طراحی نرم‌افزار واکاوی فضا و بررسی دقت اندازه گیری دندان‌ها به دو روش دستی و نرم افزار رایانه‌ای

حمیدرضا پاکشیر*، پریسا صالحی، سید محمد مهدی رویین‌پیکر***، زهرا امامی*****

* عضو کمیته تحقیقات ارتودنسی، استاد گروه ارتودنسی، دانشکده‌ی دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شیراز، شیراز، ایران
** عضو کمیته تحقیقات ارتودنسی، دانشیار گروه ارتودنسی، دانشکده‌ی دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شیراز، شیراز، ایران
*** دستیار تخصصی گروه ارتودنسی، دانشکده‌ی دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شیراز، شیراز، ایران
**** دستیار تخصصی گروه پریودنتیکس، دانشکده‌ی دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شیراز، شیراز، ایران

چکیده

درآمد: روش‌های گوناگونی جهت پیش‌بینی پهنای کانین و پره‌مولارهای نروییده ارایه شده است. امروزه استفاده از روش‌های دیجیتال جهت واکاوی‌های دندانی در ارتودنسی پیشنهاد می‌گردد.

هدف: هدف از این پژوهش، طراحی نرم‌افزار واکاوی فضا و بررسی مقایسه‌ای دقت اندازه‌گیری دندان‌ها به دو روش دستی و نرم افزار طراحی شده (دیجیتال) در یک جمعیت ایرانی بود.

مواد و روش: به کمک زبان‌های برنامه نویسی C++ و دلفی (Delphi) نرم‌افزاری طراحی گردید که با اسکن دو بعدی قالب‌های گچی دندانی و استفاده از دو معادله‌ی ۱۲ متغیره که در آن از دندان‌های پیشین و مولارهای نخست هر دو فک استفاده شده است، پهنای کانین و پرمولارهای نروییده را پیش‌بینی نماید. با تهیه‌ی تصاویر دو بعدی از ۱۲۵ قالب گچی دندانی (۷۵ قالب از جنس مونث و ۵۰ قالب از جنس مذکر) با سیستم دندانی دایمی، میزان دقت پیش‌بینی معادله‌ها ارزیابی گردید و سپس با تهیه‌ی تصاویر دو بعدی از ۵۰ قالب گچی دندانی با سیستم دندانی مختلط دقت اندازه‌گیری دندان‌ها توسط نرم‌افزار بررسی شد. همچنین، مدت زمان اندازه‌گیری دستی و دیجیتال قالب‌های گچی نیز ارزیابی گردید. سپس داده‌های موجود به کمک نرم‌افزار SPSS با ویرایش ۱۷ و توسط آزمون آماری تی زوج (Paired Sample) جهت مقایسه‌ی اندازه‌گیری قالب‌های گچی و دیجیتال و بررسی خطای Interobserver و Intraobserver واکاوی آماری شد.

یافته‌ها: پیشگویی پهنای دندان‌های کانین و پرمولار نخست و دوم از طریق نرم‌افزار در فک بالا و پایین جنس‌های مذکر و مونث با اندازه‌گیری دستی از طریق کولیس دیجیتال تفاوت معناداری نداشت ($p < ۰/۰۵$). همچنین، تفاوت آماری معنادار میان اندازه‌گیری پهنای مزیودیستالی دندان‌ها به روش دیجیتال و دستی وجود نداشت ($p < ۰/۰۵$). بر پایه‌ی یافته‌های این بررسی اختلاف آماری معنادار میان اندازه‌گیری‌ها توسط دو آزمونگر و دوبار اندازه‌گیری توسط یک آزمونگر و سرعت اندازه‌گیری در قالب گچی و دیجیتال وجود نداشت ($p < ۰/۰۵$). با وجودی که سرعت اندازه‌گیری به روش دیجیتال و دستی تفاوت آماری معنادار را نشان نمی‌داد، اما تفاوت سرعت و زمان انجام واکاوی فضا در دو روش از نظر آماری چشمگیر بود.

نتیجه‌گیری: نرم‌افزار طراحی شده از دقت کافی در پیشگویی پهنای کانین و پرمولارهای نروییده با استفاده از معادله برخوردار است و استفاده از نرم‌افزار قابلیت بالایی از لحاظ سرعت نسبت به ارزیابی دستی در پیشگویی اندازه‌ی دندان‌های کانین و پرمولار نخست و دوم در دوره‌ی دندانی مختلط دارد.

واژگان کلیدی: دیجیتال، نرم افزار واکاوی فضا، تصاویر اسکن دوبعدی

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱۲/۱۶ ، **تاریخ پذیرش مقاله:** ۹۰/۶/۶ ، *Shiraz Univ Dent J 2011; 12(3):239-251* **مقاله‌ی پژوهشی اصیل**

نویسنده‌ی مسوول مکاتبات: پریسا صالحی. شیراز، خیابان قصردشت، قم‌آباد، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شیراز، گروه ارتودنسی
تلفن: ۴-۶۲۶۳۱۹۳-۰۷۱۱ پست الکترونیک: salehi_pa@yahoo.com

درآمد

دوره‌ی دندانی مختلط زمانی است، که هم دندان‌های شیری و هم دایمی همزمان وجود دارند و اکلوژن در حال تکامل است. واکاوی دندانی زمانی انجام می‌گیرد، که چهار دندان اینسایزور دایمی فک پایین و مولارهای نخست دایمی رویش پیدا کرده‌اند [۱].

هم اکنون برای برآورد پهنای مزیودیستال دندان‌های کانین و پره‌مولارهای نروییده سه روش وجود دارد: به کمک پرتونگاری [۲]، روش برآوردهای آماری [۱ و ۳] و روش سوم ترکیبی از پرتونگاری و برآوردهای آماری [۴] است، که هم اکنون به دلیل آسانی، استفاده از برآوردهای آماری رایج‌تر است.

از آنجا که در طول زمان ابعاد فک، اندازه‌ی دندان‌ها و گونه‌های مال‌اکلوژن تغییر می‌کند، به نظر می‌رسد واکاوی‌های دندانی در نژادها و جنسیت‌های گوناگون به ازای هر نسل (تقریباً هر ۳۰ سال) نیاز به بازنگری دارد [۵-۱۰].

در پژوهشی که توسط صالحی و همکاران [۱۱]، بر روی ۷۱۵ قالب گچی دندانی انجام شد استفاده از ۱۶ متغیر در پیشگویی پهنای مزیودیستالی دندان‌های کانین و پره‌مولار نروییده بررسی گردید، که این ۱۶ متغیر شامل پهنای مزیودیستالی همه‌ی دندان‌های پیشین و مولار نخست دایمی فک بالا و پایین و پهنای باکولینگوالی مولارهای نخست هر دو فک بود.

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که بهترین معادله، معادله‌ی خطی ۱۲ متغیره ای است که برای پیشگویی پهنای مزیودیستالی دندان‌های کانین و پره‌مولار نروییده، از پهنای مزیودیستالی همه‌ی دندان‌های پیشین و مولار نخست دایمی فک بالا و پایین استفاده می‌کند که ضریب تعیین (r^2) به دست آمده در آن نسبت به بررسی‌های پیشین انجام شده در نژاد ایرانی بالاتر است. با توجه به پیچیده بودن این معادله، برای استفاده از آن می‌باید از روش نرم افزار استفاده شود و استفاده‌ی دستی از آن بسیار وقت گیر و خسته کننده است.

در پژوهش‌های بسیاری استفاده از نرم‌افزار و قالب دیجیتالی در اندازه‌گیری پهنای دندان‌ها بررسی شده است. در بیشتر پژوهش‌ها تفاوت آماری معناداری میان پهنای دندان‌ها در قالب گچی و دیجیتال دیده نشده است. نتایج بررسی‌های انجام شده بیانگر این بود، که دقت (Accuracy)، قابلیت تکرار (Reproducibility) و موثر بودن (Effectiveness) روش دیجیتالی همانند روش دستی بر روی الگوهای گچی است و الگوهای بر مبنای رایانه از نظر بالینی پذیرفتنی هستند [۱۲-۲۸].

در دو بررسی، که یکی بر روی قالب‌های گچی فتوکپی شده و دیگری بر روی قالب‌های دیجیتالی شده از روش سونیک (Sonic digitalization) انجام شد نتایج پذیرفتنی به دست نیامد [۲۹ و ۳۰].

در بیشتر بررسی‌های انجام شده از الگوهای دیجیتال سه بعدی استفاده شد، که به علت گرانی و وقت‌گیر بودن تهیه‌ی این الگوها، برای انجام این بررسی از الگوهای دو بعدی استفاده گردید.

همان‌گونه که گفته شد، بر پایه‌ی پژوهش صالحی و همکاران، معادله‌ی پیشنهادی بر پایه‌ی مجموع پهنای مزیودیستالی چهار دندان پیشین فک پایین در این بررسی در مقایسه با معادله‌ی ۱۲ متغیره از ضریب تعیین کمتری برخوردار است. این معادله‌ی ۱۲ متغیره که از بیشترین ضریب تعیین در میان معادله‌های این بررسی برخوردار است و بر پایه‌ی دندان‌های جمعیت ایرانی پیشنهاد شده، بیشترین توان برآورد را در پیشگویی پهنای مزیودیستالی دندان‌های نروییده‌ی جمعیت ایرانی نشان می‌دهد، اما استفاده از این معادله‌ی ۱۲ متغیره به دلیل پیچیدگی بسیار در درمان‌های ارتودنسی دشوار است. به همین دلیل نرم‌افزاری طراحی گردید، که بتواند با اسکن قالب‌های گچی دندانی با اسکنر دو بعدی، واکاوی فضا را در جمعیت ایرانی با استفاده از چهار دندان اینسایزور و مولارهای نخست دایمی فک پایین و بالا انجام دهد. هدف از این پژوهش، طراحی نرم افزار واکاوی فضا، بررسی دقت نرم‌افزار ساخته شده در واکاوی فضا و اندازه‌گیری پهنای دندان‌ها و همچنین بررسی دقت معادله‌های ارایه شده در بررسی پیشین بود.

مواد و روش

جهت این پژوهش مقطعی (Cross sectional)، با استفاده از زبان‌های برنامه نویسی C++ و دلفی، در مرکز تحقیقات ارتودنسی دانشگاه علوم پزشکی شیراز نرم‌افزاری فراهم گردید، که با وارد کردن تصاویر اسکن شده‌ی قالب‌های گچی بیماران و مشخص نمودن پهنای مزیودیستالی دندان‌ها، انجام واکاوی فضا و بولتون امکان پذیر گردید.

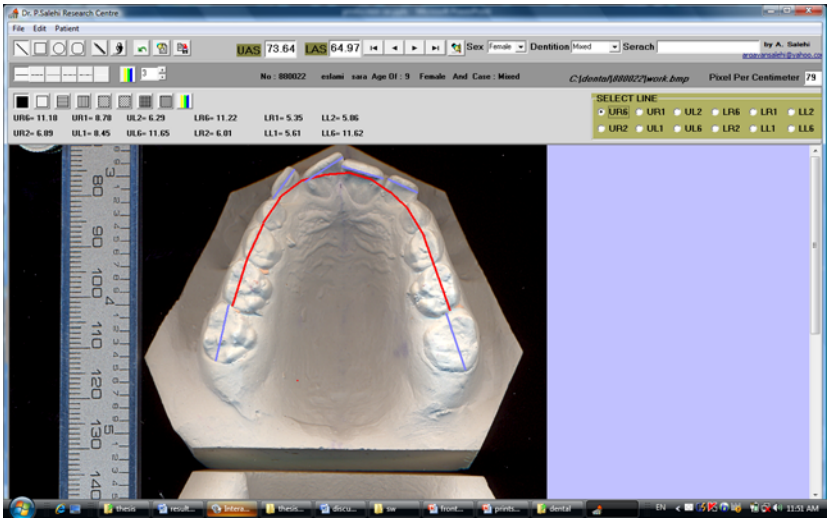
قالب گچی بیمار به صورت واژگون بر روی صفحه‌ی

اسکنر قرار داده، به گونه‌ای که از سطح اکلوزال قالب‌های گچی تصویر گرفته شود. (پیش از قرار دادن قالب گچی، تماس‌های اضافی در دیستال دندان‌های مولار نخست و یا هر جای دیگر قالب گچی به منظور ایجاد حداکثر تماس سطح اکلوزال با صفحه اسکنر، از میان برداشته شد.) سپس، با استفاده از اسکنر معمولی دو بعدی Hp Scanjet 380, Hewlett-Packard Development (Company, L.P. China) با وضوح دست کم ۲۰۰ نقطه در اینچ، قالب‌های گچی اسکن شده و تصاویر به فرمت BMP ذخیره گردید. به منظور کالیبره کردن نرم‌افزار و از میان بردن خطای بزرگنمایی احتمالی اسکنر، یک خط‌کش در کنار قالب‌های گچی اسکن شد، به گونه‌ای که در آغاز کار با مشخص کردن یک سانتی‌متر بر روی خط‌کش، همه‌ی اندازه گیری‌ها بر مبنای آن انجام گردید.

سپس، به کمک نرم‌افزار، میزان فضای موجود به روش Integral unlimited partition اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری میزان فضای موجود به شکل زیر بود:

توسط کاربر، شمار هشت پاره خط شامل یک پاره خط به ازای هر دندان کانین شیری، دندان پیشین مرکزی و کناری دایم، یک پاره خط به ازای دندان‌های مولار نخست و دوم شیری هر سمت بر روی خط اکلوزال (در فک بالا از شیار مرکزی دندان‌های پشتی و سینگولوم دندان‌های پیشین و در فک پایین از کاسپ باکال دندان‌های پشتی و نوک دندان‌های پیشین) رسم شده و همزمان با رسم هر پاره‌خط، اندازه‌ی آن با دقت ۰/۰۱ به طور خودکار توسط نرم‌افزار مشخص و با پاره‌خط قبلی جمع گشته و بر صفحه‌ی مانیتور نمایش داده می‌شد. در نهایت، مجموع این پاره‌خط‌ها توسط نرم افزار از مزیال مولر نخست تا مولر نخست دایمی ارزیابی می‌گردید و به عنوان Upper Available Space و Lower Available Space (فضای موجود در فک بالا و پایین) برای ارزیابی واکاوی فضا ثبت می‌شد. گفتنی است، که روش رسم هشت پاره‌خط، دقت اندازه گیری بیشتری نسبت به روش رسم چهار پاره‌خط دارد. آشکار است، که بر پایه‌ی منطق هندسی برای رسم یک منحنی هر چه از پاره خط‌های بیشتری استفاده شود رسم منحنی دقیق تر خواهد بود. در ضمن، نرم‌افزار قابلیت رسم بی‌شمار پاره‌خط در شرایط دلخواه را داراست.

سپس، نقاط مزیالی و دیستالی دندان‌های مولر نخست دایمی و دندان‌های پیشین دایمی فک بالا و پایین در دوره‌ی دندانی مختلط توسط کاربر تعیین شده و پهنای مزیودیستال دندان‌های مولر نخست دایمی و دندان‌های پیشین دایمی فک بالا و پایین (در مجموع ۱۲ اندازه گیری) توسط نرم‌افزار اندازه‌گیری و ثبت می‌گردید. در صورت دیدن (یا وجود) دندان‌های مولر نخست نیمه‌ی رویش یافته، دندان‌های شکسته و یا کیفیت نامناسب قالب گچی در یک سمت، با توجه به همبستگی بالای سمت راست و چپ دندان‌های بیمار در هر فک، از دندان سمت رو به روی هر قوس برای اندازه گیری استفاده می‌شد و نیاز به قالب گیری دوباره وجود نداشت (نگاره‌ی ۱). پس از آن، با انتخاب گزینه‌ی مشاهده‌ی نتایج (View result) صفحه‌ی نتایج واکاوی آشکار می‌گردید. در این بخش، نرم‌افزار به کمک معادله‌های به دست آمده از بررسی‌های پیشین نتایج واکاوی فضا را نشان می‌داد. این معادله‌ها که به تفکیک فک و جنس است در ادامه یادآوری



نگاره‌ی ۱ *نمایی از نرم افزار طراحی شده و خطوط رسم شده برای اندازه‌گیری فضای موجود و فضای مورد نیاز*

می‌گردد. در معادله‌های یاد شده برای آسانی، از نشانه‌های اختصاری زیر استفاده شده است:

(Sum: Summation of the mesiodistal width L:lower U:upper L:left R:right 1:central incisor) 2: lateral incisor 6:first molar

جنس مذکر

۱. مجموع پهنای مزیودیستال کانین و پره‌مولار نروییده در فک بالا:

Sum U345=-۰/۰۲۶(UR6)+۰/۴۳۲(UR2)+۰/۷۳۵(UR1)-۰/۱۵۱(UL1)+ ۰/۱۴۰(UL2)+۰/۲۰۶(UL6)+ ۰/۰۷۵(LR6)+ ۰/۰۷۸(LR2) -۰/۳۷۳(LR1)+ ۰/۳۶۷(LL1)+ ۰/۵۵۰(LL2)+ ۰/۰۰۹(LL6)+ ۵/۹۹۶

۲. مجموع پهنای مزیودیستال کانین و پره‌مولار نروییده در فک پایین:

SumL345=۰/۱۷۰(UR6)+۰/۲۳۷(UR2)+۰/۳۸۴(UR1)+۰/۰۰۱(UL1)+۰/۱۷۲(UL2)+۰/۱۷۰UL6)+۰/۲۱۷(LR6)+۰/۴۲۸(LR2)-۰/۰۵۳(LR1)+۰/۵۱۴(LL1)+۰/۱۶۸(LL2)+۰/۳۰۸(LL6)+۳/۰۶۱

جنس مونث

۱. مجموع پهنای مزیودیستال کانین و پره‌مولار نروییده در فک بالا:

SumU345=۰/۰۵۴(UR6)+۰/۰۲۱(UR2)۰/۱۵۸(UR1)+۰/۲۹۴(UL1)+۰/۳۹۲(UL2)+۰/۳۶۵(UL6)-۰/۰۰۱(LR6)+۰/۳(LR2)+۰/۳۳۶(LR1)-۰/۱۳۷(LL1)+۰/۴۱۲(LL2)+۰/۳۲۳(LL6)+۴/۱۶۸

۲. مجموع پهنای مزیودیستال کانین و پره‌مولار نروییده در فک پایین:

SumL345=۰/۰۵۷(UR6)+۰/۲۳۷(UR2)+۰/۱۸۵(UR1)-۰/۰۰۴(UL1)+۰/۰۲۲(UL2)+۰/۱۹۷(UL6)-۰/۰۴۶(LR6)+۰/۵۹۶(LR2)+۰/۴۱۸(LR1)+۰/۰۲(LL1)+۰/۱۷۸(LL2)+۰/۴۵۷(LL6)+۳/۳۳۹

شیوه‌ی بررسی دقت معادله‌های مورد استفاده در نرم‌افزار جهت پیش‌بینی دندان‌های نروییده و مقایسه‌ی اندازه‌گیری پهنای مزیودیستالی دندان‌های مولار نخست و دندان پیشین به روش دستی و نرم افزاری

با توجه به بررسی‌های پیشین و معادله‌ی $N = \left(\frac{z_{1-\alpha/2} + z_{1-\beta}}{\frac{1}{2}\log\frac{1-r}{1+r}} \right)^2 + 3$ ، ۱۲۵ قالب گچی (۵۵ قالب گچی مربوط به بیماران مذکر و ۷۰ قالب گچی مربوط به بیماران مونث) با ویژگی‌های زیر انتخاب گردید:

۱. همه‌ی بیماران ایرانی بودند.

۲. همه‌ی دندان‌های دایمی به جز مولرهای سوم به گونه‌ی کامل رویش پیدا کرده بودند.

۳. کست‌ها از کیفیت خوبی برخوردار بودند.

بیماران با شرایط زیر از نمونه‌های بررسی کنار گذاشته شدند:

۱. بیماران با پیشینه‌ی درمان ارتودنسی

۲. بیماران با آنومالی‌های مادرزادی همچون شکاف کام و دندان‌های Peg lateral که از نظر ظاهر کاملا قابل تشخیص باشند.

۳. بیماران با فقدان مادرزادی دندان‌ها (Congenital missing)، دندان‌های کشیده شده، بدشکل، شکسته، دارای ترمیم و پوسیدگی اینترپروگزیمال.

در انتخاب نمونه ها از نظر Tipping دندان‌های پیشین هیچ محدودیتی وجود نداشت و با توجه به حجم نمونه، شیب‌های گوناگون دندانی هم در بررسی قرار داده شد.

پیش‌بینی پهنای دندان‌های کانین و پره‌مولار به کمک نرم‌افزار انجام گرفت. سپس، پهنای دندان‌های کانین و پره‌مولار بر روی قالب گچی با استفاده از کولیس دیجیتال Mitutoyo Digimatic (Mitutoyo Corporation, Japan) با دقت ۰/۰۱ اندازه گیری گردید. به کمک آزمون آماری تی زوج مجموع پهنای مزیودیستالی دندان‌های کانین و پره‌مولار ارزیابی شده با روش دستی و از طریق نرم‌افزار مقایسه گردید.

برای تعیین پایایی اندازه گیری، ۲۰ کست از ۱۲۵ کست برای بار دوم اندازه‌گیری و Correlation میان دوبار اندازه‌گیری ۰/۹۸ ارزیابی شد (p <۰/۰۰۱). دقت اندازه‌گیری پهنای مزیودیستال دندان‌ها به کمک نرم افزار و به روش زیر بررسی گردید:

قالب‌های گچی فک بالا و پایین از ۵۰ فرد در دوره‌ی دندانی مختلط مراجعه کننده به بخش ارتودنسی دانشکده‌ی دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز با معیارهای ورود و خروج یاد شده در بالا (به جز مورد ۲) انتخاب گردید. پهنای مزیودیستال دندان‌های مولر نخست و دندان‌های پیشین دایمی فک بالا و پایین دوبار با استفاده از نرم‌افزار بر روی تصویر اسکن‌های دو بعدی و دوبار با استفاده از کولیس دیجیتال Mitutoyo Digimatic (Mitutoyo lorporation, Japan) با دقت ۰/۰۱ بر روی قالب گچی توسط آزمونگر یک و یک بار با استفاده از نرم افزار برای اسکن‌های دو بعدی و یک بار با استفاده

جدول ۱ *میانگین تفاوت پهنای دندان‌های کانین و پره‌مولار در اندازه‌گیری دستی و پیش بینی آن به کمک نرم‌افزار*

		تفاوت اندازه‌گیری گچی و برآورد دیجیتال	قدر مطلق تفاوت اندازه‌گیری گچی و برآورد دیجیتال
مذکر	فک بالا	۰/۰۰۹۱ ± ۰/۷۴	۰/۶۱ ± ۰/۴۵
	فک پایین	۰/۰۰۳۰ ± ۰/۷۸	۰/۵۸ ± ۰/۴۸
مونث	فک بالا	۰/۰۰۰۱ ± ۰/۹۳	۰/۷۲ ± ۰/۵۹
	فک پایین	۰/۰۰۹۱ ± ۰/۹۰	۰/۷۰ ± ۰/۵۶

از کولیس دیجیتال توسط آزمونگر دو اندازه گیری گردید، به گونه‌ای که فاصله‌ی زمانی هر یک از اندازه گیری‌ها برای هر آزمونگر بیشتر از دو هفته بود. با این روش برای قالب‌های گچی و قالب‌های دیجیتالی خطای Intraobserver و خطای Interobserver به دست آمد. همچنین، مقایسه‌ی اندازه‌گیری میان قالب‌های گچی و دیجیتالی دو بعدی برای آزمونگر یک و دو انجام شد.

زمان لازم برای اندازه‌گیری پهنای مزیودیستال دندان‌های فک بالا و پایین در روش دستی و دیجیتالی دو بعدی توسط یک کورنومتر اندازه‌گیری و مقایسه شد. مدت زمان ارزیابی شده، از آغاز اندازه‌گیری نخستین دندان تا دندان آخر است. در روش دستی، اندازه گیری توسط یک نفر انجام شده و یادداشت نتایج توسط آزمونگر دیگر انجام می گرفت. گفتنی است که زمان جای‌گذاری اعداد در معادله پیچیده‌ی ۱۲ متغیره توسط رایانه و گزارش نتیجه در مقایسه با استفاده از ماشین حساب توسط کاربر مسلماً ناچیز بود. سپس، داده‌های به دست آمده توسط نرم‌افزار SPSS و آزمون آماری تی زوج جهت مقایسه‌ی اندازه‌گیری قالب‌های گچی و دیجیتال و بررسی خطای Interobserver و Intraobserver واکاوی آماری شد.

یافته‌ها

نتایج دقت پیش بینی اندازه‌ی دندان‌های کانین و پره‌مولار توسط نرم افزار

پیشگویی پهنای دندان‌های کانین و پره‌مولار با روش نرم‌افزار در فک بالا و پایین جنس‌های مذکر و مونث با اندازه‌گیری دستی پهنای این دندان‌ها بر روی قالب‌های گچی با روش کولیس دیجیتال تفاوت معنادار نداشت (جدول ۱). میانگین تفاوت پهنای دندان‌های کانین و پره‌مولار در مردان در فک بالا ۰/۷۴ ±۰/۰۰۹۱ و در فک پایین ۰/۷۸ ± ۰/۰۰۳۰ و در زنان در فک بالا ۰/۹۳ ±۰/۰۰۰۱ و در فک پایین ۰/۹۰ ± ۰/۰۰۹۱ میلی‌متر بود.

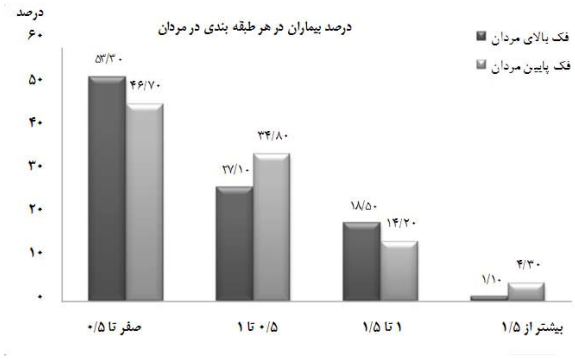
به علت این‌که تفاوت میان اندازه های پیش بینی شده‌ی دندان‌های کانین و پره‌مولار به وسیله‌ی نرم افزار با اندازه‌ی واقعی این دندان‌ها بر روی قالب گچی به وسیله‌ی کولیس دیجیتال می‌تواند مثبت و یا منفی باشد و همچنین، برخی از این تفاوت ها می توانند یکدیگر را خنثی کنند ، اندازه‌ی مطلق (قدر مطلق) تفاوت ها نیز ارزیابی گردید. این نتایج برای فک پایین بهتر از فک بالا و در جنس مذکر بهتر از جنس مونث بود. تفاوت اندازه‌ی واقعی دندان‌های کانین و پره‌مولار با اندازه‌ی پیش بینی شده توسط نرم افزار مثبت و منفی است و یکدیگر را خنثی می کند. در نتیجه میانگین قدر مطلق‌ها نیز در نظر گرفته شد، که در فک بالا و پایین مردان به ترتیب ۰/۴۵±۰/۶۱ و ۰/۴۸±۰/۵۸ و در فک بالا و پایین زنان به ترتیب ۰/۵۹ ± ۰/۷۲ و ۰/۵۶ ± ۰/۷۰ میلی‌متر ارزیابی شد، که در جدول ۱ نیز قابل دیدن است.

با توجه به پژوهش پاردس (Paredes) و همکاران [۱۲]، رده‌بندی اصلاح شده‌ی قدر مطلق تفاوت میان اندازه‌ی واقعی و پیش بینی شده‌ی دندان‌های کانین و پره‌مولار به چهار حالت: عالی، خوب، متوسط و ضعیف تقسیم شده است. این رده‌بندی به شکل زیر بود:

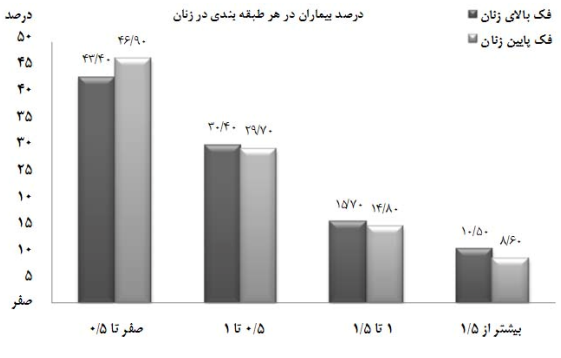
کمتر از ۰/۵ میلی‌متر: عالی، میان ۰/۵ تا ۱ میلی‌متر: خوب، میان ۱ تا ۱/۵ میلی‌متر: متوسط، بیشتر از ۱/۵ میلی‌متر: ضعیف همان‌گونه که در نمودارها دیده می‌شود، ۸۰/۴ درصد فک بالای مردان، ۸۱/۵ درصد فک پایین مردان، ۷۳/۸ درصد فک بالای زنان و ۷۶/۶ درصد فک پایین زنان اختلاف کمتر از ۱ میلی متر داشتند و در متوسط و ضعیف انجام گرفت، که در نمودارهای ۱ و ۲ نشان داده رده‌بندی عالی و خوب قرار می‌گرفتند و ۱/۱ درصد فک بالای مردان، ۴/۳ درصد فک پایین مردان، ۱۰/۵ درصد فک بالای زنان و ۸/۶ درصد فک پایین زنان اختلاف بیشتر از ۱/۵ میلی متر داشته و در رده‌بندی ضعیف قرار می‌گرفتند.

نتایج دقت اندازه‌گیری دندان‌های دایمی به دو روش دستی و نرم‌افزار

نتیجه‌ی اندازه‌گیری قالب‌های گچی و دیجیتال آزمونگر



نمودار ۱ *در صد بیماران مرد در رده‌بندی قدر مطلق تفاوت میان اندازه‌ی واقعی و پیش‌بینی شده‌ی دندان‌های کانین و پره‌مولا ر به کمک نرم افزار*



نمودار ۲ *در صد بیماران زن در رده‌بندی قدر مطلق تفاوت میان اندازه‌ی واقعی و پیش‌بینی شده‌ی دندان‌های کانین و پره‌مولا ر به کمک نرم افزار*

یک، تکرار اندازه‌گیری آزمونگر و نیز انـدازه‌گیـری آزمـونگر دو در جدول ۲ آمده است.

الف. مقایسه‌ی اندازه‌گیری قالب گچی و دیجیتال

تفاوت اندازه‌گیری قالب گچی بـا دیجیتـال بـرای آزمـونگر یک و دو در جدول ۲ دیده می‌شود.

نتایج این بررسی نشان می‌داد، که بر پایه‌ی آزمـون آمـاری تی زوج تفاوت آماری معنادار میان اندازه‌گیری به روش دیجیتال و دستی وجود نداشت و برای همه‌ی اندازه‌گیـری‌هـا p <۰/۰۵ بـود. میانگین اندازه‌گیری در آزمونگر یک بـه روش دیجیتـال برابـر بـا ۸/۱۳۵ و به روش دستی برابر با ۸/۱۰۴ میلی‌متر و در آزمـونگر دو میانگین اندازه‌گیری به روش دیجیتال برابر با ۸/۱۰۳ و بـه روش دستی برابر با ۸/۱۱۹ میلی‌متر گزارش شد و میانگین این اخـتلاف برای آزمونگر یک برابـر بـا ۰/۰۳۱ و بـرای آزمـونگر دو برابـر بـا ۰/۰۱۶ میلی‌متر بود.

ب. خطای Intraobserver

خطای Intraobserver برای قالب‌های گچـی و دیجیتـال در جدول ۳ دیده می‌شود. بر پایه‌ی نتـایج ایـن بررسـی، میـانگین اختلاف در دو بار اندازه‌گیری توسط یک آزمونگر در قالـب گچـی برابر با ۰/۰۰۷ و در قالب دیجیتال برابر با ۰/۰۲۳ میلی‌متر بـوده و آزمـون آماری paired sample t-test نشان داد، که اختلاف آماری معنادار میان اندازه‌گیری‌های متفاوت توسط یک آزمونگر در قالـب گچی و دیجیتال وجود نداشت (p <۰/۰۵).

جدول ۲ *پهنای مزیودیستالی دندان‌ها در اندازه‌گیری قالب‌های گچی و دیجیتال و میزان تفاوت اندازه‌گیری و میزان p.value توسط آزمونگر یک، تکرار اندازه‌گیری آزمونگر یک و اندازه گیری آزمونگر دو*

	آزمونگر یک (بار نخست)				آزمونگر یک (بار دوم)				آزمونگر دو			
	قالب گچی	قالب دیجیتال	تفاوت اندازه‌گیری قالب گچی و دیجیتال	p-value*	قالب گچی	قالب دیجیتال	تفاوت اندازه‌گیری قالب گچی و دیجیتال	p-value*	قالب گچی	قالب دیجیتال	تفاوت اندازه‌گیری قالب گچی و دیجیتال	p-value*
Ur6	۱۰/۵۱	۱۰/۵۱	۰/۰	۰/۵۶	۱۰/۵۴	۱۰/۴۸	۰/۰۶	۰/۲۳	۱۰/۵۱	۱۰/۴۶	۰/۰۵	۰/۳۲
Ur2	۶/۸۵	۶/۸۵	۰/۰	۰/۵۰	۶/۸۴	۶/۹۱	−۰/۰۷	۰/۳۱	۶/۸۸	۶/۷۷	۰/۱۱	۰/۱۸
Ur1	۸/۸۱	۸/۸۷	−۰/۰۶	۰/۳۴	۸/۸۰	۸/۸۴	−۰/۰۴	۰/۴۳	۸/۷۸	۸/۷۷	۰/۰۱	۰/۴۸
Ul1	۸/۷۱	۸/۷۹	−۰/۰۸	۰/۲۲	۸/۷۳	۸/۷۵	−۰/۰۲	۰/۴۴	۸/۷۵	۸/۷۴	۰/۰۱	۰/۴۷
Ul2	۶/۸۰	۶/۸۴	−۰/۰۴	۰/۳۹	۶/۸۲	۶/۸۰	۰/۰۲	۰/۳۴	۶/۸۶	۶/۸۴	۰/۰۲	۰/۴۷
Ul6	۱۰/۴۲	۱۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۱۸	۱۰/۴۱	۱۰/۳۱	۰/۱۰	۰/۲۲	۱۰/۴۰	۱۰/۳۷	۰/۰۳	۰/۳۲
Lr6	۱۰/۷۵	۱۰/۸۰	−۰/۰۵	۰/۳۲	۱۰/۷۳	۱۰/۸۰	−۰/۰۷	۰/۲۲	۱۰/۷۴	۱۰/۷۰	۰/۰۴	۰/۲۱
Lr2	۶/۲۶	۶/۰۷	۰/۱۹	۰/۱۰	۶/۲۰	۶/۱۲	۰/۰۸	۰/۲۱	۶/۱۶	۶/۱۴	۰/۰۲	۰/۳۸
Lr1	۵/۷۷	۵/۷۷	۰/۰	۰/۵۲	۵/۶۹	۵/۷۷	−۰/۰۸	۰/۳۹	۵/۶۳	۵/۸۹	−۰/۲۶	۰/۱۷
Ll1	۵/۷۲	۵/۷۶	−۰/۰۴	۰/۴۵	۵/۶۵	۵/۸۱	−۰/۱۶	۰/۱۴	۵/۵۹	۵/۷۶	−۰/۱۷	۰/۳۳
Ll2	۶/۲	۶/۲۵	−۰/۰۵	۰/۴۷	۶/۲۰	۶/۲۵	−۰/۰۵	۰/۳۸	۶/۱۱	۶/۲۲	−۰/۱۱	۰/۲۹
Ll6	۱۰/۷۳	۱۰/۷۶	−۰/۰۳	۰/۳۸	۱۰/۷۱	۱۰/۸۹	−۰/۱۸	۰/۲۲	۱۰/۷۱	۱۰/۷۶	−۰/۰۵	۰/۲۷
میانگین	۸/۱۰۴	۸/۱۳۵	۰/۰۳۱	۰/۵۷	۸/۰۹۷	۸/۱۱۲	−۰/۰۱۵	۰/۶۱	۸/۱۱۹	۸/۱۰۳	۰/۰۱۶	۰/۵۷

6:firstmolar 2:lateral incisor 1:central incisor l:left r:rightl U:upper L:lower *p.value < 0.05 = significant

جدول ۳ *تفاوت دو بار اندازه‌گیری قالب گچی و دیجیتال توسط آزمونگر یک و تفاوت اندازه‌گیری قالب گچی و دیجیتال توسط دو آزمونگر*

	قالب گچی				قالب دیجیتال			
	تفاوت دو بار اندازه‌گیری	p-value*	تفاوت اندازه‌گیری دو آزمونگر	p-value*	تفاوت دو بار اندازه‌گیری	p-value*	تفاوت اندازه‌گیری دو آزمونگر	p-value*
Ur6	۰/۰۳	۰/۳۲	۰/۰	۰/۴۹	−۰/۰۳	۰/۳۷	−۰/۰۵	۰/۳۶
Ur2	−۰/۰۱	۰/۴۸	۰/۰۳	۰/۳۷	۰/۰۶	۰/۲۹	−۰/۰۸	۰/۱۸
Ur1	−۰/۰۱	۰/۵۱	−۰/۰۳	۰/۴۲	−۰/۰۳	۰/۳۹	−۰/۱۰	۰/۴۳
Ul1	۰/۰۲	۰/۳۸	۰/۰۴	۰/۲۵	−۰/۰۴	۰/۳۲	−۰/۰۵	۰/۲۱
Ul2	۰/۰۲	۰/۳۳	۰/۰۶	۰/۲۷	−۰/۰۴	۰/۲۳	۰/۰	۰/۴۸
Ul6	−۰/۰۱	۰/۳۹	−۰/۰۲	۰/۳۱	۰/۰۳	۰/۲۸	۰/۰۹	۰/۱۷
Lr6	−۰/۰۲	۰/۴۱	−۰/۰۱	۰/۴۷	۰/۰	۰/۴۶	−۰/۱۰	۰/۲۱
Lr2	−۰/۰۶	۰/۱۵	−۰/۱۰	۰/۲۱	۰/۰۵	۰/۳۲	۰/۰۷	۰/۲۱
Lr1	−۰/۰۸	۰/۱۳	−۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۰	۰/۴۴	۰/۱۲	۰/۱۶
Ll1	−۰/۰۷	۰/۲۴	−۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۲۱	۰/۰	۰/۴۷
Ll2	۰/۰	۰/۵۲	−۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۰	۰/۴۹	−۰/۰۳	۰/۲۱
Ll6	−۰/۰۲	۰/۴۶	−۰/۰۲	۰/۴۵	۰/۱۳	۰/۳۴	۰/۰	۰/۴۹
میانگین	۰/۰۰۷	۰/۵۹	۰/۰۱۵	۰/۴۹	۰/۰۲۳	۰/۵۳	۰/۰۳۲	۰/۵۸

6:firstmolar 2:lateral incisor 1:central incisor r:rightl l:left U:upper L:lower *p.value < 0.05 = significant

ج. خطای Interobserver

خطای Interobserver برای قالب های گچی و دیجیتال در جدول ۳ دیده می‌شود. نتایج آزمون آماری تی زوج نشان داد، که تفاوت آماری معنادار میان اندازه‌گیری توسط آزمونگرهای متفاوت وجود نداشت (p <۰/۰۵) ، که این نتیجه هم در اندازه‌گیری‌های قالب گچی و هم قالب دیجیتال دیده شد. میانگین اختلاف میان دو آزمونگر در قالب گچی برابر با ۰/۰۱۵ و در قالب دیجیتال برابر با ۰/۰۳۲ میلی‌متر بود.

سرعت اندازه‌گیری

بر پایه‌ی آزمون آماری تی زوج سرعت اندازه‌گیری به روش دیجیتال و دستی تفاوت آماری معنادار را نشان نمی‌داد، هرچند میانگین زمان به دست آمده در قالب گچی بیشتر از دیجیتال بود. میزان p.value در آزمونگر یک برابر با ۰/۱۶ و در آزمونگر دو برابر با ۰/۲۳ بود. میانگین زمان به دست آمده در آزمونگر یک در قالب گچی برابر با ۳/۱ ± ۸۳ و در قالب دیجیتال برابر با ۲/۴ ± ۸۱ ثانیه گزارش شد. زمان به دست آمده در آزمونگر دو در قالب گچی برابر با ۵/۴ ± ۸۷ و در قالب دیجیتال برابر با ۴/۳ ± ۸۵ ثانیه بود.

بحث

نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد، که نرم‌افزار ارایه شده از دقت کافی در پیش‌بینی پهنای دندان‌های رویش نیافته برخوردار است و تفاوت بسیار کم میانگین پهنای دندان‌های کانین و پره‌مولار در اندازه‌گیری‌های قالب های گچی و مقدار پیش بینی شده، نشان‌دهنده‌ی دقت بالای نرم‌افزار با وجود استفاده از اسکنر دو بعدی در این بررسی است.

از آنجا که اسکنرهای دو بعدی ارزان‌تر بوده و در همه جا در دسترس است استفاده از آنها برای این بررسی در نظر گرفته شد. با وجود دقت فراوان اسکنرهای سه بعدی که در واقع ممکن است تنها عامل کاربرد این دستگاه باشد، استفاده از آن معایبی نیز همچون هزینه‌بر و زمان‌بر بودن را دارد. در بررسی‌هایی که قالب دیجیتالی سه‌بعدی را مورد بررسی قرار می دهند باز هم تصویر، تنها به شکل دوبعدی دیده شده و در نتیجه مشخص کردن نقاط باز هم دچار نقایصی است [۱۲].

بر پایه‌ی پژوهش مولن (Mullen) و همکاران، پیدا کردن بیشترین پهنای مزیودیستال در قالب‌های دیجیتالی سه بعدی، با وجودی که کاربر می‌تواند آن را بر روی صفحه‌ی نمایش بچرخاند و حتی با وجود Resolution بالا، بسیار دشوار بوده است. همچنین، در قالب‌های سه بعدی دیجیتال نیز، گاهی منطقه‌ی میان دندانی برای مشخص کردن بیشترین پهنای مزیودیستال دندان‌ها قابل تشخیص نبود [۱۸].

افزون بر این، اندازه‌گیری در الگوهای دیجیتال سه بعدی میان ارتودنتیست‌ها با توجه به گونه‌ی آموزش و توانایی آنها متفاوت است و نیز استفاده از این نرم افزارها به علت لزوم چرخش قالب دیجیتالی بر روی صفحه‌ی مانیتور دشوار بوده و باعث می‌شود، که اندازه‌گیری‌های گوناگونی به دست آید [۲۳].

بنابر پژوهشی که توسط آسکویت (Asquith) و همکاران، انجام شده انجام اسکن سه بعدی از هر قالب گچی زمانی برابر با سه ساعت و هزینه‌ای برابر با £200 داشته است [۱۳].

از آنجاکه پژوهش‌های گوناگون اندازه‌گیری فضای موجود (Space Available) حتی بر روی قالب‌های گچی و از طریق سیم برنجی (Brass wire) را بسیار Subjective دانسته اند و نیز حتی بعضا برای ارزیابی فضای موجود گذاشتن نقاط کمان را بیرون از قوس دندانی پیش از درمان و با توجه به مقدار گسترش (Expansion) مورد نیاز بسته به نظر درمانگر می‌دانستند [۲۰]، بنابراین در این پژوهش، از بررسی و مقایسه‌ی فضای موجود به دست آمده در قالب‌های گچی و دیجیتالی خودداری شد. هر چند می‌توان انتظار داشت، که ارزیابی فضای موجود در قالب‌های گچی از طریق رسم چهار پاره خط مرسوم قطعا از دقت کمتری نسبت به رسم بیشمار پاره خط بر روی قالب های دیجیتال برخوردار باشد. آشکار است، که بر پایه‌ی منطق هندسی برای رسم یک منحنی هر چه از پاره‌خط‌های بیشتری استفاده شود، رسم منحنی دقیق‌تر خواهد بود. گفتنی است، که نرم افزار ارایه شده در این بررسی توانایی رسم بی نهایت پاره خط را بر اساس خواسته‌ی ارتودنتیست داراست.

بررسی دقت پیش‌گویی پهنای دندان‌های رویش نیافته توسط نرم افزار

از آنجا که استفاده از معادله‌ی ۱۲ متغیره دشوار می‌نمود، تصمیم بر آن شد تا با ارایه‌ی نرم‌افزار، استفاده‌ی بالینی از این معادله‌ها در طرح درمان‌های ارتودنسی آسان‌تر گردد.

این نرم‌افزار با استفاده از معادله‌های ۱۲ متغیره در جنس‌های زن و مرد به واکاوی فضا می‌پردازد. از آنجا که در بررسی‌های پیشین تفاوتی معنادار میان جنس‌های مذکر و مونث برای اندازه‌ی دندان‌ها در فرمول‌های پیش‌بینی گزارش شده است [۳۱-۳۳]، در بررسی کنونی هم معادله‌های جدا برای دو جنس در نظر گرفته شد و در نرم افزار مورد استفاده قرار گرفت.

آشکار است، که به منظور بالا بردن دقت هر چه بیشتر نرم افزار باید از دقیق‌ترین روش پیش گویی پهنای مزیودیستالی دندان‌های رویش نیافته در هر جمعیت استفاده نمود. در میان پژوهش‌های انجام شده در این زمینه، در بررسی صالحی و همکاران، با استفاده از ترکیب اندازه‌ی دندان‌های روییده‌ی دایمی در دوره‌ی دندانی مختلط به صورت معادله‌ی ۱۲ متغیره یکی از بالاترین رگرسیون‌های خطی در مقایسه با بررسی‌های پیشین در نژادهای گوناگون و در نژاد ایرانی به دست آمد. نتایج این بررسی و بررسی‌های دیگر بیانگر این است، که برآوردهای تاناکا و جانستون و مایرز در جمعیت ایرانی از دقتی پذیرفتنی برخوردار نیست. در بررسی صالحی و همکاران، میزان ضریب تعیین (r^2) معادله‌ی ۱۲ متغیره بسیار بالاتر از معادله‌ی تک متغیره بر پایه‌ی مجموع پهنای مزیودیستالی ۴ دندان پیشین فک پایین است [۱۱].

در همه‌ی بررسی‌های پیشین، ضریب تعیین به دست آمده کمتر از ضریب تعیین بررسی صالحی و همکاران (فک بالا و پایین به ترتیب ۰/۴۸۸ و ۰/۵۴۲) بود. ضریب تعیین معادله‌ها در فک بالا و پایین در آمریکاییان سفید پوست توسط تاناکا و جانسون به ترتیب ۰/۴ و ۰/۴۲ [۳]، در شمال تایلند توسط جارونتام و گودفری (Jaroontham & Godfrey) ۰/۳۶ و ۰/۴۱ [۳۲]، در سوریه توسط نورا... (Nourallah) ۰/۴۵ و ۰/۴۶ [۳۴] و در ایران توسط فتاحی و همکاران ۰/۲۴ و ۰/۴۱ [۳۵] گزارش شد، که همگی کمتر از مقادیر به دست آمده در بررسی انجام شده در ایران هستند. تنها در یک بررسی در ترکیه توسط یویسال (Uysal) مقدار ضریب تعیین در هر دو فک بالا و پایین ۰/۹۸ گزارش گردید، که از همه‌ی بررسی‌ها بیشتر است [۳۶].

در گذشته تنها در پنج بررسی افزون بر مجموع پهنای مزیودیستالی ثنایاهای پایین به عنوان بهترین پیش بینی کننده، از دندان‌های دیگری نیز استفاده شده است [۱۲، ۳۴، ۳۹-۳۷]. در بررسی کنونی نیز، از دندان‌هایی به جز دندان‌های پیشین پایین استفاده گردید.

در بررسی برنابه (Bernabe) و همکاران، ترکیبی از دندان‌های پیشین مرکزی بالا و پایین و مولارهای نخست بالا به عنوان بهترین پیش بینی کننده‌ی کانین ها و پره‌مولارها به دست آمد [۳۷]. در پژوهش نورا... و همکاران، مجموع دندان‌های پیشین مرکزی پایین و مولارهای نخست بالا قوی‌ترین توان پیش بینی را داشت و دندان‌های فک پایین بهتر پیش‌بینی می‌شدند [۳۴].

در بررسی پاردس و همکاران، مجموع دندان‌های پیشین مرکزی بالا و مولارهای پایین بهترین پیش بینی مجموع پهنای مزیودیستالی دندان‌های کانین و پرمولار نخست و دوم در یک جمعیت اسپانیایی را داشت و دندان‌های فک بالا بهتر پیش بینی می‌شدند [۱۲].

در پـژوهش ملگـاکو (Melgaco) و همکـاران، مجمـوع دندان‌های پیشین پایین و مولار نخست پایین بـه عنـوان بهتـرین پیش بینی کننده‌ی کانین‌ها و پره‌مولارها به دست آمد [۳۸].

در بررسی لگوویچ (Legovic) و همکاران، استفاده از سه تا پنج متغیر همچون پهنای مزیودیستالی و باکولینگوالی دندان‌هـای پیشین و مولارهای نخست پیشنهاد گردید [۳۹].

در گذشته تنها در یک بررسی با استفاده از نرم‌افزار و اسکن دو بعدی واکاوی فضا انجام شده است. در ایـن بررسـی پـاردس و همکـاران [۱۲]، بـه پـیش بینـی مجمـوع پهنـای مزیودیسـتالی دندان‌های کانین و پره‌مولار در یک جمعیت اسـپانیایی پرداختـه و بیان نمودند، که پیش‌بینی از طریق دیجیتال دقـت بسـیار بـالایی دارد. به جز این پژوهش، هیچ پژوهشی که پیش‌بینی پهنای کانین و پره‌مولارها را از روش دیجیتال ارزیابی کرده باشد، یافت نشد.

یافته‌هـای بررسـی کنـونی نیـز نشـان داد، کـه اسـتفاده از نرم‌افزار در پیشگویی پهنای مزیودیستالی کـانین و پـره‌مولارهـای نرویـده دقت بسیار بالایی دارد. همان گونه که در پیش یـاد شـد، تفاوت آماری معنادار میان پهنای دندان‌های کانین و پره‌مـولار بـه دست آمـده در قالـب گچـی و دیجیتـال وجـود نداشـت و تفـاوت میانگین پهنای دندان‌های کانین و پره‌مولار در انـدازه‌گیـری‌هـای قالب گچی و دیجیتـال در فـک بـالا و پـایین مـردان بـه ترتیـب ۰/۷۴ ± ۰/۰۰۹۱ و ۰/۷۸ ± ۰/۰۰۳۰ و در فک بالا و پایین زنـان به ترتیب ۰/۹۳ ± ۰/۰۰۰۱ و ۰/۹۰ ± ۰/۰۰۹۱ میلی‌متر بـود، کـه این نشان‌دهنده‌ی دقت بالای نرم‌افزار است.

در رده‌بندی یاد شده به صورت عـالی ، خـوب ، متوسـط و ضعیف [۱۲]، پیش بینی اندازه‌ی دندان‌های کـانین و پـره‌مـولار در فک بالا و پایین مردان و فک بالا و پایین زنان به ترتیـب ۸۰/۴ و ۸۱/۵ و ۷۳/۸ و ۷۶/۶ درصد در رده‌بندی عالی و خـوب (اخـتلاف کمتر از ۱ میلی‌متر) قرار گرفـت و ۱/۱و ۴/۳و ۱۰/۵و ۸/۶ درصـد بـه ترتیـب یـاد شـده در رده‌بنـدی ضـعیف (اخـتلاف بیشـتر از ۱/۵ میلی‌متر) قرار گرفت. در بررسی پاردس و همکاران نیـز، کـه مجموع دندان‌های پیشین مرکزی بالا و مولارهای پایین بهتـرین پیش بینی را داشت، ۸۳ درصد موارد پیش‌بینی از رده‌بنـدی خـوب برخوردار بود [۱۲].

این بررسی را می‌توان هم شامل بررسی توان پـیش گـویی فرمول‌ها و هم شامل توان اندازه‌گیری ۱۲ دندان روییده‌ی دایمـی در دوره‌ی دندانی مختلط با استفاده از روش دیجیتال دانست، کـه مجموع این دو عامل توان پیشگویی اندازه‌ی دندان‌هـای نروییـده (کانین و پره‌مولارها) را آشکار می‌کند اما با این حال تصمیم بر آن شد، که دقت اندازه‌گیری دندان‌ها نیز بررسی گردد.

بررسی دقت اندازه‌گیری پهنای دندان‌ها

در بررسـی کنـونی، تفـاوت آمـاری معنـادار میـان پهنـای مزیودیستالی دندان‌هـا در انـدازه‌گیـری دیجیتـال و دسـتی وجـود نداشت ($p > ۰/۰۵$). تفاوت میانگین پهنـای همـه‌ی دنـدان‌هـا در اندازه‌گیری دیجیتال و دستی در آزمونگر یـک، ۰/۰۳۱ میلـی‌متـر بود. با وجود اینکه به نظر می‌رسد به دلیـل وجـود کـرو اسـپی در قوس دندانی، با روش اسکنر دو بعدی نمی‌تـوان بـه انـدازه‌گیـری دقیق دندان‌ها پی برد، اما یافته‌های موجود خلاف این موضـوع را ثابت می‌کند و نشان می‌دهد که حتی با وجود کرو اسپی، نرم‌افـزار موجود از دقت کافی برخوردار است.

در بیشتر پژوهش‌هایی که به بررسی قالـب‌هـای دیجیتـال پرداختند، نیز تفاوتی معنادار میان قالب گچی و دیجیتال دیده نشد و دقت اندازه‌گیری در قالب‌های دیجیتال پذیرفتنی بـود [۱۴-۲۴، ۲۷]. نتایج پژوهش‌های زیر یافته‌ی بالا را تایید می‌کنند.

در بررسـی توماسـیتی (Tomassetti) و همکـاران، واکـاوی بولتون پیشین و کلی (Overall) به صـورت دسـتی بـا کـولیس و انـدازه‌گیـری از طریـق سـه نـرم‌افـزار کـامپیوتری سـه بعـدی Orthocad, HATS, Quick Ceph ارزیابی گردید که هر سـه روش کامپیوتری تفاوت بالینی معنادار را بـا انـدازه‌گیـری دسـتی نشـان ندادند [۱۴].

موتوهاشی (Motohashi) و همکـاران، مقایسـه‌ای بـر روی قالب‌های گچی و دیجیتالی انجام دادنـد و تفـاوت معنـاداری را در سطح ۱ درصد نیافتند [۲۴].

در بررسـی هیروگـاکی (Hirogaki) و همکـاران، تفـاوت اندازه‌های قالب‌های گچی و دیجیتال را ۰/۳ میلی‌متر اندازه‌گیـری کـردند [۲۵]، کـه این عدد برای بررسی ایوب (Ayoub) و همکاران، ۰/۲ میلی‌متر به دست آمد [۲۶].

کوجیما (Kojima) و همکـاران، اخـتلاف روش دیجیتـال و دستی را برای فاصله‌ی میان پره‌مولار (Inter premolar distance) ۰/۰۳ میلی متر ارزیابی کردند [۲۷].

در پژوهش آسکویت و همکاران، دقیـق‌تـرین انـدازه‌گیـری دیجیتالی برابر فاصله‌ی میـان کـانین‌هـا و کمتـرین دقـت بـرای

پره‌مولارهای پایین بود، که می توان آن را به کراودینگ در این ناحیه در نمونه‌ی مورد بررسی نسبت داد. در این پژوهش، تفاوت اندازه‌گیری دندان‌ها میان قالب گچی و دیجیتال در دامنه‌ی ۰/۱۶ تا ۰/۳۸ میلی‌متر قرار داشت [۱۳].

این در حالی است، که در بررسی مولن (Mullen) و همکاران، مجموع اندازه‌ی پهنای مزیودیستالی در فک بالا و پایین و در قالب‌های دیجیتالی به ترتیب ۱/۵±۱/۴۸ و ۱/۵±۱/۳۶ میلی‌متر کمتر از قالب‌های گچی بود. البته با توجه به این‌که پهنای مزیودیستالی دندان‌های مولار نخست تا مولار نخست هر فک ارزیابی گردیده بود و در بررسی کنونی، تنها ۱۲ دندان از هر دو فک اندازه گیری شده بود، مقایسه‌ی دقیق با بررسی کنونی نمی‌توان انجام داد [۱۸].

البته در پژوهش سانتورو (Santoro) و همکاران، تفاوت اندازه‌گیری قالب‌های گچی و دیجیتال از لحاظ آماری معنادار بودند اما در دامنه‌ی کوچکی (۰/۱۶ تا ۰/۴۹ میلی‌متر) قرار می‌گرفتند. به گونه‌ی کلی در الگوی دیجیتالی، اندازه‌ها کوچکتر به دست آمدند. در نتیجه در اندازه گیری‌های نسبتی (همچون بولتون و یا اوربایت به صورت درصد) مشکل ایجاد ننموده و روی هم رفته توانستند جایگزین پذیرفتنی برای قالب‌های گچی باشند [۲۳].

در بررسی کنونی تفاوت آماری معنادار میان پهنای مزیودیستالی دندان‌ها در دو بار بررسی توسط آزمونگر در اندازه‌گیری دیجیتال وجود نداشت، همچنین این یافته‌ها در اندازه‌گیری قالب گچی نیز دیده شد. میانگین خطای Intraobserver برای قالب‌های دیجیتال در هر اندازه‌گیری ۰/۰۲۳ و برای قالب‌های گچی ۰/۰۰۷ میلی‌متر بود، به بیانی دیگر یک آزمونگر در دفعه‌های گوناگون اندازه‌گیری در هر دو روش دستی و دیجیتال به یافته‌های همانندی دست پیدا نموده و این نشان‌دهنده‌ی پایایی داده‌های به دست آمده است اما میزان خطای آزمونگر برای قالب‌های دیجیتالی بیشتر از قالب‌های گچی بود. در پژوهش سانتورو و همکاران، میانگین خطای Intraobserver برای قالب‌های دیجیتال سه بعدی در هر اندازه‌گیری ۰/۲ میلی‌متر بود [۲۳].

بل (Bell) و همکاران، قالب های دیجیتالی سه بعدی را بررسی کرده و تنها خطای Intraobserver را به دست آوردند. دامنه‌ی خطای آزمونگر ۰/۱۰ تا ۰/۴۸ میلی‌متر بود و هیچ یک از اندازه‌گیری‌ها تفاوت معناداری نداشتند ولی خطای آزمونگر برای قالب‌های دیجیتالی کمتر از قالب‌های گچی بود [۲۸] (به ترتیب ۰/۰۶ و ۰/۱۷ میلی متر).

در بررسی موک (Mok) و همکاران، خطای آزمونگر (Intraobserver) در روش دیجیتال کردن با متد سونیک (Sonic digitization) بهتر از روش دستی با کولیس دیجیتال گزارش شد [۳۰].

در بررسی کنونی، تفاوت آماری معنادار میان پهنای مزیودیستالی دندان‌ها در میان دو آزمونگر در اندازه‌گیری دیجیتال وجود نداشت، همچنین این یافته‌ها در اندازه‌گیری قالب گچی نیز دیده شد. میانگین خطای Interobserver برای قالب‌های دیجیتال در میان دو آزمونگر ۰/۰۳۲ و برای قالب‌های گچی ۰/۰۱۵ میلی‌متر گزارش گردید و میزان خطای میان آزمونگر برای قالب‌های دیجیتالی بیشتر از گچی اما از نظر آماری تفاوت معنادار نداشت.

شیرمر (Schirmer) و همکاران نیز، خطای میان دو آزمونگر را در قالب‌های گچی و فتوکپی شده بسیار پایین دانستند [۲۹].

مولن (Mullen) و همکاران نیز، خطای میان دو آزمونگر را در قالب های گچی و سه بعدی بسیار پایین دانستند [۱۸].

در بررسی موک و همکاران، خطای میان آزمونگر (Intraobserver) در روش دیجیتال کردن سونیک (Sonic Digitization) بیشتر از اندازه‌گیری دستی با کولیس دیجیتال گزارش شد [۳۰].

بررسی سرعت واکاوی فضا

میانگین زمان به دست آمده در آزمونگر یک در اندازه‌گیری دستی ۸۳ ثانیه و میانگین زمان به دست آمده در اندازه‌گیری دیجیتال ۸۱ ثانیه گزارش شد. با توجه به این که هنگام اندازه‌گیری قالب گچی اعداد اندازه‌گیری توسط فرد دیگری یادداشت می‌شد، زمان اندازه گیری میان قالب گچی و دیجیتالی در هر دو آزمونگر یک و دو تفاوت معناداری نداشتند.

در بررسی مولن و همکاران نیز، تفاوت معنادار میان اندازه‌گیری دندان‌ها با نرم افزار و کولیس وجود نداشت [۱۸]. اما نکته‌ی چشمگیر آن است، که در صورتی که مدت زمان نوشتن اندازه‌ی دندان‌ها و در معادله قرار دادن آنها و ارایه‌ی گزارش یافته‌ها (همچون واکاوی فضا، نسبت پیشین و کلی و دیگر ارزیابی‌های یاد شده) ارزیابی گردد در برابر تنها فشار یک کلید در

نرم‌افزار تفاوت چشمگیری ایجاد می گردد. افزون بر این، احتمال خطا به ویژه در صورت استفاده از معادله‌های پیچیده بالا می‌رود.

دیگر بررسی‌ها نیز، اندازه‌گیری دیجیتال را سریع‌تر دانسته‌اند. در همه‌ی بررسی‌های یاد شده مدت زمان ارزیابی دستی واکاوی فضا و بولتون نیز در نظر گرفته شده است. در بررسی توماستی و همکاران، زمان اندازه‌گیری بولتون از طریق نرم افزار با اندازه‌گیری توسط کولیس تفاوت معنادار نشان داد و مدت زمان اندازه‌گیری در نرم افزار Quick ceph ۱/۸۵ دقیقه بود، در حالی که توسط کولیس ۸/۰۶ دقیقه ارزیابی گردید [۱۴].

نتیجه‌گیری

با در نظر گرفتن اندازه‌گیری قالب دیجیتالی از طریق نرم‌افزار ساخته شده می‌توان به نتیجه گیری‌های زیر دست یافت:

۱- پیش بینی اندازه‌ی دندان‌های ۳، ۴ و ۵ به کمک نرم افزار و فرمول ارایه شده‌ی ۱۲ متغیره در فک بالا و پایین در جنس مذکر به ترتیب در ۸۰/۴ و ۸۱/۵ درصد موارد و در فک بالا و پایین در جنس مونث به ترتیب ۷۳/۸ و ۷۶/۶ عالی و خوب (کمتر از یک میلی‌متر) بود.

۲- تفاوت آماری معنادار میان پهنای مزیودیستالی دندان‌ها در اندازه‌گیری دیجیتال و دستی وجود نداشت.

۳- تفاوت آماری معنادار میان دوبار اندازه‌گیری دندان‌های دایمی روییده در دوره‌ی دندانی مختلط در قالب‌های گچی و دیجیتال آزمونگر نخست وجود نداشت.

۴- تفاوت آماری معنادار در اندازه‌گیری دندان‌های دایمی روییده در دوره‌ی دندانی مختلط در قالب‌های گچی و دیجیتال در میان دو آزمونگر وجود نداشت.

به نظر می‌رسد، که نرم افزار ساخته شده می‌تواند به طور مطمئنی جهت واکاوی فضا در قالب‌های دیجیتال دوره‌ی دندانی مختلط به کار رود.

******

References

1. Moyers RE. Handbook of orthodontics. 4th ed., Chicago: Year Book Medical Publishers, INC; 1988. p. 228-240.
2. Lima Martinelli F, Martinelli de Lima E, Rocha R, Souza Tirre-Araujo M. Prediction of lower permanent canine and premolars width by correlation methods. Angle Orthod 2005; 75: 805-808.
3. Tanaka MM, Johnston LE. The prediction of the size of unerupted canines and premolars in a contemporary orthodontic population. J Am Dent Assoc 1974; 88: 798-801.
4. HIXON EH. OLDFATHER RE. Estimation of the Sizes of Unerupted Cuspid and Bicuspid Teeth, Angle Orthod 1958; 28:236-240.
5. Doris JM, Bernard BW, Kuftinec MM. A biometric study of tooth size and dental crowding. American Journal of Orthodontics 1981;79: 326-336.
6. Warren JJ, Bishara SE. Comparison of dental arch measurements in the primary dentition between contemporary and historic samples. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001; 119: 211-215.
7. Bishara SE, Khadivi P, Jacobsen JR. Changes in tooth size-arch length relationships from the deciduous to the permanent dentition: a longitudinal study. Am J Orthod Dentofac Orthop 1995; 108: 607-613.
8. Howe RP, McNamara JA, O'Connor KA. An examination of dental crowding and its relationship to tooth size and arch dimension. Am J Orthod 1983;83:363-373.
9. Garn SM, Lewis AB, Walenga A. Evidence for a secular trend in tooth size over two generations. J Dent Res 1968; 47: 503.
10. Sillman JH. Dimensional changes of the dental arches: longitudinal study from birth to 25 years. Am J Orthod 1964; 50: 824-841.

11. Salehi P, Roeinpeikar SMM, Davari M, Emami Z, Zarif Najafi H. Prediction of mesiodistal width of unerrupted canines and premolars in South Iranian population by presenting new regression equations. J Dent Med Tehran Univ Med Scien 2010;23:75-85
12. Paredes V, Gandia J L, Cibrian R. A new, accurate and fast digital method to predict unerupted tooth size. Angle Orthod 2006; 76: 14–19.
13. Asquith J, Gillgrass T, Mossey P. Three-dimensional imaging of orthodontic models: a pilot study. Eur J Orthod 2007; 29: 517-522.
14. Tomassetti JJ, Taloumis LJ, Denny JM, Fischer JR Jr. A comparison of 3 computerized Bolton tooth-size analyses with a commonly used method. Angle Orthod 2001; 71: 351-357.
15. Quimby ML, Vig KW, Rashid RG, Firestone AR. The accuracy and reliability of measurements made on computer-based digital models. Angle Orthod 2004; 74: 298-303.
16. Stevens DR, Flores-Mir C, Nebbe B, Raboud DW, Heo G, Major PW. Validity, reliability, and reproducibility of plaster vs digital study models: comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006; 129: 794-803.
17. Gracco A, Buranello M, Cozzani M, Siciliani G. Digital and plaster models: a comparison of measurements and times. Prog Orthod 2007; 8: 252-259.
18. Mullen SR, Martin CA, Ngan P, Gladwin M. Accuracy of space analysis with emodels and plaster models.Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007; 132: 346-352.
19. Goonewardene RW, Goonewardene MS, Razza JM, Murray K. Accuracy and validity of space analysis and irregularity index measurements using digital models. Aust Orthod J 2008; 24: 83-90.
20. Leifert MF, Leifert MM, Efstratiadis SS, Cangialosi TJ. Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009; 136: 16.e1-16.e4.
21. Dalstra M, Melsen B. From alginate impressions to digital virtual models: accuracy and reproducibility. J Orthod 2009; 36: 36-41.
22. Horton HM, Miller JR, Gaillard PR, Larson BE. Technique comparison for efficient orthodontic tooth measurements using digital models. Angle Orthod 2010; 80: 254-261.
23. Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay OF, Cangialosi TJ.Comparison of measurements made on digital and plaster models. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003; 124: 101-105.
24. Motohashi N, Kuroda T. A 3D computer-aided design system applied to diagnosis and treatment planning in orthodontics and orthognathic surgery. Eur J Orthod 1999; 21: 263-274.
25. Hirogaki Y, Sohmura T, Satoh H, Takahashi J, Takada K. Complete 3D reconstruction of dental cast shape using perceptual grouping. 1EEE Trans Med Imaging 2001; 20: 1093–1101.
26. Ayoub AF, Wray D, Moos KF, Jin J, Niblett TB, Urquhart C,et al. A three-dimensional imaging system for archiving dental study casts: a preliminary report. Int J Adult Orthod Orthognath Surg 1997; 12: 79–84.
27. Kojima T, Sohmura T, Wakabayashi K, Nagano M, Nakamura T, Takashima F, et al. Development of a new high-speed measuring system to analyze the dental cast form. J Dent Mater 1999; 18: 354-365.

28. Bell A, Ayoub AF, Siebert P. Assessment of the accuracy of a three-dimensional imaging system for archiving dental study models. J Orthod. 2003; 30: 219-223.
29. Schirmer UR, Wiltshire WA. Manual and computer-aided space analysis: a comparative study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1997; 112: 676-680.
30. Mok KH, Cooke MS.Space analysis: a comparison between sonic digitization (DigiGraph Workstation) and the digital caliper. Eur J Orthod 1998; 20: 653-661.
31. Diagne F, Diop-Ba K, Ngom PI, Mbow K:Mixed dentition analysis in sanegalese population: Elaborarion of prediction tables. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003; 124: 178-183.
32. Jaroontham J, Godfrey K. Mixed dentition space analysis in a Thai population. Eur J Orthod 2000; 22: 127-134.
33. Yuen KK, Tang EL, So LL. Mixed dentition analysis for Hong-Kong Chinese. Angle Orthod 1998; 68: 21–28.
34. Nourallah AW, Gesch D, Khordaji MN, Splieth C. New regressions equations for predicting the size of unerupted canines and premolars in a contemporary population. Angle Orthod 2002; 72: 216–221.
35. Fattahi HR, Behpoo A, Bahrami AH. Prediction of mesiodistal width of maxillary and mandibular canines and premolars based on 4 lower incisors. Thesis of dentistry, Shiraz Dental School; 1382. p. 100-120. [Persian]
36. Uysal T, Basciftci FA, Goyenc Y. New regression equations for mixed-dentition arch analysis in a Turkish sample with no Bolton tooth-size discrepancy. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009; 135: 343-348.
37. Bernabe E, Flores-Mir C. Are lower incisors the best predictors for the unerupted canine and premolars sums? An analysis of a Peruvian sample. Angle Orthod 2005; 75: 198–203.
38. Melgaco CA, Araujo M, Ruellas AC. Mandibular permanent first molar and incisor width as predictor of mandibular canine and premolar width. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007; 132: 340-345.
39. Legovic M, Novosel A, Legovic A. Regression equations for determining mesiodistal crown diameters of canines and premolars. Angle Orthod 2003; 73: 314-318.