

مطالعات دیرینه تغذیه شناسی در محوطه باستانی نخل ابراهیمی میناب بر پایه تجزیه شیمیایی

## دندان با استفاده از روش PIXE

دکتر طاهره عزیزی پور

استادیار گروه باستان شناسی دانشگاه آزاد واحد مرودشت

tazizipoor@yahoo.com

دکتر سیامک سرلک

پژوهشکده باستان شناسی سازمان میراث فرهنگی صنایع دستی و گردشگری کشور

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۷)

### چکیده

شناخت وضعیت غذایی در جوامع باستانی از اهمیت زیادی در مطالعات باستان شناسی برخوردار است. محققان از روشهای مختلفی برای دستیابی به چنین اطلاعاتی استفاده می کنند. یکی از این روشها تجزیه شیمیایی اسکلتهای انسانی است که در محوطه های باستانی به دست می آیند. به دلیل مقاومت بیشتر دندانها در مقابل تغییرات بعد از مرگ، دندانها بیش از دیگر بخشهای اسکلت در اینگونه مطالعات مورد استفاده قرار می گیرند. هدف از نگارش این پژوهش انجام مطالعات دیرینه تغذیه شناسی در محوطه باستانی نخل ابراهیمی است. به این منظور دو اسکلت انسانی از محوطه باستانی نخل ابراهیمی مورد مطالعه قرار گرفت. از هر اسکلت چهار دندان با استفاده از دستگاه PIXE مورد تجزیه عنصری قرار گرفتند. سپس در مورد هر اسکلت میانگینی از مجموع نتایج به دست آمده از نتیجه عنصری هر چهار دندان تهیه شد و نتیجه گیری کلی بر اساس آن انجام شد. نتیجه پژوهش نشان داد که منابع دریایی اصلی ترین ماده غذایی در نخل ابراهیمی بوده، غذاهای گیاهی چندان مورد توجه نبوده و مردمان این ناحیه از آبهای زیرزمینی و چشمه ها برای تغذیه استفاده می کرده اند.

**واژگان کلیدی:** باستان شناسی، دیرینه تغذیه شناسی، دندان، محوطه نخل ابراهیمی

مقدمه:

عموما گزینه مناسبتری برای انجام مطالعات دیرینه تغذیه شناسی هستند (همان، ۴۱). استخوان نرم و منفذ دار است و بلورهای معدنی آن در مقایسه با مینای دندان خیلی کوچک هستند. مینای دندان بدون منفذ و سخت است و بلورهای آن سخت و متراکم هستند از اینرو کمتر تحت تاثیر تغییرات بعد از مرگ- دیاژنز- قرار می گیرند

(Kelpinger, 1986, 326) انسان دارای دو نوع دندان است: دندانهای شیری یا موقتی و دندانهای دائمی. دندانهای شیری در اواسط کودکی به تدریج توسط دندانهای دائمی جایگزین می شود. دندانهای دائمی به طور همزمان رشد نمی کنند رشد این دندانها به طور متوسط تا سن بیست سالگی ادامه می یابد. درباره دندانهای آسیاب باید گفت که به طور میانگین دندان آسیاب اول در سن ۶ سالگی، آسیاب دوم در سن ۱۲ سالگی و آسیاب سوم در سن ۱۸ سالگی رشد می کنند (مایز، ۱۳۸۰، ۲۵). با توجه به آنچه گذشت می توان گفت چنانچه وضعیت غذایی یک فرد در طول سالهای متمادی از عمر او تغییر کند، میزان عناصر تشکیل دهنده هر یک از دندانهای او با دیگر دندانها متفاوت است. بنابراین چنانچه وضعیت غذایی یک فرد در طول دوره رشد دندانهای او تغییر کند، میزان عناصر تشکیل دهنده هر یک از دندانهای او با دیگر دندانها متفاوت است. بر این اساس دندان آسیاب سوم از آنجا که آخرین دندانی است که در دهان رشد می کند، جهت مطالعات

مطالعه رژیم غذایی انسان در گذشته که ما از آن به عنوان دیرینه تغذیه شناسی نام می بریم دربرگیرنده مجموعه ای از تحقیقات است که به طور هدفمند در کنار هم اجرا می شوند. مطالعه وضعیت غذایی انسان های امروزی و تأثیری که نوع غذای مصرفی بر استخوان می گذارد و نیز مطالعه ترکیبات شیمیایی استخوان و یا دندان در اسکلت های باستانی از جمله موضوعاتی است که در این شاخه مطالعاتی مورد توجه قرار می گیرد (Wang and others 2013, 44) استفاده از عناصر شیمیایی موجود در اسکلت های انسانی که از محوطه های باستانی به دست آمده اند برای شناسایی وضعیت غذایی آنها در طول حیات در سالهای اخیر نظر محققان را به خود جلب کرده است (Morries, 1997: 47-52). در این روش اساس کار بر این اصل استوار است که غذایی که انسان در طول حیات استفاده می کند، ترکیبات اصلی اسکلت او را تشکیل می دهد. ترکیبات شیمیایی دندان و اسکلت تقریبا مشابه هم هستند؛ بر این اساس هم دندانها و هم دیگر بخشهای اسکلت انسانی این قابلیت را دارند که جهت انجام مطالعات دیرینه تغذیه شناسی با استفاده از انجام آزمایشهای تجزیه عنصری مورد استفاده قرار گیرند (عزیزی پور، ۱۳۹۳، ۶۲).

از آنجا که دندانها به نسبت دیگر بخشهای اسکلت کمتر در معرض تغییرات بعد از مرگ قرار می گیرند،

ایزوتوپ کربن در دریا و اتمسفر مقدار ثابتی است. این موضوع به عنوان یک اصل در مطالعات دیرینه تغذیه شناسی اهمیت بسیار یافته است. میزان ایزوتوپ ثابت نیتروژن در استخوان نیز (استخوان انسان و استخوان حیوان) بازتابی از میزان این عناصر در رژیم غذایی آنهاست (Makarewicz and Sealy, 2015, 146-158).

۲- بررسی ترکیبات شیمیایی بخش معدنی استخوان. این مطالعات در برگیرنده تجزیه شیمیایی بخش معدنی استخوان است. عناصر معدنی بر حسب فراوانی در بافتهای بدن در دو گروه فراوان و کمیاب طبقه بندی می شوند. از بین عناصر فراوان کلسیم، فسفر و آهن و از بین عناصر کمیاب استرانسیوم، باریوم و روی بیشترین سهم را در مطالعات دیرینه تغذیه شناسی به خود اختصاص داده اند.

ما در این پژوهش از روش دوم یعنی مطالعه میزان عناصر موجود در بخش معدنی استخوان (هیدروکسی آپاتیت) استفاده می کنیم. از بین عناصر کمیاب تنها عنصری در مطالعات دیرینه تغذیه شناسی مورد استفاده قرار می گیرند که میزان آنها در استخوان نشانه و شاخصی در مواد غذایی مصرفی فرد باشد. این عناصر نباید در فعالیتهای متابولیک بدن نقش داشته باشند؛ بعلاوه کمتر از دیگر عناصر تحت تاثیر دیاژنز (تغییرات شیمیایی استخوان پس از مرگ) قرار گیرند (Burton and others, 2003, 891).

آزمایشگاهی گزینه مناسبتری به نظر می رسد؛ اما واقعیت این است که دندان آسیاب سوم به ندرت در محوطه های باستانی یافت می شود. اکنون محققان دیرینه تغذیه شناس توافق کرده اند که اگر قرار باشد از هر اسکلت تنها یک دندان را مطالعه کنند، آن دندان، دندان آسیاب دوم باشد (عزیزی پور، ۱۳۹۳، ۸۲). اما در صورتی که دسترسی به دندان آسیاب دوم به هر دلیل مقدور نباشد، می بایست تمامی دندانهای باقی مانده اسکلت آزمایش شده و آنگاه مطالعات دیرینه تغذیه شناسی بر اساس میانگینی از نتایج به دست آمده از تجزیه عنصری تمامی دندانها انجام شود.

#### روشهای انجام مطالعات دیرینه تغذیه شناسی:

اسکلت انسان از نظر شیمیایی از دو بخش آلی و معدنی تشکیل شده است. بر همین اساس مطالعات دیرینه تغذیه شناسی که بر اساس تجزیه شیمیایی اسکلتهای باستانی انجام می شود، به دو طریق قابل انجام است

۱- بررسی ترکیبات ایزوتوپ های عناصر بویژه در بخش کلاژنی استخوان:

در این روش عنصری همچون کربن ۱۲ و ۱۳ و نیتروژن ۱۴ و ۱۵ که در بخش آلی استخوان انسان ذخیره شده مورد توجه قرار می گیرد. تغییر پذیری های خاص در میزان ایزوتوپ اهمیت زیادی در مطالعات دیرینه تغذیه شناسی دارد. در این روش اساس کار بر این اصل استوار است که ذخیره های

ترکیبات استخوانی تاثیر کمتری داشته باشند. نمونه های دندانانی سپس دندانانی ابتدا با یک بروس نرم و ضربات ملایم آب شسته شدند تا گرد و غبار از روی آنها زدوده شود. آنگاه بر اساس روشی که ریچی پیشنهاد داده بود (Reiche, 1999, 565-562) در آب اکسیژنه قرار گرفتند تا مواد ارگانیک تا حد امکان از سطح نمونه ها پاک شود. سپس حدود ۱۲ ساعت در هوای ۸۰ درجه سانتیگراد (در واون) قرار گرفتند تا کاملاً خشک شوند.

نمونه های مورد مطالعه سپس با استفاده از نواری چسب بر روی صفحات کوچک فلزی چسبانده شدند و آنگاه در آزمایشگاه واندوگراف سازمان انرژی اتمی ایران با استفاده از دستگاه PIXE و تابش اشعه X مورد آزمایش قرار گرفتند. PIXE روشی غیر مخرب است در این روش فقط چند ثانیه تابش پروتون برای هر نمونه دندانانی کافی است. انرژی پرتوی X نوع عنصر حاضر در نمونه و تعداد پرتوهای X با انرژی معین غلظت عنصر در نمونه را مشخص می کند. دستگاه PIXE قادر به تعیین تعداد زیادی از عناصر تشکیل دهنده دندان است. با این حال میزان بعضی از عناصر در یک دندان بسیار کم است. در این حالت دستگاه قادر به تعیین آن نبوده و بنابر این چنین عناصری در جدول با علامت \* مشخص شده است.

کلسیم، فسفر، آهن، سرب، روی، استرانسیوم و باریوم از جمله مهمترین عناصری هستند که میزان آنها در اینگونه مطالعات مورد توجه قرار می گیرد.

### روش کار :

در این پژوهش در مجموع دو اسکلت که در جریان حفاریهای سال ۱۳۸۷ در گورستان باستانی نخل ابراهیمی به دست آمده بودند، جهت پژوهش انتخاب شدند. جهت سهولت در مطالعه یک اسکلت با حرف A، و اسکلت دیگر با حرف B، مشخص شده است. انتخاب نمونه ها به صورت اتفاقی و بدون توجه به سن و جنس نمونه ها انجام شد. پیش از این اشاره شد که در مطالعات دیرینه تغذیه شناسی - در صورتی که بر اساس تجزیه شیمیایی دندانها انجام شود - میبایست دندان آسیاب دوم مورد مطالعه قرار گیرد؛ با این حال در محوطه باستانی نخل ابراهیمی بخشی از دندانهای هر دو اسکلت در گور افتاده بود و لذا امکان دسترسی مطمئن به دندان آسیاب دوم وجود نداشت، بنابراین با توجه به محدودیت مالی پژوهش و نیز از بین رفتن بخشی از مجموع دندانهای هر دو اسکلت از هر اسکلت تنها چهار نمونه دندان - در مجموع ۸ دندان - جهت انجام آزمایش و شناسایی نوع و میزان ترکیبات شیمیایی تشکیل دهنده انتخاب شد. دندانها پس از بیرون آورده شدن از خاک بلافاصله در یک زیپ کیپ بسته قرار گرفتند تا به این ترتیب هیچ تماسی با هوای محیط اطراف نداشته باشد و بنابراین آلودگی های محیطی بر روی

**محوطه مورد مطالعه:**

محوطه نخل ابراهیمی طی فصل دوم بررسی های باستان شناسی بخش مرکزی شهرستان میناب به سرپرستی سیامک سرلک، در زمستان سال ۱۳۸۴ مورد شناسایی و مطالعات مقدماتی قرار گرفت و پس از آن حفاریها در این محوطه در طی چند فصل ادامه یافت.

این محوطه در ۳ کیلومتری جنوب غرب روستای نخل ابراهیمی از دهستان تیاب، بخش مرکزی شهرستان میناب در استان هرمزگان واقع شده است. محوطه نخل ابراهیمی متشکل است از دو محوطه استقرار و گورستانی که در محدوده ای به وسعت بالغ بر ۶ هکتار گسترش دارد. آثار به دست آمده از این گورستان تعلق این محوطه به دوره اشکانی را نشان می دهند. متأسفانه شدت حفاریهای غیر مجاز و روند فزاینده آن طی دهه های اخیر چهره طبیعی و توپوگرافی اصلی گورستان را کاملاً مخدوش و تخریب نموده و بخش اعظم گورستان و آثار و اشیای آن غارت شده اند (تصویر ۱).، لیکن گروه کاوش بابه کار گیری روش های علمی (مطالعات مغناطیس سنجی و بررسی دقیق محوطه)، موفق به شناخت بخش های دست نخورده گورستان و تدفین های تخریب نشده و سالم شد.

با اتکا به شواهد کاوش، و شرایط و امکانات بالقوه و بالفعل زیست محیطی و جغرافیایی منطقه، بخش مهمی از فرمول معیشتی ساکنان دژ نخل ابراهیمی را

موجودات دریایی بخصوص ماهی و صدف تشکیل می داده است وجود یک پیت (زباله دان) مملو از صدف های خوراکی در کف یکی از فضا های استقراری دژ مبین این فرضیه است. این نوع صدف خوراکی در گویش محلی این منطقه کالنگ (Kalang) نام دارد و یکی از منابع تغذیه دریایی ساکنان منطقه است (سرلک، ۱۳۸۶، ۱۸).

**معرفی عناصر مورد مطالعه:****۱- استرانسیوم:**

در بین تمام عناصر کمیاب استرانسیوم بیشترین اهمیت را در باز سازی رژیم غذایی دارد. استرانسیوم در جدول تناوبی در زیر کلسیم قرار گرفته و بنابراین از نظر شیمیایی بسیاری از ویژگی های کلسیم را دارا است. درصد استرانسیوم در گیاهان بازتابی از محیطی است که گیاه در آن روئیده؛ اما درصد استرانسیوم در انسان بیش از آنکه بازتاب محیط زندگی وی باشد، بازتابی است از غذایی که وی در طول زندگی خود مصرف می کرده است (Kelpinger, 1984, 79). استرانسیوم یک عنصر کمیاب است. مقدار استرانسیوم در اسکلت های باستانی کمتر تحت تاثیر محیط دفن قرار می گیرد. در نتیجه تجزیه عنصری استرانسیوم در استخوانهای باستانی می تواند راه مناسبی برای فهم وضعیت غذایی جوامع باستانی باشد. میزان بسیار کمی از استرانسیوم بدن (کمتر از یک درصد) جذب استخوان می شود. استرانسیوم از

کلسیم فراوان ترین ماده معدنی موجود در بدن است. کلسیم ۱/۵ تا ۲/۲ درصد از وزن بدن را تشکیل می دهد. حدود ۹۹ درصد از کلسیم بدن در پوشش سخت استخوان و دندان و همراه با فسفر به شکل بلورهای هیدروکسی آپاتیت وجود دارد. در شرایط طبیعی ۲۰ درصد کلسیم غذایی جذب بدن می شود ولی به هر حال نسبت جذب بر اساس نوع غذا و درصد کلسیم موجود در آن متفاوت است. فراورده های لبنی و نیز صدفهای دریایی منبع مهم کلسیم هستند (همان، ۱۰۰)

#### نتایج و بحث:

نتایج تجزیه شیمیایی با استفاده از دستگاه PIXE بر روی ده دندان از دو اسکلت A و B از محوطه باستانی نخل ابراهیمی در جدول ۱ نشان داده شده است. ردیف ۱ تا ۴ دربرگیرنده نتایج تجزیه عنصری از چهار دندان اسکلت A و ردیف ۵ تا ۸ دربرگیرنده نتایج تجزیه عنصری از دندانهای برداشت شده از اسکلت B است. میزان عناصر تشکیل دهنده هر یک از دندانهای دو اسکلت تفاوتی را با هم نشان می دهد. در واقع جز در چند مورد در میزان عناصر تشکیل دهنده رقم یکسانی مشاهده نشد جهت سهولت کار میانگینی از مجموع نتایج عنصری هر ۴ دندان از هر اسکلت که با نامهای A و B مشخص شده اند، در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. نتیجه گیری کلی ما بر اساس جدول شماره ۲ خواهد بود. در مطالعات دیرینه تغذیه شناسی که بر پایه

طریق غذا و آبی که فرد در طول زندگی مصرف می کند به بدن وی منتقل می شود و بر روی استخوان او نفوذ می کند (عزیزی پور، ۱۳۹۳، ۸۵)

#### ۲- فسفر:

غذاهای دریایی منابع غنی از فسفر هستند. اما فسفر غیر از غذاهای دریایی در بعضی از انواع گیاهان و نیز غذاهای لبنی نیز یافت می شود.

ماکیان و ماهی که غنی از پروتئین هستند دارای فسفر زیادی می باشند (Gosden, 1999, 72-73). یعنی در حقیقت هر جا پروتئین هست، فسفر زیادی یافت می شود. لبنیات، حبوبات مثل عدس، دانه هایی مثل بادام و تخم مرغ نیز محتوی فسفر هستند.

#### ۳- آهن:

به طور متوسط فقط ۱۰ درصد از آهن غذا جذب بدن می شود. با این حال فردی که قادر به مصرف یک رژیم غذایی غنی از آهن نباشد، ممکن است به درجاتی از آنمی فقر آهن مبتلا شود. جگر، گوشت زرده تخم مرغ، غلات و سبزی ها و بویژه اسفناج از منابع سرشار از آهن هستند. میزان کم آهن در مینای دندان ممکن است بازتابی از کم خونی باشد. درصد بالای آهن در استخوان گاه نشانگر استفاده از ظروف آهنی در یک محوطه باستانی است (عزیزی پور، ۱۳۹۳، ۹۷).

#### ۴- کلسیم:

باید به این نکته توجه داشته باشیم که غذاهای گیاهی منابع غنی از استرانسیوم هستند. البته در صورت مصرف غذاهای گیاهی درصد منیزیوم و منگنز نیز در حد بالایی قرار گیرد. حال آنکه این موضوع در نخل ابراهیمی مشاهده نشد. با این وصف اگر استفاده از آبهای زیرزمینی در نخل ابراهیمی را منبع اصلی استرانسیوم دندانها در نخل ابراهیمی بدانیم، به خطا نرفته ایم.

در محوطه باستانی نخل ابراهیمی فسفر نیز در حد بسیار بالایی قرار داشت. لازم به توضیح است که تا کنون دندانهای به دست آمده از چندین محوطه باستانی در ایران با استفاده از دستگاه PIXE مورد آزمایش قرار گرفته است (عزیزی پور، ۱۳۸۶، ۵۲، عزیزی پور، خادمی ندوشن، لامعی رشتی، ۱۳۹۱، ۱۱۳-۱۲۲) اما تا کنون چنین رقم بالایی از فسفر که در محوطه نخل ابراهیمی مشاهده شد، در هیچ محوطه دیگری گزارش نشده است. این موضوع احتمالا علاوه بر آنکه دلایل تغذیه ای دارد، احتمالا به این خاطر بوده که اسکلتها تحت تاثیر تغییرات پس از مرگ یا دیاژنز قرار گرفته اند.

به غیر از دو عنصر استرانسیوم و فسفر که در نخل ابراهیمی در حد بسیار بالایی قرار داشت، دیگر عناصر مورد مطالعه یعنی کلسیم، روی و آهن به نسبت دیگر محوطه های باستانی ایران رقمی متوسط و یا حتی کم را نشان دادند.

تجزیه شیمیایی بخش معدنی استخوان انجام می شود، عناصری همچون استرانسیوم، باریوم، روی، کلسیم و فسفر مورد توجه قرار می گیرند. در این پژوهشها بخصوص مطالعه میزان باریوم اهمیت بسیار دارد. باریوم وزن بسیار کمی از وزن یک دندان را تشکیل می دهد. متاسفانه علی رغم اهمیت باریوم در پژوهشهای دیرینه تغذیه شناسی، به علت میزان کم آن در استخوان دستگاه PIXE قادر به تعیین آن نیست. لذا ما نیز به ناچار در پژوهش خود از مطالعه باریوم در پژوهش چشم پوشی کرده و مطالعات خود را با تکیه بر دیگر عناصر ادامه می دهیم.

میزان مصرف استرانسیوم در بین دندانهای متعددی که مورد آزمایش قرار گرفتند، متغیر بود. این موضوع به این دلیل است که تمام دندانهای انسان به طور همزمان رشد نمی کنند و غالبا ممکن است که وضعیت غذایی انسان در دوره های مختلف عمر او متفاوت باشد.

با این حال بر اساس جدول ۲ میزان استرانسیوم در نخل ابراهیمی رقم بالایی را نشان می داد. این میزان از استرانسیوم با استرانسیومی که زاپاتا (Zapata, 2006, 357-368) به دست آورده هماهنگی دارد؛ این محقق به تاثیر ساختار زمین شناسی و استفاده از آب های زیرزمینی در افزایش میزان استرانسیوم در اسکلت های انسانی چه در زمان حیات و چه بعد از تدفین - از طریق تماس استخوان با خاک های محل دفن - اشاره می کند. با این حال

جزو منابع اصلی تغذیه ساکنان باستانی این منطقه بوده است (سرلک، ۱۳۸۶). با این وصف باید پذیرفت که مصرف لبنیات جزو عادات غذایی ساکنان این منطقه بوده است؛ با این حال رقم بالایی از کلسیم که بیانگر مصرف زیاد فراورده های لبنی باشد در نخل ابراهیمی مشاهده نشد. در این مورد می توان فرض کرد که کم بودن میزان کلسیم تحت تاثیر تغییرات شیمیایی اسکلت بعد از مرگ (دیاژنز) رخ داده باشد. این مطلب خود موضوع پژوهشی دیگر است. به طور خلاصه میتوان گفت که منابع دریایی اصلی ترین ماده غذایی در نخل ابراهیمی بوده، چنانچه داده های باستان شناسی نیز به خوبی این موضوع را تایید می کنند. غذاهای گیاهی چندان مورد توجه نبوده و مردمان این ناحیه از آبهای زیرزمینی و چشمه ها برای تغذیه استفاده می کرده اند.

نتایج تجزیه شیمیایی دندانها در نخل ابراهیمی رقم متوسطی از آهن را نشان داد. می توان احتمال داد که اگر چه غذاهای گوشتی (گوشت قرمز) بخشی از تغذیه ساکنان باستانی نخل ابراهیمی را تشکیل می داد؛ اما میزان مصرف آن به نسبت غذاهای گوشتی دریایی بسیار اندک بوده.

در نخل ابراهیمی کلسیم و روی نیز (به نسبت دیگر محوطه های ایران) در حد متوسطی قرار داشت. شاید به این دلیل که مصرف غذاهای گوشتی (گوشت حیوانات) به اندازه فراورده های دریایی مورد توجه نبوده است. در ارتباط با کلسیم ذکر یک نکته قابل توجه است. کاوشهای باستان شناسی مشخص کرد که در محوطه نخل ابراهیمی حیوانات اهلی بخصوص بز و گاو و شتر و تا حدودی گوسفند

#### منابع:

۳- \_\_\_\_\_، ۱۳۹۳، مقدمه ای بر

دیرینه تغذیه شناسی، تهران: سمیرا.

۴- عزیزی پور طاهره، خادمی ندوشن

فرهنگ، لامعی رشتی محمد، ۱۳۹۱، "بررسی

وضعیت معیشتی مناطق باستانی ایران بر

اساس مطالعه آزمایشگاهی استخوانهای

کشف شده از محوطه های این دوره"، مجله

پیام باستان شناس، سال نهم، شماره

هفدهم، بهار و تابستان ۱۳۹۱، صفحات

۱۱۳-۱۲۲.

۱- سرلک، سیامک، ۱۳۸۸، گزارش چاپ

نشده کاوش در محوطه باستانی نخل

ابراهیمی میناب، سازمان میراث فرهنگی

کشور

۲- عزیزی پور، طاهره، ۱۳۸۶، "دیرینه تغذیه

شناسی در محوطه های باستانی قلعه خان و

شیان"، طرح پژوهشی دانشگاه آزاد واحد

مرو دشت.



populations, human evolution, Vol.12, pp47-52.

12-Reiche, I.,1999," Trace element composition of archaeological bone and post mortem alteration in burial environment",Nuclear Instrument and methods in Physical science ,Vol 26,pp675-685.

13-Wang Y and others,2013,"Diet and environment of a midpliocene fauna from south western Hima- laya: paleo- elevation implication, earth and planetary science letters376, pp 43-53.

14-Zapata, J and others, 2006, Diagenesis, not biogenesis: two Late Roman skeletal examples., Science of the Total Environment, , PP 357-368

۵- مایز سیمون، ۱۳۸۰، باستان شناسی

استخوانهای انسان، ترجمه مازیار اشرفیان  
بناب، تهران: سازمان میراث فرهنگی.

6-Burton JH, Price TD, Cahue L, Wright LE. 2003. The use of barium and strontium abundances in human skeletal tissues to determine their geographic origins. *Int J Osteoarchaeol* 13:88-95.

7-Gosden Chris , 1999, Anthro- pology and archaeology , London and New York

8-Klepinger .L, 1984 “ Nutritional assessment from bone “ Anthropology, volume 13.pp75-96.

9-Klepinger, LL, John K.Kuhn and Wendell.S., ( 1986). An Elemental Ananlysis of Archaeological bon- es from Sicily as a test of Predectablility of Diagenetic change, American Journal of Physical Anthropology, 70.325-33

10-Makarewicz Cheryl A, Sealy Judith , 2015,"Dietary reconstru- ction, mobility and the analysis of ancient skeletal tissues :expanding the protects of stable Isotope research in archaeology “, journal of archaeological science 56, pp146-158.

11-Morris, Newell, 1997, “diet and health in ancient and living



تصویر ۱ - تخریب و غارت گورستان نخل ابراهیمی توسط سوداگران اموال فرهنگی

جدول ۱- نتایج حاصل از تجزیه عنصری در محوطه نخلی ابراهیمی با استفاده از دستگاه PIXE

	Na	Si	P	S	Cl	Ca	Mn	Fe	Zn	Sr	O	دیگر عناصر
1	1.81	0.42	15.3	0.75	7.49	32.7	*	0.04	0.05	*	35.49	*
2	*	0.55	15.54	0.89	1.12	43.8	*	0.04	0.1	0.44	37.51	*
3	*	0.5	14.88	2.98	2.1	42.4	*	0.07	*	1.16	35.91	*
4	1.41	*	12.91	*	14.1	28.7	*	0.04	0.04	0.31	32.44	*
5	*	*	16.43	0.45	3.18	41.8	*	0.04	0.07	0.15	37.9	*
6	*	1.06	13.75	1.41	0.95	44.3	0.11	0.23	*	1.41	36.72	K:0.03
7	*	1.24	13.12	1.24	0.86	43.9	0.19	0.28	0.05	2.4	36.72	K:0.05
8	*	1.09	13.27	1.18	0.98	44.2	0.16	0.17	*	1.3	37.65	*

جدول ۲- میانگین میزان عناصر مجموع دندانهای هر اسکلت

	P	Ca	Mn	Fe	Zn	Sr
اسکلت A	14.65	40.9	*	0.047	0.047	0.47
اسکلت B	14.21	43.85	0.115	0.18	0.03	1.015