

## بررسی جذب آب، حلالیت و ریزسختی سطحی سه نوع کامپوزیت رزینی نانو هیبرید در طول ۶۰ روز ذخیره در آب

کیما نگهداری<sup>۱</sup> - دکتر مریم السادات توانگر<sup>۲†</sup> - دکتر رفعت باقری<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شیراز، شیراز، ایران

۲- استادیار گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شیراز، شیراز، ایران

۳- دانشیار گروه آموزشی مواد دندان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شیراز، شیراز، ایران

### Sorption, solubility, and surface microhardness of 3 nanohybrid resin composites after 60 days of water storage

Kimia Negahdari<sup>1</sup>, Maryam Sadat Tavanagar<sup>2†</sup>, Rifaat Bagheri<sup>3</sup>

1- Dental Student, School of Dentistry, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

2<sup>†</sup>- Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran (tavangarm@yahoo.com)

3- Associate Professor, Department of Dental Materials, School of Dentistry, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

**Background and Aims:** Microhardness, sorption, and solubility are useful predictors of a resin composite's clinical success. This study aimed to evaluate the effect of 60 days of water storage on the microhardness, sorption, and solubility of 3 commercial nanohybrid resin composites.

**Materials and Methods:** Three nanohybrid composites were evaluated: GC Kalore (GC), Aura (SDI), and G-aenial Universal Flo Universal Flo (GC). Ten disc-shaped samples were prepared for each material. After baseline weight measurement, the specimens were stored in distilled water for a period of 60 days, and then in desiccators for another 60 days. Specimens were weighed at 24 hours, 7 and 60 days of water storage and desiccation. For the microhardness test, 24 were prepared for each material and divided into 6 groups based on storage media (dry and wet) and storage time (24 hours, 7 days, and 60 days). Specimens were tested by a digital Vickers microhardness tester after storage and data were analyzed using SPSS software.

**Results:** G-aenial Universal Flo Universal Flo showed the highest sorption and solubility and the lowest microhardness after 60 days of water storage. GC Kalore showed lower sorption and solubility compared to Aura. Also GC Kalore had higher microhardness than Aura after 60 days of storage in water, while Aura had higher microhardness in dry storage.

**Conclusion:** Composites with lower sorption and solubility showed higher microhardness in wet conditions. Flowable composite resin showed the lowest microhardness and the highest sorption and solubility values. Therefore, the negative effect of water sorption and solubility on Surface microhardness should be considered in clinical decisions.

**Key Words:** Composite resin, Sorption, Solubility

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2018;30(4):200-207

† مؤلف مسؤول: شیراز- دانشگاه علوم پزشکی شیراز- دانشکده دندانپزشکی -گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی  
تلفن: ۳۶۲۶۳۱۹۳ نشانی الکترونیک: tavangarm@yahoo.com

## چکیده

**زمینه و هدف:** ریزسختی، حلالیت و جذب آب از عوامل پیش بینی کننده کارایی بالینی کامپوزیت‌های رزینی هستند. هدف از این مطالعه بررسی تغییرات ریزسختی (microhardness) در محیط خشک و مرطوب، جذب آب و حلالیت در آب سه نوع کامپوزیت نانوهیبرید در سه بازه زمانی ۲۴ ساعت، ۷ روز و ۶۰ روز بود.

**روش بررسی:** در این مطالعه از ۳ کامپوزیت GC Kalore (GC)، aura (SDI) و G-aenial Universal Flo Universal Flo (GC) استفاده شد. برای هر ماده ۱۰ نمونه دیسک شکل تهیه شد. نمونه‌ها پس از رسیدن به وزن ثابت، به مدت ۶۰ روز در آب مقطر و سپس بلافاصله ۶۰ روز در دسیکاتور نگهداری شدند. در طی این مدت وزن نمونه‌ها در زمان‌های ۲۴ ساعت ۷ روز و ۶۰ روز اندازه‌گیری شد. برای تست ریزسختی برای هر ماده ۲۴ نمونه تهیه شده و بر اساس محیط ذخیره (خشک یا مرطوب) و زمان ذخیره (۲۴ ساعت، ۷ روز یا ۱۰ روز) در به ۶ گروه تقسیم شد. نمونه‌ها پس از پایان مدت نگهداری در سه نقطه با دستگاه دیجیتال سنجش ریز سختی Vickers مورد آزمایش قرار گرفتند. داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS و آنالیزهای آماری ANOVA و Tukey مورد تحلیل آماری قرار گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج مطالعه حاضر حاکی از این بود که ماده G-aenial Universal Flo بیشترین میزان جذب آب و حلالیت و هم چنین کمترین میزان ریزسختی را پس از دوره نگهداری ۶۰ روزه داشت. ماده GC Kalore جذب آب و حلالیت کمتر نسبت به ماده aura نشان داد. همچنین GC Kalore پس از ذخیره ۶۰ روزه در آب ریزسختی بیشتری نسبت به aura نشان داد. این در حالی بود که ماده aura ریزسختی بیشتری در محیط خشک داشت.

**نتیجه‌گیری:** مواد با جذب آب و حلالیت کمتر ریزسختی بیشتری را در محیط مرطوب نشان دادند. کمترین ریزسختی و بیشترین جذب آب و حلالیت مربوط به کامپوزیت flowable بود. بنابراین تأثیر منفی جذب آب بر ریزسختی باید در کاربردهای کلینیکی کامپوزیت‌های رزینی در نظر گرفته شود.

**کلید واژه‌ها:** کامپوزیت رزینی، حلالیت، جذب آب

وصول: ۹۶/۰۵/۱۳ اصلاح نهایی: ۹۶/۱۲/۰۲ تأیید چاپ: ۹۶/۱۲/۰۵

## مقدمه

کیفیت و تکنیک پالیش، ترکیب شیمیایی ماده مانند ترکیب ماتریکس ارگانیک و مقدار فیلر (۵) و تأثیر طولانی مدت آب و سایر محیط‌ها (۶). جذب آب یکی دیگر از خواص مهم مواد دندانی است که در پیش بینی موفقیت کلینیکی کامپوزیت‌ها مفید می‌باشد (۷،۸). ادعا شده است که جذب آب می‌تواند در جبران شکاف‌های مارجینال که به خاطر انقباض پلیمریزاسیون به وجود می‌آیند کمک کند (۹،۱۰). جذب آب توسط رزین کامپوزیت از طریق نفوذ آب به درون فضاهای خالی پلیمر یا تأثیر بر پیوندهای هیدروژنی پلیمر اتفاق می‌افتد (۱۱،۱۲). مطالعات متعددی آثار مخرب جذب آب بر کامپوزیت از جمله تغییر رنگ (۱۳)، تضعیف خواص مکانیکی (۱۴-۱۱)، کاهش مقاومت به سایش (۱۵) و تخریب پیوندها خصوصاً در سطح بین ماتریکس و فیلر (۱۶) گزارش کرده‌اند. علاوه بر این افزایش حجم ترمیم کامپوزیت در اثر جذب آب می‌تواند منجر به ایجاد شکاف و ترک در ابعاد میکرون یا حتی ترک در کاسپ دندان شود (۱۷). هم چنین آزاد شدن موادی مثل مونومرهای باقی مانده و زنجیره‌های کوتاه به سبب کاهش زیبایی و زیست سازگاری کامپوزیت می‌شود (۱۱).

در سال ۲۰۱۰ Wei و همکاران (۱۱) تغییرات ابعادی هیگروسکوپیکی در دوره جذب و از دست دادن آب را در ۵ کامپوزیت

امروزه تقاضا برای مواد ترمیمی هم رنگ دندان مانند کامپوزیت‌های رزینی، گلاس آینومرها و گلاس آینومرهای تغییر یافته با رزین در کلینیک‌های دندانی رو به افزایش است. کامپوزیت‌های رزینی بیشترین زیبایی و بالاترین خواص مکانیکی را در بین مواد هم رنگ دندان نشان می‌دهند. به همین دلیل از زمان معرفی رزین کامپوزیت‌ها در دهه ۹۰ میلادی مطالعات بسیار و تلاش‌های متنوعی در رابطه با بهبود خواص آن‌ها انجام شده است (۱). نیروهای مضغی، غذاهای زبر و ساینده، تغییرات دما و رطوبت، مواد تولید شده توسط باکتری‌ها، آنزیم‌های بزاقی و مایعاتی که باعث واکنش‌های شیمیایی می‌شوند همه عوامل محیطی هستند که کامپوزیت رزینی باید نسبت به آن‌ها تا حد امکان مقاوم باشد (۲).

ریزسختی (microhardness) به عنوان مقاومت ماده به ایندنت شدن توسط دستگاه با نیرو و زمان مشخص تعریف می‌شود. این ویژگی از جمله خواصی می‌باشد که پیش بینی کننده موفقیت کلینیکی کامپوزیت‌های رزینی است (۳،۲). تخریب سطح در ترمیم‌های کامپوزیتی به عنوان یکی از مهم‌ترین دلایل تعویض ترمیم‌ها شناخته شده است (۴). عوامل مؤثر بر ریزسختی سطح کامپوزیت عبارتند از

علی‌رغم تعدد مطالعات انجام شده در مورد جذب آب، حلالیت و ریزسختی کامپوزیت‌های رزینی، مطالعات زیادی برای بررسی این متغیرها در نانوهیبریدهای جدید از جمله انواع Flowable و Bulkfill در بازه‌های زمانی طولانی انجام نشده است. بنابر این هدف این مطالعه اندازه‌گیری جذب آب و حلالیت سه کامپوزیت رزینی نانوهیبرید (یک نانوهیبرید معمولی، یک نانوهیبرید Flowable و یک نانوهیبرید Bulkfill) در مدت ۶۰ روز و هم چنین بررسی تغییرات ریزسختی سطحی آن‌ها در طول ۶۰ روز نگهداری در محیط خشک و مرطوب بوده است. فرض بر این بود که به علت قرار گرفتن مواد ترمیمی در محیط مرطوب، ترمیم دچار تخریب سطحی خواهد شد و هم چنین جذب آب باعث افزایش حجم ماده و حل شدن برخی ترکیبات آن می‌شود.

### روش بررسی

مطالعه حاضر یک مطالعه مداخله‌ای آزمایشگاهی با هدف بررسی اثر ذخیره در آب بر ریزسختی، جذب آب و حلالیت در آب ۳ نوع کامپوزیت رزینی بود.

#### ۱- آماده سازی نمونه‌ها

در این مطالعه سه نوع کامپوزیت رزینی نانوهیبرید موجود در بازار شامل (aB) Bulkfill (aura)، (GCK) GC Kalore و (GUF) G-aenial Universal Flo مورد مطالعه قرار گرفتند. جزئیات هر یک از مواد در جدول ۱ به تفصیل آورده شده است.

رزینی شامل یک کامپوزیت Flowable بررسی کردند. در این مطالعه که تغییرات حجم کامپوزیت‌ها در آب تا زمان رسیدن به تعادل و سپس در محیط خشک نیز تا رسیدن به تعادل اندازه‌گیری شد، کامپوزیت Flowable تغییرات حجمی چشمگیری نشان داد. Alshali و همکاران (۷) در مطالعه خود در سال ۲۰۱۵ روی تغییرات هیگروسکوپیک ۱۴ کامپوزیت در آب و بزاق مصنوعی در مدت یک سال رابطه بین مقدار فیلر و جذب آب را تأیید کرده و نیز دریافتند که کامپوزیت رزینی X-Flow با دارای درصد وزنی فیلر کمتر، بیشترین مقدار جذب آب را نشان داد. وجود میزان کمتر فیلر در کامپوزیت‌های رزینی Flowable به منظور کاهش قوام این دسته از کامپوزیت‌ها، باعث بروز ضعف‌هایی از جمله کاهش استحکام، کاهش ریزسختی سطحی و افزایش جذب آب و حلالیت می‌شود. با این حال به دلیل تطابق لبه‌ای بهتر با حفره و در نتیجه کاهش ریزش و آسان تر بودن کاربرد آن، استفاده از کامپوزیت‌های Flowable برای ترمیم حفره‌های سطحی دندان‌های خلفی را رایج است (۱۸،۱۹).

در سال‌های اخیر، استفاده از نانوفیلرها در کامپوزیت‌های Flowable باعث افزایش درصد فیلر و بهبود خواص آن‌ها شده است (۲۰). همچنین با پیشرفت در زمینه فیلرها و آغازگرهای واکنش، اخیراً کامپوزیت‌های Bulkfill که عمدتاً نانوهیبرید هستند، به بازار عرضه شده‌اند که ادعا می‌شود می‌توان آن‌ها را در ضخامت ۴ میلی‌متر لایت کیور نمود. این امر به کاهش زمان درمان در کلینیک و کاهش انقباض پلیمریزاسیون، خصوصاً در مورد حفره‌های حجیم خلفی کمک می‌کند (۲۱).

جدول ۱- ترکیب شیمیایی فیلر و ماتریکس رزینی و دیگر جزئیات کامپوزیت‌های مطالعه شده

کارخانه	ماتریکس رزینی	مشخصات فیلر (درصد وزنی، نوع و اندازه)	شماره ساخت	نوع	کامپوزیت رزین
SDI, Melbourne, Australia	UDMA, Bis-EMA, Bis-GMA	Ba-Al-Si pre-polymerized filler; Amorphous silicon dioxide, (81%), 0.02-0.4 micron	۱۶۰۸۴۱	نانوهیبرید	aura Bulkfill (aB)
GC Corporation, Tokyo, Japan	UDMA, Bis-MEPP, TEG-DMA	200-nm strontium glass fillers, (69% wt)	۱۶۰۶۲۰۷	نانوهیبرید	G-aenial Universal Flo (GUF)
GC Corporation, Tokyo, Japan	UDMA, DX-511 comonomers, Dimethacrylate	Fluoroaluminosilicate glass, Silicon dioxide, Pre-polymerized filler,(82%)	۱۶۰۱۲۰۱	نانوهیبرید	GC Kalore (GCK)

بعد از اندازه‌گیری اولیه وزن و حجم، نمونه‌ها وارد آب مقطر شدند. نگهداری نمونه‌ها به صورت عمودی در محفظه‌های ویژه‌ای صورت گرفت که این امکان را فراهم کرد بیش از ۳ میلی‌متر آب مقطر بین هر دو نمونه وجود داشته باشد. حجم کل آب از ۱۰ میلی لیتر به ازای هر نمونه، که حداقل توصیه شده توسط ISO ۴۰۴۹ می‌باشد، بیشتر بود. وزن نمونه‌ها پس از ۲۴ ساعت، ۷ روز و ۶۰ روز اندازه‌گیری شد. قبل از هر بار اندازه‌گیری، نمونه به نحوی خشک شد که اثر رطوبت روی آن دیده نشود. وزن به دست آمده برای هر بازه زمانی  $M_1$  نام گرفت. پس از اتمام دوره ۶۰ روزه، نمونه‌ها به دسیکاتور حاوی ژل سیلیکا منتقل شدند و پس از گذشت ۲۴ ساعت، ۷ روز و ۶۰ روز دوباره وزن شدند. وزن به دست آمده در هر بازه زمانی  $M_2$  نام گذاری شد. جذب آب (Sorptions) و حلالیت (Solubility) با فرمول‌های زیر محاسبه شد:

$$SO = M_1 - M_2 / V$$

$$SL = M_0 - M_2 / V$$

در فرمول‌های فوق SO جذب آب، SL حلالیت ماده،  $M_0$  وزن نمونه قبل از ورود به آب،  $M_1$  وزن نمونه بعد از نگهداری در آب،  $M_2$  وزن نمونه بعد از خشک شدن و V حجم نمونه قبل از ورود به آب است.

### ۳- ریزسختی

نمونه‌ها به دو گروه تقسیم شده و در شرایط مرطوب یا خشک در سه زیر گروه (n=۱۲) به مدت زمان ۲۴ ساعت، ۷ روز یا ۶۰ روز نگهداری شدند. سپس آزمون ریزسختی (Vickers Hardness, VHN) توسط دستگاه دیجیتال سنجش ریزسختی (MHV-10002, SCTMC, China) با نیروی ۳۰۰ گرم و زمان ۱۵ ثانیه روی نمونه‌ها انجام شد.

### ۴- تحلیل آماری

برای تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS (version 22, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) استفاده شد. برای بررسی برهم کنش ماده و محیط در نتایج ریزسختی از آزمون Two way ANOVA استفاده

نمونه‌های دیسک شکل با استفاده از قالب پلی اتیلن با قطر ۱۰ میلی‌متر و ضخامت ۲ میلی‌متر با روش مورد تأیید ISO ۴۰۴۹ تهیه شدند. قالب بر روی یک اسلب شیشه‌ای قرار داده شد و تا حد سر ریز با ماده پر شد تا از به وجود آمدن حباب هوا در ماده جلوگیری شود. دو طرف قالب با نوار ماتریکس شفاف پوشانده شد تا ماده هنگام پلیمریزاسیون با اکسیژن در تماس نباشد. یک اسلب شیشه‌ای دیگر روی قالب قرار داده شده و با ملایمت فشار داده شد تا مقدار اضافی ماده خارج شده و تخلخل از بین برود. سپس نمونه توسط LED (Radii plus LED, SDI, Bayswater, Vic, Australia) با طول موج ۴۴۰ تا ۴۸۰ نانومتر و شدت ۱۵۰۰ میلی وات بر سانتی‌متر مربع و طبق دستور کارخانه مربوطه لایت کیور شد. هر نمونه به آرامی از قالب خارج شده و بررسی شد تا ایراد ساختاری قابل رویتی نداشته باشد. بعد از این اضافات لبه‌های نمونه با کاغذ سمباده ساییده شد.

### ۲- جذب آب و حلالیت

پس از پلیمریزاسیون، نمونه‌ها (n=۱۰) به یک دسیکاتور حاوی ژل سیلیکا منتقل شده و برای اطمینان از تکمیل پلیمریزاسیون ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس نمونه‌ها توسط ترازوی دیجیتال (GR-300, A&D Analytical Balance Company, Toshima-ku, Tokyo, Japan) با دقت ۰/۱ میلی‌گرم هر ۸ ساعت یک بار وزن شدند تا به وزن ثابت رسیدند، به گونه‌ای که تغییر وزن هر نمونه بیش از ۰/۱ میلی‌گرم نبود، که این وزن  $M_0$  نامگذاری شد. حجم نمونه‌ها نیز به وسیله کولیس دیجیتال با دقت ۰/۱ میلی‌متر (CD-8"CSX, mitutoyo Corp. Japan) اندازه‌گیری شد. قطر متوسط هر نمونه با اندازه‌گیری دو قطر عمود بر هم و محاسبه میانگین آن‌ها به دست آمد. ضخامت متوسط هر نمونه با اندازه‌گیری در ۵ نقطه با فواصل مشابه و محاسبه میانگین آن‌ها به دست آمد، سپس حجم توسط فرمول زیر محاسبه شد:

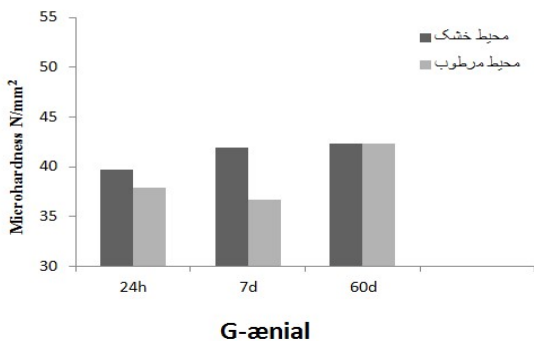
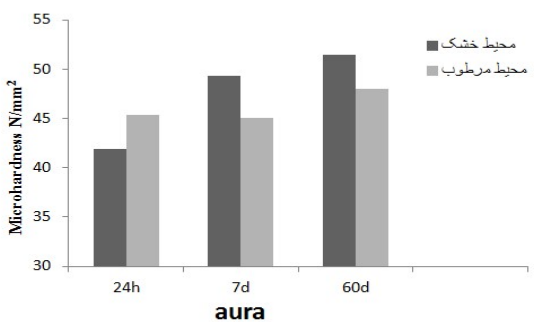
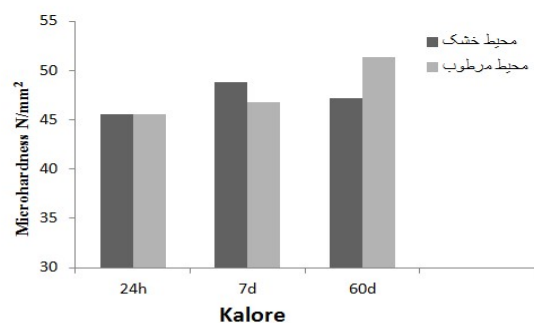
$$V = \pi r^2 h$$

که در آن V معادل حجم، h معادل ضخامت و r معادل شعاع است.

بیشترین میزان حلالیت متعلق به GUF بود که به طرز معنی‌داری از حلالیت aB ( $P=0/001$ ) و GCK ( $P=0/005$ ) بیشتر بود و کمترین میزان حلالیت متعلق به GCK است که البته با aB اختلاف معنی‌دار نشان نداد ( $P=0/816$ ) (نمودار ۱) (جدول ۲).

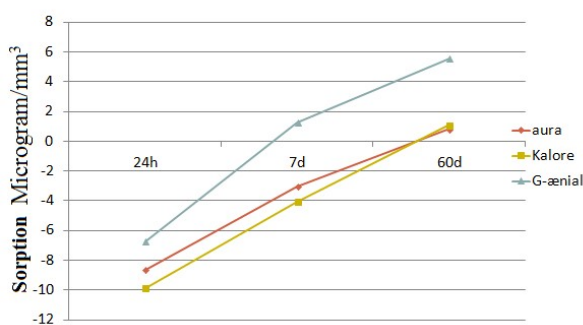
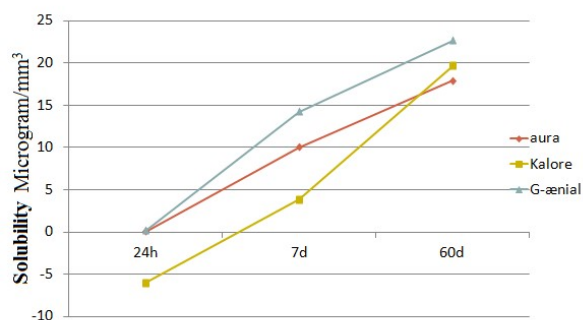
## ۲- ریزسختی

در هر دو محیط، ریزسختی با گذشت زمان برای همه مواد افزایش یافت. ماده GCK در بازه‌های زمانی میانی کاهش ناچیزی (۷ روزه:  $P=0/049$  و ۲۴ ساعته:  $P=0/036$ ) در میزان ریزسختی نشان داد اما با بررسی بازه زمانی طولانی ۶۰ روزه، افزایش ریزسختی در این ماده نیز مشاهده شد ( $P=0/005$ ) (نمودار ۲).



نمودار ۲- تغییرات ریزسختی در سه ماده در سه بازه زمانی

شد. برای مقایسه مواد در هر محیط از One-Way ANOVA و تست Tukey و برای مقایسه ریزسختی یک ماده در دو محیط خشک و مرطوب از student t-test استفاده شد. نتایج جذب آب و حلالیت در آب مواد مختلف با One-Way ANOVA و Tukey مقایسه شد و اثر زمان نگهداری بر جذب آب و حلالیت به وسیله ANOVA repeated measure تحلیل شد. در همه تست‌ها سطح معنی‌داری ( $P=0/05$ ) در نظر گرفته شد.



نمودار ۱- جذب آب و حلالیت سه ماده در سه بازه زمان

## یافته‌ها

### ۱- جذب آب و حلالیت

جذب آب در همه مواد به طور مشابه در طول زمان افزایش نشان داد. صرف نظر از اثر ماده، میزان جذب آب در بازه‌های زمانی معنی‌دار بود ( $P<0/001$ ). در هر سه بازه زمانی بیشترین میزان عددی جذب آب مربوط به GUF و در بازه‌های زمانی ۲۴ ساعته و ۷ روزه کمترین جذب آب مربوط به GCK بود. صرف نظر از عامل زمان، بین ماده GUF و GCK نیز تفاوت معنی‌داری وجود داشت. در حالی که میان ماده aB و ماده GUF ( $P=0/285$ ) و GCK ( $P=0/202$ ) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). میزان حلالیت در بازه‌های زمانی مختلف اختلاف معنی‌دار داشت ( $P<0/001$ ). صرف نظر از عامل زمان،

جدول ۲- نتایج تست‌های حلالیت و جذب آب در ۳ بازه زمانی

P-value	جذب آب			P-value	حلالیت			
	۶۰ روز	۷ روز	۲۴ ساعت		۶۰ روز	۷ روز	۲۴ ساعت	
P<۰/۰۰۱	۱۷/۹۲ ±۰/۹۱	۱۰/۰۱ ±۲/۲۹	۰/۰۲ ±۲/۷۰	P<۰/۰۰۱	۰/۸۲ ±۱/۹۱	-۳/۰۲ ±۲/۲۲	-۸/۶۶ ±۲/۲۶	aura Bulkfill (aB)
P<۰/۰۰۱	۲۲/۶۵ ±۱۹/۸۳	۱۴/۲۳ ±۱/۴۰	۰/۱۳ ±۴/۲۹	P<۰/۰۰۱	۵/۵۸ ±۱/۴۶	۱/۲۴ ±۱/۱۰	-۶/۷۳ ±۱/۶۰	G-aenial Universal Flo (GUF)
P<۰/۰۰۱	۱۷/۹۲ ±۰/۹۱	۳/۸۰ ±۵/۷۲	-۶/۰۳ ±۲/۳۰	P<۰/۰۰۱	۱/۰۹ ±۳/۶۷	-۴/۰۸ ±۳/۳۷	-۹/۸۶ ±۳/۶۵	GC Kalore (GCK)

جدول ۳- نتایج تست ریزسختی سه رزین کامپوزیت در دو محیط

P-value	محیط مرطوب			P-value	محیط خشک			
	۶۰ روز	۷ روز	۲۴ ساعت		۶۰ روز	۷ روز	۲۴ ساعت	
<۰/۰۰۱	۴۸/۰۱ ±۱/۲۷	۴۵/۰۹ ±۲/۶۰	۴۵/۳۳ ±۱/۹۰	۵۱/۴۱ ±۱/۸۶	۴۹/۳۷ ±۲/۱۵	۴۱/۸۶ ±۴/۱۳	aura Bulkfill (aB)	
۰/۹۷۷	۴۲/۳۲ ±۲/۶۳	۳۶/۷۰ ±۱/۷۹	۳۷/۹۲ ±۳/۷۶	۴۲/۲۸ ±۴/۵۳	۴۱/۹۲ ±۱/۶۹	۳۹/۶۹ ±۲/۳۷	G-aenial Universal Flo (GUF)	
۰/۰۰۵	۵۱/۳۵ ±۳/۱۷	۴۶/۸۳ ±۱/۵۳	۴۷/۴۲ ±۱/۳۶	۴۷/۲۰ ±۳/۲۷	۴۸/۷۹ ±۲/۸۷	۴۵/۵۴ ±۲/۵۰	GC Kalore (GCK)	

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر حاکی از این بود که ماده GUF بیشترین میزان جذب آب و حلالیت و هم چنین کمترین میزان ریزسختی را پس از دوره ذخیره ۶۰ روزه داشت. همچنین ماده GCK جذب آب و حلالیت کمتر نسبت به ماده aB نشان داد. علاوه بر این GCK پس از ذخیره ۶۰ روزه در آب ریزسختی بیشتر نسبت به aB نشان داد. این در حالی بود که ماده aB ریزسختی بیشتری در محیط خشک داشت. در این مطالعه GUF بیشترین مقدار جذب آب و حلالیت در آب را نشان داد که این پدیده با توجه به درصد وزنی فیلر کمتر آن (۶۹٪) نسبت به aB (۸۱٪) و GCK (۸۲٪) قابل توضیح می باشد. در سال ۲۰۱۵ Al Sunbul و همکاران (۲۲)، جذب آب و حلالیت ۱۸۰ روزه ۸ کامپوزیت (۲ ماده Flowable، یک ماده Packable Bulk-fill، یک ماده تقویت شده با فایبر، یک نانوهیبرید و یک میکروهیبرید) در

ترتیب عددی بیشترین مقادیر ریزسختی در ۲۴ ساعت در هر دو محیط خشک و مرطوب ابتدا مربوط به GCK، سپس aB و در آخر GUF بود. در بازه زمانی ۶۰ روزه در محیط خشک ریزسختی aB به طرز معنی‌داری بیشتر از GUF (P<۰/۰۰۱) و بیشتر از GCK (P=۰/۰۲) بود. در محیط مرطوب ریزسختی GCK به طرز معنی‌داری از aB (P=۰/۰۲۳) و از GUF (P<۰/۰۰۱) بیشتر بود و در همه بازه‌های زمانی و هر دو ریزسختی GUF به طرز معنی‌داری از همه کمتر (P<۰/۰۰۱) بود (جدول ۳). با مقایسه ریزسختی در دو محیط خشک و مرطوب نتایج نشان داد که پس از گذشت ۶۰ روز ریزسختی GUF در محیط خشک و مرطوب اختلاف معنی‌داری نداشت (P=۰/۹۷۷). ریزسختی aB در محیط خشک بیشتر (P<۰/۰۰۱) و ریزسختی GCK در محیط مرطوب بیشتر بود (P=۰/۰۰۵) (جدول ۳).

پدیده هماهنگ با سرعت جذب آب است. این پدیده در ابتدا باعث تغییر خصوصیات سطحی مثل ریزسختی کامپوزیت و در ادامه با نفوذ آب به حجم ماده، باعث تغییر خصوصیات حجمی آن می‌شود (۱۶).

نتایج مطالعه حاضر، حاکی از این بود که ریزسختی کامپوزیت‌ها در هر دو محیط خشک و مرطوب پس از ۶۰ روز افزایش یافته و همچنین کامپوزیت GUF با درصد فیلر کمتر نسبت به سایر کامپوزیت‌ها، کمترین میزان ریزسختی را نشان داد. یافته‌های مطالعات گذشته نشان داد که مقدار فیلر موجود در کامپوزیت‌های رزینی به میزان قابل توجهی بر سختی سطحی اثر می‌گذارد (۴،۲۶،۲۷). در نتایج مشابهی Al Sunbul و همکاران (۲) در مطالعه خود روی تغییرات هشت نوع کامپوزیت رزینی شامل دو میکروهیبرید و شش نانوهیبرید در سه نوع حلال دریافتند که ریزسختی همه مواد به طرز معنی‌داری کاهش پیدا می‌کند که این کاهش با مدت زمان ماندن کامپوزیت در حلال رابطه معنی‌دار داشت. علاوه بر این نتایج این مطالعه رابطه مستقیم مقدار فیلر و سختی سطحی را تأیید کرد. از سویی دیگر، وجود رابطه مستقیم بین میزان فیلر و سختی سطحی و همچنین تأثیر زمان بر کاهش آن، در سال ۲۰۰۳ توسط Schulze و همکاران (۲۸) رد شده بود. در این مطالعه ۱۰ نوع رزین کامپوزیت شامل پنج نوع لایت کیور و پنج نوع سلف کیور تحت فرآیند accelerated ageing قرار گرفتند و سپس ریزسختی آن‌ها با دستگاه نوپ سنجیده شد. ریزسختی مواد به طرز معنی‌داری با گذشت زمان افزایش نشان داد. در این مطالعه رابطه‌ای بین میزان کاهش ریزسختی و میزان فیلر یافت نشد.

طبق نتایج این مطالعه، مواد با جذب آب و حالیت بیشتر، ریزسختی کمتری در محیط مرطوب نشان دادند. با توجه به این که ریزسختی از عوامل پیش بینی کننده کارایی کلینیکی کامپوزیت‌های رزینی می‌باشد پیشنهاد می‌شود از کامپوزیت‌های دارای جذب آب و حالیت پایین‌تر استفاده شود. همچنین اگر سطح ترمیم با رزین‌های پوشاننده محافظت شود ممکن است کمک مؤثری به افزایش ریزسختی و کاهش جذب آب و حالیت باشد.

### تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از پایان‌نامه دانشجویی دکتر کیمیا نگهداری با شماره طرح ۱۲۷۵۳ در دانشگاه علوم پزشکی شیراز می‌باشد. مراحل

۳ حلال شامل آب دیونیزه را بررسی کردند. در این مطالعه نیز دو کامپوزیت Flowable تغییرات وزنی و حجمی بیشتری از سایر مواد داشتند، که دلیل این امر به وجود مقدار فیلر کمتر در کامپوزیت‌های Flowable نسبت داده شد.

علاوه بر این، ترکیب ماتریکس آلی نیز قبلاً به عنوان عامل مؤثر بر جذب آب شناخته شده بوده است (۲۳). GUF به علت داشتن مونومر TEG-DMA که یک مونومر هیدروفیل محسوب می‌شود تمایل بیشتری به جذب آب دارد، در حالی که ۲ کامپوزیت aB و GCK فاقد این مونومر هستند. در مطالعات پیشین دیده شد که خاصیت آب دوستی مونومر TEG-DMA می‌تواند باعث افزایش جذب آب در کامپوزیت‌های رزینی شود (۲۴،۲۵). همچنین در مطالع Wei و همکاران (۱۱)، تغییرات ابعادی هیدروسکوپی در دوره جذب و از دست دادن آب کامپوزیت Flowable کاهش حجم منفی چشمگیری نشان داد که دلیل این امر به وجود مونومرهای آب دوست GPDM و HEMA نسبت داده شد.

مطالعه Alshali و همکاران (۷) بر تغییرات هیگروسکوپی ۱۴ کامپوزیت در آب و بزاق مصنوعی در مدت یک سال، نیز رابطه معکوس بین مقدار فیلر و جذب آب را تأیید کرد. در این مطالعه کامپوزیت رزینی X-Flow که دارای ۶۰٪ وزنی فیلر و حاوی مونومر آب دوست DEGDM می‌باشد، بیشترین مقدار جذب آب را نشان داد. همچنین در این مطالعه مشابه با مقاله حاضر، برای بعضی مواد مقدار منفی حالیت در آب گزارش شد که دلیل آن احتمالاً ناقص بودن فرآیند دهیدراسیون است و نشان دهنده عدم حالیت مواد در آب نمی‌باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که علی‌رغم این که ماده aB ریزسختی بیشتری در محیط خشک داشت، پس از نگهداری ۶۰ روزه در آب، این ریزسختی نسبت به محیط خشک کاهش نشان داد. این وضعیت در مورد ماده GCK برعکس بود و ریزسختی در محیط مرطوب بالاتر از محیط خشک بود. با توجه به این که GCK جذب آب و حالیت بالاتری نسبت به aB نشان داد، کاهش ریزسختی در محیط مرطوب را می‌توان به جذب آب و حالیت بالاتر aB مرتبط دانست. در توضیح رابطه بین جذب آب و نرم شدن سطح کامپوزیت، مطالعه Ferracane نشان داد که پدیده plasticization در نتیجه نفوذ آب به شبکه پلیمری و اشغال فضا بین زنجیره‌ها اتفاق می‌افتد و سرعت این

خاطر یاری با ارزش ایشان در مراحل انجام این پژوهش تشکر کنند. همچنین از لابراتوار بخش مواد دندانی برای همکاری بی‌دریغ کمال تشکر را داریم.

آماری آن توسط دکتر مهرداد وثوقی در مرکز توسعه پژوهش دانشکده دندانپزشکی انجام گرفته که بدین وسیله قدردانی می‌گردد. نویسندگان همچنین مایلند از کارشناس بخش مواد دندانی خانم مرجان باقری به

## منابع:

- 1- Sarrett DC. Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations. *Dent Mater.* 1;21(1):9-20.
- 2- Sunbul HA, Silikas N, Watts DC. Surface and bulk properties of dental resin-composites after solvent storage. *Dent Mater.* 2016;32(8):987-97.
- 3- Kanca J 3rd. Visible light-activated posterior composite resins-a comparison of surface hardness and uniformity of cure. *1985 Quintessence Int.* 1985;16(5):345.
- 4- Briso AL, Caruzo LP, Guedes AP, Catelan A, dos Santos PH. In vitro evaluation of surface roughness and microhardness of restorative materials submitted to erosive challenges. *Oper Dent.* 2011;36(4):397-402
- 5- Kyo-Han Kim, Joo L. Ong, Osamu Okuno. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. *J Prosthet Dent.* 2002;87(6):642-9.
- 6- Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D, Tantbirojn. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. *J Dent.* 2006;34(3):214-20.
- 7- Alshali RZ, Salim NA, Satterthwaite JD, Silikas N. Long-term sorption and solubility of bulk-fill and conventional resin-composites in water and artificial saliva. *J Dent.* 2015;43(12):1511-8.
- 8- McCabe JF, Rusby S. Water absorption, dimensional change and radial pressure in resin matrix dental restorative materials. *Biomaterials.* 2004;25(18):4001-7.
- 9- Lee YK. Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. *Dent Mater.* 2008;24(9):1243-7.
- 10- Davidson CL, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *J Dent.* 1997;25(6):435-40.
- 11- Wei YJ, Silikas N, Zhang ZT, Watts DC. Hygroscopic dimensional changes of self-adhering and new resin-matrix composites during water sorption/desorption cycle. *Dent Mater.* 2011;27(3):259-66.
- 12- Chaves LP, Graciano FM, Júnior OB, do Vale Pedreira AP, Manso AP, Wang L. Water interaction with dental luting cements by means of sorption and solubility. *Braz Dent Sci.* 2013;15(4):29-35.
- 13- Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int.* 1991;22(5):377-86.
- 14- Ito S, Hashimoto M, Wadgaonkar B, Svizero N, Carvalho RM, Yiu C, et al. Effects of resin hydrophilicity on water sorption and changes in modulus of elasticity. *Biomaterials.* 2005;26(33):6449-59.
- 15- Göhring TN, Gallo L, Lüthy H. Effect of water storage, thermocycling, the incorporation and site of placement of glass-fibers on the flexural strength of veneering composite. *Dent Mater.* 2005;21(8):761-72.
- 16- Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater.* 2006;22(3):211-22.
- 17- Rüttermann SI, Krüger S, Raab WH, Janda R. Polymerization shrinkage and hygroscopic expansion of contemporary posterior resin-based filling materials--a comparative study. *J Dent.* 2007;35(10):806-13.
- 18- Boruziniat A, Gharaee S, Sarraf Shirazi A, Majidinia S, Vatanpour M. Evaluation of the efficacy of flowable composite as lining material on microleakage of composite resin restorations: A systematic review and meta-analysis. *Quintessence Int.* 2016; 47(2):93-101.
- 19- Baroudi K, Rodrigues JC. Flowable Resin Composites: A Systematic Review and Clinical Considerations. *J Clin Diagn Res.* 2015;9(6): ZE18-24.
- 20- Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. *Aust Dent J.* 2011;56 Suppl. 1:59-66.
- 21- Nitta K, Nomoto R, Tsubota Y, Tsuchikawa M, Hayakawa T. Characteristics of low polymerization shrinkage flowable resin composites in newly-developed cavity base materials for bulk filling technique. *Dent Mater J.* 2017;36(6):740-6.
- 22- Al Sunbul H, Silikas N, Watts DC. Resin-based composites show similar kinetic profiles for dimensional change and recovery with solvent storage. *Dent Mater.* 2015;31(10): e201-17.
- 23- Kalachandra S. Influence of fillers on the water sorption of composites. *Dental Materials.* 1989;5(4):283-8.
- 24- Ertas E, Gueler AU, Yucecel AC, Koepuelue H, Gueler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent mater j.* 2006;25(2):371-6.
- 25- Kalachandra S, Turner DT. Water sorption of polymethacrylate networks: bis-GMA/TEGDM copolymers. *J Biomed Mater Res.* 1987;21(3):329-38.
- 26- Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci.* 1997;105(2):97-116.
- 27- St Germain H, Swartz ML, Phillips RW, Moore BK, Roberts TA. Properties of microfilled composite resins as influenced by filler content. *J Dent Res.* 1985;64(2):155-60.
- 28- Schulze KA, Sally J. Marshall, Stuart A. Gansky, Grayson W. Marshall. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dent Mater.* 2003;19(7):612-9.