

بررسی آزمایشگاهی تأثیر برخی از نوشیدنی‌های گازدار رایج بر ریزسختی دو نوع رزین کامپوزیت

دکتر عبدالرحیم داوری^۱ - دکتر علیرضا دانش کاظمی^۲ - دکتر مهرناز فلاح تفتی^۳

۱- استاد گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران؛ عضو مرکز تحقیقات

عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت دهان و دندان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران

۲- دانشیار گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران؛ عضو مرکز

تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت دهان و دندان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران

۳- دندانپزشک، یزد، ایران

In-vitro evaluation of the effect of some common carbonated beverages on the micro-hardness of two resin composites

Abdolrahim Davari¹, Alireza Danesh Kazemi², Mehrrnaz Fallah Tafti^{3†}

1- Professor, Department of Restorative Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran; Member of Social Determinant of Oral Health Research Center, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

2- Associate Professor, Department of Restorative Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran; Member of Social Determinant of Oral Health Research Center, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

3[†]- Dentist, Yazd, Iran (mf.mehrnaz@gmail.com)

Background and Aims: A suitable restorative material must have acceptable mechanical properties. The aim of this study was to evaluate the effect of conventional acidic drinks on the micro-hardness of two dental resins.

Materials and Methods: 48 samples of each of P60 and G-aenial composites were prepared and randomly divided into six groups: Coca-Cola, Fanta, yoghurt drinks, soft beer, Sprites and control groups. The study was in 3 steps: after one day in distilled water and after one day and one week of immersion in beverages per day (6 hours). The Vickers micro-hardness was then evaluated. Finally, data were analyzed by, t-tests, ANOVA and Tukey tests.

Results: Comparing the results between the two groups, a significant difference between the two composite was found. After one day in the water, the average micro-hardness for P60 was of 27.12 (kgf/mm²) and 16.51 (kgf/mm²) for G-aenial amount and these differences were found statistically significant (P=0.0001). For the 6-hour maintenance interval, the average micro-hardness between P60 and G-aenial was statistically significant (P=0.0001). For 42 hours, the average micro-hardness ranged between P60 and G-aenial that were statistically significant (P=0.0004). The stiffness of the P60 composite after 42 hours' storage in soft beer significantly decreased compared with the control group (P=0.03). G-aenial composite hardness after 42 hours of soaking in the Coca-Cola was reduced significantly compared to yogurt drinks (P=0.02).

Conclusion: As a result, the hardness of P60 composite was higher than that of G-aenial. The hardness of both composites reduced in acidic drinks after one week.

Key Words: Resin composite, Micro-hardness, Dental restoration, Carbonated beverage

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2018;30(4):219-229

† مؤلف مسؤول: یزد- دانشکده دندانپزشکی- دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی- گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی
تلفن: ۳۶۲۵۵۸۸۱ نشانی الکترونیک: mf.mehrnaz@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: از ویژگی یک ماده ترمیم مناسب داشتن خصوصیات مکانیکی قابل قبول می‌باشد. این مطالعه با هدف ارزیابی تأثیر نوشیدنی‌های اسیدی متداول، بر ریزسختی دو نوع رزین کامپوزیت دندان‌ی انجام شد.

روش بررسی: ۴۸ نمونه از هر یک از کامپوزیت‌های P60 و G-aenial تهیه و به طور تصادفی به ۶ گروه کوکاکولا، فانتا، دوغ گازدار، دلستر، اسپریت و کنترل با آب مقطر تقسیم شدند. مطالعه در ۳ مرحله، بعد از یک روز در آب مقطر، بعد از یک روز و پس از یک هفته غوطه‌وری در نوشیدنی‌ها (به ازای هر روز ۶ ساعت) بررسی شد. ریزسختی با دستگاه سختی سنج ویکرز اندازه‌گیری و نتایج به کمک آزمون‌های ANOVA، T-test و Tukey مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته‌ها: مقایسه نتایج بین دو گروه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین دو کامپوزیت بود. بعد از یک روز نگهداری در آب میانگین ریزسختی برای P60 مقدار (kgf/mm^2) ۲۷/۱۲ و برای G-aenial به مقدار (kgf/mm^2) ۱۶/۵۱ گزارش شد ($P=0/0001$). همچنین در بازه نگهداری ۶ ساعته میانگین ریزسختی در دو گروه معنی‌دار گزارش شد ($P=0/0001$). در بازه زمانی ۴۲ ساعت میانگین ریزسختی دو گروه معنی‌دار ارزیابی شد ($P=0/0004$). سختی کامپوزیت P60 پس از ۴۲ ساعت نگهداری در دلستر در مقایسه با گروه کنترل ($P=0/03$)، همچنین سختی کامپوزیت G-aenial پس از ۴۲ ساعت غوطه‌ور شدن در کوکاکولا به طرز معنی‌داری نسبت به دوغ ($P=0/02$)، کاهش یافته بود.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه مصرف نوشیدن‌های اسیدی می‌تواند موجب کاهش ریزسختی کامپوزیت‌های دندان‌ی شود.

کلید واژه‌ها: رزین کامپوزیت، ریزسختی، ترمیم دندان‌ی، نوشیدنی اسیدی

وصول: ۹۶/۰۲/۲۵ اصلاح نهایی: ۹۶/۱۰/۱۲ تأیید چاپ: ۹۶/۱۰/۱۵

مقدمه

در خواص کامپوزیت‌ها مورد توجه قرار گرفته است و از این میان نوشابه‌ها و آب میوه‌ها نقش مؤثرتری را به خود اختصاص می‌دهند (۳). در جوامع مدرن به دلیل افزایش مصرف نوشیدنی‌های غیر الکلی اسیدی، نوشیدنی‌های ورزشی، آب میوه‌ها و چای‌های میوه‌ای اهمیت فاکتورهای خارجی بر خواص کامپوزیت‌ها در حال افزایش است (۵). تأثیر این قبیل نوشیدنی‌ها بر خواص کامپوزیت از سویی به ترکیب شیمیایی کامپوزیت و خصوصیات خارجی آن (پالیش و پرداخت) و از سویی به میزان مصرف، PH و ترکیب اسیدی نوشیدنی (اسید استیک، پروپیونیک، لاکتیک) بستگی دارد. مصرف نوشیدنی‌هایی مانند نوشیدنی‌های الکلی، آب میوه‌ها و نوشابه‌ها منجر به نرم شدن (کاهش سختی) و در نتیجه سایش و تخریب سطحی ترمیم‌های کامپوزیت و نهایتاً ایجاد خشونت سطحی آن‌ها می‌شود (۳). نوشیدنی‌های گازدار اغلب تا از بین رفتن تمام گاز آن‌ها، در دهان نگه داشته می‌شوند، بنابراین زمان تماس نوشیدنی‌های گازدار می‌تواند بیشتر از نوشیدنی‌های بدون گاز باشند (۵).

مطالعات متعددی در ارتباط با تأثیر نوشیدنی‌های مختلف خصوصاً نوشابه‌های الکلی، کوکاکولا و آب پرتقال بر روی خواص مکانیکی مواد هم رنگ دندان شامل گلاس آینومرها و کامپومرها انجام شده است، اما تحقیقات کمتری بر روی تأثیر این مواد بر کامپوزیت‌ها بخصوص انواع جدیدتر مانند نانوکامپوزیت صورت گرفته است. مطالعاتی که بر

امروزه زیبایی به یکی از درخواست‌های اصلی بیماران دندانپزشکی و مواد ترمیمی هم رنگ دندان مخصوصاً کامپوزیت‌ها به بخش مهمی از دندانپزشکی مدرن تبدیل شده‌اند (۱). ترمیم دندان‌ها با مواد هم رنگ دندان در اغلب اوقات می‌تواند درمان مناسبی از نظر استحکام و زیبایی باشد (۲). از جمله خصوصیات یک ماده ترمیمی مناسب دارا بودن خصوصیات مکانیکی قابل قبول، محافظت دندان در برابر پوسیدگی، استفاده آسان در کلینیک، تامین زیبایی و حفظ خصوصیات ذاتی آن در محیط دهان می‌باشد (۳). پروگنوز و دوام ترمیم به خواص مکانیکی، فیزیکی و بیولوژیک مواد ترمیمی بستگی دارد. ریزسختی و خشونت سطح از جمله خصوصیات هستند که زیبایی، بهداشت، گیرپلاک و سلامت لثه مجاور مواد کامپوزیتی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۴). سختی سطحی یکی از مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی مواد ترمیمی محسوب می‌شود که برای دوام ترمیم‌ها در محیط دهان ضروری است (۱). کاهش سختی سطحی کامپوزیت‌ها هم می‌تواند به نوبه خود باعث افزایش خشونت سطحی شده و در نتیجه باعث جذب رنگدانه‌های موجود در غذاها و نوشیدنی‌ها گردد که باعث تغییر رنگ کامپوزیت‌ها می‌شود (۲). رنگ کامپوزیت‌ها به عواملی از قبیل نوع و میزان فیلر و ماتریکس و یا سایلن موجود در آن، میزان جذب آب و رنگ‌ها (stains) وابسته است (۲). بنابراین نقش رژیم غذایی در ایجاد تغییرات

طور جداگانه در ظرف‌های حاوی آب مقطر با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت یک روز نگهداری شدند. پس از گذشت زمان مذکور ریزسختی اولیه (micro hardness) کامپوزیت‌ها را به کمک دستگاه ویکرز (Kawasaki-City, Kanagawa Prefecture, 210-0804, JAPAN) به دست آوردیم. جهت اندازه‌گیری ریز سختی سطحی ابتدا نمونه‌ها بر روی جایگاه مورد نظر بر روی دستگاه قرار گرفته و سطح آن‌ها با بزرگ نمایی ۴۰ برابر بررسی شد تا محل اعمال نیرو سطح عاری از هر گونه حباب و نقایص دیگر باشد. سپس نیروی ۱۰۰ گرم به مدت ۲۰ ثانیه توسط Indenter الماسی هرمی شکل با زاویه ۱۳۶ درجه بر روی نمونه اعمال شد. محل وارد شدن نیرو توسط Indenter دستگاه به شکل یک علامت مثبت (+) بر روی نمونه ثبت شد که دارای دو قطر d1, d2 بود. با کمک میانگین دو قطر به دست آمده و جدول مخصوص عدد سختی ویکرز نمونه به دست آمد $HV=2P(\sin \theta/2/D2)$.

برای به دست آوردن عدد سختی هر نمونه ۳ ایندنتیشن انجام شد و میانگین آن‌ها به عنوان عدد سختی نهایی در نظر گرفته شد. برای هر نمونه سه رکورد ثبت شد تا دقت یافته‌ها بیشتر شود. این سه رکورد را با حداقل فاصله ممکن (دو و نیم برابر قطر Indenter) از هم، ثبت نمودیم. سپس pH هریک از نوشیدنی‌های مورد آزمایش به وسیله دستگاه pH متر دیجیتال (De Bruyne Instruments Belgium) consort c562 bvba به طور دقیق اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

در مرحله بعد نمونه‌های هر گروه به ۶ زیر گروه تقسیم شده و با توجه به مطالعات قبلی در هر گروه ۸ نمونه قرار داده شد. ۴۸ نمونه موجود از هر یک از بلوک‌های کامپوزیتی به طور تصادفی به ۶ گروه تقسیم شدند:

۱- کولا ۲- فانتا ۳- دوغ گازدار ۴- دلستر ۵- اسپریت ۶- آب مقطر (گروه کنترل)

در هر ۵ گروه از نوشیدنی به مدت ۶ ساعت در روز برای ۷ روز استفاده کردیم (در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد)، طوری که تمام سطح نمونه‌های کامپوزیتی را بپوشاند. در گروه ششم به عنوان گروه کنترل از آب مقطر استفاده شد و هیچ مداخله‌ای در این مرحله صورت نگرفت. نمونه‌ها در بقیه ساعات روز بدون شست و شو در آب مقطر درجه ۳۷ سانتی‌گراد نگهداری شدند.

روی تأثیر نوشیدنی‌ها بر خواص کامپوزیت‌ها انجام می‌شوند، اهمیت زیادی در پیشرفت فرمول این مواد و نهایتاً دوام ترمیم در دراز مدت خواهد داشت (۳).

با توجه به این امر هدف مطالعه حاضر، بررسی تأثیر آزمایشگاهی برخی از نوشیدنی‌های گازدار رایج در ایران شامل کوکاکولا، فانتا، دلستر، اسپریت و دوغ گازدار بر روی ریزسختی (Micro hardness) کامپوزیت‌های P60 و G-aenial می‌باشد.

روش بررسی

این مطالعه تجربی (experimental) و از نوع Randomized lab Trial و تکنیک تحقیق مشاهده (Observation) بود. میزان سختی از طریق دستگاه سختی سنج ویکرز ارزیابی شد. با در نظر گرفتن سطح معنی‌داری ۵٪، توان آزمون ۸۰٪ و با توجه به مطالعه قبلی (۲) و مقدار $S=6$ (انحراف معیار سختی) و حداقل تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها به اندازه ۰/۵ واحد تعداد ۸ تکرار مورد نیاز بوده است. حجم نمونه از فرمول زیر به دست آمد:

$$n = \frac{(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{1-\beta})^2 (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}{d^2}$$

در این پژوهش، ۱۲ گروه آزمایشی حاوی ۸ نمونه در هر گروه و مجموعاً ۹۶ نمونه مورد مطالعه قرار گرفتند. ابتدا ۴۸ نمونه از هر یک از کامپوزیت‌های P60 و G-aenial با رنگ B2 به صورت دیسک مانند درون مولد پلاستیکی با قطر ۸ میلی‌متر و ضخامت ۲ میلی‌متر قرار داده شد، خصوصیات شیمیایی و ترکیبات کامپوزیت مورد استفاده در این مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. سپس با استفاده از دستگاه لایت کیور LED با مارک تجاری DEMI (Kerr, USA) با شدت خروجی ۶۰۰ mw/cm² به مدت ۲۰ ثانیه کیور شدند. دستگاه به صورت ماس با لام‌های شیشه‌ای دو طرف نمونه قرار گرفت. سپس سطح تحتانی نمونه‌ها نیز مشابه سطح فوقانی کیور شد. سطح نمونه‌ها به کمک دیسک‌های پالیش کننده پالیش شد تا جایی که تقریباً سطحی صاف و عاری از خشونت زیر میکروسکوپ مشاهده شد (آماده سازی برای سختی سنجی). نمونه‌های هر کامپوزیت، پس از تهیه به

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی و ترکیبات دو نوع کامپوزیت مورد مطالعه

مواد	ماتریکس ارگانیک	فیلر غیر آلی	درصد حجمی/وزنی فیلر	سایز فیلر
G-aenial	Dimethacrylate co-monomers, UEDMA	Pre-polymerized fillers sized 16-17 μ containing Silica/Strontium/Lanthanide Fluoride, Inorganic filler<100 nm containing Fumed silica	76 (wt %)	Pre-polymerized fillers:17 μ Strontium glass:400 nm Lanthanide fluoride:100nm Inorganic filler:16nm Inorganic filler:850 nm Silica:16nm
FiltekP60	Bic GMA, UEDMA, Bis-EMA, TEGDMA	Zirconia, silica	61 (vol%) 83 (wt %)	0.01-3.5 μ m

جدول ۲- تعیین و مقایسه pH بر حسب گروه‌های مورد بررسی

گروه	pH
گروه اول	۲/۷۲
گروه دوم	۲/۵۹
گروه سوم	۲/۲۵
گروه چهارم	۳/۱۶
گروه پنجم	۲/۵۸
گروه ششم	۷

یافته‌ها

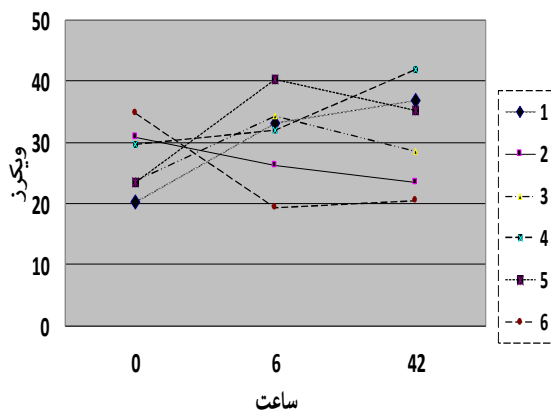
مطالعه در ۳ مرحله، بعد از یک روز در آب مقطر، بعد از یک روز در نوشیدنی‌ها و پس از یک هفته بررسی شدند. ریزسختی با دستگاه سختی سنج ویکرز اندازه‌گیری شد (سه رکورد برای هر نمونه). در هر روز نوشیدنی و آب مقطر جدید استفاده شد و درب ظرف نگهداری نمونه‌ها بسته نگه داشته شد. داده‌ها پس از جمع‌آوری و کنترل در محیط نرم‌افزار SPSS17 به کامپیوتر وارد شده و جداول و شاخص‌های مورد نیاز کشیده و جهت محاسبات آماری از مدل آنالیز واریانس دو طرفه و روش‌های مقایسه دو به دو Tukey استفاده شد.

نتایج سنجش ریزسختی برای ماده P60 در نوشیدنی‌های مورد آزمایش نشان دهنده عدم وجود تغییرات معنی‌دار بعد از یک روز در آب و بعد از ۶ ساعت در نوشیدنی‌های مورد مطالعه بود. بعد از ۴۲ ساعت حضور در نوشیدنی‌های مورد مطالعه برخلاف دو مقطع زمانی قبلی تغییرات در میزان ریزسختی معنی‌دار بود ($P=0/18$) این بدین معناست که بعد از گذشت ۴۲ ساعت نوشیدنی‌های مختلف سبب تغییرات معنی‌دار در ریز سختی ماده P60 خواهند شد (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین ریزسختی ماده P60 در گروه‌های مختلف در شرایط نگهداری مجزا

P-Value	انحراف از معیار	میانگین	تعداد	گروه
۰/۱۱۸	۱۰/۹۷	۲۰/۲۳	۸	۱
	۹/۴۲	۳۰/۸۲	۸	۲
	۱۲/۵۲	۲۳/۷۸	۸	۳
	۷/۵۴	۲۹/۷۰	۸	۴
	۱۱/۲۱	۲۳/۳۸	۸	۵
	۱۵/۰۲	۳۴/۷۹	۸	۶
	۱۱/۸۸	۲۷/۱۲	۴۸	مجموع
۰/۱۴۴	۱۲/۵۴	۳۳/۱۴	۸	۱
	۱۱/۲۸	۲۶/۱۶	۸	۲
	۱۴/۵۴	۳۴/۲۳	۸	۳
	۹/۹۳	۳۱/۹۱	۸	۴
	۲۵/۴۷	۴۰/۳۷	۸	۵
	۱۴/۰۸	۱۹/۳۴	۸	۶
	۱۶/۱۰	۳۰/۸۶	۴۸	مجموع
۰/۰۱۸	۱۵/۱۴	۳۶/۹۰	۸	۱
	۱۱/۸۱	۲۳/۴۳	۸	۲
	۱۰/۲۵	۲۸/۵۲	۸	۳
	۱۲/۷۱	۴۱/۸۶	۸	۴
	۱۴/۲۹	۳۵/۳۴	۸	۵
	۱۵/۲۰	۲۰/۵۰	۴۸	۶
	۱۴/۷۷	۳۱/۰۹	۸	مجموع

توضیحات- ماده ۱: اسپریت ۲؛ فانتا ۳؛ دوغ ۴؛ دلستر ۵؛ کوکاکولا ۶ آب مقطر



نمودار ۱- میانگین ریزسختی ماده P60 در گروه‌های مختلف

از سوی دیگر نتایج آزمون Tukey برای سنجش و مقایسه متناظر و یک به یک ماده‌های نگهدارنده برای ماده ترمیمی P60 نشان دهنده عدم معنی‌داری تفاوت در ریزسختی در شرایط نگهداری در مواد مختلف بعد از یک روز نگهداری در آب و در بازه ۶ ساعته بود. اما در بازه ۴۲ ساعت هرچند تقریباً همه مواد نگهدارنده نتایج مشابهی ارائه دادند و تفاوت معنی‌داری رویت نشد، اما در مقایسه بین دلستر و آب مقطر تفاوت معنی‌دار گزارش شد ($P=۰/۰۳۰$) این نشان دهنده کاهش معنی‌دار سختی ماده P60 بعد از حضور ۴۲ ساعته در دلستر بود. میانگین ریزسختی ماده P60 در گروه‌های مختلف در نمودار ۱ نشان داده شد.

جدول ۴- میانگین ریزسختی ماده G-aenial در گروه‌های مختلف در شرایط نگهداری مجزا

P-Value	انحراف از معیار	میانگین	تعداد	گروه
۰/۷۷۸	۲/۵۷	۱۴/۷۵	۸	۱
	۷/۱۱	۱۷/۶۰	۸	۲
	۴/۶۹	۱۵/۹۵	۸	۳
	۴/۰۴	۱۶/۸۹	۸	۴
	۳/۶۸	۱۷/۶۳	۸	۵
	۲/۸۶	۱۶/۲۶	۸	۶
	۴/۳۰	۱۶/۵۱	۴۸	مجموع
۰/۰۹۶	۱/۲۴	۱۶/۳۱	۸	۱
	۵/۲۰	۲۰/۹۳	۸	۲
	۵/۶۶	۲۲/۴۸	۸	۳
	۴/۴۲	۲۰/۹۱	۸	۴
	۷/۳۱	۱۷/۹۳	۸	۵
	۱/۰۷	۱۷/۷۸	۸	۶
	۴/۹۹	۱۹/۳۹	۴۸	مجموع
۰/۰۴۴	۵/۱۹	۲۱/۸۰	۸	۱
	۹/۰۰	۲۵/۲۷	۸	۲
	۳/۳۵	۲۹/۶۴	۸	۳
	۳/۹۰	۲۳/۳۵	۸	۴
	۴/۶۱	۲۰/۱۸	۸	۵
	۶/۹۷	۲۴/۷۱	۴۸	۶
	۶/۲۹	۲۴/۱۶	۸	مجموع

توضیحات- ماده ۱: اسپریت ۲؛ فانتا ۳؛ دوغ ۴؛ دلستر ۵؛ کوکاکولا ۶ آب مقطر

جدول ۵- مقایسه میانگین ریزسختی در ۲ نوع کامپوزیت G-aenial و P60

P-Value	انحراف معیار	میانگین	نوع کامپوزیت	زمان
۰/۰۰۰۱	۱۱/۸۸۲۵۱	۲۷/۱۲۰۸	P60	بعد از یک روز در آب
	۴/۳۰۳۶۵	۱۶/۵۱۷۷	G-aenial	
۰/۰۰۰۱	۱۶/۱۰۹۷۲	۳۰/۸۶۳۵	P60	بعد از ۶ ساعت در نوشیدنی‌ها
	۴/۹۹۳۳۹	۱۹/۳۹۵۸	G-aenial	
۰/۰۰۰۴	۱۴/۷۷۵۲۷	۳۱/۰۹۹۶	P60	بعد از ۴۲ ساعت در نوشیدنی‌ها
	۶/۲۹۱۸۳	۲۴/۱۶۴۶	G-aenial	

بحث و نتیجه گیری

این مطالعه با هدف بررسی آزمایشگاهی تأثیر برخی از نوشیدنی‌های گازدار متداول شامل کوکاکولا، فانتا، دلستر، اسپریت و دوغ گازدار بر روی ریزسختی سطحی دو نوع کامپوزیت انجام شد. سختی از جمله خواصی است که همبستگی و ارتباط نزدیکی با سایر خصوصیات مهم مواد از جمله سایش، استحکام (خمشی و برشی) و Rigidity دارد (۱). از سختی می‌توان به عنوان عامل پیشگویی کننده جهت بررسی مقاومت به سایش در مواد دندان‌نظیر کامپوزیت‌ها استفاده کرد. از نظر بالینی دوام درمان ترمیمی انجام شده وابسته به فاکتور میزان سایش پذیری کمتر و خود این فاکتور وابسته به میزان سختی است (۲۶).

در پژوهش پیش رو دو نوع کامپوزیت P60 و G-aenial مورد بررسی قرار گرفتند. این دو نوع کامپوزیت از انواع رایج و معمول در کاربردهای کلینیکی هستند که احتمالاً با توجه به ماهیت و درصد اجزای تشکیل دهنده دارای خصوصیات متفاوتی در مواجهه با نوشیدنی‌های اسیدی هستند.

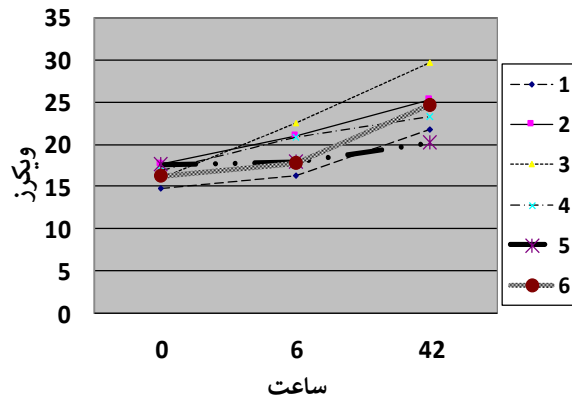
کامپوزیت P60 میکروهیبرید و packable بوده و از ترکیب دو نوع فیلر شامل ذرات فاین با میانگین سایز ذرات ۲ تا ۴ میکرون و ذرات میکروفاین با سایز ذرات ۰/۲ تا ۰/۴ میکرون تشکیل شده است. ذرات فاین شکل‌های نامنظمی دارند. توزیع ذرات فیلر در این کامپوزیت تراکم مناسب‌تری را فراهم میکند، به نحوی که وارد کردن میزان بیشتری از فیلر امکان‌پذیر شده است. این کامپوزیت‌ها مقاومت به سایش کلینیکی و خصوصیات مکانیکی خوبی دارند و برای کاربرد تحت استرس مطلوب هستند، اما به تدریج پالیش سطحی خود را ازدست داده و خشن و کدر می‌شوند (۷،۸).

کامپوزیت G-aenial از نوع MFR هیبرید است و از چهار نوع فیلر گوناگون ساخته شده که عبارتند از: فیلرهای از پیش سخت شده با ابعاد ۱۷ میکرون از جنس استرانسیوم گلاس و لانتالوم فلوراید، فیلرهای از پیش سخت شده با ابعاد ۱۶ میکرون از جنس سیلیکا، فیلرهای غیرارگانیک با ابعاد ۸۵۰ نانومتر و فیلرهای غیر ارگانیک از جنس fumed silica با قطر ۱۶ نانومتر. این فیلرها رادیوپاکیته را افزایش داده و پالیش پذیری سطح را بهبود بخشیده‌اند. همچنین مقدار shrinkage را کاهش می‌دهند (۸).

در ارزیابی نتایج برای ماده G-aenial از شاخص‌های توصیفی و آزمون ANOVA استفاده شد. نتایج برای این ماده نشان دهنده عدم وجود تغییرات معنی‌دار بعد از یک روز نگهداری در آب و پس از نگهداری شش ساعته در ماده نگهدارنده بود. هرچند در بازه زمانی ۴۲ ساعته نتایج نشان دهنده تغییرات معنی‌دار به طور کلی در مقایسه با گروه کنترل داشت ($P=0/044$) (جدول ۴).

در مقام مقایسه گروه‌ها به صورت دو به دو نتایج گواهی عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها بعد از یک روز نگهداری در آب و بعد از ۶ ساعت نگهداری در ماده نگهدارنده داشت. اما تفاوت معنی‌دار برای G-aenial در بازه نگهداری ۴۲ ساعته و فقط بین ماده نگهدارنده دوغ و کوکاکولا بود. بقیه مواد نگهدارنده تفاوت معنی‌داری نداشتند ($P=0/02$) (جدول ۵).

با کمک آزمون T-test نتایج بین دو گروه مقایسه شد که نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین دو ماده ترمیمی در ابعاد مختلف بود. بعد از یک روز نگهداری در آب میانگین ریزسختی برای P60 به مقدار ۲۷/۱۲ بود. این میزان برای G-aenial به مقدار ۱۶/۵۱ گزارش شد. تفاوت بین دو گروه بعد از یک روز نگهداری در آب معنی‌دار ارزیابی شد ($P=0/0001$). همچنین در بازه نگهداری ۶ ساعته با میانگین ریزسختی در دو گروه P60 و G-aenial به ترتیب ۳۰/۸۶ و ۱۹/۳۹ بود که نتایج در این بازه زمانی نیز معنی‌دار گزارش شد ($P=0/0001$). در بازه زمانی ۴۲ ساعت میانگین ریز سختی دو گروه P60 و G-aenial به ترتیب ۳۱/۰۹ و بود که این تفاوت معنی‌دار ارزیابی شد ($P=0/0004$). میانگین ریزسختی ماده G-aenial در گروه‌های مختلف در نمودار ۲ نشان داده شد.



نمودار ۲- میانگین ریزسختی ماده G-aenial در گروه‌های مختلف

۶ ساعت توسط دستگاه سختی سنجی ویکرز اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها در ساعتی که در نوشیدنی‌ها نبودند در آب مقطر نگهداری شدند. مطالعات مختلف رژیم‌های متفاوتی برای غوطه‌ور کردن نمونه‌ها در نوشابه‌های مورد بررسی شان اعمال کردند.

Van Eygen و همکاران (۱۳) در سال ۲۰۰۵، ۴ گروه آزمایشی و ۱ گروه کنترل داشتند که در گروه اول و دوم و سوم به ترتیب ۱، ۲، ۳ بار در هر روز و هر بار ۲۰ دقیقه نمونه‌ها در کوکاکولا غوطه‌ور می‌شدند و پس از هر بار غوطه‌ور شدن ۱ ساعت در بزاق مصنوعی قرار می‌گرفتند. نمونه‌های گروه چهارم برای ۱ دقیقه در نوشابه و سپس ۳ دقیقه در بزاق مصنوعی تا مدت ۲۰ دقیقه برای شبیه سازی بهتر عادت نوشیدن غوطه‌ور شدند.

در مطالعه Gonçaves و همکاران (۱۴) در سال ۲۰۱۲ برای ارزیابی پتانسیل آروزیو انواع مختلف آب انگورها، نمونه‌ها ۱۰ دقیقه در روز، ۴ بار در روز، برای ۱۵ روز در نوشیدنی‌ها غوطه‌ور شدند و سختی نمونه‌ها در ۴ مرحله در ابتدا، پس از روز پنجم، پس از روز دهم و پانزدهم محاسبه شدند.

در مطالعه Esmaceli Khoozani و همکاران (۱۵) در سال ۲۰۱۴ در مطالعه نوشابه گازدار اسپریت با ذرات نانو کربنات کلسیم به منظور کاهش آروژن دندانی، نمونه‌ها را به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق در نوشیدنی‌های اسپریت با غلظت مختلف ذرات نانو کربنات کلسیم غوطه‌ور ساختند و در ابتدا و انتها سختی مینا را با نیروی ۵۰ گرم در مدت ۱۵ ثانیه در ۳ نقطه مختلف با سختی سنجی ویکرز ارزیابی کردند و همچنین به اندازه‌گیری و مقایسه میزان اشباع هیدروکسی آپاتیت مینای دندان در نوشیدنی‌های مختلف با میکروسکوپ الکترونی پرداختند.

در مطالعه حاضر رژیم غوطه‌ور سازی همانند مطالعه Mottaghi و همکاران (۱۶) در سال ۲۰۱۰ و همچنین Davari و همکاران (۱۷) در سال ۲۰۱۶ اتخاذ شد. هر قوطی از نوشابه‌های فوق، حاوی حدود ۳۰۰ میلی لیتر از نوشیدنی‌های نام برده می‌باشند. فرض می‌کنیم در هر بار نوشیدن، حدود ۳۰ میلی لیتر از نوشیدنی به مدت ۶ ثانیه با دندان‌ها و ترمیم‌ها در تماس می‌باشد و در نوشیدن هر قوطی نوشابه حدوداً ۶۰ ثانیه تماس با دندان و ترمیم‌ها برقرار باشد. با این فرض، تماس روزانه این نوشیدنی‌ها با دندان و ترمیم به مدت یک سال، معادل

اکثر مونومرهای مورد استفاده برای ماتریکس رزینی، ترکیبات دی متاکریلات هستند. دو مونومری که معمولاً استفاده می‌شود عبارتند از Bis-GMA و UDMA. هر دو مونومر دارای پیوندهای فعال دو گانه کربن در هر انتها هستند که می‌توانند تحت تأثیر پلیمریزاسیون افزایشی آغاز شده توسط آغازگرهای رادیکال‌های آزاد قرار گیرند. استفاده از گروه‌های آروماتیک باعث تطابق خوب ضریب شکست با شیشه‌های رادیوپاک می‌شود و بنابراین، خواص نوری کلی کامپوزیت را بهبود می‌بخشد (۷). ویسکوزیته مونومرها، به خصوص Bis-GMA زیاد است و رقیق کننده‌ها باید به آن اضافه شوند، بنابراین وقتی که مخلوط رزینی با فیلر ترکیب شود، می‌توان به یک قوام کلینیکی مناسب رسید. ترکیبات با وزن مولکولی پایین و دارای پیوندهای دو گانه کربن دو عاملی، مانند TEGDEMA یا Bis-EMA6 به وسیله کارخانه سازنده جهت کاهش و کنترل ویسکوزیته کامپوزیت به ترکیب اضافه می‌شوند (۷).

در کامپوزیت P60 از Bis-GMA و UDMA و TEGDEMA و Bis-EMA6 استفاده شده اما کامپوزیت G-aenial فقط UDMA و Dimethacrylate co-monomers دارد. ساختار شیمیایی ماتریکس رزینی کامپوزیت‌ها پس از کیور شدن حاوی مونومرهای آزادی است که جلوی رسیدن به حد نهایی سخت شدن را در کامپوزیت می‌گیرد به این منظور برای بررسی کامپوزیت‌ها در حداکثر سختی آن‌ها تمامی نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (۹-۱۱).

در مطالعه پیش رو جهت تقلید از محیط مرطوب دهان که ناشی از بزاق می‌باشد از آب مقطر با pH=7 به عنوان گروه کنترل و محیط حد واسط استفاده شد. مطالعات مختلف محیط متفاوتی را برای شبیه سازی محیط مرطوب دهان به کار گرفته‌اند. برخی بزاق مصنوعی و در گروهی دیگر از مطالعات سرم فیزیولوژی را به عنوان گروه کنترل انتخاب کرده‌اند (۱۱، ۱۲). اما در این مطالعه همانند برخی مطالعات دیگر و نیز قوانین استاندارد ۱۱۴۰۷، از آب مقطر استفاده شد (۶، ۹، ۱۰، ۱۲).

در مطالعه پیش رو از نوشیدنی‌های رایج در کشور استفاده شد و سختی کامپوزیت‌های مورد بررسی پس از یک روز در آب مقطر و بعد از قرارگیری در نوشیدنی‌ها به مدت یک روز و یک هفته، روزی

همگی آروزیو بودند و باعث نرمی سطح مینای دندان شدند (Sprite light=Cola > Cola light>Pepsi=Guarana). pH اثر بیشتری نسبت به متغیرهای شیمیایی دیگر مثل غلظت فلوراید و فسفات و توان بافری که اندازه‌گیری شدند روی پتانسیل آروزیو نوشیدنی‌ها داشت. در این مطالعه نیز pH برخی از نوشیدنی‌های گازدار مورد بررسی قرار گرفته است که آن‌ها نیز همگی آروزیو بودند و باعث کاهش سختی مینای دندان شدند. در مطالعه حاضر، پس از گذشت ۴۲ ساعت غوطه‌ور شدن در آب مقطر، سختی هر دو نوع کامپوزیت مورد بررسی افزایش یافت. این افزایش در سختی می‌تواند به علت تداوم واکنش‌های Crosslink و کامل شدن روند پلیمریزیشن در ماتریکس رزینی باشد (۱۳). در مطالعه Abu-bakr و همکاران (۲۸) نیز به دنبال ۶۰ روز نگهداری نمونه‌های کامپوزیت هیبرید در آب مقطر، سختی نمونه‌ها افزایش قابل ملاحظه‌ای یافته بود. در مطالعه Okte و همکاران (۲۹)، پس از ۴۰ روز غوطه‌ور شدن کامپوزیت‌های Esthet-X و Filtek Supreme در آب مقطر، سختی نمونه‌ها افزایش یافته بود. البته مطالعات دیگری حاکی از کاهش سختی نمونه‌های کامپوزیتی غوطه‌ور شده در آب مقطر هستند. در مطالعه Yap و همکاران (۳۰)، سختی کامپوزیت‌هایی که به مدت یک هفته در آب مقطر نگهداری شده بودند، نسبت به کامپوزیت‌هایی که در هوا نگهداری شده بودند، کاهش یافته بود که البته معنی‌دار نبود.

در مطالعه De Moraes و همکاران (۳۱) نیز که به بررسی تأثیر شش ماهه آب بر سختی کامپوزیت‌ها پرداخته بودند، پس از شش ماه، سختی سطحی کامپوزیت‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافته بود که این امر به علت آزاد شدن ذرات فیلر از ماتریکس و نرم شدن ماتریکس رزینی در سطح کامپوزیت بود. اما سختی در عمق کامپوزیت‌ها افزایش یافته بود که این پدیده به علت کامل شدن فرآیند پلیمریزیشن در ماتریکس رزینی بود. احتمالاً چنین نتایج متناقضی می‌تواند ناشی از روش‌ها و زمان‌های متفاوت غوطه‌ور سازی، روش‌های متفاوت سنجش سختی و تفاوت در جنس کامپوزیت‌های به کار رفته باشد. همچنین نتایج مطالعه پیش رو نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین دو ماده ترمیمی در ابعاد مختلف بود. بعد از یک روز نگهداری در آب، میانگین ریزسختی برای P60 به مقدار ۲۷/۱۲ (kgf/mm²) بود. این میزان برای G-aenial به مقدار ۱۶/۵۱ (kgf/mm²) گزارش شد. تفاوت بین دو گروه بعد از یک روز نگهداری در آب معنی‌دار ارزیابی شد. همچنین در بازه نگهداری ۶ ساعته با میانگین ریزسختی در دو گروه P60 و G-aenial به ترتیب ۳۰/۸۶ (kgf/mm²) و ۱۹/۳۹ بود که نتایج در این بازه زمانی نیز معنی‌دار گزارش شد (P=۰/۰۰۰۱). در بازه زمانی ۴۲ ساعت میانگین ریز سختی دو گروه P60 و G-aenial به ترتیب ۳۱/۰۹ (kgf/mm²) و ۲۴/۱۶ بود که این تفاوت نیز معنی‌دار ارزیابی شد (P=۰/۰۰۰۴). این نتایج نشان دهنده ریزسختی بیشتر ماده P60 در مقایسه با G-aenial در تمامی سطوح بود. در مطالعه Say و همکاران (۵) نیز که به بررسی میزان سایش و سختی کامپوزیت‌های متفاوت پرداخته بودند، کامپوزیت P60 نسبت به کامپوزیت Packable و هیبرید سختی بالاتری داشت. طبق تحقیقات انجام شده، عوامل متعددی بر سختی کامپوزیت‌ها مؤثرند که از جمله آن‌ها میزان پلیمریزاسیون ماتریکس رزینی، ترکیب شیمیایی رزین، اندازه، شکل و میزان انتشار فیلرها اشاره کرد، بنابراین احتمالاً علت بیشتر بودن میزان سختی در کامپوزیت P60 نسبت به G-aenial تفاوت در محتویات شیمیایی آن‌ها می‌باشد. فیلرها ۸۳٪ وزنی کامپوزیت P60 و ۷۶٪ وزنی کامپوزیت G-aenial را تشکیل می‌دهند و از آنجایی که هرچه میزان فیلر در کامپوزیت بیشتر باشد سختی آن نیز بیشتر می‌شود (۳۲) می‌توان انتظار داشت احتمالاً سختی کامپوزیت P60 از کامپوزیت G-aenial بیشتر است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که درکل سختی کامپوزیت P60 بیشتر از G-aenial می‌باشد. همچنین سختی نمونه‌های هر دو نوع کامپوزیت پس از یک هفته غوطه‌ور شدن در نوشیدنی‌های اسیدی کاهش یافت.

بر اساس یافته‌های این مطالعه می‌توان بیان کرد که مصرف نوشیدنی‌های اسیدی می‌تواند موجب کاهش ریزسختی کامپوزیت‌های دندانی گردد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه تحقیقاتی مصوب معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد به شماره ۴۵۸۷ می‌باشد که بدین وسیله قدردانی می‌گردد.

در مطالعه De Moraes و همکاران (۳۱) نیز که به بررسی تأثیر شش ماهه آب بر سختی کامپوزیت‌ها پرداخته بودند، پس از شش ماه، سختی سطحی کامپوزیت‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافته بود که این امر به علت آزاد شدن ذرات فیلر از ماتریکس و نرم شدن ماتریکس رزینی در سطح کامپوزیت بود. اما سختی در عمق کامپوزیت‌ها افزایش یافته بود که این پدیده به علت کامل شدن فرآیند پلیمریزیشن در ماتریکس رزینی بود. احتمالاً چنین نتایج متناقضی می‌تواند ناشی از روش‌ها و زمان‌های متفاوت غوطه‌ور سازی، روش‌های متفاوت سنجش سختی و تفاوت در جنس کامپوزیت‌های به کار رفته باشد. همچنین نتایج مطالعه پیش رو نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین دو ماده ترمیمی در ابعاد مختلف بود. بعد از یک روز نگهداری در آب، میانگین ریزسختی برای P60 به مقدار ۲۷/۱۲ (kgf/mm²) بود. این میزان برای G-aenial به مقدار ۱۶/۵۱ (kgf/mm²) گزارش شد. تفاوت بین دو گروه بعد از یک روز نگهداری در آب معنی‌دار ارزیابی شد. همچنین در بازه نگهداری ۶ ساعته با میانگین ریزسختی در دو گروه P60 و G-aenial به ترتیب ۳۰/۸۶ (kgf/mm²) و ۱۹/۳۹ بود که نتایج در این بازه زمانی نیز معنی‌دار گزارش شد (P=۰/۰۰۰۱). در بازه زمانی ۴۲ ساعت میانگین ریز سختی دو گروه P60 و G-aenial به ترتیب ۳۱/۰۹ (kgf/mm²) و ۲۴/۱۶ بود که این تفاوت نیز معنی‌دار ارزیابی شد (P=۰/۰۰۰۴). این نتایج نشان دهنده ریزسختی بیشتر ماده P60 در مقایسه با G-aenial در تمامی سطوح بود. در مطالعه Say و همکاران (۵) نیز که به بررسی میزان سایش و سختی کامپوزیت‌های متفاوت پرداخته بودند، کامپوزیت P60 نسبت به کامپوزیت Packable و هیبرید سختی بالاتری داشت. طبق تحقیقات انجام شده، عوامل متعددی بر سختی کامپوزیت‌ها مؤثرند که از جمله آن‌ها میزان پلیمریزاسیون ماتریکس رزینی، ترکیب شیمیایی رزین، اندازه، شکل و میزان انتشار فیلرها اشاره کرد، بنابراین احتمالاً علت بیشتر بودن میزان سختی در کامپوزیت P60 نسبت به G-aenial تفاوت در محتویات شیمیایی آن‌ها می‌باشد. فیلرها ۸۳٪ وزنی کامپوزیت P60 و ۷۶٪ وزنی کامپوزیت G-aenial را تشکیل می‌دهند و از آنجایی که هرچه میزان فیلر در کامپوزیت بیشتر باشد سختی آن نیز بیشتر می‌شود (۳۲) می‌توان انتظار داشت احتمالاً سختی کامپوزیت P60 از کامپوزیت G-aenial بیشتر است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که درکل سختی کامپوزیت P60 بیشتر از G-aenial می‌باشد. همچنین سختی نمونه‌های هر دو نوع کامپوزیت پس از یک هفته غوطه‌ور شدن در نوشیدنی‌های اسیدی کاهش یافت.

بر اساس یافته‌های این مطالعه می‌توان بیان کرد که مصرف نوشیدنی‌های اسیدی می‌تواند موجب کاهش ریزسختی کامپوزیت‌های دندانی گردد.

منابع:

- 1- Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillips' science of dental materials: Elsevier Health Sciences; st. louis, Missouri, USA2013.
- 2- Seow W, Thong K. Erosive effects of common beverages on extracted premolar teeth. *Aust Dent J.* 2005;50(3):173-8.
- 3- Mohamed-Tahir M, Tan H, Woo A, Yap A. Effects of pH on the micro-hardness of resin-based restorative materials. *Oper Dent.* 2005;30(5):661-6.
- 4- Okada K, Tosaki S, Hirota K, Hume W. Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. *Dent Mater.* 2001;17(1):34-9.
- 5- Say E, Civelek A, Nobecourt A, Ersoy M, Guleryuz C. Wear and micro-hardness of different resin composite materials. *Oper Dent.* 2003;28(5):628-34.
- 6- Faria ACL, Benassi UM, Rodrigues RCS, Ribeiro RF, Mattos MdGCd. Analysis of the relationship between the surface hardness and wear resistance of indirect composites used as veneer materials. *Braz Det J.* 2007;18(1):60-4.
- 7- Sakaguchi RL, Powers J. Craig's Restorative dental material. 13th ed: Elsevier Health Sciences; mosby company, USA2012.
- 8- Tabari k. New concepts in restorative dentistry. Tehran: Noore danesh; 2011.
- 9- Okte Z, Villalta P, Garcia-Godoy F, Lu H, Powers J. Surface hardness of resin composites after staining and bleaching. *Oper Dent.* 2006;31(5):623-8.
- 10- Yap A, Lim L, Yang T, Ali A, Chung S. Influence of dietary solvents on strength of nanofill and ormocer composites. *Oper Dent.* 2005;30(1):129-33.
- 11- Yap A, Lee M, Chung S, Tsai K, Lim C. Effect of food-simulating liquids on the shear punch strength of composite and polyacid-modified composite restoratives. *Oper Dent.* 2003;28(5):529-34.
- 12- Yesilyurt C, Yoldas O, Altintas SH, Kusgoz A. Effects of food-simulating liquids on the mechanical properties of a silorane-based dental composite. *Dent Mater J.* 2009;28(3):362-7.
- 13- Van Eygen I, Vannet BV, Wehrbein H. Influence of a soft drink with low pH on enamel surfaces: an in vitro study *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;128(3):372-7.
- 14- Gonçalves GKM, Guglielmi CdAB, Corrêa FNP, Raggio DP, Corrêa MSNP. Erosive potential of different types of grape juices. *Braz Oral Res.* 2012;26(5):457-63.
- 15- Esmaeeli Khoozani NE, Bahrololoom M, Bagheri R. Modification of a Soft Drink by Adding Calcium Carbonate Nanoparticles to Prevent Tooth Erosion. *J Dent Biomater.* 2014;1(2):38-44.
- 16- Mottaghi M, Yousefi A, Jafari M. Effects of acidic beverages on the micro-hardness of resin composit restorations. *JQUMS.* 2010;5(19):19-26.
- 17- Davari AR DA, Farahat F, Zamani F. The Evaluation of the Effect of Some Common Carbonated Beverages in Iran on Enamel Micro-hardness of the Human Extracted Teeth. *Jundishapur Sci Med J.* 2016;15(5):607-17.
- 18- Gonçalves GKM, Guglielmi CdAB, Corrêa FNP, Raggio DP, Corrêa MSNP. Erosive potential of different types of grape juices. *Braz Oral Res.* 2012;26(5):457-63.
- 19- Torres CP, Chinelatti MA, Gomes-Silva JM, Rizóli FA, Oliveira MAHdM, Palma-Dibb RG, et al. Surface and subsurface erosion of primary enamel by acid beverages over time. *Bra Dent J.* 2010;21(4):337-45.
- 20- Jensdottir T, Arnadottir I, Thorsdottir I, Bardow A, Gudmundsson K, Theodors A, et al. Relationship between dental erosion, soft drink consumption, and gastroesophageal reflux among Icelanders. *Clin Oral Investig.* 2004;8(2):91-6.
- 21- Zanet CG, Fava M, Alves LAC. In vitro evaluation of the micro-hardness of bovine enamel exposed to acid solutions after bleaching. *Braz Oral Res.* 2011;25(6):562-7.
- 22- Maupomé G, Díez-de-Bonilla J, Torres-Villaseñor G, Andrade-Delgado L, Castaño VM. In vitro quantitative assessment of enamel micro-hardness after exposure to eroding immersion in a cola drink. *Caries Res.* 1998;32(2):148-53.
- 23- Meurman JH, Torokko H, Hirvonen J, Koskine J, Rytomaa I. Application of a new mechanical properties microprobe to study hardness of eroded bovine enamel in vitro. *Scand J Dent Res.* 1990;98(6):568-70.
- 24- Khamverdi Z, Kasraee S. Invitro comparison between the effects of two tooth bleaching agents on surface micro hardness of microhybrid composite. *J Mash Dent Sch.* 2007:31-6.
- 25- Ajami B, Ebrahimi M, Karbasi S. In-vitro study on the effect of Iranian soft drinks on enamel micro-hardness of primary teeth. *JIDAI.* 2006:51-7, 8.
- 26- Davari A, Kazemi AD, Ataei E, Vatanpour M, Abdollahi H. Effects of Bleaching and Remineralising Agents on the Surface Hardness of Enamel. *J Dent Shiraz Univ Med Sci.* 2012;13(4):156-63.
- 27- de Carvalho Sales-Peres SH, Magalhães AC, de Andrade Moreira Machado M, Buzalaf M. Evaluation of the erosive potential of soft drinks. *Eur J Dent.* 2007;1(1):10-3.
- 28- Abu-bakr N, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Changes in the mechanical properties and surface texture of compomer immersed in various media. *J Prosthet Dent.* 2000;84(4):444-52.
- 29- Okte Z, Villalta P, Garcia-Godoy F, Lu H, Powers J. Surface hardness of resin composites after staining and bleaching. *Oper Dent.* 2006;31(5):623-8.
- 30- Yap A, Low J, Ong L. Effect of food-simulating liquids on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives. *Oper Dent.* 2000;25(3):170-6.
- 31- De Moraes RR, Marimon JLM, Jochims Schneider LF, Sinhoreti MAC, Correr-Sobrinho L, Bueno M. Effects of 6 months of aging in water on hardness and surface roughness of two microhybrid dental composites. *J Prosthodont.* 2008;17(4):323-6.
- 32- Gomes vidal M, Cabral de Oliveira P, Bosco de Oliveira Y, Rodrigues J. The effect of dilution on the erosive potential of maltodextrin-containing sports drinks. *Rev Odontol UNESP.* 2017;46(1):28-32.