

بررسی و شناسایی رنگ‌های مورد مصرف در پرسن دنتین و تعیین روش تولید

آزمایشگاهی دنتین رنگی مشابه دنتین Vita VMK 68

دکتر پانته‌آ زادپرور*، دکتر شهین رکنی**، دکتر عباس یوسفی***

چکیده

سابقه و هدف: ساخت پرسن‌های دندانی به دلیل وجود معادن غنی مواد سازنده آنها در داخل کشور به صورت تولید پرسن‌های دندانی اپک و دنتین، بدون در نظر گرفتن رنگ، آغاز گردیده که نتایج رضایت‌بخشی حاصل شده است. با توجه به اهمیت رنگ این مواد، هدف از این تحقیق تکنیکی، شناسایی رنگ‌های مورد مصرف در پرسن دنتین Vita VMK68 جهت ساخت مشابه ایرانی و مقایسه کیفیت و کمیت رنگ محصول تولید شده با Vita VMK68 بود.

مواد و روشها: در این گزارش تکنیکی، ابتدا به کمک دستگاه XRD، بهترین شرایط پخت جهت تشکیل فازهای مشابه در دنتین آزمایشی و دنتین ویتا مشخص و اعمال گردید. همچنین ساختار پودر دنتین جدید توسط دستگاه SEM بررسی شد. سپس آنالیز ترکیب شیمیایی و شناسایی عناصر رنگی موجود در پودر پرسن ویتا توسط روش‌های مختلف صورت پذیرفت. جهت تهیه دنتین رنگی، رنگ‌های ترکیبی با فرمول‌ها و درصد‌های متفاوت به پودر دنتین اضافه شده، پس از تهیه مخلوط هموزن، نمونه‌ها پرس شده و برای پخت در داخل کوره قرار گرفتند. رنگ نمونه‌های دنتین جدید با دستگاه کالریتر تعیین و با نمونه‌های دنتین Vita مقایسه شدند.

یافته‌ها: (۱) نتایج حاصل از پراش اشعه X، تطابق کامل فازهای موجود در پودر دنتین جدید و ویتا را نشان داد. (۲) دانه‌بندی پودر دنتین جدید کاملاً شبیه ویتا گردید. (۳) ساختار رنگ‌های اصلی به کار برده شده در پودر دنتین ویتا کریستالین و از نوع stain سرامیکی تعیین گردید. (۴) نمونه‌های sinter شده دنتین رنگی مورد آزمایش تشابه قابل قبولی را براساس معیار اختلاف رنگ (ΔE) با نمونه‌های ویتا نشان دادند.

نتیجه‌گیری: نمونه‌های دنتین رنگی ساخته شده تشابه قابل قبولی را با دنتین ویتا نشان دادند به گونه‌ای که اختلاف آنها قابل تشخیص نبود.

کلید واژگان: رنگ، پرسن، دنتین

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۵/۷/۱ تاریخ اصلاح نهایی: ۱۳۸۶/۶/۲۷ تاریخ تأیید مقاله: ۱۳۸۶/۷/۲۴

مجله دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دوره ۲۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۷، ۱۴۹-۱۴۳

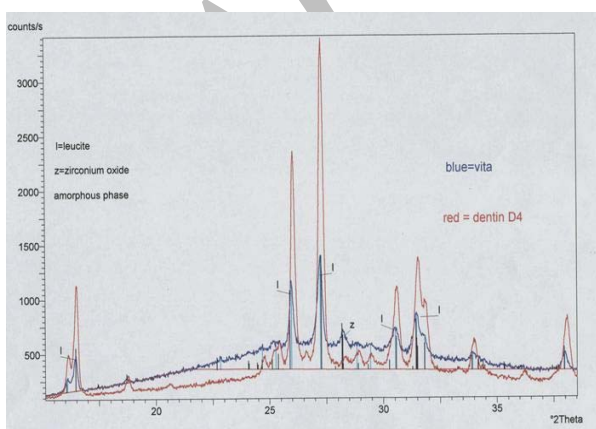
مقدمه

کریستال‌های لوسایت پراکنده در یک ماتریکس شیشه‌ای می‌باشد (۹-۴).

وجود معادن بسیار غنی از فلدسپارها در مناطق مختلف ایران و امکان بهره‌برداری از آنها بستر مناسبی برای تولید پرسن‌های دندانی در ایران که در حال حاضر از اقلام صددرصد وارداتی به حساب می‌آیند، بوجود آورده است. با توجه به اهمیت زیاد پروتزهای porcelain fused to metal در ترمیم‌های پروتز ثابت در ایران ساخت این مواد در قالب

به دلیل نیاز فزاینده به حداکثر زیبایی همراه با سازگاری بافتی و کارایی مکانیکی جهت مقاومت در شرایط حفره دهان، پرسن‌های دندانی استفاده گسترده‌ای به عنوان مواد ترمیمی در دندانپزشکی دارند (۳-۱). پرسن‌های دندانی از لحاظ شیمیایی بسیار باثبات بوده و از زیبایی بسیار خوبی برخوردار هستند. عمده پرسن‌های دندانی که در رستوریشن‌های متال سرامیک استفاده می‌شوند پرسن‌های فلدسپاتیک هستند که ساختار میکروسکوپی آنها شامل

به دلیل تاثیر مستقیم ویژگی‌هایی از قبیل تشکیل فازهای مناسب (فاز لوسایت، فاز آمورف و فاز زیرکون) با مقادیر مورد نیاز و دانه‌بندی بر روی رنگ پرسن، این خصوصیات مورد بررسی دقیق قرار گرفتند. برای این منظور ابتدا از پودر دنتین D4 توسط دستگاه XRD (تیوپ مس CAKD مدل فیلیس PW3040/60، فنلاند) گراف پراش اشعه X جهت شناسایی فازهای تشکیل شده در نمونه تهیه گردید و با گراف حاصل از پراش اشعه X مربوط به نمونه دنتین ویتا مقایسه شد که تفاوت‌هایی را در فازهای تشکیل شده در نمونه نشان داد (گراف ۱). عملیات حرارتی انجام شده که یکی از مراحل اصلی برای تولید این مواد به حساب می‌آیند. در نمونه دنتین D4 مطابق نمودار ۱ می‌باشند. نتایج حاصل از این مقایسه ایجاب نمود که برای رسیدن به فازهای مطلوب، اصلاحاتی نه تنها در روش تولید آزمایشگاهی این مواد بلکه در ترکیب شیمیایی و عملیات حرارتی ایجاد شود. این اصلاحات در مراحل متعددی انجام پذیرفتند و در هر مرحله آنالیز XRD جهت کنترل فازها انجام گردید. گراف ۲ مربوط به نمونه نهایی پودر دنتین می‌باشد که بهترین تطابق را با نمونه پودر دنتین ویتا داشت. عملیات حرارتی انجام شده در نمونه نهایی پودر دنتین نیز در نمودار ۲ نشان داده شده است. در مرحله بعد تصاویر سطوح نمونه‌ها توسط دستگاه میکروسکوپ الکترونی SEM (مدل S360 انگلستان) مقایسه گردیدند. نتایج حاصل از این مقایسه نشان داد که ساختار میکروسکوپی نمونه دنتین جدید کاملاً با نمونه دنتین ویتا مطابقت دارد (اشکال ۱ و ۲).



گراف ۱- مقایسه فازهای مختلف نمونه دنتین D4

(عملیات حرارتی ۱) با نمونه دنتین vita توسط دستگاه XRD

چندین طرح تحقیقاتی در دانشکده دندانپزشکی مشهد و موسسه تحقیقاتی پرتاوس در سالهای پیش مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج رضایت‌بخشی در زمینه تولید پرسن دندانی اپک و دنتین حاصل شده‌اند. با توجه به اهمیت رنگ این مواد پروژه جدیدی مطرح گردید که موضوع این تحقیق می‌باشد چرا که تطابق رنگ موفق یکی از مهمترین ویژگی‌های یک رستوریشن زیبا است که تاثیر مثبتی بر اعتماد به نفس بیمار دارد (۱۰، ۱۱). تقاضای روزافزون برای تطابق رنگ ایده‌آل رستوریشن‌ها با دندان‌های مجاور باعث تحول در روش‌های بازسازی رنگ پرسن‌های دندانی گشته است (۱۲).

بنابراین در این تحقیق روش تولید رنگ‌های مختلف پرسن دنتین مورد بررسی قرار گرفته و رنگ تولید شده از نظر کیفیت و کمیت با مشابه خارجی پرسن Vita VMK 68 مقایسه و مشابهت رنگ‌های تهیه شده با دنتین ویتا با استفاده از تست Lab تایید گردید. امید است بزودی با عرضه پرسن دندانی به بازار بتوان ضمن کاهش هزینه برای بیمار از خروج میزان زیادی ارز از کشور جلوگیری کرد.

یکی از روش‌های اندازه‌گیری رنگ استفاده از سیستم Lab می‌باشد. سیستم Lab امروزه به طور فزاینده‌ای در صنایع سرامیک استفاده می‌شود. سیستم مزبور از سه جزء تشکیل شده است: (L,a,b) (۱۳).

ولیو (درخشندگی) به صورت L مشخص می‌شود و کروما به صورت قرمز (+a)، سبز (-a)، زرد (+b) و آبی (-b) مشخص می‌گردند. اختلاف میان دو رنگ را می‌توان از یک فرمول اختلاف رنگ به دست آورد (۱۲، ۱۴):

$$\Delta E(Lab) = \left[(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

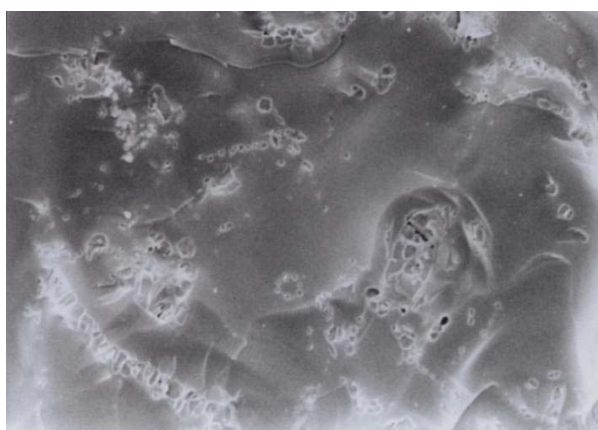
هدف از این مطالعه بررسی و شناسایی رنگ‌های مورد مصرف در پرسن دنتین VitaVMK68 جهت ساخت مشابه ایرانی و مقایسه کیفیت و کمیت رنگ محصول تولید شده با نمونه VitaVMK68 بود.

مواد و روش‌ها

در این گزارش تکنیکی، ابتدا مقداری از پودر دنتین D4 با روشی که در پروژه قبلی (۱۵) ارائه گردیده بود تولید شد.



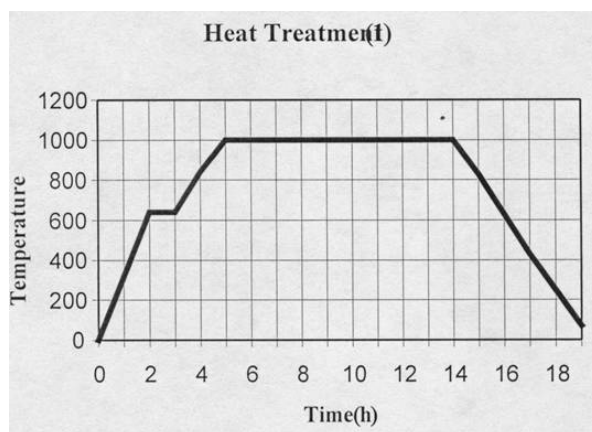
شکل ۱- ساختار میکروسکوپی سطح نمونه دنتین M (توسط دستگاه SEM)



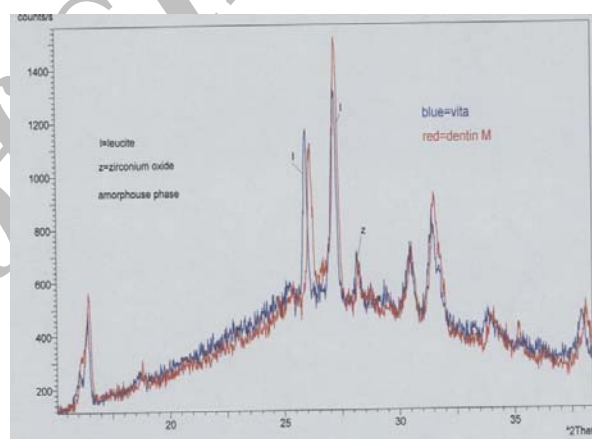
شکل ۲- ساختار میکروسکوپی سطح نمونه دنتین Vita (توسط دستگاه SEM)

پودر پرسلن دنتین به ترتیب ذکر شده در زیر تهیه گردید: انتخاب اولیه مواد، توزین، مخلوط کردن، ذوب، سرد کردن سریع، آسیاب کردن، عملیات حرارتی، آسیاب مجدد، دانه‌بندی.

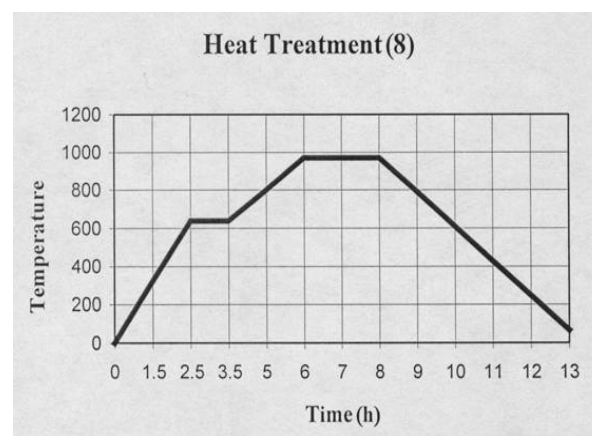
برای شناسایی رنگ‌های مورد استفاده در پودر پرسلن دنتین ویتا ابتدا آزمایشاتی جهت تشخیص نوع ساختار رنگ صورتی پودر دنتین صورت گرفت. مقداری از پودر دنتین ویتا در دمای حدود 200°C حرارت داده شد و به سفید شدن پودر دنتین منجر گردید که تأییدی بر آلی بودن ساختار این رنگ بود. برای شناسایی آمورف یا کریستالین بودن ساختار این ماده آلی، جداسازی فیزیکی ذرات صورتی از پودر پرسلن انجام پذیرفت. از دو ماده جدا شده صورتی پر رنگ و کم رنگ به طور جداگانه گراف پراش



نمودار ۱- عملیات حرارتی انجام شده بر روی نمونه دنتین D4 طبق برنامه یک ساعت در دمای 640°C و نه ساعت در دمای 1000°C



گراف ۲- مقایسه فازهای مختلف نمونه دنتین M (عملیات حرارتی ۸) با نمونه دنتین vita توسط دستگاه XRD



نمودار ۲- عملیات حرارتی انجام شده بر روی نمونه دنتین M طبق برنامه یک ساعت در دمای 640°C و دو ساعت در دمای 970°C

اندازه‌گیری طیف رنگی نمونه‌های پرس‌لن (استوانه‌هایی با قطر ۱۰ میلی‌متر و ارتفاع ۱۱ میلی‌متر). سپس نمونه‌هایی از پودر پرس‌لن دنتین ویتا با رنگ‌های مختلف برای مقایسه و ارزیابی نمونه‌های تولید شده آزمایشگاهی تهیه شد (A1→A4). این نمونه‌ها نیز مانند سایر نمونه‌ها به میزان ۲ گرم وزن شده و با ۵ قطره آب مقطر مرطوب شده و وارد قالب مخصوص با قطر داخلی ۱۲mm شدند، سپس زیر دستگاه پرس متراکم گردیدند. پس از پخت در کوره پرس‌لن ویتا، سطح فوقانی گلیز شده آنها برای بررسی توسط دستگاه کالریمتر مورد استفاده قرار گرفت و Lab مربوط به هر کدام از نمونه‌ها ثبت شد. از هر نمونه توسط کالریمتر ۵ بار تست Lab گرفته شد و میانگین آنها محاسبه و ثبت گردید. در بررسی Lab به دست آمده از نمونه‌های ویتا مثبت بودن پارامتر a نشان دهنده وجود طیف قرمز و مثبت بودن پارامتر b نشان‌دهنده وجود طیف زرد در رنگ‌های به کار برده شده بود. همچنین بیشتر بودن قدر مطلق متغیر b نسبت به متغیر a نشان‌دهنده بیشتر بودن طیف زرد نسبت به قرمز بود. مقادیر درخشندگی نمونه‌ها نیز می‌تواند بر اثر تغییر درصد رنگ و یا به کار بردن رنگ دارای طیف خاکستری دچار تغییر شوند. پس بنابراین ترکیبات رنگی خاصی که بتوانند طیف‌های مذکور را در پودر دنتین تامین نمایند مد نظر قرار گرفتند. درصدهای مختلف (۰/۱٪، ۰/۲٪، ۰/۳٪) از فرمول‌های رنگ متفاوت که غالباً دارای رنگ‌های قرمز کورال، زرد، آبی و نارنجی بودند با استفاده از روش آزمون و خطا مورد استفاده قرار گرفته، نتایج اولیه‌ای حاصل گردید. به این ترتیب که Lab‌های حاصل نشان دادند که مصرف رنگ به میزان کمتر از ۰/۳٪ غلظت‌های مورد نظر را تامین نخواهد کرد بنابراین آزمایش‌ها بر مبنای مصرف حداقل ۰/۳ درصد رنگ انجام گرفتند. برای رسیدن به تشابه بین Lab نمونه‌های مورد آزمایش و نمونه‌های ویتا با افزودن رنگ آبی هر سه متغیر L, a, b همزمان کاهش می‌یافتند و در نتیجه به کمک استفاده از روابط بین L, a, b و بررسی تغییر هر کدام در اثر افزودن یا کاستن دیگری، فرمول‌هایی حاصل گردید که میزان اختلاف رنگ آنها (ΔE) با نمونه ویتا کمتر از ۳/۳ و برای نمونه A1 ۱/۹۶ بود (جدول ۲). نتایج حاصل نشان دادند که پس از تهیه نمونه A1

اشعه X توسط XRD تهیه گردید. اختلاف ارتفاع زمینه در گراف‌ها و همچنین عدم مشاهده پیک اضافه در نمونه صورتی‌تر نشان‌دهنده ساختار کاملاً آمورف ذرات صورتی بود. مرحله بعد تشخیص ساختار رنگ اصلی پرس‌لن دنتین بود. با توجه به اینکه هیچ نوع پیکی که دال بر وجود رنگدانه کریستالین در پودر پرس‌لن ویتا باشد در گراف حاصل از پراش اشعه X مشاهده نشد و برای اینکه مشخص شود که آیا ساختار این رنگدانه‌ها به صورت کریستالین و با درصد بسیار پائین در پودر پرس‌لن استفاده شده‌اند و یا اینکه به صورت اکسیدهای رنگی در یک فضای آمورف با پودر پرس‌لن مخلوط شده و باعث رنگی شدن پرس‌لن گردیده‌اند. از پودر پرس‌لن با درصد رنگدانه بالا استفاده شد. برای این منظور پودرهای موجود در کیت رنگ‌آمیزی ویتا که دارای غلظت بالایی از رنگدانه هستند مورد استفاده قرار گرفتند. بررسی بر روی گراف حاصل از نمونه زرد (شماره ۷۰۲) از کیت رنگ‌آمیزی مشخص نمود که رنگ به کار برده شده ساختار کریستالین داشته و از نوع رنگ سرامیکی زرد بر پایه سه اکسید اصلی زیرکونیم، سیلیس و پرزیدیمیوم می‌باشد. نتایج بدست آمده نشان دادند که برای تهیه رنگ‌های به کار برده شده در پرس‌لن باید از stain‌های سرامیکی استفاده شود. پایه رنگ‌های استفاده شده در این تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. برای تهیه نمونه‌های پرس‌لن رنگی مورد آزمایش مراحل زیر به ترتیب انجام گرفتند:

توزین پرس‌لن پایه به میزان ۲ گرم برای هر نمونه، توزین رنگ‌ها به طور جداگانه، مخلوط کردن و عملیات هموژن‌سازی رنگ‌ها، توزین رنگ ترکیبی، افزودن رنگ به پرس‌لن در هاون، مخلوط کردن و عملیات هموژن‌سازی رنگ و پرس‌لن پایه، خارج ساختن رطوبت توسط دستگاه خشک کن (MEMERT آلمان)، مرطوب نمودن نمونه‌ها (توسط ۵ قطره آب مقطر)، انتقال به قالب و دستگاه پرس (Dsseldorf, SIMPLIMENT BUEHLER, آلمان)، خارج نمودن نمونه از داخل قالب، پخت نمونه در کوره مخصوص پرس‌لن ویتا (VITA VACUMAT 200 آلمان)، خارج نمودن نمونه از کوره و استفاده از دستگاه کالریمتر (MINOLTA COLOUR READER CR-10، توکیو، ژاپن) جهت

دنتین ویتا ساختار کریستالین داشته و از نوع stain سرامیکی می‌باشند. رنگ صورتی موجود در پودر دنتین ویتا نیز ساختار آلی داشته و هیچ‌گونه تاثیری بر روی رنگ نهایی ایجاد شده در نمونه‌های sinter شده نداشت. نمونه‌های sinter شده دنتین رنگی مورد آزمایش، به کمک استفاده از دستگاه کالریتر و تست Lab، تشابه قابل قبولی براساس معیار اختلاف رنگ (ΔE) با نمونه‌های sinter شده ویتا نشان دادند.

بحث

پرسن‌های دندان‌های موادی هستند که برای تولید آنها به انجام پروژه‌های تحقیقاتی متعددی نیاز می‌باشد. تحقیقاتی پیرامون مسأله تغییر رنگ پرسن‌ها در اثر عواملی مانند حرارت گلز و یا گسترش دامنه رنگ پرسن‌های موجود با استفاده از stainها و مدیفایرها، جهت تطابق بیشتر با فضای رنگی دندان یا بررسی مسأله فلورسانس پرسن‌ها انجام پذیرفته‌اند اما بررسی بر روی رنگ پرسن از جنبه تولید این مواد مقوله‌ای است که در مقالات عنوان نشده و در نتیجه از نظر امکان مقایسه با دیگر تحقیقات و استفاده از آنها محدودیت‌هایی وجود دارد.

Lund و همکاران (۱۹۸۵) اثر پیگمان‌های اکسید فلزی افزوده شده بر روی سطح پرسن را بر روی رنگ پرسن بدنه به کمک مطالعات اسپکتروفتومتریک بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که بعضی stainها می‌توانند درخشندگی یا کرومای رستوریشن‌های پرسنی را افزایش یا کاهش دهند (۱۶). آنها از پیگمان‌های اکسید فلزی بنفش، آبی، زرد و قرمز استفاده کردند و نتایجی را از قبیل افزایش درخشندگی در اثر افزودن stain زرد و یا کاهش درخشندگی در اثر افزودن stain بنفش، آبی یا قرمز به دست آوردند. دلیل آن بررسی‌های انجام شده در تحقیق مذکور بر روی پرسن B3 انجام گرفته است. طبیعتاً تفاوت‌های زیادی در نتایج حاصل از افزودن پیگمان‌های رنگی به پرسن مذکور نسبت به مطالعه اخیر که پیگمان‌های رنگی به یک زمینه عاری از رنگ افزوده شده بودند وجود دارد و نتایج حاصل از آن قابل تعمیم برای مطالعه حاضر نبود. همچنین رنگ زرد پرسن B3 از طریق اختلاط کاهشی رنگ‌ها تاثیرات متفاوتی را باعث

می‌توان با افزودن غلظت ۰/۱٪ از رنگ مذکور به نمونه A2 رسید و برای رسیدن به نمونه‌های A3 و A4 نیز باید از مقادیری رنگ آبی فیروزه‌ای استفاده شود.

در این تحقیق بر اساس این اصل که در صورتی که میزان (ΔE) بین نمونه رنگی ساخته شده و نمونه استاندارد کمتر از ۳/۳ باشد از نظر کلینیکی قابل تشخیص نخواهد بود (۱۴)، آزمایش‌ها به صورت آزمون و خطا (sequential sampling) به دفعات انجام گرفتند تا حداکثر فاصله بین رنگ ساخته شده و رنگ نمونه استاندارد کمتر از ۳/۳ شود.

جدول ۱- پایه رنگ‌های مورد استفاده

نام رنگ	پایه رنگ
زرد	(زیرکون، سیلیس، پرزیدیوم) Zr-Si-Pr
نارنجی	(تیتان، کروم، آنتیموان) Ti-Sb-Cr
کورال (قرمز- نارنجی)	(زیرکون، سیلیس، آهن) Fe-Si-Zr
آبی (فیروزه‌ای)	(زیرکون، سیلیس، وانادیم) Zr-V-Si
قهوه ای قرمز	(کروم، آهن، روی) Cr-Fe-Zn

جدول ۲- مقایسه میانگین Lab نمونه دنتین رنگی نهایی و

نمونه A1	نمونه A1			
	ΔE	b	a	L
نمونه نهایی	۱/۹۶	+۲۰/۷	+۵/۱۴	۸۶/۸
نمونه A1		+۲۲/۶۴	+۵/۲	۸۷/۰۸

یافته‌ها

پس از انجام عملیات حرارتی مناسب، نتایج حاصل از پراش اشعه X توسط دستگاه XRD تطابق کامل فازهای موجود در پودر دنتین جدید و پودر دنتین ویتا را نشان داد. به کمک دستگاه Particle size analyzer (مدل 1064 ایتالیا)، دانه‌بندی پودر دنتین مورد آزمایش کاملاً شبیه پودر دنتین ویتا گردید. مشخص گردید که رنگ‌های اصلی به کار برده شده در پودر

فلورسانت جهت حصول به نتیجه بهتر استفاده گردد. Crispin و همکاران (۲۰) نیز در تحقیقی که در سال ۱۹۹۱ بر روی ثبات رنگ stain‌های سرامیکی که در معرض سیکل حرارتی گلیز قرار گرفته بودند انجام دادند از دستگاه کالریتر CR-100 استفاده کرده، اندازه‌گیری‌ها را به صورت CIE Lab ثبت نمود. آنها جهت مشخص نمودن اختلاف رنگ از فرمول (ΔE) استفاده کردند. ایشان در تحقیق خود (ΔE) بزرگتر از ۲ را به عنوان significant و (ΔE) بزرگتر از ۱۰ را به عنوان very significant در نظر گرفتند ولی در تحقیق اخیر هدف اولیه رساندن (ΔE) به مقادیر پائین‌تر از ۳/۳ بود. چرا که براساس نظر Powers و Craig (۲۰۰۲) (۱۴) که از منابع معتبر می‌باشد با وجود اینکه (ΔE) معادل یک می‌تواند توسط نیمی از مشاهده کنندگان تحت شرایط استاندارد به صورت بصری مشاهده شود و لیکن معمولاً اختلاف رنگ (ΔE) زمانی که به ۳/۳ برسد از نظر کلینیکی قابل مشاهده خواهد بود. به این معنی که اگر دو نمونه دارای اختلاف رنگ (ΔE) کمتر از ۳/۳ باشند در کلینیک تفاوت قابل مشاهده‌ای بین آنها برای بیننده وجود نخواهد داشت. البته در تحقیق فوق موفق به کاهش میزان (ΔE) بین نمونه‌های مورد نظر در حد ۱/۹۶ شدیم اما پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات بعدی که بر روی رنگ پرس‌ها انجام خواهد گرفت سعی شود تا میزان (ΔE) از این حد نیز کمتر شود.

نتیجه‌گیری

نمونه‌های دنتین رنگی ساخته شده در این تحقیق، تشابه قابل قبولی را با نمونه‌های دنتین ویتا نشان دادند به گونه‌ای که اختلاف آنها از نظر کلینیکی قابل تشخیص نبود.

می‌شود. مزیت تحقیق اخیر نسبت به این تحقیق عدم وجود زمینه زرد رنگ و امکان بررسی بهتر تاثیرات ناشی از افزودن رنگ بود چرا که در تحقیق Lund و همکاران (۱۹۸۵) حتی ممکن است که پیگمان زرد افزوده شده درخشندگی بیشتر یا کمتر از رنگ زرد بدنه پرس‌ها داشته باشد که در صورت در نظر نگرفتن آنها نتایج متناقضی به دست می‌آید (۱۶).

White و همکاران نیز در سال ۱۹۸۹ تحقیقی تقریباً مشابه با تحقیق اخیر انجام دادند. به این ترتیب که پودرهای پرس‌ها دندان‌های اپک را با مدیفایرها مخلوط کردند و تغییرات رنگ محصول به دست آمده را توسط CIE Lab مورد بررسی قرار دادند. البته هدف این تحقیق بدست آوردن رنگ‌هایی بود که بتوانند محدوده فضای رنگی دندان‌های طبیعی را تحت پوشش قرار دهند و کمبودهایی را که در مسیره‌های قرمز، نارنجی، آبی و سبز از فضای رنگی دندان وجود داشت جبران نمایند (۱۷). چرا که بیشتر رنگ‌های موجود در ناحیه زرد فضای رنگی تمرکز داشتند. محدودیتی که در این مطالعه وجود داشت این بود که بررسی‌های انجام شده بر روی پارامترهای a, b صورت گرفته بود و بر روی درخشندگی هیچگونه بررسی انجام نپذیرفته بود. در صورتی که در مطالعه اخیر هر سه بعد a, b, L به طور همزمان مورد بررسی قرار گرفتند.

Baran و همکاران (۱۸) در سال ۱۹۷۷ و نیز Monsenego و همکاران (۱۹) در سال ۱۹۹۳، تحقیقاتی بر روی فلورسانس پرس‌ها دندان‌های دندان‌های انجام دادند. با توجه به اهمیت مسأله فلورسانس در رنگ پرس‌ها، در تحقیقات بعدی بر روی رنگ پرس‌ها اخیر بهتر است در رابطه با این مسأله نیز بررسی‌هایی انجام شده، در صورت امکان از افزودنی‌های

References

- Giardano RA, Pelletier L, Campbell S, Pober R: Flexural strength of an infused ceramic, glass-ceramic and feldspathic porcelain. J Prosthet Dent 1995;73:411-418.
- Cattell MJ, Clarke RL, Lynch EJ: The transverse strength, reliability and microstructural features of four dental ceramics: Part I. J Dent 1997;25:399-407.
- Fischer H, Dautzenberg G, Marx R: Nondestructive estimation of the strength of dental ceramic materials. Dent Mater 2001;17:289-295.

4. Cattell MJ, Chadwick TC, Knowles JC, Clarke RL, Lynch E: Flexural strength optimisation of a leucite reinforced glass ceramic. *Dent Mater* 2001;17:21–33.
5. Ong JL, Farley DW, Norling BK: Quantification of leucite concentration using X-ray diffraction. *Dent Mater* 2000;16:20–25.
6. Lee YK, Park HY, Shim JS, Kim KN, Lee KW: Effect of water content on the mechanical strength of dental porcelain. *J Non-Cryst Solids* 2004;349:200–204.
7. Gorman CM, McDevitt WE, Hill RG: Comparison of two heat-pressed all-ceramic dental materials. *Dent Mater* 2000;16:389–395.
8. Seghi RR, Denry IL, Rosenstiel SF: Relative fracture toughness and hardness of new dental ceramics. *J Prosthet Dent* 1995;74:145–150.
9. Sınmazsık G, Ovecoglu ML: Physical properties and microstructural characterization of dental porcelains mixed with distilled water and modeling liquid. *Dent Mater* 2005;22:735-745.
10. Davis LG, Ashworth PD, Spriggs LS: Psychological effects of aesthetic dental treatment. *J Prosthet Dent* 1998; 26: 547–554.
11. Wee AG, Chen WY, Johnston WM: Color formulation and reproduction of opaque dental ceramic. *Dent Mater* 2005;21:665-670.
12. Wee AG, Monaghan P, Johnston WM: Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental ceramic. *J Prosthet Dent* 2002;87:657–666.
13. McLean JW: Science and art of dental ceramics. The nature of dental ceramics and their clinical use. 1st Ed. Chicago: Quintessence;1979;Chap3:134-162.
14. Craig RG, Powers JM: Restorative dental materials. 11th Ed. St Louis: The CV Mosby Co. 2002;Chap3:38-43.
15. Ghahremanlu A, Rokn SH, Yousefi A: Production of dentin porcelain used in P.F.M system and comparison with Vita dentin porcelain. Dental School, Mashhad University of Medical Sciences: 1999-2000.
16. Lund TW, Schwabacher WB, Goodkind RJ: Spectrophotometric study of the relationship between body porcelain color and applied metallic oxide pigments. *J Prosthet Dent* 1985;53:790-796.
17. White JM, O'Brien WJ: The colors of mixtures of dental opaque porcelains. *J Dent Res* 1989;68:1319-1322.
18. Baran GR, O'Brien WJ, Tien TY: Colored emission of rare earth ions in a potassium feldspar glass. *J Dent Res* 1977;56:1323-1329.
19. Monsenego G, Burdairon G, Clerjaud B: Fluorescence of dental porcelain. *J Prosthet Dent* 1993;69:106-113.
20. Crispin BJ, Heweltt E, Seghi R: Relative color stability of ceramic stains subjected to glazing temperatures. *J Prosthet Dent* 1991;66:20-23.