

## تهیه تصاویر در دندانپزشکی: قسمت اول (کلیات)

دکتر علی میرفضائیان\* - دکتر حکیمه سیادت<sup>†</sup>\*

\* استادیار گروه آموزشی پروتزیهای متحرک و فک و صورت دانشکده دندانپزشکی و عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران

**Title:** Photography in dentistry: Part I (Basics)

**Authors:** Mirfazaelian A. Assistant professor\*, Siadat H. Assistant professor\*

**Address:** \*Department of Removable and Maxillofacial Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences

**Abstract:** Dentistry has always benefited from photography as an adjunct tool in diagnosis treatment planning and presentations. The main reason for taking dental photographs is to provide documents and supplements for treatment. A photograph facilitates communication between dentists and laboratories. Quality control will become more important to dental practice in near future and photographs can be used by dentists as self-checking tools. Nowadays performing lectures or publications without presenting pictures is inconceivable.

The camera system must be easy to use and accessories should be always available. Although a good variety of equipments are now available and can be used for close-up photography, the special requirements of dental clinical photography are not always provided by the manufacturers and dealers' recommendations are not always correct. This article tries to help the readers to find and use the most suitable equipments for their routine dental practice.

### چکیده

دندانپزشکی یکی از شاخه‌های پزشکی می‌باشد که همیشه از فتوگرافی سود برده است. هدف اصلی از این کار، گردآوری اطلاعات تکمیلی برای پرونده بیماران است که می‌تواند شامل نمایش مراحل درمانی نیز باشد. یک عکس می‌تواند، ارتباط بین دندانپزشک و لابراتوار را تسهیل نماید. در سالهای آتی، اهمیت کنترل کیفیت در دندانپزشکی، افزایش خواهد یافت و تصاویر فتوگرافی بهترین وسیله برای بررسی کیفیت درمانها می‌باشد؛ بنابراین خیلی غیر عادی به نظر می‌رسد که سخنرانی و یا مقاله‌ای در دندانپزشکی بدون تصویر ارائه گردد. دوربین و متعلقات آن باید در دسترس و کارکرد با آن آسان باشد. اگر چه انواع مختلفی از دوربین و ملحقات آن را می‌توان خریداری کرد و بلافاصله برای تهیه تصاویر کلوز-آپ مورد استفاده قرار داد؛ ولی باید توجه داشت که همه تولید کنندگان، دوربین‌های مناسب دندانپزشکی تولید نمی‌کنند و در بسیاری از موارد توصیه‌های فروشندگان صحیح نمی‌باشد. امید است مقاله حاضر بتواند راهنمای مناسبی در انتخاب و به کارگیری تجهیزات مناسب در کلینیک دندانپزشکی باشد.

وصول: ۸۳/۰۹/۲۲ اصلاح نهایی: ۸۴/۰۶/۲۸ تأیید چاپ: ۸۴/۰۹/۰۶

<sup>†</sup> مؤلف مسؤول: نشانی: تهران - دانشگاه علوم پزشکی تهران - دانشکده دندانپزشکی - گروه آموزشی پروتزیهای متحرک و فک و صورت  
تلفن: ۶۶۴۰۲۶۴۰ پست الکترونیکی: hsiadat@sina.tums.ac.ir

**مقدمه**

عکاسی در دندانپزشکی یکی از موضوعاتی است که حتی در مجامع علمی نیز مورد بی‌توجهی بسیار زیادی قرار گرفته و به همین علت، همواره در سمینارها و کنگره‌های علمی با تصاویری مواجه می‌شویم که توسط سخنرانان به صورتی بسیار غیرحرفه‌ای و با کیفیت پائین تهیه و مورد استفاده قرار می‌گیرد و هیچ کوششی هم برای تصحیح یا محدود کردن نمایش اینگونه تصاویر صورت نمی‌گیرد. اگرچه با معرفی دوربین‌های دیجیتال تهیه تصاویر بسیار ساده‌تر و سریع‌تر گردیده و می‌توان نتیجه کار را به سرعت مورد بررسی قرار داد و در صورت نیاز آن را تکرار کرد، ولی مشکلات ذکر شده، همچنان باقی است. بدون شک عدم اطلاع از استانداردهای موجود در این زمینه و عدم وجود دانش کافی در مورد چگونگی تهیه تصاویر استاندارد، از مشکلات فوق می‌باشد؛ بنابراین بر آن شدیم تا با استفاده از مطالب موجود و افزودن اطلاعات و تجربیات شخصی به آن در حد توان در رفع این نقیصه بکوشیم. بدون دانش کافی و انتخاب تجهیزات مناسب، به دست آوردن نتایج خوب تقریباً غیر ممکن است. اختلاف زیادی بین صرف عکس گرفتن و خلق تصویری حرفه‌ای از یک واقعیت وجود دارد. عکسهایی که در حدود سالهای ۱۹۲۰ و کمی پس از آن از حفره دهان و دندانها تهیه شدند به خاطر کاربرد غلط لنز، کیفیت پایینی دارند که متأسفانه امروزه نیز اینگونه تصاویر دیده می‌شوند (۱).

پس از به وجود آمدن اسلایدهای رنگی، تصاویر علمی و کلینیکال توسط دندانپزشکان نیز تهیه شد. ممکن است، در ایران تعدادی عکاس با تحصیلات دانشگاهی و متخصص در تهیه تصاویر پزشکی، دندانپزشکی و بیولوژی وجود داشته باشند؛ ولی با لوازم مناسب، تجسم خوب و کمی تجربه، می‌توان نتایجی مشابه با عکاسان علمی به دست آورد. بیشتر دندانپزشکان اطلاعات کمی درباره عکاسی دارند و وسایل را به طور صحیح به کار نمی‌برند.

برای ایجاد تصاویر دهانی خوب، داشتن اطلاعات عکاسی کمک کننده است؛ ولی داشتن دوربین و تجهیزات مناسب که برای کاربرد کلینیکی دندانپزشکی طراحی شده‌اند، حیاتی است. همچنین ضرورت دارد که دندانپزشک و دستیار او کاملاً طرز کار دوربین را بدانند و بتوانند هر تصویر را قبل از خلق کردن در ذهن خویش مجسم کنند (۱).

براساس تجارب شخصی نویسندگان، یافتن دوربین و لنزی که استانداردهای مورد نیاز را دارا باشد، در ایران بسیار مشکل می‌باشد و یا هزینه خرید آن زیاد است. بسیاری از کسانی که مایل به تهیه تصاویر کلینیکی دندانپزشکی هستند، بدون در نظر گرفتن استانداردها اقدام به خرید دوربین می‌کنند که در نهایت تصاویر تهیه شده نیز فاقد کیفیت لازم خواهد بود.

عوامل اصلی تهیه عکس عبارتند از: ۱- نور که شامل نور طبیعی، نور مصنوعی و تلفیق نور طبیعی و مصنوعی می‌باشد. ۲- ابزار مناسب که شامل بدنه دوربین، لنزها و اجزای کمک کننده می‌باشد. ۳- مواد مصرفی. ۴- سوژه مناسب. ۵- تکنیک.

اگرچه توصیف تمام موارد فوق بسیار مفصل خواهد بود؛ ولی به خاطر محدود بودن بخشهائی که در عکاسی دندانپزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند، فقط به توضیح مواردی که در حیطه عکاسی دندانپزشکی کاربرد دارند، پرداخته می‌شود. در دندانپزشکی به طور معمول از نور مصنوعی (فلاش)، بدنه دوربین در حالت غیر اتوماتیک (معمولاً manual mode) و لنزهای ماکرو ۱۰۰ و گاهی اوقات از extension tube استفاده می‌شود. در این حیطه، اسلاید و به ندرت فیلمهای ۳۵ میلیمتری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

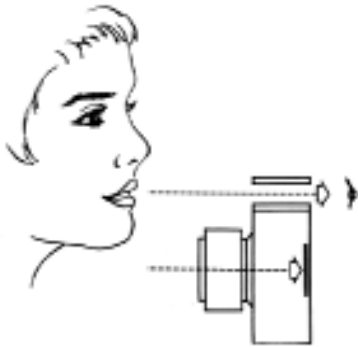
**انتخاب تجهیزات**

با توجه به تحولات چشمگیر در عکاسی، اغلب

کنتراست و تخت ایجاد می‌کند. شاید برای ارزیابی کارهای قبلی راهی بهتر از مرور اسلایدهای موارد مهم دندانپزشکی و کیفیت عکاسی آنها وجود نداشته باشد. تجهیزات دوربین کلینیکی دندانپزشکی مانند بیشتر وسایل علمی، باید کار را به خوبی ارائه نماید (۱،۲،۳). با دوربین کلینیکال مناسب برای گرفتن تصاویر داخل دهانی باید، ۱- ۱/۵ دقیقه وقت صرف شود. به طور کلی، یک دوربین کلینیکی خوب را می‌توان برای تهیه تصاویر صورت، مدلها، اشیاء، کلیشه‌های رادیوگرافی و کاغذ تریسینگ یا تصاویر تخت کتاب و نمودار نیز به کار برد (۱).

### انواع اصلی دوربین

دو نوع عمده دوربین ۳۵ میلیمتری وجود دارد. نوع اول دوربین با منظر یاب (Range Finder) که به علت ایجاد خطای پارالکس (اختلاف منظر) برای کارهای دندانپزشکی مناسب نیست (شکل ۱) (۴،۱). نوع دوم دوربین‌های تک لنز انعکاسی (Single Lens Reflex) است که به اختصار به آنها SLR گفته می‌شود و خود بر دو نوع می‌باشند (شکل ۲) (۴،۱).



شکل ۱- خطای پارالکس یا اختلاف منظر در دوربینهای منظر یاب نوع اول دوربینهایی که لنز قابل تعویض دارند و نوع دوم آنهايي که دارای لنز ثابت تله زوم متغیر (۳۸-۱۵۵ میلیمتری) می‌باشند. نوع اول جهت تهیه تصاویر دندانپزشکی مناسبتر است.

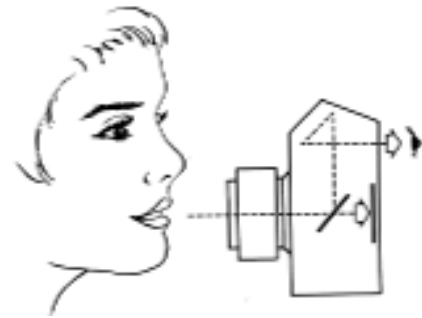
دندانپزشکانی که در صدد تهیه عکسهای کلینیکی هستند در انتخاب و خرید دوربین و تجهیزات با مشکل مواجه می‌شوند. تصمیم غلط نه تنها می‌تواند نتایج ضعیفی از قبیل تغییر پرسپکتیو تصویر، نورپردازی ضعیف، رنگ نامناسب و عدم وضوح را به وجود آورد؛ بلکه هزینه‌های سنگین پرداختی را نیز هدر خواهد داد. بیشتر دندانپزشکانی که می‌خواهند برای استفاده در کلینیک دندانپزشکی دوربین خریداری نمایند، ابتدا در خصوص نوع دوربین از همکاران و یا دوستان خود سؤالاتی می‌کنند. متأسفانه اغلب این افراد نیز آگاهی کمی در خصوص عکاسی دندانپزشکی دارند. فروشگاه‌های لوازم عکاسی نیز مکانی برای مشورت در انتخاب نوع دوربین برای خریدار است. پس از صرف هزینه‌های زیاد بابت دوربین و وسایل دیگر، ممکن است نتیجه کار دندانپزشک تصاویری با کیفیت پایین باشد؛ بنابراین انتخاب درست دوربین و لوازم دیگر حائز اهمیت است. ممکن است دوربین، لنز و فلاش برای عکاسی معمولی خوب باشد؛ ولی برای کاربرد در حیطة دندانپزشکی چندان مناسب نباشد. این مطلب بدان معنی است که الزاماً بهترین دوربین برای دندانپزشکی، گرانترین دوربین نیست (۱،۲). تعداد محدودی از تجهیزات مربوط به دوربین موجود در بازار، برای کاربرد علمی و کلینیکی ساخته شده‌اند که این لوازم را می‌توان در همایشهای بین‌المللی مشاهده کرد، ولی متأسفانه تعداد محدودی از آنها مناسبند.

تصاویر با بهترین کیفیت به وسیله انتخاب درست فیلم، فیلتر، زاویه و نور صحیح خلق می‌شوند. لنزهای ماکرو ارزان قیمت ۹۰ میلیمتری، تصاویری با وضوح ضعیف و رنگهای غیردقیق ایجاد می‌کنند و حتی لنزهای ماکرو ۵۰ یا ۵۵ میلیمتری با کیفیت بالا نیز در تصویر، تغییر شکل (Distortion) ایجاد می‌کنند. تقریباً تمام فلاشها، بجز آنهایی که با فیلتر تصحیح کننده رنگ به کار می‌روند، باعث ایجاد تصاویری با رنگ بیش از اندازه زرد، آبی و یا قرمز می‌شوند. استفاده از رینگ فلاش برای نورپردازی، تصاویر بدون

با این نوع دوربین، دقیقاً همان نمایی که دیده می‌شود، در عکس خواهد آمد. بدنه دوربین برای حفاظت فیلم از نور ناخواسته و داشتن شاتر که برای نوردهی مناسب است، به کار می‌رود. سرعت زیاد شاتر مورد نیاز نیست؛ زیرا تمام تصاویر دندانی با فلاش الکترونیک بر روی همزمان سازی X که به طور معمول  $1/60$  ثانیه میباشد گرفته می‌شود (برای کاربردهای دیگر، ممکن است سرعتهای زیاد مورد نیاز باشد). نورسنج داخل دوربین برای تصاویر داخل دهانی و صورت که با فلاش گرفته می‌شود، کاربردی ندارد (۴). انتخاب دوربین با منظره یاب روشن و واضح مهم است؛ زیرا منظره یاب، میزانسازی و انتخاب اندازه تصویر را آسان می‌کند.

### لنزهای مورد استفاده در کلینیک دندانپزشکی با دوربینهای SLR

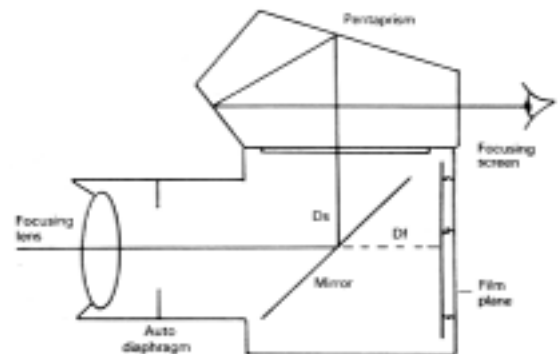
دیافراگم اتوماتیک داخل لنز را می‌توان در حالت کاملاً باز، برای منظره یابی به کار برد. این عمل برای میزانسازی دقیق هنگامی که عمق میدان کم است، بسیار اهمیت دارد. با لنزی که دیافراگم اتوماتیک آن مستقیماً به شاتر دوربین متصل باشد، هنگامی که شاتر عمل می‌کند لنز به طور اتوماتیک بر روی F Stop انتخاب شده قرار گرفته و بعد از نوردهی مجدداً دیافراگم لنز بر روی بزرگترین گشادگی قرار می‌گیرد. تمام این اعمال در طی کسری از ثانیه اتفاق می‌افتد. زمانی که دوربین با دست نگاه داشته شود، استفاده از این نوع لنز (با دیافراگم اتوماتیک) ضروری است. بنابراین باید از خرید لنزهای ماکرو و نرمال غیراتوماتیک خودداری شود (لنز ماکرو دوربینهای Zenit از این نوع است) (۴،۱). به منظور میزانسازی لنز اتوماتیک، برای تصاویر داخل دهانی و یا نزدیکتر، مجموعه دوربین را به آرامی به عقب و جلو حرکت دهید تا نقطه یا ناحیه بحرانی میزانسازی پیدا شود. وقتی میزانسازی انجام شد و شاتر به کار افتاد یک رشته مکانیسم برای بستن دیافراگم، عمل نمودن فلاش و نوردهی به کار



شکل ۲- دوربینهای تک لنز انعکاسی (SLR) که مشکل اختلاف منظر را ندارند

قطع تصویر ۳۵ میلیمتری برای نماهای داخل دهان مناسب است. اندازه اینگونه فیلمها تقریباً ۱ در  $1/5$  اینچ یا ۲۴ در ۳۶ میلیمتر است. زمانی که اصطلاح اندازه تصویر ۱ به ۱ یا Life Size به کار می‌رود، منظور برابر بودن اندازه تصویر بر روی فیلم و اندازه واقعی شیء با هم است. با به کار بردن لنزهایی با فاصله کانونی ۱۰۰ یا ۱۰۵ میلیمتری می‌توان تصاویری با بزرگنمایی Life Size به دست آورد. با به کار بردن دوربین و لنز مناسب می‌توان تصاویری از بی‌نهایت تا ۱:۱ به دست آورد (۵،۴،۱).

برای آنکه بتوان اطلاعاتی مثل تاریخ، شماره، حروف و زمان را بر روی اسلاید و یا نگاتیو ثبت کرد، باید دوربین تمام اتوماتیک به کار رود؛ ولی در کاربرد کلینیکی، تمام این دوربینهای گرانیقیمت اتوماتیک، باید به روش غیراتوماتیک همراه با فلاش غیراتوماتیک به کار روند. برای تمام کاربردهای عکاسی در دندانپزشکی بهترین دوربین، نوع SLR (شکل ۳) با لنز قابل تعویض می‌باشد.

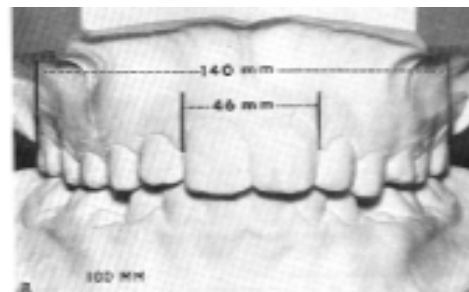
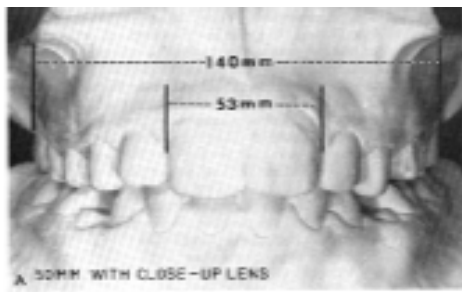


شکل ۳- اجزاء اصلی دوربین SLR

می‌افتد. این موارد برای لنز غیراتوماتیک که از پیش تنظیم می‌شود، اتفاق نمی‌افتد. وقتی که لنز غیراتوماتیک روی F Stop تنظیم شده قرار گیرد، تصویر تاریک خواهد بود و برای تعیین موقعیت تصویر و میزانشازی، منظره به خوبی دیده نمی‌شود. برای  $F/19$ ، عمق میدان در جهت قدامی خلفی افزایش یافته و محل نقطه فوکوس بحرانی مشخص نمی‌گردد؛ بنابراین نباید از لنز دستی و یا پیش تنظیم شونده در عکسبرداری کلینیکی دندانپزشکی استفاده کرد (۴،۱).

لنز مناسب برای بیشتر دوربینهای کلینیکی دندانپزشکی، لنز ۱۰۰ یا ۱۰۵ میلیمتری تمام اتوماتیک می‌باشد. این لنزها باعث تغییر پرسپکتیو تصویر نمی‌شود. با این فاصله کانونی لنز، فاصله کارکرد مناسب در حدود ۲۰ سانتیمتر بین جلوی لنز و نمای داخل دهان فراهم می‌شود. در این حالت با به کار بردن فلاش با قدرت و زاویه مناسب که در کنار لنز نصب شده باشد، دندانها یا حفره دهان با جزئیات دقیق و کنتراست خوب نورپردازی خواهند شد (۶،۴،۱). زمانی که فاصله کانونی لنز کمتر از ۱۰۰ میلیمتر باشد، نورپردازی به خوبی حالت فوق نخواهد بود و با فاصله کانونی کمتر از ۵۰ میلیمتر نورپردازی کیفیت بدی خواهد داشت. وقتی فاصله کانونی لنز ۱۰۰ میلیمتر باشد، فاصله کارکرد ۲۰ سانتیمتر خواهد بود و هنگامی که فاصله کانونی لنز ۵۰ میلیمتر باشد، فاصله کارکرد به ۱۰ سانتیمتر تقلیل خواهد یافت که در این حالت نورپردازی با مشکل مواجه خواهد شد (۶،۴،۱). نظر به این که اغلب به همراه دوربین، لنز ۵۰ میلیمتری (نرمال) به فروش می‌رسد،

تعدادی از دندانپزشکان تصور می‌کنند که می‌توانند این لنز و یا لنز ۵۰ میلیمتری ماکرو را برای تصاویر داخل دهان به کار ببرند (شکل ۴). اینگونه لنزها دو اشکال دارند ۱- تغییر شکل واضح پرسپکتیو ایجاد خواهد شد که این تغییر شکل حالت برجسته‌تری به وسط تصویر خواهد داد (مانند بالش). ۲- وقتی فلاش در کنار لنز به کار برده شود به علت کم بودن فاصله کارکرد، نورپردازی ضعیف خواهد بود. با منبع نور نصب شده در کنار لنز زاویه نورپردازی بیشتر خواهد شد و در تمام تصاویر کنتراست زیادی در سمت مقابل فلاش ایجاد می‌گردد. اگر از دو فلاش استفاده شود نور متقاطع و سایه‌ها وضعیت بدتری به وجود می‌آورد. تصاویر به دست آمده با فلاش حلقوی (رینگ فلاش) نیز تخت و بدون کنتراست خواهد بود (فلاش‌های حلقوی برای استفاده همراه لنزهای ماکرو ۵۰ میلیمتر ساخته شدند) (۳،۲،۱). اگر فلاش حلقوی در جلوی لنز ۵۰ میلیمتری نصب شود، تقریباً ۵ سانتیمتر از فاصله ۱۰ سانتیمتری را اشغال خواهد کرد. صفحه فلاش تقریباً در فاصله ۶/۲۵ سانتیمتری از دندانهای قدامی قرار می‌گیرد. چنانچه نمای دندانهای خلفی مورد نیاز باشد، دندانهای سانترال در فاصله ۵ سانتیمتری خواهد بود. اگر دوربین به سمت جلو حرکت داده شود، قسمت زیادی از ناحیه جلوی دهان که در تصویر قرار می‌گیرد، خارج از فوکوس خواهد بود و در نهایت تصویر نامطلوبی به دست خواهد آمد. استفاده از فلاش حلقوی شاید در این خصوص بهتر باشد.



شکل ۴- A، استفاده از لنزهای ۵۰ میلیمتری که سبب distortion دندانهای قدامی شده است.

B، استفاده از لنزهای ۱۰۰ میلیمتری بدون distortion

### لنزهای ماکرو، میکرو و ماکروزوم

بسته شود مقدار نور عبوری نصف و اگر یک درجه باز شود، دو برابر خواهد شد. میزان گشادگی این دریچه بر روی عمق میدان که فاکتور مهمی در تصاویر داخل دهانی است تأثیر می‌گذارد و هرچه دیافراگم بسته‌تر باشد، عمق میدان بیشتر می‌شود (شکل ۵) (۴).



A



B

شکل ۵- عمق میدان با تغییر در دیافراگم از A: f 3.5 تا B: f 22 می‌تواند افزایش پیدا کند

به فاصله بین نزدیکترین و دورترین نقطه‌ای که در تصویر واضح می‌باشد، عمق میدان می‌گویند. عمق میدان با میلی‌متر و در نسبت بزرگنمایی نزدیک ۱/۱ بیان می‌شود. فاکتور دیگری که عمق میدان را تحت تأثیر قرار می‌دهد نسبت بزرگنمایی است، هر چه بزرگنمایی بیشتر شود، عمق میدان کاهش می‌یابد (۴، ۷).

همیشه ۱/۳ عمق میدان در جلوی صفحه فوکوس

متأسفانه تعداد زیادی لنزهای ماکرو با کیفیت نامناسب در بازار وجود دارد. اغلب این لنزها به جای فاصله کانونی ۱۰۰ میلی‌متر دارای فاصله کانونی ۹۰ میلی‌متر هستند. فقط با فاصله کانونی ۱۰۰ میلی‌متر و بیشتر از آن تغییر شکل پرسپکتیو تصویر حذف می‌شود (۱، ۲، ۶).

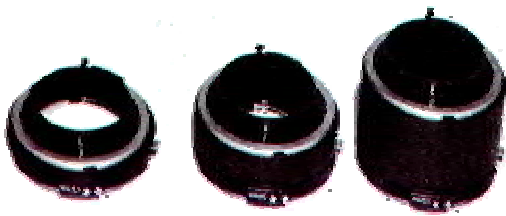
با فاصله کانونی ۱۳۵ میلی‌متر و بالاتر مشابه این تغییر شکل، به صورت مسطح شدن از قدام به خلف موضوع ظاهر می‌شود. تمام سازندگان بدنه دوربین، لنزهای ۱۰۰ یا ۱۰۵ میلی‌متری ماکرو با کیفیت بالا می‌سازند. این لنزها وضوح تصویر و ثبوت رنگ عالی به وجود می‌آورند. بسیاری از دندانپزشکانی که از تجهیزات ضعیف و ارزان قیمت استفاده می‌کنند، وقتی به اسلایدهای خود نگاه می‌کنند نمی‌توانند نقایص مربوط به رنگ ضعیف و یا عدم تفکیک را ببینند (۱، ۲، ۶).

وضعیت ۱۰۰ میلی‌متری در لنز زوم ۷۵-۲۰۰ میلی‌متری تصویری به وضوح لنز ۱۰۰ میلی‌متری حقیقی ایجاد نمی‌کند. لنزهای زوم اصولاً برای دوربینهای فیلمبرداری در نظر گرفته شدند و بیشتر در دوربینهای تلویزیونی به کار گرفته می‌شوند. در این موارد، موضوع حرکت می‌کند و هر فریم بر روی فیلم تصویری دارد که به طور دقیق واضح نیست، ولی زمانی که تمام کادرها یکی پس از دیگری نشان داده شوند، واضح به نظر می‌رسند. لنزهای زوم خوب، برای اینگونه تصاویر مناسب هستند (۱، ۲، ۶).

### دیافراگم و عمق میدان (Depth of field)

دیافراگم دریچه‌ای بر روی لنز است که با تنظیم میزان گشادگی، میزان نور ورودی به دوربین را در هنگام تهیه تصویر کنترل می‌کند. میزان باز بودن این دریچه را با F stop مشخص می‌کنند (به طور مثال ۱/۶، ۱/۸، ۱/۵). درجه‌های دیافراگم طوری تنظیم شده‌اند که اگر دیافراگم یک درجه

رسیدن به بزرگنمایی مطلوب باعث اتلاف وقت و مایوس کردن شما به خصوص زمانی که عجله دارید می‌شود. حلقه‌های گسترش برای دندانپزشکی که تصاویر اشیاء یا تصاویر داخل دهان با بزرگنمایی ۱:۱ و یا بیشتر را تهیه می‌کند، بسیار سودمند است. یک سری حلقه گسترش از سه حلقه جدا، ولی قابل اتصال به یکدیگر تشکیل شده است (شکل ۶). وقتی که هر سه حلقه بین بدنه و لنز قرار بگیرند، فقط ۲ دندان سانترال و یا یک دندان مولر در حدود (۱۸ میلیمتر) در تصویر دیده می‌شود. هر حلقه طول متفاوتی دارد (۱۲-۲۰-۳۶ میلیمتر) که لنز را از فیلم دور می‌کند و باعث بزرگنمایی بیشتر می‌شود.



شکل ۶- سه حلقه Extension tube در اندازه‌های ۱۲، ۲۰ و ۳۶ میلیمتری

اگر بزرگنمایی به بیشتر از یک ست حلقه گسترش نیاز داشته باشد، می‌توان از مجموع دو ست استفاده کرد. با دو ست حلقه گسترش و لنز کاملاً باز شده، ناحیه‌ای به عرض ۱۳ میلیمتر در منظره‌یاب دیده می‌شود. به علت بزرگنمایی زیاد کادربندی خوب تصویر در حالتی که دوربین با دست نگاه داشته می‌شود، مشکل است. در این حالت با هر بزرگنمایی کلوزآپ، سه یا چهار اسلاید گرفته می‌شود، تا تصویری که از بقیه واضح‌تر باشد، مورد استفاده قرار گیرد (۱). برای عکسبرداری از یک یا دو دندان با بزرگنمایی زیاد توسط حلقه گسترش، از بالای بدنه دوربین و لنز، ناحیه مورد عکسبرداری مشابه نشانه‌گیری تفنگ، نشانه گرفته می‌شود تا حداقل کادر دوربین بر روی دندان مورد نظر باشد. با لنز ۱۰۰ میلیمتری و دو ست کامل حلقه گسترش با نگاه از بالای دوربین، دوربین

(Plan of Focus) و  $\frac{2}{3}$  در عقب آن واقع است. نکته قابل توجه آنکه هر چه فاصله دوربین با موضوع کمتر باشد، عمق میدان به شدت کاهش می‌یابد (۷،۴).

### تله اکستندرها (Tele-Extenders)

هنگام استفاده از لنزهایی با فاصله کانونی کوتاه، بعضی تصور می‌کنند که می‌توان با به کار بردن تله‌اکستندر 2X با لنز ۵۰ میلیمتری، لنز ۱۰۰ میلیمتری ساخت. فقط بخشی از این مطلب درست است. این مجموعه هرگز یک لنز ۱۰۰ میلیمتری نمی‌شود، بلکه فقط بزرگنمایی آن تقریباً نزدیک به لنز ۱۰۰ میلیمتری می‌شود. با تله‌اکستندر بر روی لنز ۵۰ میلیمتری برای کاربرد در دندانپزشکی مشکلاتی به وجود می‌آید. تله اکستندر ارزان قیمت، میزانشازی واضح و رنگ خوب ایجاد نخواهد کرد (۴،۱). اگر یک لنز ۵۰ میلیمتری گران قیمت با کیفیت خوب دارید، بهترین راه، تبدیل آن به یک لنز ارزان قیمت با کیفیت پایین و استفاده از یک تله اکستندر ارزان بر روی آن است.

استفاده از تله اکستندر، دو درجه F Stop از نور انتقال یافته به فیلم را کم می‌کند که باید توسط افزایش نور فلاش و یا باز کردن دیافراگم جبران شود. در این حالت عمق میدان نیز کاهش می‌یابد. اشتباه است که فکر کنیم توسط تله‌اکستندر 2X همراه لنز ۵۰ میلیمتری، فاصله کارکرد ۱۰ سانتیمتر تا موضوع به فاصله ۲۰ سانتیمتر لنز واقعی ۱۰۰ میلیمتری تبدیل می‌شود. فاصله کارکرد فقط کمی تغییر می‌کند و از ۱۰ سانتیمتر به ۱۲/۵ سانتیمتر افزایش می‌یابد؛ ولی مشکلات جدی در تغییر شکل پرسپکتیو و وضوح تصاویر به وجود می‌آید (۸،۴،۱).

### حلقه‌های گسترش (Extension Tubes)

حلقه‌های گسترش هیچگاه نباید بدون لنز ماکرو به کار روند. به کار بردن آنها با لنزهای معمولی و تعویض آنها برای

فیلم، استفاده از فیلترهای تصحیح کننده رنگ و عامل دیگری که روی تعادل رنگ صورت در اسلاید می‌تواند تأثیر گذار باشد، روشنایی عمومی اتاق است (۲،۱). نور روز، تنگستن یا فلورسنت، کمی تعادل رنگ را تغییر می‌دهند. همان طور که رنگ دیوارهای نزدیک به بیمار ممکن است، باعث تغییر در تعادل رنگ شود. در تهیه تصاویر داخل دهانی، به کار بردن مستقیم نور یونیت دندانپزشکی بر روی دندانها می‌تواند، تغییر رنگ به وجود آورد. نور یونیت فقط روی کنار گونه و برای تنظیم دوربین به کار می‌رود (۱). وقتی نوردهی برای همزمان سازی  $x$ ،  $1/60$  ثانیه و یا سریعتر باشد، روشنایی اتاق و رنگ دیوار کمترین تأثیر را در تصاویر دارند. هنگامی که از سرعتهای پایین به منظور حذف کردن سایه زمینه در نمای صورت استفاده شود، تعادل رنگ، بسته به منبع نور اتاق به طور فاحشی تغییر خواهد کرد (۱). تعداد زیادی از فلاشهای موجود در بازار کیفیت عالی دارند؛ ولی تعادل حرارت رنگ ضعیفی برای رنگ پوست یا بافتهای داخل دهان دارند. بعضی از نورها سرد هستند و اسلایدهایی با مختصر رنگ آبی ایجاد می‌کنند. بعضی دیگر بیش از اندازه گرم بوده و اسلایدهای زرد یا ارغوانی (Magenta) به وجود می‌آورند. در این حالت فیلترهای تصحیح رنگ را بر روی لنز یا فیلتر و یا هر دوی آنها به منظور بازگرداندن فیلم و فلاش به تعادل رنگ خوب، باید به کار برد. منبع نور با حرارت رنگ بین  $5400-5600$  درجه کلوین پیشنهاد می‌شود (۲،۱). اگر نور پرژکتور مناسب نباشد رنگ اسلاید در زمان نمایش مطلوب نخواهد بود. برای نمایش رنگ واقعی اسلاید باید از پروژکتورهای مناسب و در صورت امکان با قابلیت تصحیح رنگ استفاده کرد (۱). برای امتحان تعادل رنگ اسلایدها، همچنین می‌توان آنها را از طریق نور خورشید که توسط صفحه کاغذ سفید تمیز انعکاس یافته، نگاه کرد. مطمئن شوید نور خورشید به طور کامل بر روی کاغذ می‌تابد. باید اسلایدها از تابش مستقیم نور خورشید محافظت شود. چنانچه کاغذ کاملاً سفید باشد رنگ

را بالا می‌آوریم تا بر روی ناحیه قرار گیرد؛ سپس دوربین را به سمت جلو و عقب به آرامی حرکت داده تا تصویر میزانشازی شود و بر روی ناحیه مورد نظر قرار گیرد. با دیافراگم باز، عمق میدان فقط در حدود ۱-۲ میلیمتر است. وقتی دیافراگم روی ۲۷ یا ۲۲ باشد، عمق میدان تنها به ۴-۶ میلیمتر می‌رسد. هنگامی که از ساختمان سفید رنگ دندان عکسبرداری می‌شود، دیافراگم باید روی ۲۷ یا ۳۲ باشد. زمانی که برای اولین بار اینکار را انجام دادید، سه نمای آزمایشی با ۲۲-۲۷، ۳۲ بگیرید. می‌توان از ترکیب فانوس و حلقه‌های گسترش به بزرگنمایی‌های بسیار زیاد دست یافت (۸،۱).

هنگامی که در منظره‌یاب نما فقط دندانها و به رنگ سفید است، باید نیم درجه F Stop را تغییر داد (دیافراگم بسته‌تر شود)، زیرا با ۱۹ F تصویر بیش از حد روشن خواهد شد (۲۲ F)، اگر موضوع تاریکتر از حد متوسط باشد و یا اینکه شامل لثه پیگمانته افراد سیاه پوست و یا تصویر صورت آنها باشد، نوردهی باید نیم درجه F Stop افزایش یابد و برای تصویر داخل دهان باید دیافراگم روی ۱۶ F قرار داشته باشد. در نوردهی معمولی تصویر صورت در فاصله  $1/5$  متری با رنگ پوست متوسط F8 مناسب خواهد بود. در مورد افراد با پوست تیره یا سیاه نوردهی باید یک درجه بیشتر شود (۵/۶ F) (۱).

### فلاش الکترونیک

منبع نور یا فلاش باید به حد کافی پر قدرت باشد به طوری که نوردهی مناسبی با ۲۲ F برای تصاویر داخل دهان ایجاد کند. فلاشهای قویتر که امکان عکسبرداری با دیافراگم کوچکتر را فراهم می‌کنند، هیچ گونه مزیتی ندارند. با دیافراگم کوچکتر، کمی عمق میدان افزایش می‌یابد؛ ولی چون تفرق نور بیشتر است، قدرت تفکیک یا وضوح لنز کاهش می‌یابد. در کاربرد فلاش الکترونیک فاکتورهایی که باید در نظر گرفت عبارتند از: تعادل رنگ منبع نور در ارتباط با



قابل شارژ به طور کلی زمان شارژ فلاش را کوتاهتر می‌کنند (۱). جهت کاهش قدرت فلاش، می‌توان از اضافه کردن یک ورقه کاغذ کالک بر روی فلاش استفاده برد که هم نقش کاهش شدت فلاش و هم نقش softner را بازی می‌کند

### پایه فلاش گردان

برای راحتی کار می‌توان از پایه‌های گردان مخصوص که فلاش بر روی آن و در کنار لنز نصب می‌شود، استفاده کرد (شکل ۸). این پایه‌های گردان برای لنزهای با قطر دهانه ۵۰-۵۵ میلی‌متر، طراحی شده‌اند.



شکل ۸- پایه فلاش گردان

در صورتی که از لنزهای با فاصله کانونی ۵۰ میلی‌متر استفاده شود، بهتر است از رینگ فلاش (شکل ۹) بهره جست؛ زیرا فاصله کم بین لنز و فلاش در هنگام استفاده از فلاشهای کنار لنز باعث ایجاد سایه‌های نامناسب در تصویر می‌گردد (۲،۱).



شکل ۹- رینگ فلاش

صحیح را باز می‌تاباند (۸،۱). فلاش الکترونیک باید زمان درخششی در حدود ۱:۱۰۰۰ ثانیه داشته باشد. با این سرعت هر گونه حرکت بیمار بی‌اثر خواهد شد، همچنین این سرعت روشنایی عمومی خوبی را نیز برای موضوع و زمینه نزدیک به آن فراهم می‌کند. فلاش‌های اتوماتیکی که زمان درخشش از ۱/۲۰۰۰-۱/۴۰۰۰ ثانیه دارند، نباید مورد استفاده قرار گیرند. چون هر چه زمان درخشش فلاش کمتر باشد، رنگ ارغوانی (Magenta) بیشتر خواهد شد (۱). فلاش و فیلتر تصحیح رنگی که با فیلم مورد استفاده هماهنگ باشد، به علاوه مراحل صحیح لابراتواری، رنگ تصویر را مطلوب می‌سازند؛ بنابراین برای به دست آوردن رنگ مناسب دندانها و پوست، انتخاب فلاش اهمیت دارد. فلاش باید هر چه نزدیکتر به محور نورپردازی قرار گیرد (۱). طی تجربه نویسندگان مقاله، می‌توان یک فلاش مناسب را به صورتی که در شکل ۷ نشان داده شده است با استفاده از یک نگهدارنده فیلتر و چسب در کنار لنز نصب نمود.



شکل ۷- یک فلاش عمودی که می‌تواند ۱۸۰ درجه حول لنز بچرخد و تا حد امکان نزدیک به لنز باشد، بسیار مناسب است. فلاش بر روی فیلتر هولدر Cokin با چسب، نصب گردیده است

فلاش باید کوچک و سبک باشد و در صورت امکان در تصاویر کلینیکال باید از فلاش غیراتوماتیک استفاده کرد. اگرچه برای فلاش اتوماتیک هزینه بیشتری پرداخت می‌شود؛ ولی قابلیت اتوماتیک آن بدون استفاده باقی خواهد ماند (۱). فلاش باید زمان شارژ مجددی در حدود ۵-۱۰ ثانیه داشته باشد. زمان شارژ ۱۵-۲۰ و بیشتر، طولانی است. باتریهای

البته تصاویر تهیه شده با فلاش‌های حلقوی بدون سایه می‌باشد که برای تصاویر دندان‌های مناسب نیست و همانند تصویری است که در مه تهیه شده است. تجربه نویسندگان نشان داده است که در صورت عدم دسترسی به پایه‌گردان مخصوص فلاش (شکل ۸) می‌توان با استفاده از مقداری چسب اپوکسی و یا آکریل، فلاش را بر روی یک نگهدارنده فیلتر (فیلتر هولدر) و

در کنار لنز نصب نمود. در این وضعیت فلاش قابلیت چرخیدن در اطراف لنز را خواهد داشت (شکل ۷). فلاش می‌تواند بر روی پایه‌های گردان در وضعیت ساعت‌های ۳، ۹، ۱۲ که مشابه حرکت خورشید در اطراف زمین است، تنظیم شود. به هر حال اگر تصویری نورپردازی خوب یا بد دارد، خود به خود به وجود نیامده، بلکه عکاس آنرا ایجاد کرده است (۱).

### منابع:

- 1- Freehe CL. Photography in Dentistry: Equipment and Technique. Dent Clin North Am 1983; 27: 3-73.
- 2- Wander P, Gordon P. Setting up: Equipment, lighting and accessories. Br Dent J 1987; 162: 268-80.
- 3- Gordon P, Wander P. Specialized equipment for dental photography. Br Dent J 1987; 162: 346-59.
- 4- Gordon PD. Principles of close up photography. Br Dent J 1987; 162: 229-39.
- 5- Chuman TA, Hummel SK, Bokmeyer TJ. Evaluation of working distances at a 1:1 reproduction ratio for seven popular 35-mm dental camera systems. J Prosthodont 1998; 7: 91-9.
- 6- Osborne P, Mayhew RB, Summitt JB. An evaluation of a 90 mm macro lens for use in intraoral photography. Gen Dent 1987; 35: 193-8.
- 7- Nuckles DB, McCall WJ, Jones CR. Close-up photography in the dental office. J Am Dent Assoc 1975; 90: 152-9.
- 8- Bengel W. Mastering Dental Photography. Quintessence Publishing co: Germany, 2002. p. 19-55.