

### چکیده

شناخت رنگ امری دشوار و شناسایی آن نه تنها به علم نیازمند بوده که خود یک هنر است، برای تطبیق و هماهنگ نمودن رنگها هم شناخت و تشخیص ابعاد سه گانه رنگ ضروری است. در این حال علاوه بر ابعاد هیو، کروما و والیو بعد چهارمی نیز بنام ماوریک در نظر گرفته می شود. عوامل گوناگونی هم در ادراک رنگها دخالت داشته که از آن جمله اختلاف بین دو چشم، نقش سن و اثر دارو بر ادراک رنگها و بالاخره روانشناسی رنگها می باشد. ترکیب یا کیفیت سطحی Surface Texture هم در هماهنگی رنگ دندانها اهمیت فوق العاده ای دارد بهر حال تظاهر رنگ دندانها از عبور نور تابیده از بین ساختمانهای دندانها و برگشت آن ناشی می شود و در اینحال همواره و با جابجایی و پخش فوتونها به اطراف همراه هست، بنابراین بهتر است برای رسیدن به یک نتیجه دقیق و قابل قبول و هنگام انتخاب رنگ از منابع نوری با میدان نورپاشی گسترده استفاده گردد.

### مقدمه

همیشه نظام هماهنگ آفرینش و زیباییهای آن برای بشر شگفت آور و تحسین برانگیز بوده است و مسلماً سعی او بر این بوده که زیباییهای موجود را حفظ و برای جبران زیباییهای از دست رفته تلاش کند، از این رو در دندانپزشکی، اعاده زیبایی دندانها به همان شکل آفرینش، از اهمیت زیادی برخوردار است.

استفاده از پرسلن هم در دندانپزشکی گرچه بعلت استحکام و سازش خوب آنها با بافتهای دهان مصرف زیادی پیدا کرده است اما دشواری هماهنگی رنگ، ترانسلسونسی، فلوئور سانس و غیره، در این سیستم هنوز موجود است، در این مقاله سعی بر آن شده تا با مروری کوتاه بر خواص نور و رنگ، هماهنگی لازم را برای برطرف کردن مشکلات رنگ در دندانپزشکی و بویژه در سیستمهای طلا، پرسلن بعمل آوریم. شناخت رنگ امری دشوار و شناسایی آن نه تنها به علم نیازمند بوده که خود یک هنر است<sup>۱،۲</sup>، برای دریافت رنگ باید

یک محرک فیزیکی، یک گیرنده و یک مفسر موجود باشد عامل اول فیزیکی و دومی پسیکوفیزیکی و بالاخره عامل سوم پسیکولوژیک می باشد، در دندانپزشکی هم ناتوانی برای برقراری ارتباط رنگها (مخصوصاً آن گروه رنگهایی که در نمونه رنگ نیستند) مشکلی است قدیمی، که همیشه دندانپزشک با آن روبرو بوده و برای تطبیق و هماهنگ نمودن رنگها، شناخت و تشخیص ابعاد سه گانه رنگ یعنی Chroma و Value و Hue<sup>۱،۲</sup> ضروریست. ضمناً نتایج غیر قابل قبول از نظر زیبایی را هم می توان در دو گروه مهم قرار داد:

۱ - ناهماهنگی در Shade

الف - ناهماهنگی در رنگ Color

ب - ناهماهنگی در ترانسلسونسی

۲ - ناهماهنگی در مورفولوژی

می بینیم که برای طبیعی نمودن یک رستوریشن پرسلنی در دهان به عوامل گوناگونی باید فکر کرد تا بتوان ظاهر طبیعی

را به رستوریشن باز گردانید<sup>۱۹۹</sup>.

عوامل گوناگون و متعددی هم در ادراک رنگها دخالت دارند و روی نتیجه کار موثر، این عوامل عبارتند از: اختلاف بین دو چشم در ادراک رنگها<sup>۱۹۹</sup>، نقش سن در ادراک رنگها<sup>۱۳۳</sup>، اثر داروها بر ادراک رنگها<sup>۱۹۹</sup>، تاثیر خستگی بر ادراک رنگها<sup>۱۹۹</sup>، اختلالات دید رنگها (کوررنگی)<sup>۱۸۸</sup>، و بالاخره روانشناسی رنگ<sup>۱۹۹</sup>.

### شرایط لازم برای مقایسه رنگها

رنگ یا جسم مورد نظر به فاصله ۳۰ سانتیمتر از چشم و با زاویه بینابینی ۲۰-۱۰ درجه مطابقت داشته باشد، در این زاویه می توان از نواحی شبکیه که بیشترین توان تشخیص رنگ را دارد، استفاده کامل نمود، در این حال باید راهنمای رنگ و نمونه مورد نظر در یک سطح قرار گیرند تا از اشتباهات ناشی از شناخت جلو و عقب بودن و یا کوچک و بزرگ شدن رنگها جلوگیری بعمل آید، همچنین برای حذف اثر اختلاف بینایی رنگ بین دو چشم هم باید مقایسه را با جابجا کردن جسم به چپ و راست، تکرار نمود و از خیره شدن به آنها هم برای مدت بیشتر از پنج ثانیه دوری کرد<sup>۱۱</sup> و چه بهتر آنکه این مقایسه در نور روز Daylight و هنگام ظهر که نوری با طول موجهای نسبتاً کامل داریم، صورت گیرد و شدت  $750-1000$  Luxes را بعنوان شدت نور استاندارد در نظر گرفت چون شدت کمتر از این مقدار از دقت مقایسه می کاهد.<sup>۱۹۹</sup>

### مقایسه رنگها در دندانپزشکی

مقایسه رنگها در دندانپزشکی طی مراحل مختلفی صورت می گیرد که فراهم نمودن همه شرایط مطلوب مقایسه و آنگونه که در صنعت رعایت می شود و محصول نهایی در آنجا کمترین خطای تطابق رنگ را دارد، ممکن نیست. مثلاً

همیشه در اینجا نمی توان راهنمای رنگ و دندانهای طبیعی را در یک سطح قرار داد و یا چون مقایسه رنگها بصورت غیر مستقیم و طی مراحل مختلف کلینیک و لابراتوار صورت می گیرد، احتمال بروز خطا زیادتر می شود، تعداد نمونه های راهنمای ما هم در اینجا محدود است و درصد موفقیت را کاهش می دهد، بنابراین ما ناچار به انتخاب رنگی نسبی و تقریبی هستیم!<sup>۱۲</sup> دندانها اجسامی نیمه شفاف هستند و از ترانسولوسنسی خاصی برخوردارند، از این گذشته رنگ دندانها یک رنگ سطحی نیست و دستگاههای الکترونیکی گوناگون هم فقط قادر به تعیین رنگ سطحی اجسام بوده<sup>۱۷</sup> و از عوامل روانی و ذهنی شخص بیننده و نیز درجه ترانسولوسنسی که اهمیت زیادی در تقلید و طبیعی جلوه گر ساختن دندانها دارد، دور مانده اند!<sup>۱۱</sup> بنابراین چشمان انسان قادر است بسیار دقیق تر از هر دستگاهی به تشخیص اختلاف رنگها پرداخته و بر تناسب نهایی رنگها صحه بگذارد.<sup>۱۹۹</sup>

نتیجه اینکه یک دندانپزشک موفق کسی است که یک مجموعه Stain و یک کوره ساده برای Glaze در کلینیک خود داشته و نهایتاً امکان تغییر و اصلاح رنگ رستوریشن را در کلینیک و در کنار بیمار خود داراست.<sup>۱۹۹</sup>

### انتخاب منابع نور و تاثیر آن بر رنگ اجسام

تاکنون آنچه صحبت از رنگ شد، منبع نوری ما، نور خورشید و با طیف تقریباً یکسان بود اما منابع موجود ما توزیع انرژی طیفی را با طول موجهای مختلف داشته و نمونه های مختلف آن نور یک شمع، یک لامپ الکتریکی، یک چراغ نئون و یا لامپ فلوروسنت می باشد و همگی رنگ مخصوص بخود را دارا هستند، حال اگر رنگ منبع نوری که به یک جسم می تابد تغییر کند مسلماً آن جسم به رنگ دیگری درک خواهد شد، بنابراین انتخاب منبع نور نقش مهمی را در انتخاب و مقایسه رنگها خواهد داشت<sup>۱۰۵</sup>! مثلاً هرگاه از یک جسم رنگی با منابع نوری مختلف عکسبرداری گردد و سپس

نمی‌توانند بطرف مشاهده‌کننده منعکس شوند<sup>[۱۹]</sup> حتی اگر آن جسم بتواند چنین طول موجهایی را منعکس کند، بنابراین عواملی که در ایجاد یک تحریک برای رنگ شرکت دارند عبارتند از: توزیع انرژی طیفی، انعکاس طیفی و واکنش طیفی باید بدانیم که ما هیچ منبع نوری کاملی برای هماهنگی و انتخاب رنگ نداریم و هر منبع نوری هم با سه خصوصیت اصلی زیر شناخته و ارزیابی می‌شود:

حرارت رنگ، Color Temperature، منحنی طیفی، Spectral Curve و شاخص ارائه رنگ Color Rendering Index (C.R.I) دمای رنگ یک منبع نوری، درجه‌ای است که باید یک جسم سیاه تا به آن حدگرم شود تا قادر به تابش نوری برنگ نور منبع باشد. این دما هم برحسب درجه حرارت کلوین (Kelvin) بیان می‌شود و یک منبع نوری مناسب برای انتخاب و هماهنگ کردن رنگ باید دمایی در حدود ۵۵۰۰ کلوین و CRI بین ۹۰-۱۰۰ را دارا باشد<sup>[۶]</sup>.

و از نظر توزیع انرژی نسبتی بر حسب طول موج هم شاید نزدیکترین نور به نور استاندارد روز متعلق به لامپهای فلونور سنت با رنگ تصحیح شده باشد و برای روشنایی مطب نور انتخابی است، از نظر مقدار روشنایی هم هر کلینیک دندانپزشکی باید حداقل ۱۵۰ فوت کاندل نور داشته باشد. رنگ پیشنهادی هم برای اطاق کار، کابینتها و پیش بند خاکستری خنثی و یا آبی ملایم (روشن) می‌باشد.<sup>[۱۹]</sup> جالب توجه است که جنس هم در انتخاب رنگ تاثیر دارد و قدرت تشخیص رنگ در زنان بیش از مردان است.<sup>[۲]</sup>

### مقایسه، هماهنگ کردن و انتخاب رنگ دندانها

هر استاندارد منطقی رنگ باید حدود وسیعی از نمونه‌ها رنگ بوده و از طرفی هم دارای فواصل منطقی بین نمونه‌ها باشد. متأسفانه هیچیک از نمونه رنگهای دندانهای موجود هم از اصول فوق پیروی نمی‌کنند و شاید تکنیک صحیح انتخاب رنگ بتواند این کمبودها را جبران کند<sup>[۸،۱۶]</sup>، به هر حال پس از

برای مقایسه، عکسها را کنار هم بگذاریم اختلاف فاحشی را در رنگ آنها خواهیم دید که در حقیقت و در دنیای بیرون چنین قابل درک نیست و این صرفاً بعلت عادت و گرایش چشمها به درک ثابت رنگهاست<sup>[۶]</sup>، بنابراین به هنگام ساختن یک پروتز، تکنسین باید تحت یک نور ثابت که توزیع انرژی طیفی آن برای تمام طول موجها یکسان و یکنواخت باشد، به رنگها بنگرد و مسلماً این منابع نور چیزی جز چراغهای Daylight نیست و هر لابراتوار ساخت رستوریشنهای پرسنل باید آنرا داشته باشد. البته چه بهتر که تمام شرایط محیط و منبع نور برای مطب و لابراتوار هر دو مشابه هم باشند، گاهی هم حتی با بکارگیری منابع نوری ایده‌آل باز تغییری در رنگها دیده می‌شود و این امر ناشی از تاثیر اجسام مجاور بر چگونگی توزیع طیفی، ناشی می‌گردد و به این دلیل باید به رنگ لباسهای بیمار و دندانپزشک، دیوارها و پرده‌های مطب و لابراتوار توجه کامل نمود<sup>[۱۹]</sup>. از طرف دیگر رنگ (Shade) در یک سیستم طلا پرسنل از رنگدانه‌های متشکل از اکسیدهای فلزی متعدد حاصل می‌شود که طبیعتی جدا از طبیعت مواد بوجودآورنده رنگ در دندانهای طبیعی را دارند، بنابراین همیشه توزیع طیف یک رستوریشن طلا پرسنل با دندانهای طبیعی متفاوت است<sup>[۲]</sup> و نتیجه اینکه بین پروتزهای طلا پرسنل و دندانهای طبیعی درجاتی از متمایز بودن موجود خواهد بود، ارتباط متمایز همچنین می‌تواند بین پرسنل اپک و پرسنل بادی هم وجود داشته باشد، از این رو رنگ پرسنل بادی و اپک باید تا حد ممکن شبیه هم باشند.

### تاثیر شرایط محیطی بر انتخاب رنگ

نور طبیعی خورشید با طول موجهای کوتاه بیشتر و منابع نوری غیر آن این طول موجها را کمتر دارد بنابراین خواه ناخواه هر جسمی که توسط این دو نور مختلف دیده شود خود مثالی برای متمایز بودن است، بنابراین اگر طول موجهای مشخصی در منبع نوری وجود ندارد و یا ناقص هستند طبیعتاً

گروهها و داخل هر گروه امکان پذیر است مثلاً  $A2+A3=A2/5$ <sup>[۵]</sup>. عده‌ای هم برای حذف بسیاری از نقایص و متغیرهای نمونه‌های تجارتي راهنمای انتخاب رنگ، خود اقدام به تهیه یک راهنمای اختصاصی برای سیستمی که کار می‌کنند، می‌نمایند در این صورت تمام نمونه‌ها از لحاظ جنس، ضخامت و پخت و غیره در شرایط یکسان بارسوریشن نهایی می‌باشد.<sup>[۱۵]</sup>

### سیستمهای چهاربعدي رنگ در دندانها

#### Four Dimensional tooth color system

در این سیستم علاوه بر ابعاد هیو Hue، کروما Chroma و والیو Value بعد چهارمی بنام Maverick اضافه شده است. Composite tooth Color (C.T.C) هم، رنگ و یا رنگهایی است که در زیر مینا واقع شده و از ورای آن منعکس می‌گردد و عامل بوجود آورنده C.T.C عاج و میناست.

عاج ابعاد هیو Hue، کروما Chroma و ماوریک Maverick را ظاهر ساخته و مینا بشکل یک فیلتر شفاف و بیرنگ والیو Value را تنظیم می‌کند، رنگهای ماوریک در، نواحی مختلف عاج بوده اما مستقیماً مسئول رنگ عاج نیستند؛ ضمناً بعضی از دندانها و بخصوص در جوانان دارای رنگ ماوریک کمی بوده و یا فاقد آن هستند.<sup>[۱۱]</sup>

ترکیب یا کیفیت سطحی Surface Texture هم در هماهنگی رنگ دندانها<sup>[۱۸،۵]</sup>، اهمیت زیادی دارد برای داشتن یک ستوریشن زیبا، علاوه بر رنگ عوامل دیگری نیز دخالت دارند که از آن جمله فرم و دیگری کیفیت سطحی رستوریشن است، چگونگی انعکاس نور از سطح لبیال یک دندان هم سهم زیادی در زنده و طبیعی بودن و مصنوعی نبودن آن دارد.

### سنجش و همانند کردن الکترونیکی رنگها

#### Electronic Measuring & Matching of Colors

وقتی صحبت از سنجش رنگ می‌شود مسائل گوناگونی در

تامین یک منبع نور صحیح و کنترل دیگر شرایط محیطی موثر در انعکاس نور، مراحل انتخاب رنگ را پی می‌گیریم:

۱- پروفیلاکسی و تمیز کردن دندانهایکه باید مقایسه و هم‌رنگ شوند.

۲- تمیز کردن آرایش صورت و بویژه روژلب بیمار.

۳- زمان طولانی نباید به ناحیه خیره شد و همیشه اولین برداشت از مقایسه نمونه رنگ و دندان بهترین بوده است.<sup>[۱۱]</sup>

۴- مقایسه دندان و نمونه رنگ باید به دو صورت خشک و مرطوب انجام گردد.

۵- نمونه باید بموازات دندان مورد مقایسه و تا حد ممکن در یک سطح مقایسه شود.

۶- ارزیابی با مقایسه والیو Value و با چشمان نیمه‌باز شروع و آخرین مقایسه برای تعیین درجه اشباعیت رنگ (کروما) می‌باشد.<sup>[۱۱]</sup>

۷- نمونه رنگ ویژه کارخانه باشد که تکنسین پودر پرسنل آنرا مصرف می‌کند.

۸- استفاده از منابع مختلف نوری برای کاهش مشکل متامریسم.<sup>[۱۱]</sup>

### راهنمای انتخاب رنگ

در حال حاضر شاید یکی از بهترین نمونه‌های تجارتي راهنمای انتخاب رنگ سیستم Vita باشد و نامگذاری کارخانه سازنده برای هیوهای چهارگروه سیستم فوق به این قرار است:

گروه A: قهوه‌ای متمایل به قرمز

گروه B: زرد متمایل به قرمز

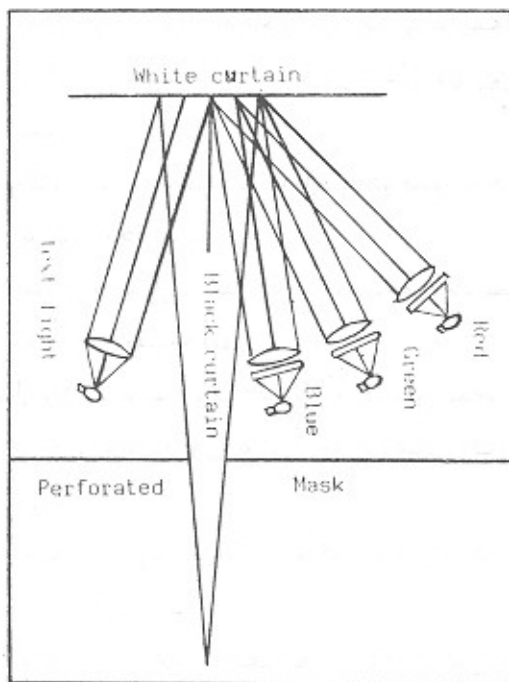
گروه C: خاکستری

گروه D: خاکستری متمایل به قرمز<sup>[۱۱]</sup>

در واقع گروه C، والیویی پائین گروه B و گروه D هم والیویی پایین گروه A می‌باشند. به علاوه با افزایش شماره‌های هر گروه، کروما افزایش و والیو پایین می‌آید، و آمیختن رنگها بین

### مقایسه و همانند کردن رنگها

اساس رنگ‌سنجی بر نظریه اختلاط افزایشی رنگها Additive Color Mixing استوار می‌باشد یعنی که یک نور آزمایشی با اختلاط سه نور اصلی (آبی، سبز و قرمز) همانند می‌شود (تست نور).



از تست فوق چنین بر می‌آید که می‌توان سه عدد بدست آورد که این سه عدد شاخص مقدار معینی از سه نور اصلی بوده و اختلاط آنها نور همانند را بوجود می‌آورد.<sup>[۲۰،۲۱]</sup> (Additive Color Matching)، قابل توجه است که هرگز نمی‌توان همه رنگها را بوسیله مخلوط کردن نورهای اصلی همانند کرد و نورهای آزمایشی را می‌توان با اختلاط مقادیر مثبت و منفی از نورهای اصلی همانند کرد (سیستم کالریمتری CIE, R, G.B. System)<sup>[۸،۱۸]</sup>.

اخیراً دستگاههای الکترونیکی مشخص‌کننده رنگ (Shade Scanner) ساخته شده که برای ثبت داخل دهانی رنگ دندان و تهیه یک رستوریشن هم‌رنگ طراحی شده‌اند در این دستگاهها یک رشته فیبراپتیک، نور را به محل مورد نظر هدایت کرده و نور منعکس شده را به دستگاه بر

این رابطه مورد بررسی و پژوهش قرار می‌گیرد و با دانستن آنها می‌توان آسانتر بر مشکل انتخاب رنگ در دندانپزشکی فائق آمد از این رو بهتر است که شناختی از دستگاههای اندازه‌گیری رنگ داشته باشیم.

یکی از این دستگاهها کالریمترها Colorimeters و دیگری اسپکتروفوتومترها Spectrophotometers می‌باشد<sup>[۱۰،۶]</sup>.

کالریمترها میزان انرژی تشعشعی منعکس از روی یک نمونه را برای سه طول موج اصلی یعنی قرمز، سبز و آبی اندازه‌گیری می‌کند. کالریمترها قادر به تعیین اختلاف رنگ دو نمونه بوده اما توانایی تشخیص متامریسم را ندارند<sup>[۸،۹]</sup>، ضعف دیگر کالریمترها عدم توانایی آنها برای تعیین فلئوئور سانس است که یکی از جنبه‌های مهم رنگ دندانهای طبیعی است با این همه، کالریمترها بدلیل قابلیت کاربری در دهان (In Vivo) در عالم دندانپزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

R.R. Seghu در سال ۱۹۸۹ قابلیت کاربری کالریمترها را بر روی پرسنهای دندانی مورد مطالعه قرار داد و از آنها بعنوان اسبابهای کمکی ارزشمندی برای ارزیابی رنگ در دندانپزشکی یاد کرد<sup>[۱۵]</sup>.

و اما با اسپکتروفوتومترها امکان تشخیص متامریسم و فلئوئور سانس موجود است، دقت آنها در اندازه‌گیری رنگ (هم در دندانهای طبیعی و هم در پرسنهای دندانی) فوق‌العاده بوده اما بدلیل گرانی و بزرگی ابعاد، کمتر مورد استفاده در کلینیک قرار گرفته‌اند، لازم به توضیح است که مطالعات اسپکتروفوتومتری بصورت In Vitro بر روی دندانهای کشیده شده بوده و چون این دندانها جریان خون پالپی و اثر سایه پریدونشیم را از دست داده‌اند هیو Hue اندازه‌گیری شده آنها نمی‌تواند معرف محدوده واقعی هیو Hue باشد و به هر حال امیدواریم که با پیشرفتهای نوین علوم مختلف، بزودی شاهد استفاده اسپکتروفوتومترها در کلینیکهای دندانپزشکی باشیم<sup>[۱۱]</sup>.

## Summary

Although esthetic dentistry techniques have grown more sophisticated, the fabrication and control of color in dentistry can be improved. An organized and precise system is necessary to combine artistic and scientific approaches. For this, a color Order system, based on Munsell's notations and spectrophotometric research on the color space of natural teeth, would provide restorations of excellent color.

می‌گردانند تفاوت بین نور رفت و برگشت، منحنی انعکاس طیفی دندان یا محل مورد نظر را برای دستگاه مشخص می‌کند.

دستگاه قادر است با کمک داده‌های قبلی خود، مقادیر محرک سه‌گانه نمونه اسکن شده را به صورت یک عدد سه رقمی نشان دهد، در این حال هرچه جمع این سه رقم بیشتر باشد والیوی Value نمونه مورد نظر بالاتر است<sup>[۱۳]</sup>.

لازم به توضیح است که این دستگاهها هیچوقت نمی‌توانند جایگزین چشم شوند زیرا خالق چشم، از ارتباط آن با روان انسان، یک دریافت کننده بی‌نظیری را بوجود آورده است.

اصولاً تظاهر رنگ دندانها از عبور نور تابیده از بین ساختمانهای دندان و برگشت آن ناشی می‌شود که در این حال همواره با جابجایی و پخش فوتونها به اطراف همراه است و بنابراین پیشنهاد می‌شود که برای حل این مشکل در کالریمترهای جدید از منبع نوری با میدان نورپاشی گسترده (Large. Field Illumination) در برابر میدان دید کوچک (Small Field Observation) استفاده گردد<sup>[۱۷]</sup>.

## REFERENCES

1. Baurle, T. (1982): Effect of Light on Shade Selection, *Quintessence Int.*, 13: 1115-21.
2. Donahue, J.L. (1991): Shade, Color Discrimination by men and Women, *J. Prosthe. Dent.* 65(5): 699-703.
3. Goodkind, R J. (1987): Use of a Fiber - Optic Colorimeter. for Invivo, *J.P.D* 58(5): 535-42.
4. Hall, N.R (1989): Tooth Color Selection, *Aust. Prosthodont. J.* 5: 41-6.
5. Huang, T.S. (1989): Observation and Identification of Procelain Teeth Color; *Chung. Hua*, 8(2): 68-73.
6. Ishikawa, S (1990): Colorimetric Study of Dental Porcelain. *Nippon. Hotetsu.* 34(3): 585-91.
7. Martinez, J.L. (1991): Color in Dentistry and how to Resolve its Problems, *Rev. ADM*, 48(1): 36-40.
8. Mclean, JW. (1980): *The Science and Art of Dental Ceramics*, Vol, Monographs III.
9. Miller, L. (1987): Organizing Color in Dentistry. *JADA* 91: 26E-40E.
10. Muia, P.J. (1985): *The Four Dimensional Tooth Color System*. chap. 1,2,4.
11. O'brien, W.J. (1988): The Color of the Teeth: *An Instrumental Control Perspective*, in *Dental Ceramics*. Quintessence Pub: 299-304.
12. Preston, J.D. (1986): *Color Science and Dental Art*. chap. 8 Mosby:
13. Rileye, J. (1989): Ceramic Shade Determination, *Int. J. Prosthodont.* 2(2): 131-7.
14. Rog, M. (1987): Color, Light, and the Perception of form, *Quintessence Int.* 18(6): 391-6.
15. Seghi, R.R. (1989): Visual and Instrumental Colorimetric Devices on Dental Porcelains. *J. Dent. Res.* 68(12): 1755-9.
16. Tripodakis, A.P. (1989): Shade Selection in Fixed Prosthodontics, *A ??* 3(6): 539-48.
17. Van - Der Burgt, T.P. (1990): A Comparison of new and Conventional Methods for Quantification of Tooth Color, *J. Prosthet. Den.* 63(2): 155-62.
18. Wasson, W. (1992): Color Vision and Dentistry. *Quintessence. Int.* 23(5): 349-53.
19. Yamamoto, M. (1985): *Metal Ceramics: Principles and Methods of Makoto Yamamoto*. Quintessence Pub co. 212-4-2

۲۰. رنگ و نور در سیستمهای سرامومثال. پایان نامه ۱۳۹۴. خانم دکتر گرامی پناه - فرشید رضاعاصمی