● مجلهٔ دانشگاه علوم پزشکی کرمان، دورهٔ بیست‌ودوم، شمارهٔ ۳، ص ۲۷۹-۲۶۹، ۱۳۹۴

مقالهٔ پژوهشی

مقایسه میزان حلالیت و آزادسازی فلوراید از مواد ترمیمی همرنگ دندان در محیط آبی و اسیدی به صورت برون‌تنی

علی اسکندری‌زاده[۱]، ملوک ترابی[۲*]، رقیه کریمی افشار[۳]، پیام خزائلی[۴]

خلاصه

مقدمه: یکی از مشکلات شایع در دندان‌پزشکی ترمیمی، پوسیدگی‌های ثانوی می‌باشد و آزادسازی فلوراید از مواد ترمیمی به علت توانایی این یون در غنی ساختن مینا و عاج مجاور، می‌تواند فایده قابل توجهی بر روی مهار آن داشته باشد. پژوهش حاضر به منظور بررسی میزان حلالیت و آزادسازی فلوراید در محیط آب دیونیزه و اسید از گلاس یونومرهای Iono CID (Iono Collision-induced dissociation)، Fuji II، Fuji II LC و Fugi IX و کامپوزیت‌های Pekalite، Z100 و Maxxion R به صورت برون‌تنی صورت گرفت.

روش: در این پژوهش ۶ ماده ترمیمی حاوی فلوراید و یک ماده فاقد فلوراید مورد استفاده قرار گرفت و از هر یک از مواد ۱۰ نمونه تهیه شد. میزان فلوراید آزاد شده نمونه‌ها به مدت ده هفته با استفاده از محلول بافر تیزاب III و الکترود ویژه سنجش فلوراید تعیین و جذب آب و حلالیت در آب به صورت درصد وزن خشک اولیه محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS و با استفاده از آزمون آماری ANOVA انجام شد.

یافته‌ها: میزان آزادسازی فلوراید در تمام مواد در هفته اول حداکثر بود و به تدریج کاهش یافت. بیشترین میزان رهاسازی فلوراید در گلاس یونومر Fuji II LC و بیشترین میزان حلالیت و جذب آب در گلاس یونومر Iono CID بود. از نظر رهاسازی فلوراید در محیط آبی و اسیدی، تفاوت آماری معنی‌داری بین کامپوزیت Pekalite با سایر مواد مشاهده شد ($P < ۰/۰۰۱$). بین میزان جذب آب کامپوزیت Z100 با سایر مواد مورد استفاده تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت ($P < ۰/۰۰۱$). از نظر حلالیت نیز Z100 به جز با گلاس یونومر Iono CID با سایر مواد تفاوت آماری معنی‌داری نداشت ($P = ۰/۰۵۰$).

نتیجه‌گیری: میزان آزادسازی فلوراید و حلالیت و جذب آب به نوع ماده بستگی دارد و از آن‌جایی که گلاس یونومرهای نوری از نظر آزادسازی فلوراید تفاوت آماری معنی‌داری با گلاس یونومرهای خود سخت شونده داشت، استفاده از این مواد در شرایط مشابه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آزادسازی فلوراید، مواد ترمیمی، گلاس یونومر، کامپوزیت

۱- دانشیار، گروه دندان‌پزشکی ترمیمی، دانشکده دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران ۲- دانشیار، گروه آسیب‌شناسی، دانشکده دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران ۳- دندان‌پزشک ۴- استاد فارماسیوتیکس، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

*** نویسنده مسؤول، آدرس پست الکترونیک:** drtorabiparizi@yahoo.com

دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۲/۳ **دریافت مقاله اصلاح شده:** ۱۳۹۳/۶/۱۹ **پذیرش مقاله:** ۱۳۹۳/۷/۲

مقدمه

نقش فلوراید به عنوان یک ماده ضد پوسیدگی به خوبی شناخته شده است. اثرات ضد پوسیدگی این ماده از طریق مکانیسم‌هایی همچون کاهش دمینرالیزاسیون، افزایش رمینرالیزاسیون، مداخله در ایجاد پلاک و پلیکل و مهار رشد و متابولیسم میکروب‌ها انجام می‌شود (۳-۱). امروزه مواد ترمیمی متعددی از جمله سمان‌های گلاس یونومر، گلاس یونومرهای رزینی اصلاح شده، کامپومر (مواد دندانی رنگی)، کامپوزیت، فیشورسیلانت (شیارپوش دندان) و مواد چسبنده دندانی که خاصیت آزادسازی فلوراید را دارند، در دسترس می‌باشند (۶-۴). این مواد در مقایسه با مواد بدون فلوراید دارای طول عمر بیشتر، کاهش شیوع پوسیدگی ثانوی و نقص مارژین، افزایش غلظت فلوراید در پلاک دندانی و خاصیت ضد باکتریایی هستند (۸، ۷، ۴).

تراب‌زاده و پدیسار مقدار فلوراید آزاد شده از سه سمان گلاس یونومر نوری، یک سمان گلاس یونومر غیر نوری، یک کامپومر و یک نوع کامپوزیت حاوی فلوراید را اندازه‌گیری کردند و نشان دادند که میزان رهاسازی فلوراید از گلاس یونومرهای نوری به طور معنی‌داری بیشتر از مواد غیر نوری می‌باشد (۹). قوام و مفتاحی میزان آزادسازی فلوراید از سه ماده گلاس یونومر معمولی، نوری و کامپومر را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که کامپومر، فلوراید کمتری آزاد می‌کند (۱۰). توانایی آزادسازی فلوراید یک ماده تحت تأثیر عوامل زیادی از جمله طبیعت محیط نگهدارنده به ویژه pH آن (۱۱)، زمان، فرمول اختصاصی، مدل تجربی و روش‌های نمونه‌گیری است (۱۴-۱۲، ۶).

اثرات ضد پوسیدگی مواد آزاد کننده فلوراید به طور معمول به میزان رهاسازی فلوراید بستگی دارد و میزان آزادسازی آن از مواد در طول زمان کاهش می‌یابد. شارژ دوباره ترمیم‌ها با فلوراید سبب رهاسازی مداوم آن می‌شود و توانایی یک ترمیم برای عمل کردن به عنوان یک ذخیره فلوراید بستگی به نوع و نفوذپذیری ماده ترمیمی، دفعات در معرض فلوراید قرار گرفتن (Exposure) و نوع و غلظت مواد فلوریده دارد (۱۶، ۱۵، ۴). جذب و رهاسازی دوباره فلوراید به نفوذپذیری مواد مرتبط است. یک ماده نفوذپذیر قادر به جذب یون‌های فلوراید از عمق ماده ترمیمی است؛ در حالی که ماده دارای نفوذپذیری نسبی، یون‌های فلوراید را فقط از لایه‌های سطحی و میانی جذب می‌کند. بنابراین میزان رهاسازی بیشتر فلوراید از ترمیم‌های رزینی شاید به علت فلورایدی می‌باشد که در سطح باقی مانده است (۴). Yan و همکاران اثر دما را بر روی آزادسازی فلوراید از گلاس یونومرها بررسی کردند و نتیجه گرفتند که افزایش دما سبب آزادسازی و دوباره شارژ شدن فلوراید در گلاس یونومرها می‌شود (۱۷). مطالعه‌ای در خصوص میزان آزادسای فلوراید، کاهش وزن و سایش چند گلاس یونومر معمولی و اصلاح شده با رزین و یک رزین کامپوزیت نشان داد که بیشترین میزان آزادسازی فلوراید در دو روز اول روی می‌دهد و در طی پنج هفته تثبیت می‌شود (۱۸).

آزادسازی فلوراید از مواد ترمیمی در کوتاه‌مدت و درازمدت به ماتریس آن‌ها، مکانیسم محیط، محتویات فلوراید و شرایط متعدد محیطی بستگی دارد (۷، ۴). Yoda و همکاران میزان آزادسازی یون فلوراید را از یک گلاس یونومر اصلاح شده و یک سمان حاوی فلوراید که به روش‌های متفاوت درمان شده بود، مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که محیط نگهداری و روش درمان بر روی میزان آزادسازی یون فلوراید تأثیر دارد (۱۹). مطالعات متعدد نشان دهنده افزایش آزادسازی فلوراید از مواد ترمیمی در حضور pH پایین محیط دهان در مقایسه با آب مقطر است (۲۱، ۲۰، ۱۴).

از آن‌جا که پوسیدگی‌های ثانوی در pH پایین محیط اطراف ترمیم‌ها روی می‌دهد، تعیین میزان فلوراید آزاد شده از مواد در وضعیت‌های اسیدی می‌تواند در ارزیابی قابلیت پیشگیری از پوسیدگی ثانویه هر کدام از مواد ترمیمی مهم

باشد. بنابراین در تحقیق حاضر، میزان آزادسازی فلوراید در محیط اسیدی و آب دیونیزه چند ماده همرنگ دندان (کامپوزیت‌ها و گلاس یونومرهای ساخت داخل و خارج کشور) جهت بررسی و ارزیابی قابلیت پیشگیری از پوسیدگی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی

برای انجام این تحقیق از ۶ ماده ترمیمی حاوی فلوراید معدنی [گلاس یونومرهای Iono CID (Iono Collision-induced dissociation)، Fuji II، Fuji II LC و Fugi IX و کامپوزیت‌های Pekalite و Maxxion R) و یک ماده فاقد فلوراید (کامپوزیت Z100) به عنوان گروه شاهد استفاده شد (جدول ۱). ۱۰ نمونه از هر ماده به ترتیب زیر تهیه گردید: کامپوزیت رزین‌های Z100 و Pekalite در مولد پلاستیکی (قطر ۱۰ میلی‌متر در عمق ۱ میلی‌متر) روی یک اسلاید شیشه‌ای قرار داده شد و با اسلاید شیشه‌ای دیگری تحت فشار قرار گرفت و به مدت ۴۰ ثانیه به وسیله دستگاه لایت کیور (Coltex II ساخت کارخانه) با قدرت خروجی ۴۰۰ میکرو ولت بر مترمربع کیور شد (طبق دستور کارخانه). گلاس یونومر Fuji II LC نیز ابتدا به مدت ۱۰ ثانیه به طور دستی مخلوط شد و سپس در مولد پلاستیکی قرار گرفت و به مدت ۴۰ ثانیه به طریق توضیح داده شده در بالا کیور شد (طبق دستور کارخانه سازنده).

جدول ۱. *مواد مصرفی مورد استفاده در پژوهش*

نام ماده	نوع محصول	نام کارخانه	نام کشور
Z100	کامپوزیت رزین (فاقد فلوراید) Bis-GMA & TEGDMA	3M	آمریکا
Pekalite	کامپوزیت رزین AlF glass، Ba و Bis-GMA	Heraeus-Kulzer	آمریکا
Fuji II	گلاس یونومر خود سخت شونده (کانونشنال) Fluoro-alumino-silicate و Polyacrylic acid	GC	ژاپن
Iono CID	گلاس یونومر خود سخت شونده و Fluoro-alumino-silicate	سلامی	ایران
Maxxion R	گلاس یونومر خود سخت شونده Fluoro-alumino-silicate، Polyacrylic acid و CaF	FGM	برزیل
Fuji II LC	رزین اصلاح شده گلاس یونومر Fluoro-alumino-silicate، UDMA و Polyacrylic acid	GC	ژاپن
Fuji IX	گلاس یونومر خود سخت شونده (کانونشنال) Alumino-fluoro-silicate، Polybasic carboxylic و Polyacrylic acid	GC	ژاپن

گلاس یونومرهای Ionو CID، IX Fuji، Fuji II و Maxxion R به مدت ۱۰ ثانیه به طور دستی مخلوط گردیدند و برای سخت شدن داخل مولد پلاستیک قرار گرفتند (طبق دستور کارخانه سازنده). انتهای یک سر قطعه‌ای از نخ دندان موم‌دار در داخل هر یک از دیسک‌ها قرار گرفت (قبل از این‌که مواد سخت شوند). این نخ به منظور جابه‌جا کردن مواد به کار برده شد. بعد از سخت شدن، تمام نمونه‌ها از مولد پلاستیکی جدا و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد برای مدت ۲۴ ساعت نگهداری گردید. سپس توسط کاغذ سمباده سیلیکون (۱۲۰۰ grit) به صورت دستی و خشک ساییده و سطح آن صاف گردید. آن‌گاه وزن اولیه مواد با استفاده از ترازوی دیجیتال A&D اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن نمونه‌ها و مقادیر pH و فلوراید موجود در مایع نگهدارنده به روش زیر به کار گرفته شد:

۵ نمونه از هر ماده در یک ظرف پلاستیکی مخصوص با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر و ۵ نمونه دیگر در ظرف مخصوص حاوی ۵ میلی‌لیتر محلول اسید لاکتیک (pH = ۴) قرار گرفتند. نمونه‌ها به مدت یک هفته در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس از ظرف خارج گردیدند. ابتدا با یک پارچه خشک و دوباره برای مدت ۱۵ ثانیه با پوار هوا خشک و سپس وزن شدند.

نمونه‌ها پس از اندازه‌گیری وزن در ظروف جدید با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر تازه یا اسید لاکتیک قرار گرفتند و فرایند ادامه یافت. بعد از غوطه‌ور ساختن آن‌ها در مایع بینابینی، مقدار pH توسط pHمتر (الکترود ویژه سنجش فلوراید Orion 9609 BN ساخت کشور انگلستان) اندازه‌گیری گردید. pH محلول آب مقطر و محلول اسید لاکتیک بدون نمونه نیز به عنوان شاهد اندازه‌گیری شد. بعد از اندازه‌گیری مقدار pH، ۵ میلی‌لیتر از هر محلول نگهدارنده با ۰/۰۵ میلی‌لیتر از محلول بافر TISAB III (Total ionic strength adjustment buffer) مخلوط و غلظت‌های فلوراید با استفاده از یک الکترود مخصوص تعیین فلوراید که به یک Ion meter متصل بود، تعیین گردید.

اندازه‌گیری وزن نمونه و فلوراید آزاد شده برای ۱۰ هفته صورت گرفت. هر مرحله از تحقیق شامل تعویض مایع نگهدارنده به طور هفتگی هماهنگ با فرسودگی و خیس شدن نمونه‌ها بود. نمونه‌ها پس از ۱۰ هفته از مایع نگهدارنده جدا شد و جهت خشک شدن در دمای اتاق قرار گرفت. سپس وزن خشک ثابت آن‌ها به دست آمد (Weight). جذب آب (Water sorption یا Wsor)، حلالیت در آب (Water solution یا Wsol) و وزن ماده در هفته nام (Wn) به صورت درصد وزن خشک اولیه (W0) با فرمول زیر محاسبه شد:

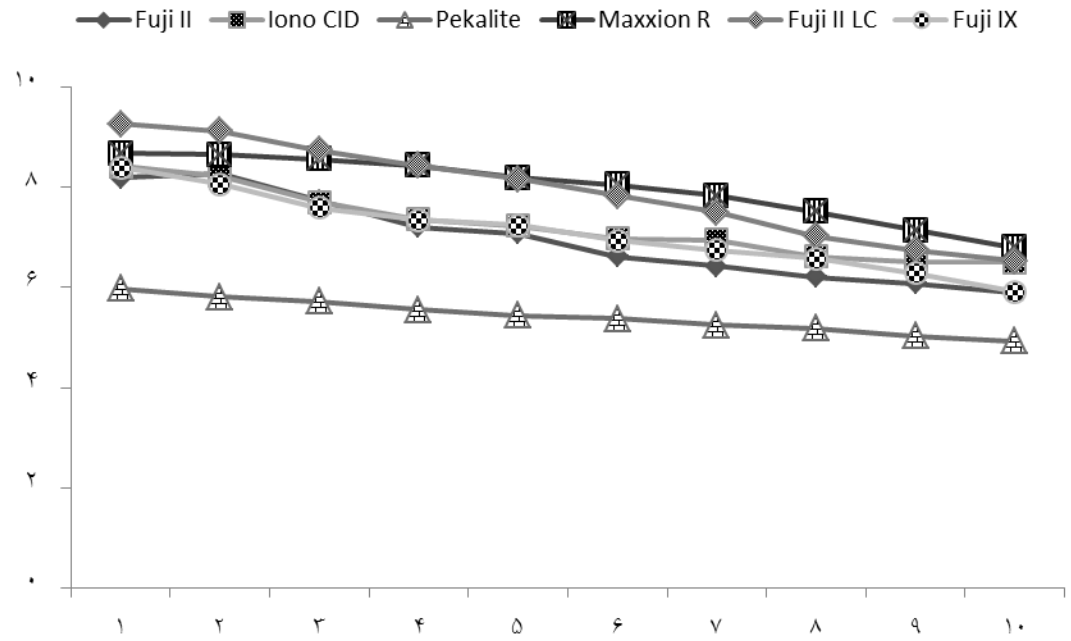
$$Wsor = ۱۰۰ (Wn–W0) /W0$$

$$Wsol = ۱۰۰ (W0–We) /W0$$

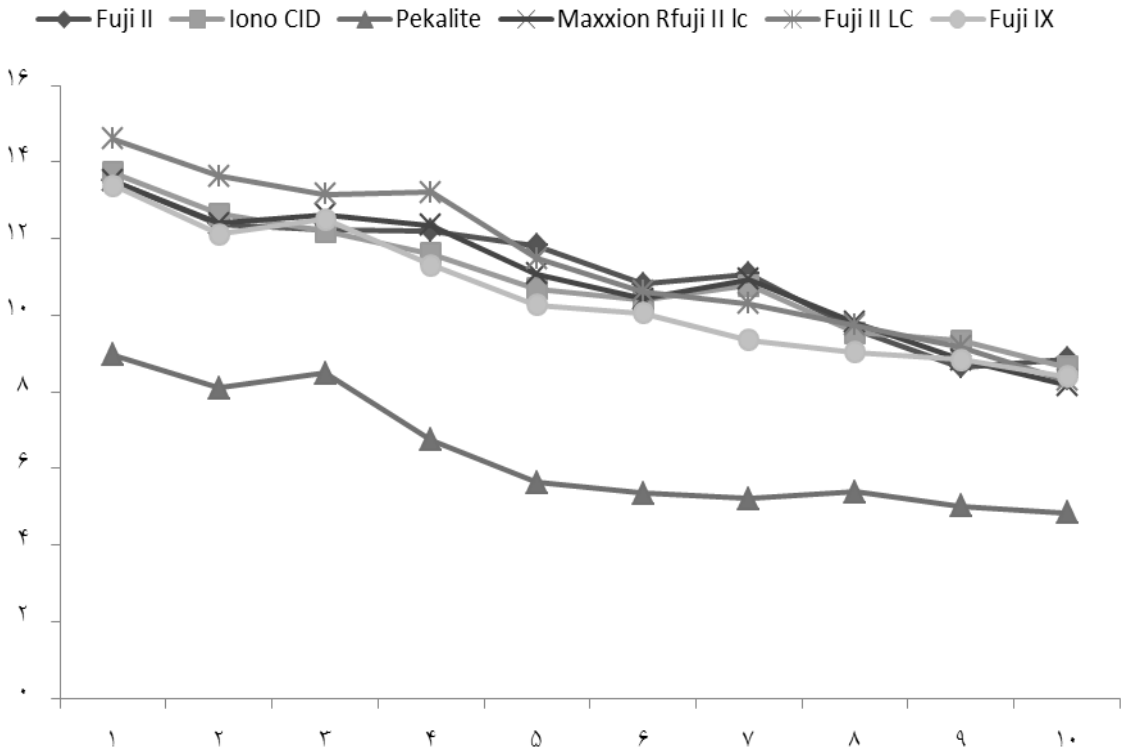
داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۷ (SPSS Inc., Chicago, IL, version 17) و آزمون‌های آماری ANOVA و Post Hoc مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

بیشترین میزان آزادسازی فلوراید در طول ۱۰ هفته در آب دیونیزه در گلاس یونومر Fuji II سخت شونده با نور (۰/۲۲۲۴ ± ۷/۹۳ میکروگرم بر میلی‌متر مربع) و کمترین میزان در Pekalte (۰/۲۵۹۹ ± ۵/۴۲ میکروگرم بر میلی‌متر مربع) بود. همچنین بیشترین میزان آزادسازی فلوراید در محیط اسیدی در گلاس یونومر Fuji II سخت شونده با نور و کمترین میزان در کامپوزیت Pekalite مشاهده شد. میزان آزادسازی فلوراید در مواد مورد استفاده در محیط آب دیونیزه و اسیدی در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱. *توزیع فراوانی میزان آزادسازی فلوراید مواد در محیط آبی*



شکل ۲. *توزیع فراوانی میزان آزادسازی فلوراید مواد در محیط اسیدی*

جدول ۲ میزان آزادسازی فلوراید، درصد تغییرات وزنی در اثر جذب آب و حلالیت در محیط آب دیونیزه و اسیدی را نشان می‌دهد. بین مواد مختلف از نظر آزادسازی فلوراید در محیط اسیدی تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده شد ($P < ۰/۰۰۱$). همچنین بین مواد گوناگون از نظر حلالیت، جذب آب و آزادسازی فلوراید در محیط آبی تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت ($P < ۰/۰۰۱$).

جدول ۲. *میزان آزادسازی فلوراید، حلالیت در محیط اسیدی و آبی و درصد تغییرات وزنی در اثر جذب آب و حلالیت در آب*

نوع ماده		آزادسازی فلوراید (میکروگرم بر سانتی‌متر مربع)		جذب آب (درصد)		حلالیت (درصد)
		میانگین ± انحراف معیار		میانگین ± انحراف معیار		میانگین ± انحراف معیار
		هفته اول	هفته دهم	هفته اول	هفته دهم	
Z100	اسید	۱/۳۹ ± ۰/۳۱	۰	۰	۶/۳۰ ± ۰/۰۴	۱/۲۰ ± ۰/۰۴
	آب	۰/۰۶ ± ۰/۰۲	۰			
Fugi II	اسید	۱۳/۵۱ ± ۰/۴۳	۸/۸۶ ± ۰/۳۲	۲/۶۰ ± ۰/۰۶	۷/۲۷ ± ۰/۰۴	۳/۰۰ ± ۰/۰۷
	آب	۸/۱۹ ± ۰/۰۸	۵/۹۸ ± ۰/۱۸			
Iono CID	اسید	۱۳/۷۳ ± ۰/۲۰	۸/۸۶ ± ۰/۵۸	۲/۲۰ ± ۰/۰۳	۷/۶۴ ± ۰/۰۵	۳/۲۰ ± ۰/۰۸
	آب	۸/۴۱ ± ۰/۲۶	۶/۵۰ ± ۰/۳۲			
Pekalite	اسید	۸/۹۶ ± ۰۹/۴۹	۴/۸۵ ± ۰/۴۰	۱/۴۰ ± ۰/۰۴	۳/۷۰ ± ۰/۰۵	۰/۸۶ ± ۰/۰۳
	آب	۵/۹۸ ± ۰/۲۶	۴/۹۳ ± ۰/۲۷			
Mxioon R	اسید	۱۳/۵۱ ± ۰/۸۷	۸/۱۸ ± ۰/۱۴	۲/۵۰ ± ۰/۰۳	۱۰/۰۰ ± ۰/۰۱	۳/۱۰ ± ۰/۰۷
	آب	۸/۶۸ ± ۰/۳۳	۶/۸۰ ± ۰/۲۸			
FugiII LC	اسید	۱۴/۰۶ ± ۰/۲۸	۸/۳۰ ± ۰/۱۳	۴/۴۰ ± ۰/۰۲	۷/۲۵ ± ۰/۰۴	۲/۹۰ ± ۰/۰۶
	آب	۹/۲۶ ± ۰/۱۷	۶/۵۲ ± ۰/۵۳			
Fugi IX	اسید	۱۳/۴۰ ± ۰/۶۱	۸/۴۰ ± ۰/۳۳	۴/۳۰ ± ۰/۰۳	۷/۰۹ ± ۰/۰۲	۲/۸۰ ± ۰/۰۷
	آب	۸/۳۹ ± ۰/۳۴	۵/۹۱ ± ۰/۰۴			

بحث

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که از نظر آزادسازی فلوراید در آب، تفاوت آماری معنی‌داری بین گلاس یونومرها و کامپوزیت‌ها وجود داشت. در مجموع بیشترین میزان آزادسازی فلوراید در مدت ۱۰ هفته در گلاس یونومر Fuji II LC با میزان ۰/۱۷۳ ± ۹/۲۶ میکروگرم بر میلی‌متر مربع و کمترین آزادسازی در Pekalite به میزان ۰/۲۶ ± ۵/۹۸ میکروگرم بر میلی‌متر مربع بود. تراب‌زاده و پدیسار نشان دادند که طرح آزادسازی فلوراید از گلاس یونومرهای نوری شبیه گلاس یونومرهای غیر نوری است و گلاس یونومرهای نوری به طور معنی‌داری فلوراید بیشتری نسبت به مواد غیر نوری آزاد می‌کنند (۹). در پژوهش حاضر میزان آزادسازی فلوراید در گلاس یونومر Fuji II LC بیشتر از سایر گلاس یونومرهای خود سخت شونده بود که

با پژوهش تراب‌زاده و پدیسار (۹) منطبق است. بین گلاس یونومرهای نوری و خود سخت شونده، میزان آزادسازی فلوراید در گلاس یونومر Fuji II LC بیشتر از سایر گلاس یونومرهای خود سخت شونده بود. بیشترین میزان آزادسازی فلوراید در میان خود سخت شونده‌ها نیز به ترتیب در گلاس یونومرهای Maxxion R، Iono CID، Fuji IX و Fuji II مشاهده شد.

کوثری و همکاران گزارش کردند که گلاس یونومر معمولی دارای بیشترین میزان آزادسازی فلوراید می‌باشد و در مرحله بعدی نمونه‌های گلاس یونومر اصلاح شده با رزین و کامپومر قرار داشتند (۲۲) و این یافته با پژوهش حاضر که گلاس یونومر Fuji II فلوراید بیشتری آزاد کرده بود، مطابقت دارد. Pamir و همکاران نشان دادند که گلاس یونومر معمولی Ketac-fil بیشترین میزان فلوراید را در محیط آب آزاد کرده بود (۲۳). Hara و همکاران نیز یک سمان گلاس یونومر را با پنج ماده ترمیمی که فلوراید آزاد می‌کرد، مقایسه نمودند و نتیجه گرفتند که اگرچه تمام مواد قادر به آزادسازی فلوراید بودند، اما به اندازه سمان گلاس یونومر قادر به مهار ایجاد پوسیدگی ثانویه نبودند (۵).

در مطالعه Yan و همکاران مشخص گردید که افزایش حرارت محیط سبب افزایش آزادسازی فلوراید و شارژ مجدد گلاس یونومرها می‌شود (۱۷). از آن جایی که آزادسازی فلوراید به عواملی همچون ماتریکس، فیلرها، محتوای فلوراید، مکانیسم سخت شدن و شرایط محیطی مواد ترمیمی بستگی دارد (۴)، بنابراین می‌توان اظهار کرد که تفاوت‌های ساختاری در مواد به کار رفته در پژوهش حاضر، عامل تفاوت در آزادسازی فلوراید می‌باشد. Yoda و همکاران گلاس یونومر Fuji II LC را از نظر آزادسازی فلوراید در محلول اسیدی و آب دیونیزه با Panavia F مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که گلاس یونومر Fuji II LC در هفته اول ۷ برابر بیشتر از Panavia F فلوراید آزاد کرد و میزان آزادسازی فلوراید در محیط اسیدی بیشتر از محیط آبی بود (۱۹) و با پژوهش حاضر که رهاسازی فلوراید گلاس یونومر Fuji II LC در اولین هفته بیشتر از سایر مواد (۰/۱۷۳۲ ± ۹/۲۶۲۰ میکروگرم بر میلی‌متر مربع) و در محیط اسیدی بالاتر بود (۰/۲۵۷ ± ۱۱/۴۲۷ میلی‌متر مربع)، مطابقت دارد.

در مطالعه حاضر بیشترین میزان آزادسازی فلوراید در طی هفته اول اتفاق افتاد و به تدریج طی ۱۰ هفته با روند آرامی کاهش یافت و این یافته با مطالعه Yip و همکاران مبنی بر این‌که تمام مواد به جز Z100 در طی دو روز اول بیشترین میزان آزادسازی فلوراید را دارند (۱۱)، همخوانی داشت. Chan و همکاران بیان کردند که سمان‌های گلاس یونومر و گلاس یونومرهای رزین اصلاح شده به طور معنی‌داری بیشتر از کامپوزیت‌ها فلوراید آزاد می‌کردند (۱۲) که با مطالعه حاضر مبنی بر بیشتر بودن میزان آزادسازی فلوراید در گلاس یونومرها مطابقت دارد.

میزان حلالیت هر یک از مواد نیز در مطالعه حاضر مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس آزمون ANOVA، از نظر حلالیت بین گلاس یونومرها و کامپوزیت‌ها تفاوت معنی‌داری نبود. بین حلالیت گلاس یونومر Fuji II LC با سایر گلاس یونومرها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما با کامپوزیت Pekalite تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت. نتایج حاصل شده با مطالعه Toledano و همکاران که گزارش کردند بین حلالیت مواد مورد مطالعه آن‌ها (یعنی کامپوزیت‌های Z100 و Prodigy و گلاس یونومرهای نوری Vitremer و Fuji II LC) تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد (۲۴)، مشابهت داشت.

مطالعه Pearson و Longman حاکی از آن بود که پلیمریزاسیون ناکافی موجب افزایش حلالیت قابل ملاحظه‌ای در گلاس یونومرها می‌گردد (۲۵). بیشترین میزان حلالیت در گلاس یونومر Iono CID به مقدار ۳/۲ درصد و کمترین میزان حلالیت در کامپوزیت Pekalite برابر با ۰/۸۶ درصد بود. دامنه میزان حلالیت در مطالعه حاضر

بین ۳/۲-۰/۸۶ درصد بود. این دامنه در مطالعه Toledano و همکاران برابر با ۲/۹-۰/۳ درصد (۲۴) و در مطالعه Oysaed و Ruyter برابر با ۹-۱/۴ درصد (۲۶) بوده است. حلالیت کامپوزیت Z100 در مطالعه حاضر کمتر از گلاس یونومرها و بیشتر از کامپوزیت Pekalite بود که با مطالعه Toledano و همکاران که حلالیت Z100 از کامپوزیت Prodigy بیشتر بود (۲۴)، مطابقت دارد. Martin و Jedynakiewicz در مطالعه خود نشان دادند که انبساط هیگروسکوپیک کامپومرها به طور معنی‌داری بیش از کامپوزیت‌های معمولی است (۲۷). بنابراین به نظر می‌رسد هر یک از عوامل پلیمریزاسیون ناکافی و انبساط هیگروسکپیک می‌تواند بر روی میزان حلالیت مواد مورد استفاده در پژوهش حاضر تأثیر گذاشته باشد.

بیشترین میزان جذب آب در مطالعه حاضر در گلاس یونومر Iono CID و کمترین میزان در کامپوزیت Pekalite مشاهده شد. میانگین جذب آب در دو کامپوزیت Z100 و Pekalite کمتر از سمان‌های گلاس یونومر بود. گلاس یونومر Fuji II LC با Z100 و Pekalite از نظر جذب آب تفاوت معنی‌داری را نشان داد؛ در حالی که با سایر گلاس یونومرها تفاوت آماری معنی‌داری نداشت که این یافته با نتیجه تحقیق Nicholson و همکاران (۲۸) مشابه بود. Mese و همکاران حلالیت، جذب آب و تغییرات ابعادی سمان را در دو محیط آب و اتانول مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنان نشان داد که تغییرات حجمی گلاس یونومر Fuji II به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از گلاس یونومرهای Panavia F، Rely X Veneer و Variolink II می‌باشد (۲۹). Toledano و همکاران بیان کردند که جذب آب در گلاس یونومرهای Vitremer و Fuji II LC بیشترین میزان است و بین کامپوزیت‌های Z100 و Prodigy تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده شد (۲۴) که با یافته‌های مطالعه حاضر مطابقت دارد. در پژوهش حاضر کمترین میزان آزادسازی فلوراید در محیط اسیدی از کامپوزیت Pekalite و برابر با ۰/۱۵۶۷ ± ۶/۳۸ میکروگرم بر میلی‌متر مربع، بیشترین آن از گلاس یونومر Fuji II LC برابر با ۰/۲۵۷۸ ± ۱۱/۴۲۷۰ میکروگرم بر میلی‌متر مربع و بیشترین مقدار در هفته اول مشاهده شد.

کوثری و همکاران نیز نشان دادند که میزان آزادسازی فلوراید در تمام نمونه‌های مورد آزمایش آن‌ها در روزهای اول، دوم و سوم به نحو آشکاری بیشتر از دوره‌های دیگر ۷، ۱۴ و ۲۸ روز بود (۲۲) که با مطالعه حاضر همخوانی دارد. Burke و همکاران بر این باور هستند که رهاسازی فلوراید پایدار نیست و در ابتدا دامنه سریعی دارد که با گذشت زمان کاهش می‌یابد (۶). مطالعه Karantakis و همکاران مشخص کرد که آزادسازی فلوراید در کامپوزیت گلاس یونومر Fuji II LC بیشتر از کامپوزیت Tetric و کامپومر Dyract می‌باشد و pH اثر مهمی بر روی آزادسازی فلوراید دارد و میزان آزادسازی فلوراید در محیط اسیدی بیشتر از بزاق مصنوعی و آب بود (۲۰). Yip و همکاران نیز بیان کردند که بیشترین میزان آزادسازی در دو روز اول روی می‌دهد و در طی پنج هفته به ثبات می‌رسد (۱۱). همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، نوع ماده به کار رفته در هر پژوهش (انواع مختلف گلاس یونومر و کامپوزیت رزین) بر روی متغیرهای مورد مطالعه اثر می‌گذارد.

نتیجه‌گیری

بیشترین میزان آزادسازی فلوراید در بین گلاس یونومرهای خود سخت شونده از نوع Maxxion R بود و کامپوزیت Pekalite میزان آزادسازی فلوراید خوبی به ویژه در محیط اسیدی از خود نشان داد، اگرچه در انتخاب یک ماده ترمیمی علاوه بر میزان آزادسازی فلوراید سایر خواص آن نیز باید در نظر گرفته شود. بر اساس یافته‌های حاصل از مطالعه حاضر، لزوم انجام تحقیقات بیشتر در خصوص آزادسازی فلوراید از مواد ترمیمی در دسترس در بازار ایران (اعم از تولید ایران و یا وارداتی) و در pHهای متفاوت و

محیط‌های مختلف مانند آب دیونیزه و بـزاق مصـنوعی در مدت زمان طولانی‌تری ضروری به نظر می‌رسد.

سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کرمان به‌دلیل پشتیبانی مالی پژوهش حاضر تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

References

1. Tantbirojn D, Feigal RJ, Ko CC, Versluis A. Remineralized dentin lesions induced by glass ionomer demonstrate increased resistance to subsequent acid challenge. *Quintessence Int* 2006; 37(4): 273-81.
2. Mazzaoui SA, Burrow MF, Tyas MJ. Fluoride release from glass ionomer cements and resin composites coated with a dent in adhesive. *Dent Mater* 2000; 16(3): 166-71.
3. Itota T, Nakabo S, Torii Y, Narukami T, Doi J, Yoshiyama M. Effect of fluoride-releasing liner on demineralized dentin. *Quintessence Int* 2006; 37(4): 297-303.
4. Wiegand A, Buchalla W, Attin T. Review on fluoride-releasing restorative materials--fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dent Mater* 2007; 23(3): 343-62.
5. Hara AT, Queiroz CS, Freitas PM, Giannini M, Serra MC, Cury JA. Fluoride release and secondary caries inhibition by adhesive systems on root dentine. *Eur J Oral Sci* 2005; 113(3): 245-50.
6. Burke FM, Ray NJ, McConnell RJ. Fluoride-containing restorative materials. *Int Dent J* 2006; 56(1): 33-43.
7. Ariffin Z, Ngo H, McIntyre J. Enhancement of fluoride release from glass ionomer cement following a coating of silver fluoride. *Aust Dent J* 2006; 51(4): 328-32.
8. Hicks J, Garcia-Godoy F, Donly K, Flaitz C. Fluoride-releasing restorative materials and secondary caries. *J Calif Dent Assoc* 2003; 31(3): 229-45.
9. Torabzadeh H, Padisar P. Evaluation of fluoride release level from different tooth-colored restorative materials: an in vivo study. *J Dent Sch Shahid Beheshti Univ Med Sci* 2000; 18(2): 107-12. [In Persian].
10. Ghavam M, Mefahi P. Comparing fluride release in conventional glass ionomer, light-cured glass ionomer and compomers. *J Dent Tehran Univ Med Sci* 1998; 11(2): 56-72. [In Persian].
11. Yip HK, Lam WTC, Smales RJ. Fluoride release, weight loss and erosive wear of modern aesthetic restoratives. *British Dental Journal* 1999; 187: 265-70.
12. Chan WD, Yang L, Wan W, Rizkalla AS. Fluoride release from dental cements and composites: a mechanistic study. *Dent Mater* 2006; 22(4): 366-73.
13. Delbem AC, Pedrini D, Franca JG, Machado TM. Fluoride release/recharge from restorative materials--effect of fluoride gels and time. *Oper Dent* 2005; 30(6): 690-5.
14. Asmussen E, Peutzfeldt A. Long-term fluoride release from a glass ionomer cement, a compomer, and from experimental resin composites. *Acta Odontol Scand* 2002; 60(2): 93-7.

15. Nagamine M, Itota T, Torii Y, Irie M, Staninec M, Inoue K. Effect of resin-modified glass ionomer cements on secondary caries. *Am J Dent* 1997; 10(4): 173-8.

16. Rodrigues JA, Marchi GM, Serra MC, Hara AT. Visual evaluation of in vitro cariostatic effect of restorative materials associated with dentifrices. *Braz Dent J* 2005; 16(2): 112-8.

17. Yan Z, Sidhu SK, Mahmoud GA, Carrick TE, McCabe JF. Effects of temperature on the fluoride release and recharging ability of glass ionomers. *Oper Dent* 2007; 32(2): 138-43.

18. Grobler SR, Rossouw RJ, Kotz TJ. *Dent J* 1996; 28: 259-65.

19. Yoda A, Nikaido T, Ikeda M, Sonoda H, Foxton RM, Tagami J. Effect of curing method and storage condition on fluoride ion release from a fluoride-releasing resin cement. *Dent Mater J* 2006; 25(2): 261-6.

20. Karantakis P, Helvatjoglou-Antoniades M, Theodoridou-Pahini S, Papadogiannis Y. Fluoride release from three glass ionomers, a compomer, and a composite resin in water, artificial saliva, and lactic acid. *Oper Dent* 2000; 25(1): 20-5.

21. Itota T, Al-Naimi OT, Carrick TE, Yoshiyama M, McCabe JF. Fluoride release and neutralizing effect by resin-based materials. *Oper Dent* 2005; 30(4): 522-7.

22. Kousari A, Mahmoodian J, Rashidian A. Fluoride release from three different types of giass- lonomer cements after exposure to acidic and neutral NaF solution. *J Dent Tehran Univ Med Sci* 2000; 13(3): 20-6. [In Persian].

23. Pamir T, Tezel H, Ozata F, Celik A. Fluoride release from esthetic restorative materials with and without adhesive. Quintessence Int 2006; 37(2): 145-50.

24. Toledano M, Osorio R, Osorio E, Fuentes V, Prati C, Garcia-Godoy F. Sorption and solubility of resin-based restorative dental materials. *J Dent* 2003; 31(1): 43-50.

25. Pearson GJ, Longman CM. Water sorption and solubility of resin-based materials following inadequate polymerization by a visible-light curing system. *J Oral Rehabil* 1989; 16(1): 57-61.

26. Oysaed H, Ruyter IE. Composites for use in posterior teeth: mechanical properties tested under dry and wet conditions. *J Biomed Mater Res* 1986; 20(2): 261-71.

27. Martin N, Jedynakiewicz N. Measurement of water sorption in dental composites. *Biomaterials* 1998; 19(1-3): 77-83.

28. Nicholson JW, Anstice HM, McLean JW. A preliminary report on the effect of storage in water on the properties of commercial light-cured glass-ionomer cements. *Br Dent J* 1992; 173(3): 98-101.

29. Mese A, Burrow MF, Tyas MJ. Sorption and solubility of luting cements in different solutions. *Dent Mater J* 2008; 27(5): 702-9.

The Comparison of Solubility and Release of Fluoride from Easthetic Restorative Materials in Water and Acid: An In Vitro Study

Ali Eskanadrizadeh, D.D.S.[1], Molouk Torabi, D.D.S.[2*], Roghayeh Karimiafshar, D.D.S.[3], Payam Khazaeli, Ph.D.[4]

1. Associate Professor, Operative Dentistry Department, School of Dentistry, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
2. Associate Professor, Maxillofacial Pathology Department , School of Dentistry, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
3. dentist
4. Professor, Phamacyothics , School of Pharmacy, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

* Corresponding author; e-mail: drtorabiparizi@yahoo.com

(Received: 3 May 2014 Accepted: 24 Sep. 2014)

Abstract

Background & Aims: Secondary caries is one of the most common problems in restorative dentistry. The release of flouride ions could substantially benefit the tooth enamel and neigboring dentin because flourid can combat caries. The purpose of this in vitro study was to evaluate the solubility rate and release of fluoride from tooth-colored restorative materials (Iono CID, Fuji II LC, FugiIX, FugiII Glass iomomers and Pekalite, Z100, and Maxxion composits) in acid and deionized water environment.

Methods: In the present study, 6 fluoride-containing and 1 non-fluoride-containing restorative material were used. From each material, 10 specimens were prepared. The amount of fluoride released was measured for 10 weeks using a special electrode and TISAB III buffer. Water absorption and solubility in water were calculated as a percentage of primary dry weight. Data analysis was performed using SPSS software and ANOVA.

Results: All materials showed the highest fluoride release rate in the first week; this rate decreased gradually. The highest fluoride release rate was observed in Fuji II LC and the highest solubility and water sorption rate in Iono CID. A significant statistical difference was observed between Pekalite composite and the other materials in terms of fluoride release in water and acid environment ($P < 0.001$). A significant statistical difference was observed between water absorption rate of Z100 composite and other materials in this study ($P < 0.001$). A significant statistical difference was observed between solubility rate of Z100 composite and Iono CID ($P = 0.050$).

Conclusion: The results from this study showed that fluoride release, solubility, and water absorption rate depend on material type. Since, there was a significant statistical difference between light-cured glass ionomers and self-cured glass ionomers, using this material in similar conditions is recommended.

Keywords: Fluoride release, Restorative materials, Glass ionomer, Composite

Journal of Kerman University of Medical Sciences, 2015; 22(3): 269-279