Archive of SID

مطالعات باستان‌شناسی، دورهٔ ۱۱، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۸
(از ص ۱۱۷ تا ص ۱۳۱)

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

محمدحسین رضایی*
استادیار گروه باستان‌شناسی، دانشگاه نیشابور
حسن باصفا
دانشیار گروه باستان‌شناسی، دانشگاه نیشابور
حمیده‌سادات محمدی‌پور
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 دندانی می‌توان اطلاعات مفیدی درزمینه رژیم غذایی، وضعیت اجتماعی، اقتصادی و بیولوژیکی جمعیت انسانی گذشته به دست آورد. در این پژوهش به‌طورکلی 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 فیروزه‌نشان 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.

*رایانامه‌ی نویسنده مسئول: *Mohammad.1561@yahoo.com*

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

علاقه انسان شناسان به مطالعه درزمینه ترکیب شیمیایی استخوان به‌طورکلی و دندان به‌طور خاص که به‌عنوان پایدارترین عناصر اسکلت انسانی در گذر زمان در نظر گرفته می‌شوند، روزبه‌روز در حال افزایش است. بامطالعه عناصر دندانی می‌توان 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 می‌توان با نظارت بر میزان عناصر دندان‌های به‌دست‌آمده با دقت مطلوبی مشخص نمود *(Eskin, 2016: 149)*.

ترکیبات عناصر استخوان‌های باستانی، اطلاعات ارزشمندی را در مورد وضعیت غذایی و زیست‌محیطی جوامع کهن فراهم می‌کند. میزان کلسیم و فسفری که انسان در طول زندگی از طریق تغذیه مصرف می‌کند، تأثیر مستقیمی بر استخوان او می‌گذارد (خادمی ندوشن، عزیزی پور و شعبانی، ۱۳۸۸: ۷۵). دندان‌ها مهم‌ترین ساختارهای زیستی درزمینهٔ کانی سازی زیستی *(Biomineralization)* هستند. بافت معدنی دندان متشکل از کریستال هیدروکسی آپاتیت *(HAP)*، *CA10*، *PO4*، *OH2* 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 می‌دهد، دارای دو فاز آلی و معدنی است. بیش از ۹۰ درصد ساختار مینای دندان را مواد معدنی تشکیل می‌دهد. فاز آلی متشکل از پروتئین‌های آملوژین، آملوبلاستین و تافتلین همراه با مقادیر کمی لیپید و پروتئوگلیکان است *(Eskin, 2016: 149)*. عناصر در دندان می‌تواند بسته به منبع غذا و آب‌وخاک و جذب پوستی، متفاوت باشد.(همان) عاج بدنه اصلی دندان را تشکیل می‌دهد و حدفاصل بین پالپ دندان و مینا را اشغال می‌کند (تصویر ۱). محتوای معدنی عاج از مینا کمتر است، به همین دلیل پوسیدگی‌ها در عاج سرعت بیشتری از مینای دندان دارند. برخلاف ساخت مینا که فقط یک‌بار روی‌داده و پس از تکامل آن دیگر ساخته نمی‌شود، عاج سازی در کل دوره زندگی فرد با سرعت‌های کم‌وزیاد در حال انجام است. عاج ثانویه که بخش اصلی عاج دندان را تشکیل می‌دهد در تمام طول زندگی فرد ساخته می‌شود. عاج ثالثیه نوع دیگری از عاج است که در پاسخ به پوسیدگی‌های و تروماهای دندانی به‌عنوان نوعی مکانیزم دفاعی توسط سلول‌های عاج‌ساز (ادنتوبلاست ها) ساخته می‌شود. ساختار مینا و عاج به‌صورت آینه‌ای، اتفاقاتی که در حین رشد برای دندان‌ها روی‌داده است را منعکس می‌کنند. به‌عنوان‌مثال تب‌های دوران کودکی، بیماری‌ها و یا نقایص تغذیه‌ای می‌توانند آملوبلاست ها را از بین برده و نواقص خطی در مینای دندان‌های حین تکامل ایجاد نمایند. و یا کاربرد داروهای خانواده تتراسایکلین مانند ماینوسایکلین می‌تواند منجر به ایجاد تغییرات رنگی نامطلوب در ساختار عاج اولیه و یا ثانویه شوند *(Hilton, Ferracane and Broome, 2013: 63)*.

www.SID.ir

Archive of SID

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 درزمینه 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.

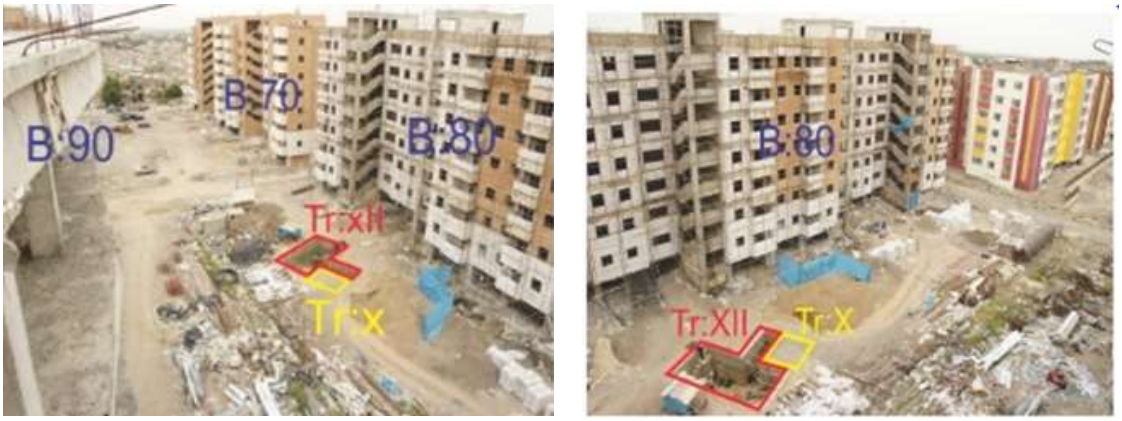
محوطه باستانی شهرک فیروزه در شمال غرب شهرستان نیشابور و با مختصات عرض جغرافیای ۳۳ درجه و ۱۲ دقیقه و طول جغرافیایی ۸۳ درجه و ۴۱ دقیقه قرار داشته و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا حدود ۱۲۵۰ متر است. شهرک فیروزه که نامش برگرفته از مجتمع‌های مسکونی تازه‌ساز در غرب شهر فعلی نیشابور است، در پهنه شرقی رودخانه فاروب رومان قرار دارد (باصفا، ۱۳۹۳: ۷۴). فاروب رومان از رودخانه‌های مستقل زیر حوزه کویر مرکزی محسوب می‌شود در فصول پرباران 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).

www.SID.ir

Archive of SID

کاوش‌های 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 ۱۳۹۲و چهارمین فصل کاوش در سال ۱۳۹۳ انجام‌شده است که در این فصل کاوش ترانشه *XII* در قسمت جنوبی شهرک فیروزه به‌منظور پیگیری پراکنش داده‌های فرهنگی در امتداد نهشته‌های فرهنگی ترانشه *x* که در فصل قبل مورد کاوش قرارگرفته، گشوده شده است (باصفا، ۱۳۹۳). ترانشه *XII* در قسمت جنوبی شهرک مسکونی فیروزه و در انتهای شرقی بلوک‌های ساختمانی شماره ۸۰ و ۹۰ و نزدیک به بلوک ۸۰ واقع شده است. این ترانشه 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 آب‌های آزاد قرارگرفته است (تصویر ۳)(باصفا، ۱۳۹۳).

تصویر ۲: موقعیت جغرافیایی استقرار شهرک فیروزه و دیگر استقرارهای پیش‌ازتاریخی دشت نیشابور



تصویر ۳: موقعیت ترانشه های *X* و *XII* در بین بلوک‌های ساختمانی

www.SID.ir

Archive of SID

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 به‌طورکلی تعیین وضعیت بیولوژیکی (کیفیت تغذیه) نمونه‌های موردمطالعه 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 انجام‌شده 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 به‌طورکلی 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 موردانداز‌ه‌گیری 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 درزمینه روابط کمی بین عناصر موجود در مینا فراهم آورد. *Energy dispensing 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 دقیق‌ترکیب 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)*.

www.SID.ir

Archive of SID

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 مورداستفاده 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 گذری 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	ترانشه	سن	کانتکست	دندان (قدیم)						اندازه دندان‌ها به میلی‌متر						NISP
						شماره	بالا	پایین	چپ	راست	MD	BL	OC	IC	OC(B)	OC(L)	
۱	شهرک فیروزه	?	XII	-۴۰ ۳۰	?	۹	+		+		۷	۷,۹		۱۱,۳				۱
۲	شهرک فیروزه	?	XII	-۴۰ ۳۰	?	۱۳	+		+		۶,۷	۸,۴				۸,۱	۷,۱	۱
۳	شهرک فیروزه	۳۱۰	XII	-۵۰ ۴۰	۱۴	۱۸		+	+		۱۰	۹,۱	+			۲,۱	۶,۹	۱
۴	شهرک فیروزه	۳۱۰	XII	-۵۰ ۴۰	۱۴	۱۶	+		+		۶,۲	۹,۳				۴,۱	۵,۵	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	شماره
۵	۳۰-۴۰			۱۰,۷		۸	۸,۵		+		+	۹
۶	۳۰-۴۰	۸,۱	۷,۹			۹,۴	۶,۸		+		+	۱۳

www.SID.ir

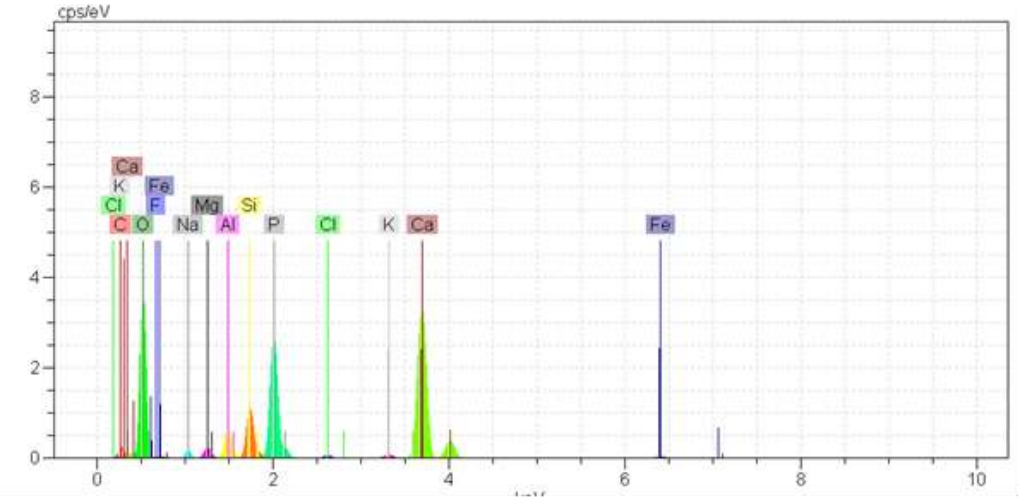
Archive of SID

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 ۴: نمونه دندانی شماره ۱ محوطه شهرک فیروزه

تصویر ۵: نمونه دندانی شماره ۵ معاصر

پس از انجام آنالیز اطلاعات هر نمونه به‌صورت نمودار ۱ و جدول ۳ دریافت شد که در جدول ۵ نتایج به‌صورت کلی ذکر شده است. لازم به ذکر است میزان غلظت به‌دست‌آمده 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

www.SID.ir

Archive of SID

فسفر	K series	۱۲/۱۰	۱۲/۴۵	۸/۶۵
کلر	K series	۰/۲۹	۰/۳۰	۰/۱۸
پتاسیم	K series	۰/۴۲	۰/۴۳	۰/۲۴
کلسیم	K series	۲۶/۰۸	۲۶/۸۵	۱۴/۴۱
آهن	K series	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 دندانی 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 براثر پوسیدگی یا ضربه)دست نخورده باقی می‌مانند. در آن موقع اولین دندان جانشین یا دائمی شروع به بیرون آمدن در دهان می‌کند. ظهور این دندان دوره دندانی 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 دندانی دائمی شروع می‌شود. بنابراین تبدیل سیستم دندان‌های شیری به دائمی با ظهور اولین آسیاب‌های دائمی، افتادن ثنایاهای شیری و بیرون آمدن ثنایاهای 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 دندانی دائمی (ازجمله ریشه‌ها) در حدود سن ۱۴ تا ۱۵سالگی تکمیل می‌شود. به‌استثناء آسیاب‌های سوم که در سن ۱۸ تا ۲۵ سالگی کامل می‌شوند. درنتیجه، دوره دندانی 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 چینی‌جاهای کلسیفیه، یک مشتق بسیار ناقص هیدروکسی آپاتیت معدنی یا *HA* است. آپاتیت‌های بیولوژیک چینی‌جاهای 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 *Ca10(PO4)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 اکسپوژرهای 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 (حدود۹۶٪) در مقایسه با عاج (حدود ۷۰٪) است *(Brugmannl et al. 2012: 120)*.

www.SID.ir

Archive of SID

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 پیداشده است و ۱٪ باقی‌مانده 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 به‌نوبه خود، ذخیره‌سازی برای کلسیم را فراهم می‌کند. کلسیم برای عصب طبیعی و عملکرد ماهیچه، لخته شدن خون، عملکرد قلب و سوخت ساز سلول موردنیاز 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 چینی‌جاهای افراد بزرگ‌سال وجود دارد و حدود ۸۵٪ فسفر به‌صورت کریستال‌های فسفات کلسیم در اسکلت و دندان وجود دارد. ۱۵٪ در مخزن فعال از نظرزیستی 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 Bضروری 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 به‌عنوان 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 فلورید بر سلامت انسان در مجامع علمی پذیرفته شده است، اما جذب بیش‌ازحد این عنصر باعث فلوروسیس دندان و استخوان می‌شود. اثرات مضر جذب بیش‌ازحد فلورید، 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 فلورزیس بر روی دندان‌ها از ایجاد خطوط سفیدرنگ تا نواحی قهوه‌ای تیره‌رنگ و مینای به‌شدت حفره حفره و منقوط که ظاهر نازیبایی ایجاد می‌کند، متفاوت است. تظاهرات فلورزیس 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. صرف‌نظر از ظاهر نازیبا، دندان‌های دچار این نقص بسیار به پوسیدگی مقاوم هستند.

فلوئور اگر ضروری هم نباشد به دلیل منافعی که برای مینای دندان دارد مهم تلقی می‌گردد. فلوئور که به داخل مینا وارد می‌شود نوعی از کریستال‌های بسیار پایدار آپاتیت (فلوئوروآپاتیت و فلوئوروهیدروکسی آپاتیت) را

www.SID.ir

Archive of SID

ایجاد می‌کند. فلوئور همچنین به‌عنوان یک ماد آنتی‌باکتریال در دهان عمل کرده و به‌عنوان یک مهارکننده آنزیمی اثر می‌کند(*Mahan and Escott-Stump, 2012: 144*). منابع غذایی عمده فلوئور آب آشامیدنی و مواد غذایی فرآوری شده با آب فلوئوردار 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*)

ماده معدنی	کارکرد	منابع غذایی
کلسیم	رشد استخوان و دندان انتقال عصب محرک لخته شدن خون فعالیت عادی قلبی فعالیت عادی ماهیچه	شیر، پنیر، ماهی سالمون برخی گیاهان برگ سبز تیره سبزیجات برگ‌دار
فسفر	رشد استخوان و دندان تعمیر و نگهداری از تعادل اسید طبیعی بدن تشکیل‌دهنده همه سلول لازم بدن برای اثربخشی بعضی پروتئین‌ها متابولیسم کربوهییدرات، چربی‌ها، پروتئین‌ها	شیر، پنیر، گوشت بدون چربی ماهی، مرغ، غلات سبوس‌دار حبوبات، آجیل
پتاسیم	انقباض عضلات تعمیر و نگهداری از مایعات انتقال اهداف عصبی خاصیت نفوذ و حلول ریتم منظم قلب متابولیسم سلولی	پرتقال، موز، میوه خشک‌شده، سبزیجات، حبوبات، شیر، غلات و حبوبات
سدیم	تعمیر و نگهداری از تعدل مایعات انتقال اهداف عصبی خاصیت نفوذ و حلول تعادل اسید و باز تشکیل اسید هیدروکلریک	نمک سفره تخم‌مرغ
کلرین	اسیدیته معده تنظیم فشار اسمزی خاصیت نفوذ و حلول تعادل مایعات تعادل اسید و باز تشکیل اسید هیدروکلریک	نمک سفره تخم‌مرغ غذاهای دریای شیر
منیزیم	سنتز ***ATP*** انتقال اهداف عصبی فعال‌سازی آنزیم‌های متابولیک تشکیل‌دهنده استخوان‌ها، عضلات و سلول‌های قرمز خون لازم برای عضلات سالم	سبزیجات برگ سبز غلات سبوس‌دار آوواکادوها آجیل شیر حبوبات و موز
آهن	حمل‌ونقل اکسیژن و دی‌اکسید کربن اجزای تشکیل‌دهنده هموگلوبین و میوگلوبین تشکیل آنزیم‌های سلولی ضروری برای تولید انرژی	گوشت ماهیچه‌ای مرغ حلزون صدف دار حبوبات، میوه خشک‌شده سبزیجات برگ سبزو برگ‌دار تیره
فلور	افزایش مقاومت به پوسیدگی دندان اجزای تشکیل استخوان و دندان	آب حاوی فلوراید غذاهای دریای

www.SID.ir

Archive of SID

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 به‌صورت 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 شناخته‌شده 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، ازجمله پروتئین گوشت و سبزیجات برگ سبز بوده است.

برخلاف استخوان‌های اسکلت یافت شده از محوطه شهرک فیروزه که بسیار پوسیده و مضطرب هستند، اما مینای دندان‌ها بسیار سالم و بدون پوسیدگی است. ازآنجایی‌که 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. به‌طوری‌که میانگین غلظت محاسبه‌شده 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 به‌صورت سه نوع از فرآورده‌های فلوراید، جهت مصرف در منزل در نظر گرفته‌شده است که عبارت‌اند از: خمیردندان، دهان شویه و ژل‌های حاوی فلوراید. بالا بودن غلظت فلورید شناخته‌شده در بافت دندانی نمونه‌های قدیم نشانگر استفاده ساکنان شهرک فیروزه به منابع غذایی دریایی و همچنین آب شرب حاوی فلورید به مقدار زیاد است. ازآنجایی‌که 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 به‌عنوان 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 به‌طور طبیعی واجد مقدار محسوسی فلوئور 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

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

www.SID.ir

Archive of SID

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 به‌طوری‌که در هنگام نمونه‌برداری حتی از قسمت دندان‌ها(سخت‌ترین بافت) اگر نمونه‌برداری بااحتیاط کامل صورت نمی‌گرفت استخوان و نمونه‌های دندانی شکسته یا خرد می‌شدند. ازآنجاکه 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 به‌دست‌آمده 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 به‌گونه‌ای بوده که در زمان کاوش به علت جابه‌جایی خاک اسکلت‌ها به‌صورت نامنظم و ناقص پدیدار شد. با توجه به اینکه نسبت کلسیم به فسفر اهمیت بیشتری از درصد هرکدام از عناصر به‌تنهایی 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 (۵و۶) معاصر است درحالی‌که در نمونه‌های شماره ۳و۴ (شهرک فیروزه) نسبت غلظت کلسیم به فسفر کمتر از نمونه‌های مشابه (۷و۸) معاصر است. در نمونه‌های هر دوره به‌خوبی می‌توان دریافت که میزان غلظت کلسیم به فسفر با افزایش سن تقریبی کاهش یافته است. میزان کلسیم در نمونه‌های دندانی محوطه شهرک فیروزه در مقایسه با نمونه‌های دندانی 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.

منابع غذایی و مصرف کلسیم به‌طور قابل‌توجهی 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 به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای 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 دندانی محوطه شهرک فیروزه و نمونه‌های معاصر

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

www.SID.ir

Archive of SID

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

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

عناصر	نمونه‌های دندانی محوطه شهرک فیروزه	نمونه‌های دندانی 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 دندانی محوطه شهرک فیروزه در مقایسه با نمونه‌های دندانی 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، ازجمله 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 دندانی محوطه شهرک فیروزه بیشتر از نمونه‌های دندانی معاصر است. درحالی‌که میانگین درصد غلظت عناصر، سدیم، آلومینیوم وکلرین در نمونه‌های معاصر بیشتر است.

www.SID.ir

Archive of SID

در مورد ساکنان شهرک فیروزه نیشابور می‌توان گفت که آنان 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. به‌طورکلی بالا بودن عناصر ضروری دندان، کلسیم، فسفر و فلوئور و عدم وجود پوسیدگی بر مینای دندان‌های عصر مفرغ شهرک فیروزه‌نشان 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. همچنین می‌توان به تائید این مطلب هم اشاره کرد که پوسیدگی دندان بیماری انسان‌های مدرن است و در اثر استفاده از غذاهای نرم و فرآوری شده روزبه‌روز در حال افزایش است. نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه تنها دور نمایی از وضعیت منابع غذایی انسان‌های قدیم را نشان می‌دهد. برای به دست آوردن نتایج دقیق‌تر نیاز به تعداد بیشتری نمونه‌های دندان است تا بتوان با به‌کارگیری آنالیزهای آماری میزان صحت اطلاعات به‌دست‌آمده را هم تعیین نمود. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده از تعداد دندان‌های بیشتری در بررسی‌های کمی استفاده شود.

منابع

باصفا، حسن، (۱۳۹۳)، *گزارش مقدماتی چهارمین فصل کاوش‌های باستان‌شناختی نجات بخشی محوطه شهرک فیروزه نیشابور*، آرشیو پژوهشکده باستان‌شناسی (منتشرنشده).

باصفا، حسن، هژبری نوبری، علیرضا، خطیب شهیدی، حمید و جواد نیستانی، (۱۳۹۳)، "اثر هیدرولوژی بر فرآیند شکل‌گیری استقرار پیش‌ازتاریخ شهرک فیروزه در دشت نیشابور". *پژوهش‌های محیط‌زیست*، ۵(۹)؛۷۳ - ۷۸.

باصفا، حسن، (۱۳۹۲)، "*شیوه‌های تدفین دوره مفرغ پایانی در دشت نیشابور (شمال شرق ایران)*"، *همایش بین‌المللی 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 هم‌دما در یک خاک آهکی اصفهان"، *علوم آب‌وخاک (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 جانوریِ محوطه باستانی ولیران دماوند در عصر اشکانی براساس داده‌های دیرینه تغذیه‌شناسی". *مدرس علوم انسانی-برنامه ریزی و آمایش فضا*، ۶۲: ۷۳-۹۰.

رحیم زاده، هادی، کارگر، مهدی، دادبان، یوسف و سمیه بیرامی، (۱۳۸۶)، "تعیین میزان فلوئور 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 حاجی‌زاده، 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 کشت‌های گلخانه‌ای*، 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.

www.SID.ir

Archive of SID

Cakir, FY., Korkmaz, Y., Firat, E., Oztas, SS., 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.

www.SID.ir