

اندازه‌گیری و مقایسه ابعاد مختلف رنگ منتج از دو نوع آلیاژ بیس‌متال در دیسک‌های سرامومتال

دکتر سعید نوکار* - دکتر سیامک مرادیان** - دکتر محمدرضا محمدزاده***

* استادیار گروه آموزشی پروتزهای ثابت و اکلوزن دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران

** دانشیار گروه آموزشی دانشکده پلیمر دانشگاه صنعتی امیر کبیر

*** دندانپزشک

Title: A comparison and assessment on various color dimensions from two base metal alloys in ceramometal disks

Authors: Nokar S. Assistant Professor*, Moradian S. Associate Professor**, Mohammad zade M. Dentist

Address: *Dept. of Fixed Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences

** Dept. of Polymer, Amir Kabir University

Statement of Problem: Color matching and accurate shade selection are the challenging problems common to restorative dentistry. In ceramometal restorations, the type of substructure alloy affects the final color of bonded porcelain. Nickel- chromium alloy is the most commonly used one that its Iranian product, namely Minalux, is similar to Verabond2.

Purpose: The aim of this study was to assess and compare various color dimensions resulting from Minalux and Verabond2 alloys.

Materials and Methods: Nine disks, approximately 16 mm in diameter and 0.5 mm thickness, were cast from each alloy. Then, porcelain Vita VMK₆₈ A₂ was baked onto the entire test disks, following the manufacturer's instruction. Color samples, at the same time and under the same conditions, was measured by Data color spectrophotometer in CIE Lab System and Munsel system under four light sources (A, C, D₆₅ and TL₈₁). Then MATLAB TOOL BOX Statistic 5.2 was used to determine mean and bilateral variance analysis.

Results: It was indicated that the F value on hue, value and chroma was less than of the table value stated with 99% coefficient confidence, confirming Ho theory. In other words, there were not any significant differences between ceramometal disks made of Minalux and Verabond2 in the three dimensions of color.

Conclusion: Having desirable physical, mechanical and biological properties, Verabond2 can be replaced by Minalux alloy.

Key words: Ceramometal; Spectrophotometer; Verabond2; Minalux; Visual Assessment

Journal of Dentistry. Tehran University of Medical Sciences (Vol. 16; No.4; 2004)

چکیده

بیان مسأله: یکی از مسائل دیرین در دندانپزشکی، هماهنگی رنگ ترمیم با دندانهای طبیعی فرد می‌باشد. در ترمیم‌های سرامومتال نوع آلیاژ زیرساختاری بر رنگ نهایی پرسن تأثیر می‌گذارد. از شایعترین آلیاژهای مصرفی، آلیاژهای نیکل- کروم است که نمونه ایرانی آن آلیاژ مینالوکس مشابه وراباند ۲ می‌باشد.

هدف: مطالعه حاضر با هدف اندازه‌گیری و مقایسه ابعاد مختلف رنگ منتج از کاربری دو آلیاژ مینالوکس و وراباند ۲ انجام شد.

روش بررسی: در این تحقیق از هر آلیاژ ۹ دیسک به ضخامت ۰/۵ و قطر ۱۶ میلیمتر تهیه و طبق دستور کارخانه سازنده پرسن

Vita VMK₆₈ به رنگ A₂ روی آنها پخته شد. رنگ نمونه‌ها در یک زمان و تحت شرایط یکسان توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر data color در سیستم CIE Lab و مانسل تحت چهار منبع نوری A، C، D₆₅ و TL₈₁ تعیین گردید؛ سپس با استفاده از نرم‌افزار MATLAB Tool Box Statistic 5.2 تعیین میانگین و آنالیز واریانس دو طرفه انجام شد.

یافته‌ها: مقدار آماره F در hue، value و chroma از مقدار F جدول با ضریب اطمینان ۹۹٪ کوچکتر بود؛ بنابراین فرضیه H₀ مبنی بر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین این دو گروه در هر سه بعد رنگ رد نمی‌شود؛ به عبارتی دیگر بین دیسک‌های سرامومتال تهیه شده با دو نوع آلیاژ نیکل کروم مینالوکس و وراپاند ۲ در ابعاد سه گانه رنگ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

نتیجه‌گیری: چنانچه سایر خواص فیزیکی، مکانیکی و بیولوژیکی آلیاژ مینالوکس مطلوب باشد، می‌توان آن را جایگزین آلیاژ وراپاند ۲ نمود.

کلید واژه‌ها: سرامومتال - اسپکتروفوتومتر - وراپاند ۲ - Base Metal Visual Assessment

مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران (دوره ۱۶، شماره ۴، سال ۱۳۸۲)

مقدمه

انواع متعدد آلیاژهای زیرساختاری عرضه شده توسط کارخانجات مختلف، محققان را بر آن داشت تا تأثیر این آلیاژهای متفاوت را بر روی پرسن قرار داده شده بر روی آنها و در نتیجه رنگ نهایی ترمیم، بررسی نمایند.

Brewer و همکاران مطالعه‌ای با عنوان بررسی اسپکتروفوتومتریک رنگ نهایی ترمیم‌های سرامومتال انجام دادند. هدف از این مطالعه تعیین مرحله ایجاد اختلاف رنگ در فرایند ساخت ترمیم‌های سرامومتال بود (۵).

Jacobs و همکاران تأثیر میزان ضخامت پرسن و انواع مختلف آلیاژ زیر ساختاری را بر روی رنگ نهایی ترمیم‌های سرامومتال بررسی کردند. هدف از این مطالعه ارزیابی اسپکتروفوتومتریک و بصری تغییرات ابعاد مختلف رنگ (Hue، Value و Chroma) تحت انواع آلیاژ سرامومتال، ضخامت پرسن دنتین و رنگ پرسن بود (۶).

Seghi و Crispin تأثیر آلیاژهای مختلف را بر روی رنگ اپک و پرسن عاج مطالعه کردند (۷).

Jorgenson و Goodhing در یک مطالعه اسپکتروفوتومتریک نشان دادند که تغییر ضخامت و تکرار پخت پرسن اختلاف مهمی بر Chroma و Hue ایجاد نمی‌کند اما با تغییر ضخامت پرسن Value شدت تغییر می‌کند. با افزایش ضخامت Value افزایش می‌یابد (۸).

پروتزهای ثابت و ترمیم‌های سرامومتال در دندانپزشکی از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند. گاهی با وجود رعایت کامل فاکتورهای بیولوژیک و مکانیکال در طراحی ترمیم‌ها، به علت اختلاف رنگ ترمیم با دندانهای قدامی و یا دندانهای مجاور مشکلات جدی بین بیمار و دندانپزشک از یک سو و دندانپزشک و تکنسین از سوی دیگر بروز می‌کند. انتخاب و هماهنگ کردن رنگ مشکل شایعی است که فکر و ذهن اکثر دندانپزشکان را به خود جلب کرده است.

استفاده از آلیاژها و سرامیک‌های مختلف رنگ، رستوریشن سرامومتال را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در مطالعات متعددی برای بررسی رنگ پرسن از اسپکتروفوتومتری انعکاسی استفاده شده است. Obregon و همکاران تأثیر ساختار سطحی (Surface Texture) را بر سه بعد رنگ پس از پخت پرسن بررسی کردند (۱). Brodbelt و همکاران ترانسلوسنس رنگ پنج نوع پرسن دندانی را اندازه‌گیری کردند (۲). Herzberg و همکاران انعکاس طیفی اپک پرسن بکار رفته بر روی آلیاژ طلای بالا با سه سطح آماده‌سازی مختلف را بررسی کردند (۳).

Barghi و Richardson گزارش کردند که رنگ پرسن تحت تأثیر آلیاژهای با طلای بالا قرار نمی‌گیرد (۴). وجود

در سال ۱۹۸۷ دستگاه کالریمتری قابل قبول جهت تحقیقات توسط Seghi و همکاران ارائه شد (۹) که برای تعیین اختلاف رنگ بین گروه‌های مختلف پرس‌لن و لایه‌های مختلف اپک از این دستگاه استفاده می‌شود. Shaffner و Jones نیز از همین فن‌آوری برای تعیین اختلاف رنگ در نمونه‌های پرس‌لن استفاده کردند (۱۰).

هدف از انجام پژوهش حاضر، اندازه‌گیری یکی از شاخص‌های کیفی آلیاژ مصرفی مینالوکس و مقایسه آن با وراپاند، یعنی رنگ حاصله در ترمیم‌های سرامومتال این آلیاژها بود.

روش بررسی

در این تحقیق از آلیاژهای مینالوکس (شرکت موادکاران، پلاستیکی (Plastic Runner Bar) وصل گردید.

جدول ۱- خواص فیزیکی و مکانیکی آلیاژ مینالوکس

Chemical Comp.:	Ni principal constituent Cr 11-12%, Mo 3-4%, Nb 3-3.5%
Tensile Strength:	940 MPa (136,200 psi)
Yield Strength:	560 MPa (81, 200 psi)
Porcelain Bond:	87 MPa (12, 700 psi)
Elongation:	3%
Hardness, HV5:	400
Density	8.2 g/ cm ³
Coefficient of Expansion:	13.8×10 ⁻⁶ @ 600°C)
Melting Range:	1240-1305°C

جدول ۲- خواص فیزیکی و مکانیکی آلیاژ وراپاند

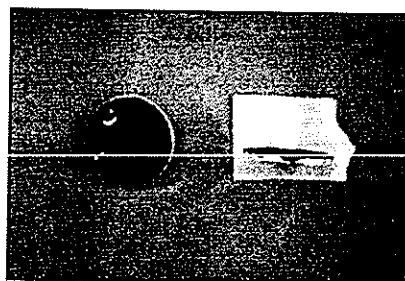
Chemical Comp.:	Ni 77.05% (Max) Cr 12.50%, Mo 4.25% Nb 4.0%, Al 2.25%, Si 0.50%
Tensile Strength, psi (MPa)	103, 500 (714)
Yield strength , psi (MPa)	67, 500 (465)
Elongation, %	3.7
Vickers Hardness, HV1	321
Density, g/ cm ³	8.3
Color	White
Coefficient of Expansion	14.1×10 ⁻⁶ (@500°C)
Melting Range, °F (°C)	2,426-2,480 (1,330-1,360)

دیسک عمل سندبلاست و شستشو و دگازه کردن مجدداً انجام شد (تصویر ۱).

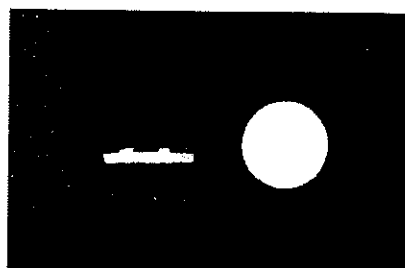
- پرسن گذاری: ابتدا لایه اپک در دو مرحله قرار داده شد. لایه اول با قوام دوغابی و لایه دوم با قوام خامه‌ای بود. هر دو لایه به صورت جداگانه، از دمای ۶۵۰ تا ۹۳۰ درجه سانتیگراد تحت خلأ در کوره الکتریکی تمام اتوماتیک Vita حرارت دیدند و سرانجام جهت تصحیح سطح و ضخامت اپک از سنگهای اکسید آلومینیوم استفاده شد. پرسن دنتین نیز در دو لایه قرار داده شد.

به منظور حصول به ضخامت مورد نظر پرسن دنتین از ورقه آلومینیومی به ضخامت ۲ میلی‌متر که دوایری به قطر ۱۷ میلی‌متر درون آن تعبیه شده بود، استفاده گردید. هر دو لایه تحت خلأ و از دمای ۶۵۰ درجه تا ۹۳۰ درجه سانتیگراد حرارت دیدند و در نهایت سطح آنها توسط سنگ اکسید آلومینیوم یکنواخت گردید. ضخامت نهایی لایه اپک و پرسن دنتین و فلز به شرح زیر بود (تصویر ۲):

ضخامت آلیاژ ۰/۵ میلی‌متر؛ ضخامت لایه اپک ۰/۱۵-۰/۱۸ میلی‌متر، ضخامت نهایی پرسن ۱/۵ میلی‌متر و ضخامت نهایی دیسک‌های سرامومتال ۲ میلی‌متر



تصویر ۱- دیسک‌های آلیاژ



تصویر ۲- دیسک‌های سرامومتال

- سیلندرگذاری و حذف موم: بدین منظور از اینوست‌های فسفات باند (Degussa/Deguvest شماره سریال ۰۹۸۴۲۶) استفاده گردید.

برای سیلندرگذاری و حذف موم، از کوره Jelenko استفاده شد. سیلندرها داخل کوره قرار گرفتند و پس از رسیدن به دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه در این دما نگهداری شدند؛ سپس دمای کوره تا محدوده ۹۰۰ درجه سانتیگراد بالا رفت و به مدت یک ساعت و بیست دقیقه حرارت دیدند.

- ریخته‌گری: ذوب آلیاژها، با استفاده از مشعلی با حرارت بالا از نوع سربیک چند روزه‌ای انجام شد. سوخت مشعل گاز بوتان و اکسیژن بود و مدت زمان ذوب آلیاژ حدود ۳۰-۴۰ ثانیه بطول انجامید؛ سپس توسط سانتریفوژ با کوک فتری دستی عمل ریخته‌گری برای دو گروه ۹ تایی از هر آلیاژ انجام شد.

- آماده‌سازی سطوح دیسک‌ها: ابتدا راهگاهها توسط دیسک اکسید آلومینیوم نو که قبلاً به سایر آلیاژها آلوده نشده بود، قطع می‌شد. به منظور سهولت در مراحل جابه‌جایی دیسک‌ها چند میلی‌متر از راهگاه باقی ماند تا از آن به عنوان دستگیره استفاده شود.

سطح دیسک‌های فلزی توسط سندبلاست با ذرات پودر آلومینای ۵۰ میکرونی سند بلاست گردید و سپس به مدت ۱۰ دقیقه زیر بخار آب جوش شستشو داده شد.

- دگازه کردن: میله‌های ذغالی (Carbon Rod با مارک Jelenko Star System) به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۹۰۰ درجه فارنهایت درون کوره تحت خلأ نگه داشته شدند تا کوره از ذرات آلاینده احتمالی زدوده شوند؛ سپس به دیسک‌ها تا دمای ۹۸۲ درجه سانتیگراد بدون کاربرد خلأ در کوره الکتریکی تمام اتوماتیک Vita Vacumat 200 حرارت داده شد و به محض رسیدن به این دما دیسک‌ها از کوره خارج شدند. در صورت وجود مناطق خالدار و لکه روی سطح

مشاهده نمونه‌ها تحت منابع نوری مختلف نظر خود را در مورد هماهنگی رنگ نمونه‌ها ابراز کنند.

به منظور مقایسه اسپکتروفوتومتری نمونه‌ها از آنالیز واریانس استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج ارزیابی اسپکتروفوتومتری در سیستم CIE. Lab و منسل استخراج و میانگین رنگ برای هر دو گروه تحت چهار منبع نوری محاسبه گردید (جدول ۳). آنالیز واریانس داده‌ها در جدول ۴ خلاصه شده است. جدولهای ۵، ۶ و ۷ نتایج اندازه‌گیری بصری را تحت منابع نوری A، D₆₅ و TL₈₄ نشان می‌دهند. تصویرهای ۳ و ۴ جایگاه نمونه‌های مینالوکس و وراپاند ۲ در محور روشنایی و محور a و b تحت منبع نوری C را نشان می‌دهند.

برای محاسبه اختلاف رنگ بین میانگین دو گروه از فرمول استارلاب CIE 1976 L.a.b استفاده شد:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad \text{تحت منبع نوری C:}$$

$$\Delta E = 0.39 \quad \text{تحت منبع نوری D}_{65}$$

$$\Delta E = 0.42 \quad \text{تحت منبع نوری A:}$$

$$\Delta E = 0.45 \quad \text{تحت منبع نوری TL}_{84}$$

بحث و نتیجه‌گیری

جدول ۳ مقادیر میانگین Value, Chroma و b, a, L و Hue را در گروه آلیاژ وراپاند ۲ و مینالوکس نشان می‌دهد که تحت منابع چهارگانه استاندارد نوری به دست آمده‌اند. با مقایسه مقادیر میانگین Value, Hue و Chroma در هر دو گروه مشاهده می‌شود که میزان اختلاف کمتر از ۱ واحد است. مثلاً مقدار میانگین Value گروه وراپاند تحت منبع نوری D₆₅، ۷۶/۷۳ و در گروه مینالوکس ۷۷/۰۰ بود؛ (با اختلافی حدود ۰/۳ واحد). مقدار اختلاف میانگین‌ها در Hue حدود ۰/۲ و در Chroma حدود ۰/۵ بود.

لازم به ذکر است در تمام مراحل ضخامت‌ها توسط میکرومتر در ۴ نقطه محیطی و یک نقطه مرکزی اندازه‌گیری شدند.

- آماده‌سازی سطوح: همه نمونه‌ها توسط تریمرهای شیشه که دیسک‌های سیلیکون کارباید می‌باشد؛ پرداخت و کاملاً هموار و یکنواخت شدند (تصویر ۲). سعی شد که سطوح پرسن توسط دستهای آلوده و چرب و ذرات گرد و خاک آلوده نشوند؛ به همین دلیل پس از انتقال نمونه‌ها به دانشکده پلیمر دانشگاه امیرکبیر قبل از انجام آزمایشها یک بار دیگر دیسک‌ها با استفاده از الکل اتیلیک شستشو و خشک گردیدند.

برای ارزیابی اسپکتروفوتومتری یک نمونه‌ها از دستگاه اسپکتروفوتومتر Data Color ساخت کشور سوئیس با هندسه مشاهده‌گر o/d و دیافراگم UV 100%, Measurement Area 12 mm, 12mm استفاده شد. منابع نوری استاندارد مطالعه عبارت بودند از: D₆₅, C, A و TL₈₄. در ضمن برای کالیبراسیون دستگاه از ورقه فشرده سولفات باریم و تله نوری سیاه رنگ استفاده گردید. داده‌ها در سیستم CIE بیان شد (۱۱) و برای مطالعه Hue.Value و Chroma به سیستم منسل برگردانده شد. تمامی اطلاعات از دستگاه اسپکتروفوتومتر به یک رایانه متصل به آن منتقل و پردازش گردید و در نهایت با استفاده از نرم‌افزار آماری MATLAB Tool Box Statistic 5.2 تحلیل آماری انجام شد.

برای بررسی‌های تکمیلی بصری از دستگاه Color Cabinet Assessment با مارک Multi Light و دارای منابع نوری استاندارد D₆₅, A و TL₈₄ استفاده شد. مشاهده‌گران، شامل ده فرد آموزش‌یافته اعم از مربیان لابراتوار رنگ و دانشجویان دانشکده پلیمر و رنگ بودند. پس از چیدن نمونه‌های دو گروه به صورت جفت‌جفت در کنار یکدیگر در درون دستگاه، از مشاهده‌گران خواسته شد تا با

جدول ۳- مقادیر میانگین رنگ- همانندی گروه وراباند و مینالوکس تحت چهار منبع نوری استاندارد

Color coordinates CIE Lab						
Sample	Verabond2					
Illuminant	L*	a*	b*	L*	C*	h
D ₆₅	76.735	4.178	17.508	76.7348	17.9999	76.5771
A	78.356	7.269	19.185	78.3564	20.5160	69.2481
C	76.757	3.547	17.600	76.7572	17.9538	78.6062
TL ₈₄	77.803	4.648	19.672	77.8028	20.2134	76.7058
Sample	Minalux					
Illuminant	L*	a*	b*	L*	C*	h
D ₆₅	77.000	4.105	16.940	77.0003	17.4299	76.3778
A	78.582	7.113	18.593	78.5815	19.9068	69.0647
C	77.022	3.489	17.030	77.0223	17.3837	78.4205
TL ₈₄	78.040	4.563	19.044	78.0405	19.5835	76.5259

جدول ۴- آنالیز واریانس

Lightness:				
Source	ss	df	MS	F
C	0.3134	1	3.3134	1.687
E	2.9726	16	0.1858	
T	3.2860	17		
Hue:				
Source	ss	df	MS	F
C	1.438	1	1.438	8.375
E	2.747	16	0.1717	
T	4.185	17		
Chroma:				
Source	ss	df	MS	F
C	0.1403	1	0.7403	0.3561
E	6.305	16	0.3941	
T	6.446	17		

جدول ۵- بررسی بصری نمونه‌ها تحت منبع نوری A

مشاهده‌گر	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم
جفت نمونه	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
اول	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
دوم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
سوم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
چهارم	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
پنجم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ششم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
هفتم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
هشتم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
نهم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

یکایک نمونه‌های ورباند ۲ و مینالوس با میانگین گروه خود مقایسه شدند؛ گروه آلیاژی ورباند ۲ نسبت به میانگین گروه خود پراکندگی کمتری داشت و اصطلاحاً در این گروه رنگ یکدست‌تر و یکنواخت‌تر بود؛ در گروه مینالوکس مشخص شد که هر نمونه در چه فاصله‌ای از میانگین گروه خود قرار گرفته و میزان پراکندگی نمونه‌ها نسبت به میانگین خود چگونه است.

یکایک نمونه‌های مینالوکس با مقادیر میانگین گروه ورباند ۲ مقایسه شدند. ΔE از ۰/۳ تا ۱/۶ واحد در نمونه‌های مختلف، متفاوت بود که بیانگر یکنواختی کمتر نمونه‌های

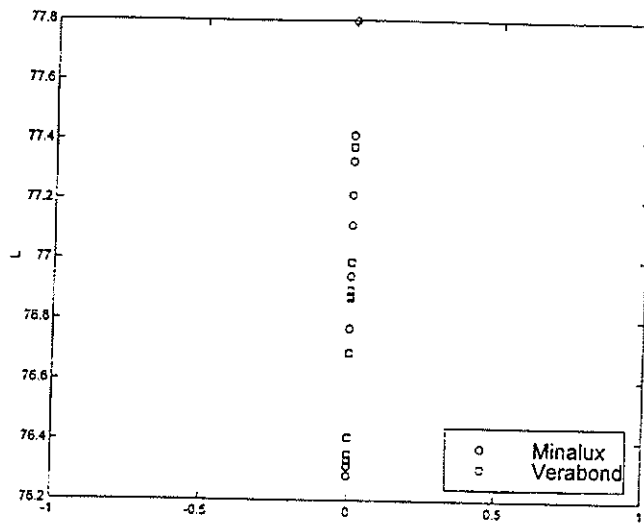
گروه مینالوکس می‌باشد. یکایک نمونه‌های ورباند ۲ با میانگین گروه مینالوکس مقایسه شدند. اختلاف Value (L) در نمونه‌ها از صفر تا حداکثر ۰/۷ بود. در ۶ نمونه از ۹ نمونه ΔL کمتر از ۰/۴ بود. در مورد Hue ۵ نمونه از ۹ نمونه ΔH مساوی صفر بود و ۳ نمونه دیگر کمتر از ۰/۳ و ΔE از ۰/۵ تا ۱/۰ گسترده می‌باشد که یکنواختی رنگ در نمونه‌های ورباند ۲ را تأیید می‌کند. همانطور که مشاهده می‌شود ΔE در هر چهار منبع نوری بین میانگین دو گروه کمتر از یک واحد می‌باشد.

جدول ۶- بررسی بصری نمونه‌ها تحت منبع نوری D₆₅

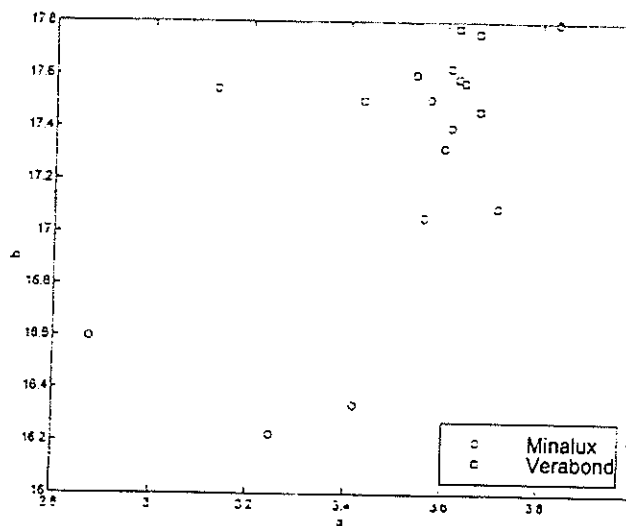
مشاهده‌گر جفت نمونه	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم
اول	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
دوم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
سوم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
چهارم	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
پنجم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ششم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
هفتم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
هشتم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
نهم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

جدول ۷- بررسی بصری نمونه‌ها تحت منبع نوری Tl₈₄

مشاهده‌گر جفت نمونه	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم
اول	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
دوم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
سوم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
چهارم	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
پنجم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ششم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
هفتم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
هشتم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
نهم	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-



تصویر ۳- جایگاه نمونه‌های مینالوکس و وراپاند ۲ در محور روشنایی



تصویر ۴- جایگاه نمونه‌های مینالوکس و وراپاند ۲ در محورهای a و b تحت منبع نوری C

و اختلاف چندانی بین پراکندگی نمونه‌ها دیده نمی‌شود. جدول ۴ بیانگر آنالیز واریانس داده‌ها می‌باشد. مقدار آماره F برای Value (V) $1/687$ و برای Chroma (C) $8/375$ و برای Hue (H) $0/356$ بود که هر سه این مقادیر از مقدار بحرانی F با ضریب اطمینان ۹۹٪- که طبق جدول برابر $8/53$ می‌باشد، کمتر است؛ بنابراین فرضیه H_0 مبنی بر عدم اختلاف آماری معنی‌دار گروه‌ها از نظر H، V، H و C تأیید

تصویر ۳ جایگاه هر نمونه مینالوکس و وراپاند ۲ را در محورهای a و b نشان می‌دهد. نمونه‌های مینالوکس گستره وسیعتری را اشغال کردند و نسبت به نمونه‌های وراپاند ۲ یکنواختی کمتری داشتند؛ نمونه‌های مینالوکس نسبت به وراپاند ۲ به سمت طیف آبی محور متمایل بودند. تصویر ۴ جایگاه نمونه‌ها را در محور روشنایی (L) نشان می‌دهد. نمونه‌ها بین مقادیر $76/2$ تا $77/8$ پراکندگی دارند

می‌شود. این امر می‌تواند به دلیل مشابه بودن ترکیب این دو آلیاژ باشد.

جدولهای ۵، ۶ و ۷ نتایج ارزیابیهای بصری را نشان می‌دهند که تحت ۳ منبع نوری مختلف استاندارد و توسط ۱۰ مشاهده‌گر حرفه‌ای انجام شده است.

از ۲۷۰ رأی صادره برای ۹ جفت نمونه تحت ۳ منبع نوری و توسط ۱۰ مشاهده‌گر تنها ۱۰ رأی بیانگر اختلاف رنگ بین این دو گروه بود که از ۱۰ رأی، ۹ رأی آن مربوط به جفت نمونه اول و چهارم می‌باشد که با توجه به نتایج اختلاف رنگ ثبت‌شده توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر مشاهده می‌شود که این دو نمونه ΔE بالاتر از ۱ واحد دارند که بیانگر همخوانی نتایج دستگاه و ارزیابی بصری می‌باشد.

از تحقیق حاضر می‌توان نتیجه‌گیری زیر را حاصل نمود:

منابع:

- 1- Obregon A, Goodking RJ, Schwaba Cher WB. Effects of opaque and porcelain surface texture on the color of ceramometal restorations, J Prosthet Dent 1981; 46: 330- 40.
- 2- Brodbelt RhW, O'brien WJ, Fan PL. Translucency of dental porcelains. J Dent Res 1980; 59: 70- 75.
- 3- Herzberg TW, Getteman L, Webber RL, Moffa JD. Effect of metal surface treatment on the masking power of opaque porcelain. J Dent Res 1972; 51:468- 72.
- 4- Barghi N, Richardson JT. A study of various factors influencing the shade of bonded porcelain. J Prosthet Dent 1978; 39: 282- 84.
- 5- Brewer JD, Akers CK, Carlapo DA. Spectrophotometric analysis of the influence of metal substrates on the color of ceramic restoration. J Dent Res 1985 Jan; 64 (1): 74- 77.
- 6- Jacobs SH, Goodacre CJ, Moore BK, Sykema RW. Effect of porcelain thickness and type of Metal- Ceramic alloy on color. J Prosthet Dent 1987 Feb; 57 (2): 138- 45.
- 7- Crispin BJ, Seghi RR. Effect of different metal ceramic alloys on the color of opaque and dentin porcelain. J Prosthet Dent 1991 March; 65 (3): 351- 56.
- 8- Jorgenson MW, Goodhing RJ. Spectrophotometric study of five porcelain shades relative to the dimension of color, porcelain thickness, and repeated firing. J Prosthet Dent 1979 Jul; 42 (1): 96- 105.
- 9- Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. J Prosthet Dent 1986; 56: 35- 40.
- 10- Shaffner VB, Jones DK. The influence of porcelain powder blending on color: a clinical and laboratory study by using a custom shade analysis system. J Prosthet Dent 1988; 60: 425- 32.
- 11- Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. J Prosthet Dent 2001; 86 (5): 453-57.