

## بررسی اثر ژل کربامید پراکساید ۱۶٪ (Nite White) بر آزادسازی جیوه از آمالگام‌های ایرانی و خارجی با ذرات کروی و مخلوط به روش جذب اتمی بخار سرد

دکتر شاهین کسرایبی<sup>+</sup> - مهندس محمد جواد عصار<sup>\*\*</sup> - دکتر حمیدرضا عبدالصمدی<sup>\*\*\*</sup> - مهندس خسرو مانی کاشانی<sup>\*\*\*\*</sup> -

دکتر سوما عرب زاده<sup>\*\*\*\*\*</sup>

\*استادیار گروه آموزشی ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان

\*\*عضو هیئت علمی گروه بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان

\*\*\*استادیار گروه آموزشی بیماری‌های دهان دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان

\*\*\*\*عضو هیئت علمی گروه پزشکی اجتماعی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان

\*\*\*\*\*دندانپزشک

**Title:** Evaluation of the effect of 16% carbamide peroxide gel (Nite White) on mercury release from Iranian and foreign spherical and admixed amalgams by cold vapor atomic absorption method.

**Authors:** Kasraie Sh. Assistant Professor\*, Assary MJ. Faculty member\*\*, Abdosamadi HR. Assistant Professor\*\*\*, Mani Kashani Kh. Faculty member\*\*\*\*, Arabzadeh S. Dentist

**Address:** \*Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Hamadan University of Medical Sciences

\*\*Department of Occupational Health, School of Public health, Hamadan University of Medical Sciences

\*\*\*Department of Oral Medicine, School of Dentistry, Hamadan University of Medical Sciences

\*\*\*\*Department of Social Medicine, School of Medicine, Hamadan University of Medical Sciences

**Background and Aim:** Nowadays, esthetic dentistry has become an important part of modern dentistry. Bleaching is considered as a conservative, safe and effective way for treatment of discolored teeth. Although bleaching is commonly used on anterior teeth, the bleaching gel may come into contact with patient's former amalgam restorations and result in corrosive effects, dissolution of amalgam phases and increasing release of mercury. Mercury released from dental amalgam during mouthguard bleaching can be absorbed and increase the total mercury body burden. The aim of this study was to determine the amount of mercury released from Iranian and foreign brands of amalgams with spherical and admixed particles, polished and unpolished, after 16% carbamide peroxide gel application.

**Materials and Methods:** This experimental in vitro study was performed on 256 Iranian and foreign amalgam samples with spherical and admixed particles. The provided samples were put in distilled water and classified according to the type of amalgam, shape of particles and quality of surface polishing. The test samples were placed in Nite White 16% carbamid peroxide gel and control samples were put in phosphate buffer (Ph=6.5) for 14 and 28 hours. The amount of released mercury was calculated using AVA-440 Mercury Analysis System (Thermo Jarrell Ash model SH/229) with cold-vapor atomic absorption. Data were analyzed using t-test, four way and three way ANOVA tests with P<0.05 as the level of significance.

**Results:** 16% Nite White carbamide peroxide gel caused a significant increase in amount of mercury released from amalgams in all groups (P<0.05). Mercury release from Iranian amalgam was higher than that from the foreign brands (P<0.05). There was no significant difference in mercury released from spherical and admixed amalgams (P>0.05). The amount of mercury released from Iranian and foreign amalgams was time dependent (P<0.05). Furthermore, the amount of mercury released from unpolished amalgams was higher than polished ones (P<0.05).

**Conclusion:** The present study indicated that exposure of amalgam to 16% Nite White carbamide peroxide gel causes a significant increase in mercury release from the amalgam which is significantly influenced by the brand, exposure time, and surface polishing.

**Key Words:** Carbamide peroxide gel; Nite White; Amalgam; Bleaching; Mercury; Polishing

<sup>+</sup> مؤلف مسؤول: نشانی: همدان- بلوار شهید فهمیده- روبروی پارک مردم- دانشکده دندانپزشکی- گروه آموزشی ترمیمی

تلفن: ۰۱۷-۸۳۵۴۰۸۱۱-۸۱۱ نشانی الکترونیک: Sh\_Kasraie@yahoo.com

## چکیده

**زمینه و هدف:** امروزه دندانپزشکی زیبایی به عنوان یک درمان جدایی‌ناپذیر از دندانپزشکی مدرن مورد قبول واقع شده است. در این میان سفیدسازی دندان‌ها روشی موثر، ایمن و محافظه کارانه در درمان دندان‌های بدرنگ و تغییر رنگ یافته می‌باشد. اگرچه درمان سفیدسازی اغلب در دندان‌های قدامی صورت می‌گیرد اما ممکن است در هنگام قرار دادن ژل بوسیله تری، ژل سفید کننده در تماس با ترمیم‌های آمالگام قبلی بیمار قرار گرفته و موجب خوردگی آمالگام، تسهیل در حل شدن فازهای آمالگام و افزایش آزادسازی جیوه از آن گردد. جیوه آزاد شده طی درمان سفیدسازی دندان‌ها به روش تری می‌تواند جذب شده و موجب افزایش سطح جیوه بدن گردد. هدف از این مطالعه تعیین و مقایسه مقدار جیوه آزاد شده از آمالگام‌های ایرانی و خارجی، همچنین کروی و مخلوط در دو وضعیت پرداخت شده و پرداخت نشده پس از تاثیر ژل کربامید پراکساید ۱۶٪ بود.

**روش بررسی:** این مطالعه به روش تجربی آزمایشگاهی بر روی ۲۵۶ قرص آمالگام ایرانی و خارجی با شکل ذرات کروی و مخلوط صورت گرفت. نمونه‌های تهیه شده در آب مقطر قرار گرفته و بر اساس نوع آمالگام، همچنین شکل ذرات و وضعیت پرداخت سطح به گروه‌های مجزا تقسیم شدند. نمونه‌های گروه‌های آزمون در ژل کربامید پراکساید ۱۶٪ Nite White و گروه کنترل در بافر فسفات با pH=۶/۵ به مدت ۱۴ و ۲۸ ساعت قرار گرفتند. پس از این مرحله مقدار جیوه آزاد شده از گروه‌ها با استفاده از سیستم آنالیز جیوه AVA-440 (Thermo Jarrell Ash model SH/229) با روش جذب اتمی بخار سرد اندازه‌گیری گردید. یافته‌های به دست آمده با آزمون‌های ANOVA t چهار طرفه و سه طرفه تجزیه و تحلیل گردید.  $P < 0.05$  به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها:** ژل کربامید پراکساید ۱۶٪ Nite White موجب افزایش قابل توجه آزادسازی جیوه از آمالگام‌های تمامی گروه‌های آزمون گردید ( $P < 0.05$ ). مقدار آزاد شدن جیوه از آمالگام‌های ایرانی نسبت به آمالگام‌های خارجی بیشتر بود ( $P < 0.05$ ). نتایج نشان داد که آمالگام‌های کروی و مخلوط به لحاظ آزادسازی جیوه تحت تاثیر ژل سفیدکننده از نظر آماری تفاوت معنی‌دار نداشتند ( $P > 0.05$ ). مقدار آزاد شدن جیوه از آمالگام‌های ایرانی و خارجی وابسته به زمان بود ( $P < 0.05$ ). همچنین با توجه به ترکیب آلیاژ آمالگام (ایرانی ویا خارجی) مقدار جیوه آزاد شده از آمالگام پرداخت نشده بیشتر از جیوه آزاد شده از آمالگام‌های پرداخت شده بود ( $P < 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** مطالعه حاضر نشان داد که قرارگیری آمالگام در معرض ژل کربامید پراکساید ۱۶٪ مقدار جیوه آزاد شده از آمالگام را افزایش می‌دهد. نوع آمالگام مدت زمان قرارگیری و وضعیت پرداخت سطحی تاثیر معنی‌داری در مقدار آزادسازی جیوه از آمالگام تحت اثر ژل سفیدکننده دارد. از آمالگام ایرانی جیوه بیشتری آزاد گردید.

**کلید واژه‌ها:** ژل کربامید پراکساید؛ Nite White؛ آمالگام؛ سفید کردن دندان؛ جیوه؛ صیقلی نمودن

وصول: ۸۵/۰۸/۲۹ اصلاح نهایی: ۸۵/۱۲/۰۲ تأیید چاپ: ۸۶/۰۷/۰۹

## مقدمه

بیش از ۱۰٪ با مکانیسم افزایش روند خوردگی سبب افزایش آزاد شدن جیوه از ترمیم‌های آمالگام قبلی بیماران می‌شوند (۱-۴). تحقیقات نشان داده‌اند که غلظت ژل کربامید پراکساید، ترکیب ژل و همچنین نوع و ترکیب آمالگام دندان بکار رفته برای ترمیم می‌تواند بر مقدار آزادسازی جیوه مؤثر باشند (۳-۵). اگرچه درمان سفیدسازی اغلب در دندان‌های قدامی انجام می‌پذیرد اما ممکن است دندان‌های پرمولار بیماران نیز به لحاظ زیبایی تحت درمان قرار گیرند. همچنین این احتمال نیز وجود دارد که هنگام قرار دادن ژل سفیدکننده به وسیله تری، اضافات ژل در تماس مستقیم با ترمیم‌های آمالگام دندان‌های خلفی بیمار قرار گیرد و در نهایت این وضعیت می‌تواند سبب ایجاد خوردگی بیشتر و افزایش مقدار آزادسازی جیوه از ترمیم‌های آمالگام شود. جیوه آزاد شده از طریق مخاط دهان و یا به طور مستقیم از سیستم تنفسی و گوارش جذب شده و می‌تواند باعث افزایش سطح جیوه در بدن و افزایش اثرات سمی سیستمیک آن گردد (۶). بنابراین از

دندانپزشکی زیبایی بخش مهم و پذیرفته شده‌ای از درمان‌های دندانپزشکی مدرن می‌باشد. در این میان، درمان سفیدسازی دندان‌ها (bleaching) به عنوان روشی ساده، ایمن و موثر می‌تواند انتظارات گروه وسیعی از بیماران را برآورده سازد. یکی از روش‌های سفیدسازی دندان‌های زنده، انجام سفیدسازی توسط ژل‌های کربامید پراکساید و یا هیدروژن پراکساید با استفاده از تری پلاستیکی مخصوص آن می‌باشد. اغلب محصولات تجاری که امروزه بدین منظور استفاده می‌شوند شامل ژلی بر پایه کربامید پراکساید با خاصیت اکسیداسیون قوی می‌باشند که بوسیله تری مخصوص، در سطح خارجی دندان‌ها نگه داشته شده و بتدریج با آزاد شدن اکسیژن فعال از ژل موجب روشن‌تر شدن رنگ دندان‌ها می‌گردند. با اینکه این روش از نظر ماهیت درمان، روشی ایمن برای دندان و لثه می‌باشد اما برخی مطالعات بیانگر این نکته هستند که ژل‌های کربامید پراکساید با غلظت

نمونه‌ها به مدت ۶۰ دقیقه به منظور سخت شدن اولیه (Initial setting) درون مولد باقی مانده و سپس بیرون آورده شدند و بر اساس مارک تجاری آمالگام‌ها، در لوله‌های آزمایش درب‌دار حاوی آب مقطر در ۴ دسته جداگانه در دمای اتاق (۲۴°C) نگهداری شدند. بدین ترتیب در هر دسته ۶۴ قرص آمالگام از یک نوع تهیه گردید. نیمی از نمونه‌های هر دسته بعد از ۲۴ ساعت ابتدا توسط لاستیک‌های مخروطی پرداخت قرمز و سپس سبز (D&Z Goerzalee 307-14167 Berlin, Germany) و در نهایت با برس و خمیر اکسید قلع به وسیله انگل دور آبی پرداخت شده و مجدداً در لوله‌های جداگانه حاوی آب مقطر قرار گرفتند. در این مرحله ۸ لوله آزمایش هر کدام حاوی ۳۲ نمونه پرداخت شده و پرداخت نشده بدست آمد. پس از گذشت یک ماه نگهداری در آب مقطر و در دمای اتاق (۲۴°C) نمونه‌های درون هر یک از ۸ لوله آزمایش به ۴ گروه تقسیم شدند. با این روش ۳۲ گروه هر یک شامل ۸ عدد نمونه قرص آمالگام بدست آمد که نیمی از گروه‌ها (۱۶ گروه) حاوی نمونه‌های آمالگام پرداخت شده و نیم دیگر حاوی آمالگام پرداخت نشده بودند. در ادامه تحقیق نمونه‌ها از آب خارج و آب اضافه از سطح آمالگام توسط دستمال کاغذی گرفته شد (blot drying). نمونه‌های گروه‌های آزمون تحت درمان با ژل کربامید پراکساید ۱۶٪ Nite White (Discus dental, Inc. Culver City, USA) قرار گرفتند.

نقطه نظر کلینیکی در حال حاضر با توجه به کاربرد وسیع آمالگام برای ترمیم دندان‌ها، بررسی اثر ژل‌های سفیدکننده بر آزادسازی جیوه از آمالگام با اهمیت می‌باشد. ضمن آنکه اغلب ترمیم‌های آمالگام مورد نیاز جامعه ما، در سال‌های اخیر توسط آمالگام‌های ایرانی ساخت داخل کشور انجام گرفته است و لذا بررسی اثر ژل‌های سفید کننده بر آن‌ها ضروریست.

در این مطالعه تأثیر ژل کربامیدپراکساید ۱۶٪ Nite White بر میزان آزادسازی جیوه از آمالگام‌های ایرانی و خارجی با شکل ذرات مخلوط و کروی در وضعیت‌های پرداخت شده و پرداخت نشده بررسی و مقایسه گردیده است.

### روش بررسی

این مطالعه با روش تجربی آزمایشگاهی بر روی ۲۵۶ عدد قرص آمالگام ایرانی و خارجی با ذرات کروی و مخلوط صورت گرفت (جدول ۱). برای هر یک از انواع آمالگام ۶۴ عدد قرص به شکل مخروط ناقص با قطر قاعده و رأس به ترتیب ۹ و ۸ میلی‌متر و ارتفاع ۳ میلی‌متر در شرایط آزمایشگاهی یکسان تهیه شد. سطح مؤثر آمالگام در هر قرص برابر ۱۹۵mm<sup>2</sup> بود. آمالگام‌های مورد استفاده در آمالگام‌اتور 2 Dumat (Degussa Co, Germany) با مدت زمان پیشنهادی کارخانه سازنده مخلوط شدند و درون مولدهایی از جنس پلیمر PVC توسط کندانسور به روش دستی فشرده شدند.

جدول ۱- فهرست مواد به کار رفته در مطالعه

آمالگام	کارخانه سازنده	اجزاء تشکیل دهنده	خصوصیات و نحوه استفاده
Cinalux	Sh. Dr. Faghihi Dental Co. Tehran, Iran	نقره=۴۹٪ مس=۲۲٪ قلع=۲۹٪ روی=۰٪	کروی، نسبت آلیاژ به جیوه ۱ به ۰/۸، زمان مخلوط کردن ۱۳±۱ ثانیه با فرکانس ۴۵۰۰ دور در دقیقه
Cinamix	Sh. Dr. Faghihi Dental Co. Tehran, Iran	نقره=۴۳٪ مس=۲۶٪ قلع=۳۱٪ روی=۰٪	کروی و براده‌ای، نسبت آلیاژ به جیوه ۱ به ۰/۹، زمان مخلوط کردن ۱۲±۲ ثانیه با فرکانس ۴۵۰۰ دور در دقیقه
SDI-GS80	Southern Dental Industries Limited, Bayswater, Victoria 3153, Australia.	نقره=۴۰٪ مس=۲۸/۷٪ قلع=۳۱/۲٪ روی=۰٪	مخلوط، بسته به اندازه و زمان سخت شدن نسبت آلیاژ به جیوه ۱ به ۰/۹۶ متغیر است، زمان مخلوط کردن ۱۰±۲ ثانیه با فرکانس ۳۸۰۰ دور در دقیقه
Oralloy Magicap S	Colltene.Co. 235 Ascot Parkway, Cayahoga Falls, Ohio 44223,USA	نقره=۵۸/۳٪ مس=۱۳/۳۳٪ قلع=۲۸/۳٪ روی=۰٪	کروی، نسبت آلیاژ به جیوه ۱ به ۰/۹۱، زمان مخلوط کردن ۵-۷ ثانیه با فرکانس ۴۵۰۰-۴۰۰۰ دور در دقیقه
ژل NiteWhite 16%	Discus Dental, Inc. Culver City, USA	amorphous calcium phosphate, potassium nitrate, 16% carbamide peroxide	روزی ۲ تا ۴ ساعت به مدت یک هفته تا دو هفته

بیشترین میزان آزادسازی جیوه در گروه قرص‌های آمالگام ایرانی مخلوط (سینامیکس) با وضعیت بدون پرداخت سطحی و پس از ۲۸ ساعت مشاهده شد. همچنین کمترین میزان آزادسازی جیوه در گروه آمالگام خارجی با ذرات کروی (Oralloy Magicap) و وضعیت انجام پرداخت سطحی پس از ۱۴ ساعت بود. در جدول ۲ میانگین مقدار جیوه آزاد شده از آمالگام‌های ایرانی و خارجی در وضعیت‌های پرداخت شده و پرداخت نشده در دو زمان ۱۴ و ۲۸ ساعت نشان داده شده است.

در مرحله اول، آنالیز واریانس چهار طرفه داده‌ها بیانگر آن بود که بین آمالگام‌های با ذرات کروی و مخلوط (Spherical و Admixed) از نظر آزادسازی جیوه تحت تأثیر ژل کربامید پراکساید ۱۶٪ Nite White تفاوت آماری وجود نداشته و این فاکتور اثر اصلی معنی‌دار ندارد. بنابراین در مرحله بعد با حذف این عامل آنالیز واریانس سه طرفه داده‌های سه متغیر مستقل دیگر انجام شد و مشخص گردید که فاکتور نوع آمالگام به لحاظ مارک تجاری اثر معنی‌دار دارد ( $P < 0.05$ ) به طوری که آمالگام‌های خارجی به کار رفته در این مطالعه مقدار آزادسازی جیوه کمتری نسبت به نوع ایرانی تحت اثر ژل کربامید پراکساید ۱۶٪ Nite White داشتند.

همچنین مشخص گردید با در نظر گرفتن نوع آلیاژ آمالگام (ایرانی و یا خارجی) فاکتور وضعیت پرداخت سطح آمالگام نسبت به آمالگام‌های پرداخت نشده در مقدار آزادسازی جیوه تفاوت آماری معنی‌داری ایجاد می‌کند ( $P = 0.18$ ). فاکتور زمان نیز در آمالگام‌های ایرانی و خارجی تأثیر معنی‌داری داشت ( $P = 0.09$ ) و مشاهده شد با در نظر گرفتن نوع آلیاژ آمالگام (ایرانی و یا خارجی) مقدار آزادسازی جیوه پس از ۱۴ ساعت به لحاظ آماری کمتر از ۲۸ ساعت بود (جدول ۳، ۴). لیکن اثرات متقابل (interaction) سه فاکتور مورد بررسی معنی‌دار نگردید.

### بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به خاصیت اکسیدکنندگی قوی عوامل سفیدکننده دندان، این مواد می‌توانند با مکانیسم افزایش روند خوردگی موجب آزادسازی ترکیبات فلزی از آمالگام شوند (۱-۷، ۵). جذب هر یک از ترکیبات آمالگام از طریق مخاط، سیستم تنفس و گوارش می‌تواند اثرات نامطلوبی بر بدن داشته باشد. با توجه به اثرات مضر و سمی جیوه بر

طی این درمان هر یک از نمونه‌ها در لوله آزمایش حاوی ۳ml از ژل کربامید پراکساید ۱۶٪ غوطه‌ور شد، به نحوی که تمامی سطح قرص آمالگام توسط ژل آغشته گردید. مطابق دستورالعمل کارخانه سازنده، این ژل سفیدکننده باید روزانه حداقل ۲ ساعت به مدت ۱ تا ۲ هفته استفاده شود. در این مطالعه این زمان به صورت مداوم ۱۴ ساعت (یک هفته) و ۲۸ ساعت (دو هفته) در نظر گرفته شد.

نمونه‌های گروه‌های کنترل نیز در محلول حاوی ۳ml از بافر فسفات ۰/۱ مولار با pH برابر ۶/۵ به مدت ۱۴ و ۲۸ ساعت قرار داده شدند. در هر یک از زمان‌های ۱۴ و ۲۸ ساعت نمونه‌های آمالگام از درون ژل خارج گردیده و ژل باقیمانده در سطح قرص‌های آمالگام توسط ۷ میلی‌لیتر آب مقطر شسته شده و سپس به ژل کربامید پراکساید باقیمانده در لوله آزمایش اضافه گردید تا در مجموع به حجم ۱۰ میلی‌متر رسید. پس از این مرحله میزان غلظت جیوه هر یک از گروه‌ها توسط سیستم آنالیز جیوه (AVA-440) به روش جذب اتمی بخار سرد توسط دستگاه جذب اتمی (Thermo Jarrell Ash model SH/229) اندازه‌گیری شد. جهت انجام اندازه‌گیری ابتدا جیوه موجود در محلول توسط کلرید قلع II احیاء شده و به جیوه فلزی تبدیل گردید. بخار جیوه در دستگاه آنالیزور به سمت سلول جاذب جیوه هدایت شده و به شکل اتمی در طول موج ۲۵۳/۷nm ساطع شده از لامپ جیوه جذب گردید. بدین ترتیب غلظت جیوه آزاد شده در هر یک از محلول‌ها بدست آمد. داده‌های بدست آمده تحت نرم افزار آماری SPSS ویرایش دهم دسته‌بندی و با t-test و آنالیز واریانس چهار طرفه و سپس سه طرفه با  $P < 0.05$  به عنوان سطح معنی‌داری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

### یافته‌ها

یافته‌های مطالعه نشان داد که میزان آزادسازی جیوه توسط کربامید پراکساید ۱۶٪ Nite White در تمام آمالگام‌های استفاده شده در حالت پرداخت شده و پرداخت نشده به طور تقریبی ۱۰ برابر بیشتر از گروه کنترل بافر فسفات بود. با آزمون t این تفاوت بین گروه‌های کنترل و آزمون در سطح کمتر از ۰/۰۰۱ معنی‌دار شد. به عبارت دیگر ژل کربامید پراکساید ۱۶٪ Nite White موجب آزادسازی جیوه از آمالگام گردید.

سلامت بدن و نگرانی‌هایی که در این خصوص وجود دارد، در این مطالعه به بررسی اثر ژل سفید کننده دندان کربامید پراکساید ۱۶٪ بر مقدار آزاد شدن جیوه از آمالگام پرداخته شده است. این مطالعه به روش آزمایشگاهی انجام گردید زیرا در شرایط *in vivo* اندازه‌گیری جیوه در

جدول ۲- میزان آزاد شده توسط ژل کربامید پراکساید ۱۶٪ Nite White از دو نوع آمالگام ایرانی و خارجی پرداخت شده و پرداخت نشده طی ۱۴ و ۲۸ ساعت

وضعیت پرداخت	نوع آمالگام	زمان بررسی	میزان آزادسازی جیوه ( $\mu\text{g/ml}$ ) (mean $\pm$ SD)
پرداخت شده (Polished)	ایرانی	۱۴ ساعت	$2/211 \pm 0/017$
		۲۸ ساعت	$2/417 \pm 0/844 \times 10^{-2}$
		کل	$2/314 \pm 0/119$
	خارجی	۱۴ ساعت	$1/892 \pm 0/307$
		۲۸ ساعت	$2/078 \pm 0/062$
		کل	$1/985 \pm 0/21$
پرداخت نشده (Unpolished)	کل	۱۴ ساعت	$2/051 \pm 0/255$
		۲۸ ساعت	$2/248 \pm 0/199$
		کل	$2/149 \pm 0/236$ (۱ <sup>a</sup> )
	ایرانی	۱۴ ساعت	$2/313 \pm 0/037$
		۲۸ ساعت	$2/561 \pm 0/086$
		کل	$2/437 \pm 0/153$
خارجی	۱۴ ساعت	$2/125 \pm 0/144$	
	۲۸ ساعت	$2/383 \pm 0/102$	
	کل	$2/254 \pm 0/18$	
کل	کل	۱۴ ساعت	$2/219 \pm 0/138$
		۲۸ ساعت	$2/472 \pm 0/128$
		کل	$2/346 \pm 0/183$ (۱ <sup>b</sup> )
	ایرانی	۱۴ ساعت	$2/262 \pm 0/063$
		۲۸ ساعت	$2/489 \pm 0/096$
		کل	$2/375 \pm 0/143$ (۳ <sup>a</sup> )
خارجی	۱۴ ساعت	$2/008 \pm 0/237$	
	۲۸ ساعت	$2/230 \pm 0/189$	
	کل	$2/119 \pm 0/231$ (۳ <sup>b</sup> )	
کل	۱۴ ساعت	$2/135 \pm 0/210$ (۳ <sup>a</sup> )	
	۲۸ ساعت	$2/36 \pm 0/196$ (۳ <sup>c</sup> )	
	کل	$2/247 \pm 0/228$	

۱: میزان آزادسازی جیوه از آمالگام‌های پرداخت شده اعم از ایرانی و خارجی در کل زمان بررسی (۱۴ و ۲۸ ساعت)

۱<sup>b</sup>: میزان آزادسازی جیوه از آمالگام‌های پرداخت نشده اعم از ایرانی و خارجی در کل زمان بررسی (۱۴ و ۲۸ ساعت)

۳<sup>a</sup>: میزان آزادسازی جیوه از آمالگام‌های پرداخت شده و پرداخت نشده ایرانی در کل زمان بررسی (۱۴ و ۲۸ ساعت)

۳<sup>b</sup>: میزان آزادسازی جیوه از آمالگام‌های خارجی اعم از پرداخت شده و پرداخت نشده در کل زمان بررسی (۱۴ و ۲۸ ساعت)

۳<sup>a</sup>: میزان آزادسازی جیوه از آمالگام‌های ایرانی و خارجی اعم از پرداخت شده و پرداخت نشده پس از ۱۴ ساعت

۳<sup>b</sup>: میزان آزادسازی جیوه از آمالگام‌های پرداخت شده و پرداخت نشده اعم از ایرانی و خارجی پس از ۲۸ ساعت

جدول ۳- نتیجه آنالیز واریانس سه طرفه میزان آزادسازی جیوه توسط ژل کربامیدپراکساید ۱۶٪ Nite White از دو نوع آمالگام ایرانی و خارجی، پرداخت شده و پرداخت نشده پس از ۱۴ و ۲۸ ساعت

منبع تغییرات	مجموع مجزورات (SS)	میانگین مجزورات (MS)	F	P. value*
فاکتور وضعیت پرداخت	۱۵/۳۸	۱۵/۳۸	۹/۳	۰/۰۲۵
فاکتور نوع آمالگام (ایرانی یا خارجی)	۲۶/۲۱	۲۶/۲۱	۱۱/۲۵	۰/۰۲۸
فاکتور زمان	۲۰/۱۶	۲۰/۱۶	۱۴/۲۳	۰/۰۰۱
فاکتور وضعیت پرداخت×فاکتور نوع آمالگام	۲/۱۴	۲/۱۴	۲/۵۶	۰/۴۲
فاکتور وضعیت پرداخت×فاکتور زمان	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۲۵۴	۰/۱۵
فاکتور نوع آمالگام×زمان	$۲/۶۳ \times ۱۰^{-۳}$	$۲/۶۳ \times ۱۰^{-۳}$	۰/۰۱۵	۰/۳۵
فاکتور وضعیت پرداخت×نوع آمالگام×زمان	$۲/۳۳ \times ۱۰^{-۲}$	$۲/۳۳ \times ۱۰^{-۲}$	۰/۰۲۸	۰/۷۵
خطا	۱۳/۸۹	۱/۷۳		
کل	۸۱۶۳/۳۶			

\* 3way ANOVA

مطالعات از دیگر عوامل این اختلاف ذکر گردیده است (۱۲،۱۱،۳). عمده‌ترین عوامل ضد خوردگی (آنتی کوروزیو) در آمالگام مربوط به حضور قلع و مس در آلیاژ می‌باشد. فازهای حاوی قلع در لایه نازک سطحی اکسید شده و به صورت passive در می‌آیند لذا در مقابل خوردگی حفاظت می‌شوند (۱۳). در آمالگام‌های با محتوای مس زیاد مانند آنچه که در این مطالعه به کار رفته فاز قلع- جیوه محدود بوده و یا اصلاً وجود ندارد و فاز قلع- مس جایگزین آن گردیده که نسبت به خوردگی مقاومت بیشتری دارد. به نظر می‌رسد مواد اکسیدکننده در ژل سفیدکننده دندانی بتدریج با کاهش قلع و مس در لایه‌های سطحی و خارجی آمالگام موجب مساعد نمودن شرایط جهت خوردگی و تخریب در سطح آمالگام سخت شده می‌گردند (۲).

در این مطالعه نیز در تایید مطالعات قبلی مشخص شد که بین مارک‌های تجاری مختلف تفاوت وجود داشته و در مجموع آمالگام‌های ایرانی (سینا لوکس و سینامیکس) نسبت به آمالگام‌های خارجی مورد نظر در تحقیق (Oralloy Magicap و SDI-GS80) مقدار جیوه بیشتری را به هنگام تماس با ژل سفیدکننده کربامید پراکساید ۱۶٪ آزاد می‌نمایند که نشانه خوردگی بیشتر آن‌ها می‌باشد و احتمالاً عوامل متعددی از جمله ترکیب و نحوه تهیه پودر آلیاژ می‌تواند بر آن موثر باشد.

Rotstein و همکاران در سال ۱۹۹۷ طی تحقیقی نشان دادند که تغییر در مقدار ترکیبات فلزی آزاد شده از آمالگام تحت تاثیر عوامل

بزاقت دشوار است و تاثیر عوامل خارجی نظیر مواد خوراکی و نوشیدنی‌ها تعیین غلظت دقیق جیوه را غیر ممکن می‌سازد (۸).

نتایج این مطالعه نشان داد که ژل کربامید پراکساید ۱۶٪ Nite White مقدار آزادسازی جیوه را در مقایسه با گروه کنترل به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد که در تایید با مطالعات قبلی انجام شده می‌باشد (۱-۱۰).

مقدار جیوه آزاد شده تحت اثر عوامل سفیدکننده بستگی به ترکیب آلیاژ آمالگام دارد و مطالعات مختلف این افزایش را تا ۳۰ برابر گزارش نموده‌اند (۹،۲،۱). در تحقیق حاضر افزایش به طور تقریبی ۱۰ برابر نسبت به گروه کنترل بافر فسفات مشاهد شد که با مطالعات قبلی همخوانی دارد.

مطالعه Rotstein و همکاران بیانگر تاثیر متفاوت انواع آمالگام به لحاظ ترکیب و مارک تجاری بر مقدار آزادسازی جیوه تحت اثر کربامید پراکساید می‌باشد (۳). در برخی مطالعات بیان شده است با آن که محتوای نقره، قلع و مس در انواع مارک‌های مختلف آمالگام‌های پر مس در یک محدوده خاص می‌باشند اما تفاوت در عناصر آلیاژ شده و نحوه آلیاژ نمودن آن‌ها و یا فلزات دیگر نظیر ایندیوم و پالادیوم که گاهی و در مقادیر بسیار کم در آمالگام‌های تجاری مختلف اضافه می‌گردد، می‌تواند دلیل احتمالی اختلاف در مقاومت به خوردگی و آزادسازی جیوه از آمالگام، تحت اثر ژل سفیدکننده کربامید پراکساید باشد. محتوای جیوه اولیه در هنگام اختلاط و واکنش آن نیز در برخی

Robertello و همکاران در سال ۱۹۹۹ و Certosimo و همکاران در سال ۲۰۰۲ نشان دادند که میزان جیوه آزاد شده از آمالگام با ذرات کروی نسبت به آمالگام با ذرات مخلوط تحت تاثیر مواد سفید کننده دندان بیشتر می‌باشد. آنها بیان نمودند که آمالگام مخلوط دارای ذرات با شکل‌های متفاوت کروی و براده‌ای است، حال آنکه آمالگام اسفیریکال حاوی ذرات کروی یکنواختی با قطر حدود ۲-۳ میکرومتر می‌باشد. چنین وضعیتی به آمالگام کروی اجازه می‌دهد که در طی سخت شدن به میزان زیادتری منقبض شود و این موضوع می‌تواند سبب ایجاد شکاف و ترک‌هایی در سطح و درون آمالگام گردد. آن‌ها وجود این شکاف‌ها را موجب افزایش سطح تماس آمالگام با عامل اکسیدکننده و توضیح احتمالی بالاتر بودن میزان جیوه آزاد شده از آمالگام با ذرات کروی ذکر نموده‌اند (۱۰،۹).

در تحقیق حاضر آمالگام با ذرات کروی در مقایسه با آمالگام با ذرات مخلوط از نظر مقدار جیوه آزاد شده تحت اثر ژل کربامید پراکساید تفاوت معنی‌داری را نشان نداد و این نتایج با یافته‌های Robertello و همکاران و Certosimo و همکاران مغایرت دارد (۱۰،۹). با توجه به نتایج بدست آمده، به نظر می‌رسد که احتمالاً اهمیت ترکیب آلیاژ و عناصر بکار رفته در آمالگام بیش از شکل ذرات (کروی یا مخلوط) در میزان خوردگی و آزادسازی جیوه مؤثر باشد. انجام مطالعات بیشتر در این زمینه ضروریست. یافته‌های این مطالعه در رابطه با تاثیر ژل کربامید پراکساید ۱۶٪ Nite White نشان داد که:

- ۱- این ماده موجب افزایش جیوه آزاد شده از آمالگام در مقایسه با گروه کنترل می‌شود.
- ۲- مقدار جیوه آزاد شده تحت تاثیر این ماده از آمالگام‌های خارجی نسبت به آمالگام‌های ایرانی کمتر است.
- ۳- مقدار جیوه آزاد شده از آمالگام‌های با شکل ذرات کروی و مخلوط تحت تاثیر این ژل متفاوت از یکدیگر نمی‌باشد.
- ۴- مقدار جیوه آزاد شده با افزایش زمان تماس این ماده با آمالگام‌های خارجی و ایرانی بیشتر می‌گردد.
- ۵- با توجه به ترکیب آلیاژ در آمالگام‌های خارجی و ایرانی مقدار جیوه آزاد شده از آمالگام‌های پرداخت شده نسبت به آمالگام‌های پرداخت نشده تحت تاثیر این ماده کمتر می‌باشد.

اکسید کننده متناسب با زمان می‌باشد (۲). Robertello و همکاران نیز در سال ۱۹۹۹ گزارش نمودند که با گذشت زمان مقدار جیوه آزاد شده از آمالگام تحت تاثیر ژل کربامید پراکساید افزایش می‌یابد (۹). در مطالعه حاضر نیز مشاهده شد در صورتیکه نوع ترکیب آلیاژ آمالگام در نظر گرفته شود فاکتور زمان اثر معنی‌داری بر افزایش مقدار جیوه آزاد شده دارد. به نظر می‌رسد این امر به دلیل انجام بیشتر پروسه خوردگی و مساعد شدن شرایط جهت خوردگی در طول زمان باشد. در این مطالعه دو دوره اثر یک هفته و دو هفته (۱۴ و ۲۸ ساعت) که به طور متداول در کلینیک جهت درمان سفید کردن دندان‌ها به کار برده می‌شود با یکدیگر مقایسه شدند.

انجام این پژوهش نشان داد که با توجه به ترکیب آلیاژ به کار رفته در آمالگام، انجام پرداخت و صیقلی نمودن سطح خارجی آن تغییر معنی‌داری در مقدار آزادسازی جیوه تحت تاثیر ژل سفید کننده ایجاد می‌نماید که در تایید با یافته‌های تحقیق Rotstein و همکاران می‌باشد (۵). فاز  $\delta_1$  در آمالگام سخت شده فاز اصلی بوده و کربامید پراکساید می‌تواند با تسهیل در حل شدن این فاز موجب آزاد شدن جیوه گردد. Ferracane و همکاران نشان دادند که فاز  $\delta_1$  (جیوه- نقره) در سطح آمالگام‌های پرداخت نشده، اندکی بیشتر از مقدار آن در سطح آمالگام‌های پرداخت شده می‌باشد (۱۲). به علاوه در آمالگام‌های پرداخت نشده با توجه به مورفولوژی سطحی، تماس ژل سفیدکننده با آمالگام بیش از سطح تماس مؤثر ژل با آمالگام‌های پرداخت شده می‌باشد. این دو مسئله می‌توانند دلایل احتمالی افزایش معنی‌دار مقدار جیوه آزاد شده از آمالگام‌های پرداخت نشده در مقایسه با آمالگام‌های پرداخت شده با توجه به ترکیب آلیاژ باشند.

لازم به ذکر است که در مطالعه حاضر افزون بر اغلب مطالعات قبلی، علاوه بر فاکتور نوع ترکیب آلیاژ آمالگام، فاکتور شکل ذرات نیز در بررسی اثر ژل سفیدکننده لحاظ گردیده است. همان طور که در یافته‌های مطالعه مشاهده شد اگر اثر ژل سفید کننده را از نظر ترکیب آلیاژ آمالگام (ایرانی یا خارجی) بررسی نماییم انجام پرداخت سطح آمالگام نقش مؤثری در مقدار جیوه آزاد شده دارد. به طور مسلم جهت روشن تر شدن موضوع انجام یکسری مطالعات همراه با آلیاژهای براده‌ای و بررسی توپوگرافیک و مورفولوژیک سطح آمالگام‌ها نیز ضروری می‌باشد.

## منابع

- 1- Hummert TW, Osborne JW, Norling BK, Cardenas HL. Mercury in solution following exposure of various amalgams to carbamide peroxides. *Am J Dent*. 1993 Dec;6(6):305-9.
- 2- Rotstein I, Mor C, Arwaz JR. Changes in surface levels of mercury, silver, tin, and copper of dental amalgam treated with carbamide peroxide and hydrogen peroxide in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1997 Apr;83(4):506-9.
- 3- Rotstein I, Dogan H, Avron Y, Shemesh H, Steinberg D. Mercury release from dental amalgam after treatment with 10% carbamide peroxide in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000 Feb;89(2):216-9.
- 4- Rotstein I, Dogan H, Avron Y, Shemesh H, Mor C, Steinberg D. Protective effect of Copalite surface coating on mercury release from dental amalgam following treatment with carbamide peroxide. *Endod Dent Traumatol*. 2000 Jun;16(3):107-10.
- 5- Rotstein I, Avron Y, Shemesh H, Dogan H, Mor C, Steinberg D. Factors affecting mercury release from dental amalgam exposed to carbamide peroxide bleaching agent. *Am J Dent*. 2004 Oct;17(5):347-50.
- 6- Eley BM, Cox SW. Mercury from dental amalgam fillings in patients. *Br Dent J* 1987; 163: 221-6.
- 7- Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations: a systematic review *Dent Mater*. 2004 Nov;20(9):852-61.
- 8- Marek M. Dissolution of mercury vapor in simulated oral environments. *Dent Mater*. 1997 Sep;13(5):312-5.
- 9- Robertello FJ, Dishman MV, Sarrett DC, Epperly AC. Effect of home bleaching products on mercury release from an admixed amalgam. *Am J Dent*. 1999 Oct;12(5):227-30.
- 10- Certosimo A, Robertello F, Dishman M, Bogacki R, Wexel M. The effect of bleaching agents on mercury release from spherical dental amalgam. *Gen Dent*. 2003 Jul-Aug;51(4):356-9; quiz 360.
- 11- Mahler DB, Adey JD, Fleming MA. Hg emission from dental amalgam as related to the amount of Sn in the Ag-Hg (gamma 1) phase. *J Dent Res*. 1994 Oct;73(10):1663-8.
- 12- Ferracane J, Adey J, Wiltbank K, Nakajima H, Okabe T. Vaporization of Hg from Hg-in amalgams during setting and after abrasion. *Dent Mater*. 1999 May;15(3):191-5.
- 13- Marek M. The effect of tin in the Ag-Hg phase of dental amalgam on dissolution of mercury. *Dent Mater*. 1997 Nov;13(6):353-9.