



مهندس صاحبعلی منافی،  
نویسنده‌ی مسئول مقاله،  
دانشگاه آزاد اسلامی واحد  
شاهرود

## بررسی ساخت دندان‌های ترمیمی با پایه زیر کونیا در جهت افزایش ترانسلوسنسی

صاحبعلی منافی، حسین حامدیان راد، سید حسین بدیعی

گروه مهندسی مواد سرامیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود

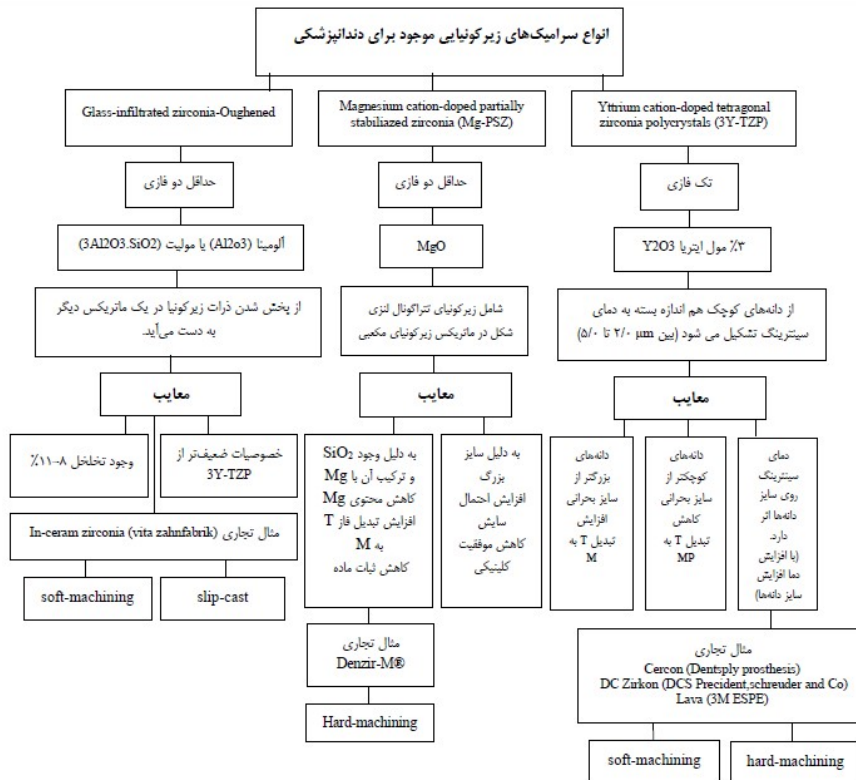
**چکیده:** برای ساخت دندان‌های ترمیمی که دارای استحکام بالا و از نظر ظاهری به دندان‌های طبیعی نزدیک باشد از ترکیب دو ماده اولیه اکسید زیر کونیوم و اکسید بور استفاده می‌شود. اکسید زیر کونیوم دوام شیمیایی، سازگاری زیستی و استحکام بالا دارد. اکسید بور یاترکیبات حاوی بور مانند بوراکس، قدرت شیشه سازی بالا و تمایل به ایجاد شبکه کووالانسی دارد. هدف از این تحقیق رسیدن بهتر به ترانسلوسنسی یا شفافیت بیشتر با حفظ خواص مکانیکی بود. برای داشتن ۴۰ درصد حجمی حدود ۳۰ درصد بور و ۷۰ درصد زیر کونیا تهیه سپس دمای پخت تنظیم گردید. در ادامه بوراکس و زیر کونیا آسیاب شده و بعد از همگن سازی از الک با مش ۳۲۵ عبور داده شد. دوغاب خشک شده آسیاب و در مجموع ۰ درصد رطوبت اضافه شد. نمونه پرس شده در خشک کن قرار داده شد و سیکل پخت تنظیم گردید. پخت اول در دمای ۵۵۰°C مطلوب نبود. پخت‌های بعدی در دماهای ۶۵۰، ۱۰۶۰، ۱۲۰۰، ۱۳۰۰ و ۱۴۵۰°C صورت گرفت. نمونه‌های نهایی شامل یک نمونه رنگدانه سرامیکی، یک نمونه زیر کونیای خالی و یک نمونه ترکیب زیر کونیا- بوراکس در دستگاه اسو پکتروفتومتر در طول موج ۷۰۰-۳۸۰ nm اندازه گیری شود. میزان عبور نور از روابر مربوطه محاسبه گردید. نتایج نشان داد میزان عبوردهی نور در ترکیب زیر کونیا- بوراکس، نسبت به زیر کونیای خالی بیشتر و در نتیجه میزان ترانسلوسنسی یا شفافیت دندان‌های ترمیمی افزایش یافته است.

**کلیدواژه‌ها:** ترانسلوسنسی، اسپکتروفتومتر، اکسید زیر کونیوم، اکسید بور.

### ۱- مقدمه

نیاز به ترمیم‌های طبیعی دندان، یکی از مهمترین مسائل در دندان پزشکی است و هماهنگ سازی ترمیم‌های دندانی با دندان طبیعی کار دشواری است زیرا دندان‌های طبیعی دارای خواص نوری پیچیده‌ای است. در مسیر پیشرفت سرامیک‌ها تلاش بر افزایش استحکام پرسیان بود. کاربرد زیرساخت فلزی یکی از راه‌هایی بود که جهت افزایش استحکام آنها بکار رفت. امروزه استفاده از مواد ترمیمی متال-سرامیک به دلیل استحکام شکست بالا، رایج می‌باشد، ولی زیرساخت فلزی در زیبایی اثر منفی می‌گذارد. دندان‌های طبیعی تمام سرامیک که بدون زیرساخت فلزی هستند، اجازه عبور نور از ورای رستوریشن (مواد ترمیمی) را می‌دهند و به همین جهت باعث بهبود رنگ و ترانسلوسنسی آن می‌شوند. با این وجود ترانسلوسنسی دندان‌های تمام سرامیکی پیچیدگی‌هایی را در فرایند هماهنگ کردن رنگ ایجاد می‌کند. دندان‌های تمام سرامیک به صورت گسترده به خصوص در نواحی جلویی مورد استفاده قرار می‌گیرند. از مزایای استفاده از این روش درمان، به دست آوردن زیبایی حداکثر می‌باشد. زیر کونیوم به سبب دارا بودن خواص مکانیکی از جایگاه ویژه‌ای در بین اکسیدهای سرامیکی برخوردار می‌باشد. خصوصیات مکانیکی این ماده از هر سرامیک دندانی شناخته شده بهتر است. امروزه دندان‌های پایه زیر کونیایی به دلیل زیبایی عالی، سازگاری زیستی، دوام شیمیایی و استحکام بالا بطور گسترده وارد حیطه دندان پزشکی شده است. این دندان‌ها علیرغم مزایای زیادی که دارند، اما از نظر شفافیت مقبول نیستند و چون کدر (اپک) هستند وقتی در کنار دندان‌های طبیعی قرار می‌گیرند، تفاوت آنها با دندان‌های طبیعی کاملاً مشهود به نظر می‌رسد و این بزرگترین ضعف آنهاست. به همین دلیل، قالب‌های (framework) زیر کونیایی رنگی مختلفی ابداع و برای دستیابی به خواص رنگی بهتر و طبیعی‌تر در پل‌ها (bridge) و تاها (crown) مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

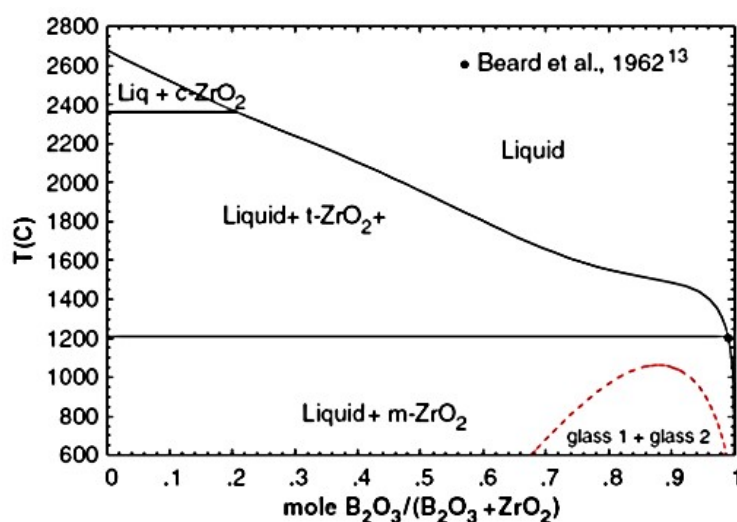
تکنیک‌هایی نظیر افزودن پیگمان فلزی به پودر زیرکونیوم قبل یا بعد از فشردن بلوک‌های milling (عمل آسیاب کردن)، غوطه ور ساختن قالب‌های milled (آسیاب شده)، در عوامل رنگی محلول یا استفاده از مواد لاینر (خط و شیارانداز، آستر) مختلف در فریم ورک‌های سینتر شده برای رنگ آمیزی مد نظر بوده است. مزایای کاربرد فریم ورک‌های زیرکونیایی رنگی، کاهش ضخامت روکش (veneer) بکار رفته برای پوشش رنگ سفید قالب یا عدم نیاز به ماده لاینر پوششی بود. اولین تا‌های تمام سرامیکی توسر land در سال ۱۸۸۶ میلادی ساخته شد و برای ده‌های طولانی این تا‌ها زیباترین ترمیم‌های دندانی full veneer بود که برای دندان پزشکی ترمیمی پیشنهاد شده بود. این نوع تا‌ها توسر پرسلان‌هایی با نقطه ذوب بالا ساخته می‌شد. استفاده از آنها به دندان‌های جلویی محدود می‌شد، زیرا استحکام خیلی بالایی نداشت. بعد سیستم cerestore وارد بازار شد. در این روش کریستال‌های دارای آلومینای زیاد، ذوب شده و داخل مولد ریخته می‌شد و بعد از ساخت core (بخش درونی و مرکزی دندان) پرسلان معمولی به آن اضافه شد. عیب این سیستم احتمال تغییر شکل core در هنگام حرارت دادن لایه پرسلان پوشاننده بود. بعد از آن در سال ۱۹۲۳، wain روشی برای ریختن شیشه در یک مولد دیرگداز ارائه داد. (کاشیناتا، ۲۰۱۱)، در سال ۱۹۶۸ mac culloch دندان‌های مصنوعی را از شیشه سرامیک‌هایی که برای ساخت ظروف پخت غذا استفاده می‌شد، ساخت. در سال ۱۹۸۰ از سیستم dicor استفاده شد. در نتیجه این روش، core سرامیکی بی رنگی حاصل شد که با اضافه کردن رنگ‌های خارجی، رنگ مناسب به دست می‌آمد و با پوشاندن آن توسر پرسلان معمولی، رنگ مناسب میسر می‌شد. متأسفانه درصد بالای عدم موفقیت در نواحی انتهایی به همراه پیشرفت سایر موارد، باعث شد که این محصول از رده خارج شود. در سال ۱۹۸۵ بر پایه تحقیقاتی که توسر sadoun صورت گرفت از آلومینا به عنوان ماده مورد استفاده در core استفاده شد. استحکام core آلومینا ۵/۲ برابر قوی‌تر از شیشه سرامیک‌های dicor و همچنین پرسلان فلدسپاتیک بود ولی باز هم در نواحی پر استرس کارایی نداشت. در سیستم Inceeram هم که یکی از پرمصرف‌ترین سیستم‌ها می‌باشد، به دلیل وجود اکسید آلومینیم اپک، ترانسولوسنسی آن پایین می‌باشد. در سیستم Ips-Empress هم مشکلاتی نظیر مشکلات فوق وجود داشت. در نهایت از زیرکونیای تقویت شده استفاده شد که ماده‌ای کاملاً سفید رنگ، بدون حاشیه سیاه، فوق‌العاده سخت و سازگار با بدن بود ولی بزرگ‌ترین عیبش اپک بودن و ترانسولوسنسی پایین بود. این عیب را تا حدودی با استفاده از رنگ‌های مختلف و ایجاد یک پوشش مناسب، روی دندان‌های ترمیمی برطرف می‌کنند. هدف از این تحقیق و پژوهش افزودن یک ماده به زیرکونیا بود تا ترانسولوسنسی زیرکونیا افزایش یافته و در ضمن خواص مکانیکی آن کاهش پیدا نکرده و نیازی هم به افزودن یک پوشش و رنگ‌های مختلف نباشد.



شکل ۱- انواع سرامیک‌های زیرکونیایی موجود برای دندانپزشکی

## ۲- فعالیت‌های تجربی

در این تحقیق برای رسیدن به ترانسلوسنسی بیشتر به دو نکته توجه خاص صورت گرفت. افزایش درصد فاز شش و حذف تخلخل، زیرا باعث پراکنش نور می‌شد، لذا از اکسید بور یا یکی از ترکیبات حاوی بور مانند بوراکس استفاده شد. دیاگرام فاز بور-زیرکونیوم ترسیم شد. این دیاگرام به منظور دستیابی به میزان ترکیب این دو ماده و هم میزان درجه پخت آنها پس از ترکیب لازم بود. این دیاگرام فاز محاسبه شد. از روی قانون اهرم مقدار اکسید بور مقایسه گردید. برای این کار باید با توجه به چگالی زیرکونیوم و اکسید بور، کسر حجمی را به وزنی و سپس مولی تبدیل کرد، چون دیاگرام به کسر مولی است. با توجه به محاسبات، برای داشتن ۴۰٪ حجمی حدود ۳۰٪ اکسید بور (بوراکس) و ۷۰٪ اکسید زیرکونیوم نیاز بود. دمای پخت نیز حدود ۵۵۰ درجه بود. (بسته به دانه‌بندی معمولاً ۳۰ تا ۴۰٪ تخلخل دارد، پس حداقل ۳۰ تا ۴۰٪ حجمی بور نیاز است)



شکل ۲- دیاگرام فاز باینری محاسبه شده برای سیستم  $ZrO_2-B_2O_3$  (حلالیت زیرکونیا در محلول اکسید بور به عنوان تابعی از دما)

در مرحله بعد تهیه مواد اولیه صورت گرفت:

اکسید زیرکونیوم پایدار شده فاز مونوکلنیک ژاپن از شرکت Zirkon Zahn و بوراکس هم از شرکت Merck آلمان با درجه خلوص ۹۹٪ تهیه شد.

روش آماده سازی به صورت ذیل صورت پذیرفت:

بوراکس و زیرکونیوم به صورت دوغاب همگن شده از الک مش ۳۲۵ عبور داده شد، دوغاب خشک شده مجدداً داخل آسیاب ریخته تا همگن شود، به ترکیب به دست آمده در مجموع ۷٪ رطوبت اضافه گردید نمونه حاصل پرس شده و قرص بدست آمده درون خشک کن قرار داده شد، سیکل پخت برای نیم درجه در دقیقه تنظیم شد در دماهای ۵۰°C و ۷۵°C و ۱۱۰°C یک ساعت نگه داشته شد.

نحوه پخت:

نمونه‌ها به ترتیب در دماهای ۵۵۰°C، ۵۶۰°C، ۱۰۶۰°C، ۱۲۰۰°C، ۱۳۰۰°C و ۱۴۵۰°C قرار گرفت در تمام پخت‌های صورت گرفته یک قرص زیرکونیایی خالی هم قرار گرفته بود تا با قرص‌های ترکیبی مورد مقایسه قرار گیرد در انتها بهترین نمونه حاصل شده به همراه یک عدد نمونه زیرکونیایی خالی در دستگاه اسپکتروفتومتر قرار گرفت تا میزان عبور نور و در نتیجه تفاوت ترانسلوسنسی نمونه‌های فوق مشخص گردد.

## ۳- نتایج و بحث

بعد از ساخت نمونه‌ها میزان ترانسلوسنسی آنها اندازه‌گیری شد. روش‌های گوناگونی برای بررسی میزان ترانسلوسنسی در مقالات ذکر شده است. به طور کلی دو دسته از ابزارهای الکترونیک برای تجزیه و تحلیل ترانسلوسنسی مواد دندان‌معرفی شده‌اند که

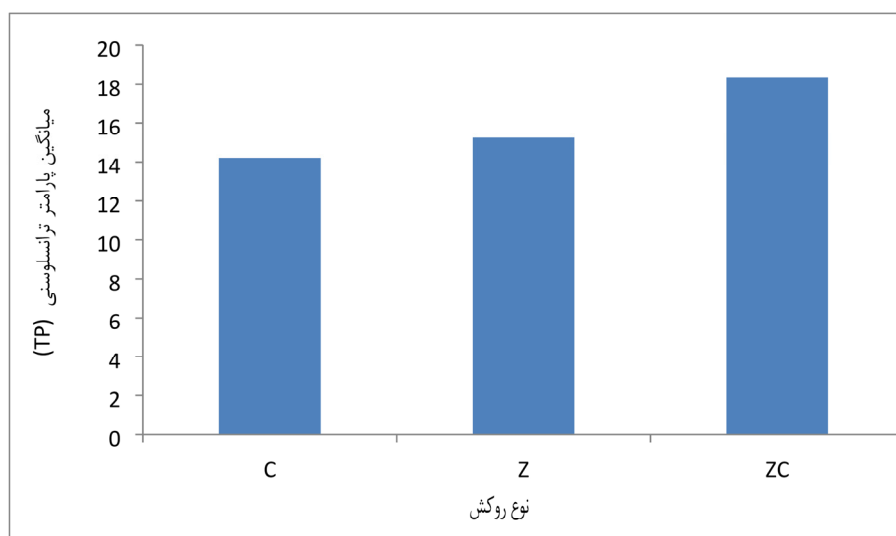
شامل کالریمترها و اسپکتروفوتومترها می‌باشند. امروزه کالریمترها به دلیل دقت پایین و محدودیت آنها کنار گذاشته شده‌اند. اسپکتروفوتومتر دستگاه پیشرفته‌تری است که با بازتاب یا عبور نور کار می‌کند و کل منحنی طیفی را ثبت می‌کند. نمونه‌های نهایی شامل یک نمونه زیرکونیای خالی، یک نمونه ترکیب بوراکس- زیرکونیا و یک نمونه از رنگ دانه‌های سرامیکی در دستگاه اسپکتروفوتومتر و در طول موج ۷۰۰-۳۸۰ نانومتر اندازه‌گیری شد، اندازه‌گیری‌ها سه بار تکرار شد. Transmittance (عبور نور) از این رابطه به دست آمد:

$$T=(L \text{ specimen}/L \text{ source}) * 100\%$$

که در این رابطه: L نمونه: میزان شدت نور، L منبع: میزان شدت نور منبع می‌باشد. نتایج نشان داد ترانسلوسنسی در رنگدانه سرامیکی (C)، زیرکونیا خالی (Z) و ترکیب زیرکونیا- بوراکس (ZC) به ترتیب 14/21 - 15/25 - 18/32 بوده است. جدول و نمودار فوق در ذیل آمده است:

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار میزان ترانسلوسنسی گروه‌های مورد پژوهش

میانگین	روکش‌ها
۱۲/۴۱	رنگدانه سرامیکی (C)
۱۱/۴۱	نمونه خالی زیرکونیایی (Z)
۱۳/۸۴	ترکیب زیرکونیا- بوراکس (ZC)



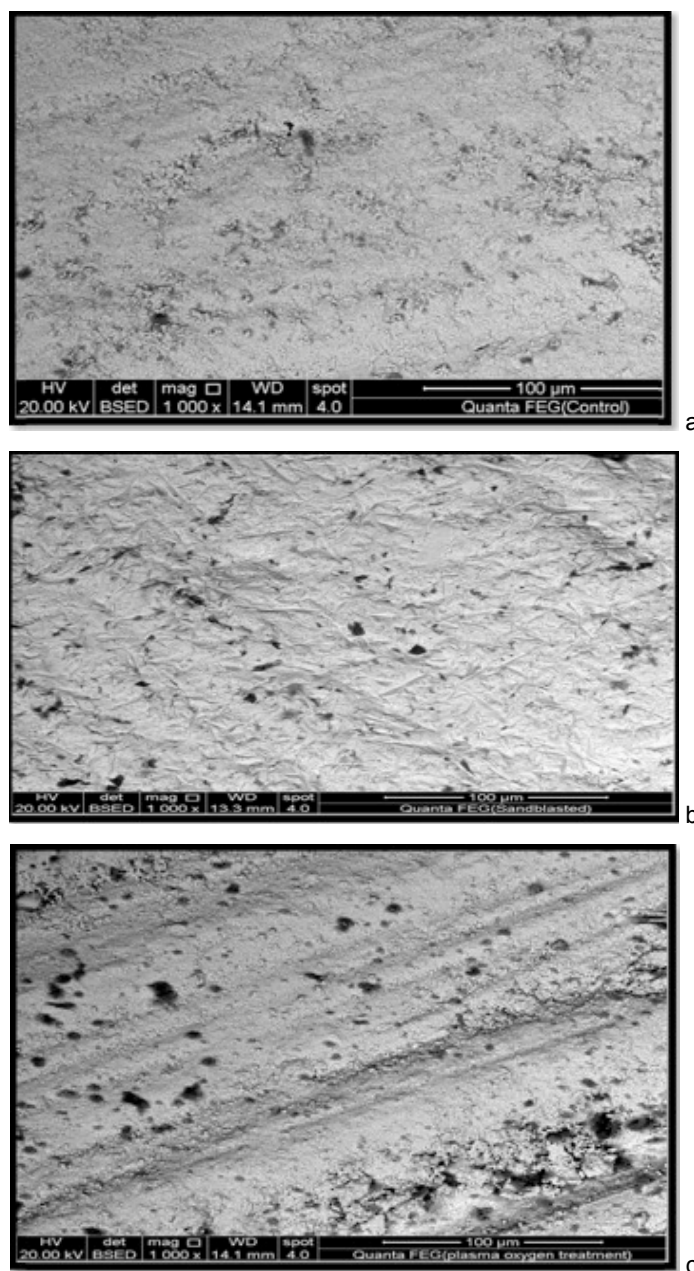
شکل ۳- مقایسه میانگین ترانسلوسنسی در هر سه نوع روکش

شاخی ترانسلوسنسی یک ماده، تفاوت در رنگ آن ماده را در یک ضخامت یکنواخت روی پس زمینه سیاه و سفید نشان می‌دهد و عددی که به دست می‌آید مرتباً با درک رنگ چشم از ترانسلوسنسی است. عدد بزرگتر شاخی ترانسلوسنسی نشان دهنده ترانسلوسنسی بیشتر ماده است. اگر ماده کاملاً اوپک باشد، شاخی ترانسلوسنسی صفر به دست خواهد آمد. نتایج نشان داد در بین نمونه‌های بررسی شده، حداکثر میزان ترانسلوسنسی در نمونه ترکیب زیرکونیا- بوراکس نسبت به دو نمونه دیگر بیشتر بوده و در نتیجه میزان ترانسلوسنسی و شفافیت دندان‌های ترمیمی افزایش یافته است.

همچنین نتایج میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مربوط به نمونه‌های زیرکونیای خالص (a)، ترکیب بوراکس- زیرکونیا (b) و رنگ دانه‌های سرامیکی (c) در زیر آورده شده است.

تجزیه و تحلیل میکروسکوپ الکترون روبشی در بزرگنمایی ۱۰۰۰ نشان می‌دهد که الگوی توپوگرافی برای سطوح مختلف، متفاوت است. در مورد نمونه (a)، یک سری الگوی موازی با زبری کم و تخریب‌های سطحی مشاهده می‌شود. در نمونه (b)،

مشاهده می‌شود که زیری سطح و ناهنجاری‌های سطحی افزایش یافته است و شیارها و لبه‌های تیز با قرار گرفتن در معرض گرانول‌های زیرکونیا و فضاهای گسترده‌ای بین گرانول افزایش یافته است.



#### ۴- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از دستگاه اسپکتروفتومتر مشخص شد میزان ترانسلوسنسسی اکسید زیرکونیم ترکیب شده با بوراکس به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. به طور حتم اگر محدودیت‌های تحقیق، رفع شود شاهد نتایج بسیار درخشان‌تری خواهیم بود. استفاده از کوره‌هایی با اتمسفر هیدروژن به جای کوره‌های رایج میزان ترانسلوسنسسی را افزایش خواهد داد. کنترل و تجزیه و تحلیل عناصر جزئی به کار رفته در روکش‌ها می‌تواند بر شاخصی ترانسلوسنسسی تاثیرگذار باشد، لذا پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی، شاخص ترانسلوسنسسی روکش‌های تجاری موجود نیز بررسی گردد. با توجه به بررسی‌های انجام شده شاخص‌هایی همچون ضخامت روکش، رنگ روکش و ... بر شاخص ترانسلوسنسسی تاثیرگذار می‌باشد، لذا می‌توان در مطالعات آینده تاثیر این متغیرها را نیز در اندازه‌گیری شاخص ترانسلوسنسسی مورد توجه قرار داد.

## تشکر و قدردانی

بر خود لازم می‌دانم از زحمات بی دریغ استاد گرانقدر جناب آقای دکتر آرا زرگریان و همچنین دوست عزیزم جناب آقای مهندس علی نظری نهایت تشکر و سپاس خویش را ابراز نمایم.

## مراجع

- [1] Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am* 2004; 48(2): 341-85
- [2] Yu B, Lee YK. Differences in color, translucency and fluorescence between flowable and universal resin composites. *J Dent* 2008; 36(10): 840-6.
- [3] Paravina RD. Performance assessments of dental shade guides. *J Dent* 2009; 37(Suppl 1): e15-02
- [4] Sakaguchi RI, Powers JM. *Restorative dental materials*. St. Louis: Mosby; 2006.p. 203-4
- [5] Kim BJ, Lee YK. Influence of the shade designation on the color difference between the same shade designated resin composites by the brand. *Dent Mat* 2009; 25(9): 1148-54.
- [6] Naeimi Akbar H, Moharamzadeh K, Wood DJ, Van Noort R. Relationship between color and translucency of multishaded dental composite resins. *Int J Dent* 2012.
- [7] Ryan EA, Tam LE, McComb D. Comparative translucency of esthetic composite resin restorative materials. *J Can Dent Assoc* 2010; 76: a84.
- [8] Yu B, Lee YK. Influence of color parameters of resin composites on their translucency. *Dent Mat* 2008; 24(9): 1236-42.
- [10] Pop.Ciutrita, I. S., Ducea, D., Eugenia Badea, M., Moldovan, M., Cîmpean, S. I., & Ghinea, R. (2016). Shade Correspondence, Color, and Translucency Differences between Human Dentine and a CAD/CAM Hybrid Ceramic System. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*.
- [11] Kurtulmus-Yilmaz, S., & Ulusoy, M. (2014). Comparison of the translucency of shaded zirconia allceramic systems. *The journal of advanced prosthodontics*, 6(5), 415-422.
- [12] Pop.Ciutrita, I. S., Ducea, D., Eugenia Badea, M., Moldovan, M., Cîmpean, S. I., & Ghinea, R. (2016). Shade Correspondence, Color, and Translucency Differences between Human Dentine and a CAD/CAM Hybrid Ceramic System. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*.
- [13] Clarke FJ. Measurement of color of human teeth. In: Mclean JW. *Proceeding of the first International symposium on ceramics*. Chicago: Quintessence; 1983:441-09
- [14] Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six allceramic systems. Part II: Core and veneer materials. *J Prosthet Dent*. 2002;88(1):10.5
- [15] Holand W, Schweiger M, Frank M, Rheinberger V. A comparison of the microstructure and properties of the IPS Empress2 and the IPS Empress glass ceramics. *J Biomed Mater Res*. 2002;53(2):297-303