



تخمین سن بقایای انسانی با استفاده از سیستم دندان‌های (مروری بر روش‌های تخمین سن در انسان‌شناسی دندان‌ها)

الهام فرنام*

دانشجوی دکتری باستان‌شناسی پیش‌تاریخ دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

تخمین سن بقایای انسانی یکی از دشوارترین مسائل باستان‌زیست‌شناسی است زیرا، افراد دارای سن تقویمی یکسان، سن زیستی متفاوتی را نشان می‌دهند. استفاده از دندان‌ها برای تخمین سن، هم به دلیل پایداری بیشتر دندان‌ها در بافت‌های باستان‌شناختی و هم به دلیل قابلیت تغییرات سیستم دندان‌ها با افزایش سن، بسیار مورد کاربرد و توجه است. بسیاری از روش‌های مدرن مورد استفاده در پزشکی قانونی بر مبنای ایجاد برش در دندان‌ها و مشاهدات بافت‌شناسی است که به دلیل تخریب دندان‌ها، در نمونه‌های باستان‌شناختی قابل اجرا نیستند. در این مقاله ضمن بررسی روش‌های غیر مخرب استفاده از دندان‌ها در تخمین سن بقایا، به محاسن و معایب هر روش نیز اشاره می‌شود. هدف این مقاله مرور روش‌های تعیین سن از روی دندان‌ها برای افراد نابالغ با بررسی «تکامل سیستم دندان‌ها» و برای افراد بالغ با بررسی «تحلیل فیزیولوژیک بافت‌های دندان‌ها» است. به دلیل ماهیت منظم زمان شکل‌گیری و رویش دندان‌ها، «تکامل دندان‌ها» گسترده‌ترین روش استفاده برای تخمین سن بقایای افراد نابالغ است. رد پای افزایش سن را می‌توان در سه روند متفاوت تکامل سیستم دندان‌ها «تجمع کلسیم در بافت دندان (کلسیفیکاسیون بافت دندان)»، «رویش دندان‌ها» و «بسته شدن کامل انتهای ریشه» در جداول و نمودارهای از پیش تهیه‌شده، بررسی کرد. با رویش دندان دائمی، سایش آن آغاز می‌شود. فراگیر بودن سایش در یک جمعیت، تابعی از افزایش سن است و می‌تواند در تخمین سن استفاده شود. ادامه تشکیل عاج ثانویه نیز یک پاسخ زیستی به افزایش سن است. با افزایش سن، مساحت مغز دندان (پالپ دندان) به تدریج به دلیل ادامه رسوب عاج ثانویه، کوچک‌تر می‌شود. اندازه‌گیری روند این کاهش با استفاده از عکس‌های رادیولوژی به‌عنوان یک نشانگر در تخمین سن، مورد استفاده قرار می‌گیرد. نیمه شفاف شدن انتهای ریشه دندان‌ها نیز با افزایش سن، در بالغ‌ها ارتباط دارد و اندازه‌گیری طول آن با دقت مناسبی قابل انجام است، گرچه این موضوع در نمونه‌های باستان‌شناختی هنوز به بررسی بیشتری نیاز دارد.

کلیدواژه‌گان: باستان‌شناسی زیستی، تخمین سن، سایش دندان‌ها، تکامل سیستم دندان‌ها.

* نویسنده مسئول مکاتبات: تهران، خیابان پورسینا، مؤسسه باستان‌شناسی دانشگاه تهران

پست الکترونیکی: elhamfarnam@yahoo.com

۱. مقدمه

به طور معمول، چهار شاخصه جنس، سن، قد و نژاد در مطالعات باستان‌شناسی زیستی (Bioarcheology) مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این میان، تخمین سن بقایای انسانی یکی از دشوارترین مسائل باستان‌زیست‌شناسی است، زیرا افراد دارای سن تقویمی یکسان، سن زیستی متفاوتی را نشان می‌دهند. به همین دلیل استخوان‌شناسان و انسان‌شناسان زیستی، از اصطلاح «تخمین سن» بقایای انسانی، در متون و گزارش‌های انسان‌شناسی استفاده می‌کنند. تخمین سن، خود از زیرشاخه‌های پزشکی قانونی، به‌ویژه در موارد هویت نامشخص فرد متوفی، است [1]، اما امروزه باعلاقه روزافزون به دیرین جمعیت‌شناسی (Paleodemography) مانند ترکیب گروه‌های سنی، نسبت جنسی و دلایل مرگ‌ومیر جوامع، این موضوع، به یکی از بحث‌برانگیزترین و مهم‌ترین مباحث باستان‌شناسی زیستی تبدیل شده است [2]. تخمین سن می‌تواند بیانگر افتراق سنی مرگ‌ومیرهایی از جوامع گذشته باشد بازسازی الگوهای آن‌ها، فهم شرایط زندگی‌ای که مردمان این جوامع در بوم‌سازگان (اکوسیستم) تاریخی خود با آن روبه‌رو بوده‌اند را، برای محققین فراهم می‌کند [3].

به همراه تغییرات وابسته به افزایش سن در طول دوره رشد، تکامل، بلوغ و پیری در اسکلت هر فرد پدید می‌آید. ظهور نشانگرهای سنی بر اسکلت، بسته به شرایط زندگی هر فرد متفاوت است [4]. بیشتر روش‌های تعیین سن بالغین که با تغییرات ایجادشده در ظاهر بدن مرتبط هستند، بر اساس تحلیل شاخصه‌های قابل‌رؤیت (ماکروسکوپی) ساختمان‌های اسکلتی متفاوتی چون سمفیز پویس [5,6]، سطح مفصلی استخوان ایلیم [7]، انتهای جناغی دنده‌ها [8] و بسته شدن درزهای خارجی و داخلی جمجمه [9,10] انجام می‌شوند [11]. این روش‌ها گروه‌های سنی را به دامنه‌های وسیع اغلب، ۵ یا ۱۰ ساله تقسیم می‌کنند و همچنین نتایج دقیقی برای افراد بالای ۴۵ تا ۵۰ سال به دست نمی‌دهند. به‌علاوه ساختارهای اسکلتی مورد استفاده در این روش‌ها، (لگن و دنده‌ها) معمولاً در معرض فرایندهای تجزیه پس از مرگ (taphonomy) قرار می‌گیرند و بنابراین، یا در مراحل کاوش به دست نمی‌آیند یا آن‌قدر تخریب‌شده‌اند که قابل استفاده در تحلیل‌های استخوان‌شناختی نیستند [4]. از آنجاکه جمجمه و دندان‌ها می‌توانند اطلاعات بسیار زیادی را درباره سن زمان مرگ ارائه دهند، روش‌های تخمین سن متعددی نیز با استفاده از جمجمه و دندان‌ها ابداع شده‌اند. علاوه بر این در تدفین‌های ثانویه به‌ویژه موارد دفن مجدد جمجمه بدون سایر قسمت‌های بدن، روش‌های استفاده از لگن، بدون فایده خواهند بود. در تدفین‌های گروهی در گورهای دسته‌جمعی نیز اغلب، امکان انتساب صحیح اعضای مختلف به یک فرد بسیار دشوار و همراه خطا خواهد بود. بنابراین، در این موارد نیز با ملاک قرار دادن جمجمه، می‌توان تخمین سن برای هر جمجمه را به‌منزله تخمین سن برای هر فرد (بدون توجه به انتساب سایر استخوان‌ها به فرد) در نظر گرفت.

روش‌های تخمین سن زمان مرگ، همواره رو به گسترش و اصلاح هستند، اما به نظر می‌رسد روش‌هایی که بر مبنای تغییرات سیستم دندانی بر اثر افزایش سن عمل می‌کنند، نسبت به سایر روش‌های متکی بر یافته‌های استخوانی، با صحت بیشتری می‌توانند سن را تخمین بزنند؛ بنابراین دندان‌ها به دلیل مقاومت بالا نسبت به عوامل فیزیکی و شیمیایی، بسیار مفیدتر از استخوان‌ها هستند، چون زمانی که بیشتر استخوان‌ها بر اثر عوامل محیطی مختلف از بین رفته‌اند، اغلب، دندان‌ها هنوز سالم باقی‌مانده‌اند [12].

روش‌های متعدد استفاده از دندان‌ها برای تخمین سن هنگام مرگ، بر اساس تحلیل‌های ماکروسکوپی، میکروسکوپی و بیوشیمیایی دندان‌ها انجام می‌شوند. روش‌های میکروسکوپی و بیوشیمیایی، علاوه بر آن که بسیار پیچیده و پرهزینه هستند، سبب تخریب بافت دندان می‌شوند [13,14,15,16] و بنابراین استفاده از یافته‌های دندانی را برای مطالعات بعدی امکان‌ناپذیر می‌کنند. هدف این مقاله، مرور روش‌های غیر مخرب تخمین سن بقایا از طریق دندان‌ها برای افراد نابالغ با بررسی «تکامل سیستم دندانی» و برای افراد بالغ با بررسی «تحلیل فیزیولوژیک بافت‌های دندانی» است. پرسش اینجا است که کدام‌یک از این روش‌ها قابلیت استفاده در بقایای انسانی به‌جامانده از بافت‌های باستان‌شناختی را دارند؟ هر یک از این روش‌ها چگونه در تخمین سن به کار گرفته می‌شوند و چه محاسن و معایبی دارند؟

این تحقیق، بر پایه بررسی مقالات چاپ شده در مجلات پزشکی قانونی و باستان‌شناسی و با جستجوی کلمات کلیدی تخمین سن دندان، تخمین سن و دندان، سایش دندان و تخمین سن و روش‌های تخمین سن با عکس رادیولوژی انجام شده است.

۲. پیشینه پژوهش

از آنجاکه در نظام آموزش دانشگاهی ایران نه تنها رشته‌ای با عنوان دندانپزشکی قانونی تعریف نشده است، بلکه واحدی با این عنوان نیز در مجموعه دروس رشته پزشکی قانونی تدریس نمی‌شود، عجیب نیست که هیچ کتاب یا مقاله‌ای نیز با این مضمون به زبان فارسی چاپ نشده است. در بررسی متون انگلیسی نیز بیشتر مقالاتی که به روش‌های تخمین سن بقایا از طریق سیستم دندان‌پرداخته‌اند، با تکیه بر نمونه‌های پزشکی قانونی، روش‌های مختلف ریخت‌شناسی، بافت شناختی، شیمیایی و پرتونگاری را به تفکیک نابالغین و بالغین نام برده‌اند (مانند 17,18) که نه تنها همه آن‌ها قابلیت استفاده در نمونه‌های باستان‌شناختی را ندارند بلکه هیچ‌یک از آن‌ها به شرح چگونگی انجام این روش‌ها پرداخته‌اند (مانند 19,20) و بنابراین علاقه‌مندان به حوزه تخمین سن بقایا پس از مطالعه مقالات مروری باید هر یک از این روش‌ها را در مقالات مختلف بیابند و به کار گیرند. متأسفانه در بیشتر مقالاتی که از روش‌های مختلف تخمین سن استفاده کرده‌اند نیز شرح کاملی از روش مورداستفاده ذکر نشده و تنها به معرفی نمونه‌ها، روش نمونه‌گیری، میزان دقت و صحت روش و تجزیه و تحلیل داده‌های آماری پرداخته شده است (مانند [4]).

۳. سن تقویمی و سن زیستی

نکته‌ای که در ابتدا باید یادآور شد، تفاوت میان سن تقویمی (Chronological age) و سن زیستی (Biological age) است. سن تقویمی تعداد روزها، ماه‌ها و سال‌هایی است که یک فرد، از زمان تولد خود سپری کرده است؛ اما سن زیستی که بر اساس نشانگرهای زیستی محاسبه می‌شود، تغییراتی است که بدن هر فرد، در روند رشد، تکامل و پیری با آن روبرو می‌شود. بدیهی است که سن زیستی می‌تواند تحت تأثیر عوامل داخلی، مانند ارث، عملکرد هورمون‌ها یا بیماری‌های زمینه‌ای و عوامل خارجی، مانند تغذیه، محیط زندگی، فعالیت‌های ورزشی، عادات شغلی و ... قرار گیرد و بنابراین از فردی به فرد دیگر متفاوت خواهد بود. ذکر یک مثال می‌تواند ما را در فهم تفاوت سن تقویمی و سن بیولوژیک یاری کند؛ فرض کنید میانگین سن بلوغ پسران در یک جامعه مشخص شانزده سال است، این بدان معنا است که اکثریت پسران این جامعه در سن شانزده سالگی بالغ می‌شوند و بنابراین علائم و شاخصه‌های سن بلوغ در بدن آن‌ها ظاهر می‌شود؛ بدیهی است برخی از پسران این جامعه زودتر و برخی دیرتر به بلوغ می‌رسند. حال اگر ما اسکلت یکی از پسران این جامعه را مورد بررسی قرار دهیم که علائم بلوغ در آن ظاهر شده است، با توجه به میانگین سن بلوغ جامعه می‌توانیم سن او را شانزده سال تخمین بزنیم، درحالی‌که ممکن است این فرد چهارده ساله بوده و به بلوغ رسیده باشد. به این ترتیب باینکه سن تقویمی این فرد چهارده سال را نشان می‌دهد، سن بیولوژیک او شانزده سال خواهد بود. توجه به این نکته بسیار اهمیت دارد که آنچه ما در بررسی یافته‌های استخوانی و دندان، به دست می‌آوریم، همان سن زیستی فرد خواهد بود نه سن تقویمی. بر همین مبنا، در این نوشتار هر جا از کلمه سن یا سن در زمان مرگ استفاده شود، منظور سن زیستی خواهد بود.

۴. رده‌بندی گروه‌های سنی

اغلب، هفت گروه سنی، در تفکیک بقایای استخوان‌های انسانی به کار برده می‌شود: جنینی (قبل از تولد)، نوزادی (صفر تا سه سالگی)، کودکی (سه تا دوازده سالگی)، نوجوانی (دوازده تا بیست سالگی)، افراد بالغ جوان (بیست تا سی و پنج سالگی)، افراد بالغ میان‌سال (سی و پنج تا پنجاه سالگی) و افراد بالغ پیر (بالای پنجاه سالگی) [21].

۴-۱. تخمین سن افراد غیر بالغ از روی دندان‌ها

تکامل دندان‌ها نسبت به تکامل سایر قسمت‌های استخوانی، بیشتر با سن تقویمی در ارتباط است و به نظر می‌رسد به شدت تحت کنترل عوامل ژنتیکی (و نه محیطی) باشد. به خاطر ماهیت منظم زمان شکل‌گیری و رویش دندان‌ها و نیز به دلیل یافت شدن دندان‌ها در بسیاری از بافت‌های باستان‌شناختی، «تکامل دندان» گسترده‌ترین روش استفاده برای تخمین سن بقایای افراد غیر بالغ است [22]. رد پای افزایش سن را می‌توان در سه روند متفاوت تکامل سیستم دندان «تجمع کلسیم در بافت دندان (کلسیفیکاسیون)»، «رویش دندان‌ها به بیرون از استخوان فک» و «بسته شدن کامل انتهای ریشه» بررسی کرد.

۴-۱-۱. روند تکامل دندان‌ها

شواهد تکامل دندان‌های انسان، خیلی زود، در هفته ششم زندگی جنینی دیده می‌شود. در این مرحله، جوانه دندان شکل می‌گیرد و سپس تکثیر می‌شود، تغییر و تمایز سلول‌های آن منجر به ایجاد سلول‌های عاج‌ساز و میناساز می‌شود که به تدریج زمینه را برای رسوب مواد معدنی و تشکیل عاج و مینا فراهم می‌کند. باید توجه داشت تا قبل از مرحله تجمع و رسوب‌گذاری مواد معدنی (کلسیفیکاسیون) بافت سختی از دندان وجود ندارد و بنابراین در یافته‌های باستان‌شناسی مشاهده نخواهد شد. کلسیفیکاسیون به معنای رسوب نمک‌های معدنی کلسیم در بافت جوانه دندان است که از یک یا چند هسته کوچک آغاز می‌شود. رسوب بیشتر در اطراف هر هسته، به شکل حلقه‌های متحدالمرکز، رخ می‌دهد. نزدیکی و اتصال نهایی این هسته‌ها منجر به تشکیل لایه‌های بافت سخت دندان (مینا و سپس عاج) می‌شود. کلسیفیکاسیون دندان‌های پیش میانی تقریباً در چهارده هفتگی جنینی شروع می‌شود. تکامل ریشه دندان با رویش آن در ارتباط است و معمولاً در زمان بیرون آمدن دندان از لثه، ریشه تقریباً نصف تا دوسوم طول نهایی خود را پیدا کرده است. سپس مرحله رویش ادامه می‌یابد تا دندان به سطح جونده منطبق با دندان فک مقابل برسد. پس از آن ریشه به تدریج کامل می‌شود، اما هنوز انتهای ریشه کاملاً بسته نشده است. با رسیدن به مرحله بسته شدن کامل انتهای ریشه می‌توان گفت روند تکاملی رویش دندان به پایان رسیده است (برگرفته از 23). با توجه به آنچه گفته شد، از مراحل آغازین رسوب‌گذاری هر دندان شیری یا دائمی تا مرحله آخر بسته شدن انتهای ریشه آن را می‌توان با دو روش رصد کرد:

- گرفتن رادیوگرافی از دندان‌ها و استخوان فک برای بررسی «میزان کلسیفیکاسیون» و «تکامل ریشه»
 - معاینه و بررسی موقعیت دندان‌های رویش یافته در داخل حفره دهان برای بررسی «روند رویش دندان‌ها»
- به این ترتیب می‌توان سن افراد غیر بالغ را به کمک جدول‌های میانگین نمونه‌های آماری به دست آمده از جمعیت‌های مختلف، تخمین زد.

۴-۱-۲. دوره‌های رویش دندان در انسان

رویش دندان‌های انسان را می‌توان به چهار دوره تقسیم کرد:

- بیشتر دندان‌های شیری تا سال دوم زندگی می‌رویند.
- دو دندان پیشین و اولین دندان آسیای دائمی، اغلب در سنین ۶ تا ۸ سالگی می‌رویند.
- بیشتر دندان‌های نیش، پیش آسیا و آسیای دوم، بین سنین ۱۰ تا ۱۲ سالگی می‌رویند.
- سرانجام دندان آسیای سوم (دندان عقل) در حدود ۱۸ سالگی رویش پیدا می‌کند [22].

تخمین سن بر مبنای تکامل دندان‌ها به چند روش امکان‌پذیر است:

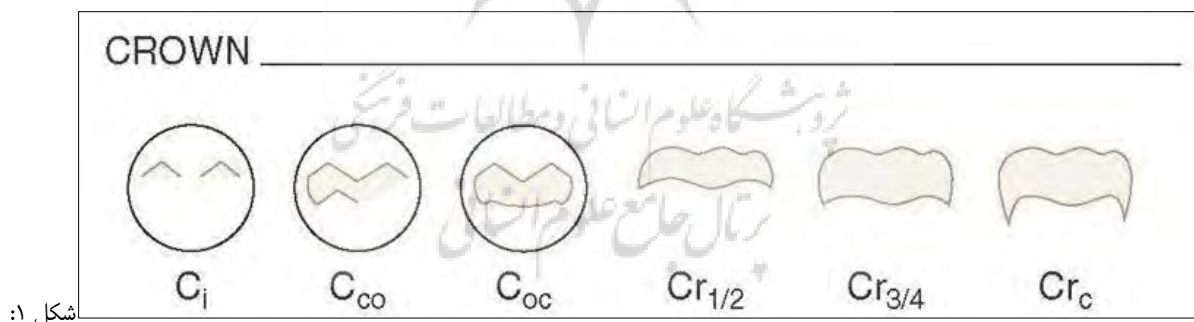
در روش اول، مراحل شکل‌گیری «هر دندان» با جدولی مقایسه می‌شود که در آن مراحل تشکیل هر دندان (به تفکیک درجات تکامل تاج و ریشه) آمده است (همان). در این روش با در دست داشتن یک یا چند دندان، وضعیت ظاهری دندان (در صورتی که از استخوان

فک خارج شده باشد) یا رادیوگرافی دندان (در صورتی که دندان داخل فک باشد و نتوان آن را بدون آسیب از استخوان خارج کرد) با جدول (۱) یا شکل‌های (۱، ۲ و ۳) مقایسه می‌شود تا مرحله تکاملی دندان مشخص شود. سپس با در نظر گرفتن شماره دندان و مرحله تکاملی آن، در جدول (۲) و (۳) می‌توان سن فرد را تخمین زد. در این مورد مثالی آورده می‌شود؛ فرض کنید دندان آسیای اولی دارید که از فک خارج شده و ریشه آن فقط به اندازه نصف یک ریشه کامل دندان آسیا تکمیل شده است، با توجه به جدول (۱) یا شکل (۲) مرحله تکاملی دندان R1/2 است. این مرحله در دو جدول (۲) و (۳) برای رویش دندان آسیای اول (m1) به ترتیب برای پسران ۵/۵ و برای دختران ۵/۴ سال خواهد بود.

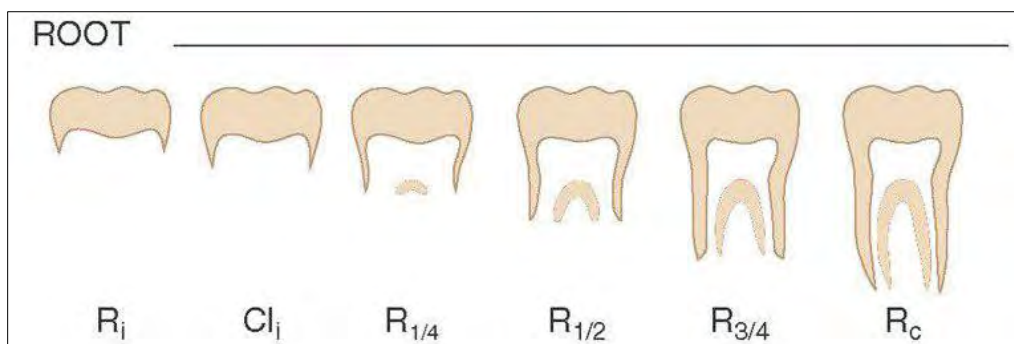
توجه به این نکته ضروری به نظر می‌رسد که در این روش، تشخیص دندان فک پایین و بالا از یکدیگر لازم نیست [!]: اما شماره دندان بسیار مهم است. به عبارت دیگر قبل از انجام مقایسه، باید دانست که به عنوان مثال، این دندان، آسیای اول، دوم یا سوم است و یا این که پیش‌آسیای اول یا دوم است. در صورتی که تک دندان به دست آمده باشد (مانند مواردی که تنها قسمتی از استخوان فک به دست آمده یا زمانی که دندان از استخوان فک به بیرون افتاده است)، تشخیص شماره دندان همیشه آسان نیست و به تجربه و مهارت بیشتر تخمین‌گر نیاز دارد.

جدول ۱. مراحل تشکیل دندان و علائم اختصاری آن‌ها [24]
Table 1. Tooth formation stages and their coded symbols [24]

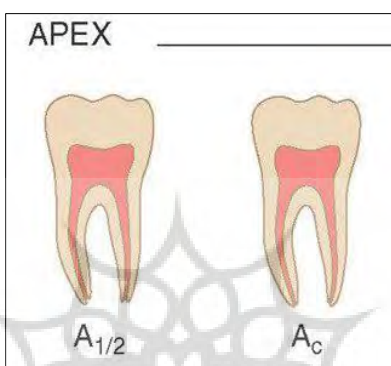
آغاز تشکیل ریشه	Ri	آغاز تشکیل تاج دندان	Gi
پدید آمدن شکاف ریشه <td>Rcl <td>به هم پیوستن برجستگی‌های تاج دندان <td>Cco </td></td></td>	Rcl <td>به هم پیوستن برجستگی‌های تاج دندان <td>Cco </td></td>	به هم پیوستن برجستگی‌های تاج دندان <td>Cco </td>	Cco
تشکیل یک‌چهارم ریشه <td>R1/4 <td>کامل شدن حد خارجی تاج دندان <td>Coc </td></td></td>	R1/4 <td>کامل شدن حد خارجی تاج دندان <td>Coc </td></td>	کامل شدن حد خارجی تاج دندان <td>Coc </td>	Coc
تشکیل یک‌دوم ریشه <td>R1/2 <td>تشکیل یک‌دوم تاج دندان <td>Cr1/2 </td></td></td>	R1/2 <td>تشکیل یک‌دوم تاج دندان <td>Cr1/2 </td></td>	تشکیل یک‌دوم تاج دندان <td>Cr1/2 </td>	Cr1/2
تشکیل سه‌چهارم ریشه <td>R3/4 <td>تشکیل سه‌چهارم تاج دندان <td>Cr3/4 </td></td></td>	R3/4 <td>تشکیل سه‌چهارم تاج دندان <td>Cr3/4 </td></td>	تشکیل سه‌چهارم تاج دندان <td>Cr3/4 </td>	Cr3/4
کامل شدن ریشه <td>Rc <td>کامل شدن تاج دندان <td>Crc </td></td></td>	Rc <td>کامل شدن تاج دندان <td>Crc </td></td>	کامل شدن تاج دندان <td>Crc </td>	Crc
نیمه بسته شدن انتهای ریشه <td>A1/2 <td>بسته شدن کامل انتهای ریشه <td>Ac </td></td></td>	A1/2 <td>بسته شدن کامل انتهای ریشه <td>Ac </td></td>	بسته شدن کامل انتهای ریشه <td>Ac </td>	Ac



مراحل تشکیل تاج [24]
Fig.1: Stages of crown formation



شکل ۲: مراحل تشکیل ریشه دندان [24]
Fig.2: Stages of root formation



شکل ۳: مراحل بسته شدن انتهای ریشه دندان [24]
Fig.3: Stages of apical closure

جدول ۲: میانگین سن پسران به سال در روند تکاملی دندانها [25]

Tab2. Average Age of boys in years based on assessment of dental development [25]

Male	Di1	Di2	Dc	Dm1	Dm2	I1	I2	C	P3	P4	M1	M2	M3
Ci	-	-	-	-	-	-	-	0.6	2.1	3.2	0.1	3.8	9.5
Cco								1.0	2.6	3.9	0.4	4.3	10.0
Coc								1.7	3.3	4.5	0.8	4.9	10.6
Cr1/2								2.5	4.1	5.0	1.3	5.4	11.3
Cr3/4								3.4	4.9	5.8	1.9	6.1	11.8
Crc	0.15	0.2	0.7	0.4	0.7	-	-	4.4	5.6	6.6	2.5	6.8	12.4
Ri	-	-	-	-	-	-	-	5.2	6.4	7.3	3.2	7.6	13.2
Rcl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.1	8.7	14.1
R1/4							5.8	6.9	7.8	8.6	4.9	9.8	14.8
R1/2						5.6	6.6	8.8	9.3	10.1	5.5	10.6	15.6
R2/3						6.2	7.2	-	-	-	-	-	-
R3/4						6.7	7.7	9.9	10.2	11.2	6.1	11.4	16.4
Rc	1.5	1.75	3.1	2.0	3.1	7.3	8.3	11.0	11.2	12.2	7.0	12.3	17.5
A1/2						7.9	8.9	12.4	12.7	13.5	8.5	13.9	19.1

به نظر می‌رسد در صورت داشتن فقط یک یا چند دندان، این روش مفید باشد. در تخمین سن با این روش باید به چند نکته توجه داشت؛ نخست آن که دندان آسیای سوم (دندان عقل) در مراحل تشکیل و رویش، بیشترین تغییرات سنی را نشان می‌دهد [22]. همچنین این دندان ممکن است به علل مختلف (جهت نامناسب برای رویش یا فقدان مادرزادی دندان عقل) در طول دوره زندگی فرد، اصلاً رویش پیدا نکند. به عبارت دیگر نبودن این دندان در سیستم دندانی یک فرد، همیشه به معنای زیر ۱۸ سال بودن این فرد نیست. مینسر و همکارانش در مورد تشکیل این دندان و استفاده از آن در تخمین سن، اطلاعاتی را جمع‌آوری کرده‌اند [26].

رویش دندان نیش نیز، در دو جنس زن و مرد، تفاوت سنی بیشتری دارد و بنابراین هنگام تخمین سن به روش «سن رویشی»، کمتر باید مورد توجه قرار گیرد [22] مگر آن که جنسیت فرد به طور کامل، مشخص باشد. البته اغلب، در نمونه‌های باستان‌شناختی، تعیین جنسیت قبل از بلوغ از روی شواهد استخوانی ممکن نیست.

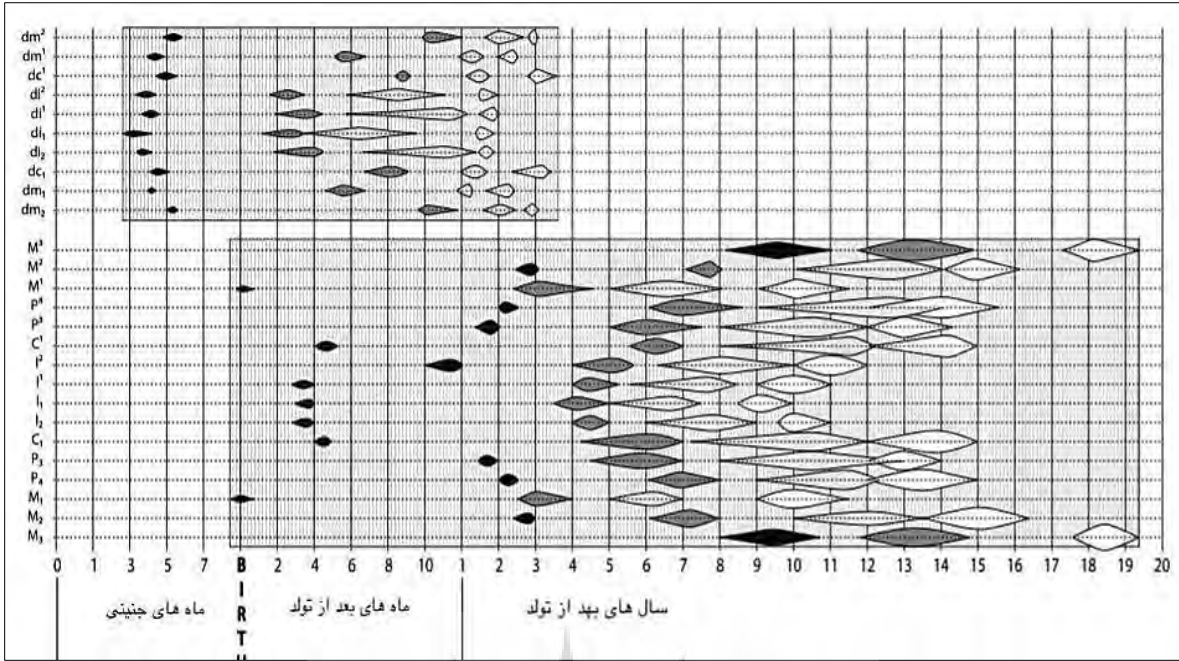
نکته دیگری که هنگام استفاده از نمودارهای استاندارد باید به آن توجه شود، آن است که رویش دندان به بیرون از لثه با رویش دندان از داخل استخوان فک متفاوت است و نباید این دو را باهم اشتباه گرفت (همان). همچنین باید توجه داشت که تکامل دندانی در جنس زن و مرد و جمعیت‌های مختلف، متفاوت است [27].

جدول ۳: میانگین سن دختران به سال در روند تکاملی دندان‌ها [25]

Tab. 3. Average Age of girls in years based on assessment of dental development [25]

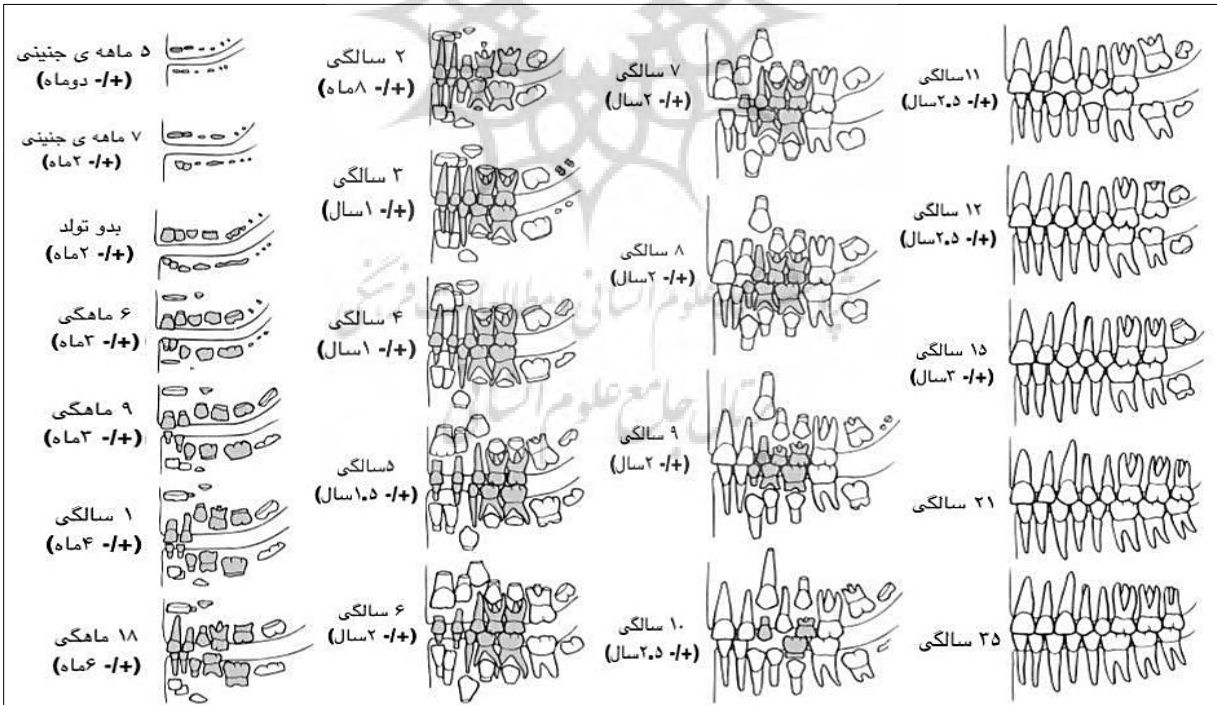
Female	Di1	Di2	Dc	Dm1	Dm2	I1	I2	C	P3	P4	M1	M2	M3
Ci								0.6	2.0	3.3	0.2	3.6	9.9
Cco								1.0	2.5	3.9	0.5	4.0	10.4
Coc								1.6	3.2	4.5	0.9	4.5	11.0
Cr1/2								2.5	4.0	5.1	1.3	5.1	11.5
Cr3/4								3.5	4.7	5.8	1.8	5.8	12.0
Crc	0.15	0.2	0.7	0.3	0.7	-	-	4.3	5.4	6.5	2.4	6.6	12.6
Ri								5.0	6.1	7.2	3.1	7.3	13.2
Rcl								-	-	-	4.0	8.4	14.1
R1/4						4.8	5.0	6.2	7.4	8.2	4.8	9.5	15.2
R1/2						5.4	5.6	7.7	8.7	9.4	5.4	10.3	16.2
R2/3						5.9	6.2	-	-	-	-	-	-
R3/4						6.4	7.0	8.6	9.6	10.3	5.8	11.0	16.9
Rc	1.5	1.75	3.0	1.08	2.8	7.0	7.9	9.4	10.5	11.3	6.5	11.8	17.7
A1/2	-	-	-	-	-	7.5	8.3	10.6	11.6	12.8	7.9	13.5	19.5

هنگامی که تخمین سن یک فرد نابالغ بر اساس دندان‌ها صورت می‌گیرد، بهتر است وجوه کامل سیستم دندانی، یعنی تکمیل تاج و ریشه همه دندان‌ها و محل قرارگیری هر دندان نسبت به استخوان فک (توجه به زمان رویش دندان) مدنظر قرار گیرد. در روش دوم مقایسه «کل دندان‌ها»، با جداول و نمودارها انجام می‌گیرد. این نمودارها نشان می‌دهند در هر میانگین سنی، چه تغییراتی در «کل سیستم دندانی» به وجود می‌آید (شکل ۴ و ۵). اوبلاکر، نموداری از داده‌های تکاملی دندانی بومیان آمریکا تهیه کرده است که دوره سنی مرتبط با هر مرحله را نیز نشان می‌دهد [30]. این میانگین‌ها، همانی است که در شکل (۴) آمده است و امروزه برای تخمین سن بقایای افراد غیر بالغ استفاده می‌شود.



شکل ۴: تفاوت‌های زمانی تکامل دندان‌ی. سیاه: معدنی شدن تاج، خاکستری تیره: تکمیل تاج، خاکستری روشن: رویش دندان، سفید: تکمیل ریشه. برگرفته از داده‌های [28] و داده‌های دندان آسیای سوم از [22,29]

Fig. 4: Variation in the timing of dental development. patterns: black, crown mineralization begins; dark gray, crown completion; light gray, eruption; white, root completion [28] and third molar data from [22,29]



شکل ۵: مراحل تکامل سیستم دندان‌ی بومیان آمریکا در سن‌های مختلف [22]

Fig. 5: Dental development in Native Americans [22]

به این ترتیب و با توجه به تکامل مراحل تشکیل و رویش دندان، می‌توان سن فرد را از دوران جنینی تا حدود ۲۰ سالگی تخمین زد. متأسفانه چنین داده‌های آماری برای جمعیت ایرانی تاکنون جمع‌آوری نشده است. بدیهی است تهیه جدول زمان‌بندی مراحل مختلف تکامل سیستم دندانی در هر دو جنس برای جمعیت‌های ایرانی، می‌تواند در تخمین سن دقیق‌تر بقایای باستان‌شناختی در ادوار مختلف بسیار مؤثر باشد.

۴-۲. تخمین سن افراد بالغ از روی دندان‌ها

در این بخش به بررسی سه روش رایج در پزشکی قانونی و باستان‌شناسی برای تخمین سن افراد بالغ از روی دندان‌ها می‌پردازیم. روش‌های دیگری نیز وجود دارد که تخمین سن را با دقت و صحت بیشتری امکان‌پذیر می‌کنند، اما از آنجاکه همه این روش‌ها با تهیه برش از دندان و تخریب بافت دندانی همراه هستند، در این مقاله از آن‌ها صرف‌نظر شده است.

۴-۲-۱. بررسی سایش دندانی

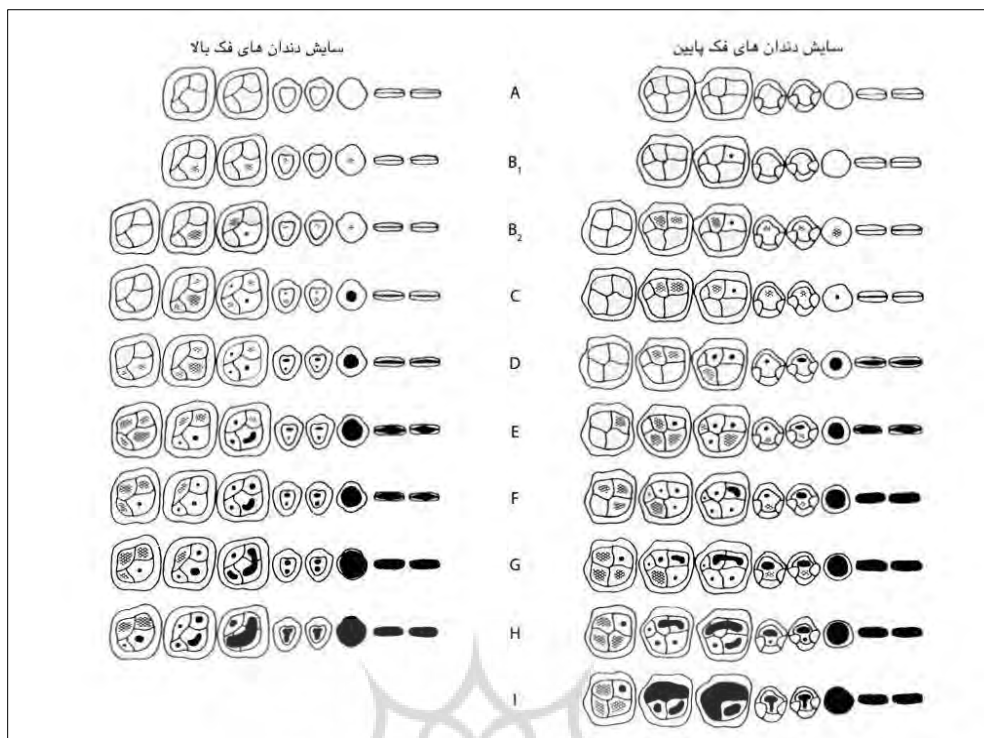
زمانی که یک دندان دائمی می‌روید و به سطح جونده می‌رسد، سایش آن آغاز می‌شود. میزان و الگوی سایش دندانی تحت تأثیر عوامل زیر است:

توالی تکامل دندان‌ها (دندانی که زودتر می‌روید، نسبت به دندانی که دیرتر، رویش می‌یابد، بیشتر در معرض سایش است) شکل و اندازه دندان، ساختمان داخلی تاج، زاویه دندان، استفاده غیرمعمول از دندان، سازوکار سیستم جویدن و رژیم غذایی فرد [31,32]. اگر میزان سایش در یک جمعیت تقریباً یکسان باشد، می‌توان نتیجه گرفت که فراگیر بودن سایش در آن جمعیت، تابعی از افزایش سن است و بنابراین می‌توان از آن در تخمین سن افراد استفاده کرد. این روش در جمعیت‌های مدرن نیز آزموده شده و ارتباط بین سن و سایش دندانی به خوبی اثبات شده است [33,34]. هرچند استخوان‌شناسی همیشه باید مراقب موارد سایش بسیار شدید موردی که ممکن است به دلیل آسیب‌شناختی (پاتولوژی) یا استفاده دندان به عنوان ابزار به وجود بیاید، نیز باشد [35].

اولین گام در تخمین سن با استفاده از روش بررسی ساییدگی دندانی، استفاده از نمونه‌هایی است که با توالی‌های سنی، مراحل رویش و سایش دندان‌ها را نشان دهند. برای اولین بار مایلز در ۱۹۶۳ میلادی، مقیاسی از ساییدگی بر اساس روند تکامل دندان‌ها را منتشر کرد [36]. اساس روش به‌کارگیری این مقیاس در مثال زیر آورده شده است:

زمانی که در یک فرد دندان آسیای دوم دائمی می‌روید، دندان آسیای اول، حدود شش سال است که در معرض سایش قرار گرفته است (با فرض رویش دندان آسیای اول در شش سالگی و دندان آسیای دوم در دوازده سالگی). حال اگر مقدار سایش با الگوی مشابه این سایش شش ساله روی آسیای سوم (که به فرض در سن ۱۸ سالگی رویش پیدا کرده است)، در فرد دیگری دیده شود، سن این فرد می‌تواند ۲۴ (۶ + ۱۸) سال تخمین زده شود. مایلز، معتقد است این روش برای تخمین سن افراد بالای ۵۰ سال چندان دقیق نیست [37].

Lovejoy در سال ۱۹۸۵ میلادی، با بررسی نمونه‌های استخوانی مربوط به یک جمعیت پیش‌ازتاریخ و با تهیه یک مجموعه بزرگ با توالی سنی و سایش دندانی به این نتیجه رسید که سایش دندانی یک مقیاس مهم و قابل‌اعتماد در تخمین سن هنگام مرگ در افراد بالغ است و می‌تواند نتایج دقیقی به دست دهد. در حقیقت لاجوی و همکارانش، نتیجه گرفتند که سایش دندانی بهترین مقیاس منفرد برای تخمین سن زمان مرگ در مجموعه‌های اسکلتی هستند. آن‌ها دریافتند سایش دندانی به‌عنوان یک مقیاس تخمین سن، صحت (accuracy) بالایی دارد و بدون تناقض (consistently) و بدون تورش (bias) است. شکل (۶) استانداردهای سایشی را که توسط آن‌ها به کار گرفته شده است، نشان می‌دهد. میز، هم در مطالعه یک جمعیت بسیار متفاوت تاریخی هلندی، سایش دندانی را شاخصی قابل‌اعتماد برای تخمین سن یافته است [38].



شکل ۶: الگوی متوسط سایش دندانی در یک جمعیت پیش از تاریخ بومیان آمریکایی (Libben, Ohio). سایش دندانی به فازهایی برای سمت راست فک بالا (تصویر چپ) و سمت چپ فک پایین (تصویر راست) تقسیم شده است. عاج نمایان شده از زیر مینا بارنگ سیاه نشان داده شده است. سن تخمینی برای فازهای مختلف بر اساس داده‌های Lovejoy, 1985 به این ترتیب است:

A,12-18; B1,16-20; B2,16-20; C,18-22; D,20-24; E,24-30; F,30-35; G,35-40; H (فک بالا),40-50; H (فک پایین),40-45; I,45-55 [22]

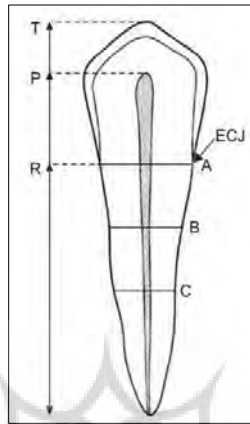
Fig. 6: Modal tooth-wear patterns of a prehistoric Native American Population from dentitions. Exposed dentine is shown in black. Age in years for the various phases are as follows: A,12-18; B1,16-20; B2,16-20; C,18-22; D,20-24; E,24-30; F,30-35; G,35-40; H (maxillary),40-50; H (mandibular),40-45; I,45-55 [22]

۴-۲-۲. تخمین سن و رسوب عاج ثانویه

بافت عاج، نتیجه رسوب مداوم سلول‌های عاج‌ساز است. عاج ثانویه بافتی است که به‌طور طبیعی و فیزیولوژیک (و نه پاتولوژیک) به آهستگی توسط سلول‌های عاج‌ساز در اطراف حفره مغز دندان (پالپ) به‌طور خطی در لوله‌های بسیار باریکی به نام توبول‌های عاجی، شکل می‌گیرد. تشکیل عاج ثانویه متعاقب تکمیل ریشه، آغاز می‌شود. تفاوت جزئی در عاج اولیه و ثانویه وجود دارد که گاهی در زیر میکروسکوپ قابل مشاهده است. به نظر می‌رسد ادامه تشکیل عاج ثانویه، یک پاسخ زیستی به افزایش سن است، بنابراین از آنجا که با افزایش سن، مساحت مغز دندان (پالپ) به تدریج به دلیل ادامه رسوب عاج ثانویه کوچک‌تر می‌شود، اندازه‌گیری روند این کاهش می‌تواند به‌عنوان یک نشانگر در تخمین سن مورد استفاده قرار گیرد [39]. رسوب عاج ثانویه در دندان‌ها به روش‌های مختلفی مطالعه می‌شود که یکی از آن‌ها استفاده از اشعه x و تهیه رادیوگرافی است [40]. مطالعات رادیوگرافیک بر دندان‌ها از طریق انجام دو نوع رادیوگرافی ارتوپانتوموگرافی (OPG) و پری‌اپیکال (PA) صورت می‌گیرد [39]. این مطالعات اغلب، بر پایه سه روش اصلی انجام می‌گیرد:

۴-۲-۱. روش کوال

در ۱۹۹۴م، کوال و سولهیم روشی را ابداع کردند که با آن سن فرد بالغ از طریق محاسبه اندازه پالپ روی گرافی دندان به دست می‌آید. این روش ترکیبی از اندازه‌گیری پالپ، از روی رادیوگرافی و دندان، از روی شکل ظاهری آن بود. در این روش آن‌ها از گرافی پری اپیکال برای شش دندان تک‌ریشه از هر دو فک بالا و پایین، استفاده کردند. با محاسبه طول و عرض پالپ دندان و نسبت طول و عرض پالپ به کل دندان، آن‌ها به این نتیجه رسیدند که نسبت عرض پالپ به کل دندان بیشتر از سایر شاخصه‌ها برای تخمین سن، قابل اطمینان است [41,42].



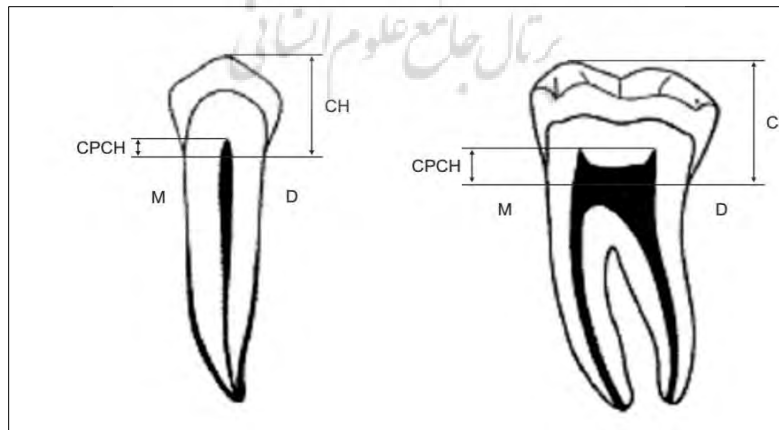
شکل ۷: اندازه‌های مورد استفاده در روش Kvaal: T: حداکثر طول دندان، R: طول ریشه از سطح کناری (مزیال)، P: حداکثر طول مغز دندان (پالپ) عرض ریشه و مغز دندان در محل اتصال مینا به سمان (CEJ)، B: عرض ریشه و مغز دندان در حد واسط دو سطح A و C، C: عرض ریشه و مغز دندان در حد واسط انتهای ریشه و [CEJ] [41]

Fig. 7: Dimensions used in the Kvaal method: T, the maximum tooth length, R, the root length from the lateral surface (mesial), P, the maximum length of the pulp, A, the width of the root and pulp at the junction of enamel and cement (CEJ), B root and tooth width at the interface between the two levels A and C, C root and tooth width at the interface between the root end and CEJ [41]

۴-۲-۲. روش ایکدا

در ۱۹۸۵ م، ایکدا و همکارانش، شاخص جدیدی به نام شاخص نسبت دندان به تاج (TCI; tooth-coronal index) را مطرح کردند. [42] دروسینی و همکارانش در ۱۹۹۷م. این روش را اصلاح کردند و نتایج قابل قبولی در ۷۸٪ نمونه‌ها به دست آوردند [43]. این روش بر پایه دو اندازه‌گیری خطی طول تاج (CH) و ارتفاع پالپ تاج (CPCH) روی رادیوگرافی دندان‌ها بود:

$$TCI = CPCH \times 100 / CH$$



شکل ۸: اندازه‌های استفاده شده در روش ایکدا. CH طول تاج، CPCH، ارتفاع حفره مغز تاج [43]

Fig. 8: Dimensions used in the IKDA method. CH crown length, CPCH, crown cavity height [43]

۴-۲-۳. روش کمریر

در سال ۲۰۰۴ م، کمریر و همکارانش برای تخمین سن، روش جدیدتری را با استفاده از نسبت مساحت پالپ به دندان برای اندازه‌گیری رسوب عاج ثانویه در دندان نیش بالا و پایین با استفاده از رادیوگرافی‌های پری‌اپیکال دیجیتال به کار بردند [44]. آن‌ها با استفاده از یک برنامه نرم‌افزاری نسبت پالپ به دندان، طول دندان، نسبت طول و عرض و مساحت پالپ به دندان را محاسبه کردند. در تحلیل‌های آماری نسبت مساحت پالپ به دندان، بهترین ارتباط با افزایش سن (با رگرسیون $r^2=0.85$) را نشان داد [39]. بنابراین نسبت مساحت پالپ به دندان یک نشانگر سن به روش جدید برای تخمین سن است که توسط کمریر ابداع شده است. او و همکارانش این روش را نه تنها در تخمین سن نمونه‌های با سن بالا در افراد زنده، بلکه برای تعیین سن در بقایای اسکلتی نیز قابل اعتماد یافتند [45,46]. وودانویک و همکارانش بر اساس تحقیقی که در سال ۲۰۱۱ م، بر ۱۹۲ اسکلت متعلق به قرن هجده و نوزدهم میلادی انجام دادند، معتقد هستند از آنجا که تخمین سن، تنها یکی از پارامترهای فراوانی است که در یافته‌های باستان‌شناختی باید تعیین شود، اغلب، زمان، پول و دانش کافی برای انجام چنین روش تخمین سنی فراهم نیست. این روش که برای یک مبتدی بسیار وقت‌گیر است، فقط در موارد خاص که تخمین سن قابل اعتماد و دقیق برای افراد زنده یا مرده لازم است، پیشنهاد می‌شود. آن‌ها معتقد هستند به این دلیل این روش را در تحقیق خود استفاده کرده‌اند تا قابلیت اطمینان و دقت سایر روش‌ها را که آسان‌تر و کمتر وقت‌گیر هستند، بیازمایند [47].



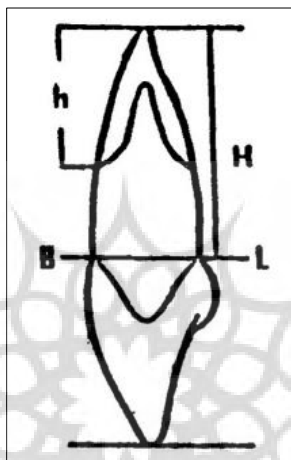
شکل ۹: روش اندازه‌گیری مساحت مغز دندان (پالپ) و مساحت دندان در روش کمریر به کمک نرم‌افزار خطوط نقطه‌گذاری شده روی رادیوگرافی، حدود خارجی دندان نیش بالا و مغز آن را نشان می‌دهد [47]

Fig. 9: The method of measuring the area of the pulp and the area of the tooth in the Cameriere method with the software dotted lines on the radiograph show the outer borders of the upper canine tooth and its pulp

۴-۳. اندازه‌گیری عاج اسکروتیک

باگذشت زمان، توبول‌های عاجی باریک‌تر می‌شوند که این امر، سبب ایجاد نمای نیمه‌شفاف در عاج می‌شود. این فرایند در دهه سوم زندگی آغاز می‌شود و به سلامت دندان و جنسیت ربطی ندارد. مطالعات انجام‌شده، نشان داده‌اند که نیمه‌شفاف شدن انتهای ریشه دندان‌ها که به آن ترانس‌لوسنسی یا عاج اسکروتیک می‌گویند، با افزایش سن در افراد بالغ مرتبط است. در پزشکی قانونی، افزایش اندازه عاج اسکروتیک در منطقه انتهایی ریشه (اپیکالی) دندان‌های انسان، به‌عنوان روشی برای تخمین سن به کار می‌رود [48]. اندازه‌گیری طول ترانس‌لوسنسی به میلی‌متر با دقت مناسبی قابل انجام است. بنگ و رام، در سال ۱۹۷۰ میلادی [49] روشی را ابداع

کردند که به وسیله آن طول عاج نیمه شفاف انتهایی ریشه در دو روش دندان برش خورده و دندان کامل در بقایای انسانی، مورد بررسی قرار گرفت. فرمول آن‌ها در بقایای انسانی مدرن (نمونه‌های معاصر) با سن معلوم و بقایای باستان‌شناختی با سن نامعلوم، آزمایش شده است [50]. در حال حاضر قابل‌اعتمادترین راه برای اندازه‌گیری ترانس‌لوسنسی عاج، اندازه‌گیری از روی برش دندان است، اما در نمونه‌های باستان‌شناختی توصیه نمی‌شود، زیرا یک‌دندان برش زده، برای همیشه تخریب خواهد شد و برای سایر تحقیقات قابل‌استفاده نخواهد بود؛ بنابراین تنها راه مطالعه ترانس‌لوسنسی دندان در نمونه‌های باستان‌شناختی، استفاده از نور قوی و دندان کامل بدون برش است [47]. تنگ و همکارانش نیز، این روش را در تخمین سن بقایای باستان‌شناختی مربوط به قرن هجدهم و نوزدهم میلادی با سن معلوم و با روش بدون برش، زیر نور شدید بررسی کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که این روش تخمین سن، نتایجی قابل‌مقایسه با سایر روش‌های تخمین سن بقایای انسانی مورد استفاده در این تحقیق دارد. در این روش بیشتر تخمین‌ها تمایل به رده سنی میانی دارند، یعنی در جوان‌ها، سن بیشتر و در افراد پیر، سن کمتر تخمین زده شده است [50].



شکل ۱۰: اندازه‌های استفاده شده h طول عاج اسکروزه (نیمه شفاف) و H طول ریشه [51]

Fig. 10: Dimensions used: h length of sclerotic dentin (translucent) and H length of root [51]

سنگوپتا و همکارانش، در سال ۱۹۹۹ میلادی، مشکلات تخمین سن با روش ترانس‌لوسنسی را در ریشه دندان‌های انسان با قدمت متفاوت بررسی کردند و دریافتند که اکثریت نمونه‌های باستان‌شناختی، با تغییراتی نظیر ایجاد یک ظاهر گچی بر ریشه دندان همراه هستند که حتی برداشتن این ظاهر گچی از روی ریشه دندان، تأثیری بر بهبود تشخیص میزان ترانس‌لوسنسی نخواهد داشت و بنابراین در نمونه‌های باستانی نمی‌توان از این روش استفاده کرد [52]. باین‌حال ممکن است بتوان نمونه‌هایی را در بقایای باستان‌شناختی یافت که این مشکل را نداشته باشند یا آن‌که راهی برای از بین بردن لایه گچی تشکیل شده بر ریشه دندان، پیدا کرد. به نظر می‌رسد استفاده از این روش برای تخمین سن بقایای دندانی در یافته‌های باستان‌شناختی، هنوز نیاز به تحقیق و بررسی بیشتر دارد.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت فراوان تخمین سن بقایای انسانی در مطالعات دیرین جمعیت‌شناختی و پیشرفت روزافزون روش‌های جدید، به نظر می‌رسد هنوز انسان‌شناسی دندانی در این مقوله دانشی نوین است. روش‌های جدید تصویربرداری از دندان‌ها (مانند تصویربرداری سه‌بعدی) به همراه نرم‌افزارهای جدید، افق‌های وسیع‌تری بر پژوهشگران خواهند گشود که بی‌شک در مطالعات دیرین جمعیت‌شناختی تأثیر بسزایی خواهند داشت. با توجه به آنچه در این مقاله گفته شد، می‌توان سن بقایای انسانی را از روی سیستم دندانی در سه رده سنی، به روش‌های جداگانه‌ای تخمین زد:

۵-۱. بدو تولد تا بیست سالگی

در افراد زیر بیست سال از روش بررسی تکامل سیستم دندان استفاده می‌شود. با استفاده از این روش، می‌توان سن این بقایای انسانی را از بدو تولد تا بیست سالگی، به شرط داشتن دندان آسیای سوم (عقل)، تخمین زد. لازم به ذکر است در صورت داشتن گرافی و بررسی بسته شدن کامل انتهای ریشه‌ها، تخمین بسیار دقیق‌تر خواهد بود. هرچند متأسفانه، داده‌های آماری برای روند تکامل سیستم رویشی دندان‌ها در جمعیت ایرانی موجود نیست (ثبت نشده است).

۵-۲. دوازده تا چهل و پنج سالگی

روش بعدی تخمین سن بقایا، استفاده از بررسی سایش‌های دندان در جمعیت‌های مختلف است که می‌تواند سن بقایا را از دوازده تا چهل و پنج سالگی به خوبی تخمین بزند. هرچند این روش، برای بالاتر از چهل و پنج سالگی توصیه نمی‌شود. هنگام استفاده از این روش، همواره باید به استفاده‌های اختصاصی از دندان‌ها به عنوان ابزار یا بیماری‌ها یا عاداتی که منجر به سایش بیش‌ازحد یک یا چند دندان می‌شوند، نیز توجه داشت.

۵-۳. بالاتر از چهل و پنج سالگی

برای تخمین سن در بقایای انسانی با سن بالاتر (افراد پیر) دو روش در پزشکی قانونی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از این روش‌ها، روش Cameriere و به دست آوردن نسبت مساحت مغز دندان (پالپ) به مساحت کل دندان است. از محاسن این روش آن است که با داشتن تنها یک دندان (نیش بالا) می‌توان سن را با صحت بالا تخمین زد. هرچند از طرف دیگر، در صورت نداشتن دندان نیش بالا این روش فاقد کارایی خواهد بود. لزوم تهیه رادیوگرافی از دندان و نیاز به نرم‌افزار و محاسبات رایانه‌ای سبب می‌شود که این روش، نسبت به سایر روش‌های تخمین سن بقایا، گران‌تر باشد و بنابراین بهتر است فقط در مواردی که سن بقایا بیشتر از چهل و پنج سال است و از طرفی، تخمین سن دقیق فرد، مورد نظر است، از این روش استفاده شود.

در روش دوم، با استفاده از روش Bang & Ramm و محاسبه طول عاج اسکروزه و نیمه شفاف انتهای ریشه، می‌توان سن بقایا را تخمین زد. از محاسن این روش، عدم نیاز به تجهیزات و نیز مهارت بالا است. هرچند به نظر می‌رسد، کارایی این روش در بقایای باستانی هنوز نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد.

References

- [1] Williams G. A review of the most commonly used dental age estimation techniques. *J Forensic Odontostomatol.* 2001;19(1):9-17.
- [2] Đurić M, Rakočević Z, Ranković N. Age assessment at the time of death based on panoramic radiography. *Vojnosanitetski preglod.* 2005;62(7-8):557-64.
- [3] Hoppa, R.D., Vaupel, J.W. *Paleodemography: Age Distributions from Skeletal Samples.* Cambridge University Press, 2002.
- [4] De Luca S, Alemán I, Bertoldi F, Ferrante L, Mastrangelo P, Cingolani M, Cameriere R. Age estimation by tooth/pulp ratio in canines by peri-apical X-rays: reliability in age determination of Spanish and Italian medieval skeletal remains. *Journal of Archaeological Science.* 2010 Dec 1;37(12):3048-58.
- [5] Suchey JM. Applications of pubic age determination in a forensic setting. *Forensic osteology: advances in the identification of human remains.* 1998.
- [6] TODD TW. Age changes in the pubic bone, III: The pubis of the female white-negro hybrid. *American Journal of Physical Anthropology.* 1921;4:1-70.
- [7] Lovejoy CO, Meindl RS, Pryzbeck TR, Mensforth RP. Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death. *American journal of physical anthropology.* 1985 Sep;68(1):15-28.

- [8] Iscan MY, Loth SR. Osteological manifestations of age in the adult. *Reconstruction of Life from the Skeleton*. 1989:23-40.
- [9] Galera V, Ubelaker DH, Hayek LA. Comparison of macroscopic cranial methods of age estimation applied to skeletons from the Terry Collection. *Journal of Forensic Science*. 1998 Sep 1;43(5):933-9.
- [10] Meindl RS, Lovejoy CO. Ectocranial suture closure: A revised method for the determination of skeletal age at death based on the lateral-anterior sutures. *American journal of physical anthropology*. 1985 Sep;68(1):57-66.
- [11] Cunha E, Baccino E, Martrille L, Ramsthaler F, Prieto J, Schuliar Y, Lynnerup N, Cattaneo C. The problem of aging human remains and living individuals: a review. *Forensic science international*. 2009 Dec 15;193(1-3):1-3.
- [12] Lucy D, Pollard AM, Roberts CA. A comparison of three dental techniques for estimating age at death in humans. *Journal of Archaeological Science*. 1995 May 1;22(3):417-28.
- [13] Gustafson G. Age determinations on teeth. *The Journal of the American Dental Association*. 1950 Jul 1;41(1):45-54.
- [14] Martin-De Las Heras S, Valenzuela A, Villanueva E. Deoxypyridinoline crosslinks in human dentin and estimation of age. *International journal of legal medicine*. 1999 Jun;112(4):222-6.
- [15] Ohtani S, Yamamoto K. Age estimation using the racemization of amino acid in human dentin. *Journal of Forensic Science*. 1991 May 1;36(3):792-800.
- [16] Renz H, Radlanski RJ. Incremental lines in root cementum of human teeth—a reliable age marker?. *Homo*. 2006 Feb 24;57(1):29-50.
- [17] Nayak, S.D., George, R., Shenoy, A., Shivapathasundaram, B. Age estimation in forensic dentistry—a review. *International Journal of Scientific Research* 2014, 3(4):333-338.
- [18] Priyadarshini, C., Puranik, M.P., Uma, S.R. Dental age estimation methods: a review. *International Journal of Advanced Health Sciences* 2016, 1(12):19-25.
- [19] Donni, S., Haslinda, R., Phrabhakaran, N., Aspalilah, A. Dental age estimation: a review. *Journal of Dental and Maxillofacial Research* 2018, 1(1):1-3.
- [20] Bérغامo AL, de Queiroz CL, Sakamoto HE, da Silva RH. Dental age estimation methods in forensic dentistry: Literature review. *Forensic Science Today*. 2016 Feb 5;2(1):004-9.
- [21] Buikestra, J.E., and Ubelaker, D.H. Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains. *Arkansas Archaeological Survey*. 1994
- [22] White, T.D., Black, M.T., Folkens, P.A. *Human Osteology*, (3rd ed.) Oxford, Elsevier Academic Press, 2012, 385-389.
- [23] Mc Donald RE, Avery DR, Dean JA. *Dentistry for the child and adolescent*. Mosby, St. Louis, Philadelphia. 2000:446-8.
- [24] Hillson, S. *Dental Anthropology*, Cambridge University Press, 3rd printing, Cambridge, 2002, 129.
- [25] Smith, B.H. *Standards of human tooth formation and dental age assessment*, In: M.A. Kelley and C.S. Larsen (Eds), *Advances in dental anthropology*. New York, NY: Wiley-Liss, 1991, 143-168.
- [26] Mincer HH, Harris EF, Berryman HE. The ABFO study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. *Journal of Forensic Science*. 1993 Mar 1;38(2):379-90.
- [27] Yaşar Işcan M. Rise of forensic anthropology. *American Journal of Physical Anthropology*. 1988;31(S9):203-29..
- [28] Gustafson, G., and Koch, G. Age estimation up to 16 years of age based on dental development. *Odontologisk Revy* 1974, 25:297-306. (Gustafson G. Age estimation up to 16 years of age based on dental development.)
- [29] Anderson DL, Thompson GW, Popovich F. Age of attainment of mineralization stages of the permanent dentition. *Journal of Forensic Science*. 1976 Jan 1;21(1):191-200.
- [30] Ubelaker, D.H. *Human skeletal remains: Excavation, analysis, interpretation* (3rd.ed). Washington, DC: Taraxacum 1999, 172.
- [31] McKee JK, Molnar S. Measurements of tooth wear among Australian aborigines: II. Intrapopulation variation in patterns of dental attrition. *American Journal of Physical Anthropology*. 1988 May;76(1):125-36.

- [32] McKee JK, Molnar S. Measurements of tooth wear among Australian aborigines: II. Intrapopulational variation in patterns of dental attrition. *American Journal of Physical Anthropology*. 1988 May;76(1):125-36.
- [33] Walker PL, Dean G, Shapiro P. Estimating age from tooth wear in archaeological populations. *Advances in dental anthropology* 1991, 169:187.
- [33] Lovejoy CO. Dental wear in the Libben population: its functional pattern and role in the determination of adult skeletal age at death. *American journal of physical anthropology*. 1985 Sep;68(1):47-56.
- [34] Richards LC, Miller SL. Relationships between age and dental attrition in Australian aboriginals. *American Journal of Physical Anthropology*. 1991 Feb;84(2):159-64.
- [35] Milner GR, Larsen CS. Teeth as artifacts of human behavior: intentional mutilation and accidental modification. *Advances in dental anthropology*. 1991:357-78.
- [36] Miles, A.E.W. Dentition in the estimation of age”, *Journal of Dental Research*. 1963, 42:255-263.
- [37] Miles AE. The Miles method of assessing age from tooth wear revisited. *Journal of Archaeological Science*. 2001 Sep 1;28(9):973-82.
- [38] Mays S. The relationship between molar wear and age in an early 19th century AD archaeological human skeletal series of documented age at death. *Journal of Archaeological Science*. 2002 Aug 1;29(8):861-71.
- [39] Jeon HM, Jang SM, Kim KH, Heo JY, Ok SM, Jeong SH, Ahn YW. Dental age estimation in adults: A review of the commonly used radiological methods. *Journal of Oral Medicine and Pain*. 2014;39(4):119-26.
- [40] Cameriere R, Cunha E, Sassaroli E, Nuzzolese E, Ferrante L. Age estimation by pulp/tooth area ratio in canines: study of a Portuguese sample to test Cameriere's method. *Forensic science international*. 2009 Dec 15;193(1-3):128-e1.
- [41] Kvaal S, Solheim T. A non-destructive dental method for age estimation. *The Journal of forensic odonto-stomatology*. 1994 Jun 1;12(1):6-11.
- [42] Kvaal SI, Kolltveit KM, Thomsen IO, Solheim T. Age estimation of adults from dental radiographs. *Forensic science international*. 1995 Jul 28;74(3):175-85.
- [43] Ikeda N, Umetsu K, Kashimura S, Suzuki T, Oumi M. Estimation of age from teeth with their soft X-ray findings. *Japanese Journal of Legal Medicine*. 1985;39(3):244-50.
- [44] Drusini AG, Toso O, Ranzato C. The coronal pulp cavity index: a biomarker for age determination in human adults. *American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists*. 1997 Jul;103(3):353-63.
- [45] Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Variations in pulp/tooth area ratio as an indicator of age: a preliminary study. *Journal of Forensic Science*. 2004 Feb 19;49(2):1-3.
- [46] Cameriere R, Brogi G, Ferrante L, Mirtella D, Vultaggio C, Cingolani M, Fornaciari G. Reliability in age determination by pulp/tooth ratio in upper canines in skeletal remains. *Journal of forensic sciences*. 2006 Jul;51(4):861-4.
- [47] Vodanović M, Dumančić J, Galić I, Pavičin IS, Petrovečki M, Cameriere R, Brkić H. Age estimation in archaeological skeletal remains: evaluation of four non-destructive age calculation methods. *The Journal of forensic odonto-stomatology*. 2011 Dec;29(2):14.
- [48] Ermenc B. Metamorphosis of root dentine and age. *International Journal of Osteoarchaeology*. 1997 May;7(3):230-4.
- [49] Bang G, Ramm E. Determination of age in humans from root dentin transparency. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1970 Jan 1;28(1):3-5.
- [50] Tang N, Antoine D, Hillson S. Application of the Bang and Ramm age at death estimation method to two known-age archaeological assemblages. *American journal of physical anthropology*. 2014 Nov;155(3):332-51.
- [51] Drusini A, Calliari I, Volpe A. Root dentine transparency: age determination of human teeth using computerized densitometric analysis. *American journal of physical anthropology*. 1991 May;85(1):25-30.
- [52] Sengupta A, Whittaker DK, Shellis RP. Difficulties in estimating age using root dentine translucency in human teeth of varying antiquity. *Archives of oral biology*. 1999 Nov 1;44(11):889-99.