

## *In Vitro Evaluating the Effect of an Alcohol-Containing Mouthwash on Surface Roughness of Microhybrid and Nanohybrid Composite Resins Using Atomic Force Microscopy*

Mansoureh Emami Arjomand<sup>1</sup>  
Maryam Sahafian<sup>2</sup>,  
Shadab Safarzadeh-Khosroshahi<sup>1</sup>  
Golshan Soltani-Farsani<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Tehran Medical Science, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Dentist, Faculty of Dentistry, Tehran Medical Science, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Post Graduate Student of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Tehran Medical Science, Islamic Azad University, Tehran, Iran

(Received July 15, 2023; Accepted February 20, 2024)

### **Abstract**

**Background and purpose:** Recent advances in the improvement of mechanical, physical, and esthetic properties of dental composites have greatly contributed to their increasing use. However, mouthwashes with an alcohol base may adversely affect some properties of composite resins, and cause problems such as discoloration, and composite wear. Considering the increasing use of composite resins, growing demand for esthetics, and increased consumption of mouthwashes, it is imperative to assess the effect of mouthwashes on the physical properties of composite resins, such as their surface roughness. This study aimed to examine the effect of an alcohol-containing mouthwash on the surface roughness of microhybrid and nanohybrid composite resins.

**Materials and methods:** This experimental study was conducted with the code of ethics IR.IAU.DENTAL.REC.1399.049 on 3/24/2019 at the Faculty of Dentistry, Islamic Azad University of Medical Sciences, Tehran. Sixty IPS Empress Direct (Ivoclar) nanohybrid and Vit-I-essence (Ultradent) microhybrid composite resin specimens were fabricated with 5 mm diameter and 2 mm thickness. The specimens were immersed in distilled water at 37°C for 24 hours and were then polished with aluminum oxide abrasive discs. The specimens were then immersed in 20 mL of distilled water for 24 hours. After 24 hours, the baseline surface roughness of specimens was measured by atomic force microscopy (AFM). IPS Empress Direct and Vit-I-essence composite specimens were randomly divided into two subgroups (n=15) for immersion in 20 mL of Listerine alcohol-containing mouthwash and Listerine non-alcoholic mouthwash and incubated at 37°C for 24 hours. This protocol simulated the daily use of mouthwash for 2 minutes for a one-year duration. Their secondary surface roughness was measured by AFM. The change in surface roughness of specimens was analyzed and compared by two-way ANOVA and t-test.

**Results:** The measurement of the initial surface roughness showed higher values in the microhybrid composite than in the nanohybrid composite. The greatest change in surface roughness occurred in the Vit-I-essence micro-hybrid composite following immersion in alcoholic mouthwash; while the smallest change occurred in the IPS Empress nanohybrid composite immersed in non-alcoholic mouthwash. Two-way ANOVA showed that the roughness difference was significant for groups immersed in alcoholic mouthwash, indicating different behavior of the two composite types following immersion in alcoholic mouthwash. The results showed that immersion of composite specimens in mouthwashes increased their surface roughness. However, the change in surface roughness of IPS Empress and Vit-I-essence composite specimens was significantly different following immersion in alcoholic mouthwash, and Vit-I-essence experienced a significantly greater change in surface roughness than IPS Empress.

**Conclusion:** The surface roughness of both composite types increased following immersion in mouthwashes irrespective of the presence/absence of alcohol. The surface roughness of both composite types after immersion was  $<0.2 \mu\text{m}$ , and therefore, clinically acceptable. Listerine alcoholic mouthwash increased the surface roughness of both composite types significantly more than Listerine non-alcoholic mouthwash. The increase in surface roughness of microhybrid composite was greater than that of nanohybrid composite following immersion in alcoholic mouthwash.

**Keywords:** atomic force microscopy, composite resins, Listerine, mouthwashes, surface roughness

J Mazandaran Univ Med Sci 2024; 33 (230): 40-49 (Persian).

**Corresponding Author:** Golshan Soltani-Farsani - Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Tehran Medical Science, Islamic Azad University, Tehran, Iran (E-mail: golshansoltani@yahoo.com)

# بررسی آزمایشگاهی تاثیر دهانشویه حاوی الکل بر خشونت سطحی کامپوزیت های میکروهیبرید و نانو هیبرید توسط میکروسکوپ نیروی اتمی

منصوره امامی ارجمند<sup>۱</sup>مریم صحافیان<sup>۲</sup>شاداب صفرزاده خسروشاهی<sup>۱</sup>گلشن سلطانی فارسانی<sup>۳</sup>

## چکیده

**سابقه و هدف:** پیشرفت های اخیر در بهبود خصوصیات مکانیکی، فیزیکی و زیبایی کامپوزیت های دندان منجر به افزایش چشمگیر در استفاده از آن ها شده است. دهان شویه های با پایه الکل ممکن است بر روی برخی خواص کامپوزیت تأثیر گذاشته و سبب مشکلاتی همچون تغییر رنگ و سایش کامپوزیت شوند. با توجه به افزایش کاربرد کامپوزیت رزین، تقاضای روز افزون برای زیبایی و افزایش مصرف دهانشویه ها، ارزیابی تأثیر دهان شویه ها بر خواص فیزیکی کامپوزیت از جمله خشونت سطحی آن ها ضروری است. این مطالعه با هدف بررسی اثر دهان شویه حاوی الکل بر خشونت سطحی کامپوزیت های میکروهیبرید و نانو هیبرید انجام شد.

**مواد و روش ها:** این مطالعه آزمایشگاهی با کد اخلاق IR.IAU.DENTAL.REC.1399.049 در تاریخ ۱۳۹۹/۳/۲۴ در دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی تهران انجام شد. مجموعاً ۶۰ نمونه کامپوزیت نانو هیبرید IPS Empress و کامپوزیت مایکروهیبرید Vit-l-escence با ضخامت ۲ میلی متر و قطر ۵ میلی متر تهیه گردید. نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد نگهداری و بعد از آن توسط دیسک های ساینده آلومینیوم اکساید پالیش شدند. سپس، نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در ۲۰ میلی لیتر بزاق مصنوعی غوطه ور شدند. پس از ۲۴ ساعت خشونت سطحی اولیه نمونه ها توسط میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) اندازه گیری شد. نمونه های کامپوزیتی IPS Empress direct و Vit-l-escence به صورت تصادفی به دو زیر گروه تقسیم شده (n= ۱۵) و در داخل ۲۰ میلی لیتر دهانشویه حاوی لیسترتین و دهانشویه فاقد لیسترتین، در داخل ظروف در بسته به مدت ۲۴ ساعت درون انکوباتور در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. این میزان در صورت استفاده روزانه از دهان شویه به مدت ۲ دقیقه در روز، معادل یک سال استفاده از دهانشویه می باشد. میزان خشونت سطحی ثانویه نمونه ها توسط AFM اندازه گیری شد. تغییرات خشونت سطحی نمونه ها توسط آزمون های Two way ANOVA و Ttest ارزیابی شد.

**یافته ها:** در این مطالعه، اندازه گیری مقادیر اولیه خشونت سطحی نمونه ها، مقادیر بیش تری را در کامپوزیت مایکروهیبرید نسبت به کامپوزیت نانو هیبرید نشان داد. با اندازه گیری تغییرات خشونت سطحی، بیش ترین تغییرات مربوط به کامپوزیت مایکروهیبرید Vit-l-escence قرار گرفته در دهان شویه لیسترتین حاوی الکل و کم ترین تغییرات خشونت سطحی مربوط به کامپوزیت نانو هیبرید IPS Empress قرار گرفته در دهانشویه لیسترتین فاقد الکل بود. نتایج آزمون two-way ANOVA نشان دهنده تغییرات معنی دار خشونت سطحی برای گروه های در معرض دهان شویه حاوی الکل بود، که بیانگر رفتار متفاوت دو نوع کامپوزیت در برابر الکل است. براساس نتایج، قرار گیری کامپوزیت در دهان شویه ها سبب افزایش خشونت سطحی کامپوزیت ها شد، هم چنین در حضور الکل تغییرات خشونت سطحی دو کامپوزیت IPS Empress و Vit-l-escence دارای اختلاف آماری معنی دار بود ( $P<0/001$ ) و این تغییرات در گروه Vit-l-escence به طور معنی داری بیش تر از گروه IPS Empress بود ( $P<0/001$ ).

**استنتاج:** مقدار خشونت سطحی هر دو نوع کامپوزیت پس از قرار گرفتن در معرض دهان شویه صرف نظر از وجود الکل افزایش یافت، ولی این افزایش کم تر از حد آستانه ۰/۲ میکرون برای چسبندگی باکتری بود و از نظر کلینیکی قابل قبول بود. اثر دهان شویه حاوی الکل بر افزایش خشونت سطحی هر دو نوع کامپوزیت، بیش تر از دهان شویه بدون الکل بود. افزایش خشونت سطحی در کامپوزیت مایکروهیبرید نسبت به کامپوزیت نانو هیبرید در اثر قرار گیری در دهان شویه حاوی الکل بیش تر بود.

**واژه های کلیدی:** میکروسکوپ نیروی اتمی، کامپوزیت رزین، دهانشویه، خشونت سطحی، لیسترتین

**مؤلف مسئول:** گلشن سلطانی فارسانی - تهران: دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی، دانشکده دندانپزشکی، گروه دندانپزشکی ترمیمی E-mail: golshansoltani@yahoo.com

۱. استادیار، گروه دندانپزشکی ترمیمی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. دندانپزشک، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳. متخصص دندانپزشکی ترمیمی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۲۴ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۴۰۲/۶/۷ تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۱۲/۱

## مقدمه

پیشرفت‌های اخیر در بهبود خصوصیات مکانیکی، فیزیکی و زیبایی کامپوزیت‌های دندان‌مانند منجر به افزایش چشمگیر در استفاده از آن‌ها شده است. کامپوزیت‌ها به علت تغییر در محتوای ماتریکس رزین، بهبود در ساختار و اندازه ذرات و خواص سطحی، کاربرد وسیعی در ترمیم دندان‌های خلفی پیدا کرده‌اند. امروزه مسئله زیبایی بیش از پیش مورد توجه است و به همین سبب کاربرد کامپوزیت‌هایی با رنگ بلیچ به سبب تطابق با دندان‌های بلیچ شده رو به افزایش است. تغییر رنگ کامپوزیت‌ها یکی از مشکلات شایع آن‌ها و از جمله دلایل تعویض کامپوزیت‌هاست (۱). یکی از خصوصیات مهم که تأثیر مهمی در ثبات رنگ و زیبایی کامپوزیت دارد، خشونت سطحی است. خشونت سطحی هم‌چنین با چسبندگی پلاک و میکروارگانیسم‌ها، سلامت بافت پریودنتال، رنگ‌پذیری و خصوصیات نوری و جذب آب کامپوزیت مرتبط می‌باشد (۲). افزایش خشونت سطحی کامپوزیت بیش‌تر از  $0.2 \mu\text{m}$ ، سبب افزایش رنگ‌پذیری آن‌ها، افزایش چسبندگی پلاک و تحریک لثه می‌شود (۳، ۴). هم‌چنین سطح صاف سبب کاهش ضریب اصطکاک و متعاقباً کاهش میزان سایش می‌شود (۵). خشونت سطحی کامپوزیت رزین‌ها به عوامل متعددی از جمله: محتوای فیلر، اندازه، شکل و فاصله بین ذرات، نوع منومر، درجه پلیمریزاسیون و باند موثر بین فیلر و ماتریکس وابسته است (۶). در سال‌های اخیر کامپوزیت‌های جدید با اعمال تغییراتی در سایز فیلر، درصد فیلر و نوع فیلر به سبب بهبود خواص فیزیکی آن‌ها به بازار عرضه شده‌اند. یکی از وسیع‌ترین کامپوزیت‌های مورد استفاده کامپوزیت‌های میکروهیبرید هستند، ارائه این کامپوزیت‌ها با سایز فیلر متفاوت ( $15-20 \mu\text{m}$  و  $0.01-0.05 \mu\text{m}$ )، حد مطلوبی از استحکام، زیبایی و هندلینگ را فراهم آورده است (۷، ۸). یکی از مهم‌ترین پیشرفت‌های اخیر در صنعت فیلر، به‌کارگیری ذرات نانو در کامپوزیت رزین‌ها می‌باشد. کامپوزیت‌های ساخته شده با نانوفیلرها

به واسطه محتوای حجمی بالا فیلر انقباض پلیمریزاسیون کمی نشان می‌دهند. آن‌ها سطحی صیقلی‌تر، ثبات رنگ و زیبایی بیش‌تری را ارائه می‌دهند (۷، ۹). در کنار استفاده از روش‌های مکانیکی استفاده از دهان‌شویه‌ها روشی موثر برای حفظ و ارتقا بهداشت دهان و دندان می‌باشد. فرمول دهان‌شویه‌ها شامل: آب، عوامل ضد میکروبی، نمک و در برخی موارد الکل می‌باشد (۱۰). دهان‌شویه‌های با pH پایین و پایه الکل ممکن است بر روی برخی خواص فیزیکی - مکانیکی کامپوزیت تأثیر گذاشته، سبب تخریب ماتریکس پلیمری کامپوزیت شده و به دنبال آن مشکلاتی همچون تغییر رنگ، آزاد شدن بقایای مونومر و سایش کامپوزیت ایجاد کنند (۱۱، ۱۲). با توجه به افزایش روز افزون استفاده از مواد کامپوزیتی برای ترمیم دندان‌ها و هم‌چنین استفاده از دهان‌شویه‌های حاوی الکل به عنوان روشی موثر در ارتقا بهداشت دهان و دندان، ضروری است تأثیر الکل بر این مواد ترمیمی بررسی شود. اگرچه مطالعاتی به بررسی تأثیر دهان‌شویه حاوی الکل بر خشونت سطحی کامپوزیت‌ها پرداختند، اما نتایج آن‌ها دارای تناقضاتی بودند، همان‌طور که Yofarindra و همکارانش در مطالعه‌ای تأثیر الکل بر افزایش خشونت سطحی کامپوزیت را نشان دادند، اما در مطالعه Hwang و همکاران این تأثیر دیده نشد (۱۳، ۱۴). بنابراین با توجه به تعداد کم مطالعات در این زمینه و نتایج متفاوت آن‌ها این مطالعه با هدف مقایسه اثر دو نوع دهان‌شویه حاوی الکل و فاقد الکل بر خشونت سطحی دو نوع کامپوزیت میکروهیبرید و نانوهیبرید انجام گرفت. فرضیه‌های این تحقیق شامل افزایش خشونت سطحی هر دو نوع کامپوزیت توسط دهان‌شویه حاوی الکل و تأثیر یکسان الکل بر خشونت سطحی هر دو نوع کامپوزیت میکروهیبرید و نانوهیبرید در نظر گرفته شد.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه به صورت آزمایشگاهی انجام شد. جمعاً ۶۰ نمونه کامپوزیتی از

کامپوزیت‌های نانو هیبرید (Ivoclar, IPS Empress direct (Ivoclar, vivadent, schaan, Liechtenstein) bleach shade BL.L کامپوزیت‌های مایکرو هیبرید (Ultradent, USA) Vit-l-escence opaque snow تهیه گردید (جدول شماره ۱). برای آماده‌سازی نمونه‌ها از یک مولد استینلس استیل قفل شونده که دارای ضخامت ۲ میلی متر و قطر ۵ میلی متر بود، استفاده شد (۱۵).

کامپوزیت‌ها به صورت تک لایه در دایره‌های مورد نظر قرار داده شد. پس از قراردهی کامپوزیت رزین درون مولدها روی هر دو سطح آن‌ها نوار شفاف (Kerr corporation, Orange, USA) با فشار ملایم گذاشته و کامپوزیت اضافی حذف شد (۲). سپس نمونه‌ها به مدت ۴۰ ثانیه با شدت  $1000 \text{ mw/cm}^2$  از هر طرف توسط دستگاه لایت کیور هالوژنه (Coltene (Whalident, Switzerland) به روش اورلپ کیور شدند. نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت درون آب مقطر در دمای ۳۷ درجه نگهداری و بعد از آن به ترتیب توسط دیسک‌های ساینده آلومینیوم اکساید medium, fine, superfine و coarse (Sof-Lex, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) پالیش شدند (۱۷، ۱۶، ۲). هر دیسک به مدت ۲۰ ثانیه و با فشار ملایم استفاده و بعد از یک بار استفاده دور انداخته شد (۱۸). در پایان هر مرحله از فرآیند پالیش به منظور حذف دبری‌ها، نمونه‌ها به مدت ۱۰ ثانیه با آب شسته و سپس با فشار هوا به مدت ۵ ثانیه خشک شدند. سپس، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در ۲۰ میلی لیتر بزاق مصنوعی غوطه‌ور شده که بازسازی‌کننده محیط حفره دهن بود.

پس از ۲۴ ساعت خشونت سطحی اولیه نمونه‌ها توسط میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) اندازه‌گیری شد (۱۹، ۱). جهت تهیه تصاویر سطح کامپوزیت از میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) (Easy scan2, Nanosurf-Liestal, Switzerland) استفاده شد. تصاویر برداری به روش contact mode توسط تیپ کانتیلور (Dyn190Al-10, Nanosurf-Liestal, Switzerland) دارای پوشش آلومینیومی با فرکانس ۱۶۰-۲۲۰ kHz از ناحیه مرکزی هر نمونه با رزولوشن ۲۵۶ گاپیکسل و ابعاد  $25 \times 25$  میکرومتر و در مقیاس نانومتر صورت گرفت (۲۰). سپس مقادیر خشونت سطحی توسط نرم افزار Gwyddion (Version 2.58, Department of Nanometrology, Czech) استخراج و آنالیز شد (۲۱، ۲۰). نمونه‌های کامپوزیتی IPS Empress direct و Vit-l-escence به صورت تصادفی به دو زیرگروه تقسیم شده ( $n=15$ ) و در داخل ۲۰ میلی لیتر دهان‌شویه حاوی الکل لیسترین و دهان‌شویه فاقد الکل لیسترین (جدول شماره ۲) در داخل ظروف در بسته به مدت ۲۴ ساعت درون انکوباتور در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. که این میزان در صورت استفاده روزانه از دهان‌شویه به مدت ۲ دقیقه در روز، معادل یک سال استفاده از دهان‌شویه می‌باشد (۲۲). سپس نمونه‌ها با آب مقطر شسته شده و میزان خشونت سطحی ثانویه توسط AFM به روشی که پیش‌تر بیان شد، اندازه‌گیری شد.

جدول شماره ۱: ویژگی‌های ساختاری کامپوزیت، UDMA، Bis-GMA، TEGDMA

| ماده          | نوع         | شرکت سازنده | ترکیبات ماتریکس                                       | ترکیبات فیلر (درصد wt)                                           |
|---------------|-------------|-------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| IPS Empress   | Nanohybrid  | Vivadent    | UDMA (۲۵-۱۰ درصد)<br>BisGMA (۲۵-۱۰ درصد)              | Barium glass,<br>Ytterbium trifluoride                           |
|               |             |             | Tricyclodocane dimethanol dimethacrylate (۲۵-۱۰ درصد) | Ba-AL fluorosilicate glass and spheroid mixed oxide (۷۵-۷۹ درصد) |
| Vit-l-escence | Microhybrid | Ultradent   | Bis-GMA, TEGDMA                                       | Glass-strontium-boron-aluminum-silicate (۰.۷ میکرون) (۷۵ درصد)   |

UDMA: urethane-dimethacrylate

Bis-GMA: bisphenol-A- glycidyl-dimethacrylate

TEGDMA: Triethylene glycol dimethacrylate

جدول شماره ۲: ویژگی‌های دهان شویه‌ها

| دهانشویه       | PH   | شرکت سازنده                            | ترکیبات                                                                                                                                                                             |
|----------------|------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Listerine zero | ۵/۲  | Johnson & Johnson Healthcare prod      | آب، سوریتول، پروپیلن گلیکول، Poloxamer، سدیم لوریل سولفات، اوکالیپتول، پتروئیک اسید، سدیم بنزوات، متیل سالیسیلات، تیمول، سدیم ساکارین، متول، طعم دهنده، سوکرالوز، سبز               |
| Listerine      | ۳/۷۲ | Johnson & Johnson Ltd, Kolhapur, India | سدیم فلوراید ۰/۰۲ درصد، آب، سوریتول، الکل (۷۱/۶٪ v/v)، Poloxamer، سدیم ساکارین، طعم دهنده، اوکالیپتول، متیل سالیسیلات، تیمول، فسفریک اسید، متول، دی سدیم فسفات، سوکرالوز، قرمز، آبی |

نوع کامپوزیت نشان می‌داد که این اختلاف در در دهان شویه حاوی الکل معنی‌دار بود ( $P < ۰/۰۰۱$ )، اما در دهان شویه فاقد الکل تفاوت معنی‌دار دیده نشد ( $P > ۰/۰۵$ ) در حضور الکل تغییرات خشونت سطحی دو کامپوزیت IPS Empress و Vit-l-escence دارای اختلاف آماری معنی‌دار بود و این تغییرات در گروه Vit-l-escence به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از گروه IPS Empress بود (نمودار شماره ۱).

## تجزیه و تحلیل آماری

برای ارزیابی مقادیر میانگین خشونت سطحی در گروه‌ها از آزمون two way ANOVA و t.test برای مقایسه چندگانه استفاده شد. مقادیر  $P < ۰/۰۵$  از نظر آماری معنادار در نظر گرفته شد.

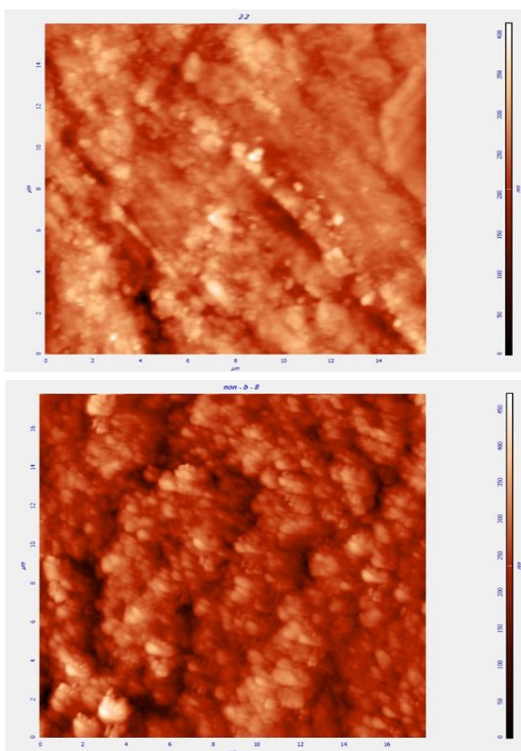
## یافته‌ها

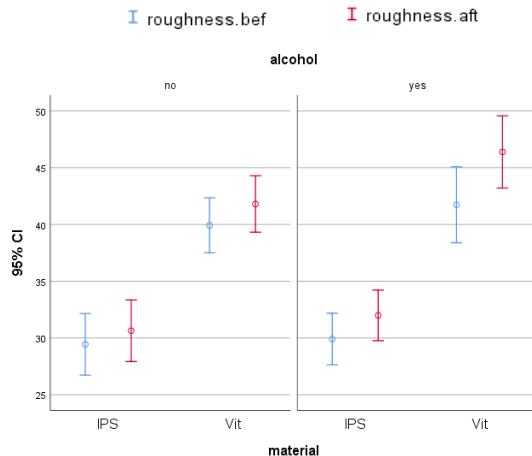
میزان تغییرات خشونت سطحی کامپوزیت‌ها در جدول شماره ۳ نشان داده است. خشونت سطحی اولیه در کامپوزیت مایکروهیبرید بیش‌تر از کامپوزیت نانوهیبرید بود. بیش‌ترین میزان تغییرات خشونت سطحی مربوط به کامپوزیت مایکروهیبرید Vit-l-escence قرار گرفته در دهان شویه حاوی الکل به میزان  $۴/۶۵ \pm ۱/۹۲$  nm و کم‌ترین تغییرات خشونت سطحی مربوط به کامپوزیت IPS Empress قرار گرفته در دهان شویه فاقد الکل و به میزان  $۱/۱۹ \pm ۰/۹۲$  nm بود.

نتایج آزمون two-way ANOVA نشان‌دهنده تغییرات معنی‌دار خشونت سطحی برای گروه‌های در معرض دهان شویه حاوی الکل بود، که بیانگر رفتار متفاوت دو نوع کامپوزیت در برابر الکل بود. تصویر شماره ۱ تغییرات خشونت سطحی نمونه‌ها بعد از قرارگیری در دهان شویه‌ها را نشان می‌دهد. براساس نتایج آزمون T.test قرارگیری کامپوزیت در دهان شویه‌ها سبب افزایش خشونت سطحی کامپوزیت‌ها می‌شود. ارزیابی تفاوت میزان افزایش خشونت سطحی در دو

جدول شماره ۳: میانگین خشونت سطحی اولیه و ثانویه و تغییرات خشونت سطحی

| کامپوزیت | محیط نگهداری       | خشونت سطحی nm    | Roughness different | سطح معنی داری |
|----------|--------------------|------------------|---------------------|---------------|
| IPS      | زیر گروه اول       | $۲۹/۴۴ \pm ۴/۸۹$ | $۱/۱۹ \pm ۰/۹۲$     | $< ۰/۰۰۱$     |
|          | دهانشویه بدون الکل | $۳۰/۶۳ \pm ۴/۹۰$ |                     |               |
| VIT      | زیر گروه دوم       | $۲۹/۹۰ \pm ۴/۱۰$ | $۲/۰۸ \pm ۱/۳۸$     | $< ۰/۰۰۱$     |
|          | دهانشویه حاوی الکل | $۳۱/۹۹ \pm ۴/۲۵$ |                     |               |
| VIT      | زیر گروه اول       | $۴/۳۷ \pm ۳/۹۲$  | $۱/۸۷ \pm ۱/۰۷$     | $< ۰/۰۰۱$     |
|          | دهانشویه بدون الکل | $۴/۴۸ \pm ۴/۱۰۸$ |                     |               |
| VIT      | زیر گروه دوم       | $۶/۰۴ \pm ۴/۱۷۳$ | $۴/۶۵ \pm ۱/۹۲$     | $< ۰/۰۰۱$     |
|          | دهانشویه حاوی الکل | $۴۶/۳۸ \pm ۵/۷۴$ |                     |               |



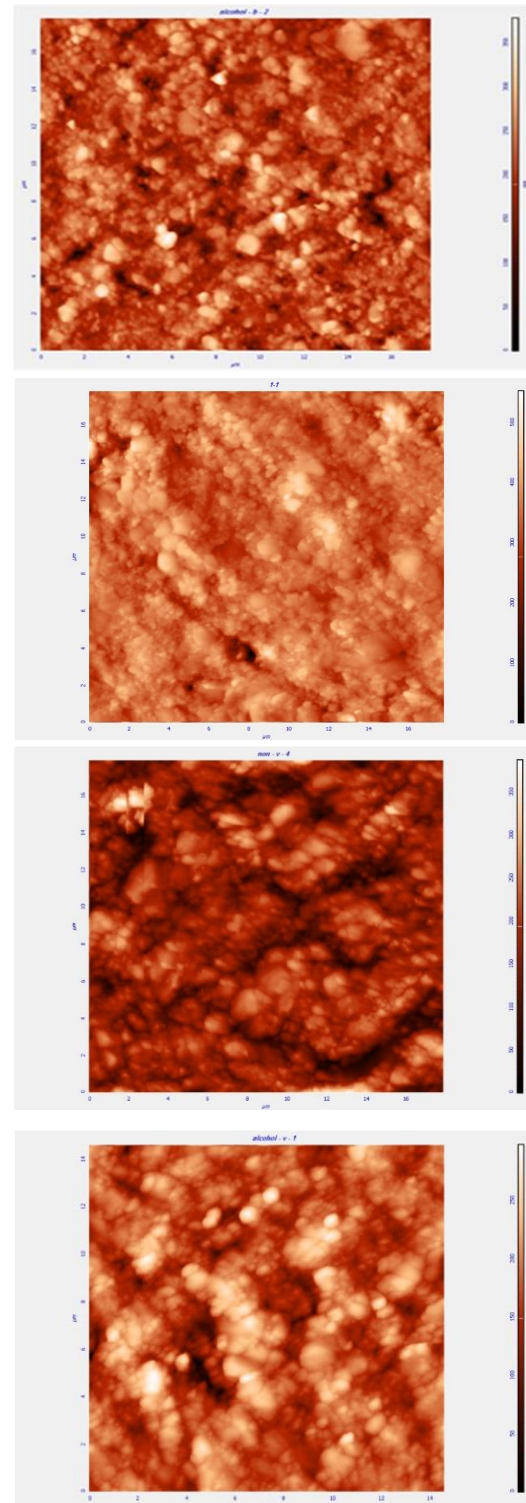


نمودار شماره ۱: تفاوت تغییرات خشونت سطحی در دو نوع کامپوزیت مورد آزمایش در برابر متغیر الکل

## بحث

در این مطالعه اثر دو نوع دهانشویه حاوی الکل و بدون الکل لیسترتین بر خشونت سطحی دو نوع کامپوزیت میکروهیبرید Vit-l-escence و نانو هیبرید IPS Empress بررسی شد. بر اساس نتایج مطالعه در هر دو نوع کامپوزیت مقادیر خشونت سطحی به طور معنی داری در حضور الکل افزایش یافت، و این تفاوت در کامپوزیت میکروهیبرید به طور معناداری بیش تر از کامپوزیت نانو هیبرید بود. حد آستانه خشونت سطحی برای چسبندگی باکتری  $0.2 \mu\text{m}$  گزارش شده است که در این مطالعه نتایج از نظر کلینیکی قابل قبول بود، زیرا مقدار خشونت سطحی داده ها به طور قابل ملاحظه ای از  $0.2 \mu\text{m}$  کم تر بود (۴).

تغییرات خشونت سطحی در کامپوزیت هنگام قرارگیری در مایعات را می توان به جذب آب توسط ماتریکس رزینی و فرآیند هیدرولیز نسبت داد. جذب آب در کامپوزیت سبب تخریب ماتریکس رزینی و از بین رفتن باند بین ماتریکس و فیلر و در نتیجه جدا شدن فیلر و ایجاد تخلخل سطحی می گردد (۲۳). در این مطالعه مقادیر خشونت سطحی در حضور الکل در هر دو نوع کامپوزیت به طور معنی داری افزایش یافت، که علت آن را می توان به نفوذ الکل به ماتریکس رزینی و تجزیه



تصویر شماره ۲: تصاویر سه بعدی نمونه های کامپوزیت IPS: (A) پس از قرارگیری در بزاق مصنوعی (B) پس از قرارگیری در دهانشویه بدون الکل (C) پس از قرارگیری در دهانشویه حاوی الکل - تصاویر سه بعدی نمونه های کامپوزیت Vit-l-escence: (D) پس از قرارگیری در بزاق مصنوعی (E) پس از قرارگیری در دهانشویه بدون الکل (F) پس از قرارگیری در دهانشویه حاوی الکل

ساختار پلیمری ماتریکس و ایجاد مونومر آزاد نسبت داد. درهم شکستن ساختار پلیمری به نوبه خود سبب کاهش و تضعیف cross linking و افزایش جذب آب می گردد. نوع مونومر تشکیل دهنده ماتریکس رزینی یکی از عوامل تعیین کننده میزان جذب آب است. مونومر عمده تشکیل دهنده ماتریکس رزینی در کامپوزیت نانو هیبرید UDMA و در کامپوزیت مایکرو هیبرید Bis-GMA است (۲۴،۱۴). بررسی ویژگی های ساختاری این دو نوع مونومر نشان می دهد جذب آب در مونومر Bis-GMA نسبت به UDMA بیش تر است، هم چنین قدرت باند گروه قطبی NH- موجود در مونومر UDMA با مولکول های آب، ۴۰ درصد کم تر از قدرت باند گروه های هیدروکسیل موجود در مونومر Bis-GMA می باشد (۲۵،۲۴). علاوه بر این الکل به گروه استری موجود در ساختار مونومر های دی متاکریلات در محیط حاوی اتانول نفوذ کرده، با تولید کربوکسیلیک اسید سبب تشدید تخریب ماتریکس می گردد (۲۶،۲۵). در مطالعه ما نیز فشونت سطحی در کامپوزیت های میکرو هیبرید در حضور الکل به طور معنی داری بیش تر از کامپوزیت های نانو هیبرید بود.

در مطالعه Tanthanuch و همکاران همراستا با تحقیق حاضر افزایش فشونت سطحی کامپوزیت رزین در اثر تماس با الکل نشان داده شد. الکل به علت خاصیت پلاستی سایی سبب نرم شدن ماتریکس رزینی و افزایش جابه جایی فیلرها و در نتیجه افزایش فشونت سطحی کامپوزیت می شود. اتانول با نفوذ به شبکه پلیمری و انبساط ساختار پلیمر باعث آزاد سازی مونومر های باقی مانده شده و به این ترتیب باعث انحلال زنجیره های پلیمر خطی می شود (۲۷). در مطالعه AlJazairy و همکاران مشابه با مطالعه حاضر نشان داده شد، تغییرات فشونت سطحی در کامپوزیت مایکرو هیبرید نسبت به کامپوزیت نانو هیبرید بیش تر است. این تفاوت را می توان ناشی از خصوصیات فیزیکی متفاوت دو نوع کامپوزیت دانست. سائز کوچک تر ذرات فیلر و حجم و وزن بیش تر فیلر در

کامپوزیت نانو هیبرید سبب فشونت سطحی کم تر نسبت به کامپوزیت مایکرو هیبرید می شود. سائز کوچک تر فیلر در کامپوزیت نانو هیبرید و pre polymerized بودن نانوفیلرها، سبب تراکم بیش تر فیلر و کاهش فاصله بین ذره ای می شود، که باعث می گردد فیلر مانند یک سد از ماتریکس در برابر عوامل محیطی مانند الکل حفاظت کند (۲۸).

مطالعه Ferroz و همکاران که به بررسی خصوصیات فیزیکی دو نوع کامپوزیت مایکرو هیبرید و نانو هیبرید در حضور محیط اسیدی پرداخته بود نتایجی مشابه به دست آمد. اسید موجب افزایش جذب آب و حلالیت در هر دو نوع کامپوزیت می شود. هم چنین نسبت بیش تر فیلر به رزین در کامپوزیت نانو هیبرید نسبت به کامپوزیت مایکرو هیبرید سبب جذب کم تر آب و تغییر کم تر فشونت سطحی و رنگ در کامپوزیت نانو هیبرید می گردد (۲۹).

مطالعاتی نظیر مطالعه Armas-Vega و همکاران و مطالعه Pelino و همکاران نتایجی مغایر با نتیجه مطالعه حاضر نشان دادند (۳۱،۳۰). این مغایرت را می توان ناشی از روش متفاوت سنجش فشونت سطحی دانست. ارزیابی فشونت سطحی با استفاده از AFM می توانست نتایجی با دقت بالاتر نسبت به روش پروفیلومتر و SEM ارائه دهد (۵). برای اندازه گیری فشونت سطحی کامپوزیت رزین ها از روش های متعددی همچون میکروسکوپ اسکن نوری و الکترونی، پروفیلومتری تماسی، پروفیلومتری بدون تماس لیزری و AFM استفاده می شود. AFM ابزاری بسیار موثر برای اندازه گیری خصوصیات ساختاری ماده می باشد و مشاهده توپوگرافی سطحی کامپوزیت رزین ها با رزولوشن فضایی بالا را امکان پذیر می کند. از آن جا که نمونه ها هنگام تهیه تصویر دچار تخریب و تغییر شکل نمی شوند استفاده از این سیستم برای بررسی خصوصیات سطحی به صورت قابل توجهی رو به افزایش است (۲).

مقدار فشونت سطحی هر دو نوع کامپوزیت پس از قرار گرفتن در معرض دهانشویه صرف نظر از وجود

بیش تر از دهانشویه بدون الکل بود. افزایش خشونت سطحی در کامپوزیت مایکروهیبرید نسبت به کامپوزیت نانو هیبرید در اثر قرارگیری در دهانشویه حاوی الکل بیش تر بود.

الکل افزایش یافت، ولی این افزایش کمتر از حد آستانه ۰/۲ میکرون برای چسبندگی باکتری بود و از نظر کلینیکی قابل قبول بود. اثر دهانشویه حاوی الکل بر افزایش خشونت سطحی هر دو نوع کامپوزیت،

## References

1. Lepri CP, Palma-Dibb RG. Surface roughness and color change of a composite: influence of beverages and brushing. *Dent Mater J* 2012; 31(4): 689-696.
2. Karatas O, Gul P, Gündoğdu M, Iskenderoglu DT. An evaluation of surface roughness after staining of different composite resins using atomic force microscopy and a profilometer. *Microsc Res Tech* 2020; 83(10): 1251-1259.
3. Tavangar M, Bagheri R, Kwon TY, Mese A, Manton DJ. Influence of beverages and surface roughness on the color change of resin composites. *J Investig Clin Dent* 2018; 9(3): e12333.
4. McConnell MD, Liu Y, Nowak AP, Pilch S, Masters JG, Composto RJ. Bacterial plaque retention on oral hard materials: effect of surface roughness, surface composition, and physisorbed polycarboxylate. *J Biomed Mater Res Part A* 2010; 92(4): 1518-1527.
5. AlSuwaidi GS, Alshali RZ, Salim NA, Satterthwaite JD, Silikas N. The Effect of Simulated Chewing on the Surface Roughness of Direct and Indirect Resin-Composites Opposed by Zirconia: An In Vitro Study. *BioMed Res Int* 2022; 2022(1): 8686540.
6. Ereifej N, Oweis Y, Eliades G. The effect of polishing technique on 3-D surface roughness and gloss of dental restorative resin composites. *Oper Dent* 2012; 38(1): E9-E20.
7. Janus J, Fauxpoint G, Arntz Y, Pelletier H, Etienne O. Surface roughness and morphology of three nanocomposites after two different polishing treatments by a multitechnique approach. *Dent Mater* 2010; 26(5): 416-425.
8. Takahashi R, Jin J, Nikaido T, Tagami J, Hickel R, Kunzelmann K-H. Surface characterization of current composites after toothbrush abrasion. *Dent Mater J* 2013; 32(1): 75-82.
9. Jaramillo-Cartagena R, López-Galeano EJ, Latorre-Correa F, Agudelo-Suárez AA. Effect of polishing systems on the surface roughness of nano-hybrid and nano-filling composite resins: A systematic review. *Dent J* 2021; 9(8): 95.
10. Celik A, Coban E, Ülker H. Effects of mouthwashes on color stability and surface roughness of three different resin-based composites. *Niger J Clin Pract* 2021; 24(4): 555-560.
11. de Moraes Sampaio GA, Peixoto LR, de Vasconcelos Neves G, do Nascimento Barbosa D. Effect of mouthwashes on color stability of composite resins: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2021; 126(3): 386-392.
12. Soygun K, Varol O, Ozer A, Bolayir G. Investigations on the effects of mouthrinses on the colour stability and surface roughness of different dental bioceramics. *J Adv Prosthodont* 2017; 9(3): 200-207.

13. Hwang S, Chung SH, Lee J-T, Kim Y-T, Kim YJ, Oh S, Yeo I-SL. Influence of acid, ethanol, and anthocyanin pigment on the optical and mechanical properties of a nanohybrid dental composite resin. *Materials* 2018; 11(7): 1234.
14. Yofarindra B, Damiyanti M, Herda E. Effects of immersion in mouthwash for different durations and with different ethanol concentrations on the surface roughness of nanohybrid composite resin. *Journal of Physics: Conference Series* 2018; 1073(3): 032002.
15. Abdelmegid FY, Salama FS, Al-Jameel MM, Al-Rasheed TT, El-Sharawy MA. Effects of fruit drinks on surface roughness of two esthetic restorative materials. *Stomatologija* 2019; 21(2): 47-52.
16. Dodge W, Dale R, Cooley R, Duke E. Comparison of wet and dry finishing of resin composites with aluminum oxide discs. *Dent Mater* 1991; 7(1): 18-20.
17. Wilder Jr A, Swift Jr E, May Jr K, Thompson J, McDougal R. Effect of finishing technique on the microleakage and surface texture of resin-modified glass ionomer restorative materials. *J Dent* 2000; 28(5): 367-373.
18. Nasoohi N, Hoorizad M, Tabatabaei SF. Effects of wet and dry finishing and polishing on surface roughness and microhardness of composite resins. *J Dent* 2017; 14(2): 69-75.
19. Guler S, Unal M. The evaluation of color and surface roughness changes in resin based restorative materials with different contents after waiting in various liquids: An SEM and AFM study. *Microscopy Research and Technique* 2018; 81(12): 1422-1433.
20. Agrawal N, Shashikiran N, Singla S, Ravi K, Kulkarni VK. Atomic force microscopic comparison of remineralization with casein-phosphopeptide amorphous calcium phosphate paste, acidulated phosphate fluoride gel and iron supplement in primary and permanent teeth: An in-vitro study. *Contemp Clin Dent* 2014; 5(1): 75-80.
21. Wongpraparatanana I, Matangkasombut O, Thanyasrisung P, Panich M. Effect of vital tooth bleaching on surface roughness and streptococcal biofilm formation on direct tooth-colored restorative materials. *Oper Dent* 2018; 43(1): 51-59.
22. Hamouda IM. Sorption and Solubility of Nanofilled Composite Resins in Mouthwashes with Different pH. *Acta Scientific Dental Sciences* 2020; 4(7): 72-78.
23. Ozer S, Sen Tunc E, Tuloglu N, Bayrak S. Solubility of two resin composites in different mouthrinses. *Biomed Res Int* 2014; 2014(3-4): 580675.
24. Barszczewska-Rybark IM. A guide through the dental dimethacrylate polymer network structural characterization and interpretation of physico-mechanical properties. *Materials* 2019; 12(24): 4057.
25. Wathore SM, Shenoi PR, Khode RT, Kubde R, Makade C, Sonarkar S. Comparative evaluation of effect of tooth brushing-mouth rinse-cycling on surface roughness of nanofilled and nanohybrid composites—an in vitro study. *Indian Journal of Conservative and Endodontics* 2016; 1(1): 17-21.
26. Furtado M, Amorim A. Changes caused by the use of chlorhexidine mouthwash in composite bulk-fill (in vitro). *Ann Med* 2019; 51(suppl1): 143.
27. Tanthanuch S, Kukiattrakoon B, Jantaravisoot J, Chanaphai C, Areewong C, Ampawa N. Degradability of bulk-fill resin composites after cyclic immersion in different distilled alcoholic beverages. *J Esthet Restor Dent* 2022; 34(4): 661-669.

28. AlJazairy YH, Mitwalli HA, AlMoajel NA. The effect of polishing systems on surface roughness of nanohybrid and microhybrid resin composites. *Am J Dent* 2019; 32(1): 47-52.
29. Ferooz M, Bagheri R, Jafarpour D, Burrow M. Physical properties of nanohybrid and microhybrid resin composites subjected to an acidic environment: a laboratory study. *Oper Dent* 2020; 45(3): E105-E113.
30. Pelino JEP, Passero A, Martin AA, Charles CA. In vitro effects of alcohol-containing mouthwashes on human enamel and restorative materials. *Braz Oral Res* 2018; 32(1): e25.
31. Armas-Vega A, Casanova-Obando P, Taboada-Alvear M-F, Aldas-Ramírez J-E, Montero-Oleas N, Viteri-García A. Effect of mouthwashes on the integrity of composite resin and resin modified glass ionomer: In vitro study. *J Clin Exp Dent* 2019; 11(2): e179-e184.