

تیم تحریریه علمی چاوش طب آذین · آخرین به روزرسانی: ۱۴۰۵/۰۸/۰۸ · chavoshteb.ir/intraoral-scanners-optical-principles



اسکنر داخل دهانی: اصول اپتیکی و پیشرفت‌های اخیر

اسکنر داخل دهانی دستگاهی متشکل از دوربین دستی، رایانه و نرم افزار است که با تاباندن نور و ثبت تصاویر، هندسه سه بعدی دندان‌ها و بافت‌ها را به صورت **مش مثلثی** (معمولاً فایل **STL**) بازسازی می‌کند. فاصله تا سطح با **ترینگولیشن**، **کانفوکال**، **AWS** یا **استریوفتوگرامتری** تعیین می‌شود و دقت آن برای قالب‌های کوتاه با قالب معمولی قابل مقایسه است.

نکات کلیدی این مقاله

- به گزارش Ender و همکاران (به نقل از Richert)، صحت اسکنرها در قالب‌های جزئی ۲۰ تا ۴۸ و تکرارپذیری ۴ تا ۱۶ میکرومتر است.
- طبق ISO 5725، دقت از دو جزء **صحت (trueness)** و **تکرارپذیری (precision)** تشکیل می‌شود.
- مرور Mangano روی ۱۳۲ مطالعه: دقت برای رستوریشن‌های ۴ تا ۵ واحد کافی است، اما شواهد برای پروتزهای طویل کافی نیست.
- در مرور Joensahakij روی ۲۳ مطالعه تمام‌قوس ایمپلنتی، ۱۲ مطالعه دیجیتال را دقیق‌تر، ۶ معمولی را و ۵ مشابه یافتند.
- به گزارش Eggmann، هر ۲۱ اسکنر پرکاربرد رابط باز دارند و برخی با فلورسانس ۴۱۵ نانومتر یا نور مادون قرمز نزدیک، پوسیدگی را تشخیص می‌دهند.

این مقاله اصول فیزیکی و اپتیکی **اسکنر داخل دهانی** را برای متخصصان رادیولوژی و تصویربرداری دهان و فک مرور می‌کند؛ گروهی که امروز به‌طور فزاینده داده‌های سطحی اسکنر را با حجم CBCT ادغام می‌کنند. کاربرد این ادغام در [برنامه‌ریزی ایمپلنت با CBCT](#) و ساختار داده‌های تصویری در [استاندارد DICOM](#) بررسی شده است. محور علمی متن، مرورهای [Richert](#) و [همکاران](#)، [Mangano](#) و [همکاران](#) و [Eggmann](#) و [Blatz](#) است.

فهرست مطالب

- [اسکنر داخل دهانی و ساخت مدل سه بعدی](#)
 - [قالب‌های فایل STL، OBJ و PLY](#)
- [اصول اپتیک اسکنر داخل دهانی](#)
 - [اهمیت فناوری‌های نرم افزار محور](#)
 - [پودر زنی و سطوح بازتابنده](#)
- [تعریف و سنجش دقت اسکنر داخل دهانی](#)
 - [عوامل مؤثر بر دقت اسکن](#)
 - [قالب دیجیتال در پروتز تمام قوس ایمپلنتی](#)
- [پیشرفت‌های اخیر اسکنر داخل دهانی](#)
 - [ادغام اسکن اپتیک با CBCT](#)
 - [معیارهای انتخاب اسکنر](#)
- [پرسش‌های متداول](#)
 - [اسکنرهای داخل دهانی چه نوع فایلی تولید می‌کنند؟](#)
 - [دقت اسکنرهای داخل دهانی چقدر است؟](#)
 - [تفاوت صحت و تکرارپذیری در اسکنرها چیست؟](#)
 - [آیا قالب دیجیتال برای پروتزهای طویل مناسب است؟](#)
 - [آیا اسکنرهای داخل دهانی می‌توانند پوسیدگی را تشخیص دهند؟](#)
 - [چرا در برخی اسکنرها پودر زنی لازم است؟](#)
- [جمع‌بندی](#)
- [منابع](#)

اسکنر داخل دهانی و ساخت مدل سه بعدی

طبق تعریف Richert و همکاران، این دستگاه یک وسیله پزشکی شامل دوربین دستی (سخت افزار)، رایانه و نرم افزار است که هدف آن ثبت دقیق هندسه سه بعدی یک جسم است. همه اسکنرها، صرف نظر از فناوری، نوری را می‌تابانند، آن را به صورت تصاویر منفرد یا ویدئو ثبت می‌کنند و نرم افزار پس از شناسایی نقاط مورد نظر (POI)، تصاویر را به یک سطح پیوسته تبدیل می‌کند.

به نوشته Richert و همکاران، در تکنیک‌های فعال، یک نقطه نورانی یا الگویی از خطوط یا شبکه روی جسم تابانده می‌شود که به بافت و رنگ واقعی سطح وابستگی کمتری دارد. بازسازی سطح می‌تواند از مجموعه‌ای از تصاویر، یک ویدئو یا چندین

تصویر در ثانیه در جریان پیوسته داده، یا تحلیل موج انجام شود. خروجی نهایی معمولاً فایل **STL (Standard Tessellation Language)** است: توالی سطوح مثلثی که هر مثلث با سه نقطه و یک بردار نرمال تعریف می‌شود.

قالب اپتیکی تمام قوس با اسکنر داخل دهانی

دندان‌های تراش‌خورده و ایمپلنت با اسکن‌بادی در فک پایین



Blatz, JDR 2024 (CC BY 4.0) و Eggmann

دانشنامه تخصصی چاوش طب آذین · chavoshteb.ir

قالب دیجیتال اپتیکی قوس فک پایین با دندان‌های تراش‌خورده و ایمپلنت دارای اسکن‌بادی — منبع: Eggmann و Blatz, Journal of Dental Research 2024، مجوز CC BY 4.0

قالب‌های فایل OBJ، STL و PLY

STL داده‌های اسکن را به صورت مش مثلث‌های تسلیت‌شده ذخیره می‌کند و رایج‌ترین قالب است، اما رنگ و بافت را نگه نمی‌دارد. طبق مرور Eggmann و Blatz، قالب‌های OBJ و PLY از وجوه چندضلعی، منحنی‌ها و وصله‌های آزاد استفاده می‌کنند و می‌توانند رنگ، شفافیت و بافت بافت‌های دندانی را نیز ثبت کنند که برای ارتباط با بیمار و انتخاب رنگ مفید است.

[Mangano و همکاران](#) هشدار می‌دهند که در سیستم‌های «بسته» یا اسکن‌رهایی که فقط قالب اختصاصی خروجی می‌دهند، ممکن است برای «باز کردن» فایل‌ها و استفاده از آن‌ها در هر نرم‌افزار CAD یا لابراتوار، هزینه سالانه یا ماهانه لازم باشد. [Blatz و Eggmann](#) در مقابل گزارش می‌کنند که گذار از سیستم‌های بسته به رابط‌های باز یک تحول عمده صنعت بوده و هر ۲۱ اسکنر پرکاربرد در یک نظرسنجی اخیر، رابط باز دارند.

اصول اپتیکی اسکنر داخل دهانی

Richert و همکاران چهار فناوری تعیین فاصله را توصیف می‌کنند: **تریانگولیشن** که محل نقطه را از دو زاویه دید محاسبه می‌کند؛ **کانفوکال** که فاصله را از ناحیه وضوح تصاویر در عمق‌های مختلف استنتاج می‌کند؛ **AWS** که با چرخش یک روزنه خارج از محور، عمق را از الگوی نقاط می‌سنجد؛ و **استریوفتوگرامتری** که مختصات را فقط با تحلیل الگوریتمی تصاویر برآورد می‌کند.

اسکنر داخل دهانی فاصله را چگونه می‌سنجد؟

فناوری‌های تعیین فاصله تا جسم

تریانگولیشن

محل یک نقطه از روی موقعیت و زاویه دو نقطه دید محاسبه می‌شود؛ دو آشکارساز، یک آشکارساز با منشور یا دو لحظه زمانی

کانفوکال

ثبت تصاویر فوکوس و خارج از فوکوس در عمق‌های انتخابی؛ فاصله از ناحیه وضوح و فاصله کانونی عدسی استنتاج می‌شود

AWS

نمونه‌برداری فعال جبهه موج: ماژول روزنه خارج از محور روی مسیر دایره‌ای می‌چرخد و عمق از الگوی هر نقطه محاسبه می‌شود

استریوفتوگرامتری

مختصات x ، y و z فقط با تحلیل الگوریتمی تصاویر؛ نور غیرفعال و نرم‌افزار به‌جای سخت‌افزار، دوربین کوچک‌تر

چهار فناوری تعیین فاصله تا جسم در اسکنرهای داخل دهانی (بر پایه مرور Richert و همکاران)

ویژگی‌های اصلی هر فناوری و پیامد بالینی آن، بر پایه مرور Richert و همکاران:

مقایسه فناوری‌های اپتیکی تعیین فاصله در اسکنرهای داخل دهانی

فناوری	اصل فیزیکی	نکته بالینی و فنی
تریانگولیشن	محاسبه موقعیت نقطه با دانستن موقعیت و زاویه دو نقطه دید	دو نقطه دید با دو آشکارساز، یک آشکارساز و منشور، یا دو زمان متفاوت ایجاد می‌شود
کانفوکال	ثبت تصاویر فوکوس و خارج از فوکوس در عمق‌های انتخابی	وابسته به مهارت اپراتور (تاری حرکتی) و نیازمند اپتیک بزرگ
AWS (نمونه‌برداری فعال جبهه موج)	چرخش ماژول روزنه خارج از محور حول محور اپتیکی	عمق از الگوی ایجادشده توسط هر نقطه محاسبه می‌شود
استریوفتوگرامتری	برآورد x, y و z فقط با تحلیل الگوریتمی تصاویر	نور غیرفعال و نرم‌افزارمحور؛ دوربین کوچک‌تر و کار با آن ساده‌تر

منبع: [Richert و همکاران، ۲۰۱۷، Journal of Healthcare Engineering](#)

اهمیت فناوری‌های نرم‌افزارمحور

Richert و همکاران نتیجه می‌گیرند که کاهش حجم سخت‌افزار، اهمیت فناوری‌های نرم‌افزارمحور را افزایش داده است. سیستم‌های کانفوکال به سخت‌افزار حجیم نیاز دارند و به دلایل ارگونومیک، راحتی بیمار و قیمت ساخت، جایگزین‌های نرم‌افزارمحور جست‌وجو می‌شوند؛ این نویسندگان قیمت ۲۰ تا ۲۵ هزار یورو برای سیستم‌های نرم‌افزارمحور در برابر ۳۵ تا ۴۰ هزار یورو برای سیستم‌های سخت‌افزارمحور را ذکر کرده‌اند.

پودر زنی و سطوح بازتابنده

می‌بای دندان و سطوح پولیش‌شده بازتاب زیادی دارند و ممکن است با نوردهی بیش از حد، تطبیق نقاط مورد نظر را مختل کنند. طبق Richert و همکاران، درمانگر می‌تواند جهت دوربین را برای افزایش نور پخش تغییر دهد؛ برخی سیستم‌ها از فیلتر قطبنده استفاده می‌کنند و در برخی دیگر، پوشش پودری ۲۰ تا ۴۰ میکرومتری برای کاهش بازتاب لازم است که ضخامت آن ممکن است میان اپراتورها متفاوت باشد.

تعریف و سنجش دقت اسکنر داخل دهانی

طبق استاندارد ISO 5725 که Richert و همکاران به آن استناد می‌کنند، دقت از دو جزء تشکیل می‌شود: **صحت (trueness)**، یعنی نزدیکی میانگین تعداد زیادی نتیجه آزمون به مقدار واقعی یا مرجع؛ و **تکرارپذیری (precision)**، یعنی نزدیکی نتایج آزمون‌ها به یکدیگر. نمایش گرافیکی فایل در نرم‌افزار، به دلیل سایه‌زنی و الگوریتم‌های هموارسازی، درباره دقت گمراه‌کننده است.

به نقل [Richert و همکاران](#) از Ender و همکاران، میانگین صحت فناوری‌های مختلف اسکنر در قالب‌های جزئی ۲۰ تا ۴۸ میکرومتر و تکرارپذیری ۴ تا ۱۶ میکرومتر گزارش شده است. اما قالب‌گیری تمام‌قوس در شرایط in vivo با پدیده **اعوجاج** همراه گزارش شده، به‌ویژه در فناوری‌های تریانگولیشن، کانفوکال و AWS.

شاخص‌های کمی دقت و عملکرد اسکنرهای داخل دهانی در مرورهای منتشرشده:

شاخص‌های کمی دقت و عملکرد اسکنرهای داخل دهانی

شاخص	مقدار گزارش‌شده	منبع
صحت در قالب جزئی	۲۰ تا ۴۸ میکرومتر	Ender و همکاران، به نقل Richert ۲۰۱۷
تکرارپذیری در قالب جزئی	۴ تا ۱۶ میکرومتر	Ender و همکاران، به نقل Richert ۲۰۱۷
زمان اسکن تمام‌قوس	۳ تا ۵ دقیقه (دستگاه‌های جدید کمتر از ۳ دقیقه)	Mangano ۲۰۱۷
دامنه کاربرد مطمئن	رستوریشن تک‌دندان و پروتز ثابت تا ۴ یا ۵ واحد	Mangano ۲۰۱۷
خطای تکرارپذیری پایش سایش در کلینیک	۶۰ تا ۷۰ میکرومتر	Eggmann ۲۰۲۴
هم‌ترازی با پروفیلومتری در آزمایشگاه	±۱۵ میکرومتر	Eggmann ۲۰۲۴

منابع: [Richert و همکاران](#)، [Mangano و همکاران](#) و [Eggmann و Blatz](#)

مرور سیستماتیک Abduo و Elseyoufi که از ۲۳۰۵ مطالعه اولیه به ۳۲ مطالعه رسید، نشان داد اسکنرها برای اهداف تشخیصی و اسکن کوتاه قابل اعتمادند، اما در اسکن تمام قوس انحراف بیشتری دارند. به نتیجه این مرور، دقت برای ساخت پروتز با کاهش طول ناحیه اسکن و اطمینان از کم بودن ناهمواری سطوح اسکن شده افزایش می‌یابد؛ نتایج سیستم‌های مختلف نیز متغیر بود.

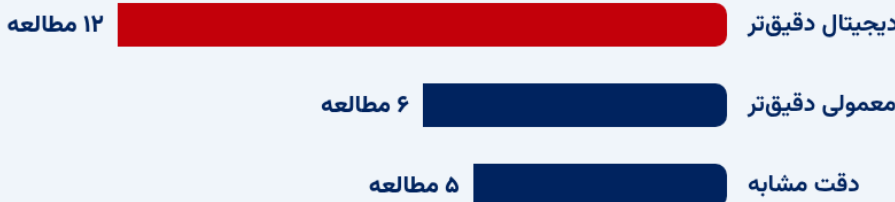
[Abduo](#) و [Elseyoufi](#) تأکید کردند که اگرچه دقت اسکنرها امیدوارکننده و قابل مقایسه با روش‌های معمولی است، هنوز در معرض خطا قرار دارند. [Blatz](#) و [Eggmann](#) نیز نیاز به میدان کار خشک برای پرهیز از خطای ناشی از مایعات دهان و دشواری ثبت مارجین‌های زیر لثه را از چالش‌های باقی‌مانده می‌دانند.

قالب دیجیتال در پروتز تمام قوس ایمپلنتی

شواهد این حوزه هنوز یکدست نیست. Joensahakij و همکاران در مرور ۲۳ مطالعه آزمایشگاهی (۱۸ با اسکنر داخل دهانی و ۵ با فتوگرامتری) گزارش کردند ۱۲ مطالعه روش دیجیتال را دقیق‌تر، ۶ مطالعه روش معمولی را دقیق‌تر و ۵ مطالعه دقت مشابه یافتند؛ نتیجه کلی برتری نسبی قالب دیجیتال بود، اما نویسندگان استانداردسازی روش‌ها را برای فراتحلیل لازم دانستند.

پروتز تمام قوس ایمپلنتی: دیجیتال یا معمولی؟

تعداد مطالعات (از ۲۳ مطالعه in vitro؛ ۱۸ با اسکنر داخل دهانی و ۵ با فتوگرامتری)



نتیجه ۲۳ مطالعه آزمایشگاهی درباره دقت قالب دیجیتال در برابر قالب معمولی در پروتزهای تمام قوس متکی بر ایمپلنت

در مقابل، [Mangano و همکاران](#) پس از مرور ۱۳۲ مطالعه نتیجه گرفتند که شواهد موجود از کاربرد اسکنر در رستوریشن‌های طویل روی دندان طبیعی یا ایمپلنت حمایت نمی‌کند. گزارش اجماع ITI ([Wismeijer و همکاران](#)) نیز اعلام کرد در بی‌دندانی کامل، نتایج اسکن داخل دهانی به پروتکل به‌کاررفته وابسته است. Richert و همکاران یادآوری می‌کنند که ایمپلنت به دلیل نبود لیگامان پریودنتال، خطای میکروسکوپی را کمتر از دندان طبیعی جبران می‌کند.

“The literature to date does not support the use of IOS in long-span restorations with natural teeth or implants.”

ترجمه: «شواهد تا امروز از کاربرد IOS در رستوریشن‌های طویل روی دندان طبیعی یا ایمپلنت حمایت نمی‌کند.»

— Mangano و همکاران، [BMC Oral Health](#), ۲۰۱۷

پیشرفت‌های اخیر اسکنر داخل دهانی

به گزارش Blatz و Eggmann، اسکنرهای امروزی با ثبت پیوسته تصویر و نرم‌افزارهای پیشرفته اتصال تصاویر کارآمدتر شده‌اند، به سوی رابط‌های داده باز رفته‌اند و از ابزار قالب‌گیری به بستر تشخیص، ارتباط با بیمار و برنامه‌ریزی درمان تبدیل شده‌اند. تشخیص پوسیدگی، پایش کمی سایش و بافت نرم، و قطعه‌بندی دندان با شبکه‌های عصبی عمیق از مهم‌ترین این تحولات‌اند.

- **تشخیص پوسیدگی:** بر پایه فلورسانس با طول موج ۴۱۵ نانومتر یا تصویربرداری مادون قرمز نزدیک با طول موج ۷۲۷ تا ۸۵۰ نانومتر؛ بسته به سازنده برای ضایعات پروگزیمال، اکلوزال یا هر دو.
- **پایش سایش دندان:** هم‌ترازی ± ۱۵ میکرومتر با پروفیلومتری در آزمایشگاه، اما خطای تکرارپذیری ۶۰ تا ۷۰ میکرومتر در کلینیک.
- **ارگونومی سخت‌افزار:** گذار از دستگاه‌های سیم‌دار به بی‌سیم و باتری‌دار، بازخورد لمسی، سرهای اسکن با گرم‌کن داخلی برای جلوگیری از میعان و کالیبراسیون خودکار در برخی دستگاه‌ها.
- **هوش مصنوعی:** قطعه‌بندی دقیق دندان‌ها با شبکه‌های عصبی عمیق، که برای کاربردهای ارتودنسی ضروری است.
- **دوقلوی دیجیتال:** ادغام اسکن داخل دهانی با CBCT یا اسکن صورت برای مدل‌های سه‌بعدی برنامه‌ریزی درمان.

جریان کار دیجیتال با اسکنر داخل دهانی

از نور ساختاریافته تا مدل سه بعدی و طرح درمان



بر پایه Eggmann 2024 و Richert 2017

دانشنامه تخصصی چاوش طب آذین · chavoshteb.ir

جریان کار دیجیتال از قالب اپتیکی تا طراحی، ساخت و ادغام با داده های CBCT

ادغام اسکن اپتیکی با CBCT

Eggmann و Blatz توضیح می دهند که ادغام اسکن های دقیق اپتیکی با CBCT یا اسکن صورت، ساخت «دوقلوی دیجیتال» را ممکن می کند؛ مدل های سه بعدی که جزئیات آناتومیک و روابط فضایی دقیقی ارائه می دهند. نمونه بالینی آن، اندودانتیکس هدایت شده در کلسیفیکاسیون کانال است: ثبت قالب اپتیکی روی حجم CBCT، طراحی حفره دسترسی و ساخت راهنمای اختصاصی برای فرز.

کیفیت این ادغام به کیفیت هر دو داده وابسته است. گزارش ITI تصریح می کند دقت اندازه گیری روی اسکن های CBCT به نرم افزار وابسته است و دقت اسکن داخل دهانی و اندازه گیری های CBCT برای دقت مورد نیاز جراحی هدایت شده به تنهایی کافی نیست؛ بنابراین جراحی هدایت شده استاتیک باید ابزاری مکمل در تشخیص و برنامه ریزی جامع تلقی شود. کاربرد CBCT در این زنجیره در مقاله [CBCT در برنامه ریزی ایمپلنت](#) و تصویربرداری اندو در مقاله [تصویربرداری اندودانتیکس](#) بررسی شده است.

معیارهای انتخاب اسکنر

بر پایه مرورهای Eggmann و Mangano، معیارهای مهم انتخاب عبارتند از: صحت و تکرارپذیری مستند، نیاز یا عدم نیاز به پودر، سرعت اسکن، اندازه سر اسکن، ثبت رنگ، رابط باز و قالب های خروجی (STL، OBJ، PLY)، هزینه های

سالانه نرم افزار، ارگونومی و ابزارهای تشخیصی. منحنی یادگیری و هزینه های خرید و مدیریت نیز از محدودیت های ذکر شده اند.

در بازار ایران، گزینه هایی مانند [اسکنر داخل دهانی MEYER](#) و [اسکنر داخل دهانی برند DEXIS](#) در [دسته اسکنرهای داخل دهانی](#) قابل مقایسه اند. روند کلی تحول این فناوری ها در مقاله [پیشرفت تکنولوژی در دستگاه های تصویربرداری دندان پزشکی](#) مرور شده است.

پرسش های متداول

اسکنرهای داخل دهانی چه نوع فایلی تولید می کنند؟

رایج ترین خروجی فایل STL است که سطح را به صورت مثلث های تسلیت شده ذخیره می کند. قالب های OBJ و PLY رنگ و بافت را نیز نگه می دارند. طبق Eggmann و Blatz، هر ۲۱ اسکنر پرکاربرد در یک نظرسنجی اخیر رابط باز با دست کم یک قالب استاندارد دارند.

دقت اسکنرهای داخل دهانی چقدر است؟

به گزارش Ender و همکاران به نقل Richert، در قالب های جزئی صحت ۲۰ تا ۴۸ و تکرارپذیری ۴ تا ۱۶ میکرومتر است. در اسکن تمام قوس، اعوجاج بیشتر گزارش شده و دقت با کاهش طول اسکن بهبود می یابد.

تفاوت صحت و تکرارپذیری در اسکنرها چیست؟

طبق ISO 5725، صحت (trueness) نزدیکی میانگین نتایج به مقدار واقعی است و تکرارپذیری (precision) نزدیکی نتایج تکراری به یکدیگر. اسکنری که تکرارپذیر اما دارای صحت کم باشد، خطای سیستماتیک ثابتی دارد.

آیا قالب دیجیتال برای پروتزهای طویل مناسب است؟

مرور Mangano روی ۱۳۲ مطالعه نتیجه گرفت که شواهد از کاربرد اسکنر در رستوریشن های طویل روی دندان یا ایمپلنت حمایت نمی کند. در تمام قوس ایمپلنتی، مرور Joensahakij برتری نسبی دیجیتال را در ۱۲ از ۲۳ مطالعه آزمایشگاهی نشان داد.

آیا اسکنرهای داخل دهانی می توانند پوسیدگی را تشخیص دهند؟

برخی اسکنرها ابزار تشخیص پوسیدگی دارند که بر فلورسانس با طول موج ۴۱۵ نانومتر یا تصویربرداری مادون قرمز نزدیک ۷۲۷ تا ۸۵۰ نانومتر استوار است. بسته به سازنده، ضایعات پروگزیمال، اکلوزال یا هر دو قابل تشخیص اند.

چرا در برخی اسکنرها پودر زنی لازم است؟

مینا و سطوح پولیش شده بازتاب زیادی دارند و تطبیق نقاط را مختل می کنند. طبق Richert و همکاران، برخی سیستم ها از فیلتر قطبیده استفاده می کنند و برخی به پوشش پودری ۲۰ تا ۴۰ میکرومتری نیاز دارند.

جمع بندی

اسکنر داخل دهانی امروز فراتر از جایگزین قالب معمولی است: یک سامانه اپتیکی-نرم افزاری که با تریانگولیشن، کانفوکال، AWS یا استریوفتوگرامتری، سطح دندان و بافت را با دقت چند ده میکرومتری بازسازی می کند. شواهد، دقت آن را برای رستوریشن های کوتاه تأیید می کنند، اما اسکن تمام قوس و پروتزهای طویل همچنان با اعوجاج و عدم قطعیت همراه است. رابط های باز، تشخیص پوسیدگی، پایش کمی و ادغام با CBCT آینده این فناوری را شکل می دهند و نقش رادیولوژیست را در تفسیر داده های ترکیبی پررنگ تر می کنند.

نکات کلیدی

اسکنر داخل دهانی: اصول اپتیکی و پیشرفت های اخیر

۱ چهار فناوری: تریانگولیشن، کانفوکال، AWS و استریوفتوگرامتری

۲ دقت طبق ISO 5725: صحت (trueness) و تکرارپذیری (precision)

۳ قالب های کوتاه: صحت ۲۰ تا ۴۸ و تکرارپذیری ۴ تا ۱۶ میکرومتر

۴ تمام قوس مستعد انحراف؛ شواهد برای پروتز طویل کافی نیست

۵ هر ۲۱ اسکنر پر کاربرد رابط باز دارند؛ STL رایج ترین قالب

دانشنامه تخصصی چاوش طب آذین · chavoshteb.ir

نکات کلیدی مقاله در یک نگاه

مهم ترین نکات این مقاله در محورهای زیر خلاصه شده است:

نکته کلیدی	محور
دوربین دستی، رایانه و نرم افزار؛ خروجی مش مثلثی.	ساختار دستگاه
تریانگولیشن، کانفوکال، AWS و استریوفتوگرامتری.	فناوری‌ها
ISO 5725: صحت و تکرارپذیری؛ قالب جزئی ۲۰ تا ۴۸ و ۴ تا ۱۶ میکرومتر.	دقت
اعوجاج تمام قوس، مارجین زیر لثه، نیاز به میدان خشک و منحنی یادگیری.	محدودیت‌ها
STL رایج‌ترین؛ OBJ و PLY برای رنگ و بافت؛ رابط باز در همه ۲۱ اسکنر پرکاربرد.	قالب فایل
تشخیص پوسیدگی، پایش سایش، قطعه‌بندی با هوش مصنوعی و دوقلوی دیجیتال با CBCT.	پیشرفت‌ها

منابع

- Richert R, Goujat A, Venet L, et al. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. J Healthc Eng. 2017;2017:8427595. [doi:10.1155/2017/8427595](https://doi.org/10.1155/2017/8427595)
- Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. BMC Oral Health. 2017;17(1):149. [doi:10.1186/s12903-017-0442-x](https://doi.org/10.1186/s12903-017-0442-x)
- Eggmann F, Blatz MB. Recent Advances in Intraoral Scanners. J Dent Res. 2024;103(13):1349-1357. [doi:10.1177/00220345241271937](https://doi.org/10.1177/00220345241271937)
- Abduo J, Elseyoufi M. Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors. Eur J Prosthodont Restor Dent. 2018;26(3):101-121. [PubMed 29989757 \(doi:10.1922/EJPRD_01752Abduo21\)](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29989757/)
- Joensahakij N, Serichetaphongse P, Chengprapakorn W. The accuracy of conventional versus digital (intraoral scanner or photogrammetry) impression techniques in full-arch implant-supported prostheses: a systematic review. Evid Based Dent. 2024;25(4):216-217. [doi:10.1038/s41432-024-01045-z](https://doi.org/10.1038/s41432-024-01045-z)
- Wismeijer D, Joda T, Flügge T, et al. Group 5 ITI Consensus Report: Digital technologies. Clin Oral Implants Res. 2018;29 Suppl 16:436-442. [doi:10.1111/clr.13309](https://doi.org/10.1111/clr.13309)

درباره نویسنده

این مقاله توسط تیم تحریریه علمی چاوش طب آذین تهیه شده است؛ تیمی که محتوای دانشنامه تخصصی رادیولوژی دهان، فک و صورت را بر پایه مقالات داوری‌شده، گایدلاین‌های بین‌المللی و مستندات فنی سازندگان تدوین و به‌روزرسانی می‌کند. چاوش طب آذین از سال ۲۰۱۴ در حوزه خدمات و تجهیزات تصویربرداری دندان پزشکی

فعالیت دارد (دریاره ما). سایر مقالات این دانشنامه در [ویلاگ چاوش طب آذین](#) در دسترس است. این محتوا جنبه آموزشی دارد و جایگزین قضاوت بالینی متخصص نیست.

آخرین بهروزرسانی: ۱۴۰۵/۰۸/۰۸