

## The Effective Factors in the Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review

Seyed Shojaedin Shayegh<sup>1</sup>, Maryam Jahangiri<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Shahed University, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Postgraduate Student, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Shahed University, Tehran, Iran

Received: 21 February 2024, Accepted: 30 July 2024

**Background:** The use of digital technology and intraoral scanners in dentistry has gained increasing popularity. Various factors can impact intraoral scanning accuracy and gaining competent knowledge of these factors can enhance the accuracy, speed and quality of intraoral scanning procedures. In this study, we aimed to investigate the factors influencing the accuracy of digital impressions recorded by intraoral scanners.

**Methods and Materials:** The present systematic review was performed according to the guidelines of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020. A comprehensive search was conducted across databases such as PubMed, Google Scholar, Scopus, Science Direct, Web of Science and Cochrane Library using terms related to “intraoral scanner”, “CAD/CAM”, “digital impression”, “digital dentistry” and “accuracy”. Studies that were published from January 2015-February 2024 in English or Persian language, were retrieved.

**Results:** A total of 1460 studies were initially identified and 100 studies were screened by title and abstract. Case report studies or those which were non-relevant to our PICO model were excluded. Finally, the full text of 30 studies were reviewed.

**Conclusion:** Multiple influencing factors were identified. These factors were classified into five main categories that were either related to the operator (expertise and employed scanning strategy), utilized scanner (size and type), scanned tooth (preparation, distance from adjacent teeth and topographic characteristics), implant (implant location, angulation and scan body), jaw (jaw deformities, intra-arch distance and partial or complete edentulism) or ambient conditions (ambient light and temperature).

**Keywords:** Accuracy, digital dentistry, intraoral scanners

\*Corresponding Author: Maryam.jahangiri@shahed.ac.ir

➤ Please cite this paper as: Shayegh SS, Jahangiri M. The effective factors in the accuracy of intraoral scanners: A systematic review. *J Mashhad Dent Sch* 2024, 48(3):799-819

➤ DOI: [10.22038/jmds.2024.24671](https://doi.org/10.22038/jmds.2024.24671)



## مرور سیستماتیک اکتورهای موثر در دقت اسکنرهای داخل دهانی:

سید شجاع الدین شایق<sup>۱</sup>، مریم جهانگیری<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup>استاد، گروه پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران  
<sup>۲</sup>دانشجوی دوره تخصصی، گروه پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

تاریخ ارائه مقاله: ۱۴۰۲/۱۲/۲ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۹

### چکیده

**مقدمه:** استفاده از ابزارهای دیجیتال و اسکنرهای داخل دهانی، امروزه در دندانپزشکی بسیار رایج شده است. با این وجود مطالعات کمی در مورد دقت اسکنرها و روشهای کاربرد اسکنر که موجب افزایش دقت و سرعت اسکن میشود وجود دارد. در این مطالعه مروری، به بررسی فاکتورهای موثر در دقت اسکن می پردازیم.

**مواد و روش ها:** پروتکل این مطالعه مروری بر اساس گایدلاین PRISMA بوده است. ما در پایگاه های اطلاعاتی Pubmed, Google Scholar, Scopus, Science Direct, Web of Science, Cochrane Library از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ به جست و جو پرداختیم. از میان ۱۰۰+ مقاله مرتبط، ۳۰ مقاله که بیشترین ارتباط به موضوع را داشتند، مورد بررسی قرار گرفتند.

**یافته ها:** در مجموع ۱۰۶۰ مطالعه در ابتدا شناسایی شد و ۵۰ مطالعه بر اساس عنوان و چکیده غربالگری شدند. مطالعات گزارش موردی یا مواردی که به مدل PICO ما مرتبط نبودند، حذف شدند. در نهایت، متن کامل ۳۰ مطالعه بررسی شد.

**نتیجه گیری:** فاکتورهای مختلفی در دقت اسکن تاثیر دارند. آگاهی از این فاکتورهای موثر موجب افزایش دقت، سرعت و کیفیت استفاده از اسکنرهای داخل دهانی می شوند. این فاکتورها عبارتند از اپراتور با تجربه تر، توجه به پیشنهاد شرکت سازنده در مورد استراتژی اسکن، اسکن با زاویه، فینیش لاین چمفر، دندان گردترو زوایای تیز کمتر، فاصله دو ایمپلنت، نوع ترمیم دندان مجاور، توازی ایمپلنت ها، ناحیه قرارگیری ایمپلنت ها، محل قرارگیری بول اسکن بادی، سایز سر اسکنر، مکانیسم اسکنرها، دمای محیط، نور محیط، طول ناحیه اسکن، عرض بین مولری و وجود شکاف های کام یکطرفه و دو طرفه.

**کلمات کلیدی:** دقت؛ دندانپزشکی دیجیتال؛ اسکنرهای داخل دهانی

مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۴۰۳ / دوره ۴۸ / شماره ۳: ۷۹۹-۸۱۹.

### مقدمه:

یکی از مهارت های مهم در دندانپزشکی و به خصوص رشته ی پروتزهای دندانی، تهیه ی یک قالب مناسب از دهان است. به کمک این قالب ها، کست هایی تهیه می شود که در تشخیص، درمان و ساخت پروتزها نقش اساسی دارند.<sup>(۱)</sup> تهیه ی قالب مناسب اولین گام از پروسه ی ساخت پروتز است.<sup>(۲)</sup> برای سالها استاندارد

قالب گیری، روش مرسوم قالبگیری بود. این روشها زمانبر، حساس به تکنیک و نیازمند مواد قالبگیری مناسب هستند و امکان انتقال آلودگی بین لابراتور و مطب را دارند. به علاوه تکرار قالب گیری برای بیمار، ناخوشایند و خسته کننده است.<sup>(۱، ۳-۵)</sup>

در میانه ی قرن ۲۰ دیجیتالی شدن به سرعت در تمام

آسیب به ساختارهای قبلی همانند پایه های دندانی و ایمپلنت ها شود. فاکتورهای متعددی در دقت اسکنرها تاثیر دارد.<sup>(۱۳-۷)</sup> در این مطالعه مروری، به بررسی فاکتورهایی که در دقت اسکنرها تاثیر دارد می پردازیم.

### مواد و روش ها:

این بررسی سیستماتیک مطابق با PRISMA (موارد گزارش ترجیحی برای بررسی های سیستماتیک و متاآنالیز) و رویکرد PICO(S) (بیمار یا جمعیت، مداخله، کنترل یا مقایسه، نتیجه، و انواع مطالعه) انجام شد. سؤال PICO به این ترتیب فرموله شد: در قالبگیری دیجیتال داخل دهان بیماران (P) چه فاکتورهایی (I) موجب اسکن های دیجیتال (C) با دقت بالاتر (O) می شوند؟

جستجو در پایگاه های اطلاعاتی Scopus, Science Direct, Web of Science, Cochrane Library, PubMed, و Google scholar. با استفاده از واژه های "Intraoral scanner" OR "digital impression" OR AND "digital dentistry" OR "CAD/CAM" "Accuracy" انجام شد. استراتژی جستجو برای این بررسی شامل ۳ مرحله بود؛ ابتدا مرور عنوان ها، سپس مطالعه خلاصه مقالات و در نهایت انتخاب مقالات و تجزیه و تحلیل متن کامل انجام شد.

### نتایج:

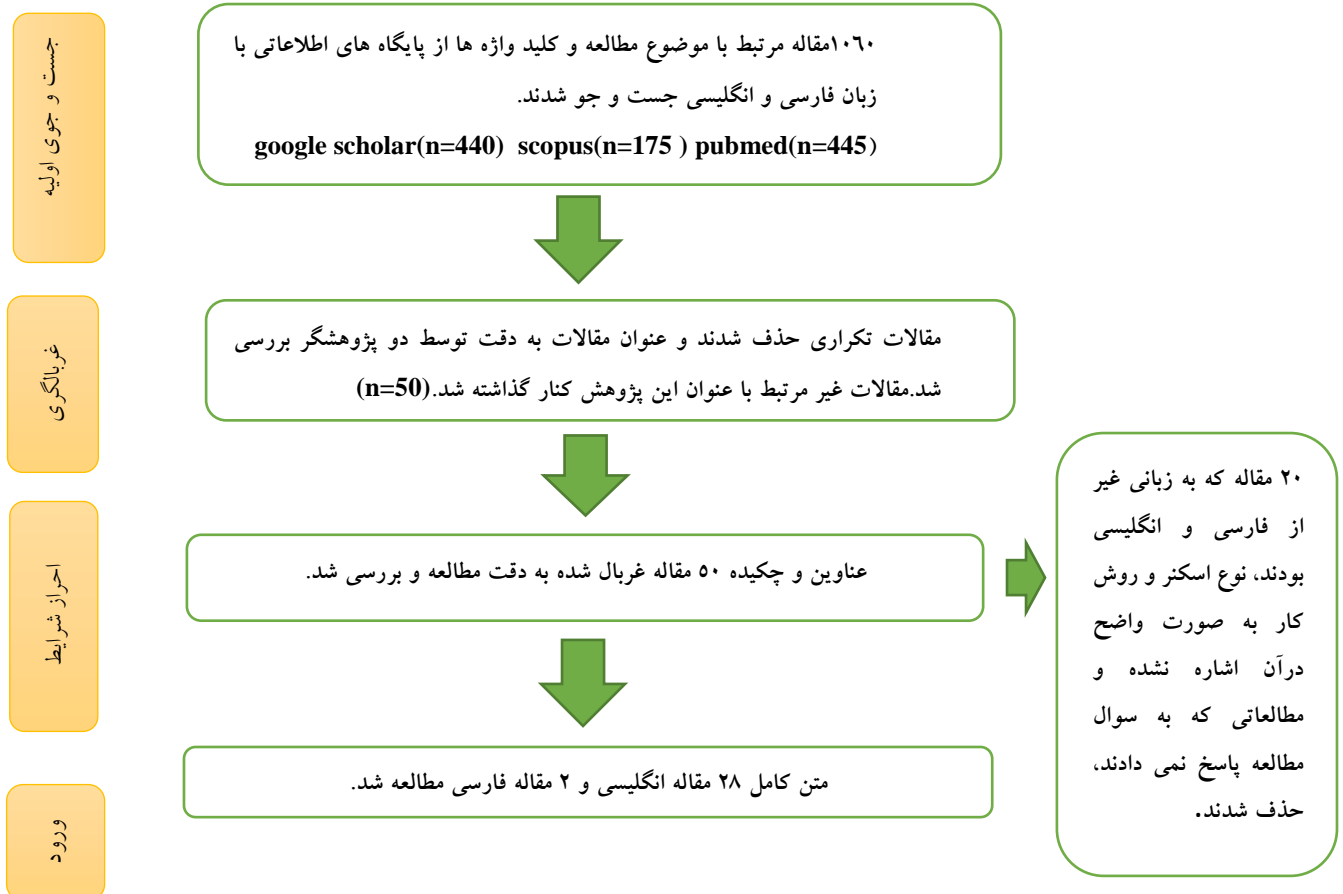
پس از بررسی ۱۰۶۰ مقاله که عنوان مرتبط با کلمات کلیدی داشتند، چکیده ۵۰ مقاله مطالعه شد، مقالاتی که بر روی اسکنرهای خارج دهانی و لابراتواری و پرینترها انجام شده بودند، همچنین مقالات گزارش مورد و مقالاتی که با سوال PICO مرتبط نبودند، از مطالعه کنار گذاشته شدند و از این تعداد متن

صنایع گسترش یافت و سیستم سلامت را نیز در بر گرفت<sup>(۲)</sup>. Francois Duret از پیشگامان استفاده از قالبگیری نوری بود که در سال ۱۹۷۱ در فرانسه از این تکنولوژی استفاده کرد. اولین اسکنر داخل دهانی در سال ۱۹۸۰ در سوییس و توسط پروفیسور Mormann طراحی شد. این اسکنر اولین نسل اسکنرها بود.<sup>(۶)</sup> استفاده از اسکنرهای داخل دهانی مزایا و معایب متعددی دارد. از جمله مزایای آن ها، امکان اصلاح به سادگی و یا اسکن مجدد، دیدن ناحیه و ارزیابی آن حین اسکن، امکان ذخیره فایل بصورت دیجیتال و عدم نیاز به بایگانی کست های فیزیکی، عدم استفاده از مواد قالب گیری، اقتصادی بودن، عدم انتقال عفونت به لابراتور، ارتباط راحت با لابراتور، افزایش رضایت بیمار، امکان اسکن در بیماری که به دلیل رفلکس گگ قادر به قالب گیری نیستیم و امکان انتخاب رنگ بصورت دیجیتالی توسط برخی از سیستم ها را میتوان نام برد.<sup>(۳)</sup> هزینه اولیه بالا، نیاز به آموزش جهت استفاده از اسکنرها، نیاز به اسکن بادی ها جهت اسکن ایمپلنت، سختی ثبت اکلوژن در درمانهای پیچیده، عدم ثبت نواحی زیر لثه در حضور خون و بزاق و بافت نرم، عدم دقت در ثبت ریج های کاملاً بی دندان از جمله معایب استفاده از قالبگیری دیجیتال است.<sup>(۳)</sup> گسترش و پیشرفت روزافزون تکنولوژی های نوین مانند اسکنرهای داخل دهانی، راحتی، افزایش سرعت و افزایش رضایت بیماران موجب افزایش رغبت دندانپزشکان به استفاده از اسکنرها شده است. در استفاده از اسکنرهای داخل دهانی، نکته مهم، اسکن ناحیه با دقت بالاست زیرا کیفیت پایین اسکنرها می تواند موجب دقت پایین تر تطابق ترمیم ها و اپلاینس های ساخته شده از این اسکنرها شده و در صورت وجود دیستورشن می تواند موجب

کامل ۲۸ مقاله مطابق با معیارهای ورود وارد مطالعه شد. (۸، ۱۱، ۱۴-۵۰) دو مقاله فارسی با موضوع مرتبط نیز وارد مطالعه شدند. (۱۰، ۵۱) اطلاعات خارج شده از مطالعات در جدول شماره ۱ بطور خلاصه بیان شده

است. دسته بندی موضوعی براساس سه مطالعه انجام شد. (۵۲-۵۴) (جدول ۱)

نمودار ۱: استراتژی جستجو



جدول ۱: توصیف مقالات وارد شده به مطالعه

توضیحات	نوع اسکنر	محقق	سال انتشار	طبقه بندی
افراد با تجربه کم، اسکن را با دقت پایین تری انجام دادند. در حالیکه افراد با تجربه بالا و متوسط، اسکن با دقت مشابهی انجام دادند.	CEREC Omnicam (Dentsply, Sirona) TRIOS 3; 3Shape	Resende et al	۲۰۲۰	مهارت فاکتورهای مرتبط با ابزار نور اسکنرهای داخل دهانی
افزایش تجربه بر بالا بردن دقت اسکن اثر دارد.	iTero TRIOS 3; 3Shape	Lim et al	۲۰۱۸	فاکتورهای موثر در دقت اسکنرهای داخل دهانی فاکتورهای مرتبط با ابزار نور

هیچ تفاوتی بین یادگیری اسکنرهای wired و wireless وجود نداشت.	I700 Medit	Koo et al	۲۰۲۳	استراتژی اسکن
استراتژی A (اکلوزال-لینگوال-باکال) بصورت معنی دارد، دقت بالاتری دارد	i500 Medit	Gavounelis et al	۲۰۲۲	
این مطالعه تفاوت معنی داری بین سه روش اسکن زیگزاگی، ابتدا ناحیه دندان و سپس ریح بی دندانی و ابتدا ریح بی دندانی و سپس دندان نشان نداد. اما در اسکنرهای TRIOS 3 استفاده از روش ابتدا اسکن ناحیه دندان و سپس بی دندانی اثر الکلنگی فریم پارسیل (seesaw effect) را می‌کاهد.	TRIOS 3 Pod (3 shape)	Chang et al	۲۰۲۳	
این مطالعه نشان داد که الگوی اسکن تأثیری بر دقت اسکن ندارد.	Emerald	Hongseok et al	۲۰۲۲	
بیشترین دقت را در روش Palatal-Occlusal-Buccal و کمترین دقت را در روش زیگزاگ بیان کرد.	TRIOS 3 Emerald	Jamjoom	۲۰۲۳	
فاصله ی ۱۰ میلیمتری بیشترین دقت را نشان داد	i700 (Medit, Seoul, Korea)	Rotar et al	۲۰۲۲	
بیشترین دقت در فاصله ۲/۵ و ۵ میلیمتری است و هر سه اسکنر از نظر کلینیکی دقت قابل قبولی را نشان دادند.	TRIOS 3 (3Shape, Copenhagen, Denmark), CS 3500 (Carestream Health, NY, USA), PlanScan (Planmeca, Helsinki, Finland)	Kim et all	۲۰۱۹	
کمترین دقت در فاصله ۰ میلیمتری است.	i700, TRIOS4, CS 3800, and iTero	Button et al	۲۰۲۳	
تراش کامل دقت بالاتری از تراش پارسیل دارد و امکان زاویه دادن به اسکن در نبود دندان مجاور بصورت معنی داری دقت اسکن را افزایش می‌دهد.	3Shape و TRIOS 3M True Definition	Ammoun et al	۲۰۲۰	زاویه قرارگیری اسکنر
این مطالعه نشان داد که سرعت اسکن تأثیر معنی داری بر دقت اسکن ندارد	Emerald	Hongseok et al	۲۰۲۲	سرعت اسکن

خط خاتمه تراش چمفر بالاترین دقت و شولدر پایین ترین دقت را دارد	iTero Element 2 (Align Technology, San Jose, California, USA), b) Medit i500 (Medit corp, Seongbukgu, South Korea), and c) Trios 4 (3hape, Copenhagen, Denmark) intraoral scanner	Gunel et al	۲۰۲۳	نوع فیتیش لاین	آماده سازی دندان
تفاوت معنی داری بین دو گروه ختم تراش بالا و زیرلته وجود نداشت	Trios 3 shape	Koulivandt et al	۲۰۱۹	محل فیتیش لاین از لته	
دقت بالای لته و در حدلته بیشتر از زیر لته است.	i500 (Medit)	Son et al	۲۰۲۱	محل فیتیش لاین از لته	
اسکنر Trios3 3Shape دقت بالاتری در مولر داشتند	Omnacam CEREC Trios 3 shape	Rafienezad et al	۲۰۲۲		فاکتورهای مرتبط با دندان
دقت اسکن در دندانهای مولر بیشتر و در دندانهای قدامی با سطوح پرشیب و با زوایای تند کم تر است.	blue-light scanner (Identica blue; Medit) the white-light scanner (Identica; Medit)	Jeon et al	۲۰۱۵		
سطوح توپوگرافیک اکلوزال گرد بصورت معنی داری دقت بالاتری دارند	iTero Element 2 (Align Technology, San Jose, California, USA), b) Medit i500 (Medit corp, Seongbukgu, South Korea), and c) Trios 4 (3hape, Copenhagen, Denmark) intraoral scanner	Gunel et al	۲۰۲۳	ویژگی های توپوگرافیک دندان	

فاصله دندان مورد اسکن از دندانهای	۲۰۲۱	Huang et al	CS3600	بیشتر خطاها در فاصله ی زیر ۱/۵ mm از دندانهای مجاور است و فاصله های بالای ۱/۵ mm از دندانهای مجاور دقت اسکن را افزایش می دهد
محل دندان	۲۰۲۰	Son et al	CS3500, CS3600, Trios2, Trios3, and i500	دقت اسکن بصورت معنی داری از قدام به خلف کاهش می یابد
رنگ و همو دندان	۲۰۲۴	Zhuo et al	Trios 3 shape	بیشترین دقت را در شید3M2 نشان داد. این شید در نورهای مختلف کمترین تغییر را نشان داد. به علاوه دقت3M2 در نور اتاق و یونیت بالاتر از سایر شرایط نوری بود
خشکی با مرطوب بودن ناحیه اسکن	۲۰۲۲	Chen et al	Trios 3 and Primescan	دندان مرطوب دقت به مراتب کمتری از دندان خشک و نیمه مرطوب دارد. سطوح اکلوزال دندانهای خلفی، پیت و فیشورها، سطوح اینترپروگزیمال دندانها و مارجین اپاتمنت ها محللهایی هستند که به واسطه رطوبت دقت کمتری را نشان دادند.
تاثیر مواد دندانای بر دقت اسکن	۲۰۲۱	Elter et al	Primescan, Dentsply Sirona	این مطالعه ارتباط معنی داری بین دقت اسکن داخل دهانی و نوع کامپوزیت نشان داد. بالاترین دقت اسکن در گروه universal composite گزارش شد
	۲۰۲۳	Elter et al	Trios4, Trios3, Primescan, Omnicam	این مطالعه نشان داد که مجاورت با فلز کمترین دقت را دارد
فاصله ایمپلنت از مجاور	۲۰۲۱	Thanasrisuebwo ng	TRIOS3 و CEREC Omnicam	هرچه فاصله بین دو ایمپلنت افزایش یابد، دقت بصورت معنی داری کاهش می یابد.
فاکتورهای مرتبط با ایمپلنت	۲۰۲۲	Gómez-Polo et al	Trios3	این مطالعه نشان داد که ایمپلتهای موازی دقت بالاتری در اسکن نسبت به ایمپلتهای زاویه دار داشتند.
	۲۰۲۳	Button et al	i700, TRIOS4, CS 3800, and iTero	دقت بالا تر زاویه ۴۵ درجه و ۱۵ درجه را نشان داد
محل قرار گیری ایمپلنت	۲۰۲۱	Atalay et al	Trios3	اسکن ایمپلنتها در ناحیه انسیزور میانی بالاترین دقت و در ناحیه مولرها پایین ترین دقت را دارد

قرار گرفتن بول اسکن بادی در لینگوال بصورت معنی داری دقت بالاتری را نشان داد	Trios3	Gómez-Polo et al	۲۰۲۲	اسکن بادی	
سر بزرگ اسکنر بصورت معنی داری دقت اسکن را بالا می برد.	IOS; Trophy Solutions, Carestream Health, Rochester, NY, USA	Hayama et al	۲۰۱۸	سایز سر اسکنر	
سایز سر اسکن تاثیر معنی داری بر دقت اسکن دارد و سایز بزرگتر دقت بالاتری نشان می دهد.	Emerald	Hongseok et al	۲۰۲۲		
در اسکن تمام فک TRIOS 3 دقت بالاتری دارد.	CEREC Omnicam (Dentsply, Sirona ) TRIOS 3; 3Shape	Resende et al	2020		فاکتورهای مرتبط با اسکنر
در اسکن مولر و کانین TRIOS 3 دقت بالاتری دارد.	Omnicam CEREC Trios 3 shape	Rafienezad et al	۲۰۲۲	نوع اسکنر	
کمترین خطا و بالاترین دقت در اسکنر Lava COS و بیشترین خطا در اسکنر CEREC دیده شد.	Lava COS, iTero (cadent), CEREC	Wicher et al	2012		
اسکنرهای Trios4, Trios3 بالاترین دقت و کمترین دقت را اسکنر Omnicam دارد	Trios4, Trios3, Primescan, Omnicam	Elter et al	۲۰۲۳		
این مطالعه نشان داد که بهترین دقت در نور محیطی معمول و با تابش نور آبی از اسکنر فراهم میشود.	(i500; Version 2.2.4, Medit Corp, Seoul, South Korea)	Koseoglu et al	۲۰۲۱		
نور محیطی در دقت اسکنرهای داخل دهانی در اسکن تمام فک موثر است. با این حال در اسکن های ۴ واحدی تاثیر معنی داری ندارد.	TRIOS 3 (TRI), Cerec Omnicam (OC), iTero Element (ITE), CS 3600 (CS), Planmeca Emerald (EME), and GC Aadva (AAD)	Wesemann et al	۲۰۲۱	نور محیطی	فاکتورهای محیطی



این مطالعه کمترین خطا را در نور اتاق نشان داد و بیان کرد که بیشترین اثر نور محیطی در اسکنهای تمام فک است.	TRIOS 3; 3Shape	Revilla-León et al	۲۰۲۰	دمای محیط	فاکتورهای وابسته به فک
این مطالعه نشان داد که دمای محیط بر دقت اسکن تاثیرگذار است. افزایش دما بصورت معنی داری دقت اسکنرها را کاهش می دهد.	TRIOS 4	Revilla-León et al	۲۰۲۳		
مطالعه آزمایشگاهی و خارج از دهان تفاوتی بین بی دندانی کامل و پارسیل نشان نداد	industrial high-precision scanner (ATOS Capsule 200MV12 0; GOM GmbH, Braunschweig, Germany)	Schimmel et al	۲۰۲۱	بی دندانی کامل و پارسیل	
در اسکن تمام فک، عرض بین مولری در دقت اسکن تاثیرگذار است و در قوسهای کوچکتر، دقت اسکنرهای داخل دهانی بصورت معنی داری بالاتر است	TRIOS 3 (TRI), True Definition (TD), and Dental Wings (DW)	Kaewbuasa et al	۲۰۲۱	عرض قوس	
دقت قابل قبول و قابل مقایسه اسکنرهای داخل دهانی با روش معمول قالبگیری را تایید کرد.	TRIOS 3	ElNaghy et al	۲۰۲۲	نواقص فکی	
دقت قابل قبول و قابل مقایسه اسکنرهای داخل دهانی با روش معمول قالبگیری را تایید کرد.	TRIOS 3	Patel et al	۲۰۱۹		

### بحث:

می‌شوند: فاکتورهای مرتبط با اپراتور، فاکتورهای دندانی، فاکتورهای مرتبط با ایمپلنت، فاکتورهای مرتبط با اسکنرها، فاکتورهای محیطی و فاکتورهای

فاکتورهای متعدد در دقت اسکنرهای دهانی تاثیر دارد. (شکل ۱) این فاکتورها به چند گروه تقسیم

طریقه ی اسکن وجود دارد. از جمله در سال ۲۰۲۲ Gavounelis و همکارانش<sup>(۳)</sup> به بررسی استراتژی اسکن در مندیبل بر دقت اسکن پرداختند. در این مطالعه سه روش اسکن با یکدیگر مقایسه شدند. این سه روش به این ترتیب بودند:

(A) از سطح اکلوژال دندانهای خلفی سمت چپ تا سطح اکلوژال دندانهای خلفی سمت راست- از سطح لینگوال خلفی سمت راست تا سطح لینگوال خلفی های سمت چپ- از سطح باکال خلفی های سمت چپ تا خلفی های سمت راست

(B) از سطح باکال دندانهای خلفی سمت چپ تا سطح باکال دندانهای خلفی سمت راست- از سطح اکلوژال خلفی سمت راست تا سطح اکلوژال خلفی های سمت چپ- از سطح لینگوال خلفی های سمت چپ تا خلفی های سمت راست

(C) حرکت لبیولینگوالی از سمت چپ به راست این مطالعه نشان داد که استراتژی A، به صورت معنی دار، دقت بالاتری دارد و دو استراتژی B, C نتایج مشابهی نشان دادند<sup>(۱۵)</sup>. Jamjoom و همکارانش<sup>(۸)</sup>، به بررسی استراتژی اسکن فک کاملاً بی دندان در اسکنهای TRIOS 4 و Emerald S پرداختند. این مطالعه به بررسی ۶ استراتژی اسکن به شرح زیر پرداخت:

۱- باکال-اکلوژال-پالاتال (BOP)

۲- پالاتال-اکلوژال-باکال (POB)

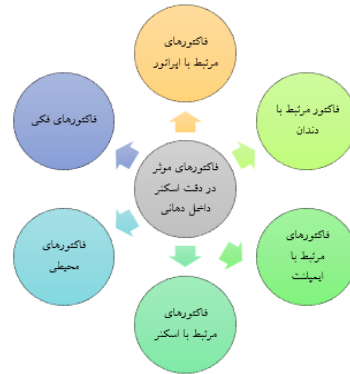
۳- اکلوژال-باکال-پالاتال (OBP)

۴- اکلوژال-پالاتال-باکال (OPB)

۵- زیگزگ-پالاتال (ZZ\_P)

۶- زیگزگ (ZZ)

فکی. (۱۲، ۵۲-۵۵) در ادامه به تفصیل به بررسی هریک از این فاکتورها می پردازیم.



شکل ۱: فاکتورهای موثر بر دقت اسکن های داخل دهانی

#### ۱ فاکتورهای مرتبط با اپراتور

##### ۱،۱ مهارت اپراتور

در سال ۲۰۲۰، Resende و همکارانش<sup>(۱۱)</sup>، به بررسی مهارت اپراتور در دقت اسکن پرداختند. به این منظور از سه دندانپزشک با تجربه های کم، متوسط و زیاد و دو اسکنر CEREC Omnicam و TRIOS 3; 3Shape استفاده کردند. این مطالعه نشان داد افراد با تجربه کم با هر دو اسکنر، اسکن را با دقت پایین تری انجام دادند. در حالیکه افراد با تجربه بالا و متوسط، اسکن با دقت مشابهی انجام دادند. در مطالعه ای دیگر نیز، تاثیر تجربه اپراتور بر افزایش دقت اسکن تایید شده است.<sup>(۱۶)</sup> به علاوه در مطالعه Koo و همکاران<sup>(۱۴)</sup> هیچگونه تفاوت معنی داری بین نمودار یادگیری اپراتور، اسکنهای داخل دهانی باسیم و بی سیم یافت نشد.

##### ۱،۲ استراتژی اسکن

برای یک اسکن با کیفیت، نحوه ی اسکن و نقطه ی شروع اسکن اهمیت دارد. مطالعات مختلفی در مورد

و همکارانش<sup>(۲۰)</sup>، به بررسی تاثیر فاصله ۰، ۵، ۲/۵، ۷/۵ میلیمتری از سر سه اسکنر TRIOS 3 و CS 3500 و PlanScan پرداختند. این مطالعه نشان داد که بیشترین دقت در فاصله ۲/۵ و ۵ میلیمتری بود و هر سه اسکنر از نظر کلینیکی دقت قابل قبولی را نشان دادند. براساس این دو مطالعه و هم چنین مطالعه Button و همکاران<sup>(۲۱)</sup>، کمترین دقت در فاصله صفر میلیمتری یا حالت چسباندن سر اسکنر به ناحیه تحت اسکن بود.

#### ۱،۴ زاویه قرارگیری اسکنر

Ammoun و همکارانش<sup>(۱۹)</sup>، به بررسی دقت اسکنرهای TRIOS 3Shape و 3M True Definition در تراشهای complete coverage و partial coverage در زاویه اسکن مختلف پرداختند. در این مطالعه به منظور بررسی زاویه اسکن، دندانها در چهارگروه قرار گرفتند:

گروه (۱) تراش پارسیل با دندان مجاور

گروه (۲) تراش کامل با دندان مجاور

گروه (۳) تراش پارسیل بدون دندان مجاور

گروه (۴) تراش کامل بدون دندان مجاور

این مطالعه نشان داد که تراش کامل دقت بالاتری از تراش پارسیل دارد و زاویه دادن به اسکن در نبود دندان مجاور، بصورت معنی داری دقت اسکن را افزایش می دهد.

Button و همکاران<sup>(۲۱)</sup>، به بررسی زاویه ایمپلنت (۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵ درجه) و تاثیر آن در دقت اسکن پرداختند. این مطالعه دقت بالا تر زاویه ۴۵ درجه و ۱۵ درجه را نشان داد. این دقت با امکان ثبت ناحیه مورد اسکن با زاویه مناسب قابل توجیه است. به عبارتی در صورتی که موقعیت دندان و ایمپلنت امکان زاویه دار کردن سر اسکنر را بدهند، دقت اسکن بالاتر خواهد رفت.

اما این مطالعه برخلاف نتایج مطالعه Gavounelis و همکاران<sup>(۱۵)</sup>، بیشترین دقت را در روش POB و کمترین دقت را در روش ZZ بیان کرد. Chang و همکارانش<sup>(۱۶)</sup>، به بررسی استراتژی اسکن در دقت اسکن فک کلاس یک کندی با اسکنر TRIOS (3 shape) 3 Pod پرداختند. این مطالعه سه استراتژی M و T\_R و R-T را مقایسه کردند. در استراتژی M از ریج بی دندانی خلف سمت چپ شروع و پس از رسیدن به دندانهای قدامی زیگزاگی کل قدامی ها اسکن و ریج بی دندانی راست اسکن شد. سپس حاشیه کام و در نهایت به روش زیگزاگی عمق کام اسکن شد. در روش T\_R ابتدا نواحی دندانی باکولینگوالی اسکن شده و سپس ریج بی دندان به روش زیگزاگی اسکن شد. در روش R-T ابتدا نواحی بی دندانی خلف و سپس نواحی دندانی قدامی اسکن شد. این مطالعه تفاوت معنی داری بین سه روش اسکن M و R-T و T-R نشان نداد. اما در اسکنرهای TRIOS 3 استفاده از روش T-R، اثر الکلنگی می کاهد.

An و همکارانش<sup>(۱۷)</sup>، به بررسی الگوی اسکن (occlusal first and S-shaped) پرداختند. در این مطالعه از اسکنر داخل دهانی Emerald استفاده شد. این مطالعه نشان داد که الگوی اسکن تاثیری بر دقت اسکن ندارد. پیشنهاد می شود در خصوص استراتژی اسکن، طبق روش پیشنهادی هر دستگاه عمل شود.

#### ۱،۳ فاصله قرار گیری اسکنر

Rotar و همکارانش<sup>(۱۸)</sup>، به بررسی تاثیر قرارگیری فاصله ی سر اسکنر از دندان تایپودنت بر دقت اسکن پرداختند. در این مطالعه آزمایشگاهی، دقت اسکنر i700 در فاصله های ۲۳، ۲۰، ۱۵، ۱۰، ۵ میلیمتری بررسی شد و فاصله ی ۱۰ میلیمتری بیشترین دقت را نشان داد. Kim

## ۱،۵ سرعت اسکن

برخلاف باور عموم که سرعت کم اسکن می تواند دقت اسکن را افزایش دهد، مطالعات انجام شده این موضوع را رد کردند<sup>(۱۷، ۲۲)</sup>. Al-Ibrahim و همکارانش<sup>(۲۲)</sup>، به بررسی سرعت اسکن اپراتور در دقت اسکن تمام فک پرداختند. در این مطالعه از اسکنر CEREC Omnicam (Dentsply-Sirona, PA, United States) استفاده کردند و اپراتور با سه سرعت آرام، استاندارد و سریع، دنتیک را اسکن کرد. این مطالعه نشان داد که در اسکن تمام فک سرعت اسکن تفاوت معنی داری ندارد.

An و همکارانش<sup>(۱۷)</sup>، به بررسی سرعت اسکن (آرام، معمولی، سریع) در دقت اسکنها پرداختند. در این مطالعه از اسکنر داخل دهانی Emerald استفاده شد. این مطالعه نشان داد که سرعت اسکن تاثیر معنی داری بر دقت اسکن ندارد.

## ۲ فاکتورهای مرتبط با دندان

## ۲،۱ آماده سازی دندان

## ۲،۱،۱ نوع فینیش لاین

در مطالعه ای که توسط Gunel و همکارانش<sup>(۲۳)</sup>، انجام شد، تاثیر سه فینیش لاین چمفر، شولدر و رادیال شولدر بر دقت قالبگیری دیجیتال بررسی شد. این مطالعه نشان داد که خط خاتمه تراش چمفر، بالاترین دقت و شولدر، پایین ترین دقت را دارد.

## ۲،۱،۲ محل فینیش لاین از لثه

مطالعه آزمایشگاهی Son و همکارانش<sup>(۲۴)</sup>، دقت بالاتر اسکن خط خاتمه تراش بالای لثه و در حد لثه را با استفاده از اسکنر i500 (Medit) نشان داد. Koulivand و همکاران<sup>(۵۱)</sup>، به بررسی تطابق کویپینگهای ساخته شده به دنبال استفاده از اسکنر داخل دهانی در دو

ختم تراش زیر و حد لثه پرداختند. این مطالعه کارآزمایی بالینی بر روی ۳۰ دندان پره مولر که نیاز به روکش متال-سرامیک داشتند، انجام شد. پس از تراش و مشخص کردن فینیش لاین، اسکن با Trios 3shape انجام شد. سپس فریم فلزی ساخته شده و تطابق آن با روش سیلیکون با ویسکوزیتی پایین (GC fit checker, GC Corp, Tokyo, Japan) بررسی شد. این مطالعه نشان داد که تفاوت معنی داری بین دو گروه ختم تراش بالا و زیرلثه وجود نداشت.<sup>(۵۱)</sup> علت این تفاوت نتایج را می توان به نوع اسکنر مورد استفاده و بالینی بودن یکی و آزمایشگاهی بودن دیگری نسبت داد.

## ۲،۲ ویژگی های توپوگرافیک دندان

رفیعی نژاد و همکاران<sup>(۱۰)</sup>، در یک مطالعه آزمایشگاهی به بررسی ویژگی های توپوگرافیک دندان در دقت اسکن پرداختند. در این مطالعه، در یک دندان آکرلی کائین و مولر تراش تمام سرامیک داده شد و پس از قالبگیری و تهیه دای سرامیکی، نمونه ها در یک کست مصنوعی فک انسان مانت شد. سپس نمونه ها به وسیله دو اسکنر CEREC Omnicam و Trios 3Shape اسکن شد. این مطالعه نشان داد که اسکنر Trios 3Shape دقت بالاتری در مولر نسبت به کائین داشتند.

Jeon و همکاران<sup>(۲۵)</sup>، بیان کردند که فرم توپوگرافیک دندانی که اسکن میشود، بر دقت اسکن تاثیرگذار است. این مطالعه نشان داد که دندانهای تراش خورده سطوح متفاوت با زوایای متفاوتی دارند که در دقت اسکن تاثیرگذار است. بنابراین دقت اسکن در دندانهای مولر بیشتر و در دندانهای قدامی با سطوح پرشیب و با زوایای تند کم تر است. این نتایج با مطالعه ای که

یکی از زمینه‌هایی که کمترین مطالعه در آن صورت گرفته، تاثیر رنگ و هیو دندان پایه در دقت اسکنر است. Zhou و همکارانش<sup>(۲۸)</sup>، در یک مطالعه آزمایشگاهی و با کمک مدل سرامیکی به بررسی رنگ و هیو دندان در نورهای متفاوت (تاریکی، نور طبیعی، نور اتاق، نور یونیت) در دقت اسکنر داخل دهانی TRIOS 3 پرداختند. در این مطالعه روکشهای زیرکونیا در ۵ شید رنگی 1M2, 2M2, 3M2, 4M2, 5M2 تهیه شد. در این مطالعه، ۸ پارامتر رنگی Rb, T, S+A, L, a, b, C, h بررسی شد. این مطالعه بیشترین دقت را در شید 3M2 نشان داد. این شید در نورهای مختلف کمترین تغییر را نشان داد. به علاوه دقت 3M2 در نور اتاق و یونیت بالاتر از سایر شرایط نوری بود.

۲,۵ خشک یا مرطوب بودن ناحیه اسکن Chen و همکارانش<sup>(۲۹)</sup>، به بررسی وجود آب بر سطح دندان در دقت اسکنرهای داخل دهانی و تاثیرگذاری روشهای مختلف خشک کردن پرداختند. این مطالعه به مقایسه اسکن در حال خشک، مرطوب و نیمه خشک و در حضور آب و بزاق مصنوعی پرداخت. اسکنرهای مورد استفاده Primescan و Trios 3 بود. این مطالعه نشان داد دندان مرطوب، دقت به مراتب کمتری از دندان خشک و نیمه مرطوب دارد. سطوح اکلوزال دندانهای خلفی، پیت و فیشورها، سطوح اینترپروگزیمال دندانها و مارجین اباتمنت ها، محللهایی هستند که به واسطه رطوبت، دقت کمتری را نشان دادند. تاثیر مواد دندانی بر دقت اسکن Elter و همکارانش<sup>(۳۰)</sup>، به بررسی کورهای کامپوزیتی universal; flowable composite; bulk fill در دقت

توسط Gunel و همکارانش<sup>(۳۳)</sup>، انجام شد، قابل توجه است. در این مطالعه تاثیر دو سطح اکلوزال گرد و زاویه دار بر دقت قالبگیری دیجیتال بررسی شد. این مطالعه نشان داد که سطوح توپوگرافیک اکلوزال گرد بصورت معنی داری دقت بالاتری دارند. بنابراین هرچه دندان شیب دار تر و دارای زوایای تیزتر باشد، دقت اسکن کمتری خواهد داشت. با توجه به خصوصیات مورفولوژیک مولر تراش خورده در مقایسه با دندانهای قدیمی تراش خورده، دقت بالاتری در اسکن مولرها وجود دارد.

۲,۳ فاصله دندان مورد اسکن از دندانهای مجاور Huang و همکارانش<sup>(۲۶)</sup>، به بررسی فاصله از دندانهای مجاور در دقت اسکن داخل دهانی پرداختند. این مطالعه آزمایشگاهی در دنتیک هایی با فاصله های ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۳ و ۳/۵ mm و با اسکنر CS3600 انجام شد. این مطالعه نشان داد که بیشتر خطاها در فاصله ی زیر ۱/۵ mm از دندانهای مجاور است و فاصله های بالای ۱/۵ mm از دندانهای مجاور، دقت اسکن را افزایش می دهد.

#### ۲,۴ محل دندان

Son و همکارانش<sup>(۲۷)</sup>، به بررسی نوع دندان در دقت اسکن پرداختند. در این بررسی از اسکنرهای CS3500, CS3600, Trios2, Trios3, and i500 استفاده شد و این مطالعه نشان داد که دقت اسکن بصورت معنی داری از قدام به خلف کاهش می یابد. این مسئله به دلیل سخت شدن دسترسی و کاهش قدرت مانور اسکنر می باشد.

رنگ و هیو دندان

قرارگیری ایمپلنت Atalay و همکارانش<sup>(۳۳)</sup>، به بررسی محل قرارگیری ایمپلنت در دقت اسکندر Trios 3 پرداختند. این مطالعه نشان داد که محل ایمپلنت در دقت اسکندر تاثیر گذار است. اسکندر ایمپلنتها در ناحیه انسیزور میانی بالاترین دقت و در ناحیه مولرها پایین ترین دقت را دارد.

### ۳,۳ اسکندر بادی

در مطالعه ی Gómez-Polo و همکارانش<sup>(۳۲)</sup>، به بررسی زاویه قراردادن ایمپلنت و محل قرار دادن اسکندر بادی در دقت اسکندر داخل دهانی TRIOS 3 پرداختند. در این مطالعه آزمایشگاهی، محل قرارگیری بول اسکندر بادی در ۵ گروه مزیال، دیستال، فاسیال، لینگوال و رندوم تقسیم شدند. قرار گرفتن بول اسکندر بادی در لینگوال بصورت معنی داری بالاتری را نشان داد.

### ۴ فاکتورهای مرتبط با اسکندر

#### ۴,۱ سایز سر اسکندر

Hayama و همکارانش<sup>(۳۴)</sup>، به بررسی سایز سر اسکندر (بزرگ=۱۶×۱۲ میلی متر و کوچک=۹×۱۲ میلی متر) در دقت اسکندر فک نیمه بی دندان مندیبل پرداختند. در این بررسی آزمایشگاهی از اسکندر داخل دهانی IOS; Trophy Solutions, Carestream Health, Rochester, NY, USA استفاده شد. این مطالعه نشان داد که سر بزرگ اسکندر بصورت معنی داری دقت اسکندر را بالا می برد.

An و همکارانش<sup>(۱۷)</sup>، به بررسی سایز سر اسکندر (کوچک و معمولی) در دقت اسکندر پرداختند. در این مطالعه از اسکندر داخل دهانی Emerald استفاده شد. سایز سر اسکندر تاثیر معنی داری بر دقت اسکندر دارد و

اسکندر داخل دهانی Primescan, Dentsply Sirona پرداختند. این مطالعه ارتباط معنی داری بین دقت اسکندر داخل دهانی و نوع کامپوزیت نشان داد. بالاترین دقت اسکندر در گروه کامپوزیت universal گزارش شد. Elter و همکارانش<sup>(۴۷)</sup>، به بررسی دقت چهار اسکندر داخل دهانی Trios4, Trios3, Primescan, Omnicam در اسکندر دندان مولر سالم در مجاورت ۶ ماده ی ترمیمی متفاوت، zirconia, lithium disilicate glass-ceramic, composite, hybrid ceramic, feldspathic ceramic, metal پرداختند. این مطالعه نشان داد که مجاورت با فلز کمترین دقت را دارد.

### ۳ فاکتورهای مرتبط با ایمپلنت

#### ۳,۱ فاصله ایمپلنت از ساختار مجاور

Thanasrisuebwong و همکارانش<sup>(۳۱)</sup>، به بررسی فاصله بین ایمپلنت ها در دقت اسکندرهای داخل دهانی پرداختند. در این مطالعه سه مدل که روی هر یک دو ایمپلنت تعبیه شده و فاصله ی بین مرکز اسکندر بادی ها به ترتیب ۷، ۱۴ و ۲۱ میلیمتر بود، به کمک اسکندرهای TRIOS3 و CEREC Omnicam اسکندر شدند. نتایج نشان داد که هرچه فاصله بین دو ایمپلنت افزایش یابد، دقت بصورت معنی داری کاهش می یابد.

### ۳,۲ زاویه قرارگیری ایمپلنت

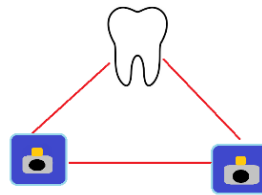
در مطالعه ی Gómez-Polo و همکارانش<sup>(۳۲)</sup>، به بررسی زاویه قراردادن ایمپلنت و محل قرار دادن اسکندر بادی در دقت اسکندر داخل دهانی TRIOS 3 پرداختند. در این مطالعه آزمایشگاهی ایمپلنتها در حالت موازی و با زاویه بالای ۳۰ درجه نسبت به هم قرار داده شدند. این مطالعه نشان داد که ایمپلنتهای موازی دقت بالاتری در اسکندر نسبت به ایمپلنتهای زاویه دار داشتند. محل

سایز بزرگتر دقت بالاتری نشان می دهد.

۲، ۴ نوع اسکنر

به طور کلی اسکنر داخل دهانی از سه جز اصلی دوربین داخل دهانی، کامپیوتر و یک نرم افزار تشکیل شده است. فرآیند تهیه تصویر سه بعدی با تابش نور به جسم و دریافت نور برگشتی و سپس تعیین فاصله و تشکیل تصویر انجام میشود. مکانیسم تعیین فاصله اسکنرهای داخل دهانی به روشهای متفاوت (کانونی) و Active Wave front ، Stereophotogrammetry و Sampling و سه ضلعی طبقه بندی می شود.

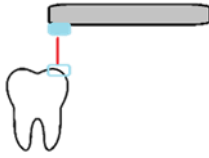
روش Triangulation (سه ضلعی) براساس این قانون هندسی که با داشتن دو موقعیت و زاویه یک مثلث می توان نقطه سوم را پیدا کرد، عمل می کند. (شکل ۲) در این روش دندان یک راس در نظر گرفته می شود و دو راس دیگر به کمک دو دکتور و یا یک دکتوری که دو ناحیه مختلف را پوشش می دهند، ثبت میشود<sup>(۴۸)</sup>. اسکنر Cerec Omnicam مثالی از اسکنرهایی است که مکانیسم سه ضلعی دارند.<sup>(۴۹)</sup>



شکل ۲: روش تعیین فاصله Triangulation اسکنرها

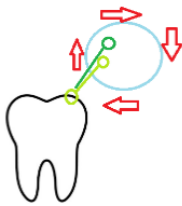
در روش Confocal (کانونی)، تصاویر متوالی از نواحی مختلف و با زوایای مختلف گرفته می شود. (شکل ۳) این روش به مهارت عمل کننده بسیار وابسته است و سر اسکنر بزرگتری نیاز دارد که کاربرد

کلینیکی را دشوارتر میکند<sup>(۴۸)</sup>. اسکنر Trios, Shape 3 itero Cadent مثالی از این نوع اسکنرها هستند.



شکل ۳: روش تعیین فاصله confocal اسکنرها

در روش Active Wavefront Sampling (AWS) دکتور دوار است و از یک نقطه در زوایای مختلف تصویر تهیه میکند. (شکل ۴) از اسکنرهای داخل دهانی با این روش می توان Lava COS را نام برد.<sup>(۴۵، ۴۸)</sup>



شکل ۴: روش تعیین فاصله AWS اسکنرها

در روش Stereophotogrammetry دوربین داخل دهانی همزمان از زوایای متعدد از جسم تصویربرداری می کند و تصاویر دوبعدی با نرم افزار به تصویر سه بعدی تبدیل میشوند. این روش از سایر روشها ارزاتر و ساده تر است.<sup>(۴۸)</sup>

Wicher و همکارانش<sup>(۴۵)</sup>، به بررسی دقت سه نوع اسکنر Lava COS (AWS) و CEREC Sirona و (triangulation) itero Cadent (confocal) در قالبگیری دیجیتال از ایمپلنت پرداختند. این مطالعه بالاترین دقت را در اسکنرهای Lava COS نشان داد و

Koseoglu و همکارانش<sup>(۵۶)</sup>، به بررسی تاثیر نور محیطی در دقت اسکنرهای داخل دهانی پرداختند. این مطالعه به بررسی نور محیطی در شرایط تاریکی و نور معمول اتاق و همچنین تاثیر نورآبی و سفید اسکنرها در دقت اسکنرها پرداخت. این مطالعه نشان داد که بهترین دقت در نور محیطی معمول و با تابش نور آبی از اسکنر فراهم میشود.

Wesemann و همکارانش<sup>(۳۶)</sup>، به بررسی تاثیر نور محیطی در دقت اسکنرهای داخل دهانی TRIOS 3 (TRI), Cerec Omnicam (OC), iTero Element (ITE), CS 3600 (CS), Planmeca Emerald (EME) , GC Aadvia (AAD) پرداختند. این مطالعه به بررسی دقت این اسکنرها در شرایط نوری متفاوت، 100, 500, 1000, 5000 lux پرداخت و نشان داد که نور محیطی در دقت اسکنرهای داخل دهانی در اسکن تمام فک موثر است. با این حال در اسکن های ۴ واحدی تاثیر معنی داری ندارد.

Revilla-León و همکارانش<sup>(۳۷s)</sup>، به بررسی شرایط نوری محیط شامل نور اتاق، نور طبیعی، نور یونیت و شرایط بدون نور در دقت اسکنر TRIOS 3; 3Shape پرداختند. این مطالعه کمترین خطا را در نور اتاق نشان داد و بیان کرد که بیشترین اثر نور محیطی در اسکنهای تمام فک است.

#### دمای محیط

Revilla-León و همکاران<sup>(۵۰)</sup>، به بررسی تاثیر دمای محیطی در دقت اسکنرهای داخل دهانی TRIOS 4 پرداختند. آنها به بررسی دمای اتاق ۱۹، ۲۴، ۲۹ و ۱۵ درجه سانتی گراد پرداختند. این مطالعه نشان داد که دمای محیط بر دقت اسکن تاثیرگذار است. افزایش دما بصورت معنی داری دقت اسکنرها را کاهش می دهد.

بیشترین خطا در اسکنر CEREC با روش triangulation رخ داد.

Resende و همکارانش<sup>(۱۱)</sup>، به بررسی نوع اسکنر در دقت اسکن پرداختند. به این منظور از دو اسکنر CEREC Omnicam و TRIOS 3; 3Shape استفاده کردند. این مطالعه نشان داد که در اسکن تمام فک TRIOS 3 (مکانیسم اثر کانونی) دقت بالاتری نسبت به 3Shape دارد. این مطالعه نظرات مطالعات قبلی که اسکنرهای Triangulate دقت پایین تری دارند را، تایید می کند.

رفیعی نژاد و همکاران<sup>(۱۰)</sup>، در یک مطالعه آزمایشگاهی به بررسی ویژگی های توپوگرافیک دندان در دقت اسکن با دو اسکنر TRIOS 3; 3Shape و CEREC Omnicam پرداختند. این مطالعه نشان داد که اسکنر TRIOS 3; 3Shape دقت بالاتری داشتند.

Elter و همکارانش<sup>(۴۷)</sup>، به بررسی دقت چهار اسکنر داخل دهانی Trios4, Trios3, Primescan, Omnicam در اسکن دندان مولر سالم در مجاورت ۶ ماده ی ترمیمی متفاوت zirconia, lithium disilicate, glass-ceramic, composite, hybrid ceramic, feldspathic ceramic, metal این مطالعه نشان داد که اسکنرهای Trios4, Trios3 بالاترین دقت و کمترین دقت را اسکنر Omnicam دارد.

با توجه به مجموعه مطالعات انجام شده می توان اسکنرها را براساس دقت از بیشترین به کمترین دقت به این ترتیب نام برد: اسکنرهای AWS، اسکنرهای Confocal، اسکنرهای Triangulation که ضعیف ترین و پرخطاترین اسکنرها هستند.

۵ فاکتورهای محیطی



## فاکتورهای وابسته به فک

## بی دندانی کامل و پارسیل

Schimmel و همکارانش<sup>(۴۰)</sup>، در یک مطالعه آزمایشگاهی به بررسی تاثیر بی دندانی کامل و پارسیل در دقت اسکن پرداختند. مطالعه آزمایشگاهی و خارج از دهان تفاوتی بین بی دندانی کامل و پارسیل نشان نداد.

در مطالعه مروری که توسط Srivastava و همکارانش<sup>(۳۹)</sup>، به منظور بررسی دقت اسکنرهای داخل دهانی در اسکن فک کاملاً بی دندان انجام شد، نشان داده شد که نواحی مانند کام سخت بادقت بالا و نواحی متحرک مانند کام نرم و بوردرها با دقت پایین اسکن میشوند و در استفاده از اسکنرها در فک کاملاً بی دندان توجه به این نواحی ضروری است.

## عرض قوس

Kaewbuasa و همکارانش<sup>(۴۱)</sup>، به بررسی تاثیر عرض بین مولری قوس فکی (۳۰، ۴۰، ۵۰ میلیمتری) در دقت اسکنرهای TRIOS 3 (TRI), True Definition (TD), Dental Wings (DW) پرداختند. این مطالعه نشان داد که در اسکن تمام فک، عرض بین مولری در دقت اسکن تاثیرگذار است و در قوسهای کوچکتر، دقت اسکنرهای داخل دهانی بصورت معنی داری بالاتر است.

## نواقص فکی

Elnaghy<sup>(۴۲)</sup>، به مقایسه استفاده از اسکنرهای داخل دهانی با روشهای معمول قالبگیری در دو نوزاد مبتلا به شکاف کام و لب یک طرفه پرداخت. در این مطالعه از اسکنر Trios 3-Shape استفاده شد و نتایج دقت قابل قبول و قابل مقایسه اسکنرهای داخل دهانی با روش معمول قالبگیری را تایید کرد. Patel و همکارانش<sup>(۴۳)</sup>، به بررسی دقت اسکنرهای داخل دهانی در شکاف کام و لب دوطرفه پرداختند. این مطالعه دقت استفاده از اسکنرهای داخل دهانی در این ضایعات را تایید کرد. با توجه به اینکه Taylor<sup>(۴۷)</sup>، ثبت ۱ سانتی متر از بوردر داخلی ضایعات کامی را در افزایش گیر پروتوزها لازم دانسته و با توجه به عمق ثبت ۹ mm توسط اسکنر trios3 که مطالعه Lin و همکاران<sup>(۴۴)</sup>، آن را بیان کردند، جایگزینی اسکنرهای داخل دهانی به جای قالبگیری در نقایص کامی و شکافهای کام و لب قابل توجیه است. با توجه به بررسی های انجام شده در این مطالعه مروری، عوامل متعددی در یک اسکن دقیق و با کیفیت دخیل هستند. تمامی عوامل موثر در دقت اسکنرهای داخل دهانی در جدول ۲ بصورت خلاصه بیان شده اند.

جدول ۲: فاکتورهای موثر در دقت اسکنرهای داخل دهانی

دسته بندی	عوامل	تأثیرات
فاکتورهای مرتبط با اپراتور	مهارت اپراتور	• اپراتور با تجربه تر، اسکن کم خطایتری انجام می دهد.
	استراتژی اسکن	• در مورد استراتژی اسکن، به پیشنهاد شرکت سازنده توجه شود.
	سرعت اسکن	• سرعت اسکن، بی تاثیر است.
	زاویه اسکن	• اگر بتوان اسکن با زاویه انجام داد، دقت بالاتر می رود.
فاکتور مرتبط با دندان	آماده سازی دندان	• فینیش لاین چمفر بالاترین دقت اسکن را دارد
	ویژگی های توپوگرافیک دندان	• در بالین برخلاف مطالعات آزمایشگاهی محل فینیش لاین تاثیری در دقت اسکن ندارد.
	فاصله دندان مورد اسکن از دندانهای مجاور	• هرچه دندان گردتر باشد و زوایای تیز کمتری داشته باشد، دقت اسکن بیشتر می شود.
	محل دندان	• فاصله زیر ۱/۵ میلیمتر از ساختار مجاور موجب خطا میشود.
	رنگ و هیو دندان	• دندانهای قدیمی به دلیل دسترسی راحت، دقت اسکن بالاتری دارند.
	خشک یا مرطوب بودن ناحیه اسکن	• زیرکونیا 3M2 بالاترین دقت اسکن را دارند.
	تاثیر مواد دندانی بر دقت اسکن	• بدترین دقت اسکن در ناحیه مرطوب است.
فاکتورهای مرتبط با ایمپلنت	فاصله ایمپلنت از مجاور	• بدترین دقت اسکن، اسکن در مجاور آمالگام است.
	زاویه ایمپلنت	• بالاترین دقت اسکن در میان کامپوزیت ها مربوط به کامپوزیت universal است.
	محل ایمپلنت	• در صورتی که فاصله دو ایمپلنت بیش از ۷ میلیمتر شود، دقت اسکن کاهش می یابد.
	اسکن بادی	• ایمپلنت هایی که موازی قرار دارند، دقت بالاتری دارند.
فاکتورهای مرتبط با اسکنر	سایز سر اسکنر	• اسکنرها، ایمپلنت در ناحیه انسیزور میانی را با بالاترین دقت اسکن می کنند.
	نوع اسکنر	• بول اسکنر بادی در لینگوال بالاترین دقت را دارد.
فاکتورهای محیطی	دمای محیط	• هرچه سایز سر اسکنر بزرگتر باشد، دقت اسکنر بالاتر است.
	نور محیط	• در میان اسکنرهای بررسی شده در مقالات، Trios3 3Shape بهترین دقت را داشت.
فاکتورهای فکی	بی دندانی کامل و پارسیل	• هرچه دمای محیط کمتر باشد، دقت اسکنر بیشتر میشود.
	عرض قوس	• بهترین نور، نور محیطی است.
	نواقص فکی	• بیشترین اهمیت نور، در اسکن نواحی طویل است.
		• تفاوتی در بی دندانی کامل و پارسیل در دقت اسکن وجود ندارد.
		• عرض بین مولری کمتر، موجب کوچکتر شدن قوس و افزایش دقت اسکنرها میشود.
		• استفاده از اسکنرها در قالبگیری شکاف کام و لب یک طرفه و دوطرفه قابل قبول است و توصیه میشود.

### نتیجه گیری:

روشهای نوین ضروری است. پیشنهاد می شود پژوهشگرانی که به مطالعه در زمینه اسکنرهای دهانی علاقمند هستند، در شاخه هایی که کمتر مطالعه انجام شده مانند تاثیر رنگ دندانهای پایه و مواد ترمیمی در دقت اسکنرها و همچنین بررسی استفاده از اسکنرها در ضایعات ماگزیلوفاسیال بررسی هایی انجام دهند.

### تشکر و قدردانی:

از تمام افرادی که در انجام این مطالعه ما را یاری کردند، تشکر و قدردانی می کنیم.

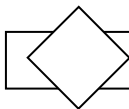
### تضاد منافع

هیچ تضاد منافی وجود ندارد.

بر اساس یافته های حاصل از این مرور: فاکتورهای متعددی در دقت اسکنرهای داخل دهانی تاثیر دارد که آگاهی از آنان کیفیت اسکن را افزایش می دهد. این عوامل عبارتند از: اپراتور با تجربه تر، توجه به پیشنهاد شرکت سازنده در مورد استراتژی اسکن، اسکن با زاویه، فینیش لاین، چمفر، دندان گردتر و زوایای تیز کمتر، فاصله دو ایمپلنت، نوع ترمیم دندان مجاور، توازی ایمپلنت ها، ناحیه قرارگیری ایمپلنت ها، محل قرارگیری بول اسکن بادی، سایز سر اسکنر، مکانیسم اسکنرها، دمای محیط، نور محیط، طول ناحیه اسکن، عرض بین مولری و وجود شکاف های کام یکطرفه و دو طرفه. فاکتورهایی که تاثیر بسزایی در دقت اسکنرها ندارند، عبارتند از: سرعت اسکن، محل فینیش لاین، اسکن بی دندان کامل و پارسیل. پیشرفت های تکنولوژی موجب جایگزینی روشهای قدیمی با روشهای نوین شده است و آگاهی از این

### منابع:

1. Abduo J, Elseyoufi M. Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors. Eur J Prosthodont Restor Dent 2018;26(3):101-21.
2. Punj A, Bompolaki D, Garaicoa J. Dental Impression Materials and Techniques. Dent Clin North Am 2017; 61(4):779-96.
3. Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, Reich S. Intraoral scanning systems - a current overview. Int J Comput Dent 2015;18(2):101-29.
4. Kravitz ND, Groth C, Jones PE, Graham JW, Redmond WR. Intraoral digital scanners. J Clin Orthod 2014;48(6):337-447.
5. Ting-shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. J Prosthodont 2014;24.
6. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. Dent Mater J 2009;28(1):44-56.
7. Flügge T, Meer W, Gimenez Gonzalez B, Vach K, Wismeijer D, Wang P. The accuracy of different dental impression techniques for implant-supported dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. Clin Oral Implant Res 2018;29:374-92.
8. Jamjoom FZ, Aldghim A, Aldibasi O, Yilmaz B. Impact of intraoral scanner, scanning strategy, and scanned arch on the scan accuracy of edentulous arches: An in vitro study. J Prosthet Dent 2024;131:1218-25.
9. Kim J, Park JM, Kim M, Heo SJ, Shin IH, Kim M. Comparison of experience curves between two 3-dimensional intraoral scanners. J Prosthet Dent 2016;116(2):221-30.



10. Rafienezad R, Iesaie M, Kargar K, Shayegh SS. In Vitro Evaluation of the Accuracy of Intraoral Scanners for Anterior and Posterior Dental Restorations. *J Mashhad Dent Sch* 2022;46(1):35-45.(Persian)
11. Resende CCD, Barbosa TAQ, Moura GF, do Nascimento Tavares L, Rizzante FAP, George FM, et al. Influence of operator experience, scanner type, and scan size on 3D scans. *J Prosthet Dent* 2021;125(2):294-9.
12. Revilla-León M, Barmak AB, Tohme H, Yilmaz B, Kois JC, Gómez-Polo M. Factors that influence the accuracy of maxillomandibular relationship at maximum intercuspation acquired by using intraoral scanners: A systematic review. *J Dent* 2023;104718.
13. Zhang C, Zhan X, Wang F, Wu Y, Yi Y, Meng J, et al. Influence of intraoral scanning duration on data accuracy. *J Prosthet Dent* 2023:S0022-3913(23)00704-7.
14. Koo B, Son K, Lee J-M, Kim S-Y, Jin M-U, Lee K-B. Prediction of learning curves of wired and wireless intraoral scanners. *Scientific Reports* 2023;13(1):21661.
15. Gavounelis NA, Gogola C-MC, Halazonetis DJ. The effect of scanning strategy on intraoral scanner's accuracy. *Dent J* 2022;10(7):123.
16. Chang I-C, Hung C-C, Du J-K, Liu C-T, Lai P-L, Lan T-H. Accuracy of intraoral scanning methods for maxillary Kennedy class I arch. *J Dent Sci* 2023;18(2):747-53.
17. An H, Langas EE, Gill AS. Effect of scanning speed, scanning pattern, and tip size on the accuracy of intraoral digital scans. *J Prosthet Dent* 2024;131(6):1160-7.
18. Rotar RN, Faur AB, Pop D, Jivanescu A. Scanning distance influence on the intraoral scanning accuracy—An in vitro study. *Materials* 2022;15(9):3061.
19. Ammoun R, Suprono MS, Goodacre CJ, Oyoyo U, Carrico CK, Kattadiyil MT. Influence of tooth preparation design and scan angulations on the accuracy of two intraoral digital scanners: An in vitro study based on 3-dimensional comparisons. *J Prosthodont* 2020;29(3):201-6.
20. Kim MK, Kim JM, Lee YM, Lim YJ, Lee SP. The effect of scanning distance on the accuracy of intra-oral scanners used in dentistry. *Clin Anatomy* 2019;32(3):430-8.
21. Button H, Kois JC, Barmak AB, Zeitler JM, Rutkunas V, Revilla-León M. Scanning accuracy and scanning area discrepancies of intraoral digital scans acquired at varying scanning distances and angulations among 4 different intraoral scanners. *J Prosthet Dent* 2023:S0022-3913(23)00067-7.
22. Al-Ibrahim I, Keeling A, Osnes C. The effect of operator scanning speed on the trueness and precision of full-arch digital impressions captured in vitro using an intraoral scanner. *J Osseointegrate* 2021:S265-S70.
23. Gunel A, Guncu MB, Uzel SM, Aktas G, Arıkan H, Reiss N, et al. Analysis of the impact of various finish line designs and occlusal morphologies on the accuracy of digital impressions. *J Dent Sci* 2023;18(3):1264-71.
24. Son K, Lee K-B. Effect of finish line locations of tooth preparation on the accuracy of intraoral scanners. *Int J Comput Dent* 2021;24(1).
25. Jeon J-H, Choi B-Y, Kim C-M, Kim J-H, Kim H-Y, Kim W-C. Three-dimensional evaluation of the repeatability of scanned conventional impressions of prepared teeth generated with white-and blue-light scanners. *J Prosthetic Dent* 2015;114(4):549-53.
26. Huang M-Y, Son K, Lee K-B. Effect of distance between the abutment and the adjacent teeth on intraoral scanning: An in vitro study. *J Prosthet Dent* 2021;125(6):911-7.
27. Son K, Lee K-b. Effect of tooth types on the accuracy of dental 3d scanners: An in vitro study. *Materials* 2020;13(7):1744.
28. Zhou Y, Fu L, Zhang Z, Tang X. Effect of tooth color on the accuracy of intraoral complete arch scanning under different light conditions using a zirconia restoration model. *J Prosthet Dent* 2024;131(1):145. e1-. e8.
29. Chen Y, Zhai Z, Li H, Yamada S, Matsuoka T, Ono S, et al. Influence of liquid on the tooth surface on the accuracy of intraoral scanners: an in vitro study. *J Prosthodont* 2022;31(1):59-64.
30. Elter B, Diker B, Tak Ö. Effect of different composite resin materials used as core buildups on the trueness of intraoral scanning. *Int J Prosthodont* 2021;34(5):600-7.
31. Thanasisuebwong P, Kulchotirat T, Anunmana C. Effects of inter-implant distance on the accuracy of intraoral scanner: An in vitro study. *J Advance Prosthodont* 2021;13(2):107.
32. Gómez-Polo M, Álvarez F, Ortega R, Gómez-Polo C, Barmak AB, Kois JC, et al. Influence of the implant scan body bevel location, implant angulation and position on intraoral scanning accuracy: An in vitro study. *J Dent* 2022;121:104122.
33. Atalay S, Çakmak G, Donmez MB, Yilmaz H, Kökat AM, Yilmaz B. Effect of implant location and operator on the accuracy of implant scans using a combined healing abutment-scan body system. *J Dent* 2021;115:103855.

34. Hayama H, Fueki K, Wadachi J, Wakabayashi N. Trueness and precision of digital impressions obtained using an intraoral scanner with different head size in the partially edentulous mandible. *J Prosthodont Res* 2018;62(3):347-52.
35. Ma Y, Guo Y-q, Saleh MQ, Yu H. Influence of ambient light conditions on intraoral scanning: A systematic review. *J Prosthodont Res* 2023;JPR\_D\_23\_00098.
36. Wesemann C, Kienbaum H, Thun M, Spies BC, Beuer F, Bumann A. Does ambient light affect the accuracy and scanning time of intraoral scans? *J Prosthet Dent* 2021;125(6):924-31.
37. Revilla-León M, Subramanian SG, Özcan M, Krishnamurthy VR. Clinical study of the influence of ambient light scanning conditions on the accuracy (trueness and precision) of an intraoral scanner. *J Prosthodont* 2020;29(2):107-13.
38. Revilla-León M, Gohil A, Barmak AB, Gómez-Polo M, Pérez-Barquero JA, Att W, et al. Influence of ambient temperature changes on intraoral scanning accuracy. *J Prosthetic Dent* 2023;130(5):755-60.
39. Srivastava G, Padhiary SK, Mohanty N, Molinero-Mourelle P, Chebib N. Accuracy of Intraoral Scanner for Recording Completely Edentulous Arches—A Systematic Review. *Dent J* 2023;11(10):241.
40. Schimmel M, Akino N, Srinivasan M, Wittneben J-G, Yilmaz B, Abou-Ayash S. Accuracy of intraoral scanning in completely and partially edentulous maxillary and mandibular jaws: an in vitro analysis. *Clin Oral Investig* 2021;25:1839-47.
41. Kaewbuasa N, Ongthiemsak C. Effect of different arch widths on the accuracy of three intraoral scanners. *J Advance Prosthodont* 2021;13(4):205.
42. ElNaghy R, Amin SA, Hasanin M. Evaluating the accuracy of intraoral direct digital impressions in 2 infants with unilateral cleft lip and palate compared with digitized conventional impression. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2022;162(3):403-9.
43. Patel J, Winters J, Walters M. Intraoral digital impression technique for a neonate with bilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J* 2019;56(8):1120-3.
44. Lin L, Zhuo Y, Cai P, Chen X, Zheng Z, Lin J. Use of an intraoral scanner and CAD-CAM for simultaneous restoration with a personalized titanium post-core and a zirconia crown. *J Oral Sci* 2024;66(1):82-4.
45. Van der Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y. Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. *PLoS One* 2012;7(8):e43312.
46. Lim J-H, Park J-M, Kim M, Heo S-J, Myung J-Y. Comparison of digital intraoral scanner reproducibility and image trueness considering repetitive experience. *J Prosthet Dent* 2018;119(2):225-32.
47. Elter B, Tak Ö. Effect of substrate adjacent to the scan region on the trueness of four intraoral scanners: An in vitro study. *J Dent* 2023;138:104729.
48. Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, et al. Intraoral scanner technologies: a review to make a successful impression. *J Health Engineer* 2017;2017.
49. Shimizu S, Shinya A, Kuroda S, Gomi H. The accuracy of the CAD system using intraoral and extraoral scanners for designing of fixed dental prostheses. *Dent Mater J* 2017;36(4):402-7.
50. Revilla-León M, Gohil A, Barmak AB, Gómez-Polo M, Pérez-Barquero JA, Att W, et al. Influence of ambient temperature changes on intraoral scanning accuracy. *J Prosthet Dent* 2023;130(5):755-60.
51. Koulivand S, Siadat H, Ghodsi S, Alikhasi M. Comparative evaluation of different surfaces fit of digitally fabricated cobalt-chromium copings in two depth of finish lines. *J Dent Med* 2019;31(4):232-8.
52. Revilla-León M, Kois DE, Kois JC. A guide for maximizing the accuracy of intraoral digital scans: Part 2—Patient factors. *J Esthet Restor Dent* 2023;35(1):241-9.
53. Alkadi L. A Comprehensive Review of Factors That Influence the Accuracy of Intraoral Scanners. *Diagnostics* 2023;13(21):3291.
54. Revilla-León M, Lanis A, Yilmaz B, Kois JC, Gallucci GO. Intraoral digital implant scans: Parameters to improve accuracy. *J Prosthodont* 2023;32(S2):150-64.
55. Revilla-León M, Kois DE, Kois JC. A guide for maximizing the accuracy of intraoral digital scans. Part 1: Operator factors. *J Esthet Restor Dent* 2023;35(1):230-40.
56. Koseoglu M, Kahramanoglu E, Akin H. Evaluating the effect of ambient and scanning lights on the trueness of the intraoral scanner. *J Prosthodont* 2021;30(9):811-6.
57. Tayloor TD. *Clinical Maxillofacial Prosthetics*: Quintessence Publishing Company. 2000.