

بررسی اثر دو ماده سفید کننده هیدروژن پراکساید ۴۰٪ و کارباماید پراکساید ۲۰٪ بر خشونت سطحی دو نوع کامپوزیت میکروهیبرید و نانو هیبرید به روش آزمایشگاهی

دکتر لیلا زهره وند^{۱*}، دکتر مریم حوری زاد گنج کار^۲، دکتر مهسا نادر شهباز^۳

۱-دستیار تخصصی گروه ترمیمی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی آزاد تهران، تهران، ایران

۲- استادیار گروه آموزشی جراحی دهان و فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، گیلان، ایران

۳-دندانپزشک عمومی

پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۱۲/۱۰

اصلاح نهایی: ۱۴۰۴/۱۲/۴

وصول مقاله: ۱۴۰۴/۱۰/۴

Evaluation of the effect of two bleaching agents, 40% hydrogen peroxide and 20% carbamide peroxide, on the surface roughness of two types of microhybrid and nanohybrid composite (in vitro)

Leyla Zohrevand^{1*}, Maryam Hooryzad Ganjkar², Mahsa Nadershahbaz³

1-Post-Graduate Student, Department of Restorative, TeMS, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Assistant Prof, Department of Restorative, TeMS, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

3-Dentist

Received: Dec 2026

Accepted: March 2026

Abstract

Background&Aim: The aim of this study was to compare the effect of two bleaching agent, hydrogen peroxide 40% and carbamide peroxide 20% on the surface roughness of two types of composite resins: microhybrid and nanohybrid.

Materials and Methods: In this experimental study, 60 nanohybrid and microhybrid composite disks with a diameter of 10 mm and a thickness of 2 mm were prepared. After measuring the initial surface roughness, the specimens in each composites group were divided into three subgroups: control, 20% carbamide peroxide and 40% hydrogen peroxide (n=10). In the control subgroup, the specimens were stored in distilled water for 14 days, with the water changed daily. The specimens in the 20% carbamide peroxide group were exposed to the bleaching agent for 4 hours daily for 14 consecutive days according to the manufacture's instructions. The specimens in the 40% hydrogen peroxide group were exposed to the bleaching agent for 60 minutes in three 20-minutes in one day, according to the manufacture's instructions. Surface roughness of all specimens was then remeasured using a profilometer. Data were analyzed using t-test, repeated measure ANOVA, post-hoc test, and 3-way ANOVA with Pass11 software.

Results: In all groups, regardless of the type of bleaching agent, surface roughness after bleaching was significantly higher than the control group (p=0.0001). In the microhybrid composite group, specimens exposed to 40% hydrogen peroxide showed greater surface roughness than those exposed to 20% carbamide peroxide (p=0.339).

Conclusion: Bleaching agents can affect the surface roughness of resin composite restorations, also, type of bleaching agent and restorative material may affect these changes.

Keywords: surface roughness, resin composite, dental material, tooth bleaching agent, hydrogen peroxide, carbamide peroxide

Corresponding Author: lzohrevand715@gmail.com

J Res Dent Sci. 2025;23(1):38-47

خلاصه:

سابقه و هدف: هدف این مطالعه بررسی مقایسه ای تاثیر دو ماده سفید کننده هیدروژن پراکساید ۴۰٪ و کارباماید پراکساید ۲۰٪ بر خشونت سطحی دو نوع کامپوزیت میکروهیبرید و نانوهیبرید بود.

مواد و روشها: در این مطالعه ای آزمایشگاهی ۶۰ دیسک کامپوزیتی نانوهیبرید و میکروهیبرید به قطر ۱۰ و ضخامت ۲ میلی متر تهیه شد. پس از اندازه گیری خشونت سطحی اولیه کامپوزیت های ۲ گروه نانوهیبرید و میکروهیبرید ، به ۳ زیرگروه کنترل، هیدروژن پراکساید ۴۰٪ (HP) و کارباماید پراکساید ۲۰٪ (CP) تقسیم شدند (N=10). زیرگروه کنترل کامپوزیت ها به مدت ۱۴ روز در آب مقطر ذخیره شدند و روزانه آب آنها تعویض شد. نمونه های گروه کارباماید پراکساید ۲۰٪ روزی ۴ ساعت و به مدت ۱۴ روز متوالی طبق دستور کارخانه در معرض کارباماید پراکساید قرار گرفتند. نمونه های گروه هیدروژن پراکساید ۴۰٪ به مدت ۶۰ دقیقه و در ۳ دوره ۲۰ دقیقه ای در یک روز طبق دستور کارخانه در معرض هیدروژن پراکساید قرار گرفتند و سپس خشونت سطحی تمام کامپوزیت ها مجدداً با دستگاه پروفیلومتر اندازه گیری شد. جهت مقایسه میزان خشونت سطحی از آنالیز *swayAnova* ، *Post-Hoc test* ، *Repeated measure* و *Anova* و *t-test* در نرم افزار *PASS11* استفاده شد.

یافته ها: در این مطالعه خشونت سطحی بعد از بلیچینگ صرف نظر از نوع ماده سفید کننده در همه گروه ها بیشتر از گروه کنترل بود. ($P=0/0001$) همچنین در گروه کامپوزیت میکروهیبرید خشونت سطحی نمونه هایی که در معرض هیدروژن پراکساید ۴۰٪ بودند بیشتر از نمونه هایی که در معرض کارباماید پراکساید ۲۰٪ بودند افزایش پیدا کرده بود. ($P=0/339$)

نتیجه گیری: مواد سفید کننده می توانند بر خشونت سطحی کامپوزیت رزین های ترمیمی تاثیر گذار باشند و همچنین نوع ماده سفید کننده و نوع ماده ترمیمی می تواند بر میزان این تغییرات موثر باشد.

کلید واژه ها: خشونت سطحی ، مواد دندانپزشکی، کامپوزیت رزین ، عوامل سفید کننده، هیدروژن پراکساید ، کارباماید پراکساید

مقدمه:

خشونت سطحی (Surface roughness) کامپوزیت های رزینی به عنوان یکی از عوامل مستعد کننده تشکیل پلاک و بیوفیلیم های باکتریایی مجاور این ترمیم ها شناخته می شود. افزایش میانگین پارامتر خشونت سطحی از یک حد آستانه ۰/۲ میکرونی^(۱)، باعث افزایش انرژی آزاد سطح شده که منجر به تجمع بیشتر بیوفیلیم بر روی مواد دندانپزشکی و کامپوزیتی می شود. این بیوفیلیم های باکتریایی می توانند با تولید اسید باعث هیدرولیز ماتریس و کاهش *Micro hardness* کامپوزیت رزینی گردند؛ که نتیجه آن، نفوذ بیشتر باکتری ها به عمق ترمیم و در نهایت پوسیدگی ثانویه و التهاب پالپ می باشد^(۱، ۲). علاوه بر این خشونت سطحی کامپوزیت های رزینی می تواند باعث التهاب لثه مجاور و همچنین تغییر رنگ و درخشندگی ترمیم ها گردد.^(۳)

امروزه به منظور کاهش خشونت سطحی، تلاش زیادی برای تولید کامپوزیت هایی با طیف فراوانی از نظر سایز و تعداد بالای فیلرها، شده است تا هم خواص مکانیکی و فیزیکی این ترمیم ها بهتر شود و هم سطوح با پالایش پذیری بیشتری برای ما ایجاد کنند.^(۴)

کامپوزیت های میکروهیبرید فیلرهایی با اندازه ۰/۴ تا ۴ میکرون و در دسته کامپوزیت های نانوهیبرید سایز فیلرها به ۵ تا ۷۵ نانومتر می رسد.^(۱، ۵، ۶)

خشونت سطحی کامپوزیت رزین ها به چندین عامل درونی و بیرونی بستگی دارد. عوامل درونی عبارتند از نوع ماده، نوع فیلر، شکل، اندازه و توزیع ذرات فیلر، درجه پلیمریزاسیون، ترکیب ماتریس رزینی و دوام پیوند فیلر/ماتریس و عوامل بیرونی مربوط به روش پرداخت، عادات تغذیه ای بیماران، بهداشت دهانی و نوع، غلظت، pH و مدت زمان کاربرد مواد شیمیایی که ممکن است به دلایل درمانی یا زیبایی در محیط دهان مورد استفاده قرار گیرند.^(۷، ۸)

شدند. فاصله بین منبع نوری و نمونه ها بوسیله ی قرار دادن نوک دستگاه در تماس مستقیم با لام فوقانی استاندارد شد. سپس نمونه ها از قالب خارج شده و برای وجود حباب یا نقص ساختاری بررسی شدند و نمونه های دارای نقص از مطالعه کنار گذاشته شدند. سپس سطح تمامی نمونه ها با دیسک های پرداخت (superfine (Diamond و fine ,medium ,coarse (pro, FGM, Brazil به صورت wet polishing پرداخت شد.^(۹) تمام نمونه ها برای اطمینان از تکمیل پلیمریزاسیون به مدت ۲۴ ساعت درون آب مقطر ۳۷°C در انکوباتور (Kavosh mega; Iran) نگه داری شدند^(۱۰, ۱۱, ۱۵). پس از آن خشونت سطحی اولیه نمونه ها توسط دستگاه پروفیلومتر (Tr200, Timegroup, USA) اندازه گیری شد. میانگین خشونت سطحی بر حسب میکرومتر با استفاده از مقدار عددی Ra ثبت شد که به عنوان میانگین ارتفاعات و فرورفتگی ها بر سطح ماده تعریف می شود و به منظور استاندارد کردن آن ، اندازه گیری در ۳ نقطه یکی در مرکز دیسک و دو نقطه دیگر با فاصله ۲/۵ میلی متر از مرکز انجام شد و سپس متوسط این اندازه گیری ها محاسبه و گزارش شد^(۵, ۹). لازم به ذکر است که دستگاه پروفیلومتر قبل از هر بار استفاده طبق دستور کارخانه کالیبره شد.^(۱۷, ۱۸, ۱۱) دیسک های کامپوزیتی هر گروه به صورت تصادفی به ۳ زیر گروه کنترل ، هیدروژن پراکساید ۴۰٪ و کارباماید پراکساید ۲۰٪ تقسیم شدند (n=۱۰) نمونه های گروه اول به مدت ۱۴ روز در آب مقطر در دمای اتاق ذخیره شدند و روزانه در طول مدت آزمایش آب آنها تعویض شد و این گروه به عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شد و در پایان زمان آزمایش ، نمونه ها زیر جریان آب مقطر برای ۱ دقیقه شسته شده و توسط پروفیلومتر مقدار خشونت سطحی آنها در ۳ نقطه اندازه گیری شد و میانگین آنها محاسبه و گزارش شد. در گروه کارباماید پراکساید ۲۰٪ روی سطح نمونه ها لایه ای یکنواخت از ژل کارباماید پراکساید ۲۰٪ طبق دستور کارخانه ی سازنده به صورت روزانه روی یک سطح مشخص از کامپوزیت به مدت ۴ ساعت و برای ۱۴ روز متوالی قرار داده شد.^(۱۹) در زمان استفاده از ماده سفیدکننده ، نمونه

با افزایش انتظارات زیبایی، طرفداران درمان های غیرتهاجمی از جمله سفیدکننده ها افزایش یافته است. سفید کننده ها با استفاده از یک واکنش اکسیداتیو، باعث سفید شدن دندان ها می گردند^(۲). آگاهی در مورد تأثیر مواد بلیچینگ بر رفتار کامپوزیت برای یافتن یک کامپوزیت مناسب برای ترمیم دندان های تحت بلیچینگ مهم است.^(۹) حال این سوال مطرح می شود که آیا استفاده از سفید کننده ها بر میزان خشونت سطحی ترمیم های کامپوزیت رزینی تأثیرگذار است یا خیر؟ با توجه به تناقضات موجود و همچنین محدودیت ها و کاستی های تحقیقات قبلی^(۸-۱۴) این تحقیق با هدف تعیین تأثیر دو ماده سفید کننده هیدروژن پراکساید ۴۰٪ و کارباماید پراکساید ۲۰٪ بر خشونت سطحی دو نوع کامپوزیت میکروهیبرید و نانوهیبرید انجام شد.

مواد و روش ها

این مطالعه به روش تجربی آزمایشگاهی وبا کد اخلاق IR.IAU.DENTAL.REC.1399.273 بر روی ۶۰ نمونه کامپوزیتی انجام شد. کامپوزیت رزین میکروهیبرید (Spectrum, Dentsply Sirona, Germany) و نانوهیبرید (Charisma topaz, Kulzer, Germany) با رنگ A1 و دو نوع سفید کننده ، هیدروژن پراکساید ۴۰٪ (Ultradent, USA) و کارباماید پراکساید ۲۰٪ (Opalescence Boost (Opalescence PF, Ultradent, USA)) در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. جدول ۱ مشخصات کلی کامپوزیت های رزینی و مواد سفیدکننده مورد استفاده را بر اساس اطلاعات ارائه شده توسط سازندگان نشان می دهد. نمونه های کامپوزیت رزینی دیسک شکل در یک قالب دایره ای از جنس plexiglass به قطر ۱۰ میلی متر و ضخامت ۲ میلی متر ساخته شد.^(۸, ۹, ۱۲) تمام نمونه ها توسط لایت کیور (LED.F, Guilin Woodpecker, China) با شدت ۲۱۰۰۰ mW/cm^۲ به مدت ۲۰ ثانیه از دو طرف کیور و با تکنیک هم پوشانی به طوری که دیسک های کامپوزیتی در تمام نقاط به صورت یکسان تحت تابش قرار بگیرند ، پلیمریزه

در گروه کامپوزیت نانوهیبرید

نمونه های گروه کنترل که در آب مقطر نگه داری شده بودند خشونت سطحی اولیه $0/1363 \pm 0/1791$ میکرومتر و خشونت سطحی ثانویه $0/1653 \pm 0/1825$ میکرومتر داشتند که این تغییرات از لحاظ آماری معنادار نبود. ($P=0/335$) در گروه هیدروژن پراکساید ۴۰٪ خشونت سطحی اولیه نمونه ها $(0/2534 \pm 0/1915)$ میکرومتر و خشونت سطحی ثانویه آنها $(0/2997 \pm 0/2156)$ میکرومتر محاسبه شد که این افزایش از لحاظ آماری معنادار بود. ($P=0/0001$) و در گروه کارباماید پراکساید ۲۰٪ خشونت سطحی اولیه $(0/2986 \pm 0/1932)$ میکرومتر و خشونت سطحی ثانویه $(0/2092 \pm 0/2983)$ میکرومتر محاسبه شد و این افزایش از لحاظ آماری معنادار بود. ($P=0/0001$). تاثیر نوع ماده سفیدکننده در این گروه از لحاظ آماری معنادار نبود. ($0/943$)

در گروه کامپوزیت میکروهیبرید

نمونه هایی که در آب مقطر نگه داری شده بودند خشونت سطحی اولیه $(0/1993 \pm 0/1320)$ میکرومتر و خشونت سطحی ثانویه $(0/2747 \pm 0/1435)$ میکرومتر داشتند که این تغییرات از لحاظ آماری معنادار نبود. ($P=0/339$) در گروه هیدروژن پراکساید ۴۰٪ خشونت سطحی اولیه $0/1359 \pm 0/1303$ میکرومتر و خشونت سطحی ثانویه $(0/1201 \pm 0/2809)$ میکرومتر بود که این تغییرات از لحاظ آماری معنادار بود. ($P=0/0001$) و در گروه کارباماید پراکساید ۲۰٪ خشونت سطحی اولیه $0/2261 \pm 0/1486$ میکرومتر و خشونت سطحی ثانویه $0/3180 \pm 0/2722$ میکرومتر بود که این افزایش از لحاظ آماری معنادار بود.

($P=0/0001$). در گروه کامپوزیت میکروهیبرید افزایش خشونت سطحی که توسط هیدروژن پراکساید ۴۰٪ بوجود آمده بود به طور معناداری از لحاظ آماری نسبت به کارباماید پراکساید ۲۰٪ بیشتر بود. ($P=0/021$).

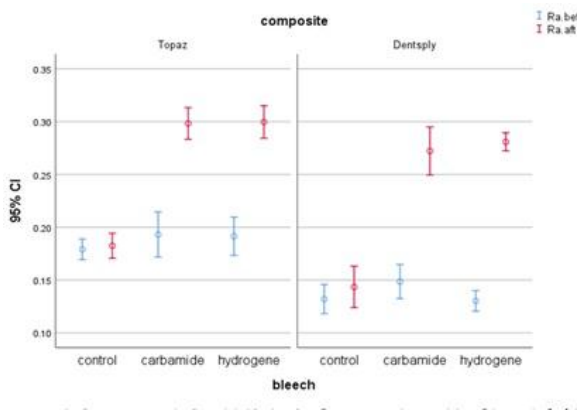
ها در ظروف تیره نگه داری شدند و پس از هر بار انجام مراحل، نمونه ها زیر جریان آب روان برای ۱ دقیقه شسته و خشک شدند و تا روز بعد در آب مقطر نگه داری شدند. در پایان روز چهاردهم نمونه ها زیر جریان آب مقطر برای ۱ دقیقه شسته و خشک شده و توسط پروفیلومتر مقدار خشونت سطحی اندازه گیری شد. نمونه های گروه هیدروژن پراکساید ۴۰٪، ۱۳ روز از طول ۱۴ روزهی آزمایش درون آب مقطر نگه داری شدند و در روز چهاردهم به مدت ۶۰ دقیقه و در ۳ دوره ۲۰ دقیقه ای طبق دستورالعمل های کارخانه سازنده در معرض ماده سفیدکنندهی هیدروژن پراکساید ۴۰٪ قرار گرفتند.^(۲۰)

به این صورت که هیدروژن پراکسایدیکنواخت هر بار بریک سطح مشخص کامپوزیت قرار گرفته و سپس در ظروف تیره نگه داری شدند. بعد از گذشت ۲۰ دقیقه ژل زیر جریان آب روان شسته و خشک شد و این عمل ۲ بار دیگر تکرار شد. پس از انجام مراحل سفیدکنندگی نمونه ها به مدت ۱ دقیقه زیر آب روان تمیز و خشک شدند و سپس اندازه گیری خشونت سطحی توسط پروفیلومتر در ۳ نقطه انجام شد و میانگین نقاط محاسبه و گزارش شد.^(۱۰، ۱۳، ۱۴) به منظور مقایسه میزان خشونت سطحی قبل و بعد از bleaching و همچنین مقایسه اثر نوع کامپوزیت و ماده سفیدکننده بر خشونت سطحی در گروه های مورد بررسی از آنالیزهای آماری Repeated Measure Anova، 3-way ANOVA، Post-Hoc test و T-test استفاده شد.

یافته ها:

این مطالعه بر روی ۶۰ دیسک کامپوزیتی و در ۲ گروه کامپوزیت میکروهیبرید و نانوهیبرید انجام شد که هر گروه شامل ۳ زیرگروه آب مقطر (کنترل)، هیدروژن پراکساید ۴۰٪ و کارباماید پراکساید ۲۰٪ بود. میانگین خشونت سطحی اولیه و ثانویه و تغییرات آن و همچنین انحراف از معیار آنها در جداول ۲ و ۳ نمایش داده شده است.

*حروف همنام در گروه ها نشان دهنده عدم تفاوت معنادار ($P > 0.05$) و حروف غیرهمنام نشان دهنده معنادار بودن آنها می باشد.



نمودار ۱- مقایسه میانگین خشونت سطحی در سه زیر گروه کنترل، کارباماید پراکساید و هیدروژن پراکساید در هر دو گروه کامپوزیت میکروهیبرید (DentSpy) و نانو هیبرید (Topaz)

بحث:

هدف از مطالعه انجام شده بررسی تاثیر هیدروژن پراکساید ۴۰٪ و کارباماید پراکساید ۲۰٪ بر خشونت سطحی کامپوزیت میکروهیبرید و نانو هیبرید می باشد. نتایج این مطالعه نشان داد که خشونت سطحی بعد از بلیچینگ صرف نظر از نوع ماده سفیدکننده به کار رفته، در همه گروه ها به طور معناداری بیشتر از گروه کنترل بود و در گروه کامپوزیت میکروهیبرید خشونت سطحی نمونه هایی که در معرض هیدروژن پراکساید ۴۰٪ بودند به طور معناداری بیشتر از نمونه های در معرض کارباماید پراکساید ۲۰٪ افزایش پیدا کرده بود در حالیکه در کامپوزیت نانو هیبرید نوع ماده بلیچینگ بر خشونت سطحی تاثیرگذار نبوده است. در مطالعات گذشته هم این افزایش خشونت سطحی پس از استفاده از مواد سفیدکننده مشاهده شده است. (۱۳، ۱۷، ۱۸، ۲۳-۲۱) با این حال مطالعاتی نیز بودند که تغییرات معناداری در خشونت سطحی نشان نمی دادند که برخلاف نتایج مطالعه حاضر بود. (۹، ۱۶) این اختلافات در مقالات منتشر شده نشان می دهد که برخی از کامپوزیت رزین ها بیشتر مستعد تغییرات هستند، و یا اینکه فرمولاسیون

در مقایسه ۲ گروه نانو هیبرید و میکروهیبرید

خشونت سطحی اولیه کامپوزیت نانو هیبرید نسبت به کامپوزیت میکروهیبرید به طور معناداری بیشتر بود. ($P = 0.001$)

در هر ۲ گروه کامپوزیت میکروهیبرید و نانو هیبرید کاربرد کارباماید پراکساید ۲۰٪ و هیدروژن پراکساید ۴۰٪ باعث افزایش خشونت سطحی شد که این افزایش نسبت به حالت اولیه معنادار بود. ($P = 0.001$)

تغییرات خشونت سطحی در کامپوزیت نانو هیبرید در هر ۳ زیرگروه کمتر از کامپوزیت میکروهیبرید بود. در گروه کامپوزیت میکروهیبرید افزایش خشونت سطحی در کاربرد هیدروژن پراکساید ۴۰٪ نسبت به کارباماید پراکساید ۲۰٪ به طور معناداری بالاتر بود در حالیکه در گروه کامپوزیت نانو هیبرید افزایش خشونت سطحی در کاربرد مواد سفیدکننده نسبت به هم معنادار نبود. ($P = 0.339$)

جدول ۱- مقایسه میزان خشونت سطحی قبل و بعد از مداخله به

میکرومتر در گروه میکروهیبرید

خشونت سطحی گروه های مورد مطالعه	کامپوزیت میکروهیبرید		
	p-value	خشونت سطحی اولیه انحراف معیار ± میانگین	خشونت سطحی ثانویه انحراف معیار ± میانگین
آب مقطر	۰/۳۳۹	۰.۱۳۲ ^b ± ۰.۰۱۹۳۳	۰.۱۴۳ ^b ± ۰.۰۲۷۴۷
هیدروژن پراکساید ۴۰٪	۰/۰۰۱	۰.۱۳۰ ^b ± ۰.۰۱۳۵۹	۰.۲۸۰ ^c ± ۰.۰۱۲۰۱
کارباماید پراکساید ۲۰٪	۰/۰۰۱	۰/۱۴۸ ^b ± ۰/۰۲۲۶۱	۰/۲۷۲ ^c ± ۰/۰۳۱۸۰

*حروف همنام در گروه ها نشان دهنده عدم تفاوت معنادار ($P > 0.05$) و حروف غیرهمنام نشان دهنده معنادار بودن آنها می باشد.

جدول ۲- مقایسه میزان خشونت سطحی قبل و بعد از مداخله به

میکرومتر در گروه نانو هیبرید

خشونت سطحی گروه های مورد مطالعه	کامپوزیت نانو هیبرید		
	p-value	خشونت سطحی اولیه انحراف معیار ± میانگین	خشونت سطحی ثانویه انحراف معیار ± میانگین
آب مقطر	۰/۳۳۵	۰.۱۷۹ ^a ± ۰.۰۱۳۶۳	۰.۱۸۲ ^a ± ۰.۰۱۶۵۳
هیدروژن پراکساید ۴۰٪	۰/۰۰۱	۰.۱۹۱ ^a ± ۰.۰۲۵۳۴	۰.۲۹۹ ^c ± ۰.۰۲۱۵۶
کارباماید پراکساید ۲۰٪	۰/۰۰۱	۰/۱۹۳ ^a ± ۰/۰۲۹۸۶	۰/۲۹۸ ^c ± ۰/۰۲۰۹۲

ها یا کاربردهای مختلف سفید کننده ها ممکن است باعث تغییرات خشونت سطحی شوند.^(۲۳)

به طور گسترده پذیرفته شده است که سطح ترمیم ناهموار در برابر عوامل رنگ آمیز، آسیب پذیر است، زیرا در مقایسه با سطح صاف، سطح بزرگتری را فراهم می کند.^(۲۴، ۲۵) چندین روش برای مطالعه خشونت سطحی استفاده شده است که شامل پروفیلومترهای تماسی و غیر تماسی، میکروسکوپ نیروی اتمی و SEM است.^(۲۶، ۲۷) با این حال رایج ترین روش اندازه گیری آن توسط پروفیلومتر تماسی می باشد که در این مطالعه هم مورد استفاده قرار گرفته است.^(۱۳، ۲۴، ۲۸) با توجه به ترکیبات و خصوصیات مختلف دو کامپوزیت رایج میکروهیبرید و نانو هیبرید و به منظور بررسی احتمال تاثیر این اختلافات بر خشونت سطحی در این مطالعه بر آن شدیم تا از این دو کامپوزیت نام برده استفاده کنیم و آنها را از نظر استعداد تغییرات خشونت سطحی با یک دیگر مقایسه کنیم.^(۲۳)

از یافته های مطالعه حاضر این بود که در همه گروه ها در حالت baseline خشونت سطحی در کامپوزیت نانو هیبرید بیشتر از میکروهیبرید بود. ($P < 0.05$) که این می تواند به دلیل وجود ذرات glass در این کامپوزیت باشد که پس از پروسه ی پرداخت و به دنبال تکنیک های مختلف پالیشینگ از سطح بیرون زده باشد.^(۴) در همین راستا مطالعات نصوصی و همچنین Magdy و همکاران نیز بیان کردند که خشونت سطحی کامپوزیت نانو هیبرید پس از پالیش نسبت به کامپوزیت میکروهیبرید بیشتر بود و بالاتر بودن درصد وزنی فیلر در کامپوزیت نانو هیبرید نسبت به دیگری را دلیلی بر این افزایش دانستند.^(۲۴، ۴)

در مورد مواد ترمیم کننده کامپوزیت رزینی، رابطه بین ماتریس و فیلرها نقش مهمی در اثر عوامل سفید کننده دارد. زبری عمدتاً به دلیل از بین رفتن بخش ماتریسی کامپوزیت اتفاق می افتد.^(۲۹) به گونه ای که احتمال دارد فیلرهای غیر ارگانیک، حتی در محیط به شدت اسیدی تحت تاثیر قرار نگیرند.^(۱۶) حدس زده شده است که پراکسیدها پس از فعال شدن می

توانند شکاف اکسیداتیو زنجیره های پلیمری موجود در کامپوزیت های رزینی را تحریک کنند و از این رو، پیش بینی می شود که مونومر یا پیوندهای دوگانه واکنش نداده حساس ترین قطعات پلیمر باشند. ماتریکس رزینی به دلیل غلظت یا کاربرد مکرر پراکسید هیدروژن از نظر شیمیایی تخریب می شود.^(۱۷، ۳۰) گفته شده است که پراکسید هیدروژن به رادیکال های آزاد تقسیم می شود و در نهایت اکسیژن و آب تشکیل میشود و تجزیه هیدرولیتیکی کامپوزیت های رزینی را تسریع می کند.^(۱۸، ۳۱) نشان داده شده است که رادیکال های آزاد رها شده از عوامل سفید کننده می توانند به interface پیوند فیلر و ماتریکس رزینی نفوذ کرده و این پیوند را مختل کنند که همین موضوع باعث دبانند شدن کامل یا بخشی از فیلرها و در تبع آن افزایش خشونت سطحی می شود. از طرفی بیان شده که اگر coupling agent نیز در واکنش به مواد سفید کننده تخریب شود، این مواد می توانند زبری اغراق آمیزی از خود نشان دهند و در کامپوزیتهای نانو هیبرید از آنجا که نانوذرات در یک نانوکلاستر شکل تکی خود را حفظ میکنند coupling agent کمتر در واکنش شرکت کرده و این توجیهی است بر تغییرات کمتر خشونت سطحی در این گروه.^(۱۴، ۱۷، ۱۸) موارد فوق الذکر می توانند توجیهی بر افزایش خشونت سطحی نمونه های مطالعه حاضر پس از کاربرد مواد سفید کننده باشد.^(۱۲، ۱۳، ۲۲، ۳۱) مطالعه Markovic و همکارانش در بررسی تاثیر ۳ ماده سفید کننده کارباماید پراکساید ۱۶٪ و ۲۲٪ و هیدروژن پراکساید ۳۸٪ بر دو نوع کامپوزیت نانو هیبرید و ساب میکرومتر هیبرید و یک سمان گلاس آینومر نیز نتیجه ای همسو با نتیجه مطالعه حاضر داشت. در این مطالعه خشونت سطحی به طور معناداری در همه گروه های آزمایش شده افزایش یافت و در همه گروه ها این افزایش در نمونه هایی که تحت تاثیر هیدروژن پراکساید بودند بیشتر بود. آنها رادیکال های آزاد پرانرژی رها شده از پراکساید ها بر محل ارتباط رزین و فیلر را به عنوان توضیح احتمالی این پدیده دانستند. این اتفاق ممکن است باعث جدا شدن فیلر/ ماتریس و جذب آب

شود که منجر به stress corrosion و جدا شدن کامل یا بخشی از فیلر ها می شود و در نهایت منجر به افزایش خشونت سطحی می شود.^(۱۲)

Bollen و همکاران گزارش کردند که مقادیر خشونت سطحی بالاتر از آستانه ۰/۲ میکرومتر باعث افزایش تجمع پلاک و خطر بالاتر پوسیدگی و التهاب پریودنتال می شود درحالیکه خشونت سطحی زیر این حد (حد آستانه Ra یا حد بحرانی) هیچ اثر قابل توجهی بر تجمع پلاک ندارد و بیماران خشونت سطحی کمتر از ۰/۳ میکرومتر را تشخیص نمی دهند و هر گونه کاهش در خشونت سطحی زیر این سطح، تجمع پلاک را بیشتر کاهش نمی دهد.^(۱،۲،۳۲) در مطالعه حاضر میزان خشونت سطحی در تمام گروه ها به جز گروه های کنترل به فرای این حد بحرانی رسیده است. با این حال، افزایش قابل توجه در خشونت سطحی مواد آزمایش شده ما ممکن است در صورت پرداخت ایده آل از نظر بالینی مورد توجه نباشد. از طرفی، این که آیا می توان در تمام موقعیت های بالینی، به ویژه در مناطقی که دسترسی به آن دشوار است مانند سطوح پروگزیمال، به یک پرداخت ایده آل دست یافت یا خیر، سوال برانگیز است. این نواحی به دلیل مشکلاتی که برای کاربرد مواد ترمیم، پرداخت و کنترل پلاک نسبت به سطوح اکلوزال ایجاد می کنند، به عنوان سطوحی با مقاومت کمتر (locus minoris resistentiae) در نظر گرفته می شوند^(۲۱). با این حال chung و همکارانش نشان دادند که ترمیم هایی با خشونت سطحی کمتر از ۱ μm کاملاً صاف به نظر می رسند.^(۳۳) مطالعه Bahari و همکارانش در رابطه با ارتباط بین خشونت سطحی و تشکیل بیوفیلم بیان کرد که خشونت سطحی در بازه ۰/۶ تا ۰/۹ میکرومتر به طور معناداری بیشتر از بازه های کمتر از ۰/۵ و بیشتر از ۱ میکرومتر باعث افزایش تشکیل بیوفیلم می شود. در مطالعه حاضر مقدار خشونت سطحی در تمام گروه ها زیر این حد مشخص بود.^(۹)

لازم به ذکر است که همان طور که Bahari و همکارانش اشاره کردند محدودیت بسیاری از مطالعات آزمایشگاهی از جمله مطالعه حاضر در نگه داری نمونه ها در بزاق احتمالاً موجب بیشتر بودن خشونت سطحی نسبت به شرایط کلینیکی می شود. زیرا نشان داده شده است که بزاق خود می تواند با تشکیل یک لایه سطحی محافظ بر ترمیم اثر هیدروژن پراکساید را ضعیف کند و یا آن را تغییر دهد.^(۹) در این مطالعه و بسیاری دیگر از مطالعات مشاهده می شود که گروه کنترل در طول مدت آزمایش در آب مقطر به عنوان یک ماده خنثی نگه داری و روزانه آب آن تعویض شده که از ملزومات آزمایش می باشد، بدین منظور که بتوانیم تاثیر مواد سفید کننده را بر کامپوزیت ها نسبت به گروه شاهد بسنجیم.^(۹) در مطالعه حاضر نیز به منظور دستیابی به قیاسی دقیق از هر دو گروه کامپوزیت ۱۰ نمونه به صورت تصادفی به عنوان گروه شاهد انتخاب شدند و به مدت ۱۴ روز با شرایط گفته شده نگه داری شدند که خشونت سطحی در این بازه زمانی تغییری را نشان نداد؛ همچنین اندازه گیری خشونت سطحی این گروه در ابتدا و انتهای ۱۴ روز انجام شد تا از عدم تاثیر آب مقطر بر خشونت سطحی نیز اطمینان حاصل شود.

مطالعه Mortazavi و همکارانش در بررسی تاثیر بلیچینگ خانگی کارباماید پراکساید ۲۰٪ opalescence PF و بلیچینگ مطب کارباماید پراکساید opalescence quick ۳۵٪ بر خشونت سطحی دو کامپوزیت نانوفیلد و یک کامپوزیت میکروهیبرید نتیجه ای خلاف نتیجه مطالعه حاضر داشت. در این مطالعه نشان داده شد که بین مقادیر خشونت سطحی همه گروه ها، اختلاف معناداری مشاهده نشد و مواد سفیدکننده مورد استفاده در این پژوهش تاثیری بر خشونت سطحی کامپوزیت های فوق الذکر نداشتند. نویسندگان این مقاله کوچک بودن اندازه فیلر های کامپوزیت های مورد آزمایش را دلیلی بر عدم تغییر خشونت سطحی دانستند، آنها

بیان کردند که این کوچک بودن باعث شده است که حتی در صورت جا به جا شدن و کنده شدن فیلر ها بر اثر بلیچینگ ، خشونت سطحی دچار تغییر نشود. این تفاوت در نوع کامپوزیت به کار رفته و خواص آنها در دو مطالعه می تواند توجیهی بر تفاوت نتایج باشد. از طرفی دیگر لازم به ذکر است که در این مطالعه طول مدت کاربرد هیدروژن پراکساید تنها ۳۰ دقیقه بوده است این در حالیست که نویسندگان بیان کردند در کاربرد طولانی تر ماده سفیدکننده در مقالات مشابه این افزایش خشونت سطحی در کامپوزیت میکروهیبرید دیده شده است. (۱۶)

مطالعات نشان داده اند که غلظت ماده پراکساید و مدت زمان اعمال آن ، دو عامل کلیدی در نتیجه درمان هستند. (۱۴،۱۳) بدین منظور امروزه به طور عمده از دو روش In office bleaching و Home bleaching و غلظت های مختلفی از ماده های هیدروژن پراکساید و کارباماید پراکساید استفاده می-شود. در مطالعه حاضر همانند اکثر مطالعات پیشین از هیدروژن پراکساید ۴۰٪ مطابق دستور کارخانه سازنده و از کارباماید پراکساید ۲۰٪ به مدت ۱۴ روز و هر روز ۴ ساعت استفاده شد. (۲۵-۲۷)

با توجه به ماهیت شیمیایی ژل های سفید کننده، معمولاً انتظار می رود که مواد مختلف در حفره دهان مانند کامپوزیت های رزینی واکنش متفاوتی نشان دهند . واکنش های اکسیداتیو که توسط ژل های سفیدکننده برای از بین بردن stainها انجام می شود، به عنوان دلیل اصلی اثرات مغایر آن شناخته شده است. (۱۸)

در مطالعه حاضر در گروه کامپوزیت میکروهیبرید خشونت سطحی نمونه هایی که در معرض هیدروژن پراکساید ۴۰٪ بودند به طور معناداری بیشتر افزایش پیدا کرده بود هرچند این افزایش در گروه کامپوزیت نانوهیبرید هم به طور غیرمعناداری به چشم می خورد ؛ در این مورد Qasim و همکاران نتیجه مشابهی را گزارش کردند. در آن مطالعه نشان داده شد که استفاده از ماده سفیدکننده Opalescence Boost office

۴۰٪ برای مدتی بیش از ۴۵ دقیقه می تواند تاثیر معناداری بر خشونت سطحی کامپوزیت ها به خصوص کامپوزیت میکروهیبرید در مقایسه با کامپوزیت نانوهیبرید بگذارد و به طور کلی گفته شد که خشونت سطحی کامپوزیت ها نه تنها تحت تاثیر غلظت ژل های سفید کننده قرار می گیرد، بلکه تحت تاثیر زمان استفاده نیز قرار می گیرد و از آنجایی که در مطالعه حاضر نمونه ها به مدت ۶۰ دقیقه در معرض هیدروژن پراکساید بودند این زمان می تواند دلیلی بر این یافته باشد (۱۸). مطالعه Hafez و همکارانش نیز در راستای نتایج مطالعه اخیر بود ، در این مطالعه نشان داده شد که افزایش مدت زمان بلیچینگ و نوع کامپوزیت بر تغییرات خشونت سطحی تاثیر معناداری خواهد داشت. (۱۷)

از لحاظ بالینی این مطالعه می تواند برای دندانپزشکان در انتخاب نوع ماده بلیچینگ و نوع کامپوزیت در درمان های مرتبط مفید واقع شود. دندانپزشکان باید در مورد زمان درمان محتاط باشند و آنرا تا جای ممکن کوتاه نگه دارند زیرا فاکتورهایی مانند افزایش دوره های بلیچینگ، دوره های بلیچینگ طولانی مدت و غلظت بالای هیدروژن پراکساید می توانند باعث تغییراتی در خشونت سطحی ترمیم شوند و این افزایش خشونت می تواند منجر به مستعد شدن ترمیم به رنگ پذیری و احتباس پلاک ،پوسیدگی و نهایتاً نیاز به تعویض ترمیمهای کامپوزیتی بعد از بلیچینگ گردد که زمان و هزینه بیشتری را به همراه خواهد داشت.

نتیجه گیری

با در نظر گرفتن محدودیت های این مطالعه آزمایشگاهی نشان داده شد که مواد سفیدکننده هیدروژن پراکساید ۴۰٪ و کارباماید پراکساید ۲۰٪ می توانند بر خشونت سطحی کامپوزیت رزین های ترمیمی میکروهیبرید و نانوهیبرید تاثیرگذار باشند و همچنین ماده سفیدکننده هیدروژن پراکساید ۴۰٪ منجر به افزایش بیشتری در خشونت سطحی کامپوزیت میکروهیبرید می شود.

۱. Powers JM, Sakaguchi RL, Craig RG. Craig's restorative dental materials/edited by Ronald L. Sakaguchi, John M. Powers: Philadelphia, PA: Elsevier/Mosby; 2019
2. Yikilgan İ, Kamak H, Akgul S, Ozcan S, Bala O. Effects of three different bleaching agents on microhardness and roughness of composite sample surfaces finished with different polishing techniques. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(3):e460-e^۳
۳. Putra, A. A., Nurazizah, R., & Sari, D. P. (2021). Effect of polishing systems on the surface roughness of nano-hybrid and nano-filling composite resins: A systematic review. *Dentistry Journal*, 9(8), 95.
۴. Nasoohi N, Hoorizad M, Tabatabaei SF. Effects of Wet and Dry Finishing and Polishing on Surface Roughness and Microhardness of Composite Resins. *J Dent (Tehran)*. 2017;14(2):69-75.
5. Navimipour EJ, Ajami AA, Oskoe SS, Kahnrou MA, Bahari M, Ebrahimi Chaharom ME, et al. Surface Roughness of Different Composite Resins after Application of ۱۰% Carbamide Peroxide and Brushing with Toothpaste: An In-Vitro Study. *Front Dent*. 2019;16(1):55-61
6. Ritter AV. Sturdevant's art & science of operative dentistry-e-book: Elsevier Health Sciences; 2025.
7. Pinelli MD, Catelan A, de Resende LF, Soares LE, Aguiar FH, Liporoni PC. Chemical composition and roughness of enamel and composite after bleaching, acidic beverages and toothbrushing. *J Clin Exp Dent*. 2019;11(12):e1175-e.80
8. da Rosa GM, da Silva LM, de Menezes M, do Vale HF, Regalado DF, Pontes DG. Effect of whitening dentifrices on the surface roughness of a nanohybrid composite resin. *Eur J Dent*. 5-170(2)10;2016
9. Bahari M, Ebrahimi Chaharom ME, Daneshpooy M, Gholizadeh S, Pashayi H. Effect of bleaching protocols on surface roughness and biofilm formation on silorane-based composite resin. *Dent Res J (Isfahan)*. 2019;16(4):264-70
10. Hajizadeh H, Ameri H, Eslami S, Mirzaeipoor B. The effect of bleaching on toothbrush abrasion of resin composites. *J Conserv Dent*. 2013;16(1):17-20
11. Fernandes RA, Strazzi-Sahyon HB, Suzuki TYU, Briso ALF, Dos Santos PH. Effect of dental bleaching on the microhardness and surface roughness of sealed composite resins. *Restorative dentistry & endodontics*. 2020;45(1):e.12..
12. Markovic L, Jordan RA, Glasser MC, Arnold WH, Nebel J, Tillmann W, et al. Effects of bleaching agents on surface roughness of filling materials. *Dental materials journal*. 2014;33(1):59-63.
13. Cengiz E, Kurtulmus-Yilmaz S, Ulusoy N, Deniz ST, Yuksel-Devrim E. The effect of home bleaching agents on the surface roughness of five different composite resins: A SEM evaluation. *Scanning*. 2016;38(3):83-277. <https://doi.org/10.1002/sca.21307>
14. Telang A, Narayana IH, Madhu KS, Kalasaiah D, Ramesh P, Nagaraja S. Effect of Staining and Bleaching on Color stability and Surface Roughness of Three Resin Composites: An in vitro study. *Contemp Clin Dent*. 2018;9(3):452-6.
15. PubChem [Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US) NCFBI-PCSC, Hydrogen peroxide;
16. Popa Dubois, A., Nitu, C., Tugui, M. J., et al. (2023). Effects of dental bleaching agents on the surface roughness of dental restoration materials. *Medicina*, 59(6), 1067.
17. Kaya S, Bektaş ÖÖ. Effect of in-Office Bleaching on the Surface Roughness of Different Composite Resins. *Cumhuriyet Dental Journal*. 2022;25:78-82.
18. Qasim S, Ramakrishnaiah R, Alkheriaf AA, Zafar MS. Influence of various bleaching regimes on surface roughness of resin composite and ceramic dental biomaterials. *Technol Health Care*. 2016;24(2)61-153.
19. Ultradent Products I. Instructions for use , Opalescence Tooth Whitening Systems. 2020.
20. Ultradent Products I. instructions for use, Opalescence Boost 40% Tooth Whitening Systems. 2020.
21. Popescu AD, Tuculina MJ, Diaconu OA, Gheorghita LM, Nicolicescu C, Cumpăta CN, Petcu C, Abdul-Razzak J, Rîcă AM, Voinea-Georgescu R. Effects of dental bleaching agents on the surface roughness of dental restoration materials. *Medicina*. 2023;59(6):1067.
22. Ghaemi A, Sharifshoshtari S, Shahmoradi M, Akbari H, Boostanifard P, Bagheri S, Shokuhifar M, Ashoori N, Rakhshan V. Effect of bleaching with 15% carbamide peroxide on color stability of microhybrid, nanohybrid, and nanofilled resin composites, each in 3 staining solutions (coffee, cola, red grape juice): A 3-phase study. *Dent Res J (Isfahan)*. 2023;20(1):74.
23. Basting RT, Fernández YFC, Ambrosano GM, de Campos IT. Effects of a ۱۰% carbamide peroxide bleaching agent on roughness and microhardness of packable composite resins. *J Esthet Restor Dent*. 2005;17(4):256-62.
24. Magdy NM, Kola MZ, Alqahtani HH, Alqahtani MD, Alghmlas AS. Evaluation of Surface Roughness of Different Direct Resin-based Composites. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2017;7(3):104-9۲

25. Alonso de la Peña V, López Ratón M. Randomized clinical trial on the efficacy and safety of four professional at-home tooth whitening gels. *Oper Dent*. 2014;39(2):136-43
26. Yalçın E.D., Surmelioglu D., Orhan K. Micro-computed tomography analysis of enamel structure after different bleaching treatments. *Color Res Appl*. 2021;46(6):1371-81.
27. Deliperi S, Bardwell DN. Two-year clinical evaluation of nonvital tooth whitening and resin composite restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2005;17(6):369-78
28. An evaluation of surface roughness after staining of different composite resins using atomic force microscopy and a profilometer. *Dent Mater*. 2020;36(3):[e.g.].
29. Melo M, Dumitrache B, Ghilotti J, Sanz JL, Llena C. Effect of bleaching agents on composite resins with and without Bis-GMA: An in vitro study. *J Funct Biomater*. 2024;15(6):144.
30. Sricharan S, Hegde S, Narayana I H, Mohan C, Shetty N K. Effect of bleaching on the microhardness and modulus of elasticity of ACTIVA BioACTIVE –RESTORATIVE: an in vitro study. *J Adv Oral Res*. 2023;14(2):190-197.
31. Yasin MM, Ghuneim RN, Abu Alreesh AM, Albahnasawi SO, Ramadan HI, AlBhaisi IN. The influence of dental bleaching techniques on microleakage of composite resin restoration: a systematic review. *J Health Transl Med*. 2024;Special Issue 1:32. .
32. Park JW, An JS, Lim WH, Lim BS, Ahn SJ. Microbial changes in biofilms on composite resins with different surface roughness: An in-vitro study with a multispecies biofilm model. *J Prosthet Dent*. 2019;122(5):493.e1-493.e8.
33. Numan Aydın, Fulya-Toksoy Topçu, Serpil Karaoğlu, Elif-Aybala Oktay, Uğur Erdemir. Effect of finishing and polishing systems on the surface roughness and color change of composite resins. *J Clin Exp Dent*. 2021;13(5):e446-e454.