لیزر در پزشکی؛ ۱۳۹۶، دورهٔ ۱۴، شمارهٔ ۲، صفحات: ۲۳-۱۸ .

مقاله پژوهشی

مقایسهٔ میزان سفید شدن دندان‌ها در روش بلیچینگ فعال‌شده توسط منابع نوری با روش معمول سفیدکردن دندان‌ها در مطب

معصومه حسنی طباطبایی [۱]
المیرا عطایی [۲]
مهدی عباسی [۳]
الهام احمدی [۳]
نسیم چینی فروش [۴]
لادن رنجبر عمرانی [۳]

۱. *دانشیار بخش ترمیمی دانشکدهٔ دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران*

۲. *دندانپزشک. دانشکدهٔ دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران*

۳. *استادیار بخش ترمیمی، بخش ترمیمی دانشکدهٔ دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران*

۴. *دکتری لیزر، مرکز تحقیقات لیزر در دندانپزشکی، پژوهشکدهٔ علوم دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران*

نویسندهٔ مسئول: لادن رنجبر عمرانی، تلفن: ۰۹۱۲۲۱۳۲۱۱۰
پست الکترونیک: **ladanomrani@yahoo.com**

خلاصه

مقدمه: استفاده از منابع نوری مختلف جهت تسریع و بهبود فرآیند بلیچینگ رایج شده است. هدف از این مطالعه مقایسهٔ دو روش استفاده از منابع نوری فعال‌کننده (لیزر دیود و LED) همراه با مادهٔ بلیچینگ مناسب آن‌ها با روش معمول سفیدکنندگی در مطب می‌باشد.

روش بررسی: ۴۸ دندان سانترال گاو به‌مدت ۲۱ روز درون محلول نسکافه قرارگرفتند. سپس شاخص‌های مربوط به رنگ نمونه‌ها به کمک دستگاه اسپکتروشید اندازه‌گیری شد. دندان‌ها به ۴ گروه تقسیم شدند: گروه یک: بلیچینگ به‌روش معمول با کمک ژل (Opalescence Boost PF)، گروه دو: بلیچینگ LED + Opalescence Boost PF، گروه سه: بلیچینگ Opalescence Boost PF + لیزر دیود، گروه چهار: بلیچینگ J White power bleach + لیزر دیود. بعد از انجام پروسهٔ بلیچینگ رنگ نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروشید اندازه‌گیری شد. اطلاعات مربوط به پارامترهای a^*، L^* و b^* در سیستم CIELab ثبت شد. درنهایت ΔE، Δb، ΔL، Δa محاسبه گردید. نتایج حاصل توسط آنالیز واریانس ANOVA مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج آنالیز تفاوت معنی‌داری میان ΔE و Δb گروه‌ها نشان نداد ($P>0/05$). در حالی‌که میان ΔL گروه ۱ و گروه ۲ و ۳ تفاوت معنی‌داری مشاهده شد و Δa گروه ۱ و ۴ تفاوت معنی‌داری نشان دادند ($P<0/05$).

نتیجه‌گیری: استفاده از لیزر دیود و LED منجربه دست‌یابی به نتایج مشابه با روش معمول سفیدکنندگی در زمان کوتاه‌تر در مطب می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: بلیچینگ دندان‌ها، لیزر، عوامل سفیدکنندگی

مقدمه

بلیچینگ به‌عنوان روشی محافظه‌کارانه جهت بهبود رنگ دندان‌ها جایگاه مهمی در دندانپزشکی زیبایی پیدا کرده است[۱]. مواد و روش‌های مختلفی جهت انجام بلیچینگ ارائه شده‌اند[۲]. بلیچینگ تحت نظارت دندانپزشک در مطب یا در خانه قابل انجام است. انجام بلیچینگ در مطب مزایایی نسبت‌به بلیچینگ در خانه دارد شامل: نظارت دندانپزشک، حفاظت از بافت نرم و نتایج سریع‌تر[۲].

عامل مؤثر در سفید کردن دندان‌ها هیدروژن پراکسید می‌باشد که در غلظت‌های بالا (۴۰-۳۵ درصد) در مطب استفاده می‌شود[۳]. هیدروژن پراکسید به مولکول‌های دیگر ازقبیل رادیکال‌های آزاد، مولکول‌های فعال اکسیژن و آنیون‌های هیدروژن پراکسید تبدیل می‌شود[۴]. این مولکول های فعال باندهای یگانه و دوگانهٔ کربن در مولکول‌های رنگدانه را شکسته و آن‌ها را به مولکول‌های دیگری تبدیل می‌کند که رنگ کمتری دارند یا می‌توانند از سطح دندان خارج شوند[۵].

میزان تجزیهٔ هیدروژن پراکسید تحت‌تأثیر غلظت آن و حرارت مستقیم می‌باشد[۶]. باتوجه به اینکه در استفاده از حرارت مستقیم احتمال آسیب پالپی وجود دارد[۷]، امروزه از منابع نوری منسجم و غیرمنسجم مختلفی به‌منظور افزایش تأثیر یا کوتاه کردن مدت عمل سفید کردن دندان از طریق ایجاد حرارت غیر مستقیم ارائه شده‌اند شامل: هالوژن‌ها، پلاسما آرک‌ها، لامپ ای‌دیود و انواع لیزر[۸]. این منابع براساس طیف خروجی تداخلشان با ژل سفیدکننده در طول‌موج های کوتاه‌تر به‌صورت فوتو شیمیایی و در طول‌موج های بلندتر در محدودهٔ مادون قرمز، فوتوترمال می‌باشد[۹]. سیستم‌های لیزر توانایی فعال‌سازی عمقی‌تر ژل بلیچینگ را دارند درنتیجه رادیکال‌های آزاد بیشتری در زمانی کوتاه‌تر تولید می کنند[۹].

لامپ‌های دیودی و لیزرهای دیود درمقایسه با سایر منابع تابشی، ارزان، بسیار کوچک و مؤثر هستند و نیاز به جابه‌جایی اجزای پرسروصدا نظیر دستگاه تهویه و خنک‌کننده ندارند[۸]. تفاوت این دو وسیله در این است که لیزرهای دیود نور منسجم موازی تولید می‌کنند درحالی‌که درلامپ های دیودی موازی‌کردن پرتوها مشکل می‌باشد و توان خروجی پایین تری دارند[۸].

ارزیابی افراد از رنگ دندان تحت تأثیر عوامل محیطی و متغیرهای محیطی مثل نور محیط، تعداد مخروط‌ها و استوانه‌های شبکیه می‌باشد. به‌همین‌دلیل به‌منظور یکسان‌سازی و دست‌یابی به نتایج قابل اعتماد و قابل قیاس از روش‌هایی که پاسخ رنگ به‌صورت الکترونیکی دریافت شود، در تحقیقات استفاده می‌شود[۹]. یکی‌از سیستم‌های رایج CIE a* b* L* می‌باشد. سه حرف آخر به سه بعد رنگ در فضا اشاره دارد، a طیف رنگی قرمز- سبز می‌باشد (a مثبت قرمز کارمین و a منفی متضاد آن آبی- سبز)، b طیف رنگی آبی- سبز است (b مثبت زرد کمرنگ و b منفی آبی تیره). L بعد درخشندگی یا سفیدی بین صفر (سیاه مطلق) تا صد (سفید مرجع) است و متناسب با توان نور بازتاب‌شده از سطح شیء می‌باشد[۸].

در این مطالعهٔ آزمایشگاهی میزان مؤثر بودن لامپ‌های دیود و لیزر دیود در سفیدکنندگی به‌وسیلهٔ هیدروژن پراکسید ۳۸ درصد برروی دندان‌های کشیده‌شدهٔ گاو به روش مقایسهٔ اسپکتروفوتومتری مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

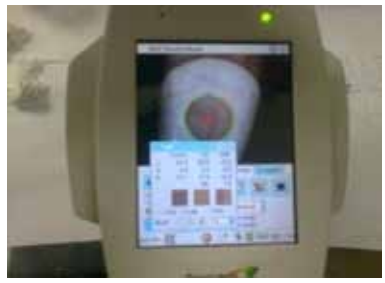
روش بررسی

در این مطالعه ۴۸ دندان سانترال گاو مورد استفاده قرار گرفت. دندان‌ها از دو بعد مزیودستالی و باکو لینگوالی یکسان‌سازی‌شده بودند (اختلاف ۲± میلی‌متر). اضافه‌های بافت نرم و سخت چسبیده به دندان‌ها پاک گردید و درون محلول کلرامین T ۰/۰۵ درصد به‌مدت یک هفته نگهداری شدند سپس نمونه‌ها تا زمان شروع آزمایش درون محلول بافری سالین قرار گرفتند.

دندان‌ها به‌منظور مشابه‌سازی به‌مدت ۲۱ روز درون محلول نسکافه (Nescafé, Nestlé, Vevey, Switzerland) در دستگاه انکوباتور درجه حرارت بدن (۳۷+ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت ۱۰۰ درصد) قرار گرفتند. هر نمونه به‌وسیلهٔ قطعه‌ای نخ در یک موقعیت عمودی و به‌طور کامل در محلول غوطه‌ور شد. این موقعیت عمودی سبب شد تا رسوب مواد رنگی برروی سطح نمونه‌ها به حداقل برسد و نمونه‌ها به‌گونه‌ای در داخل ظرف محتوی محلول‌ها قرار داده شدند که با یکدیگر و با دیوارهٔ ظرف تماس نداشته باشند به‌این‌صورت نمونه‌ها تنها با محلول در تماس بودند (تصویر۱). نمونه‌ها هرروز از محلول خارج می‌شدند و به مدت ۱ دقیقه با فشار ملایم محلول نرمال‌سالین شسته و مسواک زده‌می‌شدند تا درصورت رسوب، دبری‌ها پاک‌سازی شوند. محلول تازه هرروز تهیه می شد و نمونه‌ها درون آن قرار داده‌می‌شدند و در دستگاه انکوباتور قرار می گرفتند. بعد از ۲۱ روز، شاخص‌های مربوط به رنگ نمونه‌ها به‌کمک دستگاه اسپکتروشید اندازه‌گیری شد (تصویر ۲).



تصویر۱: قرار گرفتن دندان‌ها درون محلول رنگی



تصویر۲: اندازه‌گیری رنگ دندان‌ها توسط دستگاه اسپکتروشید

سپس دندان‌ها به ۴ گروه تقسیم شدند:

گروه یک: بلیچینگ ژل (Opalescence Boost PF, Ultradent Products, Salt Lake City, UT) یک لایه ژل به ضخامت ۱میلی‌متر به‌نحوی‌که به‌طور کامل سطح را پوشش دهد بر روی دندان ها قرار گرفت، پس‌از ۱۵ دقیقه ژل به‌طور کامل از روی سطح دندان‌ها برداشته و شسته شد.

گروه دو: بلیچینگ Opalescence Boost PF + LED: یک لایه ژل به ضخامت ۱ میلی‌متر بر روی سطح دندان‌ها قرار گرفت. دستگاه LED (Optilax501,USA) با شدت ۱۰۰۰ mw/cm^2 و طول‌موج ۴۰۵ نانومتر از فاصلهٔ ۶ میلی‌متر به‌مدت ۳۰ ثانیه ۶ بار تابانده شد فاصلهٔ هر تابش ۳۰ ثانیه بود، درکل فرآیند بلیچینگ ۳۳۰ ثانیه به‌طول انجامید.

گروه سه: بلیچینگ Opalescence Boost PF + لیزر دیود: یک لایه ژل بلیچینگ بر روی سطح دندان‌ها قرار گرفت. لیزر Diode (Wuhan, gigga model: DEN7A, China) با طول‌موج ۸۱۰ نانومتر و توان ۱/۵ وات و به‌صورت پیوسته از فاصلهٔ ۶ میلی‌متری از سطح باکال دندان توسط فیبر ۴۰۰ میکرونی به‌مدت ۳۰ ثانیه تابانده شد. پروسه سه بار تکرار شد و فاصلهٔ بین هر تابش ۱ دقیقه بود، پس‌از آخرین تابش، ۵ دقیقه ژل بلیچینگ روی سطح دندان باقی ماند. درکل، فرآیند بلیچینگ ۵۱۰ ثانیه به‌طول انجامید.

گروه چهار: بلیچینگ J White Power Bleach + لیزر دیود: ژل J White power bleach (Heydent GmbH Germany) به ضخامت یکنواخت ۱ میلی‌متر قرار داده شد، فرآیند سفید کردن مانند گروه سوم انجام شد.

انرژی لیزر در هر تابش معادل ۴۵ ژول و کل انرژی داده شده معادل ۱۳۵ ژول می‌باشد.

اندازه گیری رنگ نمونه ها توسط دستگاه اسپکتروشید (Micro, MHT SPA, Milan, Italy) در سه مرحله انجام شد: قبل از قرارگیری در محلول رنگی بعد از قرارگیری در محلول رنگی و قبل‌از بلیچینگ بعد از انجام پروسهٔ بلیچینگ. قبل از هربار اندازه‌گیری دستگاه توسط calibration tile کالیبره گردید (تصویر ۲).

اطلاعات مربوط به پارامترهای L^*، a^* و b^* در سیستم CIELab ثبت شد. ΔL، Δa، Δb محاسبه گردید.

و درنهایت ΔE با فرمول زیر به‌دست آمد:

$$\Delta E=\sqrt{(L_2-L_1)^2+(a_2-a_1)^2+(b_2-b_1)^2}$$

یافته‌ها

نتایج حاصل توسط آنالیز واریانس ANOVA مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت(جدول ۱).

نتایج آنالیز تفاوت معنی‌داری میان ΔE و Δb گروه‌ها نشان نداد ($P>0/05$). در تمام گروه‌ها میزان b^* کاهش یافته‌بود بجز گروه سه که مقادیری افزایش در b^* نشان داد (error bar).

درحالی‌که میان ΔL گروه ۱ و گروه ۲و۳ تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P<0/004$). در نمام گروه‌ها میانگین L^* افزایش یافته است بدین‌معنا که دندان‌ها سفیدتر شدند، تفاوت معنی‌داری بین ΔL گروه اول و گروه دو و سه مشاهده شد. میانگینa^* هم در تمام گروه‌ها کاهش یافته بود Δa گروه۱و۴ تفاوت معنی‌داری نشان دادند ($p=0/038$).

بحث

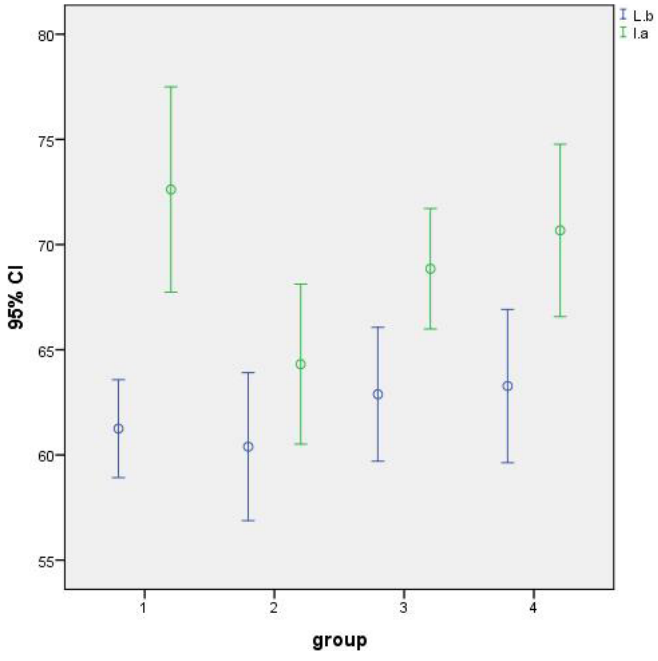
با توجه به اینکه دندان‌ها به‌مرور زمان دچار تغییر رنگ می‌شوند درمان‌های بلیچینگ حوزهٔ وسیعی از درمان‌های دندانپزشکی را به‌خود اختصاص داده است. از مهم‌ترین منابعی که ایجاد تغییر رنگ می‌کند، نوشیدنی‌های مختلف می‌باشند ازجمله چای، قهوه و انواع آب‌میوه‌ها[۱۰].

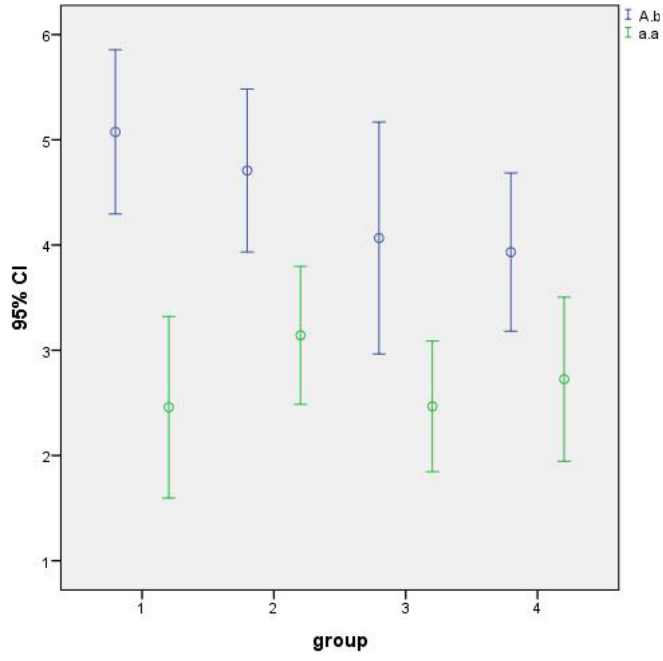
در درمان‌های بلیچینگ از وسایل کمکی مانند نور و حرارت برای تسریع و بهبود فرآیند سفیدکنندگی استفاده می‌شود. هدف از کاربرد نور در پروسهٔ بلیچینگ، تسریع تبدیل شدن هیدروژن‌پراکسید موجود در ژل بلیچینگ به رادیکال‌های آزاد طی گرم‌کردن ژل برای شکستن مولکول های عامل تغییر رنگ دندان می‌باشد[۱۱].

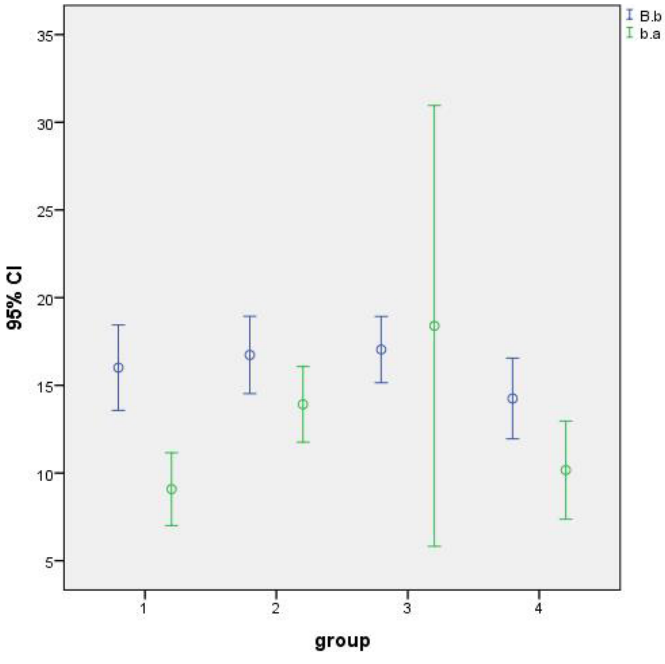
دستگاه LED دارای مزایایی ازقبیل در دسترس بودن، طول‌عمر بالا، طیف گسیل نور باریک که با برون‌ده بالا، تولید گرمای حداقل می‌باشد[۱۲]. به‌علاوه لیزرهای Diode نیمه‌رسانا، کوچک‌ترین، ارزان ترین، سبک‌ترین، بادوام‌ترین و جدیدترین نسل لیزر به‌شمار می‌رود[۱۳]. این لیزر، طول‌موج های فراوانی در ناحیهٔ مرئی و مادون قرمز به‌شکل پیوسته یا پالسی تولید می‌کند. طول‌موج در دسترس Diode برای اعمال دندانپزشکی بین ۸۰۰ نانومتر برای مادهٔ فعال آلومینیوم تا ۹۸۰ نانومتر در مادهٔ فعال مرکب ایندیوم است. تمام طول‌موج های لیزر دیود

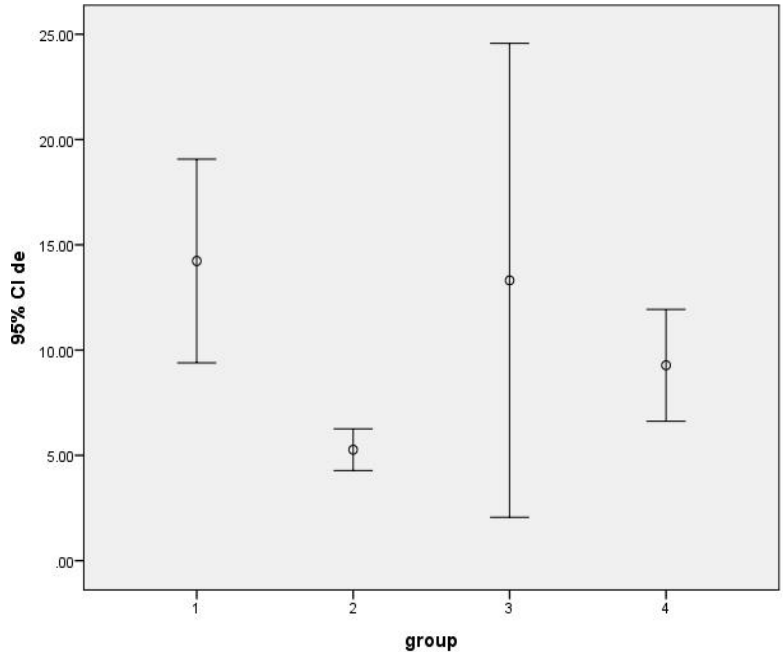
جدول۱: میانگین و انحراف معیار مقادیر ΔE Δb Δa ،ΔL۴ گروه قبل و بعد از بلیچینگ

گروه ها	ΔL	Δa	Δb	ΔE
گروه یک	11.4 (7.9)[a]	-2.6(1.4)[a]	-6.9(3.6)	14.2(7.6)
گروه دو	3.9(1.7)[b]	-1.5(0.8)[a, b]	-2.8(0.9)	5.2(1.5)
گروه سه	5.9(2.7)[b]	-1.6(1.2)[a, b]	1.3(21.3)	13.3(17.7)
گروه چهار	7.4(4.8)[a, b]	-1.2(1.1)[b]	-4(2.5)	9.2(4.1)









در بافت‌های دارای رنگدانه جذب می‌شوند[۱۴].

در این مطالعه از منابع نوری LED و لیزر دیود استفاده شد. مکانیسم عمل این دو سیستم ساده است و براساس انتقال انرژی نوری به انرژی گرمایی ازطریق جذب انرژی توسط ژل بلیچینگ می‌باشد[۱۱]. ژل بلیچینگ مناسب در ارتباط با روش فعال‌سازی به رنگدانه ژل مرتبط است و اعتقاد براین است که ژل رنگی به جذب بیشتر نور کمک می‌کند و درنتیجه انرژی کمتری به ساختار دندان انتقال می‌یابد و حرارت کمی به پالپ دندان منتقل می‌شود و حساسیت بعد از پروسهٔ بلیچینگ حداقل است[۱۵]. ژل بلیچینگ استفاده‌شده در این تحقیق opalescence boost دارای ۳۸ درصد هیدروژن پراکسید می‌باشد. این ژل حاوی کاروتن می‌باشد و توانایی جذب لیزر دیود وLED را دارد[۸ و۱۶]. ژل Heydent مخصوص استفاده با لیزر دیود و ND:YAG ساخته شده و حاوی ۳۰ درصد هیدروژن‌پراکسید است[۱۷].

در ارزیابی اسپکتروفتومتری، نمونه‌ها تنها تحت یک نور ارزیابی می شوند که منجر به کاهش خطای احتمالی تعیین رنگ می‌شود و با شرایط مطب که منابع نوری مختلف وجود دارد، متفاوت است. باید به‌خاطر داشت که مقادیر به‌دست‌آمده از اسپکتروفوتومتر به‌عنوان مرجعی از نور روز است که عمدتاً به‌وسیلهٔ چشم قابل تشخیص نمی‌باشد خصوصاً با در نظرگرفتن پدیدهٔ متامریسم[۸].

نتایج این تحقیق نشان داد، تفاوت آماری معنی‌داری بین گروه‌ها ازنظر میزان اثربخشی (ΔE) وجود نداشت ($p=۰/۱۳۴$). در تمام گروه‌ها L^* افزایش یافت بدین معنا که دندان‌ها سفیدتر شدند، تفاوت معنی‌داری بین ΔL گروه اول و گروه دو و سه مشاهده شد. در تمام گروه‌ها میزان b^* کاهش یافته بود بدین معنا که میزان زردی کاسته‌شده‌بود بجز گروه سه که مقادیری افزایش در b^* نشان داد. ولی به‌طور کلی تفاوت آماری ازنظر میزان Δb مشاهده نشد. میانگین a^* هم در تمام گروه‌ها کاهش یافته بود بدین معنا که از میزان قرمزی نمونه‌ها کاسته‌شده‌بود. کاهش a^* و b^* نشان‌دهندهٔ کاهش کروما و درواقع بی‌رنگ شدن دندان‌ها است. به‌طور کلی می‌توان عنوان کرد که بعد از بلیچینگ روشنایی و زردی و قرمزی دندان‌ها در تمام گروه‌ها بهبود پیدا کرده بود که با سایر تحقیقات همخوانی دارد[۲۰-۱۸].

درواقع، استفاده از منابع فعال‌کننده منجر به دستیابی نتایج مشابه در زمان کوتاه‌تر می‌گردد. لیزر توانایی فعال‌کردن کل ضخامت ژل بلیچینگ را به‌طور همزمان دارد که منجر به آزادسازی هیدروژن پراکسید بیشتر در زمان کوتاه‌تر می‌گردد[۱۶]. علاوه‌براین مدت‌زمان تابش در گروه لیزر کمتر از گروه LED بود. یافتهٔ دیگر این مطالعه این بود که استفاده از ژل‌های مخصوص بلیچینگ منجربه ایجاد نتایج بهتر نمی‌گردد، بلکه آنچه مهم است توانایی جذب لیزر توسط ژل بلیچینگ می‌باشد.

Lima و همکاران در تحقیق خود نتیجه گرفتند که تفاوت معنی داری ازنظر میزان سفیدکنندگی با فعال‌سازی یا عدم فعال‌سازی مادهٔ بلیچینگ با منابع نوری مختلف وجود نداشت که همسو با مطالعهٔ حاضر می‌باشد[۲۱]. در مطالعات کلینیکی انجام‌شده هم نتایج مشابهی به‌دست آمده‌است[۲و۱۲]. درحالی‌که در تحقیق wetter و همکاران لیزر دیود در ترکیب با ژل Whiteness HP نتایج بهتری به‌دست آمد که شرایط انجام آزمایش (دمای محیط، میزان تخصص فرد انجام‌دهندهٔ آزمایش و...)، غلظت ژل مصرفی، ضخامت ژل برروی سطح دندان، رنگی بودن ژل بلیچینگ، ضخامت عاج و مینا، متد تابش، مدت بلیچ کردن، طول‌موج لیزر، فاصلهٔ بین نوک لیزر و سطح دندان و بسیاری عوامل دیگر برروی نتایج اثر دارد. از طرف دیگر دندان‌های گاو کمی از دندان‌های انسان روشن‌ترند و تغییرات سایهٔ کمی را نشان می‌دهند که برروی نتایج اثر دارد.

به‌طورکلی با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان بیان داشت که استفاده از LED و لیزر دیود منجر به تسریع فرآیند سفیدکنندگی می‌گردد هرچند منجربه بهبود سفیدکنندگی نمی‌شود.

References:

1. Camargo SE, Valera MC, Camargo CH, Gasparoto Mancini MN, Menezes MM. Penetration of 38% hydrogen peroxide into the pulp chamber in bovine and human teeth submitted to office bleach technique. J Endod, 2007; 33: 1074-7.

2. Zekonis R, Matis BA, Cochran MA, Shetri SA, Eckert GJ, Carlson TJ. Clinical evaluation of in-office and at-home bleaching treatments. Oper dent. 2003; 28(2): 114-21.

3. Pinto CF, Oliveira RD, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. Braz Oral Res. 2004; 18(4): 306-11.

4. Durner J, Stojanovic M, Urcan E, Spahl W, Haertel U, Hickel R, Reichl FX. Effect of hydrogen peroxide on the threedimensional polymer network in composites. Dent Mater. 2011; 27(6): 573-80.

5. Gokay O, Mujdeci A, Algin E. In vitro peroxide penetration into the pulp chamber from newer bleaching products. Int Endod J. 2005; 38(8): 516-20.

6. Ontiveros JC, Paravina RD. Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. J of Dent. 2009; 37(11): 840-7.

7. Polydorou O, Hellwig E, Hahn P. The Efficacy of Three Different In-office Bleaching Systems and Their Effect on Enamel Microhardness. Oper Den. 2008; 33(5): 579-86.

8. Wetter NU, Barroso M, Pelino JE. Dental bleaching efficacy with diode laser and LED irradiation: an in vitro study. Lasers Surg Med. 2004; 35(4): 254-8.

9. Ursus Wetter N, Walverde D, Kato IT, De Paula Eduardo C. Bleaching efficacy of whitening agents activated by xenon lamp and 960-nm diode radiation. Photomedicine and Laser Therapy. 2004; 22(6): 489-93.

10. Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. Quintessence Int. 1992; 23(7): 471-88.

11. Bennett ZY, Walsh LJ. Efficacy of LED versus KTP laser activation of photodynamic bleaching of tetracycline-stained dentine. Lasers Med Sci. 2015; 30(7): 1823-8.

12. Bortolatto JF, Pretel H, Neto CS, Andrade MF, Moncada G, Junior OB. Effects of LED–laser hybrid light on bleaching effectiveness and tooth sensitivity: a randomized clinical study. Laser Phys Lett. 2013; 10(8): 085601.

13. de Freitas P, Simoes A. Lasers in dentistry. Guide for clinical practice. 2015: John Wiley & Sons.

14. Halliday D, Resnick R, Walker J. Fundamentals of physics extended. Vol. 1 2010: John Wiley & Sons.

15. Valera MC, de Araújo MA. Penetration of 35% hydrogen peroxide into the pulp chamber in bovine teeth after LED or Nd: YAG laser activation. Eur J Esthet Dent. 2009; 4: 82-9.

16. Omrani LR, Taher A, Albujeer A, Parvin M, Daryakenari G, Gorgani-Firuzjaee S, Kermanshah H, Chiniforush V. Penetration of hydrogen peroxide into the pulp chamber after conventional and laser-assisted bleaching. S Afr Dent J 2016; 71(2): 58-61.

17. Jain RJ, Jadhav SK, Hegde VS. Effects of conventional and laser activated intracoronal bleaching agents on ultrastructure and mineral content of dentin. Journal of Dental Lasers. 2013; 7(1): 2.

18. Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. J Am Dent Assoc 2004; 135(2): 194-201.

19. Rosenstiel SF, Gegauff AG, Johnston WM. Duration of tooth color change after bleaching. J Am Dent Assoc. 1991; 122(4): 54-9.

20. Gegauff AG, Rosenstiel SF, Langhout KJ, Johnston WM. Evaluating tooth color change from carbamide peroxide gel. J Am Dent Assoc. 1993; 124(6): 65-72.

21. Lima DA, Aguiar FH, Liporoni PC, Munin E, Ambrosano GM, Lovadino JR. In vitro evaluation of the effectiveness of bleaching agents activated by different light sources. J Prosthodont. 2009; 18(3): 249-54.