

Original Research

Impact of Different Water-to-powder Ratios on the Solubility of Calcium-enriched Cement

Mohammad Frough Reyhani¹ , Negin Ghasemi¹ , Peyman Taghizadeh² , Ailar Javaheripour^{1*}  

¹ Dept. of Endodontics, Dental Faculty, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran. ² Dental Faculty, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.

Abstract

Background and Objective: Cement solubility plays a crucial role in clinical success and stability within the oral environment. Research has demonstrated that the water-to-powder ratio (W/P) can influence the solubility of various cements. This study aimed to investigate the impact of different water-to-powder ratios on the solubility of calcium-enriched cement (CEM).

Materials and Methods: CEM cement (Bionic Dent Company, Tehran, Iran) was prepared using water-to-powder ratios of 1:2, 1:3, and 1:4. Specifically, 1 g of cement was mixed with 0.5 mL, 0.34 mL, and 0.25 mL of water, respectively. Six samples were prepared for each group and placed in metal rings with an inner diameter of 30 mm and a height of 2 mm. The weight of the samples was measured before and after immersion in water using a digital scale. The solubility was assessed during the first and fourth weeks. Data analysis was conducted using SPSS version 24 software, employing one-way ANOVA, independent samples t-tests, paired samples t-tests, and Tukey's post hoc test, all at a significance level of $p < 0.05$.

Results: The initial weights of the samples in groups 1:2, 1:3, and 1:4 were 0.46 ± 0.05 , 0.49 ± 0.02 , and 0.48 ± 0.03 grams, respectively, with no significant difference observed ($p = 0.264$). In the first week, group 1:2 exhibited the highest solubility, while group 1:4 demonstrated the lowest ($p = 0.001$). This trend persisted into the fourth week, with group 1:2 continuing to show the highest solubility and group 1:4 maintaining the lowest ($p = 0.001$).

Conclusion: Increasing the water-to-powder ratio enhances the solubility of CEM cement. Careful selection of this ratio is crucial for optimizing clinical outcomes.

Keywords: Solubility, CEM cement, Water-to-powder Ratio

* Corresponding Author: Ailar Javaheripour E-mail: dra.javaheripour@gmail.com



Received 08 Mar. 2025
Final Revision 29 Apr. 2025
Accepted 05 May 2025
Published Online 08 Aug. 2025

Cite this article as: Frough Reyhani M, Ghasemi N, Taghizadeh P, Javaheripour A. Impact of Different Water-to-powder Ratios on the Solubility of Calcium-enriched Cement. *Daneshvar Medicine* 2025; 33(1): 31-36. [Article in Persian]

 10.22070/DANESHMED.2025.20236.1593



مقایسه تأثیر نسبت‌های مختلف مایع به پودر بر روی حلالیت سمان

محمد فروغ ریحانی^۱، نگین قاسمی^۱، پیمان تقی‌زاده^۲، آیلار جواهری‌پور^{۱*}^۱ بخش اندودنتیکس، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران. ^۲ دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.

چکیده

مقدمه و هدف: حلالیت سمان نقش مهمی در موفقیت بالینی و پایداری آن در محیط دهان دارد. تحقیقات نشان داده است که نسبت آب به پودر (W/P) می‌تواند بر حلالیت انواع سمان‌ها تأثیر بگذارد. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر نسبت‌های مختلف آب به پودر بر حلالیت سمان کلسیم غنی‌شده (CEM) انجام شد.

مواد و روش‌ها: سمان CEM (شرکت بایونیک دنت، تهران، ایران) با نسبت‌های آب به پودر ۱:۲، ۱:۳، ۱:۴ و ۱:۵ تهیه شد. به ترتیب ۱ گرم سمان با ۰/۵ میلی‌لیتر، ۰/۳۴ میلی‌لیتر و ۰/۲۵ میلی‌لیتر آب مخلوط شد. شش نمونه برای هر گروه تهیه و در حلقه‌های فلزی با قطر داخلی ۳۰ میلی‌متر و ارتفاع ۲ میلی‌متر قرار داده شد. وزن نمونه‌ها قبل و بعد از غوطه‌وری در آب با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. میزان حلالیت در هفته‌های اول و چهارم ارزیابی شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ و آزمون‌های ANOVA یک‌طرفه (One way ANOVA)، تی مستقل (independent samples T-test) و تی زوجی (Paired samples T-test) و آزمون تعقیبی توکی (Tukey) در سطح معناداری $p < 0/05$ انجام شد.

نتایج: وزن اولیه نمونه‌ها در گروه‌های ۱:۲، ۱:۳ و ۱:۴ به ترتیب $0/05 \pm 0/46$ ، $0/02 \pm 0/49$ و $0/03 \pm 0/48$ گرم بود که تفاوت معناداری نداشت ($p = 0/264$). در هفته اول، گروه ۱:۲ بالاترین میزان حلالیت و گروه ۱:۴ کمترین میزان را نشان داد ($p = 0/001$). این روند در هفته چهارم نیز حفظ شد، به طوری که گروه ۱:۲ بیشترین و گروه ۱:۴ کمترین حلالیت را داشتند ($p = 0/001$).

نتیجه‌گیری: افزایش نسبت آب به پودر منجر به افزایش حلالیت سمان CEM می‌شود. انتخاب دقیق نسبت آب به پودر برای بهینه‌سازی نتایج بالینی ضروری است.

واژه‌های کلیدی: حلالیت، سمان CEM، نسبت آب به پودر



* نویسنده مسئول: آیلار جواهری‌پور پست الکترونیکی: dra.javaheripour@gmail.com

استناد به این مقاله: فروغ ریحانی، قاسمی، تقی‌زاده، جواهری‌پور. آ. مقایسه تأثیر نسبت‌های مختلف مایع به پودر بر روی حلالیت سمان. دانشور پزشکی: نشریه پژوهشی پایه و بالینی ۱۴۰۴؛ ۳۳ (۱): ۳۶-۳۱. [مقاله فارسی]

وصول
اصلاح نهایی
پذیرش
انتشار

۱۴۰۳/۱۲/۱۸
۱۴۰۴/۰۲/۱۰
۱۴۰۴/۰۲/۱۶
۱۴۰۴/۰۵/۱۸



مقدمه

در سال‌های اخیر تغییرات چشمگیری در زمینه مواد مورد استفاده در رشته اندودنتیکس ایجاد شده است. یکی از این مواد جدید، مخلوط غنی از کلسیم (CEM) است که به عنوان یک سمان با پایه‌ی آبی و همرنگ دندان در سال ۲۰۰۶ به دندانپزشکی معرفی شده و به عنوان یک سمان اندودنتیک جدید شناخته می‌شود (۱، ۲). ترکیب شیمیایی سمان CEM مخلوطی از ترکیبات مختلف کلسیم از جمله اکسید کلسیم، کلسیم فسفات، کربنات کلسیم، سیلیکات کلسیم، سولفات کلسیم، هیدروکسید کلسیم و کلرید کلسیم می‌باشد (۳). سمان CEM دارای ویژگی‌های مثبت زیادی است از جمله اینکه دارای هندلینگ مناسب بوده و در یک محیط آبی، در کمتر از یک ساعت ست می‌شود و زمانی که به عنوان یک ماده پرکننده ریشه‌ای یا پلاگ آپیکالی استفاده می‌شود، مهر و موم مؤثری ایجاد می‌کند (۱، ۲، ۳). علاوه بر این، به عنوان یک پالپ کپ، سمان CEM حداقل تغییر رنگ دندان را سبب می‌شود (۷، ۸). همچنین نتایج مطلوبی در پالپوتومی دندان‌های مولر دائمی با پالپیت غیر قابل برگشت و ترمیم دندان‌هایی با تحلیل داخلی ریشه نشان داده است (۹، ۱۰). و این ماده دارای اثر ضدباکتریایی قابل مقایسه با هیدروکسید کلسیم و بهتر از MTA یا سمان پرتلند است (۱۱). طبق مطالعات اخیر، زمانی که MTA و سمان CEM به عنوان پالپ کپ یا ماده ترمیم‌کننده پرفوراسیون استفاده می‌شود نتایج مشابهی مشاهده می‌شود (۱۲، ۱۳) اما سمان CEM جریان پذیری بیشتر و ضخامت فیلم کمتر از MTA دارد (۱۴). محتویات سمان CEM دارای پودر حاوی ذرات ریز آبدوست است که در تماس با آب سخت می‌شود. در طی و پس از مخلوط شدن با مایع، واکنش‌های هیدراتاسیون رخ می‌دهد که نتیجه آن تشکیل هیدروکسید کلسیم می‌باشد که مسئول خواص بیولوژیکی سمان CEM می‌باشد (۱). همانند دیگر سمان‌های هیگروسکوپیک، نسبت آب به پودر (W/P) ممکن است بر خواص فیزیکی این سمان تأثیر بگذارد (۱۵). مطالعات نشان داده‌اند که نسبت آب به پودر بالا باعث کاهش استحکام فشاری CEM (۱۶) و کاهش استحکام push-out (۱۷) سمان می‌شود. اما تا کنون مطالعاتی که تأثیر تغییر نسبت‌های مختلف مایع به پودر را روی حلالیت CEM مورد مطالعه قرار دهد انجام نشده است.

از طرفی، سمان‌هایی که برای ترمیم ریشه مورد استفاده قرار می‌گیرند باید خواص فیزیکی و شیمیایی مناسب مانند زیست سازگاری و حلالیت کم در مایعات باقی داشته باشند چرا که انحلال مواد ممکن است باعث نشت شود که آن نیز منجر به شکست درمان می‌شود (۱۸). از این‌رو هدف این مطالعه بررسی تأثیر تغییر نسبت‌های مختلف مایع به پودر را روی حلالیت CEM است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه با شناسه اخلاق IR.TBZMED.VCR.REC.1398.216 به تصویب رسیده است.

مواد و روش‌ها آماده‌سازی نمونه‌ها

سمان CEM (ساخت شرکت BioniqueDent، تهران، ایران) با نسبت‌های مایع به پودر ۱:۰.۲، ۱:۰.۳ و ۱:۰.۴ آماده شد. برای دستیابی به این نسبت‌ها، ۱ گرم سمان CEM به ترتیب با ۰/۵ میلی‌لیتر، ۰/۳۴ میلی‌لیتر و ۰/۲۵ میلی‌لیتر مایع مخلوط شد (جدول ۱). برای هر نسبت، ۶ نمونه آماده شد. فرایند آماده‌سازی نمونه‌ها توسط یک اپراتور، در دمای اتاق (۲۳ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت نسبی ۶۰ درصد، در یک مرحله و در کمتر از ۱۰ دقیقه انجام شد.

جدول ۱: نسبت مایع به پودر در ترکیب CEM Cement

گروه‌ها	نسبت مایع به پودر
گروه ۱	CEM Cement با نسبت مایع به پودر $\frac{1}{3}$
گروه ۲	CEM Cement با نسبت مایع به پودر $\frac{1}{3}$
گروه ۳	CEM Cement با نسبت مایع به پودر $\frac{1}{4}$

نمونه‌ها طبق استاندارد ISO 6876 و American Dental Association specification #30 در قالب‌های فلزی با قطر داخلی ۲۰ میلی‌متر و ارتفاع ۲ میلی‌متر که قبلاً توسط ترازوی تحلیلی با دقت ± 0.0001 گرم وزن شده بودند، قرار داده شدند. مواد به کمک یک اسپاتول به گونه‌ای تنظیم شدند که سطح مواد با سطح قالب‌ها تراز شود. سپس یک نوار شفاف Mylar بر روی سطح قالب‌ها قرار داده شد و یک اسلب شیشه‌ای بر روی آنها قرار گرفت تا مواد اضافی از اطراف قالب‌ها خارج شود.

نمونه‌ها به مدت ۲۱ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد در انکوباتور نگهداری شدند. پس از این مرحله، نمونه‌ها به مدت ۴ ساعت در یک دیسکاتور متصل به خلأ و سپس به مدت ۲۱ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند تا به وزن ثابت برسند. وزن خشک اولیه هر نمونه توسط ترازوی تحلیلی ثبت شد و به عنوان وزن اولیه در محاسبات در نظر گرفته شد.

ارزیابی انحلال پذیری

برای بررسی میزان انحلال پذیری، نمونه‌های هر گروه در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار گرفتند و به مدت ۷ روز و ۲۸ روز در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پس از پایان هر دوره، نمونه‌ها از آب مقطر خارج شده و سطح آنها با آب مقطر شسته شد. آب حاصل از شستشو به همان بشر باز گردانده شد.

آب موجود در بشرها در دمایی کمی پایین‌تر از نقطه جوش تبخیر

شد و بشرها در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد خشک و توزین شدند. وزن باقی مانده در بشرها به عنوان مقدار مواد جدا شده ثبت شد. میزان انحلال پذیری مواد بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

$$100 \times \frac{\text{میزان ماده خشک جدا شده در نمونه ها}}{\text{وزن نمونه خشک اولیه}}$$

تعیین حجم نمونه

تعیین حجم نمونه با استفاده از نتایج مطالعه Shojaee و همکاران با در نظر گرفتن میانگین میزان solubility در 3.34 ± 0.76 WR ratio 0.33 و در 4.74 ± 0.27 WR ratio 0.50 همچنین با در نظر گرفتن $\alpha = 0.05$ و توان ۹۰٪ تعداد ۵ نمونه در هر گروه برآورد گردید (۱۹).

تحلیل آماری

داده های به دست آمده از بررسی انحلال پذیری در بازه های زمانی ۷ روزه و ۲۸ روزه با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۶ تجزیه و تحلیل شدند. از آزمون های آماری ANOVA یک طرفه (One way ANOVA)، تی مستقل (independent samples T-test) و تی زوجی (Paired samples T-test) و آزمون تعقیبی توکی (Tukey) برای مقایسه میانگین ها استفاده شد. سطح معناداری آماری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. تمامی آزمایش ها در سه تکرار مستقل انجام شدند.

نتایج

نرمالیتی داده ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف بررسی

شده و مشاهده شد مقادیر میانگین مربوط به وزن خشک اولیه و همچنین میزان انحلال پذیری نمونه ها در هر سه گروه دارای توزیع نرمال بودند ($P\text{-value} > 0.05$). همچنین همگنی واریانس نمونه ها توسط آزمون Leven بررسی شده و نتایج نشان داد نمونه ها دارای واریانس های همگن در گروه های مختلف هستند.

با توجه به نرمال بودن توزیع داده ها این مقادیر توسط آزمون تی مستقل (Indepedndent sample T-test) مقایسه شده و نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری بین گروه ها از نظر وزن خشک اولیه وجود ندارد ($p = 0.264$).

میزان انحلال پذیری در هفته اول و چهارم نیز مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به نرمال بودن توزیع این مقادیر، مقایسه آنها بین سه گروه (گروه ۱- گروه ۲- گروه ۳) توسط آنالیز واریانس یک طرفه (One way ANOVA) انجام پذیرفت.

جدول ۲ نشان دهنده میانگین و انحراف معیار میزان انحلال پذیری در سه گروه مختلف پس از یک هفته و چهار هفته است. بر اساس داده ها، بیشترین میزان انحلال پذیری در گروه ۱ (2.65 ± 0.63) و کمترین میزان در گروه ۳ (1.19 ± 0.15) مشاهده شد. تحلیل آماری تفاوت معنی داری بین گروه ها را نشان داد ($p = 0.001$).

بیشترین میزان انحلال پذیری بعد از چهار هفته در گروه ۱ (4.72 ± 0.21) و کمترین میزان در گروه ۳ (3.33 ± 0.23) ثبت شد. تفاوت بین گروه ها معنی دار بود ($p = 0.001$).

جدول ۲: میزان انحلال پذیری بعد از ۷ و ۲۸ روز

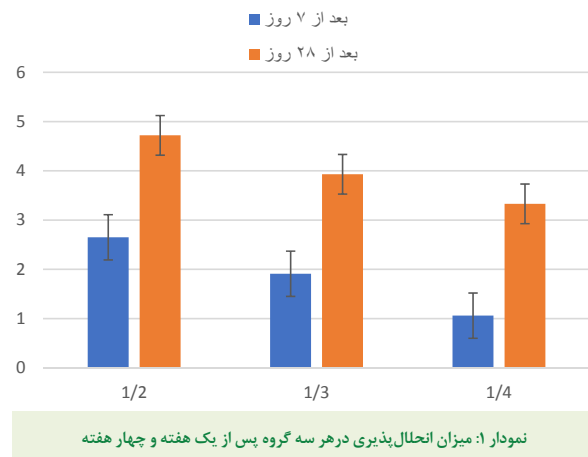
(Paired T-test) P-value	نسبت مایع به پودر بعد از ۲۸ روز		نسبت مایع به پودر بعد از ۷ روز		وزن خشک اولیه نمونه ها
	انحراف معیار $\pm$ میانگین		انحراف معیار $\pm$ میانگین		انحراف معیار $\pm$ میانگین
۰/۰۰۱	۰/۲۱ $\pm$ ۴/۷۲		۰/۳۶ $\pm$ ۲/۶۵		گروه ۱ (۱/۲) ۰/۰۵ $\pm$ ۰/۴۶ گرم
۰/۰۰۱	۰/۲۲ $\pm$ ۳/۹۳		۰/۱۶ $\pm$ ۱/۹۱		گروه ۲ (۱/۳) ۰/۰۲ $\pm$ ۰/۴۹ گرم
۰/۰۰۱	۰/۲۳ $\pm$ ۳/۳۳		۰/۱۹ $\pm$ ۱/۰۶		گروه ۳ (۱/۴) ۰/۰۳ $\pm$ ۰/۴۸ گرم
	۰/۰۰۱		۰/۰۰۱		۰/۲۶۴ P-value (ANOVA)

تغییرات انحلال پذیری در بازه های زمانی مختلف نیز مورد ارزیابی قرار گرفت و با توجه به نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون t زوجی به این منظور استفاده شد. نتایج نشان داد که تغییرات انحلال پذیری بین هفته اول و چهار هفته بعد، به تفکیک در هر سه گروه معنی دار بود ($p = 0.001$) (نمودار ۱).

را در نسبت‌های مختلف پودر به آب بررسی نمودند نتایج مشابهی با مطالعه حاضر به دست آمد، که میزان حلالیت سمان با افزایش نسبت آب به پودر افزایش می‌یافت و تفاوت معنی‌داری در نمونه‌های آماده‌شده نشان داده شده بود (۲۱). میزان حلالیت سمان فاکتور مهمی در کار کلینیکی به حساب می‌آید. حل شدن سمان‌های دندانپزشکی منجر به پوسیدگی دندان پایه و در نهایت از دست رفتن رستوریشن و دندان می‌شود (۴). عواملی همچون زمان غوطه‌وری، میزان سوبسترای غیر قابل واکنش، ساختار شیمیایی و سائز مواد قابل حل و همچنین ساختار شیمیایی حلال می‌توانند میزان حلالیت را تحت تأثیر قرار دهند (۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵).

مطالعه‌ای که توسط آیت‌اللهی و همکاران انجام شد نشان داد که افزایش میزان نسبت آب به پودر سمان CEM باعث کاهش میزان قابلیت آب‌بندی این ماده در هنگام استفاده به عنوان پلاگ آپی‌کال می‌شود (۲۶). این یافته نیز مؤید نتایج مطالعه حاضر بود زیرا که منطقی به نظر می‌رسد که افزایش حلالیت سمان اندودنتیکس باعث کاهش میزان انطباق‌پذیری و همچنین باعث افزایش ریزش آن شود. همچنین مطالعات مختلف تأثیر حلالیت سمان بر روی مقاومت فشاری و کششی بررسی کردند (۵، ۶، ۷). در حلالیت بالاتر به تدریج تخریب داخلی سمان اتفاق می‌افتد و باعث کاهش مقاومت فشاری سمان می‌شود (۵). هرچه حلالیت سمان بالاتر باشد در طول زمان پیوند ضعیف‌تری ایجاد می‌کند، زیرا لایه سطحی در تماس با مایعات دهانی حل می‌شود. که این امر مقاومت کششی سمان را کاهش می‌دهد (۶). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که نسبت مایع به پودر بر روی میزان انحلال سمان و آن نیز بر روی مقاومت فشاری و کششی تأثیر دارد.

در مطالعه حاضر میزان کاهش وزن گروه‌ها در زمان‌های یک هفته بعد و ۴ هفته بعد مشاهده شد. تمامی سمان‌ها با نسبت‌های مختلف پودر به آب در زمان بررسی در روز ۲۸ میزان حلالیت بیشتری نسبت به هفته یکم داشتند. به طور مشابه مطالعه عباس‌زادگان و همکاران نشان داد که میزان کاهش وزن در نمونه‌های CEM بیش از ۳ درصد بود (۲۷). بر خلاف مطالعه حاضر در مطالعه‌ای شاهی و همکاران میزان کاهش وزن در سمان CEM کمتر از ۳ درصد بود (۲۸). همچنین مطالعه‌ای دیگر توسط شجاعی و همکاران که میزان حلالیت سمان‌های MTA و CEM را در روزهای ۷ و ۲۸م بررسی کردند، نشان داد که نه تنها کاهش وزن در سمان CEM رخ نداده بود بلکه افزایش وزن نیز در روز ۲۸م به‌روز ۷م در سمان‌های MTA و CEM مشاهده شده بود (۲۹). هرچند این تناقض می‌تواند به توجه به این نکته قابل حل باشد که در این مطالعه از محلول phosphate buffered saline (PBS) استفاده شده بود در حالی که در مطالعه حاضر محلول مورد استفاده آب بود. این توجه در مطالعات قبلی نیز به اثبات رسیده است به‌طوری که Keyf و همکاران نشان دادند که سمان‌های Biodentine و MTA در محلول آب دچار کاهش وزن ولی



نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که نسبت مایع به پودر (W/P) تأثیر مستقیمی بر میزان انحلال‌پذیری سمان CEM دارد. میزان انحلال‌پذیری با افزایش زمان به طور معناداری در هر سه گروه افزایش یافت، و گروه با نسبت بالاتر مایع به پودر (گروه ۱) بیشترین انحلال‌پذیری را در هر دو بازه زمانی نشان داد.

بحث

در این مطالعه تأثیر تغییر نسبت‌های مختلف مایع به پودر بر روی حلالیت CEM به طور آزمایشگاهی تحت بررسی قرار گرفت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میزان حلالیت با افزایش نسبت مایع به پودر افزایش می‌یابد. این یافته هم در یک هفته بعد و هم بعد از ۴ هفته برقرار بود. در توضیحات کارخانه با نسبت استاندارد معین برای مخلوط نمودن پودر با آب اشاره نشده است به‌طوری که صرفاً گفته شده است که میزان نسبت مناسب زمانی است که مخلوط حالت کرمی به خود بگیرد. در این مطالعه سه نسبت ۱/۲، ۱/۳ و ۱/۴ بررسی شدند که کمترین میزان حلالیت در نسبت ۱/۴ بود. مطالعات مختلف پیشین نیز که تاکنون در زمینه بررسی نسبت پودر به مایع در سمان‌های مختلف انجام شده است نتایج مشابهی با مطالعه حاضر گزارش نمودند (۱، ۲، ۳). در مطالعه شجاعی و همکاران که اثر نسبت‌های مختلف پودر به آب در میزان حلالیت و microhardness سمان CEM بررسی شده بود، نتایج نشان داد که در نسبت ۰/۳۳ میزان micro-hardness به میزان معنی‌داری بیشتر از سایر نسبت‌هاست. همچنین تفاوت معنی‌داری در میزان حلالیت در نسبت‌های مختلف پودر به آب مشاهده شد. به صورت کلی نتایج این مطالعه به طور مشابه با نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میزان حلالیت با افزایش نسبت آب به پودر افزایش می‌یابد (۱۹). مطالعه Dong X و همکاران که بر روی سمان‌های بیوسرامیک انجام شده است. در سمان MTA با بالا رفتن نسبت آب به پودر تخلخل در سمان افزایش می‌یابد و میزان حلالیت سمان به علت ایجاد حفره‌هایی در ماده بیشتر می‌شود (۲۰). و یا در مطالعه Fridland و همکاران که میزان حلالیت سمان MTA

حلالیت در نسبت ۱/۴ و بیشترین حلالیت در ۱/۲ بود. همچنین این ارتباط تا ۴ هفته بعد نیز برقرار بود. به طوری که در هفته ۴ام نیز میزان حلالیت با افزایش نسبت مایع به پودر افزایش می یافت. بنابراین بهتر است در زمان مخلوط نمودن پودر با آب جهت تهیه سمان CEM از نسبت کمتر آب به پودر استفاده شود.

تشکر و قدردانی

با تشکر از آقای امیررضا جواهری پور که در تایپ و نگارش این مقاله ما را یاری نمودند.

این مقاله منتج از پایان نامه با شماره ۶۱۵۸۷ می باشد.

در محلول PBS دچار افزایش وزن می شدند (۳۰).

این مطالعه دارای محدودیت هایی بود از جمله اینکه در محیط آزمایشگاهی انجام شده است و شرایط داخل دهانی انجام نشده است. ثانیاً این ارزیابی صرفاً در روزهای ۷ و ۲۸ انجام شده است ولی در شرایط بالینی این سمان ها مدت طولانی تری در معرض محیط دهان قرار دارند. از این رو پیشنهاد می شود مطالعات بعدی به صورت کارآزمایی بالینی و با مدت زمان پیگیری بیشتری انجام شوند.

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه حاکی از این بود که میزان حلالیت در سمان CEM با افزایش میزان نسبت مایع به پودر افزایش می یابد. به طوری که کمترین میزان

References

- [1] Asgary S, Shahabi S, Jafarzadeh T, Amini S, Kheirieh S. Sealing ability of a novel endodontic cement as a root-end filling material. *Journal of Biomedical Materials*, 2008; 87 (3): 706-9.
- [2] Asgary S, Kamrani FA, Taheri S. Evaluation of antimicrobial effect of MTA, calcium hydroxide, and CEM cement. *Iranian Endodontic Journal*, 2007; 2 (3): 105-9.
- [3] Jaber Ansari Z, Ghasemi A, Norozi H, Akbarzade Baghban A, Samiei M. Microhardness of Calcium-enriched Mixture Cement and Covering Glass Ionomers after Different Time Periods of Application. *Iranian Endodontic Journal*. 2022; 17 (2): 67-71.
- [4] Nosrat A, Asgary S, Eghbal MJ, Ghoddusi J, Bayat-Movahed S. Calcium-enriched mixture cement as artificial apical barrier: A case series. *Journal of Conservative Dentistry*, 2011; 14 (4): 427-31.
- [5] Millett D, McCabe JF, Gordon PH. The role of sandblasting on the retention of metallic brackets applied with glass ionomer cement. *British Journal of Orthodontics*, 1993; 20 (2): 117-22.
- [6] Singh SB, Munjal P, Thammishetti N. Role of water/cement ratio on strength development of cement mortar. *Journal of Building Engineering*, 2015; 4: 94-100.
- [7] Esmaili B, Alaghehmand H, Kordafshari T, Daryakenari G, Ehsani M, Bijani A. Coronal discoloration induced by calcium-enriched mixture, mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide: a spectrophotometric analysis. *Iranian Endodontic Journal*, 2016; 11 (1): 23-8.
- [8] Rouhani A, Akbari M, Farhadi-faz A. Comparison of tooth discoloration induced by calcium-enriched mixture and mineral trioxide aggregate. *Iranian Endodontic Journal*, 2016; 11 (3): 175-8.
- [9] Samiee M, Eghbal MJ, Parirokh M, Abbas FM, Asgary S. Repair of furcal perforation using a new endodontic cement. *Clinical Oral Investigations*. 2010; 14: 653-8.
- [10] Asgary S, Ehsani S. Permanent molar pulpotomy with a new endodontic cement: a case series. *Journal of Conservative Dentistry*. 2009; 12: 31-6.
- [11] Utneja S, Nawal RR, Talwar S, Verma M. Current perspectives of bio-ceramic technology in endodontics: calcium enriched mixture cement - review of its composition, properties and applications. *Restorative Dentistry and Endodontics*. 2015; 40 (1): 1-13.
- [12] Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M, Ghoddusi J, Kheirieh S, Brink FJJoE. Comparison of mineral trioxide aggregate's composition with Portland cements and a new endodontic cement. *Journal of Endodontics*, 2009; 35 (2): 243-50.
- [13] Asgary S, Shahabi S, Jafarzadeh T, Amini S, Kheirieh SJJoe. The properties of a new endodontic material. *Journal of Endodontics*, 2008; 34 (8): 990-3.
- [14] Parameswaran M, Vanaja Madanan K, Kumar Maroli R, Raghunathan D. Efficacy of Calcium Enriched Mixture Cement, Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Hydroxide Used as Direct Pulp Capping Agents in Deep Carious Lesions - A Randomised Clinical Trial. *Europe Endodontic Journal*. 2023; 8 (4): 253-261.
- [15] Ha W, Kahler B, Walsh LJ. Classification and Nomenclature of Commercial Hygroscopic Dental Cements. *Europe Endodontic Journal*. 2017; 2 (1): 1-10.
- [16] Sahebi S, Nabavizadeh M, Dolatkah V, Jamshidi DJIej. Short term effect of calcium hydroxide, mineral trioxide aggregate and calcium-enriched mixture cement on the strength of bovine root dentin. *Iranian Endodontic Journal*. 2012; 7 (2): 68-73.
- [17] Oskoe SS, Kimyai S, Bahari M, Motahari P, Eghbal MJ, Asgary S. Comparison of shear bond strength of calcium-

- enriched mixture cement and mineral trioxide aggregate to composite resin. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2011; 12 (6): 457-62.
- [18] Ashraf H, Shafagh P, Mashhadi Abbas F, Heidari S, Shahoon H, Zandian A, Aghajanpour L, Zadsirjan S. Biocompatibility of an experimental endodontic sealer (Resil) in comparison with AH26 and AH-Plus in rats: An animal study. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*. 2022; 16 (2): 112-117.
- [19] Shojaee NS, Adl A, Jafarpour D, Sobhnamayan F. Effect of Different Water-to-powder Ratios on the Solubility and Microhardness of Calcium-Enriched Mixture Cement. *Iranian Endodontic Journal*. 2019; 14 (3): 185-9.
- [20] Dong X, Xu X. Bioceramics in Endodontics: Updates and Future Perspectives. *Bioengineering (Basel)*. 2023; 10 (3): 354.
- [21] Fridland M, Rosado R. Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. *Journal of Endodontics*. 2003; 29 (12): 814-7.
- [22] Haghgoo R, Arfa S, Asgary S. Microleakage of CEM Cement and ProRoot MTA as Furcal Perforation Repair Materials in Primary Teeth. *Iranian Endodontic Journal*. 2013; 8 (4): 187-190.
- [23] Kazem M, Eghbal MJ, Asgary SJLej. Comparison of bacterial and dye microleakage of different root-end filling materials. *Iranian Endodontic Journal*. 2010; 5 (1): 17-22.
- [24] Ramezanali F, Aryanezhad S, Mohammadian F, Dibaji F, Kharazifard MJ. In Vitro Microleakage of Mineral Trioxide Aggregate, Calcium-Enriched Mixture Cement and Biodentine Intra-Orifice Barriers. *Iranian Endodontic Journal*. 2017; 12 (2): 211-15.
- [25] Hasheminia M, Nejad SL, Asgary SJLej. Sealing ability of MTA and CEM cement as root-end fillings of human teeth in dry, saliva or blood-contaminated conditions. *Iranian Endodontic Journal*. 2010; 5 (4): 151-6.
- [26] Ayatollahi F, Tabrizizadeh M, Bidoki FZ, Ayatollahi R, Abad MHB. Comparison of marginal adaptation of mta and cem cement apical plugs in three different media. *Iranian Endodontic Journal*. 2016; 11 (4): 332-5.
- [27] Abbaszadegan A, Sedigh Shams M, Jamshidi Y, Parashos P, Bagheri R. Effect of calcium chloride on physical properties of calcium-enriched mixture cement. *Australian Endodontic Journal*. 2015; 41 (3): 117-21.
- [28] Shahi S, Ghasemi N, Rahimi S, Yavari HR, Samiei M, Janani M, et al. The Effect of Different Mixing Methods on the pH and Solubility of Mineral Trioxide Aggregate and Calcium-Enriched Mixture. *Iranian Endodontic Journal*. 2015; 10 (2): 140-3.
- [29] Shojaee NS, Sahebi S, Karami E, Sobhnamayan F. Solubility of two root-end filling materials over different time periods in synthetic tissue fluid: a comparative study. *Journal of Dentistry*. 2015; 16 (3): 189-94.
- [30] Keyf F, Tuna SH, ŞEn M, Safrany A. Water sorption and solubility of different luting and restorative dental cements. *Turkish Journal of Medical Sciences*. 2007; 37 (1): 47-55.
