Evaluation of the accuracy of Trios5 intraoral scanner in determining the color of ceramic samples

Elnaz Shafiee[1], Amin Nourizadeh[2], Parisa Jafarzadeh Maleki[3,*]

1- Assistant Department of Prosthodontics, School of Dentistry, TaMS.c., Islamic Azad University, Tabriz, Iran
2- Assistant Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran
3- Dental Student, School of Dentistry, Islamic Azad University of Tabriz, Tabriz, Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Article History:
Received: 11 Aug 2025
Accepted: 21 Dec 2025
Published: 28 Dec 2025

Corresponding Author:
Parisa Jafarzadeh Maleki

School of Dentistry, Islamic Azad University of Tabriz, Tabriz, Iran

(Email: drmahsajafarzade@gmail.com)

Abstract

Background and Aims: Achieving reliable tools for accurate shade matching of ceramic samples is of great importance in restorative and aesthetic dentistry. This study aimed to evaluate the accuracy of the Trios5 intraoral scanner in determining the shade of ceramic samples using the Vita Classical Shade Guide (VC).

Materials and Methods: This in-vitro study involved scanning each ceramic sample 15 times by two independent observers using the Trios5 intraoral scanner. The detected shade of each sample was compared with the reference shades of the Vita Classical Shade Guide (VC) and the compatibility of the scanner's results with the reference shades was assessed. The data were analyzed using SPSS24 software and Pearson correlation and paired t-tests and kappa coefficient at a significance level of 0.05.

Results: The highest accuracy of shade detection in both observers was found for shades A2, A3, A3.5, A4, B1, and C4, each with 100% accuracy. The lowest accuracy for both observers was noted for shade A1, with 0% accuracy. The mean overall accuracy for the first and second observers was 64.99% and 63.75%, respectively, with a total overall accuracy of 64.37%. A statistically significant interobserver agreement was observed ($P \leq 0.005$).for all shades except B2 ($P=0.299$).

Conclusion: The Trios5 intraoral scanner can be considered a useful adjunct tool for ceramic shade determination. However, for clinical applications, it is recommended to use it in conjunction with reference tools and complementary methods such as spectrophotometry or visual assessment by experienced clinicians.

Keywords: Accuracy, Color, Ceramic

Cite this article as: Shafiee E, Nourizadeh A, Jafarzadeh Maleki P. Evaluation of the accuracy of Trios5 intraoral scanner in determining the color of ceramic samples. J Dent Med-TUMS. 2025;38:30. [Persian]

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-04]

Copyright © 2025 Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

ارزیابی دقت اسکنر داخل دهانی Trios5 در تعیین رنگ نمونه‌های سرامیکی

الناز شفیعی[۱]، امین نوری زاد[۲]، پریسا جعفرزاده ملکی[۳،*]

۱- استادیار گروه آموزشی پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز، تبریز، ایران
۲- استادیار گروه آموزشی پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
۳- دانشجوی دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز، تبریز، ایران

چکیده

زمینه و هدف: دستیابی به ابزارهای قابل اعتماد جهت تطابق رنگ نمونه‌های سرامیکی در دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. این مطالعه با هدف ارزیابی دقت اسکنرداخل دهانی Trios5 در تعیین رنگ نمونه‌های سرامیکی Shade Guide VC, Vita classical انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه به صورت لابراتواری بوده و هر نمونه سرامیکی توسط دو مشاهده‌گر به صورت مجزا از Shade Guide ویتا classical ۱۵ بار توسط اسکنر داخل دهانی Trios5 برداشت شده و رنگ تعیین شده توسط اسکنر نمونه با رنگ Shade Guideهای VC مقایسه و میزان انطباق برداشت‌های دستگاه با در نظر گرفتن نمونه‌های تعیین رنگ به عنوان مرجع بررسی شد. داده‌ها توسط نرم افزار آماری SPSS24 و آزمون تی تک نمونه‌ای و ضریب کاپا در سطح معنی داری ۰/۰۵ مورد بررسی تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته‌ها: بیشترین دقت تشخیص در هر دو مشاهده‌گر مربوط به رنگ‌های A2، A3، A3/5، A4، B1 و C4 با دقت تشخیص ۱۰۰ درصد و کمترین دقت تشخیص در هر دو مشاهده‌گر مربوط به رنگ A1 با دقت تشخیص صفر درصد بود. میانگین کلی دقت تشخیص مشاهده‌گر اول و دوم به ترتیب ۶۴/۹۹ درصد و ۶۳/۷۵ درصد و دقت تشخیص کلی نیز ۶۴/۳۷ درصد بود. در تمام رنگ‌ها به جزء رنگ B2 (P=۰/۲۹۹) توافق آماری معنی داری بین دو مشاهده‌گر مشاهده شد (P≤۰/۰۵).

نتیجه گیری: اسکنر Trios 5 می‌تواند به عنوان ابزار کمکی در تعیین رنگ سرامیک‌ها استفاده شود، ولی برای کاربردهای بالینی توصیه می‌شود که همراه با منابع مرجع و روش‌های مکمل مانند اسپکتروفوتومتر یا بررسی بصری توسط دندانپزشکان متخصص استفاده شود.

کلید واژه‌ها: دقت، رنگ، سرامیک

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۲۰
پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۳۰
انتشار: ۱۴۰۴/۱۰/۰۷

نویسنده مسؤول:
پریسا جعفرزاده ملکی

دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز، تبریز، ایران

(Email: Email: drmahsajafarzade@gmail.com)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-04]

مقدمه

زیبایی نقش مهمی در کیفیت زندگی و سلامت دهان و دندان دارد و یکی از جنبه‌های اصلی آن، تطابق دقیق رنگ ترمیم‌ها با دندان طبیعی است. خطای در انتخاب رنگ می‌تواند موجب نارضایتی بیمار و نیاز به درمان مجدد شود. روش‌های سنتی تشخیص رنگ که بر قضاوت بصری تکیه دارند، به دلیل تأثیر پذیری از عوامل انسانی و محیطی، از دقت و تکرار پذیری کمی برخوردارند. در مقابل، فناوری‌های دیجیتال مانند اسپکتروفتومترها و اسکنرهای داخل دهانی، با حذف خطای ذهنی و افزایش استاندارد سازی، دقت بالاتری ارائه می‌دهند (۱). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که اگرچه اسپکتروفتومترها هنوز دقیق‌ترین ابزار هستند، اما اسکنرهای نسل جدید مانند Trios5 شرکت 3Shape با فناوری RealColor™ قادر به تشخیص رنگ با دقت قابل مقایسه‌اند. بنابراین، بهره‌گیری از این فناوری‌های نوین می‌تواند گامی مؤثر در ارتقای دقت ترمیم‌های دندانی و بهبود نتایج زیبایی در درمان‌های دندانپزشکی باشد (۲،۳).

ترمیم‌ها و روکش‌های دندانی باید به‌گونه‌ای طراحی و ساخته شوند که هم زمان عملکرد بیومکانیکی و ویژگی‌های زیبایی شناختی دندان طبیعی را بازسازی کنند. تمایل روزافزون به بازتولید دقیق ویژگی‌های نوری و کروماتیکی دندان‌ها در دندانپزشکی ترمیمی، به منظور پاسخ گویی به استانداردهای بالای زیبایی مورد انتظار بیماران و دندانپزشکان، موجب شده است که روش‌ها و فناوری‌های نوینی برای تشخیص و بازآفرینی رنگ طبیعی ترمیم‌ها توسعه یابد (۴). در طول زمان به منظور تشخیص و تعیین رنگ دندان و بازتولید آن در دندان‌های ترمیمی، Shade Guideهای تجاری همراه محصول استفاده میشده است. همچنین به عنوان یک جایگزین، Shade Guideهای سفارشی که از خود ماده ترمیمی ساخته شده اند، به عنوان راهنمای تعیین رنگ مورد استفاده قرار گرفته اند (۵،۶).

یکی از مجبوب‌ترین Shade Guideهای تجاری Vita Classical (Vita Zahnfabrik) (VC) می‌باشند که بر اساس فرکانس رنگ دندان‌های طبیعی بنیان نهاده شده است. سایرShade Guideهای رقیب از جمله ;Noritake; Kuraray Noritake Dental Inc, Chromascop Ivoclar Vivadent AG, Bioform Dentsplay Sirona نیز بر همین اساس طراحی شده‌اند (۷).

در این Shade Guideها محاسبه و اندازه گیری تفاوت رنگ بین ۲ شی با استفاده از مقیاس رنگ CIELab محاسبه می‌شود. از طرفی پیشرفت‌های اخیر در فناوری اسکن داخل دهانی امکان اسکن دیجیتال حفره دهان را فراهم کرده است و به عنوان راهنمایی برای تولید پروتز به وسیله طراحی کامپیوتری و به منظور ساخت با استفاده از دستگاه‌های CAD/CAM عمل میکند و در حال حاضر بسیار کارامدتر از روش‌های سنتی می‌باشد (۸،۹). همچنین اسکنرهای داخل دهانی مانند Trios5 در سال‌های اخیر به طور فزاینده‌ای برای اسکن دیجیتال قوس‌های دهانی مورد استفاده قرار میگیرند (۱۰). با توجه به اهمیت تعیین رنگ در دندانپزشکی رستوریتیو، هدف از مطالعه حاضر ارزیابی دقت اسکنر داخل دهانی Trios5 در تعیین رنگ نمونه‌های سرامیکی بود. تاکنون تنها در تعداد محدودی از پژوهش‌ها، دقت و قابلیت اعتماد به اسکنر داخل دهانی Trios در تعیین رنگ دندانی به طور مستقیم ارزیابی شده است. در مطالعه‌ای توسط Brandt و همکاران (۱۱)، تطابق روش تصویری ذهنی (Visual Shade Matching) با روش دیجیتال مورد بررسی قرار گرفت، در حالی که Mehl و همکاران (۱۲) با استفاده از دستگاه Vita Easyshade Advance 4، نتایج حاصل از اسکنر Trios را با اندازه گیری دیجیتال و روش بصری مقایسه کردند. این مطالعات نشان دادند که روش دیجیتال مبتنی بر اسکن داخل دهانی می‌تواند دقت قابل قبولی در تعیین رنگ دندانی ارائه دهد، هرچند تفاوت‌هایی با روش‌های مرجع مشاهده شده است. با این حال، نتایج مطالعات پیشین نشان داده‌اند که دقت اسکنرهای داخل دهانی در تعیین رنگ، می‌تواند تحت تأثیر فاکتورهای انسانی از جمله تجربه و مهارت اپراتور قرار گیرد. تفاوت در نحوه قرارگیری زاویه اسکنر، شدت نور محیط و تعداد دفعات اسکن می‌تواند بر ثبات و صحت نتایج تأثیرگذار باشد. به عنوان مثال، برخی پژوهش‌ها گزارش کرده‌اند که اختلاف قابل توجهی بین اپراتورهای مختلف در ثبت مقادیر رنگ توسط دستگاه‌های دیجیتال از جمله اسکنرهای Trios و سیستم‌های Vita Easyshade مشاهده شده است (۱۳،۱۴). این مسئله اهمیت استانداردسازی شرایط اسکن و آموزش اپراتور را در مطالعات آتی برجسته می‌سازد.

با توجه به خلأ مطالعاتی موجود و ضعف مطالعات انجام شده در ارزیابی دقیق توانایی تعیین رنگ اسکنرهای داخل دهانی و نظر به جدید بودن اسکنر Trios5 این مطالعه با هدف ارزیابی توانایی و دقت اسکنر

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-04]

داخل دهانی Trios5 در تعیین رنگ نمونه‌های سرامیکی انجام شد تا ارزیابی بهتری از توانایی اسکنر داخل دهانی در تعیین رنگ نمونه‌های دندانی بدهد.

روش بررسی

مطالعه حاضر از نوع تجربی- آزمایشگاهی بود و Shade Guideهای رایج و مورد تایید Vita Classicalبه عنوان gold standard تعیین رنگ استفاده شد. با توجه به نامعین بودن حجم جامعه آماری از فرمول کوکران برای تعیین حجم نمونه (تعداد اندازه گیری) استفاده شد (۱۵). همچنین در این فرمول α برابر ۰/۰۵ (خطای نوع اول) در نظر گرفته شد و در نتیجه $Z_{1-\alpha/2}$ برابر ۱/۹۶ بدست آمد. مقدار p، برآورد نسبت در جامعه است که یا از مطالعات گذشته حاصل می‌شود یا محقق در یک مطالعه پایلوت تخمینی از آن بدست می‌آورد. در این مطالعه با استناد به مطالعه Rutkunas و همکاران (۱۰) دقت اسکنر داخل دهانی ۲۷ درصد محاسبه شده است، لذا p برابر ۰/۲۷ و مقدار d برابر p ۰/۱ در نظر گرفته شد. با جایگذاری مقادیر در فرمول مربوطه تعداد نمونه به شرح زیر محاسبه می‌شود. حجم نمونه مورد نیاز برای مطالعه ۳۵ مورد تعیین شد که برای Shade GuideهایVC تعداد ۱۵ اندازه گیری و با توجه به مقایسه اسکنر با Shade Guide در مجموع ۳۰ اندازه گیری انجام شد.

$$n=\frac{z^2\ 1-\alpha/2\times p(1-p)}{d^2}$$

راهنمای ویتا کلاسیک رنگ‌ها را در چهار گروه اصلی A، B، C و D دسته بندی کرده است:

A: رنگ‌های قهوه‌ای مایل به قرمز شامل A1، A2، A3، A3.5، A4

B: رنگ‌های زرد مایل به قرمز شامل B1، B2، B3، B4

C: رنگ‌های خاکستری شامل C1، C2، C3، C4

D: رنگ‌های خاکستری مایل به قرمز شامل D2، D3، D4

اسکنر داخل دهانی Trios5 یک سیستم تصویربرداری نوری سه‌بعدی پیشرفته است که بر پایه فناوری اسکن نوری ساختار یافته (Structured Light Scanning) و بازتاب طیفی کار می‌کند. این دستگاه با تابش نور LED بر سطوح دندانی و ثبت بازتاب آن از زوایای مختلف، یک مدل سه‌بعدی دقیق از ساختارهای دهانی ایجاد می‌کند. علاوه بر ثبت هندسه، اسکنر با استفاده از فناوری اختصاصی RealColor™ قادر است اطلاعات طیفی بازتاب نور را در محدوده مرئی تحلیل کرده و مقادیر رنگ را در فضای رنگی CIELab تعیین کند. این مقادیر با استانداردهای رنگی مرجع مانند راهنمای رنگ ویتا مقایسه می‌شوند تا نزدیک‌ترین تطابق رنگی به صورت خودکار پیشنهاد شود. فرآیند اسکن بدون نیاز به پودر یا پوشش سطحی انجام می‌گیرد و به دلیل سرعت بالای ثبت تصاویر و بازسازی آنی، از تداخل حرکت دست یا نور محیط تا حد زیادی جلوگیری می‌شود. ابتدا دو مشاهده‌گر به صورت مجزا هر کدام از تمام ۱۶ رنگ موجود در کیت ویتا کلاسیک را ۱۵ بار با استفاده از اسکنر داخل دهانی Trios5 اسکن نمودند. در هر اسکن دقیقاً نقطه وسط قسمت یک سوم میانی دندان انتخاب شد و طیف رنگی خروجی نرم افزار ثبت شد. در نهایت میزان انطباق داده‌های ثبت شده توسط دو مشاهده‌گر بررسی و میزان دقت هر مشاهده‌گر و دقت کلی اسکنر بررسی شد (شکل ۱). فرآیند تعیین رنگ در محیط کلینیکی و زیر نور یونیت دندانپزشکی انجام شد. شدت و منبع نور در طول اسکن برای تمامی نمونه‌ها ثابت نگه داشته شد تا تأثیر تغییرات روشنایی بر نتایج به حداقل برسد. نور یونیت از نوع LED سفید با دمای رنگ حدود ۵۵۰۰ کلوین (Daylight) بود که شرایط نوری مشابه نور طبیعی روز را ایجاد می‌کند. از بازتاب مستقیم نور و سایه‌زایی نیز با تنظیم زاویه نمونه‌ها نسبت به منبع نور جلوگیری شد.

پیش از شروع ارزیابی‌ها، مشاهده‌گران آموزش‌های لازم در زمینه اصول تطبیق رنگ دندانی را دریافت کردند. برای اطمینان از یکنواختی ادراک رنگ، هر مشاهده‌گر در محیط با نور کنترل‌شده و پس زمینه خنثی خاکستری کار کرد. پیش از شروع مشاهده‌ها، زمان تطبیق بینایی ۵ دقیقه‌ای در نظر گرفته شد تا چشم‌ها با شرایط نوری محیط سازگار شوند. مشاهده‌گران هیچ‌گونه اختلال رنگ دید (Color vision deficiency) نداشتند و این موضوع با استفاده از تست ایشی‌هارا (Ishihara test) تأیید شد. هر مشاهده‌گر در جلسات جداگانه و بدون اطلاع از نتایج مشاهده‌گر دیگر (Blinding) نمونه‌ها را ارزیابی کرد. به منظور کاهش خستگی چشمی، ارزیابی‌ها در بازه‌های زمانی حداکثر ۳۰ دقیقه انجام و بین آن‌ها استراحت کوتاه در نظر گرفته شد. این روش به استاندارد سازی فرآیند مشاهده و افزایش قابلیت تکرار نتایج کمک کرد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-04]

شکل ۱- نحوه اسکن و تعیین رنگ نمونه‌ها با استفاده از اسکنر داخل دهانی Trios5

داده‌های به دست آمده از مطالعه توسط نرم افزار آماری SPSS ورژن ۲۴ مورد بررسی تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج مطالعه با استفاده از روش‌های آمار توصیفی(میانگین ± انحراف معیار) گزارش شد. چون پراکندگی داده‌ها نرمال بود، از آزمون‌های آماری همبستگی پیرسون و ضریب کاپا برای تحلیل داده‌ها در سطح معنی داری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها

در جدول ۱ میزان توافق بین دو مشاهده‌گر آمده است. بیشترین دقت تشخیص در هر دو مشاهده‌گر مربوط به رنگ‌های A2، A3، A3/5، A4، B1 و C4 با دقت تشخیص ۱۰۰ درصد و کمترین دقت تشخیص در هر دو مشاهده‌گر مربوط به رنگ A1 با دقت تشخیص صفر درصد بود. میانگین کلی دقت تشخیص مشاهده‌گر اول و دوم به ترتیب ۶۴/۹۹ درصد و ۶۳/۷۵ درصد و دقت تشخیص کلی نیز ۶۴/۳۷ درصد بود. Schussler و همکاران (۱۶) در مطالعه خود، دقت تشخیص برای آستانه‌های ادراک و پذیرش برای تفاوت رنگ‌های دندانی رو ۸۰ درصد گزارش کردند. نتایج آزمون تی تک نمونه ای با مقایسه دقت تشخیص کلی (۶۴/۳۷ درصد) مطالعه حاضر با مطالعه Schussler و همکاران (۱۶)، تفاوت آماری معنی داری را نشان نداد (P=۰/۸۷۴). نتایج کاپا کوهن نشان داد در تمام رنگ‌ها به جزء رنگ B2 توافق آماری معناداری بین دو مشاهده‌گر مشاهده شد. به دلیل یکنواخت بودن امتیازها، فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای بعضی رنگ‌ها در ضریب کاپا قابل محاسبه نبود (جدول ۱).

بحث و نتیجه گیری

بررسی نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر نشان داد که در میان رنگ‌های مورد بررسی، برخی رنگ‌ها مانند A2، A3، A3/5، A4، B1 و C4 از دقت تشخیص ۱۰۰ درصد توسط هر دو مشاهده‌گر برخوردار بودند. این یافته نشان می‌دهد که در رنگ‌هایی با شدت و خلوص رنگی مشخص و واضح، عملکرد اسکنر Trios5 بسیار دقیق و قابل اطمینان است. از سوی دیگر، رنگ A1 (روشن‌ترین رنگ در خانواده A با روشنایی بالا (*L حدود ۸۲) و کروما‌ی پایین) کمترین دقت تشخیص را داشت (صفر درصد توسط هر دو مشاهده‌گر)، که نشان دهنده دشواری تشخیص رنگ‌های روشن‌تر و نزدیک به سفید توسط این دستگاه است.

یکی از دلایل اصلی این افت عملکرد، تأثیر شرایط نوری مختلف بر قابلیت انتخاب رنگ توسط اسکنرها است. مطالعه Nantanapiboon و همکاران (۱۷) نشان داد که نورپردازی محیطی بیشتر (Room Light یا Dental-Chair Light) به طور معنی داری دقت تشخیص رنگ توسط اسکنرها را کاهش می‌دهد، حتی زمانی که نور داخلی دستگاه فعال است. رنگ A1 از جمله رنگ‌های نسبتاً روشن با ته رنگ زرد خفیف است که در گروه رنگی A قرار دارد. مطالعه سیستماتیک Vitai و همکاران (۱۸) نشان داد که رنگ‌های روشن‌تر مانند A1 معمولاً از نظر مقادیر ΔE(تفاوت رنگ در فضایCIELAB) حساسیت بیشتری به نور محیط دارند و به ویژه در اسکن‌های داخل دهانی، احتمال خطای تشخیص در آن‌ها بالاتر است. همچنین، شدت انعکاس نور از سطح مواد روشن‌تر سبب می‌شود که الگوریتم‌های تحلیل رنگ دچار overestimation یا underestimation شوند. از نظر بالینی، عدم

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-04]

جدول ۱- مقایسه قدرت تشخیص و درصد تطابق تماشاگر اول و دوم

رنگ	قدرت تشخیص مشاهده‌گر اول (درصد)	قدرت تشخیص مشاهده‌گر دوم (درصد)	تشخیص کلی (درصد)	درصد تطابق	ضریب کاپا	فاصله اطمینان ۹۵٪
A1	۰	۰	۰	۱۰۰	N/A	N/A
A2	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	N/A	N/A
A3	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	N/A	N/A
A3/5	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	N/A	N/A
A4	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	N/A	N/A
B1	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	N/A	N/A
B2	۴۶/۷	۴۰	۴۳/۳۵	۶۰	۰/۱۵۱	۰/۳۷ – ۰/۰۷
B3	۱۳/۳	۱۳/۳	۱۳/۳	۸۰	۰/۵۴۵	۰/۸۶ – -۰/۰۵
B4	۳۳/۳	۲۶/۷	۳۰	۹۳/۳	۰/۸۴۲	۱/۱۴ – -۰/۵۵
C1	۸۰	۶۶/۷	۷۳/۳۵	۸۶/۶	۰/۶۸۸	۱/۰۶ – -۰/۳۲
C2	۲۰	۲۰	۲۰	۷۳/۳	۰/۵۷۴	۰/۹۳ – -۰/۲۲
C3	۷۳/۳	۸۰	۷۶/۶۵	۹۳/۳	۰/۸۱۵	۱/۱۶ – -۰/۴۷
C4	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	N/A	N/A
D2	۸۰	۶۰	۷۰	۷۳/۳	۰/۲۳۱	۰/۳۹ – -۰/۰۷
D3	۸۰	۱۰۰	۹۰	۸۶/۶	۰/۴۴۴	۱/۰۴ – ۰/۱۵
D4	۱۳/۳	۱۳/۳	۱۳/۳	۵۳/۳	۰/۴۰۱	۰/۶۷ – -۰/۱۳
کل	۶۴/۹۹	۶۳/۷۵	۶۴/۳۷	۹۱/۰۳	۰/۸۳۰	۰/۸۸۰ – -۰/۷۷۹

تشخیص صحیح A1 می‌تواند به جایگزینی نامناسب با رنگ‌های تیره‌تر منجر شود، که به ویژه در نواحی قدامی، تأثیر منفی زیادی بر زیبایی لبخند بیمار خواهد داشت (۱۰).

در مورد رنگ‌های B3 و B4 نیز مشاهده شد که هر دو مشاهده‌گر دقت بسیار پایینی داشتند. B3 و B4 از خانواده ته رنگ‌های زرد با درجه تیرگی متوسط هستند. طبق نتایج مطالعه Liberato و همکاران (۳) این دسته از رنگ‌ها به دلیل نزدیکی عددی در سیستم VITA به رنگ‌های مجاور مانند C1 وB1، اغلب با آن‌ها اشتباه گرفته می‌شوند. همچنین گزارش شده که اسکنرهای دیجیتال به‌ویژه در بازه‌های میانی تونالیتی زرد تا قهوه‌ای مانند B3 دقت کمتری نسبت به انتهای روشن یا تیره طیف دارند. در نتیجه، در کاربردهای پروتزهای ثابت در نواحی پرمولر، که B3 یک انتخاب رایج است، تشخیص اشتباه ممکن است منجر به نتایج ناهماهنگ رنگی و نارضایتی بیمار شود (۱۹). در محیط بالینی، تشخیص نادرست B4 به ویژه در ترمیم‌های کامل یا ونیرهای سرامیکی می‌تواند نیاز به تکرار بازسازی را افزایش دهد.

رنگ‌های سری C عمدتاً دارای ته‌رنگ خاکستری هستند که در نورهای مصنوعی، اغلب با رنگ‌های زرد یا قهوه‌ای اشتباه گرفته می‌شوند. از نظر بالینی، استفاده از C2 در نواحی خلفی متداول است، ولی تشخیص غلط آن می‌تواند تأثیر منفی برهارمونی کلی دندان‌ها به‌خصوص در بیماران دارای پروتزهای زیاد بگذارد.

رنگ D4 جزء تیره‌ترین رنگ‌های طیف VITA است و با ته رنگ قهوه‌ای متمایل به خاکستری شناخته می‌شود. بررسی‌ها نشان داده‌اند دقت اسکنرهای داخل دهانی در تشخیص رنگ به ویژه در طیف‌های تیره‌تر به طور کلی پایین‌تر از اسپکتروفوتومترها است، اگرچه تکرارپذیری

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-04]

(precision) آن‌ها قابل قبول است (۱۸). دلیل این امر می‌تواند کاهش وضوح مرزهای رنگی در بازه‌های تیره و همچنین جذب نور بالاتر توسط رنگدانه‌های تیره‌تر باشد. در کاربردهای بالینی، تشخیص اشتباه D4 به عنوان رنگی روشن‌تر، می‌تواند نتیجه‌ای غیرطبیعی ایجاد کند که به ویژه در بیماران با سن بالا یا در دندان‌های تغییر رنگ یافته رایج است.

در تحلیل آماری، درصد تطابق کلی بین دو مشاهده‌گر برابر با ۹۱/۰۳ درصد و ضریب کاپا برابر با ۰/۸۳ بود که نشان‌دهنده توافق بالا بین دو مشاهده‌گر در استفاده از اسکنر برای تعیین رنگ است. مقدار کاپا بالای ۰/۸ در اغلب منابع به عنوان سطح توافق «خیلی خوب» (almost perfect) طبقه بندی می‌شود (۲۲–۲۰). این سطح توافق بالا اعتبار دستگاه را در محیط کنترل‌شده آزمایشگاهی تقویت می‌کند (۲۳).

مطالعات پیشین گزارش کرده‌اند که دقت تعیین رنگ با اسکنرهای داخل دهانی معمولاً بین ۶۰ تا ۸۰ درصد بوده و کمتر از دقت اسپکتروفوتومتر (۸۴٪ درصد) است (۲۴). برای مثال، Chumsena و همکاران (۲۵) نشان دادند اسپکتروفوتومتر Vita Easyshade دقت حدود ۸۴ درصد دارد، در حالی که Trios5 دقت تشخیص رنگ ۷۱ درصدی دارد. مطالعه‌ای دیگر توسط Lee و Kim (۱۴) در نمونه بالینی گزارش کرد که توافق بین اسکنر Trios5 و اسپکتروفوتومتر در ویتا کلاسیک ۰/۲۸۳ و ویتا 3D ۰/۴۹۸ بوده که مشابه با سطوح توافق مشاهده‌گر در مطالعه حاضر است. این نتایج نشان می‌دهد که دقت Trios5 در خط متوسط مطالعات قبلی قرار دارد.

مطالعه حاضر در مقایسه با مطالعات مشابه، نتایج امیدوار کننده‌تری نشان می‌دهد. برای نمونه، در تحقیقی که توسط Abu-Hossin و همکاران (۲۶) انجام شد، میزان توافق بین مشاهده‌گران هنگام استفاده از اسکنر Trios 3 حدود ۰/۴۵۲ بود، در حالی که در این مطالعه با استفاده از نسخه پیشرفته‌تر Trios5، ضریب کاپا به ۰/۸۳ رسید، که نشان از بهبود عملکرد این فناوری در نسل جدید دارد.

عوامل موثر بر دقت رنگ‌سنجی شامل عوامل مختلفی مانند کیفیت نورپردازی محیطی، تجربه اپراتور و روش کالیبراسیون دستگاه را شامل می‌شود (۲۷،۲۸). مطالعه Huang و همکاران (۲۷) نشان می‌دهد شرایط نور محیطی پایین (کمتر از ۱۰۰۰lux) می‌تواند دقت تعیین رنگ را کاهش دهد. در مطالعه حاضر، استفاده از شرایط کنترل‌شده و نور مناسب می‌تواند به ثبات نتایج کمک کرده باشد، ولی تجربه مشاهده‌گران نیز ممکن است نقش داشته باشد. یکی از عوامل مؤثر بر دقت تعیین رنگ در این مطالعه، شرایط نوری محیط اسکن بود که در مطب و زیر نور یونیت انجام شد. از آن‌جا که شدت و نوع نور می‌تواند بر درک رنگ و ثبت داده‌های دیجیتال تأثیر بگذارد، نتایج به دست آمده ممکن است تا حدی تحت تأثیر این شرایط خاص نوری قرار گرفته باشند. بنابراین، استانداردسازی نور محیط و استفاده از منابع نوری کنترل‌شده با دمای رنگ مشخص (۶۵۰۰-۵۵۰۰ کلوین) در مطالعات آینده می‌تواند به افزایش دقت و تکرارپذیری نتایج کمک کند. با این حال، برخی چالش‌ها همچنان باقی‌اند. رنگ‌هایی مانند A1، B2 و D4 همچنان دقت تشخیص پایینی داشتند. این موضوع می‌تواند به خصوصیات فیزیکی این رنگ‌ها، بازتاب نور، ضخامت نمونه‌ها و یا حساسیت پایین حسگر دستگاه در دریافت اطلاعات رنگی با شدت پایین مرتبط باشد. همچنین نور محیط، زاویه اسکن، شرایط سطحی نمونه و حتی درجه حرارت می‌توانند بر نتایج تأثیرگذار باشند.

با توجه به این نتایج، می‌توان نتیجه گرفت که اسکنر Trios5 قابلیت بالایی در تشخیص دقیق رنگ اکثر گروه‌های رنگی دارد، به‌ویژه در شرایطی که رنگ‌ها دارای تمایز طیفی کافی هستند. این موضوع به ویژه در کاربردهای بالینی، که سرعت و دقت تشخیص رنگ اهمیت دارد، بسیار کاربردی است. از سوی دیگر، در مواردی مانند A1 و B2 که رنگ‌های انتخابی در محدوده روشن یا نزدیک به هم هستند، بهتر است اسکنر با روش‌های دیگر مانند ارزیابی چشمی توسط مشاهده‌گر با تجربه یا استفاده از اسپکتروفتومتر ترکیب شود تا ریسک خطا کاهش یابد.

با توجه به دشواری تشخیص رنگ‌های روشن‌تر و نزدیک به سفید مانند A1، نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که دقت اسکنر در این طیف رنگی ممکن است کاهش یابد. از آن‌جا که خطا در تعیین رنگ‌های روشن می‌تواند به‌طور مستقیم بر هماهنگی ترمیم و زیبایی لبخند بیمار تأثیر منفی بگذارد، در موارد زیبایی توصیه می‌شود از روش‌های مکمل مانند اسپکتروفوتومتر یا ارزیابی بصری توسط مشاهده‌گر مجرب در کنار اسکنر استفاده شود. بنابراین، اتکای صرف به دستگاه Trios5 در انتخاب رنگ در کیس‌های زیبایی ممکن است موجب کاهش دقت نتایج نهایی گردد.

در نهایت، با در نظر گرفتن میانگین دقت کلی مشاهده‌گران و توافق آماری معنی دار در بیشتر رنگ‌ها، می‌توان پیشنهاد کرد که اسکنر Trios5 یک ابزار قابل اعتماد برای تشخیص رنگ در محیط کلینیکی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-04]

است، به ویژه در صورتی که مشاهده‌گر از تجربه کافی برخوردار باشد و شرایط اسکن به درستی کنترل شود. با این حال، استفاده از دستگاه باید همراه با آموزش صحیح کاربران، بررسی شرایط نوری مناسب و ترکیب با روش‌های کمکی برای رنگ‌های چالش برانگیز باشد.

از محدودیت‌های مطالعه حاضر می توان به انجام مطالعه در شرایط in vitro و تراکم نور ثابت اشاره کرد که ممکن است با شرایط بالینی متفاوت باشد. همچنین تعدد تکرار فقط ۱۵ بار و فقط دو مشاهده‌گر محدودیت آماری ایجاد می‌کند. عدم استفاده و مقایسه با اسپکتروفوتومتر معتبر مثل Vita Easyshade به عنوان مرجع طلایی نیز یکی دیگر از محدودیت‌های مطالعه محسوب می‌شود.

علاوه بر این، یکی از محدودیت‌های مهم مطالعه، ارزیابی رنگ نمونه‌ها بر روی کیت‌های ویتا و نه دندان‌های طبیعی بوده است که ممکن است تفاوت‌هایی با محیط واقعی دهان داشته باشد. همینطور پیشنهاد می‌شود مقایسه نتایج با شید گاید 3D MASTER هم در مطالعات بعدی انجام شود.

در نهایت، نتایج این تحقیق نشان داد که اسکنر Trios 5 با دقت کلی ۶۴/۳۷ درصد و توافق بین مشاهده‌گران قابل قبول (ka≈۰/۸۳۰)، می‌تواند به عنوان ابزار کمکی در تعیین رنگ سرامیک‌ها استفاده شود، ولی برای کاربردهای بالینی توصیه می‌شود که همراه با منابع مرجع و روش‌های مکمل مانند اسپکتروفوتومتر یا بررسی بصری توسط دندانپزشکان متخصص استفاده شود.

تشکر و قدردانی

این پایان نامه با کد ۲۲۶۲۶۲۲۲۱۳۸۲۵۴۱۲۷۹۴۰۳۲۱۶۲۹۷۰۹۷۹ اخلاق IR.IAU.TABRIZ.REC.1404.312 در دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز مورد تصویب قرار گرفته است

References:

1- Akl MA, Mansour DE, Zheng F. The role of intraoral scanners in the shade matching process: a systematic review. J Prosthodont. 2023;32(3):196-203.

2- Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle C. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. J Dent Res. 2002;81(8):578-82.

3- Liberato WF, Barreto IC, Costa PP, de Almeida CC, Pimentel W, Tiossi R. A comparison between visual, intraoral scanner, and spectrophotometer shade matching: A clinical study. J Prosthet Dent. 2019;121(2):271-5.

4- Chen H, Huang J, Dong X, Qian J, He J, Qu X, et al. A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. Quintessence Int. 2012;43(8):649-59.

5- Cho S-H, Nagy WW. Morphologic custom shade guide fabricated with feldspathic ceramic. J Prosthet Dent. 2015;113(6):660-10.

6- Askinas SW, Kaiser DA. Technique for making a customized shade guide. J Prosthet Dent. 1979;42(2):234-5.

7- Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. J Dent. 2010;38:e2-16.

8- Ahrberg D, Lauer HC, Ahrberg M, Weigl P. Evaluation of fit and efficiency of CAD/CAM fabricated all-ceramic restorations based on direct and indirect digitalization: a double-blinded, randomized clinical trial. Clin Oral Investig. 2016;20(2):291-300.

9- Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, Bilir H. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. BMC Oral Health. 2014;14:10.

10- Rutkūnas V, Dirsė J, Bilius V. Accuracy of an intraoral digital scanner in tooth color determination. J Prosthet Dent. 2020;123(2):322-9.

11- Brandt J, Nelson S, Lauer H-C, von Hehn U, Brandt S. In vivo study for tooth colour determination—visual versus digital. Clin Oral Investig. 2017;21(9):2863-71.

12- Mehl A, Bosch G, Fischer C, Ender A. In vivo tooth-color measurement with a new 3D intraoral scanning system in comparison to conventional digital and visual color determination methods. Int J Comput Dent. 2017;20(4):343-61.

13- Farook TH, Ahmed S, Giri J, Rashid F, Hughes T, Dudley J. Influence of intraoral scanners, operators, and data processing on dimensional accuracy of dental casts for unsupervised clinical machine learning: An in vitro comparative study. Int J Dent. 2023;2023:7542813.

14- Lee JH, Kim HK. A comparative study of shade-matching performance using intraoral scanner, spectrophotometer, and visual assessment. Sci Rep. 2024;14(1):23640.

15- Armitage P, Berry G, Matthews JNS. Statistical methods in medical research: John Wiley & Sons; 2013.

16- Schussler V, Kawakami DY, Rocha MAG, Sinhoreti MAC, Rocha MG, Oliveira D. Perceptibility and Acceptability Thresholds for Color Differences in Ceramic Shade Tabs: A Comparison Between Dentists and Patients. J Clin Expl Dent. 2024;16(12):e1509-e1516.

17- Nantanapiboon D, Kamnoedboon P, Srinivasan M. Impact of different lighting conditions on the tooth-shade selection using intra-oral scanners: An in-vitro study. Heliyon. 2024;10(19):e38870.

18- Vitai V, Németh A, Teutsch B, Kelemen K, Fazekas A, Hegyi P, et al. Color Comparison Between Intraoral Scanner and Spectrophotometer Shade Matching: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Esthet Restor Dent. 2025;37(2):361-77.

19- Elgendy MM, Shalaby YA, Morsy N. Comparison of the intraoral scanner and visual shade match accuracy in shade

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-04]

determination (clinical study). Alexandria Dent J. 2025;550(2):10.

20- Casagrande A, Fabris F, Girometti R. Beyond kappa: an informational index for diagnostic agreement in dichotomous and multivalue ordered-categorical ratings. Med Biol Eng Comput. 2020;58(12):3089-99.

21- Donker DK, Hasman A, Van Geijn HP. Interpretation of low kappa values. Int J biomedl comput. 1993;33(1):55-64.

22- Seigel DG, Podgor MJ, Remaley NA. Acceptable values of kappa for comparison of two groups. Am J Epidemiol. 1992;135(5):571-8.

23- Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 1977:33(1):159-74.

24- Ciocan Pendefunda AA, Dascalu CG, Bahrim S, Iordache C, Luca O, Antohe ME. Practical Implications in Contemporary Dental Aesthetics-Shade Selection Assessment Using Intraoral Scanners. Dent J. 2025;13(1):43.

25- Chumsena N, Peampring C, Suttiglud T. Accuracy and Reliability of Intraoral Scanners for Tooth Shade Determination in Comparisons with Intraoral Spectrophotometer: In Vitro Study. Eur J General Dent. 2025.

26- Abu-Hossin S, Onbasi Y, Berger L, Troll F, Adler W, Wichmann M, et al. Comparison of digital and visual tooth shade selection. Clin Exp Dent Res. 2023;9(2):368-74.

27- Huang M, Wang Y, Sun Y, Zhou Y, Liu Y, Ye H. The accuracies of three intraoral scanners with regard to shade determination: An in vitro study. J Prosthodont. 2023;32(5):ze111-7.

28- https://instituteofdigitaldentistry.com/cad-cam/trios/trios-5-review-is-this-the-best-intraoral-scanner-money-can-buy/?srsltid=AfmBOop6OHOmasLKbxBW1peUYu_vXvSs-arlbz-qG4TQieqyGQpj1wrQ&utm_source=chatgpt.com.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-04]