

## بررسی تاثیر کاربرد محلول های سورفاکتانت مختلف پیشنهادی با و بدون EDTA بر روی انرژی آزاد سطح عاج

دکتر سید مصطفی معظمی\*، دکتر حسین عرفایی\*\*، دکتر محبت کاویان\*\*\*

\*

\*\*

\*\*\*

تاریخ ارائه مقاله: ۸۴/۵/۱۲ - تاریخ پذیرش: ۸۴/۹/۱۷

**Title:** Effect of different surfactant solutions with and without EDTA on dentin surface free energy

**Authors:**

Moazzami S.M. Assistant Professor\*\*, Orafaie H. Associate Professor\*\*, Kaviani M. Assistant Professor\*\*\*

**Address:**

\* Dept of Operative Dentistry, School of Dentistry and Dental Research Center of Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

\*\* Dept of Pharmasotics, School of Pharmacy, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

\*\*\* Dept of Operative Dentistry, Dental School, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran.

**Introduction:**

Increase in surface free energy of tooth activates enamel and dentin to enhance surface wettability and optimize adhesion.

The purpose of this study was to evaluate the effect of different surfactant solutions with and without EDTA during preparation on dentin surface free energy.

**Materials & Methods:**

In this in vitro study, 88 selected molar teeth were cut in occlusal one-third of the crown and a flat dentin surface was obtained.

Surfactant solutions with five different HLB (Hydrophil-Lipophil Balance) were selected and the flat dentin surfaces were abraded with a commercial high-speed cylindrical diamond bur while rinsing with the solutions. Two control groups were selected, including negative control (cutting with air-water spray), positive control (cutting with air-water spray & etching with phosphoric acid).

The study was carried on by depositing drops of two different liquids including distilled water (polar liquid) and methylene iodide (non-polar liquid) on the different treated surfaces and taking photographs of the drops by means of a digital camera. The contact angles were measured with AutoCad software. The surface free energy of dentin was then calculated using Fowkes equation. After selection of the most effective solution, a higher concentration was applied to determine the effect of concentration on surface free energy. After determining the effective concentration, the combined solution of surfactant and EDTA was evaluated. Data analysis was done by ANOVA and Duncan test with 95% significance level. The SEM study was done to evaluate smear layer formation in the specimens.

**Results:**

The results revealed that use of surfactant on dentin surface decreased the surface energy while the surfactant with EDTA caused a significant increase in the surface energy compared to surfactant solution alone (Pvalue<0.05). This increase in energy was equal to that of negative control. SEM study revealed that using surfactant with or without EDTA, removes the smear layer incompletely.

**Conclusions:**

- 1) Surfactant solutions without EDTA decrease dentin surface energy at the same level of positive control group.
- 2) The result of measuring surface energy in negative control group and in the groups using this combined solution was identical with surface tension of water (72.8 j/m<sup>2</sup>).

**Key words:**

Smear layer, surface free energy, surfactant, EDTA.

\*Corresponding Authors : s-m-moazzami@mums.ac.ir

*Journal of Dentistry. Mashhad University of Medical Sciences, 2006; 29: 271-280.*

**چکیده****مقدمه:**

افزایش انرژی سطح دندان باعث فعال کردن سطح عاج و مینا شده و باعث بالا بردن wettability و در نتیجه adhesion بهتر می گردد. هدف از این مطالعه، بررسی تاثیر کاربرد محلول های سورفاکتانت مختلف پیشنهادی با و بدون EDTA در حین تهیه حفره برروی انرژی آزاد سطح عاج بود.

**مواد و روشی ها:**

در این مطالعه تجربی آزمایشگاهی تعداد هشتاد و هشت دندان مولر انتخابی از یک سوم اکلوزالی تاج برش خورده و یک سطح عاجی صاف برای هر کدام بدست آمد. محلول های سورفاکتانت با ۵ نوع HLB (Hydrophilic/Lipophilic Balance) مختلف انتخاب شده و سطح عاجی توسط فرز الماسی فیشور با سرعت بالا و شستشو با محلولهای سورفاکتانت مذکور در حین تراش، آماده شد. دو گروه کنترل مثبت (تراش با اسپری آب و هوا + اچینگ با اسید فسفریک) و کنترل منفی (تراش با اسپری آب و هوا) انتخاب شدند. اندازه گیری انرژی سطحی عاج از راه چکاندن قطراتی از دو مایع استاندارد شامل آب مقطر (مایع قطبی) و دیدمتیلن (مایع غیر قطبی) برروی سطح عاج آماده سازی شده و عکسبرداری از قطرات با دوربین دیجیتال و اندازه گیری زاویه تماس با استفاده از نرم افزار AutoCad انجام شد. میزان انرژی سطحی عاج با استفاده از معادله Fowkes بدست آمد. پس از انتخاب موثرترین محلول سورفاکتانت بر انرژی سطحی عاج، غلظت بالاتر از آن نیز مورد آزمایش قرار گرفت تا غلظت بهینه موثر بدست آمد. پس از تعیین غلظت موثر، از ترکیب سورفاکتانت و EDTA در غلظت های مختلف استفاده شد و تاثیر آن بر انرژی سطحی ارزیابی گردید. داده ها تحت آزمون آنالیز واریانس و دانکن با ضریب اطمینان ۹۵ درصد قرار گرفتند. برای ارزیابی تشکیل لایه اسمیر در گروههای آزمایشی مورد مطالعه، SEM نیز انجام پذیرفت.

**یافته ها:**

نتایج نشان داد که استفاده از سورفاکتانت در حین تراش بر روی سطح عاجی موجب کاهش انرژی سطح شده است، و استفاده از سورفاکتانت به همراه EDTA به طور معنی داری در مقایسه با سورفاکتانت به تنهایی، انرژی سطحی را افزایش داده است ( $P\text{-value} \leq 5\%$ ). اما این افزایش انرژی با گروه کنترل منفی مساوی بوده و از نظر آماری اختلاف معنی داری با آن نداشت. مطالعه SEM نشان داد که استفاده از سورفاکتانت با و بدون EDTA لایه اسمیر را به طور کامل حذف نمی کند.

**نتیجه گیری:**

(۱) کاربرد محلول های سورفاکتانت بدون EDTA باعث کاهش انرژی سطح عاج همتراز با گروه کنترل مثبت میشوند.  
(۲) کاربرد محلول های سورفاکتانت با EDTA موجب به وجود آمدن انرژی سطحی عاج همتراز با گروه کنترل منفی و همینطور انرژی سطحی آب شده است ( $72 \text{ j/m}^2$ ).

**واژه های کلیدی:**

لایه اسمیر، انرژی آزاد سطح، سورفاکتانت، EDTA.

مجله دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد / سال ۱۳۸۴ جلد ۲۹ / شماره ۳ و ۴

**مقدمه:**

پروتئینی آن می باشد بنابراین wetting چنین سطحی با انرژی کم مشکل می باشد<sup>(۲)</sup>. به نظر می رسد که با افزایش انرژی سطح عاج و مینا wettability آنها افزایش یافته و در نتیجه adhesion بهتر صورت می پذیرد<sup>(۳)</sup>. زمانی که سطح دندان با وسایل چرخشی تراش داده می شود، دبری های ناشی از تراش روی مینا و عاج چسبندگی پیدا می کنند و این مواد دهانه توبول های

مهمترین ضرورت برای adhesion تماس نزدیک و کامل دو ماده و مرطوب شوندگی سوبسترا است. این مرطوب شوندگی در صورتی اتفاق می افتد که کشش سطحی adhesive کمتر از انرژی سطحی سوبسترا باشد<sup>(۱)</sup>. انرژی سطح عاج نسبت به مینا پایین است که این مسئله بعثت بالا بودن مقدار آب و محتوای

تراش شامل ۵ محلول از ترکیب دو نوع surfactant که در ذیل ذکر شده و با ۵ نسبت مختلف، ۵ نوع HLB متفاوت (از ۶ تا ۱۰) را ایجاد می کنند، بود که از  $S_1$  تا  $S_5$  نامگذاری شده است (جدول ۱). فرمول surfactant از ترکیبی از sorbitan mono oleate (span80) + polyoxyethylen Sorbitan mono oleate (Tween 80) می باشد که در غلظت ۰/۵ درصد به طور اولیه استفاده شد.

دو گروه کنترل هم در این آزمایش در نظر گرفته شد. گروه کنترل منفی [Negative Control(C<sup>-</sup>)] که شامل تراش با اسپری آب و هوا و بدون هیچ آماده سازی دیگری بر روی عاج بود. و گروه کنترل مثبت [Positive Control(C<sup>+</sup>)] که بعد از تراش سطح دندان با اسپری آب و هوا از ژل اسید فسفریک ۳۷٪ به مدت ۱۰ ثانیه استفاده شد. تعداد و اسامی گروه های آزمایشی در جدول ۲ آمده است. برای اندازه گیری انرژی سطحی سطح عاج از روش اندازه گیری زاویه تماس استفاده شد. دید متیلن، که یک مایع غیر قطبی و آب مقطر سه بار تقطیر شد، که یک مایع قطبی می باشد، به عنوان مایعات مرجع در نظر گرفته شدند. این قطرات بر روی سطح عاج چکانده شد و با استفاده از دوربین دیجیتال Olympus و در وضعیت Close up از قطرات عکس برداری شد. با استفاده از تصاویر گرفته شده توسط دوربین و با استفاده از نرم افزار AutoCAD زاویه تماس قطرات بر روی سطح اندازه گیری شد. اعداد بدست آمده در فرمول اندازه گیری انرژی سطحی قرار داده شده و مقدار آن برای سطح عاج بدست آمد:

$$Y_L (\cos \Theta + 1) = \sqrt{(y_s^d y_L^d)^{1/2}} + \sqrt{(y_s^p y_L^p)^{1/2}}$$

که در این  $Y_L$  کشش سطحی قطره (دید متیلن یا آب) به دو مولفه تقسیم می شود: (۱)  $y_L^d$  که نشانگر نیروهای پراکندگی London بین مایع و سطح سوبسترا

عاجی و سطح عاج را می پوشانند که Smear layer نامیده می شود<sup>(۳)</sup>. این لایه انرژی سطحی پایینی دارد و باعث پایین آوردن انرژی سطح عاج می شود. پس بالقوه باعث کاهش wettability سطح عاج می گردد<sup>(۱)</sup>. این لایه یک ماده زمینه ای با ثبات برای اتصال نیست و احتمال هیدرولیز آن در طول زمان در زیر ماده ترمیمی وجود دارد که این پدیده منجر به نفوذ باکتریها می شود<sup>(۴)</sup>. بنابراین قبل از کاربرد روش های باندینگ برای افزایش انرژی آزاد سطح دندان و به دنبال آن افزایش wettability و باندینگ، سطح دندان باید کاملاً تمیز شده و آماده سازی شود<sup>(۱)</sup>. اصولاً برداشت لایه اسمیر توسط دو مکانیسم امکان پذیر است:

- ۱) استفاده از کاندیشنرهای اسیدی مثل اسید فسفریک
- ۲) استفاده از Chelator ها مثل EDTA<sup>(۵)</sup>

هدف از این مطالعه بررسی تاثیر کاربرد محلول Surfactant با و بدون EDTA در ممانعت از تشکیل لایه اسمیر و تغییر انرژی آزاد سطح عاج بعنوان راه حل احتمالی سوم می باشد.

### مواد و روش ها:

در این مطالعه تجربی تعداد ۸۸ عدد دندان مولر سوم بدون پوسیدگی انتخاب و به ۱۱ گروه ۸ تایی تقسیم شدند. دندانها در جهت افقی در قالب های آلومینیومی و در پلی استر مدفون شدند. پس از پلی مریشن و سخت شدن پلی استر در انکوباتور  $37^{\circ}\text{C}$ ، نمونه ها توسط دستگاه برش و دیسک الماسی و آب فراوان، از ۱/۳ اکلوزالی تاج دندان (در زیر کاسپ ها) به صورت موازی برش داده شدند. با این روش در هر نمونه یک میزک عاجی مناسب و مسطح بدست آمد. تراش سطح عاج با استفاده از فرز الماسی فیشور بلند توربین به مدت ۱۰ ثانیه همراه محلول های خنک کننده که با استفاده از دستگاه Prophy-mate در حین تراش عاج بر روی سطح آن پاشیده می شوند، صورت گرفت. محلول های مورد استفاده در هنگام

نامگذاری شد. تاثیر این محلول نیز در افزایش انرژی آزاد سطح عاج ارزیابی گردید تا تاثیر اختلاف غلظت نیز معلوم گردد.

پس از تعیین غلظت موثر برای گرفتن نتایج بهتر، استفاده از خاصیت Chelation در EDTA (اتیلن دی آمین تترا استیک اسید) از آن به صورت ترکیب با Surfactant در سه غلظت موثر EDTA شامل غلظت های ۰/۵ مولار، ۰/۱ مولار و ۰/۰۵ مولار استفاده شد ( $S_7 - S_9$ ). مراحل کار برای این سه محلول جدید نیز تکرار شده و محلول موثر تر نیز در بین این سه گروه دارای EDTA های با غلظت های متفاوت انتخاب گردید.

در حاشیه مراحل تحقیق برای مشخص کردن این سوال که آیا این محلول های خنک کننده در ممانعت از چسبندگی لایه اسمیر بر روی سطح عاج در حین تراش موفق بوده اند یا خیر و اینکه آیا برداشت لایه اسمیر با افزایش انرژی سطحی عاج ارتباط مستقیم دارد یا خیر، مطالعه SEM از گروه های آزمایشی  $C^-$  و  $C^+$  و گروه آزمایشی  $S_7$  (محلول انتخابی از میان محلول های سورفاکتانت در مرحله اول) و  $S_8$  (محلول ترکیبی با غلظت انتخابی از EDTA) انجام شد. مراحل آماده سازی نمونه ها برای مطالعه SEM به شرح ذیل می باشد. در هر یک از گروه های آزمایشی نام برده، سه دندان پرمولر وجود داشت که پس از تراش سطح عاج و شستن و خشک کردن آن برای سیل کردن سطح عاج تراش خورده از یک لایه باندینگ عاجی با نام تجاری Excite بر روی سطح نمونه ها استفاده شد و به مدت ۲۰ ثانیه کیور گردید سپس دندان ها در پلی استر مدفون شده و پس از سخت شدن آن از جهت باکولینگوالی با دیسک الماسی برش خورده و سطح نمونه ها برای مطالعه SEM مورد آماده سازی قرار گرفت.

می باشد  $y_L^p$  (۲) که نشانگر نیروی Polar (Keesom) بین مایع و سطح سوبسترا می باشد.  $Y_s$  نشانگر کشش سطحی سوبسترا می باشد که دارای دو مولفه قطبی و غیر قطبی می باشد. که جزء قطبی آن  $y_s^p$  با استفاده از زاویه تماس آب با سطح عاج و جزء غیر قطبی آن  $y_s^d$  با استفاده از زاویه تماس یدید متیلن با سطح عاج بدست می آید. مجموع این دو جزء انرژی کل سطح عاج نامیده می شود.

جدول ۱: گروه های آزمایشی ۹ گانه و گروه های کنترل

نام گروه	نوع آماده سازی
گروه کنترل منفی (C)	تراش سطح عاج با استفاده از اسپری آب و هوا
گروه کنترل مثبت (C <sup>+</sup> )	تراش سطح عاج با استفاده از اسپری آب و هوا و اچینگ با اسید فسفریک ۳۷٪ به مدت ۱۰ ثانیه
محلول S <sub>۱</sub>	محلول Surfactant با غلظت ۰/۵٪ (HLB=۶)
محلول S <sub>۲</sub>	محلول Surfactant با غلظت ۰/۵٪ (HLB=۷)
محلول S <sub>۳</sub>	محلول Surfactant با غلظت ۰/۵٪ (HLB=۸)
محلول S <sub>۴</sub>	محلول Surfactant با غلظت ۰/۵٪ (HLB=۹)
محلول S <sub>۵</sub>	محلول Surfactant با غلظت ۰/۵٪ (HLB=۱۰)
محلول S <sub>۶</sub>	محلول S <sub>۶</sub> با غلظت ۲٪
محلول S <sub>۷</sub>	محلول S <sub>۶</sub> + EDTA با غلظت ۰/۵ مولار
محلول S <sub>۸</sub>	محلول S <sub>۶</sub> + EDTA با غلظت ۰/۱ مولار
محلول S <sub>۹</sub>	محلول S <sub>۶</sub> + EDTA با غلظت ۰/۰۵ مولار

آزمون آنالیز واریانس سه متغیره برای تعیین اختلاف معنی دار بین گروه های آزمایشی ۵ گانه در مرحله اول ( $S_1 - S_6$ ) در سه متغیر زاویه تماس آب، زاویه تماس یدیدمتیلن و انرژی سطح عاج انجام شد. برای مقایسه گروه ها در هر یک از سه متغیر مورد نظر با یکدیگر از آزمون دانکن استفاده شد که نشان داد موثرترین محلول در افزایش انرژی آزاد سطح، محلول S<sub>۶</sub> بود. غلظت ۲٪ از این محلول به نام S<sub>۶</sub>

گروه های  $S_1$  تا  $S_6$ ) باعث کاهش در انرژی سطحی عاج معادل گروه کنترل مثبت (اچ با اسید فسفریک ۳۷٪) شده است.

جدول ۲: آزمون دانکن جهت مقایسه دو به دو گروه های آزمایشی  $S_1 - S_6$  و گروه های کنترل در متغیر انرژی سطحی عاج ( $\text{mj/m}^2$ ).

زیر گروه		تعداد	گروه ها
۱	۲		
۴۴/۳۲۵۰		۸	$S_2$
۴۷/۴۰۰۰		۸	$S_1$
۴۸/۱۲۵۰		۸	$S_5$
۵۶/۲۲۵۰	۵۶/۲۲۵۰	۸	$S_2$
۵۷/۲۷۵۰	۵۷/۲۷۵۰	۸	$S_2$
۵۷/۸۵۰۰	۵۷/۸۵۰۰	۸	$C^+$
۷۲/۸۲۵۰		۸	$C^-$
۰/۰۷۲	۰/۱۵۲		Sig.

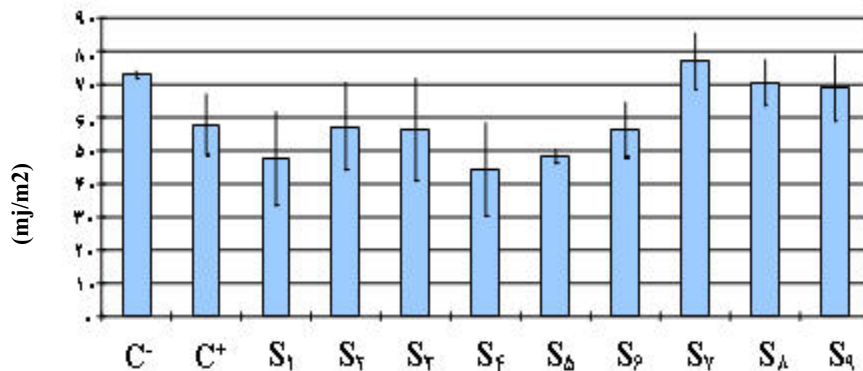
جدول ۳: آزمون دانکن جهت مقایسه دو به دو گروه های آزمایشی ( $S_2 - S_9$  و  $S_6$ ) و گروه های کنترل در متغیر انرژی سطحی ( $\text{mj/m}^2$ ).

زیر گروه		تعداد	گروه ها
۱	۲		
۵۶/۲۲۵۰		۸	$S_6$
۵۷/۲۷۵۰		۸	$S_2$
۵۷/۸۵۰۰		۸	$C^+$
۶۸/۷۲۵۰	۶۸/۷۲۵۰	۸	$S_9$
۷۰/۳۷۵۰	۷۰/۳۷۵۰	۸	$S_8$
۷۲/۸۲۵۰		۸	$C^-$
۷۶/۹۷۵۰		۸	$S_7$
۰/۲۳۵	۰/۰۵۱		Sig.

### یافته ها:

مقایسه دو به دو گروه های آزمایشی ( $S_1 - S_6$ ) و گروه های کنترل در متغیر انرژی آزاد سطح توسط آزمون دانکن انجام شد. نتایج نشان می دهد که، اختلاف بین گروه کنترل منفی و گروه های  $S_1$  و  $S_4$  و  $S_5$  معنی دار است ( $P\text{-value} \leq 5\%$ ) (جدول ۲). به عبارت دیگر گروه کنترل منفی بیشترین افزایش در انرژی آزاد سطح عاج را داشته و گروه های  $S_1$  و  $S_4$  و  $S_5$  کمترین میزان انرژی آزاد سطح عاج را نشان می دهند. با توجه به این که گروه های آزمایشی پنج گانه اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند، با مقایسه اعداد مربوط به انرژی سطح بدست آمده از گروه های آزمایشی پنج گانه، گروه آزمایشی  $S_2$  (محلول Surfactant با غلظت ۰/۵٪ و  $HLB=7$ ) که دارای بیشترین مقدار انرژی سطحی بین ۵ گروه آزمایشی بود، انتخاب شد. و برای مراحل بعدی تحقیق در گروه های  $S_7 - S_9$  از این Surfactant استفاده گردید. در مرحله بعدی گروه های  $C^+$ ،  $C^-$  و گروه های آزمایشی  $S_2$  و  $S_6 - S_9$  مورد آنالیز آماری قرار گرفتند (آنالیز واریانس سه متغیره و آزمون دانکن). جدول ۳ مقایسه دو به دو گروه های مذکور را با آزمون دانکن نشان می دهد.

نمودار ۱ مقادیر انرژی سطحی عاج را در گروه های آزمایشی ۹ گانه و گروه های کنترل همراه با انحراف معیار مربوطه نشان می دهد. نتیجه کلی این که گروه  $C^-$  و  $S_7$  (محلول  $S_2$  با غلظت ۰/۵٪ EDTA+) را داشتند و با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشتند. بنابراین نتیجه گرفته می شود که کاربرد محلول  $S_7$  باعث افزایش انرژی سطحی در حد گروه کنترل منفی که در آن از هیچ نوع treatment استفاده نشده بود شده است. و کاربرد محلول های surfactant به تنهایی (در



( )

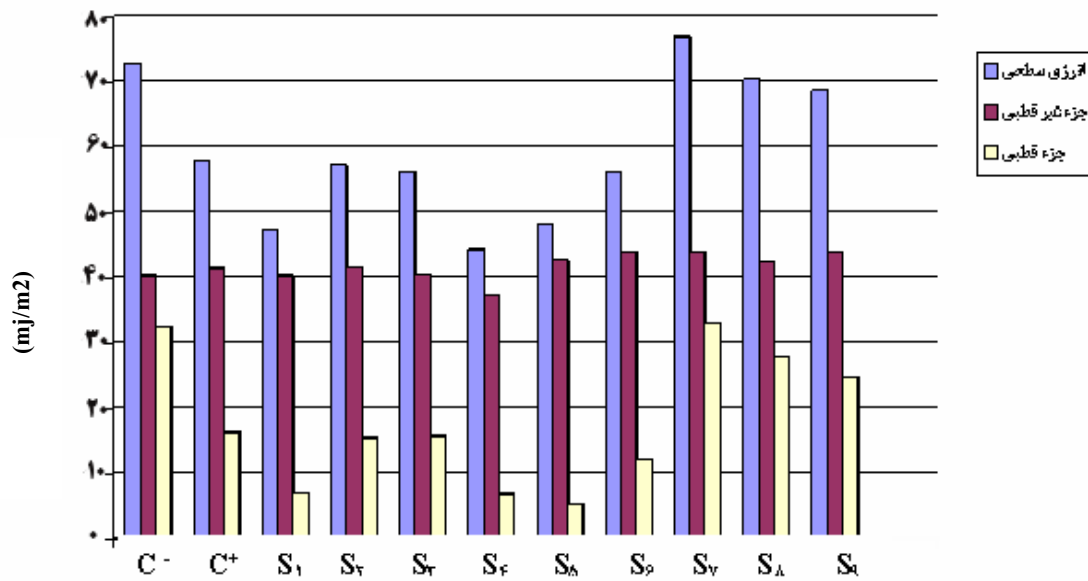
:

۲) مشاهده می شود که اثری از لایه اسمیر وجود ندارد و یک اتصال محکم بین رزین Adhesive و دندان مشاهده می شود، که نشان می دهد برداشت اسمیر لایه به طور کامل توسط اسید فسفریک انجام شده است. در تصویر ۳ مربوط به گروه S<sub>۲</sub> لایه اسمیر به طور امل و واضح دیده نمی شود، ولی در آنالیز عنصری در لبه مرز بین رزین Adhesive و دندان، کلسیم و فسفر فراوان مشاهده شد. به عبارت دیگر لایه اسمیر و رزین Adhesive با هم مخلوط شده و مرز مشخصی ندارند. در تصویر ۴ مربوط به گروه S<sub>۸</sub>، مشاهده می شود که در لبه مرز بین رزین Adhesive و دندان یک لایه سفید رنگ وجود دارد که در آنالیز عنصری حاوی کلسیم و فسفر و سیلیس می باشد و نشان دهنده مخلوط شدن لایه اسمیر با رزین Adhesive می باشد.

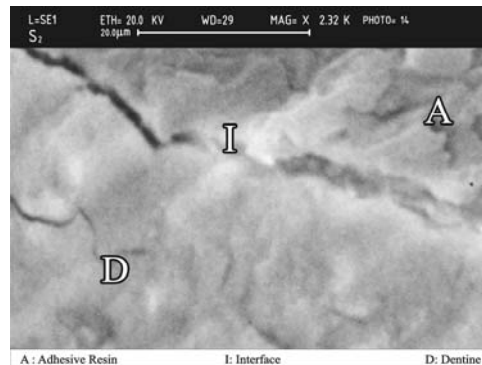
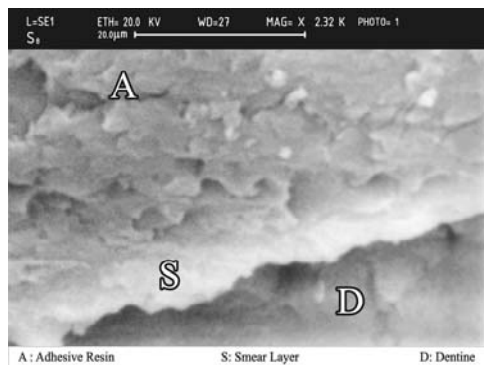
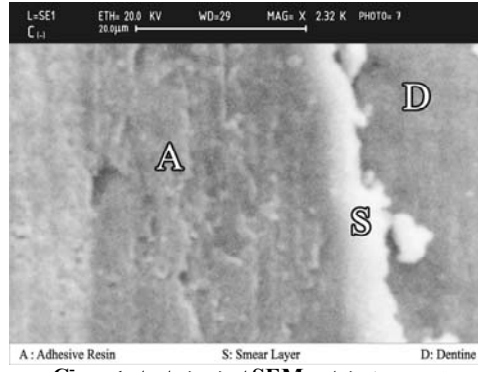
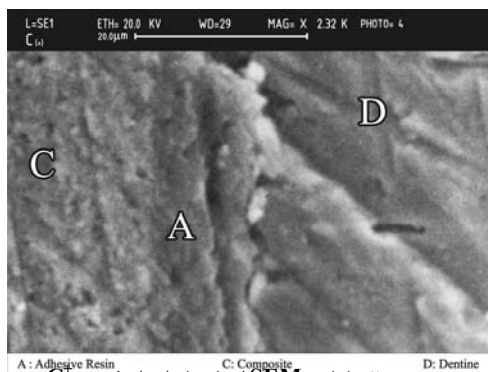
با توجه به نمودار ۲ و جداول ۲ و ۳ مشاهده می شود که گروه های آزمایشی S<sub>۱</sub> تا S<sub>۵</sub> و C<sup>(+)</sup> در یک محدوده و گروه های آزمایشی S<sub>۷</sub> تا S<sub>۹</sub> و C<sup>-</sup> در یک محدوده از نظر مقادیر متغیر انرژی سطحی قرار می گیرند، همچنین نمودار ۲ اجزاء قطبی و غیر قطبی انرژی سطحی را نیز نشان داده است که جزء قطبی مربوط به زاویه تماس آب و جزء غیرقطبی مربوط به زاویه تماس متیلن است. با انجام آزمون آنالیز واریانس سه متغیره مشخص شد که در متغیر زاویه تماس آب اختلاف معنی داری بین گروه ها وجود دارد. ولی در متغیر زاویه تماس متیلن اختلاف معنی داری بین گروه ها وجود ندارد که این مسأله به وضوح در نمودار ۲ مشاهده می شود.

#### یافته های SEM:

در گروه کنترل منفی (تصویر ۱) لایه اسمیر به شکل یک لایه آمورف سفید رنگ در حد فاصل رزین و دندان مشاهده می شود. ضخامت این لایه ۶ میکرون اندازه گیری شده است. در گروه کنترل مثبت (تصویر



نمودار ۲: مقایسه میانگین انرژی سطحی کل و انرژی سطحی مربوط به اجزاء قطبی و غیر قطبی عاج دندان تحت تراش با محلول های خنک کننده آزمایشی و گروه های کنترل



**بحث:**

در این تحقیق هدف از کاربرد Surfactant استفاده از خاصیت Amphiphilic (دو قطبی) آن و قرار گرفتن آن در حد فاصل لایه اسمیر و سطح عاج می باشد تا بدین شکل از باقی ماندن لایه اسمیر بر روی عاج جلوگیری شود. چون لایه اسمیر انرژی سطحی پایینی دارد، فرض ما بر این بود که عدم وجود آن باعث افزایش انرژی سطح می شود. ولی با توجه به نتایج مشاهده می شود که در گروه های آزمایشی که از surfactant استفاده شده است، نه تنها انرژی سطح افزایش نیافته، بلکه کاهش نیز یافته است. البته با توجه به یافته های میکروسکوپی، لایه اسمیر تا حدی برداشته شده است ولی به طور کامل حذف نشده است و در مواردی با رزین مخلوط شده است. بنابراین کاهش انرژی سطح ممکن است مربوط به عدم شسته شدن کامل مولکول های Surfactant و ماندن آنها بر روی سطح باشد. چون این مولکول ها خود نیز دارای انرژی سطحی پایینی هستند. این یافته ها با مطالعه Bachman (۱۹۹۷) مطابقت دارد<sup>(۱)</sup>. وی از صابون های مختلف برای آماده سازی سطح عاج قبل از باندینگ استفاده کرد و نتیجه گرفت که کاربرد صابون باعث کاهش استحکام باند می شود. یکی از دلایل او برای این کاهش، باقی ماندن مولکول های صابون بر روی سطح عاج بود که این نتایج با نتایج بدست آمده از تحقیق معظمی- ایزیدیان نیز مطابقت دارد<sup>(۷)</sup>. ممکن است که بتوان با افزایش زمان شستشو، میزان مولکول های باقی مانده در سطح را کاهش داده یا حذف نمود که پاسخ به این سوال نیاز به تحقیق دیگری دارد.

هدف از کاربرد EDTA در این تحقیق، استفاده از خاصیت Chelation آن با یون کلسیم موجود در ساختمان دندانی و کمک به برداشت لایه اسمیر می باشد. با توجه به یافته های میکروسکوپی و مقایسه گروه های آزمایشی S<sub>۲</sub> و S<sub>۸</sub> مشاهده می شود

که از نظر ممانعت از تشکیل لایه اسمیر، این دو گروه به یک اندازه موثر بوده اند و نمی توان نتیجه گرفت که EDTA موجود در گروه S<sub>۸</sub> منجر به برداشت بیشتر لایه اسمیر در مقایسه با گروه S<sub>۲</sub> شده است. در مقایسه انرژی سطحی بدست آمده در گروه های S<sub>۷</sub> - S<sub>۸</sub> - S<sub>۹</sub> که از EDTA استفاده شده است، با گروه کنترل منفی، مشاهده می شود که گروه های آزمایشی دارای EDTA با گروه کنترل منفی که از اسپری آب و هوا استفاده شده است اختلاف معنی داری در میزان انرژی سطحی ندارد و میزان انرژی محاسبه شده مساوی با  $72/8 \text{ j/m}^2$  و معادل کشش سطحی آب می باشد. این مسئله می تواند مربوط به روش اندازه گیری انرژی سطح که در محیط هوا انجام شده و ماهیت ماده زمینه ای عاج که هیدروفیل و مرطوب است، باشد. به عبارت دیگر سطح عاج همیشه با آب آلوده است و این آب قادر به برداشته شدن نیست. بخصوص در محیط دهان که مرطوب است، احتمال آلودگی سطح با آب بیشتر است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که محاسبه انرژی گر چه یک برداشت تئوریک از سطح عاج دندان می باشد ولی یک شاخص قابل اعتماد نیست. چون برای بدست آوردن انرژی سطحی واقعی یک سطح، اندازه گیری باید در محیط خلا و بدون هر گونه مولکول آب مداخله گر انجام شود<sup>(۸)</sup>. ولی گروه های S<sub>۷</sub> - S<sub>۸</sub> - S<sub>۹</sub> با گروه C<sup>+</sup> اختلاف معنی داری داشته و این بعلت برداشت مواد معدنی در گروه C<sup>+</sup> در اثر اسید اچینگ می باشد که باعث پائین آوردن انرژی سطح عاج به طور معنی داری می شود. علت بالا بودن انرژی سطح در گروه S<sub>۷</sub> در مقایسه با گروه S<sub>۲</sub> ممکن است مربوط به این باشد که EDTA با مواد معدنی موجود در سطح دندان ترکیب شده و یک کمپلکس را تشکیل داده که در سطح رسوب می کند. این کمپلکس معدنی بوده و انرژی سطحی بالایی دارد. که می تواند اثر پایین آوردن انرژی



روش آماده سازی ممکن است با بعضی از سیستم های Adhesive هماهنگی داشته باشد و بر روی بعضی از سیستم ها تاثیرات منفی زیادی بگذارد. در مطالعه مذکور نیز پیشنهاد شده بود که افزایش زمان شستشو بعد از کاربرد محلول به خاطر حذف سورفاکتانت باقی مانده ممکن است بتواند استحکام باند را افزایش دهد<sup>(۷)</sup> در این مطالعه زمان کاربرد محلول، ۱۰ ثانیه انتخاب شده است. این زمان کوتاه فرصت اعمال اثر Chelation را به EDTA نمی دهد و در این زمان کوتاه فقط لایه ای از کمپلکس های معدنی در سطح عاج رسوب می کنند که باعث بالا رفتن انرژی سطحی می شود. شاید با زمان بیشتر کاربرد محلول و متعاقب آن شستشوی آن بتوان اثرات بیشتر و معنی دار تری را مشاهده کرد. بنابراین پیشنهاد می شود که زمان کاربرد محلول بیشتر شود تا اثرات بیشتری بعلاوه فرصت اثر بیشتر EDTA مشاهده شود. همچنین پیشنهاد می شود که زمان شستشو پس از کاربرد محلول افزایش داده شود تا مولکول های Surfactant موجود در روی سطح بهتر شسته شوند. گرچه احتمال می رود که این مولکول ها قادر به شسته شدن و برداشته شدن کامل نباشند. و در پایان اینکه پیشنهاد می شود که از سورفاکتانت هائی در فرمولاسیون خنک کننده استفاده شود، که در صورت باقی ماندن تداخلی با انرژی سطحی و پرایمر و ادهزیو بعدی نداشته باشند، چون باعث کاهش کشش سطحی پرایمر و نفوذ بهتر آن در سطح می شود<sup>(۸)</sup>.

### نتیجه گیری:

- ۱) کاربرد محلول های سورفاکتانت بدون EDTA باعث کاهش انرژی سطح عاج همتراز با گروه کنترل مثبت می شوند.
- ۲) کاربرد محلول S<sub>v</sub> باعث افزایش انرژی سطحی عاج همتراز با گروه کنترل منفی می شود.

سطحی توسط سورفاکتانت را خنثی کند. به عبارت دیگر میزان مواد معدنی موجود در سطح بیشتر از مواد آلی می شود و بدین ترتیب انرژی کل آزاد سطح بیشتر می شود. آنالیزهای آماری نشان دادند که هیچ یک از گروه های آزمایش ۹ گانه و گروه های کنترل در جزء غیر قطبی با یکدیگر اختلافی ندارند و همگی در یک بازه عددی قرار می گیرند ولی اختلاف در جزء قطبی، بین گروه ها معنی دار است و در واقع می توان نتیجه گرفت که این آماده سازی سطح عاج بیشترین تاثیر را بر روی جزء قطبی سطح عاج داشته است و اختلاف در انرژی سطحی گروه ها مربوط به اختلاف در جزء قطبی آنها بوده و تغییر در جزء قطبی باعث اختلاف در انرژی کل سطح شده است. به عبارت دیگر در گروه هایی که انرژی کل سطح افزایش یافته است، جزء قطبی انرژی افزایش یافته است ولی در جزء غیر قطبی تغییری مشاهده نمی شود. این مسئله در تحقیق Armengol (۲۰۰۳) نیز مشاهده می شود<sup>(۹)</sup>.

در تحقیق معظمی - ایزدیان که همزمان با تحقیق حاضر انجام شد، از محلول S<sub>۸</sub> در هنگام تراش سطح عاج دندان به طریق ذکر شده در این تحقیق استفاده شده و استحکام باند عاج آماده سازی شده با دنتین باندینگ های نسل ۶ و ۷ (I Bond , Clearfil SE Bond) اندازه گیری گردید. نتیجه تحقیق نشان داد که استفاده از این محلول ها باعث کاهش استحکام باند در گروهی که از باندینگ نسل ششم (Clearfil Se Bond) استفاده شده بود، می شود. ولی در گروهی که از باندینگ نسل هفتم (I Bond) استفاده شده بود، کاهش استحکام باند به طور معنی داری مشاهده نشد که این می تواند مربوط به حساسیت تکنیکی بالاتر Clearfil SE Bond باشد. این یافته با مطالعه Chaves نیز مطابقت دارد که مقادیر استحکام باند به طور معنی داری بر اساس Adhesive مورد استفاده و نیز آماده سازی سطحی متفاوت است<sup>(۱۰)</sup>. بنابراین می توان نتیجه گرفت که این

خلاً و بدون هر گونه مولکول آب مداخله گر انجام شود.

#### تشکر و قدردانی:

انجام این پروژه تحقیقاتی با حمایت های همه جانبه شورای پژوهشی و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد میسر گردیده است که بدینوسیله مراتب قدردانی و سپاس مولفین ابراز می گردد.

۳) کاربرد اسید فسفریک برای حذف اسمیرلایر در گروه کنترل مثبت باعث کاهش انرژی آزاد سطحی نسبت به گروه کنترل منفی می شود.

۴) عدد بدست آمده برای انرژی سطح در گروه کنترل منفی و گروه های دارای EDTA همترانز با کشش سطحی آب ( $72/8 \text{ mJ/m}^2$ ) می باشد. نتیجه اینکه بعلت آلودگی سطح عاج با آب، برای بدست آوردن انرژی سطحی واقعی یک سطح، اندازه گیری باید در محیط

#### منابع:

- Schwartz RS, Summitt JB. Fundamentals of operative dentistry, A contemporary approach. Illinois: Quintessence Publishing Co; 1996. P. 178.
- Benediktsson S, Retief DH, Russel CM, Mandras RS. Critical surface tension of wetting of dentin. J Dent Res 1991; 70: 362-67.
- Pashley DH. Smear layer: Physiological consideration. Oper Dent 1984; 3: 13-39.
- Roult JF, Degrange M. Adhesion the silent revolution in dentistry. Germany: Quintessence Publishing Co; 2000. P. 29.
- Bertolotti RL. Conditioning the dentin substrate. Oper Dent 1992; (Supp5): 132-26.
- Bachman M, Paul SJ, Luthy H S, Charer P. Effect of cleaning dentin with soap and pumice on shear bond strength of dentin-bonding agents. J Oral Rehabil 1997; 24: 433-38.
- ایزدیان، شهلا. استاد راهنما: سید مصطفی معظمی، بررسی تاثیرات کاربرد محلول (Science Mashhad University of Medical) MUMS حین تراش عاج بر روی استحکام پیوند رزین کامپازیت با عاج در دو نوع سیستم باندینگ نسل ششم و هفتم. مقطع دکترا، پایان نامه شماره ۱۹۳۲- دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ۸۴-۱۳۸۳.
- Fowkes FMD. Determination of interfacial contact angle and dispersion forces in surface by assuming aditivity of intermolecular interaction in surfaces. J Phys Chem 1962; 66: 382-90
- Armengol V, laboux D, weiss P. Effect of Er YAG and Nd. YAP laser irradiation on surface toughness and free surface energy of enamel and dentin. An invitro study. Oper Dent 2003; 28: 67-74.
- Chaves D, Giannini M, Ambrosano GM. Influnene of smear layer pretreatments on bond strength to dentin. J Adhes Dent 2002; 4(3): 197-99.
- Luner PE, Babu SR, Metha, SC. Wettability of hydrophobic drug by surfactant solution. Int J Pharm 1996; 44: 128-29.