

پیشگفتار.....	۷
فصل ۱: تشخیص و طرح‌ریزی درمان در عصر سه‌بعدی.....	۹
فصل ۲: منطق کنونی بیومکانیکی اتچمنت‌های کامپوزیتی در ارتودنسی آلاینر.....	۲۳
فصل ۳: آلاینرهای شفاف: ساختارها و خواص مواد.....	۴۱
فصل ۴: تأثیر عوامل داخل‌دهانی بر خصوصیات اُپتیکال و مکانیکی مواد آلاینر.....	۴۷
فصل ۵: ملاحظات عملی و تئوری در طرح‌ریزی درمان ارتودنسی با آلاینرهای شفاف.....	۵۵
فصل ۶: مال‌اکلوژن کلاس I.....	۶۵
فصل ۷: درمان آلاینر در بیماران مال‌اکلوژن کلاس II.....	۸۱
فصل ۸: آلاینرها در موارد کشیدن دندان.....	۹۹
فصل ۹: درمان اوپن-بایت با آلاینرها.....	۱۱۳
فصل ۱۰: دیپ بایت.....	۱۲۹
فصل ۱۱: ارتودنسی پیشگیرانه با آلاینرها.....	۱۴۳
فصل ۱۲: رویکرد ترکیبی در درمان مال‌اکلوژن‌های کلاس II.....	۱۶۱
فصل ۱۳: آلاینرها و کانین‌های نهفته.....	۱۷۳
فصل ۱۴: ارتودنسی آلاینر در بیماران پیش از ترمیم.....	۱۹۳
فصل ۱۵: دیستالی کردن مولر بالا بدون نیاز به همکاری بیمار و درمان آلاینر برای اصلاح مال‌اکلوژن‌های کلاس II.....	۲۱۷
فصل ۱۶: درمان ارتودنسی با آلاینر شفاف در بیماران مبتلا به پرودنتیت.....	۲۲۹
فصل ۱۷: Surgery first به همراه درمان آلاینر.....	۲۶۵
فصل ۱۸: درد در حین درمان ارتودنسی: مکانیسم‌های بیولوژیک و مدیریت کلینیکی.....	۲۸۵
فصل ۱۹: ریتشن و ثبات پس از درمان با آلاینر.....	۲۹۵
فصل ۲۰: غلبه بر محدودیت‌های ارتودنسی با آلاینر: یک رویکرد ترکیبی (هیبرید).....	۳۱۳
واژه‌یاب.....	۳۲۹

با افزوده شدن الاینرها به ابزارهای موجود در درمان‌های ارتودنسی، حیطة جدیدی به علم و هنر ارتودنسی افزوده شد. این حیطة نوین به همراه خود فرصت‌ها و چالش‌های متعددی را به همراه دارد که برای درک بهتر آن نیاز به کسب دانش مرتبط ضروریست. نکته حائز اهمیت در بررسی ابزار و روش‌های جدید این است که به خاطر داشته باشیم که این تشخیص صحیح، طرح درمان مناسب و رعایت اصول بیومکانیک هست که تضمین کننده یک درمان موفق هستند فارغ از ابزار و روش مورد استفاده. علی‌رغم این نکته، ارتودنسی به وسیله الاینر تفاوت زیادی نسبت به ارتودنسی توسط سیم و براکت دارد. به منظور استفاده صحیح از این ابزار نوین، علم بیومکانیک و متدهای اعمال نیروهای ارتودنتیک را می‌بایست مورد بازبینی قرار داد. در الاینرها نیروهای مورد نیاز جهت جابه‌جایی توسط پلاستیک و به تدریج به دندان‌ها منتقل می‌شود و از این رو شناخت کامل خواص پلاستیک‌ها، مراحل طراحی اتچمنت‌ها و نحوه اعمال تدریجی نیروها جهت رفع مال آکلوزن‌های مختلف حیاتیست. همچنین لازم است محدودیت‌های الاینرها و نحوه جبران کاستی‌های آن از طریق انکوریج استخوانی و ابزارهای جانبی، نیز مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

مفتخرم که با وجود توجه جهانی به الاینرها و فرصت‌هایی که در اختیار ما قرار می‌دهند، مقدور شد تا با ترجمه این کتاب ارزشمند نوشته شده توسط یکی از شناخته شده‌ترین چهره‌ها در حیطة آموزش علم ارتودنسی، بتوانیم جوابگوی بخشی از نیازهای دانشجویان، رزیدنت‌ها و همکاران عزیز باشیم. تلاش شده که متن کتاب به صورت منسجم و با پرهیز از ترجمه تحت‌اللفظی نگارش شود و بتوانیم با رعایت سادگی، مفاهیم پیچیده را به خواننده منتقل نماییم. این ترجمه، نتیجه زحمات شبانه‌روزی تیم فوق‌العاده‌ای از همکاران جوان بوده که همگی تسلط کامل بر زبان انگلیسی داشته و سابقه ترجمه کتب رفرنس را در رزومه خود دارند. در همین راستا از آقایان دکتر محمدرضا کریمی، امین کدخداپور، سپهر اسلامی و خانم‌ها دکتر نسترن طاهری و تارا تدین برای مسئولیت‌پذیری مثال زدنی و دقت نظرشان سپاسگزاری می‌کنم و برایشان سربلندی و موفقیت در تمامی مراحل زندگی آرزو دارم. همچنین از دوست و همکار گرامی، جناب آقای دکتر مصطفی منتظری، کمال تشکر را دارم. تهیه این کتاب بدون مشارکت و تلاش بی‌دریغ ایشان ممکن نبود.

امیدوارم که این کتاب ارزشمند بتواند با جمع‌آوری نتایج جدیدترین یافته‌ها در درمان‌های ارتودنسی به وسیله الاینرها، در این حیطة مملو از تبلیغات و گفته‌های مبتنی بر آزمون و خطا، راهنمای طرح‌ریزی اصولی درمان بر پایه اصول اساسی بیومکانیک باشد.

دکتر احمدرضا سرداریان

تابستان ۱۴۰۱

مقدمه

دیجیتال (توموگرافی کامپیوتری با پرتو مخروطی [CBCT])، اسکنر داخل دهانی و دسکتاپ (DS [Desktop و IOS [Intraoral scanner])، اسکنر صورت (FS [Facial scanner])، نرم افزار برنامه ریزی (CAD/CAM)، مواد استتیک جدید و ماشین های تولید قدرتمند (دستگاه فرز، پرینترهای سه بعدی) در حال تغییر حرفه ارتودنسی است (شکل ۱، ۲).

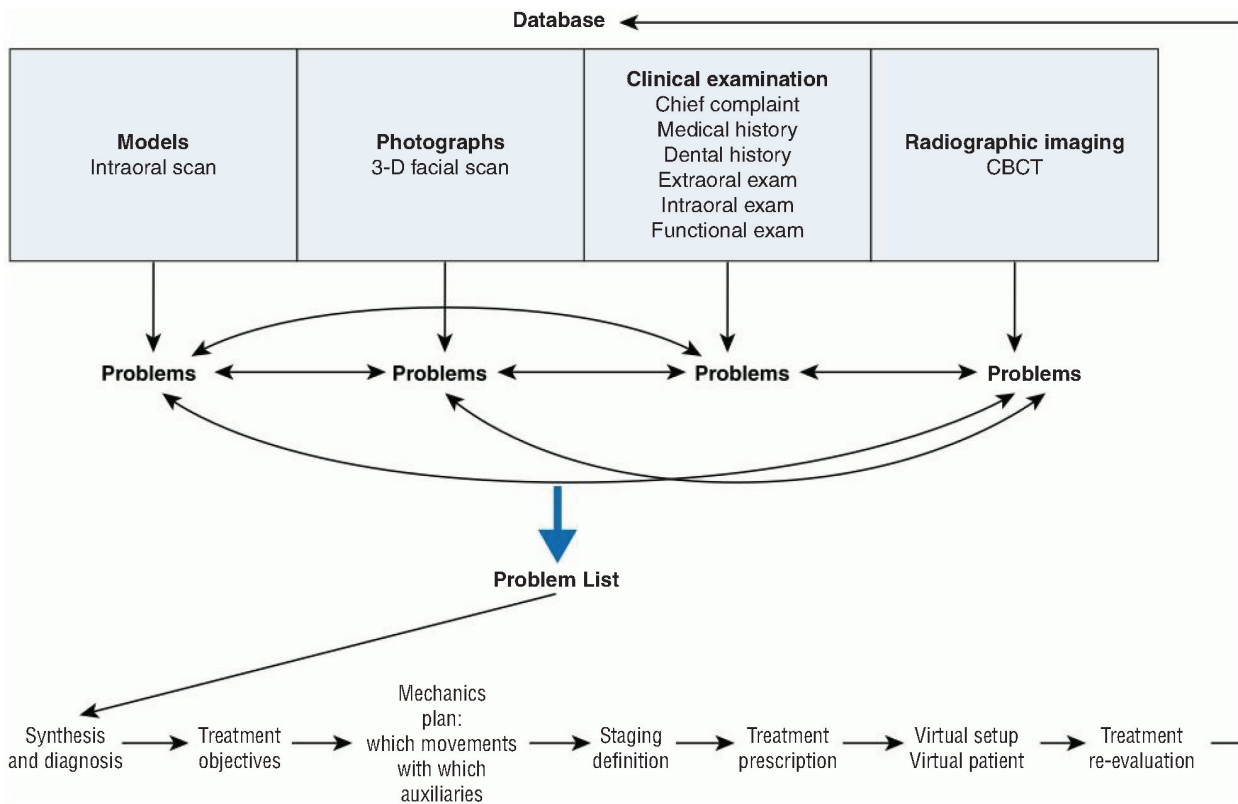
در نتیجه، معاینه کلینیکی بیمار به سمت روندی مجازی در حال تغییر است.^۴ امروزه طرح ریزی درمان به صورت مجازی و تفسیر آن به اجرای درمان توسط ساخت و جایگزینی اپلاینس های دیجیتالی با استفاده از تکنیک های مختلف CAD/CAM شامل مدل های پرینت شده، تری باندینگ غیرمستقیم و براکت های اختصاصی تاسیم های خم شده توسط ربات یا آلاینها، بسیار معمول شده است. علاوه بر این، نظارت بر درمان و کنترل آن از راه دور، در حال تبدیل شدن به واقعیت است.^۵

معرفی آلاینها، پیشتاز تحولات دیجیتال در علم ارتودنسی بوده است. دو واژه تکامل (Evolution) و تحول (Revolution) هر دو به معنی یک تغییر هستند، اما تفاوتی مشخص بین معنای تغییری که این دو کلمه به آن اشاره می کنند، وجود دارد. تکامل به تغییری آهسته و تدریجی اشاره می کند، در حالی که تحول از تغییری یکباره، چشمگیر و جامع سخن می گوید. مفهومی که در ارتودنسی از آن به عنوان "تحول دیجیتال" یاد می گردد، در واقع باید تحت عنوان "تکامل دیجیتال" نامیده شود. ارتودنسی و بیومکانیک همیشه تعریف ثابتی داشته اند و ما به عنوان دندان پزشک باید همیشه به یاد داشته باشیم که تکنولوژی یک ابزار، و نه یک هدف است. این مسأله ارتودنسیست ها را از افراد بازاریاب افتراق می دهد.

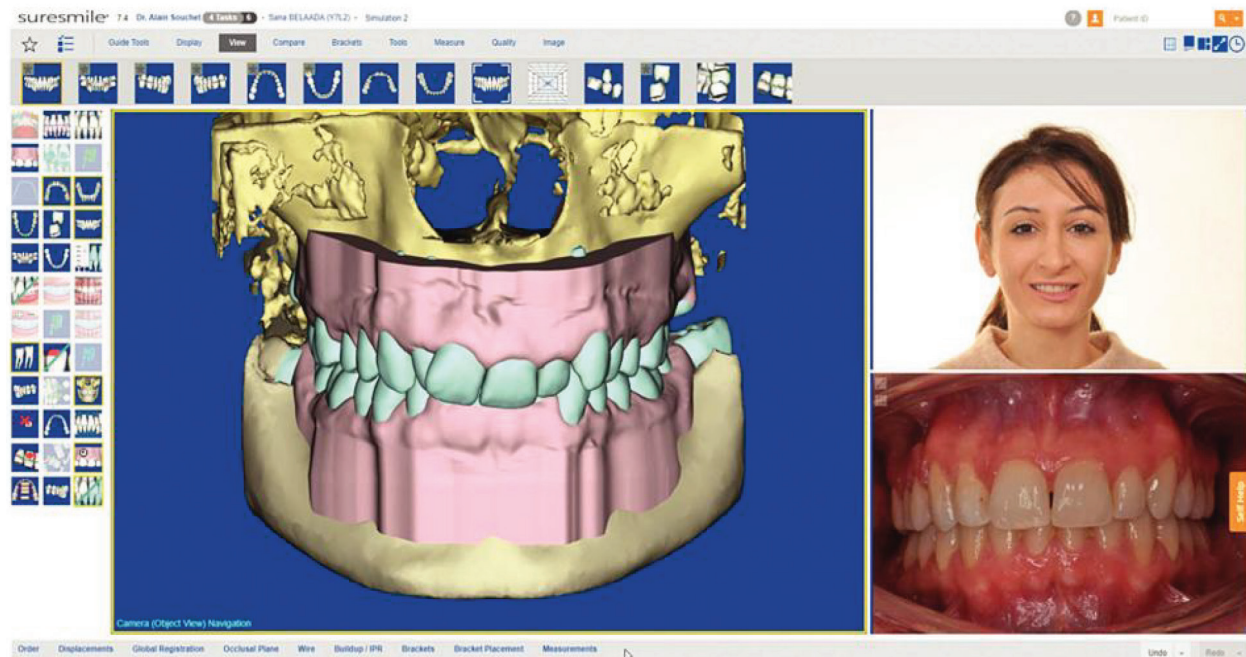
تشخیص و لیست مشکلات چارچوبی است که اهداف درمان

ارتودنسی و ارتوپدی صورت و دندان، تخصصی درباره نظارت، هدایت و اصلاح ساختارهای صورتی و دندانی بالغ یا در حال رشد است، از جمله شرایطی که نیازمند حرکت دادن دندان یا اصلاح روابط نادرست و ناهنجاری ساختارهای مربوطه و تنظیم روابط بین دندان ها و استخوان های صورت با اعمال نیروها و/یا تحریک و هدایت دوباره نیروهای فانکشنال در مجموعه کرانیوفیشیال هستند.^۱ برای تشخیص دقیق یک مال اکلوزن، علم ارتودنسی روشی را بر پایه شناسایی مشکل که در علم پزشکی توسعه یافته، اتخاذ کرده است. هر فاکتوری که علت ایجاد مشکل بوده، یا در ناهنجاری سهیم باشد و یا به هر نحوی درمان را تحت تأثیر قرار دهد، باید بررسی گردد. اطلاعات از طریق گرفتن هیستوری پزشکی و دندان پزشکی، ارزیابی کلینیکی و ثبت رکورد که شامل مدل ها، عکس ها و تصاویر رادیوگرافی می شود، به دست می آید. با آنالیز بانک داده ها که شامل شبکه ای از عوامل مرتبط با یکدیگر هستند، لیستی از مشکلات شکل می گیرد. تشخیص، از باز خورد متوالی بین شناسایی مشکل و بانک داده حاصل شده و در نهایت، باید درکی در مورد اتیولوژی مال اکلوزن فراهم کند.^۲

تشخیص و طرح درمان در علم ارتودنسی به شدت در طی دهه های گذشته در حال تغییر است و از آنالیز بافت سخت دو بعدی و بررسی کست های گچی به سمت توازن بافت نرم و آنالیز نسبت ها با کمک تکنولوژی ۳ بعدی، در حال حرکت است. یک معاینه کلینیکی دقیق همچنان کلید یک تشخیص خوب است، به طوری که بسیاری از جنبه های طرح درمان، به صورت تابعی از ارزیابی سیستماتیک خصوصیات فانکشنال و استتیک بیمار نمایان می شود.^۳ معرفی طیف وسیعی از دستگاه های جمع آوری داده های



شکل ۱-۱ مراحل تشخیص و طرح درمان در عصر ارتودنسی دیجیتال. (modified from Uribe FA, Chandhoke TK, Nanda R. Individualized orthodontic. (32-diagnosis. In Nanda R. ed. Esthetics and Biomechanics in Orthodontics. 2nd ed. St. Louis, MO: Elsevier Saunders: 2015:1)



شکل ۱-۲ یکپارچگی اطلاعات CBCT، اسکن سه بعدی صورت، مدل های دیجیتال از اسکن های داخل دهانی و تنظیمات مجازی ارتودنتیک.

و فضای مورد نیاز، مدل‌های دیجیتال می‌توانند به عنوان استاندارد طلایی جدید در نظر گرفته شوند.^۶

ثابت شده است که مدل‌های دیجیتال، تکرار مراحل ساخت را به حداقل رسانده و بازده کلی را بالا می‌برند. همچنین برای بیمار تجربه خوشایندتری به ارمغان می‌آید. توسعه تکنولوژی اسکنرهای جدید (برای مثال بر اساس تصویربرداری چند نقطه‌ای کروماتیک هم محور و هولوگرافی دیجیتال با طول موج دوگانه) میزان دقت و قابلیت کاربرد کلینیکی سیستم‌های IOS را افزایش می‌دهد.^۷

اخیراً تکنولوژی نزدیک مادون قرمز (NIR) در سیستم‌های IOS ادغام شده است. NIR طیفی از طول موج‌های الکترومغناطیسی بین ۰/۷ و ۲ میکرومتر می‌باشد (شکل ۱،۴). تعامل یک طول موج کوتاه اختصاصی با بافت سخت دندان، اطلاعات دیگری از ساختار آن به ما می‌دهد. به دلیل ضریب پراکنش پایین مینا، NIR از آن عبور کرده و به عنوان یک ناحیه سیاه نمایان می‌شود، در حالی که عاج به دلیل پدیده پراکنش نور ایجاد شده توسط آرایش توپول‌های عاج، شفاف دیده می‌شود. هرگونه تداخل یا ضایعه و ناحیه پاتولوژیک از دیمینرالیزاسیون در تصویر NIR به صورت نواحی روشن به نظر می‌رسد که به دلیل پراکندگی بیشتر در آن نواحی است. بنابراین IOS بدون هرگونه اکسپوزر اشعه ایکس، اطلاعاتی در مورد پوسیدگی‌های احتمالی ارائه می‌دهد.^۸

با استفاده از ابزار قالب‌گیری دیجیتال مشخص شده است که محصولات لابراتواری نیز منسجم‌تر شده و نیازمند chair time کمتری هنگام قراردمی هستند.^۹

تصویربرداری سه‌بعدی

توموگرافی کامپیوتری با پرتو مخروطی (CBCT)

تصویربرداری سه‌بعدی در طی دو دهه گذشته پیشرفت بسیاری داشته و در ارتودنسی و همچنین جراحی دهان، فک و صورت کاربردهایی پیدا کرده است. در تصویربرداری سه‌بعدی پزشکی یک سری اطلاعات آناتومیک با استفاده از ابزار تصویربرداری تشخیصی جمع‌آوری شده و توسط یک کامپیوتر پردازش و سپس در یک مانیتور دو بعدی نمایش داده شده و توهم عمق را ایجاد می‌کند. این استنباط از عمق باعث می‌شود که تصویر سه‌بعدی ظاهر شود.^{۱۰} در طی ۱۵ سال گذشته تصویربرداری CBCT به عنوان یک مکمل مهم تصویربرداری برای تشخیص در ارتودنسی و طرح درمان به خصوص در شرایطی که نیاز به درک روابط آناتومیک پیچیده و ساختارهای مجاور در استخوان‌های فک و صورت می‌باشد، پدیدار شده است. از زمان معرفی سفالواستات، Broadbent بر نیاز به تطابق

بیمار را مشخص می‌کند. با تنظیم شدن این دو مورد، طرح درمان برای رسیدن به آن اهداف طراحی می‌گردد.^۲ در ارتودنسی الاینرها، نرم‌افزار CAD انیمیشن‌های درمان را نشان داده و به دندان‌پزشک این امکان را می‌دهد که ظاهر دندان‌ها و صورت را که در نتیجه درمان به دست می‌آید، تجسم کند؛ با این حال، انیمیشن‌ها باید توسط ارتودنسیست مرحله به مرحله یا فریم به فریم تحلیل شده تا مشخص شود که چگونه باید به اهداف درمان از مکانیک گرفته تا توالی درمان پرداخته شود. فقط با یک کنترل دقیق از هر مرحله طرح درمان مجازی، نتایج قابل اطمینانی حاصل می‌شود. مانند همیشه این ارتودنسیست است که مسئول نتیجه درمان است و نه تکنیک مورد استفاده.

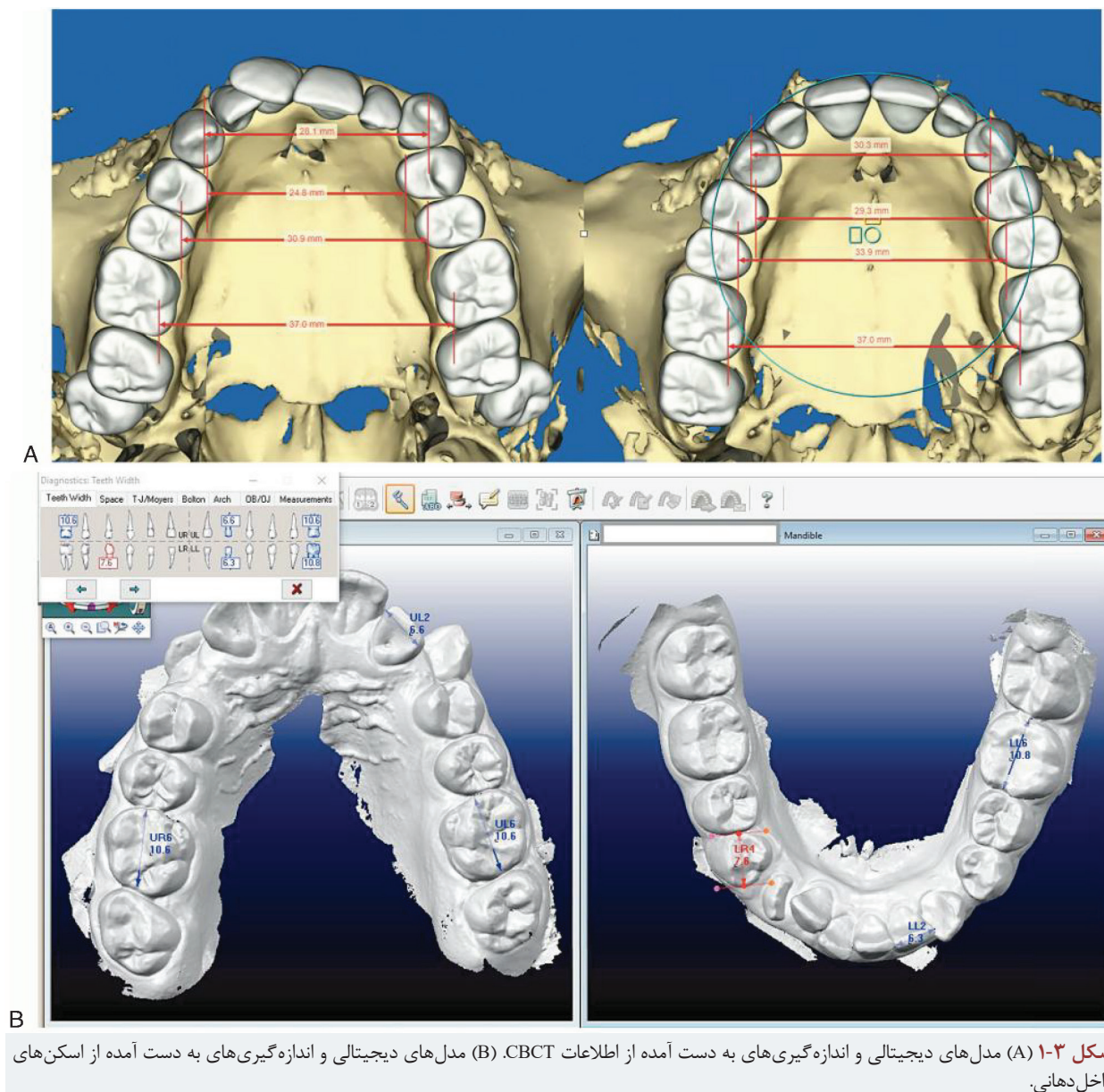
رکوردهای امروزی باید ارزیابی سه‌بعدی استتیک و عملکرد بیمار را تسهیل کنند.

اسکن‌های داخل‌دهانی و مدل‌های دیجیتال

قالب‌گیری سنتی و مدل‌های گچی به سرعت در حال جایگزینی با IOSها هستند. این اسکنرها به طور کلی خطر عدم دقت را به علت نیاز به گردآوری چندین عکس سه‌بعدی برای تشکیل یک مدل بالا می‌برند. هرچند مطالعات اخیر نشان داده‌اند که صحت و دقت اسکنرهای IOS موجود در بازار برای استفاده ارتودنسی عالی است. مدل‌های دیجیتالی به اندازه مدل‌های گچی متداول قابل اعتماد بوده، دارای دقت بالا و قابلیت تکرار شونده‌گی هستند. (شکل ۱،۳)

به علاوه، این مدل‌ها می‌توانند در نرم‌افزارهای مختلف ارتودنسی استفاده شده و به ارتودنسیست این امکان را می‌دهند که برخلاف روش‌های هزینه‌بر و وقت‌گیر تشخیصی و وکس‌آپ، طرح درمان مجازی را اجرا کرده و انواع گوناگون آن را در چند دقیقه بررسی کند. اجرای این تنظیمات به صورت دیجیتال، نه تنها به دندان‌پزشک این اجازه را می‌دهد که طرح درمان‌های مختلف را به سادگی بررسی کند، بلکه ارتباط بهتر با دیگر متخصصان را به خصوص در مواردی که نیازمند درمان ارتودنسی و ترمیمی هستند، تسهیل می‌کند. طرح‌ریزی درمان مجازی همچنین به ارتباط بهتر با بیمار کمک کرده و اجازه تجسم نتیجه و پروسه درمان را نیز می‌دهد.^۵

مزایای دیگر مدل‌های مجازی از قوس‌های دندان، مربوط به آنالیز مدل تحقیقاتی بوده که قدمی حیاتی در تشخیص و طرح درمان ارتودنسی محسوب می‌شود. در مقایسه با اندازه‌گیری کست‌های فیزیکی با استفاده از لوپ و یا کولیس، اندازه‌گیری دیجیتال روی مدل‌های مجازی معمولاً به نتایج درمانی مشابه حاصل از روش‌های متداول می‌رسد.^۷ علاوه بر این با مزایای دیگری از نظر هزینه، زمان



شکل ۳-۱ (A) مدل‌های دیجیتالی و اندازه‌گیری‌های به دست آمده از اطلاعات CBCT. (B) مدل‌های دیجیتالی و اندازه‌گیری‌های به دست آمده از اسکن‌های داخل دهانی.

مزیت کلیدی CBCT تصاویر با وضوح بالا با دوز تابش نسبتاً پایین آن است.^{۱۶} قرار دادن بیمار در معرض اشعه ایکس باید توجه‌کننده‌ای داشته باشد و در عین حال تمامی اصول و روش‌های مورد نیاز برای به حداقل رساندن اشعه رسیده به بیمار نیز در نظر گرفته شود. قانون ALARA همیشه باید در نظر گرفته شود: ALARA مخفی در ایمنی اشعه است که به معنای کمترین مقداری از اشعه است که از نظر منطقی قابل دستیابی باشد. این قانون توسط مؤسسات حرفه‌ای و سازمان‌های دولتی حمایت می‌شود.^{۱۷،۱۸} کمیته ملی اندازه‌گیری و حفاظت در برابر تشعشع با درک این مسأله که تصویربرداری تشخیصی به عنوان بزرگترین منبع آکسپوزر به اشعه یونیزان برای مردم آمریکا بوده و موضوعی قابل کنترل است، مفهومی اصلاح شده

کامل اشعه ایکس جانبی و قدامی-خلفی برای به دست آوردن یک بازسازی سه‌بعدی بی‌نقص از مجموعه تأکید کرد.^{۱۱} تصویربرداری CBCT ویژگی‌ها و مزایایی منحصر به فرد نسبت به تصویربرداری خارج‌دهانی متداول برای ارتقای درمان ارتودنسی فراهم می‌کند.^{۱۲} سفالومتری لترال اطلاعاتی در مورد نمای ساجیتال و عمودی مال اکلوژن و همچنین اطلاعات کمی راجع به اختلالات یک طرفه و عرضی ارائه می‌دهد. به نظر می‌رسد مورد دوم مربوط به شهر نشینی و صنعتی شدن است که در دهه‌های گذشته رایج شده است.^{۱۳-۱۵} بنابراین نیاز به ابزار تشخیصی که اطلاعاتی مربوط به مال اکلوژن‌های فک و صورت را به صورت سه‌بعدی در اختیار قرار دهد، در حال افزایش است. در حالی که کاربردهای کلینیکی، از ارزیابی آناتومی تا پاتولوژی اغلب ساختارها در ناحیه فک و صورت را شامل می‌شوند،