

تعیین میزان عناصر بقایای دندان‌های عصر مفرغ جدید محوطه شهرک فیروزه نیشابور و مقایسه آن با نمونه‌های دندان‌های معاصر

محمدحسین رضایی*

استادیار گروه باستان‌شناسی، دانشگاه نیشابور

حسن باصفا

دانشیار گروه باستان‌شناسی، دانشگاه نیشابور

حمیده سادات محمدی پور

استادیار گروه دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

نرگس هاشمی

دانش‌آموخته دکتری چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

عاطفه بیگزاده

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد باستان‌شناسی، دانشگاه نیشابور

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۲۰

چکیده

بامطالعه عناصر دندان‌های می‌توان اطلاعات مفیدی در زمینه رژیم غذایی، وضعیت اجتماعی، اقتصادی و بیولوژیکی جمعیت انسانی گذشته به دست آورد. در این پژوهش به‌طور کلی ۸ نمونه دندان، که چهار نمونه باستانی (مربوط به دوره مفرغ) که از محوطه شهرک فیروزه نیشابور به‌دست‌آمده و چهار نمونه دیگر جدید (مربوط به دوره معاصر) از کلینیک بخش ترمیمی دانشکده دندانپزشکی مشهد جمع‌آوری شد و جهت تعیین مشخصات ساختار شیمیایی مینا با استفاده از آنالیز نیمه کمی عناصر توسط *Energy Dispersive X-Ray analysis (EDX)* به آزمایشگاه متالورژی رازی تهران ارسال شد. بر اساس آزمایش‌ها می‌توان گفت که ساکنان شهرک فیروزه نیشابور در رژیم غذایی خود از غذاهای گیاهی و هم از غذاهای گوشتی استفاده می‌کردند و البته غذاهای دریایی نیز بخش اندکی از رژیم غذایی آنان را تشکیل می‌داده است. به‌طوری کلی بالا بودن عناصر ضروری دندان، کلسیم، فسفر و فلوئور و عدم وجود پوسیدگی بر مینای دندان‌های عصر مفرغ شهرک فیروزه نشان از سلامت نسبی دندان در آن دوره است و می‌توان گفت علت اصلی این امر رژیم غذایی مناسب و دسترسی به منابع آب آشامیدنی سالم ساکنین آن نواحی است.

واژه‌های کلیدی: نیشابور، شهرک فیروزه، عناصر معدنی، دندان.

۱. مقدمه

علاقه انسان شناسان به مطالعه درزمینه ترکیب شیمیایی استخوان به طور کلی و دندان به طور خاص که به عنوان پایدارترین عناصر اسکلت انسانی در گذر زمان در نظر گرفته می شوند، روزبه روز در حال افزایش است. با مطالعه عناصر دندانی می توان اطلاعات مفیدی درزمینه رژیم غذایی، وضعیت اجتماعی، اقتصادی و بیولوژیکی جمعیت انسانی گذشته به دست آورد (Szostek and Glab, 2001: 52). وضعیت تغذیه جمعیت انسانی در گذشته را می توان با نظارت بر میزان عناصر دندان های به دست آمده با دقت مطلوبی مشخص نمود (Eskin, 2016: 149).

ترکیبات عناصر استخوان های باستانی، اطلاعات ارزشمندی را در مورد وضعیت غذایی و زیست محیطی جوامع کهن فراهم می کند. میزان کلسیم و فسفری که انسان در طول زندگی از طریق تغذیه مصرف می کند، تأثیر مستقیمی بر استخوان او می گذارد (خادمی ندوشن، عزیزی پور و شعبانی، ۱۳۸۸: ۷۵). دندان ها مهم ترین ساختارهای زیستی درزمینه کانی سازی زیستی (Biom mineralization) هستند. بافت معدنی دندان متشکل از کریستال هیدروکسی آپاتیت (HAP)، PO_4 ، Ca_{10} ، OH_2 است. محتوای معدنی بافت سخت دندان، کلسیم (Ca)، فسفر (P) و اکسیژن (Oh)، بلکه کربن (C)، منیزیم (Mg)، سدیم (Na)، فلوراید (F) و همچنین عناصر کمیاب بزرگ را شامل است (Cokir et al. 2011: 530).

تاج دندان از دو بخش اصلی مینا و عاج تشکیل شده است. مینای دندان که پوشش خارجی تاج را تشکیل می دهد، دارای دو فاز آلی و معدنی است. بیش از ۹۰ درصد ساختار مینای دندان را مواد معدنی تشکیل می دهد. فاز آلی متشکل از پروتئین های آملوژین، آملوبلاستین و تافتلین همراه با مقادیر کمی لیپید و پروتئوگلیکان است (Eskin, 2016: 149). عناصر در دندان می تواند بسته به منبع غذا و آب و خاک و جذب پوستی، متفاوت باشد. (همان) عاج بدنه اصلی دندان را تشکیل می دهد و حدفصل بین پالپ دندان و مینا را اشغال می کند (تصویر ۱). محتوای معدنی عاج از مینا کمتر است، به همین دلیل پوسیدگی ها در عاج سرعت بیشتری از مینای دندان دارند. برخلاف ساخت مینا که فقط یکبار روی داده و پس از تکامل آن دیگر ساخته نمی شود، عاج سازی در کل دوره زندگی فرد با سرعت های کم و زیاد در حال انجام است. عاج ثانویه که بخش اصلی عاج دندان را تشکیل می دهد در تمام طول زندگی فرد ساخته می شود. عاج ثالثیه نوع دیگری از عاج است که در پاسخ به پوسیدگی های و تروما های دندانی به عنوان نوعی مکانیزم دفاعی توسط سلول های عاج ساز (دنتوبلاست ها) ساخته می شود. ساختار مینا و عاج به صورت آینه ای، اتفاقاتی که در حین رشد برای دندان ها روی داده است را منعکس می کنند. به عنوان مثال تب های دوران کودکی، بیماری ها و یا نقایص تغذیه ای می توانند آملوبلاست ها را از بین برده و نواقص خطی در مینای دندان های حین تکامل ایجاد نمایند. و یا کاربرد داروهای خانواده تتراسایکلین مانند ماینوسایکلین می تواند منجر به ایجاد تغییرات رنگی نامطلوب در ساختار عاج اولیه و یا ثانویه شوند (Hilton, Ferracane and Broome, 2013: 63).



تصویر ۱: آناتومی دندان انسانی

با توجه به اینکه اثبات‌شده، عناصر دندان می‌تواند بسته به منبع غذا، آب و همچنین از خاک و جذب پوستی متفاوت باشد (Eskin, 2016: 149) و همچنین تراوا بودن ساختارهای دندانی نسبت به موادی که در محیط مجاور آن‌ها قرار می‌گیرد، به نظر می‌رسد که با ارزیابی عناصر موجود در دندان‌های قدیمی به‌دست‌آمده بتوان اطلاعات مفیدی در زمینه نوع و الگوی زنده انسان‌های گذشته به دست آورد. همچنین با مقایسه مقادیر به‌دست‌آمده از دندان‌های انسان‌های گذشته با انواع به‌دست‌آمده از انسان‌های معاصر می‌توان از تفاوت‌های موجود در شیوه زندگی بین نسل‌های مختلف و به‌خصوص منابع غذایی آگاه شد. در این مقاله ما به‌اندازه گیری و مقایسه غلظت عناصر معدنی موجود در نمونه‌های دندانی امروزی و پیش‌ازتاریخی خواهیم پرداخت. نتایج این مطالعه اطلاعاتی در خصوص نوع تغذیه و تغییرات غلظت عناصر در نمونه‌های دندانی به دست خواهد داد.

محوطه باستانی شهرک فیروزه در شمال غرب شهرستان نیشابور و با مختصات عرض جغرافیای ۳۳ درجه و ۱۲ دقیقه و طول جغرافیایی ۸۳ درجه و ۴۱ دقیقه قرار داشته و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا حدود ۱۲۵۰ متر است. شهرک فیروزه که نامش برگرفته از مجتمع‌های مسکونی تازه‌ساز در غرب شهر فعلی نیشابور است، در پهنه شرقی رودخانه فاروب رومان قرار دارد (باصفا، ۱۳۹۳: ۷۴). فاروب رومان از رودخانه‌های مستقل زیر حوزه کویر مرکزی محسوب می‌شود در فصول پر باران سیلابی می‌شود. به دلیل ساختار ژئومورفولوژیکی دشت نیشابور، جریان‌های آبی همواره حجم بالایی از رسوبات آبرفتی را با خود حمل کرده و در مناطق پست‌تر (دشت) بجای می‌گذارند. اکثر استقرارهای پیش‌ازتاریخ نیشابور به‌واسطه رودخانه‌های طغیانگر و ساختار دشت نیشابور از بین رفته‌اند و یا زیر نهشته‌های آبرفتی قطوری مدفون گشته‌اند (باصفا، ۱۳۹۲). به دلیل ساختار دشت نیشابور رودخانه‌ها همواره میزان فراوانی آبرفت حمل کرده و در مناطقی که شیب کمتر می‌شود، رسوب‌گذاری می‌کنند. شهرک فیروزه در اثر خاک‌برداری‌های صورت گرفته جهت ساختمان‌سازی به‌صورت اتفاقی کشف‌شده که متأسفانه بیش از ۹۰ درصد آن از بین رفته است. ابعاد استقرار شهرک فیروزه نیز نامشخص است، چراکه اولاً زیر نهشته‌های آبرفتی مدفون بوده و ثانیاً بر اساس مطالعات اولیه حجم عمده‌ای از آن زیر منازل مسکونی مردمان نیشابور است (تصویر ۲) (همان).

کاوش های این محوطه باستانی طی ۴ فصل صورت گرفت است که، اولین فصل کاوش در سال ۱۳۸۸، دومین فصل کاوش باهدف نجات بخشی و آموزش دانشجویان در سال ۱۳۸۹، سومین فصل کاوش در سال ۱۳۹۲ و چهارمین فصل کاوش در سال ۱۳۹۳ انجام شده است که در این فصل کاوش ترانسه XII در قسمت جنوبی شهرک فیروزه به منظور پیگیری پراکنش داده های فرهنگی در امتداد نهشته های فرهنگی ترانسه X که در فصل قبل مورد کاوش قرار گرفته، گشوده شده است (باصفا، ۱۳۹۳). ترانسه XII در قسمت جنوبی شهرک مسکونی فیروزه و در انتهای شرقی بلوک های ساختمانی شماره ۸۰ و ۹۰ و نزدیک به بلوک ۸۰ واقع شده است. این ترانسه در موقعیت جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۴ دقیقه و ۱۶ ثانیه شمالی و ۵۸ درجه و ۴۷ دقیقه و ۶۶۸ ثانیه شرقی و ارتفاع ۱۱۰۳ متر نسبت به سطح آب های آزاد قرار گرفته است (تصویر ۳) (باصفا، ۱۳۹۳).



تصویر ۲: موقعیت جغرافیایی استقرار شهرک فیروزه و دیگر استقرارهای پیش از تاریخی دشت نیشابور



تصویر ۳: موقعیت ترانسه های X و XII در بین بلوک های ساختمانی

۲. اهداف و روش

هدف از تعیین میزان عناصر معدنی بر روی بافت سخت دندان نمونه‌های دندانی به‌دست‌آمده از محوطه شهرک فیروزه نیشابور و مقایسه آن با نمونه‌های معاصر، بررسی ارتباط آن با رژیم غذایی و پوسیدگی دندان، و به‌طور کلی تعیین وضعیت بیولوژیکی (کیفیت تغذیه) نمونه‌های مورد مطالعه شامل بررسی رژیم غذایی ساکنان این محوطه در دوره مفرغ است. انتخاب نمونه‌ها در این پژوهش بر اساس نمونه‌های دندانی به‌دست‌آمده از محوطه شهرک فیروزه است، که در این پژوهش به‌صورت تصادفی ۴ نمونه که مینای سالمی داشتند، انتخاب شدند. به علت شرایط آبرفتی خاک اسکلت‌ها بسیار پوسیده و مضطرب شده بودند. نمونه‌برداری با کمک سرپرست کاوش دکتر باصفا و اعضای گروه آموزشی دانشگاه هنر نیشابور با ابزارهای مخصوص انجام شده و نمونه‌های هر کانتکست در زیپ کیپ‌های جداگانه‌ای همراه با کلیه اطلاعات قرار داده شد. با توجه به اینکه مطالعات استخوان‌شناسی هنوز صورت نگرفته است، در مورد این نمونه‌ها، مطالعه استخوان‌شناسی صورت نگرفته است و نمونه‌ها ممکن است از هر دو جنس مؤنث و مذکر باشند. بر اساس ویژگی‌های سطحی دندان‌ها مانند مناطق فرورفته، فاست‌های سایشی، شیب دامنه کاسپ‌ها، عمق شیارها و پیت‌ها و به‌طور کلی خصوصیات سطوح دندانی می‌توان تا حدودی سن فرد را تخمین زد. البته با این روش تنها رده سنی کودک، جوان و پیر مشخص می‌شود و قادر به تعیین سن دقیق نیست. همچنین می‌توان با مشاهده دندان‌ها و بررسی دقیق ویژگی‌های گفته‌شده با دقت بالایی جنسیت را نیز تعیین نمود. با توجه به مطالعه صورت گرفته و بررسی میزان سایش بر روی دندان‌ها مولار و خصوصیات مورفولوژیک مانند شیارهای سطح اکوزال مشخص شد که نمونه‌ها در دو رده سنی جوان و مسن هستند. تمیزکاری و برداشتن رسوبات اولیه (به‌وسیله یک مسواک) در کارگاه آموزشی دانشگاه نیشابور انجام شد، سپس از هر نمونه به‌صورت مجزا عکس‌برداری شد و هر نمونه به‌صورت دقیق مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و برای انجام آزمایشات اصلی آماده شدند. برای هر نمونه معادل مدرن آن جمع‌آوری شد و برای تعیین میزان غلظت عناصر موجود در آن به‌منظور آزمایش *X-Ray (EDX)* به آزمایشگاه متالوژی تهران فرستاده شد.

جهت تعیین مشخصات ساختار شیمیایی مینا می‌توان از روش آنالیزهای نیمه کمی عناصر *X-Ray fluorescence spectrometry* استفاده نمود که می‌تواند اطلاعات مفیدی در زمینه روابط کمی بین عناصر موجود در مینا فراهم آورد. *Energy dispersive micro-x-ray fluorescence spectrometry (EDX)* یک آشکارگر (*Detector*) بر روی میکروسکوپ *SEM* است که اجازه بررسی کیفی و نیمه کمی عناصر معدنی موجود در مینا مانند کلسیم و فسفر، در نمونه‌های بسیار کوچک را می‌دهد. این روش یک تکنیک غیرمخرب اسپکتروسکوپی است که منجر به تعیین دقیق ترکیب شیمیایی یک نمونه جامد می‌شود و مزایای آن شامل آماده‌سازی ساده نمونه، آنالیز سریع، قابلیت تکرار خوب و هزینه کم می‌باشد. از معایب این روش می‌توان به نیاز به دستگاه *SEM* در کنار این روش و پوشاندن سطح نمونه‌ها با یک ماده هدایت‌کننده اشاره کرد (Sakaguchi and Powers, 2012: 210).

۳. نتایج تحقیق

در سال ۱۹۳۰ دریل (Dreal, 1936)، لواتر و مورای (Lowater and Murray, 1937) گزارش دادند که دندان حاوی انواع جزئی یا عناصر کمیاب هستند. دندان‌ها به دلیل حفظ کردن اطلاعات وسیع و ارزشمندی در طول عمر انسان مطابق با شرایط محیطی مختلف، اغلب برای اهداف زیست‌محیطی و باستان‌شناسی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Liu et al., 2013: 72). امروزه ما می‌دانیم که تفاوت‌های زیادی در بین ترکیبات عناصر نمونه‌های مختلف دندان وجود دارد (Brown, 2002: 705). بنابراین ما سعی کردیم تا مطابق هر نمونه دندان قدیمی در فک بالا یا پایین، نمونه مشابه معاصر آن جمع‌آوری شود (تصویر ۴ و ۵ و جداول ۱ و ۲). شماره‌گذاری نمونه‌های دندانی در جدول ۱ بر اساس سیستم یونیورسال برای دندان‌های دائمی شماره‌گذاری شده است. در سیستم شماره گذاری یونیورسال تمام دندان‌های دائمی، دندان‌های فک بالا از آسیاب سوم سمت راست از ۱ تا ۱۶ شماره‌گذاری می‌شوند و در فک پایین از آسیاب سوم سمت چپ، دندان‌ها از ۱۷ تا ۳۲ شماره داده می‌شود (معظمی، ۱۳۴۲: ۱۸).

جدول ۱: مشخصات نمونه‌های دندانی دوره مفرغ محوطه شهرک فیروزه (شماره‌های ۱-۴)

شماره نمونه	سایت	عمق به	تراشه	نمید	کاتکسیست	دندان (قدیم)						اندازه دندان‌ها به میلی‌متر						NIS P
						شما	با	پایه	چپ	راست	M	B	O	IC	OC(B)	OC(L)		
۱	شهرک فیروزه	?	XI I	-۴۰ ۳۰	?	۹	+	+	+	+	۷	۷	۷	۷	۱۱	۳	۱	
۲	شهرک فیروزه	?	XI I	-۴۰ ۳۰	?	۱۳	+	+	+	+	۶	۶	۸	۸	۸	۸	۱	
۳	شهرک فیروزه	۳۱۰	XI I	-۵۰ ۴۰	۱ ۴	۱۸	+	+	+	+	۱۰	۹	۹	۹	۲	۶	۱	
۴	شهرک فیروزه	۳۱۰	XI I	-۵۰ ۴۰	۱ ۴	۱۶	+	+	+	+	۶	۶	۹	۹	۴	۵	۱	

جدول ۲: مشخصات نمونه‌های دندانی معاصر (شماره‌های ۵-۸)

شماره نمونه	سن	اندازه دندان‌ها به میلی‌متر						دندان (جدید)			
		OC(L)	OC(B)	IC	OC	BL	MD	راست	چپ	پایین	بالا
۵	۳۰-۴۰			۱۰٫۷		۸	۸٫۵	+	+		۹
۶	۳۰-۴۰	۸٫۱	۷٫۹			۹٫۴	۶٫۸	+	+		۱۳

۱۸		+	+		۱۱،۸۱	۱۰،۸	۵،۴		۷،۴	۷،۵	۴۰-۵۰	۷
۱۶	+		+		۸،۷	۱۰،۵	۳،۶		۷،۳	۶،۶	۴۰-۵۰	۸



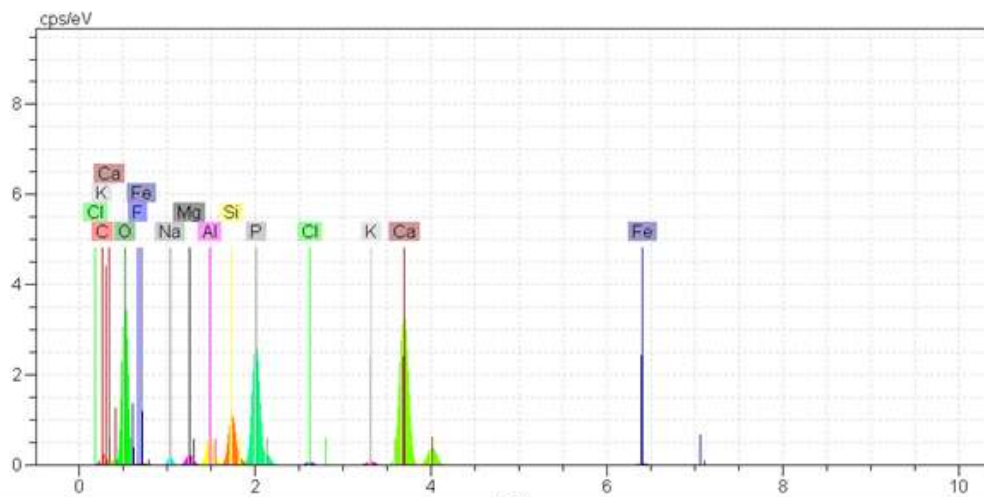
تصویر ۵: نمونه دندانی شماره ۵ معاصر



تصویر ۴: نمونه دندانی شماره ۱ محوطه

شهرک فیروزه

پس از انجام آنالیز اطلاعات هر نمونه به صورت نمودار ۱ و جدول ۳ دریافت شد که در جدول ۵ نتایج به صورت کلی ذکر شده است. لازم به ذکر است میزان غلظت به دست آمده از هر عنصر نیمه کمی است.



نمودار ۱: میزان عناصر معدنی در نمونه‌های دندانی معاصر و محوطه شهرک فیروزه

جدول ۳: میزان عناصر معدنی در نمونه‌های دندانی معاصر و محوطه شهرک فیروزه

طیف‌ها: 1.spx

عناصر	Series [wt.-%]	unn. C [wt.-%]	norm. C [at.-%]	Atom. C
کربن	K series	۲/۵۵	۲/۶۳	۴/۷۱
اکسیژن	K series	۴۶/۱۴	۴۷/۵۰	۶۳/۸۶
فلوئور	K series	۰/۷۷	۰/۷۹	۰/۹۰
سدیم	K series	۰/۷۲	۰/۷۴	۰/۶۹
منیزیم	K series	۰/۹۲	۰/۹۴	۰/۸۳
آلومنیوم	K series	۲/۴۱	۲/۴۸	۱/۹۸
سیلکون	K series	۴/۲۷	۴/۴۰	۳/۳۷

فسفر	<i>K series</i>	۱۲/۱۰	۱۲/۴۵	۸/۶۵
کلر	<i>K series</i>	۰/۲۹	۰/۳۰	۰/۱۸
پتاسیم	<i>K series</i>	۰/۴۲	۰/۴۳	۰/۲۴
کلسیم	<i>K series</i>	۲۶/۰۸	۲۶/۸۵	۱۴/۴۱
آهن	<i>K series</i>	۰/۴۷	۰/۴۹	۰/۱۹
جمع : ۹۷/۱ %				

۴. خواص دندان

انسان در دوره زندگی خود دارای دو سری دندان است. اولین سری دندان‌های ابتدایی یا شیری هستند که قبل از تولد در حدود ۳ سالگی کامل می‌شوند. در غیاب اختلالات مادرزادی، بیماری دندان‌ها و یا ضربه، اولین دندان از این سری در میانگین سنی ۶ ماهگی و آخرین دندان به‌طور میانگین در ۲۴ تا ۲۸ ماهگی در حفره دهان ظاهر می‌شود. دندان‌های شیری تا حدود سن ۶ سالگی (به‌استثنای صدمه بر اثر پوسیدگی یا ضربه) دست‌نخورده باقی می‌مانند. در آن موقع اولین دندان جانشین یا دائمی شروع به بیرون آمدن در دهان می‌کند. ظهور این دندان دوره دندان‌های مختلط (*Mixed*) یا انتقالی (*Transition*) را آغاز می‌کند که در آن ترکیبی از دندان‌های شیری و دائمی حضور دارند. دوره انتقالی از حدود سن ۶ سالگی تا ۱۲ سالگی ادامه دارد و با افتادن همه دندان‌های شیری خاتمه می‌یابد. در این زمان، دوره دندان‌های دائمی شروع می‌شود. بنابراین تبدیل سیستم دندان‌های شیری به دائمی با ظهور اولین آسیاب‌های دائمی، افتادن ثنایای شیری و بیرون آمدن ثنایای دائمی شروع می‌شود (معظمی ۱۳۴۲، ۱۵).

بعد از افتادن دندان‌های آسیاب و کانین‌های شیری و بیرون آمدن پیش آسیاب‌ها و نیش‌های دائمی و ظاهر شدن آسیاب‌های دوم دائمی، سری دندان‌های دائمی (از جمله ریشه‌ها) در حدود سن ۱۴ تا ۱۵ سالگی تکمیل می‌شود. به‌استثناء آسیاب‌های سوم که در سن ۱۸ تا ۲۵ سالگی کامل می‌شوند. در نتیجه، دوره دندان‌های دائمی از سن ۱۲ سالگی به بعد است. سری کامل دندان‌های دائمی اگر هیچ‌یک از دندان‌ها به‌طور مادرزادی غایب نباشد، شامل ۳۲ دندان است (همان، ۱۵۹).

۵. عناصر تشکیل‌دهنده دندان

ماده معدنی همه چینی‌های کلسیفیه، یک مشتق بسیار ناقص هیدروکسی آپاتیت معدنی یا HA است. آپاتیت‌های بیولوژیک چینی‌های کلسیفیه، نسبت به ساختار HA ایده‌آل، متفاوت‌تر هستند، چراکه نقایص و جایگزینی‌های شیمیایی، معمولاً باعث ضعیف شدن و حلالیت بیشتر آن‌ها در اسیدها، مانند اسیدهای حاصل از فعالیت بیولوژیک باکتری‌های پوسیدگی‌زا می‌شود. هیدروکسی آپاتیت، دارای فرمول ساده $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ ، نسبت مولی ایده‌آل کلسیم به فسفر $1/67(Ca/P)$ و ساختار بلوری هگزاگونال می‌باشد. آپاتیت مینا و عاج، دارای ترکیب بسیار متغیرتری است که بستگی به تاریخچه شکل‌گیری آن و سایر اکسپوزرهای شیمیایی در حین بالغ شدن آن‌ها دارد (Heymann, Swift and Ritter, 2014: 44). در مقایسه با سمان، عاج و استخوان، مینای دندان دارای محتوای مواد معدنی بالا (حدود ۹۶٪) در مقایسه با عاج (حدود ۷۰٪) است (Brugmannl et al. 2012: 120).

۶. کلسیم و عملکرد آن در بدن

بدن انسان حاوی کلسیم بیشتری نسبت به هر نوع کانی دیگری است. یک فرد ۱۵۴ پوندی شامل حدود ۴ پوند کلسیم است. نودونه درصد از کلسیم در اسکلت و دندان پیدا شده است و ۱٪ باقی مانده در بدن یافت می‌شود (Ruth and Roth, 2011: 151). کلسیم در ترکیب با فسفر یک جزء از استخوان و دندان‌ها است که به آن‌ها قدرت و سختی می‌دهد. استخوان‌ها به نوبه خود، ذخیره‌سازی برای کلسیم را فراهم می‌کند. کلسیم برای عصب طبیعی و عملکرد ماهیچه، لخته شدن خون، عملکرد قلب و سوخت ساز سلول مورد نیاز است (همان).

۷. فسفر و عملکرد آن در بدن

عنصر ضروری دیگری است که بعد از کلسیم فراوان‌ترین املاح در بافت‌های انسان است. حدود ۷۰۰ گرم فسفر در چینی‌جای افراد بزرگسال وجود دارد و حدود ۸۵٪ فسفر به صورت کریستال‌های فسفات کلسیم در اسکلت و دندان وجود دارد. ۱۵٪ در مخزن فعال از نظریستی در تمام سلول‌ها در بدن و مایعات خارج سلولی یافت می‌شود (Mahan and Escott-Stump, 2012: 144) فسفر بعد از کلسیم دومین عنصر فراوان در بدن انسان می‌باشد و در ساخت دندان‌ها، استخوان‌ها و برای انجام تمام واکنش‌های بیوشیمیایی در بدن انسان لازم است (نجفی و پارسازاده، ۱۳۸۹: ۴۷). فسفر همراه با کلسیم، برای تشکیل قوی استخوان و دندان لازم است، فسفر همچنین در سوخت‌وساز کربوهیدرات، چربی‌ها و پروتئین‌ها ضروری است. فسفر تشکیل‌دهنده همه سلول‌های بدن است و برای یک تعادل اسید و باز مناسب در خون و عملکرد چندین ویتامین از گروه‌های B ضروری است. فسفر همانند کلسیم در استخوان ذخیره می‌شود و در حضور ویتامین D افزایش می‌یابد (Ruth and Roth, 2011: 152).

۸. فلوراید و عملکرد آن در بدن

فلوئور به عنوان یک عنصر ضروری برای حیات بر میزان رشد و باروری تأثیر دارد و با وارد شدن این عنصر در دندان، میزان انحلال مینا در شرایط اسیدی حاصل از فعالیت باکتری‌ها، کاهش می‌یابد و موجب نوعی حفاظت در برابر پوسیدگی دندان می‌گردد (رحیم زاده و همکاران، ۱۳۸۵: ۴۷). فلوراید یک عنصر کم‌مصرف ضروری در رژیم غذایی انسان است و در مقایسه با سایر عناصر شیمیایی، دامنه باریکی بین جذب مرتبط با اثرات مفید و اثرات مضر آن وجود دارد. اگرچه اثرات مفید فلوراید بر سلامت انسان در مجامع علمی پذیرفته شده است، اما جذب بیش از حد این عنصر باعث فلوروسیس دندان و استخوان می‌شود. اثرات مضر جذب بیش از حد فلوراید، میلیون‌ها نفر از مردم در نقاط مختلف دنیا را تحت تأثیر قرار داده است، که ایران نیز یکی از این کشورها است (چاوشی، افیونی و حاج عباسی، ۱۳۹۴: ۳۸). تظاهرات فلوروسیس بر روی دندان‌ها از ایجاد خطوط سفیدرنگ تا نواحی قهوه‌ای تیره‌رنگ و مینای به شدت حفره حفره و منقوط که ظاهر نازیبایی ایجاد می‌کند، متفاوت است. تظاهرات فلوروسیس غالباً در افرادی که در یک بازه زمانی طولانی ساکن منطقه‌ای بوده‌اند که از یک منبع آب واحد با فلوراید بالا استفاده می‌کرده‌اند، مشاهده می‌شود. صرف نظر از ظاهر نازیبا، دندان‌های دچار این نقص بسیار به پوسیدگی مقاوم هستند. فلوئور اگر ضروری هم نباشد به دلیل منافی که برای مینای دندان دارد مهم تلقی می‌گردد. فلوئور که به داخل مینا وارد می‌شود نوعی از کریستال‌های بسیار پایدار آپاتیت (فلوئور آپاتیت و فلوئور هیدروکسی آپاتیت) را

ایجاد می کند. فلئوئور همچنین به عنوان یک ماد آنتی باکتریال در دهان عمل کرده و به عنوان یک مهارکننده آنزیمی اثر می کند (Mahan and Escott-Stump, 2012: 144). منابع غذایی عمده فلئوئور آب آشامیدنی و مواد غذایی فرآوری شده با آب فلئوئوردار و مواد غذایی دریایی غذاهای تهیه شد از ماهی و استخوان و چای است (جدول ۴) (همان).

جدول ۴. مواد معدنی اصلی (Ruth and Roth 2011: 151)

منابع غذایی	کارکرد	ماده معدنی
شیر، پنیر، ماهی سالمون برخی گیاهان برگ سبز تیره سبزیجات برگ دار	رشد استخوان و دندان انتقال عصب محرک لخته شدن خون فعالیت عادی قلبی فعالیت عادی ماهیچه	کلسیم
شیر، پنیر، گوشت بدون چربی ماهی، مرغ، غلات سبوس دار حبوبات، آجیل	رشد استخوان و دندان تعمیر و نگهداری از تعادل اسید طبیعی بدن تشکیل دهنده همه سلول لازم بدن برای اثربخشی بعضی پروتئین ها متابولیسم کربوهیدرات، چربی ها، پروتئین ها	فسفر
پرتقال، موز، میوه خشک شده، سبزیجات، حبوبات، شیر، غلات و حبوبات	انقباض عضلات تعمیر و نگهداری از مایعات انتقال اهداف عصبی خاصیت نفوذ و حلول ریتم منظم قلب متابولیسم سلولی	پتاسیم
نمک سفره تخم مرغ	تعمیر و نگهداری از تعدل مایعات انتقال اهداف عصبی خاصیت نفوذ و حلول تعادل اسید و باز تشکیل اسید هیدروکلریک	سدیم
نمک سفره تخم مرغ غذاهای دریای شیر	اسیدیته معده تنظیم فشار اسمزی خاصیت نفوذ و حلول تعادل مایعات تعادل اسید و باز تشکیل اسید هیدروکلریک	کلرین
سبزیجات برگ سبز غلات سبوس دار آووکادوها آجیل شیر حبوبات و موز	سنتز ATP انتقال اهداف عصبی فعال سازی آنزیم های متابولیک تشکیل دهنده استخوان ها، عضلات و سلول های قرمز خون لازم برای عضلات سالم	منیزیم
گوشت ماهیچه ای مرغ حلزون صدف دار حبوبات، میوه خشک شده سبزیجات برگ سبز و برگ دار تیره	حمل و نقل اکسیژن و دی اکسید کربن اجزای تشکیل دهنده هموگلوبین و میوگلوبین تشکیل آنزیم های سلولی ضروری برای تولید انرژی	آهن
آب حاوی فلوراید غذاهای دریای	افزایش مقاومت به پوسیدگی دندان اجزای تشکیل استخوان و دندان	فلور

۹. بحث و تحلیل

جدول ۵ نتایج آنالیز مجموعه‌ای از ۸ دندان را که ۴ نمونه آن مربوط به دوره مفرغ و ۴ نمونه دندانی دیگر مربوط به دوره معاصر را نشان می‌دهد. غلظت همه عناصر به صورت درصد بیان شده است. در نمونه‌های ۱ تا ۴ جدول (نمونه‌های محوطه شهرک فیروزه) تشخیص داده شد که غلظت مقادیر آهن در مقایسه با میانگین غلظت نمونه‌های مدرن بیشتر است. افزایش مقادیر آهن شناخته شده در بافت دندانی ارتباط مستقیم با شرایط تغذیه‌ای دارد. با توجه به جدول ۳ افزایش محتوای آهن در دندان‌های قدیمی احتمالاً مرتبط با افزایش مصرف غذاهای غنی از آهن، از جمله پروتئین گوشت و سبزیجات برگ سبز بوده است.

برخلاف استخوان‌های اسکلت یافت شده از محوطه شهرک فیروزه که بسیار پوسیده و مضطرب هستند، امای مینای دندان‌ها بسیار سالم و بدون پوسیدگی است. از آنجایی که فلورید یکی از عناصر ضروری دیگر برای حفظ سلامت دندان است و باعث جلوگیری از پوسیدگی آن می‌شود با توجه به جدول ۵ مشاهده می‌گردد که غلظت فلورید در سه نمونه آنالیز شده بالاتر از سه نمونه مشابه معاصر خود است. به طوری که میانگین غلظت محاسبه شده فلوراید با توجه به جدول ۵ در نمونه‌های قدیمی ۰,۴۳٪ و در نمونه‌های جدید ۰,۲۳٪ به عبارتی حدوداً دو برابر است. این در حالی است که فلورید علاوه بر منابع آب آشامیدنی و غذایی امروزه به صورت سه نوع از فرآورده‌های فلوراید، جهت مصرف در منزل در نظر گرفته شده است که عبارت‌اند از: خمیردندان، دهان شویه و ژل‌های حاوی فلوراید. بالا بودن غلظت فلورید شناخته شده در بافت دندانی نمونه‌های قدیم نشانگر استفاده ساکنان شهرک فیروزه به منابع غذایی دریایی و همچنین آب شرب حاوی فلورید به مقدار زیاد است. از آنجایی که قبلاً نشان داده شده است که آب چاه درصد فلوراید بیشتری نسبت به سایر منابع آبی دارد، به نظر می‌رسد که مردم منطقه در زمان‌های گذشته از آب چاه به عنوان منبع آب آشامیدنی استفاده می‌کرده‌اند. موسسه بهداشت اجتماعی آمریکا پس از تحقیقات زیاد متوجه شد میزان پوسیدگی دندان در افرادی که در تمام مدت عمر خود در نواحی‌ای زندگی کرده‌اند که آب آشامیدنی آن‌ها به طور طبیعی واجد مقدار محسوسی فلئوئور بوده، خیلی کمتر از کسانی است که در مناطقی زندگی کرده‌اند که آب آشامیدنی آن‌ها فاقد فلوراید کافی بوده است (رحیم زاده و همکاران، ۱۳۸۶: ۴۶). فلوراید تا ۶۰ درصد می‌تواند در کاهش امر پوسیدگی دندان‌ها مؤثر باشد (همان).

جدول ۵: نتایج آنالیز نمونه‌های دندانی محوطه شهرک فیروزه و نمونه‌های معاصر

norm. C [wt. %]								عناصر
نمونه‌های دندانی معاصر				نمونه‌های دندانی محوطه شهرک فیروزه				
۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۲,۴۲	۰,۸۳	۲,۶۸	۳,۹۶	۴,۶۹	۳,۸	۱,۷۵	۲,۶۳	کربن
۳۸,۵۳	۴۰,۰۳	۳۶,۸۳	۳۵,۳	۴۴,۵۶	۳۷,۸۲	۴۳,۲۸	۴۷,۵	اکسیژن
۰,۶۱	۰,۰۴	۰,۲۶	۰,۰۲	۰,۰۵	۰,۵۲	۰,۳۹	۰,۷۹	فلئوئور
۰,۹۷	۱,۰۹	۰,۷۲	۰,۴	۱,۶۳	۰,۳۹	۰,۲۲	۰,۷۴	سدیم
۰,۵۲	۰,۷۶	۰,۳۹	۰,۱۲	۱,۱۵	۰,۶	۰,۵۳	۰,۹۴	منیزیم
۰,۴۱	۰,۵۳	۰,۱۶	۴,۲۶	۰,۶۹	۰,۸۸	۱,۳۶	۲,۴۸	آلومنیوم

سیلکون	۴,۴	۲,۹۱	۱,۲۵	۱,۱۷	۰,۱۷	۰,۳۱	۰,۲۴	۰,۱۶
فسفر	۱۲,۴۵	۱۶,۲۸	۱۹,۵	۱۷,۴۳	۱۸,۴۲	۲۰,۱۱	۲۰,۱۲	۱۹,۷۳
کلر	۰,۳	۰,۲۴	۰,۸۶	۰,۶۷	۰,۳۸	۰,۶۵	۰,۹	۰,۷۸
پتاسیم	۰,۴۳	۰,۱۴	۰,۳	۰,۰۱	۰	۰	۰	۰
کلسیم	۲۶,۸۵	۳۱,۷۱	۳۴,۰۷	۲۷,۶۲	۳۶,۹۵	۳۷,۸	۳۵,۴۶	۳۵,۳۶
آهن	۰,۴۹	۱,۸	۰,۰۱	۰,۳۳	۰,۰۱	۰,۰۷	۰,۰۱	۰,۰۱
جمع	۹۷,۱	۹۶,۳	۹۹,۱	۱۰۹,۶	۹۴,۲	۱۰۲,۶	۱۰۵,۶	۱۰۴,۸

همان‌طور که قبلاً اشاره شد اسکلت‌های محوطه شهرک فیروزه بسیار مضطرب و پوسیده بودند به طوری که در هنگام نمونه‌برداری حتی از قسمت دندان‌ها (سخت‌ترین بافت) اگر نمونه‌برداری با احتیاط کامل صورت نمی‌گرفت استخوان و نمونه‌های دندان‌های شکسته یا خرد می‌شدند. از آنجاکه کلسیم و فسفر جزء عناصری هستند که منجر به حفظ مواد تشکیل‌دهنده استخوان می‌شوند، این احتمال وجود داشت که درصد کلسیم و فسفر استخوان بسیار پایین باشد. اما نتایج به دست آمده نتیجه‌ای کاملاً عکس این فرضیه را نشان داد. عمده‌ترین دلیل پوسیدگی اسکلت‌های باستانی منطقه شهرک فیروزه احتمالاً به دلیل رطوبت خاک بوده است. شرایط خاک به گونه‌ای بوده که در زمان کاوش به علت جابه‌جایی خاک اسکلت‌ها به صورت نامنظم و ناقص پدیدار شد. با توجه به اینکه نسبت کلسیم به فسفر اهمیت بیشتری از درصد هر کدام از عناصر به تنهایی دارد در این مطالعه هم به بررسی و مقایسه این نسبت بین نمونه‌های قدیمی و معاصر پرداخته شد. با توجه به جدول ۶ نسبت کلسیم به فسفر نمونه‌های ۱ و ۲ (شهرک فیروزه) بالاتر از نمونه‌های مشابه (۶ و ۵) معاصر است در حالی که در نمونه‌های شماره ۳ و ۴ (شهرک فیروزه) نسبت غلظت کلسیم به فسفر کمتر از نمونه‌های مشابه (۷ و ۸) معاصر است. در نمونه‌های هر دوره به خوبی می‌توان دریافت که میزان غلظت کلسیم به فسفر با افزایش سن تقریبی کاهش یافته است. میزان کلسیم در نمونه‌های دندان‌های محوطه شهرک فیروزه در مقایسه با نمونه‌های دندان‌های امروزی به حدی بود که می‌توان گفت فرآورده‌های حاوی کلسیم و فسفر مثل شیر و فرآورده‌های لبنی، ماهی و گیاهان برگ سبز تیره بخش قابل توجهی از غذاهای مصرفی مردم این منطقه در دوره مفرغ را فراهم کرده است.

منابع غذایی و مصرف کلسیم به طور قابل توجهی در تکامل انسان تغییر کرده است. انسان‌های اولیه کلسیم استخراج‌شده از ریشه، غده‌ها، آجیل و لوبیا را مصرف می‌کرده‌اند. پس از اهلی کردن غلات، مصرف کلسیم به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است، زیرا غذاهای غالب جامعه از دانه (میوه‌ها)، بخش‌های گیاهی است که تجمع حداقل کلسیم را دارا می‌باشد. گروه غذایی که بخش عمده‌ای از کلسیم رژیم غذایی غرب را تأمین می‌کند، منابع لبنی است (Ross et al. 2006: 138-139).

جدول ۶: نسبت غلظت کلسیم به فسفر در نمونه‌های دندان‌های محوطه شهرک فیروزه و نمونه‌های معاصر

کلسیم	فسفر	نسبت کلسیم به فسفر CA/P	شماره نمونه	
۲۶,۸۵	۱۲,۴۵	۲,۱۵۶۶	۱	نمونه دندان‌های محوطه شهرک فیروزه
۳۱,۷۱	۱۶,۲۸	۱,۹۴۷۷	۲	نمونه دندان‌های محوطه شهرک

فیروزه				
نمونه دندان‌های محوطه شهرک فیروزه	۳	۱,۷۴۷۱	۱۹,۵۰	۳۴,۰۷
نمونه دندان‌های محوطه شهرک فیروزه	۴	۱,۵۸۴۶	۱۷,۴۳	۲۷,۶۲
نمونه دندان‌های معاصر	۵	۲,۰۰۵۹	۱۸,۴۲	۳۶,۹۵
نمونه دندان‌های معاصر	۶	۱,۸۷۹۶	۲۰,۱۱	۳۷,۸۰
نمونه دندان‌های معاصر	۷	۱,۷۶۲۴	۲۰,۱۲	۳۵,۴۶
نمونه دندان‌های معاصر	۸	۱,۸۱۷۵	۱۹,۷۳	۳۵,۸۶

جدول ۷. میانگین درصد عناصر موجود در نمونه‌های دندان‌های آنالیز شده

عناصر	نمونه‌های دندان‌های محوطه شهرک فیروزه	نمونه‌های دندان‌های معاصر
کربن	۳,۲۱	۲,۴۷۲۵
اکسیژن	۴۳,۲۹	۳۶,۶۷۲۵
فلوئور	۰,۴۳۷۵	۰,۲۳۲۵
سدیم	۰,۷۴۵	۰,۷۹۵
منیزیم	۰,۸۰۵	۰,۴۴۷۵
آلومینیوم	۱,۳۵۲۵	۱,۳۶
سیلیکون	۲,۴۳۲۵	۰,۲۲
فسفر	۱۶,۵۱۴	۱۹,۵۹۵
کلرین	۰,۵۱۷۵	۰,۶۷۷۵
پتاسیم	۰,۲۲	۰,۰۰
کلسیم	۳۰,۰۶۲۵	۳۶,۵۱۷۵
آهن	۰,۵۰۲۵	۰,۰۲۵

۱۰. نتیجه

میزان کلسیم در نمونه‌های دندان‌های محوطه شهرک فیروزه در مقایسه با نمونه‌های دندان‌های امروزی به حدی بود که می‌توان گفت فرآورده‌های حاوی کلسیم و فسفر مثل شیر و فرآورده‌های لبنی، ماهی و گیاهان برگ سبز تیره بخش قابل‌توجهی از غذاهای مصرفی مردم این منطقه در دوره مفرغ را فراهم کرده است. افزایش محتوای آهن در دندان‌های قدیمی احتمالاً مرتبط با افزایش مصرف غذاهای غنی از آهن، از جمله پروتئین گوشت و سبزیجات برگ سبز بوده است. با توجه به بالا بودن میانگین غلظت عناصر دیگر موجود در نمونه دندان‌های قدیمی چون منیزیم و پتاسیم (۰,۸۰٪ و ۰,۲۲) ارتباط معنی‌داری با رژیم غذایی حاوی مقادیر زیاد پتاسیم و منیزیم وجود دارد. بالا بودن میزان غلظت پتاسیم و منیزیم حاکی از مصرف منابع غذایی غنی از غلات سبوس‌دار، حبوبات، سبزیجات و شیر در دوران مفرغ ساکنان شهرک فیروزه نیشابور است. همچنین با توجه به جداول بالا میانگین درصد عناصر، کربن، اکسیژن و سیلیکون در نمونه‌های دندان‌های محوطه شهرک فیروزه بیشتر از نمونه‌های دندان‌های معاصر است. درحالی‌که میانگین درصد غلظت عناصر، سدیم، آلومینیوم و کلرین در نمونه‌های معاصر بیشتر است.

در مورد ساکنان شهرک فیروزه نیشابور می توان گفت که آنان در رژیم غذایی خود از غذاهای گیاهی و هم از غذاهای گوشتی استفاده می کردند و البته غذاهای دریایی نیز بخش اندکی از رژیم غذایی آنان را تشکیل می داده است. به طور کلی بالا بودن عناصر ضروری دندان، کلسیم، فسفر و فلئوئور و عدم وجود پوسیدگی بر مینای دندان های عصر مفرغ شهرک فیروزه نشان از سلامت نسبی دندان در آن دوره است و می توان گفت علت اصلی این امر رژیم غذایی مناسب و دسترسی به منابع آب آشامیدنی سالم ساکنین آن نواحی است. همچنین می توان به تائید این مطلب هم اشاره کرد که پوسیدگی دندان بیماری انسان های مدرن است و در اثر استفاده از غذاهای نرم و فرآوری شده روز به روز در حال افزایش است. نتایج به دست آمده از این مطالعه تنها دور نمایی از وضعیت منابع غذایی انسان های قدیم را نشان می دهد. برای به دست آوردن نتایج دقیق تر نیاز به تعداد بیشتری نمونه های دندان است تا بتوان با به کارگیری آنالیزهای آماری میزان صحت اطلاعات به دست آمده را هم تعیین نمود. پیشنهاد می شود در مطالعات آینده از تعداد دندان های بیشتری در بررسی های کمی استفاده شود.

منابع

- باصفا، حسن، (۱۳۹۳)، گزارش مقدماتی چهارمین فصل کاوش های باستان شناختی نجات بخشی محوطه شهرک فیروزه نیشابور، آرشیو پژوهشکده باستان شناسی (منتشر نشده).
- باصفا، حسن، هژبری نویری، علیرضا، خطیب شهیدی، حمید و جواد نیستانی، (۱۳۹۳)، "اثر هیدرولوژی بر فرآیند شکل گیری استقرار پیش از تاریخ شهرک فیروزه در دشت نیشابور". پژوهش های محیط زیست، ۵(۹): ۷۳ - ۷۸.
- باصفا، حسن، (۱۳۹۲)، "شیوه های تدفین دوره مفرغ پایانی در دشت نیشابور (شمال شرق ایران)"، همایش بین المللی باستان شناسان جوان.
- ساکاگوچی، رونالد ال و جان پاورز (۱۳۹۱)، مواد دندانی ترمیمی کریگ. ترجمه فهیمه سادات طباطبایی، چاپ سیزدهم، تهران: نور دانش.
- چاوشی، الهام، افیونی، مجید و محمدعلی حاج عباسی، (۱۳۹۴)، "جذب و واجذب فلورید و پسماند هم دما در یک خاک آهکی اصفهان"، علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، دوره ۱۹(۷۳): ۴۴-۳۵.
- خادمی ندوشن، فرهنگ، عزیزی پور، طاهره و رضا شعبانی، (۱۳۸۸)، "وضعیت پوشش گیاهی و جانوری محوطه باستانی ولیران دماوند در عصر اشکانی براساس داده های دیرینه تغذیه شناسی". مدرس علوم انسانی-برنامه ریزی و آمایش فضا، ۶۲: ۷۳-۹۰.
- رحیم زاده، هادی، کارگر، مهدی، دادبان، یوسف و سمیه بیرامی، (۱۳۸۶)، "تعیین میزان فلئوئور موجود در منابع آب شرب روستاهای شهر گرگان در سال ۱۳۸۵". علوم آزمایشگاهی، ۱(۲): ۴۸-۴۵.
- معظمی، مصطفی، (۱۳۴۲)، آناتومی و مورفولوژی دندان. ترجمه توکلی زاده، سارا، محمودی هاشمی، الهه، مجیدی نیا، سارا و هیلا حاجی زاده، ۱۳۹۴. تهران: رویان پژوه.
- نجفی، نصرالله و منصور پارسازاده، (۱۳۸۹)، "تأثیر شکل نیتروژن و PH محلول غذایی بر غلظت فسفر، نیترات و نیتروژن بخش هوایی اسفناج در کشت هیدروپونیک". علوم و فنون کشت های گلخانه ای، ۱(۱): ۵۵-۴۱.
- Brown, C. J., Chenery, S. R. N., Smith, B., Mason, C., Tomkins, A., Roberts, G. J., Sserunjogi, L., & Tiberindwa, J. V., 2004. Environmental influences on the trace element content of teeth: Implications or disease and nutritional status. Archives of Oral Biology 49(9): 705-717.
- Brugmann, G. E., Krause, J., Brachert, T., Kullmer, O., Schrenk, F., Ssemmanda, I., Mertz, D, F., 2012. Chemical composition of modern and fossil Hippopotamid teeth and implications for paleoenvironmental reconstructions and enamel formation – Part 1: Major and minor element variation, Biogeosciences 9(1): 119-139.

- Cakir, F.Y., Korkmaz, Y., Firat, E., Oztas, S.S., Gurganm S., 2011. *Chemical Analysis of Enamel and Dentin Following the Application of Three Different At-home Bleaching Systems*, *Operative Dentistry* 36 (5): 529-536.
- Dreal, W. F., 1936. *Spectrum analysis of dental tissues for trace elements*, *Journal of Dental Research* 15: 403-406.
- Eskin, M. 2016. *Trace Elements in Teeth: A Source of Information on Diet and the Environment*. *Vitamins & Minerals* 5(2):149.
- Heymann, H., Swift E, J., Ritter, A., 2014. *Sturdevant's art & science of operative dentistry*, Elsevier Health Sciences.
- Hilton, T, J., Ferracane, J, L., Broome, J,C., 2013. *Summitt's fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach*, 4th Edition, Quintessence Publishing Company, Incorporated.
- Liu, H., Chao, J., Chuang, C., Chiu, H., Yang, C., Sun, Y., 2013. *Study of P, Ca, Sr, Ba and Pb Levels in Enamel and Dentine of Human Third Molars for Environmental and Archaeological*, *Advances in Anthropology* 3(2): 71-77.
- Lowater, F., Murray, M. M., 1937. *Chemical composition of teeth. Spectrographic analysis*, *Biochemical Journal* 31(5): 837-841.
- Mahan, L. K., Escott-Stump, S., Krause, M. V., 2007. *Krause's food & nutrition therapy*, Philadelphia, Pa; Edinburgh: Elsevier Saunders.
- Ruth, A., Roth, MS, RD., 2011. *Nutrition & Diet Therapy*, Indiana: Purdue University, Fort Wayne, Indiana.
- Sakaguchi, R, L., Powers, J, M., 2012. *Craig's restorative dental materials*, 13th Edition, United States, Elsevier Health Sciences.
- Ross, .A.C., Caballero, B., Cousins, R,J., Tucker, K. L., Zeigler, T.R., 2006. *Modern nutrition in health and disease*, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Szostek, K., Glab, H., 2001. *Trace elements concentrations in human teeth from a Neolithic common grave at Nakonowo (Central Poland), Variability and Evolution* 9: 51-59.