siafakas NM.** Pneumoconiosis among Cretan technicians. *Respiration* 1999;66(4):338-42.

10. World Health Organization (WHO). Concise international chemical assessment document 4. Methyl methacrylate. Geneva, Switzerland: WHO; 1998.

11. **Murrer JL.** Skin problems among Danish dental technicians. *Contact Dermatitis* 1995; 33(1): 42-7.

شکل ۴ - همبستگی حداکثر تراکم MMA با حجم لا براتوارها



هر چند غلظت MMA بدست آمده در نمونه برداری کوتاه مدت از میزان مجاز توصیه شده  $41/409$  (۱۰۰ppm) کمتر است، اما میزان بیش از حد مجاز متوسط غلظت  $70/204$  یا  $50$  (ppm) باعث مواجهه افراد با بوی غلیظ و ایجاد بیماریهای پوستی و تنفسی می شود.

بدین ترتیب نتیجه می شود که میزان تماس کوتاه مدت STEL، به اندازه‌ی کافی کم نیست که افراد را در مقابل غلظت MMA، محافظت کند. براساس نتایج بدست آمده، روند انجام کار در تمام لا براتوارها یکسان است. بنابراین می توان نتایج حاصل را به کلیه لا براتوارها تعمیم داد.

بنابراین طبق نتایج، مقدار کمتری برای میزان مجاز غلظت کوتاه مدت می بایست در نظر گرفته شود تا کنترل بهتری برای سیستم تنفسی و پوستی انجام گیرد. هر چند MMA به عنوان ماده سرطانزای انسانی معرفی نشده است، تکنیسین ها می بایست میزان مواجهه خود را با MMA در طول فرآیند کاهش دهند. آنها می بایست از دستکش های لاستیکی استفاده کرده از تماس مستقیم بپرهیزند، همچنین نصب تهویه‌ی مناسب در اتاق توصیه می شود.

## منابع

1. **Wittczak T, Palczynski C, Szulc B, Gorski P.** Bronchial asthma with inflammation of the nose mucous membrane induced by occupational exposure to methyl methacrylate in a dental technicians. *Medycyna Pracy* 1996; 47:259-66.