

مقایسه خواص فیزیکی سیمان های ترمیمی دندان حاوی عنصر روی ساخت داخل کشور با استاندارد جهانی

رضا تبارک* دکتر محمدباقر توکلی** انوشه زرگر***

Comparison of physical properties of zinc contained restorative dental cements made in Iran with world standard

R. Tabarak MB. Tavacoli A. Zargar

*Abstract

Background: Zinc contained cements are commonly important cements used in restorative dentistry. Therefore, cements that are used must be tested and assured.

Objective: To measure compressive strength, setting time and solubility and disintegration of Iranian zinc contained cements included zinc oxide - eugenol, zinc phosphate and zinc polycarboxylate.

Methods: An Iranian company dental products, used as prototypes and a German company dental products as proof samples. For compressive strength test, 11 samples provided from each types of cements. For setting time test, 16 samples provided from zinc oxide - eugenol cement and 11 samples from two others. For solubility and disintegration 11 samples provide from zinc oxide - eugenol cement. A Hypothesis test with confidence interval of 95% was used for means estimating.

Findings: The means of zinc oxide - eugenol, phosphate and polycarboxylate cements are: 12.58, 37.21 and 35.86 MPa. Setting time are: 49.04, 5.41 and 2.5 minutes. Solubility and disintegration of zinc oxide - eugenol cement is 8.44%.

Conclusion: By comparison of results and standards, it's concluded that none of Iranian cements are standard and not recommended for use.

Keywords: Dental Cement, Zinc oxide-eugenol, Zinc phosphate, Zinc polycarboxylate, Dentistry

*چکیده

زمینه: سیمان های حاوی عنصر روی، کاربردهای متنوعی در دندان پزشکی ترمیمی دارند. به دلیل اهمیت کیفیت سیمان ها در امر درمان، محصولات تولید شده باید به صورت مستمر ارزشیابی شوند.

هدف: مطالعه به منظور مقایسه خواص فیزیکی سیمان های اوژینول - اکسید روی، فسفات روی و پلی کربوکسیلات روی تولید داخل کشور با استانداردهای جهانی انجام شد.

مواد و روش ها: این مطالعه تحلیلی در سال ۱۳۸۱ در دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام شد. برای تهیه نمونه ها از تولیدات یک شرکت ایرانی و برای تهیه نمونه شاهد از محصولات یک شرکت آلمانی استفاده شد. جهت اندازه گیری مقاومت فشاری هر سه نوع سیمان، با استفاده از محاسبه های آماری از ۱۱ نمونه استفاده شد. برای اندازه گیری زمان سفت شدن سیمان اوژینول - اکسید روی از ۱۶ نمونه و برای دو نوع سیمان دیگر از ۱۱ نمونه استفاده شد. اندازه گیری قابلیت انحلال و تجزیه پذیری فقط برای سیمان اوژینول - اکسید روی و با استفاده از ۱۱ نمونه انجام شد. از آزمون فرضیه (H₀) با حدود اطمینان ۹۵٪ برای تعیین میانگین در تمام موارد استفاده شد.

یافته ها: میانگین مقاومت فشاری سیمان های اوژینول - اکسید روی، فسفات روی و پلی کربوکسیلات روی به ترتیب ۱۲/۵۸، ۳۷/۲۱ و ۳۵/۸۶ مگاپاسکال بود. زمان سفت شدن سیمان های مذکور به ترتیب ۴۹/۰۴، ۵/۴۱ و ۲/۵۰ دقیقه بود. قابلیت انحلال و تجزیه پذیری سیمان اوژینول - اکسید روی ۸/۴۴٪ بود. فقط مقاومت فشاری سیمان اوژینول - اکسید روی و زمان سفت شدن سیمان های فسفات و پلی کربوکسیلات روی استاندارد بودند.

نتیجه گیری: با توجه به یافته ها، هیچ یک از سیمان های مورد آزمایش دارای شرایط استاندارد نبودند و استفاده از آنها توصیه نمی شود.

کلید واژه ها: سیمان دندان، اوژینول، اکسید روی، فسفات روی، پلی کربوکسیلات روی، دندان پزشکی

* کارشناس ارشد فیزیک پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

** دانشیار گروه فیزیک و مهندسی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

*** مربی گروه فیزیک و مهندسی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

آدرس مکاتبه: قزوین، خیابان بلاغی، نبش کوچه جباری، پلاک ۱۰۳، کدپستی ۳۴۱۸۶، تلفن ۲۲۲۴۷۵-۰۲۸۱

*** مقدمه :**

امروزه استفاده از مواد مختلفی تحت عنوان مواد ترمیمی در دندان پزشکی رایج است که سیمان های ترمیمی دسته ای از آنها هستند. سیمان ها به منظور پرکردن حفره های دندانی یا تثبیت ترمیم های قبلی به کار می روند. کاربرد سیمان های حاوی عنصر روی در دندان پزشکی ترمیمی عبارت اند از :

ابقا و نگه داری ترمیم های دیگر، ابقای نوارهای ارتودنسی، کف بندی با استحکام بالا و ترمیم های موقت یا دائم^(۱و۲).

نکته حائز اهمیت در این زمینه، لزوم سازگاری سیمان با شرایط داخل دهان بیمار است. برای نیل به این هدف، استانداردهایی توسط مراجع ذی ربط تعریف شده است که محصول های سیمانی تولیدشده باید از این استانداردها تبعیت کنند. مراجع ارائه دهنده این استانداردها در سطح بین المللی شامل انجمن دندان پزشکی آمریکا (ADA)، انجمن دندان پزشکی کانادا (CDA) و آژانس غذا و دارو (FDA) هستند. استانداردهای وضع شده توسط این مراکز در اکثر کشورها مورد استفاده قرار می گیرند. این مراجع هر چند وقت یک بار، در صورت لزوم اقدام به ارائه دستورالعمل هایی در این زمینه می نمایند.^(۳و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۰و۱۱)

به دلیل عدم توجه کافی به استاندارد مواد دندانی ترمیمی در ایران، تاکنون مطالعه های محدودی بر روی کیفیت سیمان های ساخت داخل انجام شده است. لذا به دلیل اهمیت و تأثیر این امر در نتایج درمان، تحقیق حاضر به منظور مقایسه خواص فیزیکی نمونه هایی از سیمان های ساخت داخل کشور با استانداردهای جهانی انجام شد.

*** مواد و روش ها :**

این مطالعه تحلیلی در سال ۱۳۸۱ در دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان (گروه فیزیک پزشکی) انجام شد. سیمان های حاوی عنصر روی شامل اوژینول - اکسید روی، فسفات روی و پلی کربوکسیلات روی در این تحقیق بررسی شدند. خواص فیزیکی مورد اندازه گیری عبارت بودند از : مقاومت فشاری (بر حسب مگاپاسکال)، زمان سفت شدن (بر حسب دقیقه) و قابلیت انحلال و تجزیه پذیری (بر حسب درصد جرمی). قابلیت انحلال و تجزیه پذیری فقط برای سیمان اوژینول - اکسید روی اندازه گیری شد. معادل این ویژگی برای سیمان های فسفات و پلی کربوکسیلات روی، قابلیت انحلال در آب نام دارد که اندازه گیری آن به روش شیمیایی انجام می شود. برای اندازه گیری مقاومت فشاری هر سه نوع سیمان، با توجه به محاسبه های آماری از ۱۱ نمونه (قالب سیمانی) استفاده شد. برای اندازه گیری زمان سفت شدن سیمان اوژینول - اکسید روی از ۱۶ نمونه و برای دو نوع سیمان دیگر از ۱۱ نمونه استفاده شد. برای اندازه گیری قابلیت انحلال و تجزیه پذیری سیمان اوژینول - اکسید روی از ۱۱ نمونه استفاده شد.^(۱۲و۱۳)

برای تهیه نمونه، از سیمان های تولیدی یکی از تولیدکنندگان داخلی به طور تصادفی استفاده شد. همچنین برای تهیه نمونه های شاهد از محصولات یک شرکت آلمانی استفاده شد که دارای گواهی استاندارد بین المللی و کیفیت مطلوبی است. به دلیل عدم دسترسی به سیمان اوژینول - اکسید روی ساخت شرکت فوق، نمونه شاهد فقط برای سیمان های فسفات و پلی کربوکسیلات روی تهیه شد.

برای تهیه مخلوط سیمان، مطابق دستورالعمل شرکت سازنده مقدار کافی از پودر و مایع سیمان

مقاومت فشاری، نمونه های مرطوب از دو انتها بین فک های دستگاه پرس قرار گرفتند، طوری که نیرو در جهت عمودی به آنها وارد شود. مقدار فشاری که نمونه در آن از هم پاشیده می شد بر حسب مگاپاسکال از رابطه

$$C = \frac{F}{\pi r^2} \quad (۱۰ و ۹ و ۸ و ۷ و ۶ و ۵ و ۴)$$

C: مقاومت فشاری (بر حسب مگاپاسکال)، F: نیروی وارد شده (بر حسب نیوتن) و r: شعاع نمونه (بر حسب میلی متر) است.

مطابق دستورالعمل استاندارد، سرعت اعمال نیرو برای سیمان اوژینول-اکسید روی 1 ± 0.25 میلی متر بر دقیقه، برای سیمان فسفات روی 0.75 ± 0.25 میلی متر بر دقیقه و برای سیمان پلی کربوکسیلات روی ۱ میلی متر بر دقیقه انتخاب شد. (۱۰ و ۹ و ۸ و ۷ و ۶ و ۵ و ۴)

برای اندازه گیری زمان سفت شدن سیمان ها از سوزن گیل مور که نمایی از آن در شکل ۱ آمده است استفاده شد. با قرار دادن وزنه ای به جرم ۴۰۰ گرم بر روی کفه متصل به سوزن، نیرویی توسط سوزن بر نمونه سیمانی اعمال شد. مقدار جابه جایی سوزن در داخل نمونه توسط شاخص بر روی خط کشی که در امتداد مسیر سوزن قرار داشت اندازه گیری شد. (۱۰ و ۹ و ۸ و ۷ و ۶ و ۵ و ۴)

شکل ۱- سوزن گیل مور

بر روی یک صفحه از جنس شیشه با هم مخلوط گردید. قالب مورد استفاده برای اندازه گیری مقاومت فشاری، استوانه ای به ارتفاع ۱۲ میلی متر و قطر داخلی ۶ میلی متر از جنس فولاد ضد زنگ بود. (۱۰ و ۹ و ۸ و ۷ و ۶ و ۵ و ۴)

قالب مورد استفاده برای اندازه گیری زمان سفت شدن سیمان اوژینول-اکسید روی، یک ورق چهارگوش به ضخامت ۲ میلی متر با سوراخ مدوری به قطر ۱۰ میلی متر و برای سیمان های فسفات و پلی کربوکسیلات روی، ورقی چهارگوش به ضخامت ۲/۵ میلی متر با یک سوراخ مستطیل به ابعاد 3×10 میلی متر و جنس همه قالب ها از فولاد ضد زنگ بود. (۱۰ و ۹ و ۸ و ۷ و ۶ و ۵ و ۴)

قالب مورد استفاده برای اندازه گیری قابلیت انحلال و تجزیه پذیری شامل یک حلقه شکاف دار از فولاد ضد زنگ با قطر داخلی ۲۰ میلی متر و ضخامت پوسته ۱ میلی متر و ارتفاع دیواره ۱/۵ میلی متر بود. (۸ و ۴)

برای اندازه گیری مقاومت فشاری، قالب روی یک صفحه شیشه ای قرار گرفت و از مخلوط سیمان تهیه شده پر شد. سه دقیقه بعد از آغاز اختلاط سیمان، صفحه شیشه ای دیگری روی قالب ها قرار گرفت و قالب ها به وسیله گیره در میان صفحات محکم شد. سپس این مجموعه به محیطی با رطوبت نسبی ۹۵ تا ۱۰۰ درصد و دمای ۳۷ درجه سانتی گراد (بن ماری) منتقل شد. یک ساعت بعد، دو سطح انتهایی قالب ها به وسیله سنباده نرم صاف گردید و نمونه ها از قالب جدا شدند. سپس نمونه ها در آب مقطر ۳۷ درجه سانتی گراد فرو برده شدند. مدت زمان بین آغاز عمل مخلوط کردن و آزمون مقاومت فشاری مطابق با دستورالعمل استاندارد، ۲۴ ساعت بود. برای اندازه گیری

گذاشته شد که بر روی یک صفحه صاف شیشه ای قرار داشت. طول مناسبی از سیم یا نخ دندان پزشکی توزین شده و از میان شکاف حلقه (قالب) عبور داده شد. کمی بیش از ظرفیت حلقه، از سیمان آماده شده در آن قرار داده و صفحه پلی اتیلنی و صفحه شیشه ای دیگری روی آن گذاشته و تحت فشار قرار داده شد، به طوری که در اثر فشار وارده حلقه پر از سیمان شود. سه دقیقه بعد از شروع عمل مخلوط کردن، تمام مجموعه در گیره فنری گذاشته شد و در محیطی با رطوبت نسبی ۹۵ تا ۱۰۰ درصد و دمای ۳۷ درجه سانتی گراد قرار گرفت. یک ساعت بعد، مجموعه از محیط مزبور خارج و صفحات شیشه ای و پلی اتیلنی جدا شدند. سپس صفحه سیمانی به همراه نخ متصل به آن از حلقه خارج شد. در این مرحله جرم نمونه (دیسک سیمانی) اندازه گیری شد و در داخل یک بطری توزین قرار گرفت. بلافاصله با ریختن ۵۰ میلی لیتر آب مقطر در داخل بطری توزین، نمونه ها به حالت غوطه ور در آب قرار گرفتند. سپس درب بطری محکم بسته شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد قرار گرفت. نمونه ها طوری در داخل بطری معلق نگاه داشته شدند که با یکدیگر و دیواره های بطری تماس نداشته باشند. بعد از گذشت ۲۴ ساعت از زمان شروع مخلوط سازی سیمان، نمونه از آب خارج شده و رطوبت آن در مدت یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد و متعاقب آن به مدت ۲۳ ساعت در دمای ۱۵۰ درجه سانتی گراد خارج شد و سپس نمونه توزین شد. قابلیت انحلال و تجزیه پذیری که به صورت درصد جرمی بیان می شود از رابطه زیر به دست آمد: (۸۹۴)

$$S = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

برای اندازه گیری زمان سفت شدن سیمان اوژینول-اکسید روی، قالب ها بر روی صفحه شیشه ای قرار گرفتند و از مخلوط سیمان تهیه شده پر شدند. سپس یک سوزن گیلومر به قطر 1 ± 0.1 میلی متر با نوک صاف و وزنه ای به جرم 400 ± 2 گرم به صورت عمود بر سطح مقطع قالب به دقت پایین آورده شد تا در تماس با سطح سیمان قرار گیرد. این عمل به تناوب تکرار می شد. فاصله زمانی بین شروع اختلاط سیمان تا موقعی که سوزن کمتر از ۲ میلی متر در سیمان فرو می رفت به عنوان زمان سفت شدن این سیمان ثبت شد. (۸۹۴)

اندازه گیری زمان سفت شدن دو نوع سیمان دیگر چند تفاوت جزئی با روش فوق داشت :

در مورد هر دو نوع سیمان، زمان سفت شدن از آغاز مخلوط سازی اندازه گیری شد. یک دقیقه بعد از مخلوط کردن، نمونه ها به محیط با رطوبت نسبی ۹۵ تا ۱۰۰ درصد و دمای ۳۷ درجه سانتی گراد منتقل شدند. ۱/۵ دقیقه بعد از اتمام مخلوط کردن، سوزن گیلومر به آرامی پایین آورده شد تا در تماس با سطح سیمان قرار گیرد. مدت تماس سر سوزن و سطح سیمان باید ۵ ثانیه باشد. این عمل تا هنگام سفت شدن سیمان در فواصل ۳۰ ثانیه ای تکرار شد. در مورد سیمان پلی کربوکسیلات روی با سفت شدن تدریجی نمونه، تماس سوزن با سطح سیمان به جای فواصل ۳۰ ثانیه ای با فواصل ۱۵ ثانیه ای انجام شد. فاصله زمانی از اتمام عمل مخلوط سازی تا هنگامی که سوزن در سطح سیمان اثری ایجاد نکند به عنوان زمان سفت شدن ثبت شد. برای این منظور سطح سیمان با یک ذره بین (با بزرگ نمایی ۲) مشاهده شد. (۹۰۶و۹۰۷)

برای اندازه گیری قابلیت انحلال و تجزیه پذیری سیمان اوژینول-اکسید روی ابتدا قالب بر روی یک ورقه نازک پلی اتیلن یا استات سلولز

۲ بود. همان طور که در جدول های ۱ و ۲ مشاهده می شود مقاومت فشاری سیمان اوژینول - اکسید روی شرکت آسیا شیمی طب در محدوده استاندارد و زمان سفت شدن و قابلیت انحلال و تجزیه پذیری آن بیش تر از مقدار استاندارد بود. مقاومت فشاری سیمان فسفات روی شرکت آسیا شیمی طب کمتر از مقدار استاندارد و زمان سفت شدن آن در محدوده استاندارد قرار داشت. مقاومت فشاری سیمان های ساخت شرکت هاروارد در محدوده استاندارد و زمان سفت شدن آن کمتر از استاندارد بود.

S: قابلیت انحلال و تجزیه پذیری (بر حسب درصد جرمی)، A: جرم اولیه نمونه، B: جرم نمونه بعد از خشک شدن در پایان، نتایج به دست آمده از اندازه گیری ها با مقادیر شاهد و استانداردهای جهانی مقایسه شد. مقادیر استاندارد جهانی مربوط به خواص فیزیکی سیمان های حاوی عنصر روی در جدول ۱ آمده است.

* یافته ها :

میانگین نتایج حاصل از اندازه گیری مقاومت فشاری، زمان سفت شدن و قابلیت انحلال و تجزیه پذیری سیمان های مذکور مطابق جدول

جدول ۱- مقادیر استاندارد خواص فیزیکی سیمان های حاوی عنصر روی

ویژگی	مقاومت فشاری (مگاپاسکال)	زمان سفت شدن (دقیقه)	قابلیت انحلال (درصد)
سیمان اوژینول - اکسید روی	۲ تا ۱۴ ، (حداکثر ۳۵)	۴ تا ۱۰	۲/۵
سیمان فسفات روی	۹۶ تا ۱۳۰ ، (حداقل ۷۰)	۵/۵۰ تا ۲/۵۰	-
سیمان پلی کربوکسیلات روی	۵۵ تا ۹۶ ، (حداقل ۵۰)	حداکثر ۵	-

جدول ۲- مقادیر میانگین خواص فیزیکی سیمان های مورد آزمایش

ویژگی	مقاومت فشاری (مگاپاسکال)	زمان سفت شدن (دقیقه)	قابلیت انحلال (درصد)
اوژینول - اکسید روی ایرانی	$12/57 \pm 1/3$	$29/04 \pm 0/71$	$8/44 \pm 1/1$
فسفات روی ایرانی	$37/21 \pm 5/0$	$5/41 \pm 0/55$	-
فسفات روی آلمانی	$94/06 \pm 11/35$	$4/42 \pm 0/14$	-
پلی کربوکسیلات روی ایرانی	$35/86 \pm 2/1$	$2/5 \pm 0/06$	-
پلی کربوکسیلات روی آلمانی	$80/27 \pm 5/7$	$2/1 \pm 0/12$	-

* بحث و نتیجه گیری :

با توجه به یافته ها، هیچ یک از سیمان های مورد آزمایش دارای شرایط استاندارد نبودند و استفاده از آنها توصیه نمی شود.^(۶و۵۴)

لازم به ذکر است که استفاده از مواد ترمیمی غیراستاندارد می تواند فرآیند درمان را دچار اختلال نماید. اگر مقاومت فشاری سیمان ها تا حد کافی بالا نباشد، بعد از درمان و به هنگام استفاده از دندان ها احتمال شکستن ترمیم و آسیب به دندان های مجاور و لثه ها وجود دارد. در صورتی که زمان سفت شدن سیمان بیش از حد طولانی باشد، احتمال تغییر ماهیت سیمان در اثر عواملی مانند اکسیژن و رطوبت محیط، قبل از سفت شدن وجود دارد. همچنین زمان انتظار بیمار قبل از ترک مطب افزایش می یابد. اگر قابلیت انحلال و تجزیه پذیری سیمان بیش از مقدار مجاز باشد، ترمیم انجام شده به تدریج در بزاق دهان و مایعات آشامیدنی حل شده و قبل از موعد مقرر از بین می رود. این مسأله در مورد سیمان هایی که برای پانسمان زخم های جراحی به کار می رود اهمیت بیش تری دارد. زیرا قبل از بهبود کامل زخم نباید به هیچ عنوان آسیبی به پوشش آن وارد شود. بنابراین در کارهای ترمیمی باید از سیمان های استاندارد استفاده شود که مقاومت فشاری آنها بزرگ تر یا مساوی مقدار استاندارد باشد و همچنین زمان سفت شدن و قابلیت انحلال و تجزیه پذیری آنها کوچک تر یا مساوی مقدار استاندارد باشد.^(۳و۲۱)

باتوجه به مقادیر به دست آمده از اندازه گیری ها و مقایسه آن با نتایج حاصل از نمونه های شاهد و استانداردهای جهانی، نتیجه گرفته شد که فقط مقاومت فشاری سیمان اوژینول- اکسید روی و زمان سفت شدن سیمان های فسفات و پلی کربوکسیلات روی شرکت ایرانی مورد بررسی حائز شرایط استاندارد بوده و مقادیر مربوط به سایر

خواص فیزیکی سیمان های مزبور حائز شرایط استاندارد نیستند.^(۶و۵۴) در نتیجه سه نوع سیمان ساخت این شرکت، به طور کامل استاندارد نیستند و جهت استفاده در مصارف دندان پزشکی توصیه نمی شوند. با توجه به این که اندازه گیری های انجام شده روی محصولات این شرکت بر اساس دستورالعمل های مؤسسه استاندارد ایران و انجمن دندان پزشکان آمریکا انجام شده و نیز مقادیر به دست آمده از نمونه های شاهد دارای شرایط استاندارد مطلوبی بودند، نتایج فوق قابل اطمینان هستند.

مطالعه های انجام شده در مراکز دیگر به طور عمده به یافتن روش هایی در جهت بهبود شرایط تولید و استفاده از سیمان ها معطوف بوده است. به عنوان مثال موّقی در دانشگاه تورنتو تأثیر افزودن رزین در افزایش چسبندگی سیمان را بررسی کرده است.^(۱۴) خواص حرارتی سیمان های حاوی روی توسط دروموند و همکاران در دانشگاه ایلینویز بررسی شده است.^(۱۵)

* سپاسگزاری :

از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در تأمین بودجه این طرح تشکر می نماید.

* مراجع :

۱. کریگ روبرت، مواد دندانی ترمیمی. ترجمه وجیه السادات مرتضوی و محمدحسین فتحی. ویرایش اول، اصفهان، انتشارات ارکان، ۱۳۷۱
۲. کریگ روبرت، مواد دندانی، خواص و کاربرد. ترجمه اکبر فاضل و همکاران. ویرایش اول، تهران، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی تهران، ۱۳۷۶

10. Council of dental materials and devices. Standard bulletin number 61 for Zinc Polycarboxylate cement. Journal of American Dentistry Association (ADA) 1980 Oct; 101: 563-4
11. Council of dental materials and devices. Standard bulletin number 96 for zinc water-based cements. 1st ed, ADA Publication, 2000, 1-2
۱۲. سازمان بهداشت جهانی (گروه مؤلفین). تحقیق در سیستم های بهداشتی. ترجمه و نشر معاونت پژوهشی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، جزوه های شماره ۱۰، ۱۱ و ۱۵، ویرایش اول، ۱۳۶۹
۱۳. واین دانیل. اصول و روش های آمار زیستی. ترجمه سید محمدتقی آیت اللهی، ویرایش دوم، تهران، مؤسسه انتشارات امیرکبیر، ۱۳۶۸، ۸-۱
14. Movafy OE. The use of resin cements in restorative dentistry to overcome retention problems. Journal of Canadian Dentistry Association (CDA) 2001 May; 67: 97-102
15. Drummond JL, Robledo J, Garcia L, Topke TRS. Thermal conductivity of cement base materials. 1st ed, ADA Publication, 1993, 68-71
3. Baum L, Williams RW, Lund MR. Textbook of operative dentistry. 3rd ed, Philadelphia WB Saunders Company, 1994, 138-50
۴. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. بولتن استاندارد شماره ۲۶۰۲ (استاندارد سیمان اوژینول-اکسید روی). ۱۳۶۵، ۱-۱۵
۵. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. بولتن استاندارد شماره ۲۷۲۵ (استاندارد سیمان فسفات روی). ۱۳۶۷، ۱-۱۷
۶. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. بولتن استاندارد شماره ۲۷۲۶ (استاندارد سیمان پلی کربوکسیلات روی). ۱۳۶۶، ۲۰-۱
7. America's Food and Drug Agency (FDA). Guidance bulletin for industry (Dental cements notification). 1st ed, FDA Publication, 1998, 1-10
8. Council of dental materials and devices. Standard bulletin number 30 for Zinc Oxide-Eugenol cement. Journal of American Dentistry Association (ADA). 1997 Nov; 95: 263-5
9. Council of dental materials and devices. Standard bulletin number 8 for Zinc Phosphate cement. Journal of American Dentistry Association (ADA) 1977 Sep; 57-62