

تجزیه عنصری خاک باستانی دوره مس - سنگی تپه زاغه برای شناسایی مکان‌های فعالیت‌های ویژه

کمال‌الدین نیکنامی*

استاد گروه باستان‌شناسی دانشگاه تهران

ایرج رضایی

دانشجوی دکتری باستان‌شناسی دانشگاه تهران

(از ص ۱۶۳ تا ۱۸۲)

تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۰۹/۱۷؛ تاریخ پذیرش قطعی: ۹۲/۱۱/۱۲

چکیده

بررسی‌های انجام شده درباره خاک محوطه‌های باستانی نشان می‌دهد که استقرار و سکونت انسان در یک ناحیه خاص، به سبب تولید دورریزها، فضولات، زباله‌های خانگی و صنعتی و موارد متعدد دیگر، باعث افزایش برخی عناصر خاک نظیر فسفر، منیزیم، کلسیم و پتاسیم می‌شود. تحقیق حاضر، به بررسی و شناسایی مکان برخی فعالیت‌های ویژه در دوره مس - سنگی تپه زاغه می‌پردازد. در این تحقیق، نمونه‌های خاک به صورت طبقه‌بندی شده از لایه‌های مختلف استقرار تپه زاغه برداشت شده است. برای تجزیه عنصری نمونه‌ها از دستگاه «XRF» و برای طبقه‌بندی عناصر از روش‌های چندمتغیری آماری استفاده شد. از طریق مقایسه غلظت عناصر نمونه‌های به‌دست‌آمده از نقاط مختلف این تپه با نمونه‌های کنترل یا شاهد که از نقاطی خارج از همین تپه برداشت شد، مکان برخی از فعالیت‌های ویژه مانند پخت سفال، فرآوری مواد غذایی و دیگر فعالیت‌های صنعتی و خانگی در زاغه شناسایی و یا تأیید شد. تحقیقات پیشین صورت‌گرفته در دوره مس - سنگی تپه زاغه نشان داده است که مردمان جامعه زاغه در این زمان مراحل از پیشرفت و توسعه اقتصادی و اجتماعی را تجربه کرده‌اند. به‌طوری‌که این بعد از توسعه را در تخصصی‌تر شدن حرفه‌های تولیدی این جامعه به‌خوبی می‌توان دریافت. درک فرایند شروع فعالیت‌های متنوع تولیدی تخصصی در جوامع مس - سنگی، پذیرش نظریات مربوط به تغییرات اجتماعی و اقتصادی شگرف از دوره نوسنگی به مس - سنگی را به دنبال دارد.

واژه‌های کلیدی: جوامع نوسنگی، جوامع مس - سنگی، زمین‌باستان‌شناسی، تپه زاغه، آنالیز شیمیایی عناصر خاک، روش‌های چندمتغیری آماری

* نشانی پست الکترونیکی نویسنده مسئول مقاله: kniknami@ut.ac.ir

مقدمه

در چند دهه گذشته، افزایش چشمگیری در استفاده از روش‌های تجزیه شیمیایی خاک و توسعه آن روی داده است که این امر در افزایش توان تفسیری باستان‌شناسان مؤثر بوده است. حوزه کاری چنین رویکردی بیشتر به علم میان‌رشته‌ای و نسبتاً جدیدی به نام باستان‌زمین‌شناسی ارتباط می‌یابد. امروزه استفاده از آنالیزهای شیمیایی خاک به مثابه روشی کمکی برای شفاف‌سازی الگوهای پیش‌ازتاریخی و تاریخی استقرارگاه‌ها و مزارع، بسیار مورد توجه است (Entwistle et al. 2000: 171). نتیجه یافته‌های حاصل از این‌گونه بررسی‌ها، بازسازی الگوهای فعالیت انسانی در محوطه‌های باستانی و محیط اطراف آنها و درک ارتباط میان اعمال آئینی، تولیدات صنعتی و اقتصاد سیاسی در طول دوران گذشته است (Wells 2004: 67).

اهداف و روش تحقیق

۱. تحقیق و پژوهش در یکی از مهم‌ترین محوطه‌های باستانی ایران (تپه زاغه)؛ مکانی که بیشترین فعالیت‌های باستان‌شناسان ایرانی در آن صورت گرفته است، همچنین مشارکت در افزایش اطلاعات مرتبط با آن.
۲. بیان توان عملیاتی یکی از پیشرفته‌ترین روش‌های آنالیز داده‌ها در باستان‌شناسی.
۳. انجام تحقیق در ابعاد پرسش‌های مطرح شده و یافتن راه‌کارهای مناسب تحقیقاتی برای پاسخگویی به آنها. مهم‌ترین موارد پیش‌بینی شده عبارتند از:
 - الف. شناسایی انواع فعالیت‌های انسانی رایج در تپه زاغه و تعیین مکان برخی از این فعالیت‌ها.
 - ب. تعیین نوع کاربری برخی از فضاهای خاص.
 - ج. سنجش تغییرات غلظت عناصر برخی از مکان‌ها نظیر کف اتاق‌ها، اجاق، گودال‌های زباله، حیاط و غیره.
 - د: شناخت تغییرات اقتصادی و اجتماعی جامعه زاغه از دوره نوسنگی به مس - سنگی

پیشینه پژوهشی موضوع

به‌طور سنتی مزرعه‌داران خاورمیانه از غنای بالای خاک محوطه‌های باستانی آگاه بوده‌اند و همواره از خاک این‌گونه محوطه‌ها به‌منظور بهره‌گیری از مواد معدنی سرشار آن و بارور کردن مزارع خود استفاده کرده‌اند (Gurney 1985). در سال ۱۹۱۱ میلادی، گیاه‌شناسی به نام جیمز هیوز (James Hughes) متوجه شد که استقرار انسانی باعث افزایش فسفر خاک می‌شود (Hutson 2004: 104). با انجام اولین آزمایش‌های فسفات توسط آرنه‌نیوس (Arrhenius) سوئدی در دهه ۱۹۲۰، این شیوه به بخش مهمی از تحقیقات در زمینه خاک‌های باستانی در غرب تبدیل شد (Ryan Roth 2002: 5). در ادامه این روند در دهه گذشته، فعالیت زیادی از سوی باستان‌شناسان در شناخت عناصر کمیاب خاک‌های باستانی به‌ویژه فلزاتی نظیر مس، آهن، جیوه، منگنز، سرب و روی آغاز شده است (Parnell 2001: 93).

در تحقیقات مذکور مهم‌ترین اهداف مطالعات عناصر خاک عبارتند از:

- تعیین مکانی و تعیین حریم محوطه‌های باستانی: این رویکرد در مرحله پیش از کاوش و مشابه شیوه‌های ژئوفیزیک به کار می‌رود (Crowther 2004: 1)

• شناسایی نواحی یا نقاطی که در آن فعالیت‌هایی صورت گرفته است و تشریح ویژگی‌های آن نواحی (Gurney 1985): در یک محوطه باستانی این موضوع که قسمت‌های مختلف آن محوطه در گذشته به چه نوع فعالیت‌هایی اختصاص یافته، از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا پراکندگی فضایی هریک از فعالیت‌ها در هر بخش از آن محوطه‌ها، ساختار نظام‌مند اقتصادی و اجتماعی آن را بازگو می‌کند. به کمک آزمایش‌های شیمیایی، باستان‌شناسان می‌توانند نسبت به توصیف پدیدارها، ردیابی مکان فعالیت‌ها و کارکردهای مختلف چنین نقاطی در خلال کاوش و پس از آن اقدام نمایند (Terry et al. 2000: 152, Parnell 2001: 53); از جمله چنین مکان‌هایی می‌توان به نقاط پخت و تهیه غذا، مکان‌های نگهداری دام، مناطق صنعتی نظیر کارگاه‌های سفال‌سازی و ساخت ابزارهای سنگی، مزارع و غیره اشاره کرد.

• بررسی شیوه‌های کشاورزی گذشته (Gurney 1985): در باستان‌شناسی منظری از آنالیز فسفات و دیگر عناصر خاک به‌عنوان ابزاری برای بررسی شیوه‌های کشاورزی در گذشته استفاده می‌شود (Parnell 2001: 53). به‌طور کلی یک عنصر شیمیایی تنها در صورتی برای پژوهش‌هایی از این دست مناسب است که از ویژگی‌های زیر برخوردار باشد:

الف. ابتدا فعالیت انسانی می‌بایستی غلظت طبیعی آن عنصر را در خاک مکان باستانی موردنظر تغییر داده باشد.

ب. دوم، این تغییر باید در قیاس با غلظت طبیعی عنصر یادشده قابل تشخیص باشد.

ج. سوم، لازم است عنصر موردنظر در یک فرم پایدار در خاک تثبیت شود (Entwistle, Dodgshon and Abrahams 1998: 53).

عناصری که امروزه به‌طور معمول در بافت‌های باستان‌شناختی آنالیز می‌شوند عبارتند از فسفر، کلسیم، منیزیم و پتاسیم. به‌کارگیری چنین روشی با عناصر کمیاب نظیر مس، آهن، سرب، روی، منیزیم، نیکل و کروم کمتر متداول است هرچند گروه اخیر (عناصر کمیاب) تنوع بیشتری را از لحاظ شناسایی انواع فعالیت‌های صورت‌گرفته نشان می‌دهند (Entwistle et al. 2000: 172).

اهمیت خاک مناطق باستانی و افق‌های^(۱) انسانی آن

خاک با داشتن مراحل متوالی از بقایای فعالیت‌های انسانی، همانند یک نسخه خطی است که نوشته‌های روی آن را پاک و دوباره روی آن نوشته باشند (Entwistle et al. 1998: 63). انتروسولز (Anthrosoils) اصطلاح متداولی در باستان‌زمین‌شناسی است که برای خاک‌های انسان‌ساز (Man madesoils) به‌کار برده می‌شود. بنابراین خاک محوطه‌های باستانی نمونه آشکار انتروسولز به‌شمار می‌روند. در محوطه‌های باستانی انتروسولز یا خاک‌های انسان‌ساز، خود حاصل نهشت^(۲) رسوبات باستانی‌اند. نهشت باستانی به موادی مانند زغال، بقایای خاکستر یک اجاق و یا رسوبات کاملی اطلاق می‌شود که از استقرارهای پیشین برجای مانده و در نتیجه فعالیت‌های گذشته انسان رسوب یافته‌اند (Rapp and Hill 1998: 20).

با آغاز دوره نوسنگی، انسان در حکم یک عامل مهم، نقش مؤثری در تشکیل خاک برعهده گرفت. با گذشت زمان، نتایج فعالیت‌های دگرگون‌کننده کشت و زرع از خاک‌های طبیعی تا خاک‌های زراعی، و اثرات مستقیم و غیرمستقیم دام‌پروری، هم به‌صورت نافع (کودسازی) و هم به‌صورت مضر (چرای بیش‌ازحد

حیوانات) تغییری در ارزش‌های مربوط به خاصیت خاک‌ها ایجاد نمود (صادق کوروس ۲۵۳۶: ۱۰۲)؛ از جمله تغییرات انسانی، فرسایش خاک، تغییر پستی و بلندی برای ایجاد بناهای مختلف، زهکشی خاک، شور کردن^(۳) خاک و یا افزودن مواد آلی و غذایی به خاک، تراکم خاک و غیره بوده است (صادقی ۱۳۸۱: ۹۹). مطالعات چند دهه اخیر نشان داده است که استقرارهای انسانی حتی در شکل کوتاه‌مدت و موقت آن نیز تأثیرات قابل توجهی بر خاک داشته است. برای مثال، در یک بررسی قوم باستان‌شناسی نمونه‌هایی از خاک دو کمپ ماهیگیری معاصر در غرب آلاسکا تجزیه شیمیایی شد: در بررسی نتایج این تحقیق، اگرچه یکی از کمپ‌ها دارای استقرار ۳۰ ساله بوده و دیگری فقط به مدت یک‌سال مسکونی بوده‌اند، هر دو کمپ آثار مشخصی از تماس انسان را در خاکشان نشان دادند (Knudson 2004: 443). عناصر شیمیایی مختلف می‌تواند از طریق خاکستر مواد سوختی، فضولات دامی، زباله، پس‌مانده‌های فرآورده‌های غذایی و زراعی، بقایای مواد خانگی، مواد ساختمانی و ضایعات صنعتی و تولیدی وارد رسوبات باستان‌شناختی شوند (Wilson et al. 2007: 69). ثابت شده است که سطوح آلوده‌شده کف‌ها نیز به دلیل آهکی بودن طبیعی اجزاء تشکیل‌دهنده آن، در به دام انداختن و حفظ بقایای شیمیایی بسیار مؤثرند (Wells 2004: 73). به‌طور کلی فعالیت‌های انسانی را که باعث تغییر در ترکیب خاک مکان‌های باستانی شده است می‌توان در چهار گروه به شرح زیر طبقه‌بندی و بررسی نمود:

۱. فعالیت‌های خانگی

الف. تهیه (پخت‌وپز) و مصرف غذا: تحقیقات قوم‌باستان‌شناسی صورت‌گرفته نشان می‌دهد که نقاط تهیه و مصرف غذا، مانند کف آشپزخانه مقادیر زیاد تا متوسطی از فسفر دارند (Terry et al. 2000: 93). در صورت وجود ضایعات تهیه یا مصرف غذا مانند استخوان‌های کوچک، غلظت کلسیم و استرانسیم بالا خواهد بود (Knudson et al. 2004: 449). خاکستر و دورریزهای دیگر نیز باعث افزایش میزان پتاسیم، منیزیم و pH خاک در آشپزخانه می‌شوند درحالی‌که عصاره یا تراوش مواد آلی باعث کاهش pH در نقاط صرف غذا می‌شود (Holliday 2007: 308).

ب. زباله، مواد زائد و مواد دفعی: زباله‌ها و مواد زائد استقرارها، معمولاً از کف خانه‌ها یا گودال‌های زباله (زباله‌دانی) به‌دست می‌آیند. کف‌های خانگی ذاتاً ناهمگن‌اند. این کف‌ها ساختار معدنی شده و حجیمی دارند و حاوی مواد فراوانی با منشأ انسانی و موادی مانند خاک سوخته، ذغال و خاکستر می‌باشند (Macphail et al. 2004: 181).

۲. فعالیت‌های کشاورزی و دام‌پروری

الف. کشاورزی: در اواسط دهه ۱۹۷۰ علم شیمی خاک توانست در تحقیقات باستان‌شناختی در زمینه بازسازی کشاورزی پیش‌از تاریخ نقش اصلی خود را برعهده بگیرد (Wells 2004: 3). در واقع، استقرار انسانی و کشاورزی در یک ناحیه، ممکن است تا حد زیادی بر محیط بومی آن ناحیه تأثیر بگذارد و خواص شیمیایی و فیزیکی خاک ممکن است در نتیجه دخالت مستقیم انسان و فعالیت‌های او به شکل چشمگیری دچار تغییر شود (Entwistle et al. 1998: 53). مطالعات متعدد وجود اختلاف میان سطوح مواد آلی خاک زمین‌های کشاورزی و غیرکشاورزی را تأیید می‌کند (Entwistle et al. 2000: 172). در نتیجه عمل کوددهی، فسفات

آلی^(۴) و سایر اشکال مواد آلی به خاک اضافه می‌شود (Bolender 2006: 124). دست‌کم تا سده ۱۸ میلادی، سطح زمین‌های حاصلخیز با به‌کارگیری شیوه‌های پرزحمت کارگری نظیر انتقال کود دامی، خزه، تورب و غیره پوشانده می‌شد که این شیوه‌ها آثار قابل توجهی بر خاک محیط برجای می‌گذاشت (Entwistle et al. 2000: 171). حتی امروزه نیز به دلیل وجود فسفر و ازت در فضولات جامد و مایع یعنی ادرار و مدفوع دام‌ها، این فضولات را جمع‌آوری می‌کنند و به خاک می‌افزایند (صادقی ۱۳۸۱: ۱۰۱).

ب. دام‌پروری: در تحقیقات قوم‌نگاری و باستان‌شناختی، مقادیر بالای فسفات، به‌ویژه از مجاورت دیوارها و حصارهای نگهداری دام به‌دست آمده است (Ryan Roth 2002: 14). پژوهشگران منشأ غلظت‌های بالای فسفر در آغل گاوها را به پهن و فضولات حیوانی موجود در آنها ارتباط می‌دهند (Wilson et al. 2007: 10). در کف یک اصطبل ممکن است مقادیر زیادی از مواد آلی، فسفات و دانه‌های گیاهی حفظ شده باشد. مواد آلی معمولاً به شکل لایه‌هایی از گیاهان خرد شده است که بسته به pH محیط، به دلیل وجود فسفات، رنگ آنها تیره است (Macphail et al. 2004: 181). در گذشته اغلب تولیدات دام‌پروری پس از جمع‌آوری از طویله‌ها، آغل‌ها و مسیرهای چارپایان اهلی در سطح مزارع کشاورزی پخش می‌شد (Holliday 2007: 302). به علاوه، از این فضولات در حکم سوخت و یا مواد و مصالح مورد استفاده در دیوارها نیز استفاده شده است (Gurney 1985).

۳. فعالیت‌های صنعتی

از جمله فعالیت‌های صنعتی صورت‌گرفته می‌توان به مواردی چون تولید ابزارهای سنگی، ادوات و ابزارهای مرتبط با تهیه چرم (خراشنده‌های سنگی و استخوان‌های پستانداران بزرگ)، ساخت کاغذ، ابزارهای مرتبط با تولید مواد رنگی (هاون‌ها، دسته هاون‌ها و رنگدانه‌های معدنی قرمز و زرد) اشاره کرد (Wells 2004: 81). فعالیت‌های مهم دیگری نظیر سفال‌سازی و ذوب فلز یا فلزکاری نیز در گروه فعالیت‌های صنعتی قرار می‌گیرند. به‌طور کلی، دورریزها یا بقایای حاصل از فعالیت‌های تولید ابزار و ادوات سنگی ممکن است حاوی غلظت‌های بالایی از فلزاتی چون آلومینیوم (Al)، تیتانیوم (Ti)، آهن (Fe) و پتاسیم (K) باشند (Wells 2004: 77).

۴. فعالیت‌های آیینی

انتظار می‌رود که دورریزها یا زباله‌های حاوی ضمام آئینی دارای بیشترین پیچیدگی و تنوع باشند. این مواد ممکن است حاوی مقادیر بالایی از عناصری چون آهن و تیتانیوم باشند که منعکس‌کننده استفاده از هماتیت (اکسید آهن، Fe_2O_3) یا ایلمنیت ($FeTiO_3$) و لیمونیت (آخری یا اکسید فریک هیدراته، $FeO[OH]$) است (Wells 2004: 77). از آنجا که مقادیر فسفر در استخوان و خون بسیار بالاست، افزایش غلظت این عنصر در خاک مکان‌هایی که مراسم آیینی قربانی و تدفین صورت گرفته نیز، قابل انتظار است (Terry et al. 2000: 152). ساکنان محل ممکن است از هماتیت و شنگرف (سولفیدجیوه، HgS) برای تهیه رنگ‌های قرمز، از اکسید منگنز (MnO_2) برای تهیه رنگ‌های تیره، از گل آخری (اکسید فریک هیدراته، $Fe_2O_3 \cdot H_2O$) برای تهیه رنگ‌های زرد و قرمز، از مالاکیت^(۵) برای تهیه رنگ‌های سبز و از آذوریت^(۶) برای تهیه رنگ‌های خانواده آبی استفاده کرده باشند (Wells et al. 2000: 457). بنابراین، آنالیز چنین عناصری ممکن است نشان دهد که ساختمان‌ها

به‌وسیله نقوش نمادین یا طرح‌های رنگارنگی که در باور عموم با مفاهیمی نظیر موقعیت، رتبه یا تبار در ارتباط بوده‌اند، رنگ‌آمیزی شده است.

منطقه مورد مطالعه

تپه زاغه، تپه‌ای است تقریباً مدور، واقع در بلوک زهرا که در ۶۰ کیلومتری جنوب شهرستان قزوین و ۸ کیلومتری شمال شرقی دهستان سگزآباد واقع شده است (ملک شه‌میرزادی ۱۳۷۵:۱۶۸) و با چهار هکتار وسعت یکی از مهم‌ترین محل‌های کاوش‌شده در فلات مرکزی ایران می‌باشد (فاضلی نشلی ۱۳۸۵: ۲۰). این تپه برای نخستین بار در سال ۱۳۴۹ خورشیدی توسط دکتر نگهبان شناسایی شد (ملک شه‌میرزادی ۱۳۷۵: ۱۶۸). از این زمان کاوش‌ها به‌صورت مستمر در این مکان باستانی ادامه داشت چنان‌که قبل و بعد از انقلاب اسلامی، طی ۱۴ فصل کاوش، نزدیک به ۱۵۰۰ متر مربع از تپه زاغه حفاری شده است که از نظر حجم کاوش در یک محوطه پیش‌ازتاریخی کم‌نظیر است (فاضلی نشلی ۱۳۸۵: ۲۹). از مهم‌ترین آثار به‌دست‌آمده از زاغه، خانه آئینی یا ساختمان منقوش است که در لایه یا طبقه چهارم زاغه بنا شده است و از آن با عنوان «معبد منقوش» یاد می‌شود (نگهبان ۱۳۷۶: ۳۶۸-۳۷۲). در ۱۰ سال اخیر، نمونه‌های متعددی نظیر زغال و استخوان از بافت‌های کنترل‌شده تپه زاغه برداشت و مورد آزمایش کربن ۱۴ قرار گرفته‌اند که نشان می‌دهد این محوطه از اواخر هزاره ششم پ.م تا نیمه دوم هزاره پنجم پ.م دارای استقرار بوده است (ملاصالحی و دیگران ۱۳۸۵: ۳۳ و فاضلی نشلی ۱۳۸۵: ۳۵). مجموعه شواهد به‌دست‌آمده در زاغه، جامعه‌ای متکی به اقتصاد کشاورزی و دام‌پروری را نشان می‌دهد و در کنار آن وجود بقایای چشمگیر ناشی از فعالیت‌های صنعتی مبین ظهور یک حیات اجتماعی نیمه‌پیشرفته با نوعی تشکیلات سنتی و یا حتی حاکمیت ابتدایی یا خان‌سالاری است. ظاهراً در دوره فعالیت و رونق خانه آئینی برخی فعالیت‌ها در نزدیکی آن رخ می‌داده است (ملاصالحی و دیگران ۱۳۸۵: ۳۵).

نمونه‌برداری از تپه زاغه و چگونگی انتخاب نقاط

برای این تحقیق تعداد ۴۰ نمونه خاک از نقاط مختلف تپه زاغه جمع‌آوری شد که از این تعداد، ۱۱ نمونه از ترانسه‌هایی برداشته شد که همزمان توسط گروه باستان‌شناسی دانشگاه تهران کاوش می‌شد. ۱۲ نمونه از ترانسه‌های سال‌های پیشین (شش نمونه از ترانسه سال ۱۳۸۳ و ۶ نمونه از ترانسه دکتر ملک) جمع‌آوری شد و ۱۵ نمونه نیز از خارج ترانسه‌ها و نقاط مختلف سطح تپه برداشته شد (شکل ۱). تمام نمونه‌های اخیر مربوط به طبقه دوم یعنی سطحی‌ترین لایه یا طبقه موجود در تپه زاغه بوده است. علاوه بر ۳۸ نمونه انتروسولز که از داخل محوطه باستانی (on-site) جمع‌آوری شد، دو نمونه نیز به‌عنوان شاهد یا کنترل (Control samples) از نقاطی واقع در بیرون محوطه باستانی (off-sit) که دارای خاکی بکر و فاقد بافت باستانی بود، برداشت شد. هدف از جمع‌آوری نمونه‌های کنترل، مقایسه تغییرات عناصر موجود در نمونه‌های انتروسولز با آنها و سنجش میزان تغییرات عنصری در بیرون و درون محوطه باستانی بود.

برای جمع‌آوری نمونه‌های موردنظر از خاک تپه زاغه، از روش نمونه‌برداری طبقه‌بندی شده (Stratified sampling) استفاده شد. این نوع نمونه‌گیری زمانی استفاده می‌شود که واحدهای نمونه از وضعیت یکسانی برخوردار نباشند (فاگان ۱۳۸۲: ۳۱۲). نمونه‌برداری از زاغه بیشتر بر مرکز این تپه و اطراف سوله متمرکز شد زیرا

نمونه‌برداری از چنین مکانی به دلیل اهمیت فراوان آن می‌توانست پاسخگوی برخی پرسش‌های مطرح شده باشد، ضمن اینکه به دلیل کاوش همزمان در این مکان توسط گروه باستان‌شناسی دانشگاه تهران، نمونه‌برداری از عمق‌ها و به خصوص کف‌های استقراری مختلف با دقت بیشتری صورت می‌گرفت. برخی از نمونه‌های زاغه به صورت آگاهانه از فیچرهایی نظیر اجاق و ساج یا موادی چون جوش کوره برداشت شد. هدف از این کار شناسایی ترکیب عنصری چنین فیچرهایی در حوزه مرکزی فلات ایران بود.

برای نمونه‌برداری از نقاط خارج از ترانشه‌ها، ابتدا نقطه موردنظر روی نقشه مشخص می‌شد. نقاط انتخاب شده در یک راستا و در فواصل ثابت حدود ۱۰، ۱۵ و گاه ۲۰ متری از یکدیگر قرار داشت. پس از تمیز کردن سطح نقاط موردنظر، حدود ۳-۲ سانتی‌متر از خاک سطحی را که احتمال می‌رفت توسط ضایعات و رسوبات امروزی آلوده شده باشد برداشته و سپس عمل نمونه‌برداری انجام می‌شد. برای جلوگیری از احتمال آلودگی نمونه‌ها، لوازم کار نظیر کلنگ، کمچه و غیره مابین جمع‌آوری نمونه‌ها به وسیله آب شسته و تمیز می‌شد. خاک‌ها پس از غربال و جدا کردن ضایعات درشت‌تر نظیر خرده‌سفال، کلوخه و تکه‌های کوچک سنگ، به داخل کیسه‌های مخصوص منتقل و سپس برچسب‌هایی شامل نام مکان، تاریخ، مختصات GPS، عمق و فاصله از نقطه ثابت، روی این کیسه‌ها نصب می‌شد. وزن این نمونه‌ها پس از غربال به‌طور میانگین حدود ۱۰۰-۵۰ گرم بود.

آنالیز نمونه‌ها

بیش از ۵۰ روش در نشریات متداول شیمی خاک تشریح شده که از این تعداد بالغ بر ۳۰ روش در باستان‌شناسی مورد استفاده قرار گرفته است (Holliday 2007: 309). برای آنالیز نمونه‌های جمع‌آوری شده از تپه زاغه از تکنیک ایکس‌آراف (XRF) استفاده شد. این کار با همکاری پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی-فرهنگی و به کمک دستگاه فلورسانس پرتو ایکس مدل ۸۴۲۰ از کمپانی ARL و نرم‌افزار «uniquant» صورت گرفت. فلورسانس اشعه ایکس (XRF یا X-ray fluorescence) دستاورد دهه ۱۹۶۰ میلادی است و از آن زمان تاکنون به صورت گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است (Rapp and Hill 1998: 149). در ایران نیز سابقه استفاده از روش‌های آنالیز هسته‌ای نظیر ایکس‌آرافو پیکسی (Pixe) به دو - سه دهه اخیر می‌رسد (لامعی رشتی ۱۳۸۱: ۷۶-۷۵). در روش ایکس‌آراف، نمونه‌ای که در معرض تابش پرتو اشعه ایکس قرار می‌گیرد، یک طیف فلورسانس اشعه ایکس ثانویه ویژه عناصر موجود در نمونه منتشر می‌کند (Rapp and Hill 1998: 149). ایکس‌آراف برای آنالیز نمونه‌های همگن و یا آن‌هایی که نسبت به تجزیه شدن مقاوم هستند، کارآیی بالایی دارد. همچنین هنگامی که با اشیاء موزه‌ای سروکار داریم، سیستم ایکس‌آراف به دلیل غیرمخرب بودنش روش مطلوبی به‌شمار می‌رود (Rapp and Hill 1998: 149). از این روش برای منشأیابی ابسیدین، شیشه، سرامیک و فلز نیز استفاده می‌شود (Marwick 2005: 1360).

یافته‌های تحقیق

در نتیجه تجزیه نمونه‌های زاغه، تعداد ۱۲ عنصر برای هر نمونه به صورت اکسید مشخص شد. درصد هر یک از عناصر به تفکیک نمونه‌های مناطق استقراری و نمونه‌های غیراستقراری (کنترل) در جدول (شکل ۲) آورده شده است. نتیجه این آزمایش نشان داد که غلظت عناصر نمونه‌های انتروسولز داخل محوطه به صورت کاملاً

آشکاری متفاوت از نمونه‌های بیرون از محوطه (کنترل‌ها) می‌باشد. همان‌گونه که مقایسه نمودارهای ۱۲-۱۱ (شکل ۳) نشان می‌دهد بسیاری از عناصری که ارتباط مستقیمی با فعالیت‌های انسانی دارند در این دو نمونه در سطح بسیار پایینی قرار گرفته‌اند؛ برای مثال، این دو نمونه کمترین میزان پتاسیم (نمونه شماره ۳۹)، فسفر و کلسیم را در میان ۴۰ نمونه (نمونه شماره ۴۰) به خود اختصاص داده‌اند. غلظت سایر عناصر شاخص نظیر منگنز، گوگرد، منیزیم نیز در این دو نمونه بسیار پایین است (برای مقایسه عناصر نمونه‌های اصلی با نمونه‌های کنترل نگاه کنید به نمودارهای ۱ تا ۱۲). با آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) که بر روی نمونه‌ها انجام گرفت عناصر در سه عامل مهم که با کاهش تعداد متغیرها، متغیرهای مؤثر را نمایش می‌دهد قرار گرفتند، این سه عامل با هم ۸۴/۸۷ درصد واریانس داده‌ها را به خود اختصاص می‌دادند. عامل اول شامل خاکی با مواد اصلی P_2O_5CaO و So_3 است، درحالی‌که در گروه دوم $ClNa_2OMgO$ عناصر اصلی بودند. در گروه سوم $Fe_2O_3TiO_2K_2O$ و TiO_2 بیشترین مشارکت را در تبیین خصوصیات شیمیایی خاک عهده‌دار بودند.

تفسیر داده‌ها

با تفسیر دو نمودار ۱۳ و ۱۴ (شکل ۴) به طیفی از پراکندگی نمونه‌ها از نظر دارا بودن مقادیر عناصر، می‌توان پی برد. ما براساس پراکندگی مقادیر عناصر، و دلالت‌های باستان‌شناختی جایگاه هریک از نمونه‌ها را به شرح زیر مورد شناسایی قرار دادیم.

فسفر (P): امروزه بیشتر بررسی‌های مرتبط با تجزیه شیمیایی خاک بر روی گروه فسفات‌ها^(۸) متمرکز است زیرا فسفات‌ها یک عامل زیستی (از جمله انسانی) در سیستم رسوبی محسوب می‌شوند و غلظت و تغییرات مرتبط با آنها نمایانگر مکان‌های فعالیت انسانی است (Rapp and Hill 1998). مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که برخی فعالیت‌های انسانی باعث افزایش فسفر خاک می‌شود درحالی‌که فعالیت‌های دیگر باعث کاهش آن می‌شود یا تأثیری بر میزان فسفر خاک ندارد (Holliday 2007: 307). منابع فسفر مرتبط به فعالیت‌های انسانی تا پیش از عصر صنعتی شدن عبارتند از: فضولات حیوانی و انسانی، پس‌مانده‌ها و ضایعات استخوان، گوشت، ماهی و گیاهان، تدفین‌ها و کودهای حیوانی مورد استفاده در کشاورزی و خاکستر آتش (Gurney 2002: 302, Farrell 1997: 63, Holliday 2007: 302). بنابراین، طبیعی است که مقدار فسفات در نقاطی چون آشپزخانه و مکان‌های فرآوری مواد غذایی، نقاط ذخیره غذا، نقاط کشتارگاهی، اجاق‌ها، قبرستان‌ها، زمین‌های حاصلخیز، اصطبل، چراگاه، زباله‌دانی‌ها، باغ‌ها، میدان‌های جنگ، مکان‌های صنعتی، گذرگاه‌ها و مسیرهایی که مواد دفعی در آن انداخته می‌شود، بالاتر از سطوح طبیعی است (King 2007: 2, Farrell 1997: 64, Terry: 152).

کاهش فسفر ممکن است به دلیل جارو زدن چنین نقاطی بلافاصله پس از فعالیت مذکور و تمیز کردن آن‌ها از وجود زباله و فضولات مختلف بوده باشد که در نهایت از تثبیت و تجمع فسفات‌ها در خاک ممانعت کرده است (Wells, 2004). چنین اعمالی ممکن است مانع از رسوب بقایای مواد ارگانیک و برخی عناصر خاص در یک ساختمان آئینی شود؛ برای مثال، در سراسر آمریکای مرکزی، عمل جارو زدن را عمدتاً زنان انجام داده‌اند، زیرا زن‌ها به شکل سنتی عهده‌دار حفظ معابد محلی در این مناطق بوده‌اند و این عمل برای آن‌ها تداعی‌کننده یک مفهوم یا بار معنوی بوده است (Wells et al. 2000: 458).

میانگین غلظت فسفات (P2O5) برای نمونه‌های انتروسولز در تپه زاغه برابر ۱/۰۳ درصد است که بسیار بیشتر از میانگین کنترل‌ها (۱۷۵/درصد) می‌باشد (بیش از پنج برابر). بدون شک این افزایش چشمگیر در میزان فسفر را تنها زمانی می‌توان توجیه کرد که آن را به تأثیرات انسانی بر خاک تپه زاغه ارتباط دهیم. کمترین میزان فسفات در میان ۴۰ نمونه مربوط به نمونه‌های کنترل (به ترتیب برابر با ۲۴/ و ۱۱/ درصد) است. این موضوع آشکارا فقدان فعالیت‌های انسانی یا دست‌کم کاهش شدید آن را در چنین نقاطی که خارج از تپه زاغه قرار دارند نشان می‌دهد. بالاترین میزان یا نقطه اوج فسفات (P2O5) نیز مربوط به نمونه‌های شماره ۹ و ۱۰ است که از قبل نسبت به کاربری آنها به‌عنوان اجاق آگاهی داشتیم. چنان‌که می‌دانیم، دکتر ملک، براساس شکل خانه‌های روستای زاغه، مردمان آن را به سه گروه کشاورز، دامدار و خوش‌نشین تقسیم‌بندی کرده است. در این تقسیم‌بندی خانه‌هایی نظیر خانه شماره ۷ (شماره VII) که دارای بیش از یک محوطه روباز (حیاط) است، متعلق به خانوارهایی است که فعالیت دام‌پروری نیز داشته‌اند (ملک شه‌میرزادی ۱۳۷۸: ۳۲۶). ملاحظه می‌شود که نمونه شماره ۱۵ که مربوط به آغل این خانه (خانه شماره VII) است، در مقایسه با نمونه‌های کنترل دارای فسفات بسیار بیشتری است. دلیل اصلی این افزایش، اضافه‌شدن فضولات و ادرار دام‌ها به خاک بوده است. مشاهده می‌شود که مقدار فسفات نمونه‌های برداشت شده از کف‌های دوم، سوم و چهارم معبد منقوش زاغه به حدی است که می‌توان با قاطعیت اظهار کرد که در این نقاط بقایای فعالیت‌های انسانی صورت گرفته (احتمالاً در ارتباط با تهیه یا مصرف غذا) به خاک افزوده شده است.

پتاسیم (K): از لحاظ باستان‌شناسی، پتاسیم به پختن و سوختن ارتباط دارد و در ضایعات مواد غذایی و بستر حیوانات وجود دارد (King 2007:2). معمولاً مقادیر بالای پتاسیم خاک‌های باستانی را نتیجه اضافه‌شدن خاکستر حاصل از سوزاندن چوب می‌دانند که به خاک چنین محوطه‌هایی افزوده شده است (Wells 2004). در بررسی نمونه‌های تپه زاغه، میانگین اکسید پتاسیم برای کنترل‌ها ۳/۳۵ و برای نمونه‌های انتروسولز حدود ۳/۸۵ است. بیشترین میزان پتاسیم (۴/۳) مربوط به نمونه‌های انتروسولز شماره ۱۲ (کف سنگریزه‌ای: ۴/۳ درصد)، ۳۰ (خاک سطحی: ۴/۳ درصد) و ۳۴ (خاک سطحی: ۴/۳ درصد) و کمترین میزان پتاسیم (۳/۳ درصد) مربوط به نمونه شماره ۳۹ از کنترل‌ها می‌باشد. میزان پتاسیم در نمونه‌های ۷، ۹ و ۱۰ که مربوط به فیچرهایی چون کوره یا اجاق است نیز بالا می‌باشد. احتمالاً غلظت بالای پتاسیم در این گونه نقاط به دلیل وجود خاکستری است که هر بار هنگام تهیه غذا و در اثر سوزاندن چوب به خاک اضافه شده است. بنابراین درباره نمونه‌های شماره ۳۴ و ۳۰ که خارج از ترانشه‌ها قرار داشته و کاربری آنها شناسایی نشده است، می‌توان گفت که این دو مکان هم به احتمال زیاد در محدوده یک اجاق قرار دارند و یا حاوی موادی مانند خاکستراند.

سدیم (Na): از لحاظ باستان‌شناسی، بعضی مواد حاصل از تبخیر نظیر نمک طعام، از جمله منابع مهمی محسوب می‌شوند که در گذشته به‌طور گسترده‌ای توسط انسان مورد استفاده واقع شده است (Rapp and Hill 1998: 28). در نقاطی که استفاده از نمک طبیعی بالا بوده است، مقدار سدیم افزایش چشمگیری را نشان می‌دهد، از جمله در کمپ‌های ماهی‌گیری که از مقادیر زیادی آب‌نمک برای فرآوری ماهی استفاده شده است (Knudson 2004: 449). سطوح بالای سدیم حتی از فضولات انسانی (مدفوع) متعلق به دوران پیش از تاریخ نیز گزارش شده است (Reinhard and Bryant 1992:258). باین‌حال، سدیم عنصری است که می‌تواند تبدیل

به یون‌های بسیار متحرک شود. به همین دلیل، بارش‌های سنگین در خاک‌های دارای زهکشی مناسب، یعنی خاک‌های شنی که درصد بالایی رس دارند، می‌تواند باعث شسته‌شدن سدیم خاک بشود (Wells 2004: 12). در تپه زاغه میانگین سدیم برای نمونه‌های انتروسولز حدود ۲/۰۸ و برای نمونه‌های کنترل ۱/۸ است. بیشترین میزان عنصر سدیم به‌ترتیب مربوط به نمونه‌های ۱۱ (خاک حاوی جوش کوره: ۵/۱ درصد)، ۵ (کف: ۳/۴ درصد)، ۳۴ (خاک سطحی: ۳/۱ درصد) و ۲۴ (خاک سطحی: ۲/۹ درصد) است. به غیر از نمونه شماره ۱۱ و به احتمال زیاد نمونه شماره ۵، میزان بالای سدیم در سایر نمونه‌ها را می‌توان به نهشت مقدار زیاد نمک یا مواد دارای نمک در این نقاط ارتباط داد.

کلسیم (Ca): کلسیت (کربنات کلسیم یا CaCO_3) از جمله رایج‌ترین نوع رسوبات شیمیایی است (Rapp and Hill 1998: 21). در مکان‌های باستانی، سطوح افزایش‌یافته کلسیم را به آشپزخانه‌ها، نقاط مسکونی، صدف، استخوان، فرآوری غذا و فضولات ارتباط می‌دهند (King 2007: 3). آهک و مواد آهکی ممکن است در ساخت کف بناها و یا به‌عنوان مصالح، در ساخت بناها به‌کار رفته باشند (Holliday 2007: 308). باین‌حال، در محوطه‌هایی که به‌صورت طبیعی بافت آهکی دارند و یا در ساخت‌وساز بناهایی که در آنها از سنگ آهک استفاده شده است، کلسیم نمی‌تواند شاخص مناسبی از فعالیت‌های انسانی باشد (Hutson 2004: 119).

میانگین کلسیم برای نمونه‌های انتروسولز زاغه حدود ۱۴/۱۹ و برای نمونه‌های کنترل ۱۲/۲ است. بالاترین میزان کلسیم مربوط به نمونه شماره ۹ (اجاق: ۲۲/۱ درصد) و کمترین میزان آن مربوط به نمونه شماره ۴۰ (کنترل: ۱/۲ درصد) است. نمونه‌هایی که دارای کلسیم بالایی هستند، عمدتاً متعلق به فیچرهای مرتبط با آتش نظیر اجاق، کوره، ساج و یا فرآورده‌های حاصل از آنها مانند خاکستر و غیره می‌باشد. نمونه ۳۸ که خارج از ترانشه-ها قرار داشته و کلسیم قابل‌توجهی نیز دارد (۱۶/۵٪) به احتمال قوی به چنین فیچرهایی مرتبط است. مقدار کلسیم کف‌های سوم و چهارم معبد منقوش نیز در مقایسه با نمونه‌های کنترل و سایر کف‌ها به میزان قابل‌توجهی بیشتر است. با توجه به افزایش همزمان میزان فسفر در این کف‌ها امکان استفاده از مواد آهکی در ترکیب آنها منتفی است. بنابراین توجه منطقی‌تر آن است که علت افزایش کلسیم در این کف‌ها را به عوامل دیگری نظیر نهشت بقایای استخوانی (تدفین یا تغذیه) ارتباط دهیم. نمونه‌های حاوی استخوان دارای غلظت‌های بالای کلسیم، فسفر و مقادیر متوسط باریوم و استرانتیوم و مقادیر کم مس، روی و سرب است (Wilson et al. 2007: 7). مردمان باستان علاوه بر استفاده از استخوان برای ساخت ابزار، از آن به‌عنوان مصالح معماری، ماده سوخت و آمیزه سفال نیز استفاده نموده‌اند (خادمی ندوشن ۱۳۸۶: ۴). ماده معدنی استخوان عمدتاً از هیدروکسی آپاتیت است که ترکیب خاصی از فسفات کلسیم با فرمول $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ است (مایز ۱۳۸۱: ۱۵). اگرچه در تپه باستانی زاغه، تدفین مردگان در داخل بافت روستا یعنی در زیر کف قسمتی از واحدهای ساختمانی مسکونی و یا کوچه‌ها و میدان‌های روستا معمول بوده (ملک شه‌میرزادی ۱۳۶۷: ۶)، باین‌حال هیچ‌یک از نمونه‌های برداشت‌شده آثاری از تدفین را در خود نداشته است. بنابراین منطقی است که افزایش همزمان میزان فسفر و کلسیم کف‌ها را به رسوب مواد غذایی نظیر گوشت و تکه‌های ریز استخوان ارتباط دهیم.

منگنز (Mn): محیط رسوبی اکسید منگنز نزدیک به چشمه‌ها، باتلاق‌ها و دریاچه‌ها یافت می‌شود (Rapp and Hill 1998: 27). رنگدانه‌های سیاه مانند پیرولوسیت (pyrolusite؛ اکسید منگنز، MnO_2) حاوی منگنز است

(Parnell 2001: 55). بنابراین، انتظار می‌رود که در مکان‌های سوخته و درون پدیدارهایی چون اجاق میزان منگنز بالا باشد (King 2007:2). میانگین منگنز برای نمونه‌های انتروسولز در زاغه حدود ۰/۱۵۸ درصد و برای نمونه‌های کنترل ۰/۱۴۰ درصد است. بالاترین میزان منگنز مربوط به نمونه شماره ۹ (اجاق: ۰/۲۴ درصد) و کمترین میزان آن نیز مربوط به نمونه شماره ۳۹ از کنترل‌ها و چهار نمونه دیگر از انتروسولز است که همگی حدود ۰/۱۳ درصد منگنز دارند. نمونه‌هایی که منگنز بسیار بالایی دارند بیشتر مربوط به نقاطی است که در آن فعالیتی بر پایه استفاده از آتش در جریان بوده است. ممکن است وجود مقادیر بالای منگنز در نمونه شماره ۲۲ را بتوان به وجود مواد رنگی در این نمونه ارتباط داد زیرا این نمونه حاوی نوعی اندود زردرنگ بود.

منیزیم (Mg): از لحاظ باستان‌شناسی منیزیم در پدیدارهای سوخته و خاکستر متمرکز است و سطوح افزایش یافته این عنصر را در حکم نقاط پخت، مکان‌های تهیه غذای حیوانات، دود خانه‌ها و فضولات تفسیر می‌کنند (King 2007:2). در زاغه میانگین منیزیم برای نمونه‌های انتروسولز حدود ۳/۳۹۷ درصد و برای نمونه‌های کنترل ۳/۲۵ درصد است. بیشترین میزان عنصر منیزیم به ترتیب مربوط به نمونه‌های شماره ۱۱ (خاک حاوی جوش کوره: ۴/۶ درصد)، ۱۴ (خاک‌کوبه: ۴/۱ درصد)، ۳۴ (خاک سطحی: ۴ درصد)، ۳۰ (خاک سطحی: ۳/۹ درصد)، ۵ (کف: ۳/۸ درصد) و ۲۱ (کف سوخته: ۳/۸ درصد) است. احتمال می‌رود نمونه‌های شماره ۳۴ و ۳۰ که از خاک سطحی خارج ترانشه‌ها برداشت شده است و هویت آن نامشخص است هم، به نوعی با بافت‌های سوخته در ارتباط باشد.

سیلیسیم (Si): میانگین سیلیسیم برای نمونه‌های انتروسولز زاغه حدود ۵۲/۲۳ درصد و برای نمونه‌های کنترل این مکان ۵۴/۸۵ درصد است. بیشترین میزان عنصر سیلیسیم به ترتیب مربوط به نمونه‌های شماره ۲۶ (خاک سطحی: ۵۵/۸ درصد)، ۳۲ (خاک سطحی: ۵۵/۷ درصد) و ۲۹ (خاک سطحی: ۵۵/۲ درصد) است. نمونه‌های کنترل نیز دارای سیلیس بالایی هستند. از طرفی کمترین میزان سیلیس متعلق به فیچرهای شناخته‌شده‌ای مانند اجاق است (نمونه شماره ۹: ۴۲/۵ درصد). بنابراین داده‌های زاغه نشان می‌دهد که فعالیت‌های شناخته‌شده انسانی باعث کاهش درصد سیلیسیم می‌شوند و این عنصر دارای یک همبستگی منفی با عناصری نظیر منیزیم، پتاسیم و فسفر است.

کلر (Cl): میانگین کلر برای نمونه‌های انتروسولز در زاغه حدود ۰/۵۴ درصد و برای نمونه‌های کنترل ۰/۲۹۱ درصد است. بیشترین میزان عنصر کلر به ترتیب مربوط به نمونه‌های شماره ۳۴ (خاک سطحی: ۲/۳ درصد)، ۵ (کف: ۱/۹ درصد)، ۱۱ (خاک حاوی جوش کوره: ۱/۴ درصد)، ۲۴ (خاک سطحی: ۱/۳ درصد) و ۲۸ (خاک سطحی: ۱/۲ درصد) است. چنان‌که مشاهده می‌شود در بیشتر نمونه‌ها همزمان با افزایش کلر، میزان سدیم نیز افزایش می‌یابد. این موضوع نشان می‌دهد که افزایش این دو عنصر به احتمال قوی به دلیل نهشت نمک (NaCl) یا مواد حاوی نمک در چنین مکان‌هایی بوده است.

گوگرد (S): میانگین گوگرد برای نمونه‌های انتروسولز در زاغه حدود ۰/۵۳ درصد و برای نمونه‌های کنترل ۰/۱۰۸۵ درصد است. بیشترین میزان عنصر گوگرد، به ترتیب مربوط به نمونه‌های شماره ۳۳ (خاک سطحی: ۲/۴ درصد)، ۹ (اجاق: ۱/۶ درصد)، ۱۰ (اجاق: ۱/۵ درصد) و ۱۱ (خاک حاوی جوش کوره: ۱/۱ درصد) است. مشاهده می‌شود که میزان گوگرد در برخی فیچرهای مرتبط با آتش نظیر اجاق بسیار بالا و در فیچرهای حرارتی دیگر نظیر ساج بسیار پایین است. این موضوع احتمالاً به دلیل استفاده از اجاق‌ها برای پخت انواع مواد غذایی به‌ویژه مواد گوشتی (کباب) بوده است، در حالی که ساج‌ها اغلب به پخت موادی چون نان اختصاص می‌یابند.

آلومینیوم (Al): میانگین آلومینیوم برای نمونه‌های انتروسولز در زاغه حدود ۱۴/۸۶ درصد و برای نمونه‌های کنترل ۱۶/۳۵ درصد است. بیشترین میزان عنصر آلومینیوم به ترتیب مربوط به نمونه‌های شماره ۴۰ (کنترل: ۱۷/۵ درصد)، ۲۹ (خاک سطحی: ۱۷/۲ درصد) و ۳۲ (خاک سطحی: ۱۶/۹ درصد) است. اگرچه هویت نقاطی که دارای بیشترین مقدار آلومینیوم هستند چندان مشخص نیست، در نقطه مقابل نمونه‌هایی که دارای کمترین میزان آلومینیوم‌اند، متعلق به فیچرهایی مانند اجاق (نمونه‌های ۹ و ۱۰: ۱۰/۴ و ۱۴/۴ درصد) و مواد دارای خاکستر (خاکروبه) و جوش کوره (نمونه ۱۱: ۱۱/۳ درصد) می‌باشند. بنابراین به نظر می‌رسد که فعالیت‌های شناخته‌شده انسانی در زاغه باعث افزایش درصد برخی عناصر خاص و در نتیجه کاهش درصد آلومینیوم و سیلیسیم خاک شده است.

تیتانیوم (Ti): میانگین تیتانیوم برای نمونه‌های انتروسولز در زاغه حدود ۰/۳۴۳ درصد و برای نمونه‌های کنترل ۰/۳۴۰ درصد است. بالاترین میزان تیتانیوم مربوط به نمونه‌های شماره ۸ (کف سنگریزه‌ای: ۰/۴۷ درصد)، ۶ (کنار اجاق: ۰/۴۴ درصد)، ۱۲ و ۱۳ (کف سنگریزه‌ای و کنار ساج: ۰/۴۳ درصد) بوده و کمترین میزان تیتانیوم نیز مربوط به نمونه شماره ۳۴ (خاک سطحی: ۰/۲۷) است. مشاهده می‌شود نمونه‌هایی که تیتانیوم بسیار بالایی دارند بیشتر مربوط به نقاطی‌اند که در آن فعالیتی بر پایه استفاده از آتش در جریان بوده است. ثابت شده است، برخی مواد مرتبط با آتش نظیر زغال، تیتانیوم بالایی دارند. از طرفی استفاده از برخی مواد رنگی نیز باعث افزایش تیتانیوم می‌شود. استفاده از چنین موادی (خاکستر یا گل اخری) ممکن است عامل افزایش تیتانیوم برخی از کف‌ها نظیر کف سوم معبد منقوش و به‌ویژه کف‌های سنگریزه‌ای باشد. از طرفی، ملاحظه جداول مربوطه نشان می‌دهد که همبستگی مثبتی میان نقاط اوج آهن و تیتانیوم وجود دارد.

آهن (Fe): در شرایط آب شیرین، آهن به شکل «لیمونیت» رسوب می‌کند، درحالی که در محیط‌های نمکی، اکسید آهن ممکن است به صورت هماتیت رسوب کند (Rapp and Hill 1998). رنگدانه‌های قرمز مانند هماتیت (اکسید آهن Fe_2O_3) حاوی آهن‌اند. رنگدانه‌های زرد و قهوه‌ای مانند اخری (اکسید فریک هیدراته، $Fe_2O_3 \cdot H_2O$) نیز حاوی آهن است (Parnell 2001: 55). از لحاظ باستان‌شناسی، سطوح بالای آهن از خاک مربوط به نقاط فرآوری گیاهان خاص (مانند ⁽⁸⁾agave) یا نقاط کشتار و قصابی حیوانات و همچنین آشپزخانه به‌دست آمده است (Parnell 2001: 53).

میانگین آهن برای نمونه‌های انتروسولز در زاغه حدود ۶/۵۱ درصد و برای نمونه‌های کنترل نیز ۶/۹۵ درصد است. بالاترین میزان آهن مربوط به نمونه‌های شماره ۱۳ (کنار ساج: ۷/۱۶ درصد)، ۸ (کف سنگریزه‌ای: ۷/۵ درصد)، ۱۲ (کف سنگریزه‌ای ۷/۵ درصد) و ۷ (ساج: ۷/۳ درصد) است. کمترین میزان آهن نیز مربوط به نمونه شماره ۳۳ (خاک سطحی: ۵/۶ درصد) است. مشاهده می‌شود که میزان غلظت آهن در فیچرهایی همانند ساج بسیار بالا می‌باشد. از طرفی می‌دانیم که ساکنان زاغه از محلول گل اخری برای پوشاندن سطح اجساد مردگان خود (نگهبان، ۲۰: ۱۳۵۱)، همچنین اندود و رنگ‌آمیزی معبد (نگهبان، ۱۳۷۴: ۱۸۴) و نیز تزئین سفال‌ها (ملک شه‌میرزادی، ۱۳۷۵: ۱۷۵) استفاده می‌کرده‌اند. بنابراین استفاده مکرر از گل اخری می‌تواند نشانه وفور این ماده در زاغه بوده و توجیه مناسبی برای افزایش میزان آهن در برخی از نمونه‌ها باشد. همان‌گونه که پیش از این نیز ذکر شد میان دو عنصر آهن و تیتانیوم نوعی ارتباط یا همبستگی مثبت دیده می‌شود. این موضوع احتمال آغشته شدن خاک به‌ویژه کف‌های سنگریزه‌ای را به مواد رنگی (اخری) یا خاکستر آتش تقویت می‌کند.

نتیجه

تحلیل داده‌های زاغه نشان می‌دهد که در برخی از نمونه‌ها نظیر نمونه‌های شماره ۱، ۲، ۱۷، ۱۹، ۲۰، ۲۵، ۲۶، ۳۱، ۳۲، ۳۶، میزان عنصری چون فسفر، پتاسیم، منگنز، منیزیم و گوگرد در سطحی بسیار پایین است، به طوری که می‌توان گفت در این مکان‌ها احتمالاً فعالیت‌های شاخصی مانند پخت‌وپز و مصرف مواد غذایی، نگهداری دام، فعالیت‌های صنعتی و غیره صورت نگرفته است. در مقابل، میزان قابل توجه فسفر و پتاسیم در نمونه‌هایی نظیر ۳ (کف چهارم) و ۴ (کف سوم)، نشان می‌دهد که قطعاً فعالیت‌های خاصی مانند تهیه و مصرف مواد غذایی، در این مکان‌ها صورت گرفته است. مقدار قابل توجه عنصری چون کلر و سدیم در برخی نمونه‌ها نظیر نمونه شماره ۱۸ (ناحیه ۳ خانه VI)، ۲۴ (لایه زیر خاک سطحی) و ۲۸ (لایه زیر خاک سطحی) را ممکن است بتوان به رسوب ترکیبات حاوی نمک در این قسمت‌ها ارتباط داد. گاه چنان‌که در نمونه شماره ۲۳ (کف دوم) دیده می‌شود ممکن است افزایش سطح کلر و سدیم با افزایش عنصری چون فسفر همراه شود. چنین افزایشی ممکن است حاصل ته‌نشست برخی مواد غذایی نمک‌دار باشد. نمونه‌های شماره ۹ و ۱۰ را می‌توان الگوی مناسبی از ترکیب عنصری اجاق‌های دوران آغازین مس - سنگی در فلات مرکزی ایران به حساب آورد. رنگ این نمونه‌ها در هنگام جمع‌آوری به دلیل وجود خاکستر، زغال و مواد سوخته کاملاً تیره بود. زغال که معمولاً از خاک‌های باستانی به دست می‌آید منبع مهمی از کلسیم، باریم، مس، استرانتیوم، روی، فسفر و سرب است (Wilson et al. 2007: 7). مطالعات متعدد نشان داده است که اجاق‌ها دارای مقادیر بالایی از فسفات (Ryan 2002: 16)، منیزیم و پتاسیم هستند (Knudson 2004: 449). خاک اجاق‌های زاغه نیز دارای مقادیر بسیار بالایی از عنصری چون فسفر، کلسیم، منگنز، گوگرد، پتاسیم و مقادیر قابل توجهی از تیتانیوم، آهن و سدیم است. بنابراین مشخص می‌شود که اجاق‌ها یکی از منابع اصلی بسیاری از عناصر در مکان‌های باستانی محسوب می‌شوند.

در مکان‌های باستانی، خاکروبه معمولاً ترکیبی از مواد زائد نظیر خاکستر و بقایای کف اجاق‌ها، دورریزهای کف خانه‌ها و غیره را شامل می‌شود. ترکیب عنصری نمونه شماره ۱۴ که از یک خاکروبه برداشت شده است نشان می‌دهد که این نمونه دارای مقادیر بسیار بالای فسفر، منگنز، منیزیم، تیتانیوم و آهن و مقادیر بالای پتاسیم و کلسیم است. با توجه به شباهت درصد عناصر در نمونه شماره ۳۸ (لایه زیر خاک سطحی) با این نمونه، ممکن است بتوان پیشنهاد نمود که نمونه اخیر نیز یک خاکروبه بوده است.

در نمونه شماره ۱۱ که مربوط به خاک حاوی جوش کوره است، در کنار افزایش بسیار شدید کلر و سدیم، میزان عنصری چون پتاسیم، منیزیم و گوگرد نیز افزایش چشم‌گیری یافته است. در خاک این نمونه مقدار زیادی جوش کوره وجود داشت، به گونه‌ای که هنگام نمونه‌برداری، تکه‌ها و بقایای جوش کوره آن به وضوح دیده می‌شد. گزارش‌های قبلی نیز وجود مقدار زیادی جوش کوره را در خاک زاغه تأیید می‌کند (ملک شهمیرزادی ۱۳۷۵: ۱۷۵). می‌دانیم که حرارت بیش‌ازحد و بسیار زیاد در کوره‌های سفال‌گری باعث ذوب و ازهم‌پاشیدگی گل رس و در نهایت ایجاد جوش کوره می‌شود (توحیدی ۱۳۷۹: ۱۸). اگر درصد بسیار بالای سدیم در خاک نمونه مذکور را به وجود ذرات و بقایای جوش کوره ارتباط دهیم در آن صورت ممکن است که در تولید سفال زاغه از موادی نظیر نمک که دارای سدیم بالایی‌اند، استفاده شده باشد. چنین موادی ممکن است در لعاب گلی سفال به کار رفته باشد. به‌هرحال، افزایش همزمان سدیم و کلر احتمال وجود نمک (NaCl) را در جوش

کوره تقویت می‌کند. شواهد باستان‌شناختی نشان می‌دهد که تولید سفال در محوطه زاغه فراتر از روش خانگی بوده است. سفال‌گری در این محوطه از نظر زمانی دوره‌های (۵۵۰۰ - ۴۶۰۰ پ.م) را دربر می‌گیرد که می‌توان آن را به‌عنوان قدیمی‌ترین شواهد استفاده از کوره برای تولید سفال در ایران در نظر گرفت (فاضلی و جمالی ۱۳۸۱:۲۱۳). وجود جوش کوره این نظر را تقویت می‌کند که مکان‌های معینی در این زمان در زاغه به تولید سفال اختصاص یافته بود.

از آنجا که ترکیب عنصری نمونه‌های ۵، ۳۴ (لایه زیر خاک سطحی) و ۳۷ (لایه زیر خاک سطحی) نیز مشابه است می‌توان نتیجه گرفت که این نمونه‌ها نیز حاوی بقایای جوش کوره می‌باشند، هرچند هنگام جمع‌آوری این نمونه‌ها چنین موادی مشاهده نشد. ممکن است دلیل افزایش عناصری نظیر تیتانیوم و آهن در برخی کف‌های زاغه (برای مثال نمونه شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵) به‌کارگیری موادی چون گل اخری یا خاکستر آتش در ترکیب این کف‌ها بوده باشد. گاه مشاهده می‌شود که به‌همراه افزایش دو عنصر تیتانیوم و آهن (برای مثال در نمونه‌های شماره ۶، ۷ و ۸) میزان منگنز نیز افزایش چشمگیری را نشان می‌دهد. چنین حالتی افزوده‌شدن موادی نظیر خاکستر یا مواد رنگی (نظیر اخری) را به این نقاط تقویت می‌کند. افزایش غلظت برخی عناصر خاص نظیر پتاسیم، تیتانیوم و آهن به‌همراه سدیم، منیزیم و کلر در نمونه‌های شماره ۸ و ۱۲ را ممکن است بتوان چنین تفسیر نمود که در این کف‌های سنگریزه‌ای از موادی مانند خاکستر برای مهار دانه‌های شن استفاده شده است.

غلظت بسیار بالای گوگرد در نمونه‌های شماره ۳۳ (لایه زیر خاک سطحی) و ۳۵ (لایه زیر خاک سطحی) را نمی‌توان به سادگی تفسیر کرد. پایین‌بودن عناصر مرتبط با سوخت‌وسوز امکان استفاده از آتش یا فیچرهایی مرتبط به آن را در این نقاط منتفی می‌کند، بنابراین، احتمال دارد که افزایش شدید سطح گوگرد در این نمونه‌ها به‌دلیل فساد مواد آلی خاص نظیر بقایای جانوری در این قسمت باشد. نمونه شماره ۱۳ که از حاشیه یک ساج واقع در ترانشه FIX برداشت شده دارای مقادیر بسیار بالای منگنز، تیتانیوم و آهن، مقادیر بالای فسفر و کلسیم است. نکته جالب‌توجه این‌که میزان دو عنصر آهن و تیتانیوم در حواشی چنین فیچرهایی افزایش بیشتری را نشان می‌دهد؛ برای مثال، در نمونه شماره ۶ که از حاشیه یک اجاق برداشت شده است، میزان عنصر تیتانیوم بیشتر از درون خود اجاق (نمونه‌های ۹ و ۱۰) است. این موضوع ممکن است به تأثیر آتش بر چیدمان منظم‌تر اتم‌های این دو عنصر در بخش‌های حاشیه‌ای نسبت به قسمت‌های داخلی‌تر این فیچرها ارتباط داشته باشد.

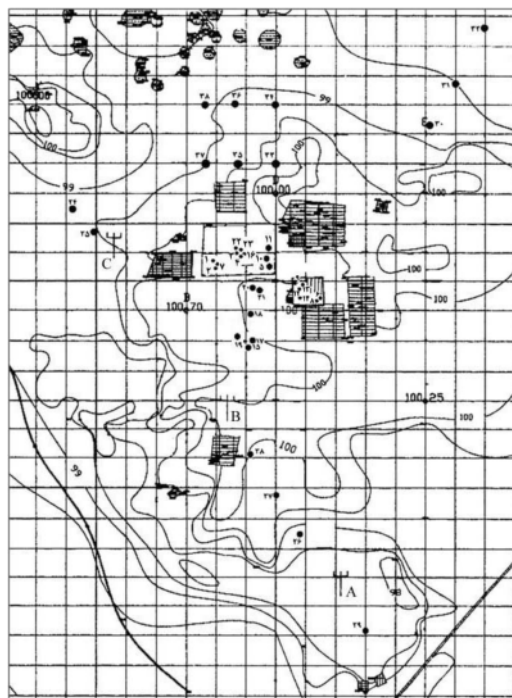
نمونه شماره ۲۹ از مکانی در قسمت شمالی ترانشه‌های K و L، و از نزدیک آنها برداشت شده است. ترانشه K توسط فاضلی در قسمت جنوبی تپه زاغه حفر شده و حفار، این مکان را در ارتباط با فعالیت‌های صنعتی صورت‌گرفته نظیر کوره‌های سفال‌سازی معرفی کرده است. سراسر این ترانشه و تمامی لایه‌های آن فقط دربرگیرنده سازه‌های مربوط به کوره‌هاست و در داخل لایه‌های خاکستر، ادوات فراوانی مربوط به ساخت ابزار به‌دست آمد که نشان می‌داد این بخش از روستا محل یا کارگاهی برای تولید بعضی ادوات بوده است. در سال ۱۳۸۳ نیز گروهی به سرپرستی ح. ملاصالحی در مجاورت این ترانشه، اقدام به حفر ترانشه عمودی دیگری کردند که تا خاک بکر ادامه یافت (ترانشه L). میزان بسیار پایین عناصر شاخص در نمونه شماره ۲۹، نشان می‌دهد که فعالیت‌های نام‌برده تا نقطه مذکور امتداد نداشته است و به‌علاوه میزان فعالیت‌های دیگر انسانی

نیز در این مکان (نمونه شماره ۲۹) قابل توجه نبوده است. بنابراین محدوده این نقطه را می‌توان حدفاصل بخش مسکونی روستا و بخش صنعتی آن تلقی نمود.

پی‌نوشت

۱. افق (Soil horizon) در اصطلاح خاک‌شناسی به لایه‌های افقی خاک اطلاق می‌شود که در یک برش عمودی از خاک مشاهده می‌شوند و از نظر رنگ، بافت، ساختمان و غیره با هم متفاوتند (نواب‌زاده ۱۳۸۶: ۱۱).
۲. نهشت به مواد برجای‌مانده در محل جدید اطلاق می‌شود که بر اثر عوامل طبیعی از قبیل آب، باد، یخ، جاذبه یا فعالیت انسان شکل می‌گیرد (ابطحی و دیگران ۱۳۷۹: ۵۰).
۳. به فرایند انباشتگی نمک‌های انحلال‌پذیر در خاک اطلاق می‌شود (ابطحی و دیگران ۱۳۷۹: ۱۵۲).
۴. فسفات آلی (Organic phosphate) فسفاتی است که به‌واسطه فرایندهای زیست‌شناختی و در بافت‌های گیاهی و جانوری شکل می‌گیرد.
۵. Malachite: کربنات آب‌دار طبیعی مس با فرمول $Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$. این نوع کانی دارای وزن مخصوص ۳/۹ تا ۴ و سختی ۳/۵ تا ۴ است و نام آن از کلمه مالاک به معنی سبز گرفته شده است (کیهانی ۱۳۶۳: ۳۷۵).
۶. Azurite: کربنات قلیایی مس با فرمول $Cu(OH)_2 \cdot Cu(CO_3)_2$ (کیهانی ۱۳۶۳: ۸۲).
۷. فسفر را باید از فسفات متمایز کرد. فسفر ارجاعی به شکل عنصری P است، در حالی که فسفات به صورت یک ترکیب شیمیایی حاوی فسفر است (Ryan Roth:9).
۸. گیاه خنجری، agavoides مثل گیاه صباره؛ مثل گیاه خنجری (عطری ۱۳۸۴: ۷۴).

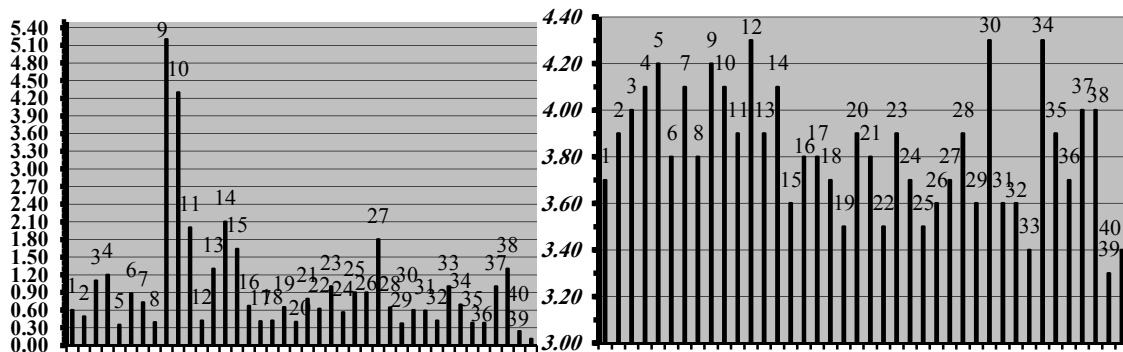
ضمائم



شکل ۱: نقشه موقعیت مکانی ۳۸ نمونه خاک جمع‌آوری شده از تپه زاغه

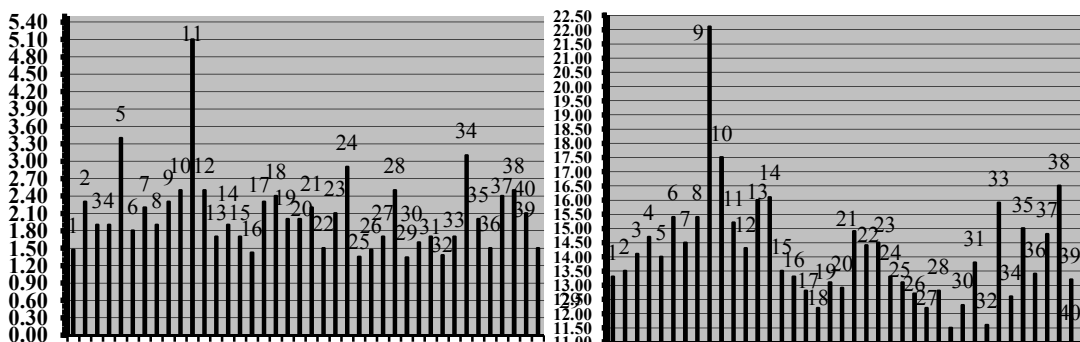
شماره	محل نمونه	نوع پدیدار	P2O5 (%)	K2O (%)	Na2O (%)	CaO (%)	MnO (%)	MgO (%)	SiO2 (%)	Cl (%)	SO3 (%)	Al2O3 (%)	TiO2 (%)	Fe2O3 (%)
۱	ترانشه R25/III	کف	۰/۶	۳/۷	۱/۴۷	۱۳/۳	۰/۱۶	۳/۲	۵۴/۲	۰/۰۷۱	۰/۳۶	۱۵/۷	۰/۳۶	۶/۷
۲	ترانشه R25/III	کف زیر آوار خشتی	۰/۴۹	۳/۹	۲/۳	۱۳/۵	۰/۱۶	۳/۳	۵۲/۵	۰/۵۳	۰/۴۳	۱۵/۵	۰/۳۶	۶/۸
۳	ترانشه S24/I	کف چهارم	۱/۱	۴	۱/۹	۱۴/۱	۰/۱۶	۳/۴	۵۲/۲	۰/۲۶	۰/۷	۱۴/۸	۰/۳۸	۶/۷
۴	ترانشه S24/I	کف سوم	۱/۲	۴/۱	۱/۹	۱۴/۷	۰/۱۷	۳/۵	۵۱/۴	۰/۲۳	۰/۶۱	۱۴/۸	۰/۴	۶/۹
۵	ترانشه T25/IV	کف	۰/۳۵	۴/۲	۳/۴	۱۴	۰/۱۵	۳/۸	۴۹/۸	۱/۹	۰/۷۳	۱۴/۲	۰/۳۸	۶/۸
۶	ترانشه FIX	کنار اجاق	۰/۸۸	۳/۸	۱/۸	۱۵/۴	۰/۱۸	۳/۳	۵۲/۱	۰/۰۷۶	۰/۳۳	۱۴/۳	۰/۴۴	۷
۷	ترانشه R25/III	فیچر منسوب به ساج	۰/۷۳	۴/۱	۲/۲	۱۴/۵	۰/۱۹	۳/۶	۵۲	۰/۱۷	۰/۱۶	۱۳/۹	۰/۴۲	۷/۳
۸	ترانشه FIX	کف سنگریزه‌ای	۰/۳۹	۳/۸	۱/۹	۱۵/۴	۰/۱۷	۳/۵	۵۲	۰/۱۹	۰/۱	۱۴/۲	۰/۴۷	۷/۵
۹	ترانشه FIX	اجاق	۵/۲	۴/۲	۲/۳	۲۲/۱	۰/۲۴	۳/۴	۴۲/۵	۰/۵۵	۱/۶	۱۰/۴	۰/۳۸	۶/۵
۱۰	ترانشه T25/IV	اجاق	۴/۳	۴/۱	۲/۵	۱۷/۵	۰/۱۸	۳/۵	۴۶/۱	۰/۶۵	۱/۵	۱۲/۱	۰/۳۹	۶/۷
۱۱	ترانشه T24/2	خاک حاوی جوش کوره	۲	۳/۹	۵/۱	۱۵/۲	۰/۱۶	۴/۶	۴۸/۴	۱/۴	۱/۱	۱۱/۳	۰/۳۶	۶/۱
۱۲	ترانشه FIX	کف سنگریزه‌ای	۰/۴۲	۴/۳	۲/۵	۱۴/۳	۰/۱۹	۳/۶	۵۰/۷	۰/۹۳	۰/۳	۱۴/۴	۰/۴۳	۷/۵
۱۳	ترانشه FIX	کنار ساج	۱/۳	۳/۹	۱/۷	۱۶	۰/۱۸	۳/۴	۵۱/۱	۰/۹۷	۰/۰۶۸	۱۳/۹	۰/۴۳	۷/۶
۱۴	ترانشه FIX	خاکروبه	۲/۱	۴/۱	۱/۹	۱۶/۱	۰/۱۸	۴/۱	۵۰/۵	۰/۱۲	۰/۲۶	۱۲/۷	۰/۴	۷/۱
۱۵	ترانشه ملک (روستای زاغه)	آغل خانه VII	۱/۶۴	۳/۶	۱/۷	۱۳/۵	۰/۱۵	۳/۲	۵۳/۷	۰/۵۸	۰/۱۳	۱۵/۷	۰/۳۲	۶/۶
۱۶	ترانشه S24/I	کف شنی	۰/۶۷	۳/۸	۱/۴۲	۱۳/۳	۰/۱۷	۳/۱	۵۴	۰/۰۳۷	۰/۱۲	۱۶/۳	۰/۳۱	۶/۶
۱۷	ترانشه ملک (روستای زاغه)	اتاق ۱۱ خانه VII	۰/۴۱	۳/۸	۲/۳	۱۲/۸	۰/۱۵	۳/۲	۵۳/۴	۰/۵۳	۰/۶۲	۱۵/۹	۰/۳	۶/۲
۱۸	ترانشه ملک	ناحیه ۳ خانه VI	۰/۴۲	۳/۷	۲/۴	۱۲/۲	۰/۱۴	۳/۱	۵۳/۷	۱	۰/۵۹	۱۶	۰/۳	۶/۳
۱۹	ترانشه ملک	حیاط خانه VII	۰/۶۵	۳/۵	۲	۱۳/۱	۰/۱۳	۳	۵۴/۴	۰/۳۷	۰/۴۴	۱۵/۵	۰/۳۲	۶/۱
۲۰	ترانشه ملک	ناحیه ۱ خانه XI	۰/۴	۳/۹	۲	۱۲/۹	۰/۱۵	۳/۲	۵۳/۷	۰/۴۲	۰/۱۷	۱۶/۲	۰/۳	۶/۳
۲۱	ترانشه ملک	کف سوخته خانه XI	۰/۷۹	۳/۸	۲/۲	۱۴/۹	۰/۱۸	۳/۸	۵۲	۰/۶۴	۰/۴۶	۱۴/۴	۰/۳	۶/۲
۲۲	ترانشه S24/I	کف حاوی آندود زردرنگ (کف پنجم)	۰/۶۲	۳/۵	۱/۵	۱۴/۴	۰/۱۷	۳/۳	۵۳/۸	۰/۰۴۵	۰/۰۸۵	۱۵/۷	۰/۳	۶/۴
۲۳	ترانشه S24/I	کف دوم	۱	۳/۹	۲/۱	۱۴/۵	۰/۱۵	۳/۲	۵۲	۰/۷۹	۰/۶۵	۱۴/۹	۰/۳۹	۶/۱
۲۴	غرب سوله	لایه زیر خاک سطحی	۰/۵۶	۳/۷	۲/۹	۱۳/۳	۰/۱۴	۳/۳	۵۲/۶	۱/۳	۰/۳۱	۱۵/۱	۰/۳	۶
۲۵	غرب سوله	لایه زیر خاک سطحی	۰/۹	۳/۵	۱/۳۵	۱۳/۱	۰/۱۵	۳/۱	۵۴/۹	۰/۰۲۵	۰/۱۲	۱۶	۰/۳۱	۶/۳
۲۶	جنوب سوله	لایه زیر خاک سطحی	۰/۹	۳/۶	۱/۴۷	۱۲/۷	۰/۱۳	۳/۲	۵۵/۸	۰/۰۴۱	۰/۰۲۱	۱۵/۷	۰/۳	۶
۲۷	جنوب سوله	لایه زیر خاک سطحی	۱/۸	۳/۷	۱/۷	۱۲/۲	۰/۱۴	۳	۵۴/۹	۰/۵۸	۰/۱۵	۱۵/۴	۰/۳۱	۵/۹
۲۸	جنوب سوله	لایه زیر خاک سطحی	۰/۶۴	۳/۹	۲/۵	۱۲/۸	۰/۱۳	۳/۲	۵۳/۷	۱/۲	۰/۱۲	۱۵/۳	۰/۳۱	۶
۲۹	جنوب سوله	لایه زیر خاک سطحی	۰/۳۷	۳/۶	۱/۳۴	۱۱/۵	۰/۱۶	۳/۴	۵۵/۲	۰/۰۲۶		۱۷/۲	۰/۳۱	۶/۶
۳۰	شمال شرقی سوله	لایه زیر خاک سطحی	۰/۶	۴/۳	۱/۶	۱۲/۳	۰/۱۵	۳/۹	۵۳/۱	۰/۳۸	۰/۰۳۷	۱۶/۵	۰/۳	۶/۵
۳۱	شمال شرقی سوله	لایه زیر خاک سطحی	۰/۵۹	۳/۶	۱/۷	۱۳/۸	۰/۱۵	۳/۱	۵۴/۸	۰/۳۷		۱۵/۲	۰/۳۳	۶/۱
۳۲	شمال شرقی سوله	لایه زیر خاک سطحی	۰/۴۲	۳/۶	۱/۳۸	۱۱/۶	۰/۱۴	۳/۳	۵۵/۷	۰/۰۱۴		۱۶/۹	۰/۳۲	۶/۴
۳۳	شمال سوله	لایه زیر خاک سطحی	۱	۳/۴	۱/۷	۱۵/۹	۰/۱۳	۳	۵۱/۴	۰/۲۴	۲/۴	۱۴/۷	۰/۲۹	۵/۶
۳۴	شمال سوله	لایه زیر خاک سطحی	۰/۶۹	۴/۳	۳/۱	۱۲/۶	۰/۱۴	۴	۵۰/۴	۲/۳	۰/۱۵	۱۵/۳	۰/۲۷	۶/۳
۳۵	شمال سوله	لایه زیر خاک سطحی	۰/۳۸	۳/۹	۲	۱۵	۰/۱۴	۳/۱	۵۱/۴	۰/۵۴	۱/۶	۱۵	۰/۳۲	۶/۳
۳۶	شمال سوله	لایه زیر خاک سطحی	۰/۳۸	۳/۷	۱/۵	۱۳/۴	۰/۱۵	۳/۳	۵۴/۴	۰/۰۲۷	۰/۱۳	۱۵/۷	۰/۳۶	۶/۸
۳۷	شمال سوله	لایه زیر خاک سطحی	۱	۴	۲/۴	۱۴/۸	۰/۱۵	۳/۴	۵۱/۱	۱	۰/۹۷	۱۴/۲	۰/۴۴	۶/۴
۳۸	شمال سوله	لایه زیر خاک سطحی	۱/۳	۴	۲/۵	۱۶/۵	۰/۱۷	۳/۵	۴۹/۳	۰/۸۸	۱/۱	۱۳/۷	۰/۳۲	۶/۴
۳۹	خارج از محوطه	لایه زیر خاک سطحی	۰/۲۴	۳/۳	۲/۱	۱۳/۲	۰/۱۳	۳/۲	۵۴/۷	۰/۴۹	۰/۱۸	۱۵/۲	۰/۳۷	۶/۷
۴۰	خارج از محوطه	لایه زیر خاک سطحی	۰/۱۱	۳/۴	۱/۵	۱۱/۲	۰/۱۵	۳/۳	۵۵	۰/۰۹۲	۰/۰۳۷	۱۷/۵	۰/۳۱	۷/۲

شکل ۲- جدول درصد عناصر شیمیایی نمونه خاک‌های استقراری و غیراستقراری تپه زاغه



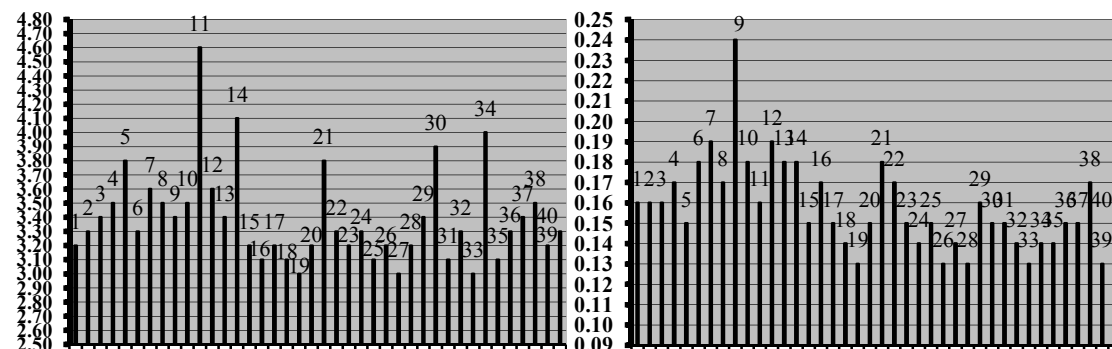
نمودار ۲ میزان پتاسیم (%)

نمودار ۱ میزان فسفات (%)



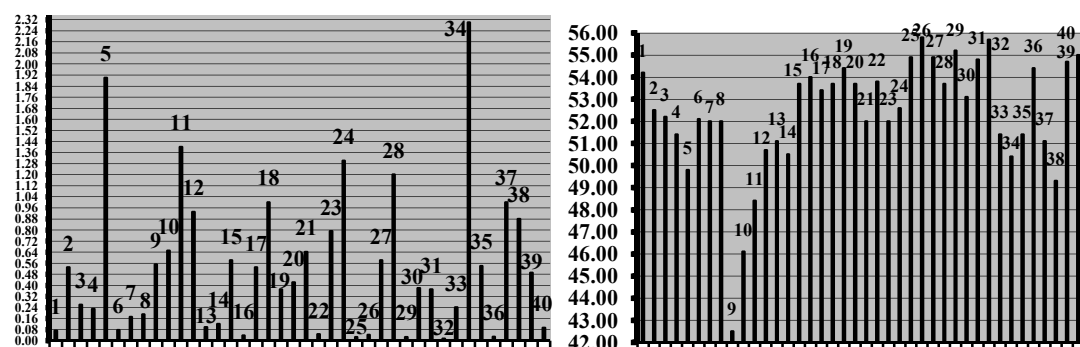
نمودار ۴ میزان کلسیم (%)

نمودار ۳ میزان سدیم (%)



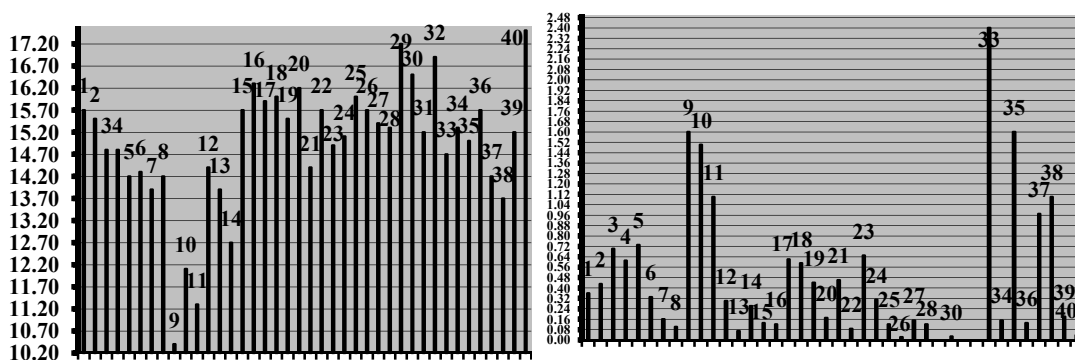
نمودار ۶ میزان منیزیم (%)

نمودار ۵ میزان منگنز (%)



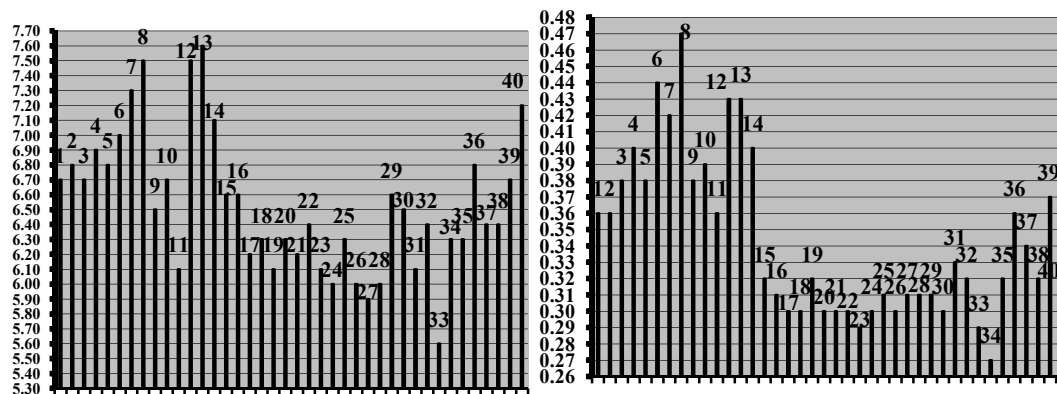
نمودار ۸ میزان کلر (%)

نمودار ۷ میزان سیلیسیم (%)



نمودار ۱۰ میزان آلومینیوم

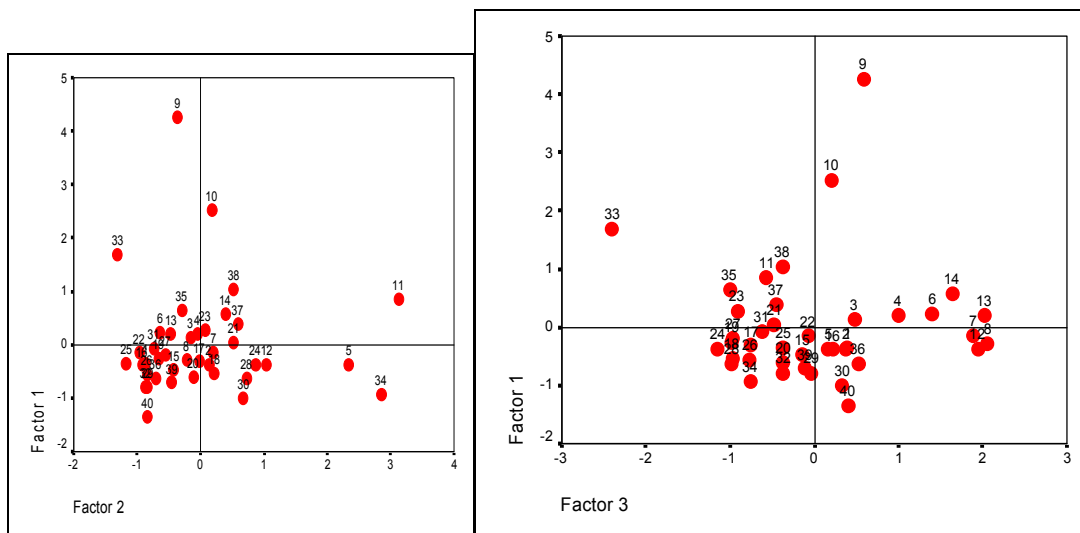
نمودار ۹ میزان گوگرد



نمودار ۱۲ میزان آهن

نمودار ۱۱ میزان تیتانیوم

شکل ۳- نمودارهای دوازده گانه مشخص کننده میزان (%) دوازده عنصر شیمیایی در چهل نمونه خاک تپه زاغه



شکل ۴: نمودارهای ۱۳ و ۱۴ نمایش نمونه‌ها با بارهای عاملی عامل اول در برابر عامل دوم و نمایش عامل اول در برابر عامل سوم از طریق تحلیل مؤلفه‌های اصلی

منابع

- ابطحی، علی؛ حاج رسولی‌ها، شاپور؛ حق‌نیا، غلامحسین؛ سیادت، حمید؛ کلباسی اشتری، محمود، مفتون، منوچهر، ۱۳۷۹. فرهنگ کشاورزی و منابع طبیعی؛ خاک‌شناسی، جلد دهم، تهران، دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات و چاپ.
- توحیدی، فائق؛ ۱۳۷۹. فن و هنر سفالگری، تهران: سمت.
- خادمی ندوشن، فرهنگ، ۱۳۸۶، کاربردهای استخوان در پژوهش‌های باستان‌شناختی، مجموعه مقالات نخستین همایش منطقه‌ای باستان‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه.
- روجوشکی، ۱۳۸۳، فرهنگ تشریحی جغرافیا/انگلیسی به فارسی، مترجم علیرضا صالحی، تهران، دانشیار.
- صادق کوروس، هند، ۲۵۳۶، رسوب‌ها و خاک‌های سگزآباد، مارلیک، نشریه مؤسسه و گروه باستان‌شناسی و تاریخ هنر، شماره ۲، ص ۱۰۸-۹۹.
- صادقی، عباسقلی، ۱۳۸۱، جغرافیای خاک‌ها، تهران، دانشگاه پیام نور، چاپ دوم.
- عطری، مرتضی، ۱۳۸۴، واژه‌نامه علوم زیستی، انتشارات دانشگاه ابوعلی سینا، جلد یک.
- فاضلی نشلی، حسن-جمالی، مرتضی؛ ۱۳۸۱. تبیین فرآیند تولید تخصصی سفال در روستای پیش از تاریخ زاغه بر اساس مطالعات باستان‌شناختی و نتایج پتروگرافی، مجموعه مقالات نخستین همایش باستان‌سنجی در ایران، نقش علوم پایه در باستان‌شناسی، تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور (پژوهشگاه)، پژوهشکده باستان‌شناسی.
-؛ ۱۳۸۵. باستان‌شناسی دشت قزوین از هزاره ششم تا هزاره اول پ.م، تهران، دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات و چاپ.
- فاغان، برایان؛ ۱۳۸۲. سرآغاز: درآمدی بر باستان‌شناسی، ترجمه غلامعلی شاملو، تهران: سمت.
- کیهانی، علی، ۱۳۶۳، فرهنگ مصور علوم طبیعی، تهران، انتشارات پیروز، چاپ سوم
- لامعی رشتی، محمد، ۱۳۸۱. نقش تحلیل عنصری در باستان‌سنجی: تجربه آزمایشگاه واندوگراف، مجموعه مقالات نخستین همایش باستان‌سنجی در ایران، نقش علوم پایه در باستان‌شناسی، تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور (پژوهشگاه)، پژوهشکده باستان‌شناسی.
- مایز، سایمون، ۱۳۸۱، باستان‌شناسی استخوان‌های انسان، ترجمه مازیار اشرفیان بناب، تهران، سازمان میراث فرهنگی کشور (پژوهشگاه)، پژوهشکده باستان‌شناسی.
- ملاردی، محمدرضا، ۱۳۸۵، فرهنگ جامع شیمی، تهران، نشر مدرسه.
- ملاصالحی، حکمت‌الله، مرجان مشکور، امیر چایچی و رحمت نادری؛ ۱۳۸۵. گاه‌نگاری محوطه پیش‌ازتاریخی زاغه در دشت قزوین، نشریه باستان‌شناسی و مطالعات میان‌رشته‌ای، سال دوم، شماره ۴، صص ۳۵-۲۶.
- ملک شه‌میرزادی، صادق، ۱۳۶۷، بررسی طبقه اجتماعی در دوران استقرار در روستا بر اساس روش تدفین در زاغه، مجله باستان‌شناسی و تاریخ، مرکز نشر دانشگاهی، شماره ۲.
-؛ ۱۳۷۵. مبانی باستان‌شناسی ایران- بین‌النهرین و مصر، انتشارات مارلیک.
-؛ ۱۳۷۸. ایران از آغاز تا سپیده دم شهرنشینی.
- نگهبان، عزت‌الله؛ ۱۳۵۱. گزارش مقدماتی حفاری دشت قزوین، نشریه مارلیک، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱.
-؛ ۱۳۷۴. معبد منقوش زاغه دشت قزوین، مجموعه مقالات کنگره تاریخ معماری و شهرسازی ایران، تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور، جلد دوم.
-؛ ۱۳۷۶. مروری بر پنجاه سال باستان‌شناسی ایران، سازمان میراث فرهنگی کشور، تهران.
- نواب‌زاده، منصور، ۱۳۸۶، خاک‌شناسی عمومی، کرج، نشر آموزش کشاورزی.

Bolender, D.J., 2006, *The creation of a propertied landscape: land tenure and agricultural investment in Medieval Iceland*, PH.D thesis, University of Evanston, Illinois.

Crowther, J., 2004, *Soil/sediment analysis: background to analytical methods*, University of Wales, Lampeter, Archaeological services.

Entwistle, J.A., Dodgshon, R.A., Abrahams P.W., 2000, An Investigation of former land-use activity through the physical and chemical analysis of soils from the Isle of Lewis, Outer Hebrides, *Archaeological Prospects*. 7: 171-188.

- Entwistle, J.A., Dodgshon, R.A., Abrahams, P.W., 1998, Multi-element analysis of soils from Scottish historical sites: interpreting land-use history through the physical and geochemical analysis of soil, *Journal of Archaeological Science* 25: 53-68.
- Farrell, M.P., 1997, *The garden city hypothesis in the Maya Lowlands*, PH.D dissertation, Department of Geography, University of Cincinnati.
- Gurney, D.A., 1985, *Phosphate analysis of soils: a guide for the field archaeologist*. Technical Paper no. 3.
- Holliday, V.T., Garner, W.G., 2007. Methods of soil P analysis in archaeology, *Journal of Archaeological Science* 34: 301-333.
- Hutson, S.R., 2004, *Dwelling and subjectification at the ancient urban center of Chunchucmil, Yucatan: Mexico*, PH. D thesis, University of California, Berkeley.
- King, S. M., 2007, The spatial organization of food sharing in early postclassic households: an application of soil chemistry in ancient Oaxaca, Mexico, *Journal of Archaeological Science*. 34: 1-16.
- Knudson, K.J., Frink, L., Hoffman, B.W., Price, T. D., 2004, Chemical characterization of arctic soils: activity area analysis in contemporary Yup'ik Fish Camps using ICP-AES, *Journal of Archaeological Science* 31: 443-456.
- Macphaila, R.I., Cruisea, G.M., Allenb, M.J., Linderholmc, J., Reynoldsd, P., 2004, Archaeological soil and pollen analysis of experimental floor deposits; with special reference to Butser Ancient Farm, Hampshire, UK, *Journal of Archaeological Science* 31: 175-191.
- Malek Shahmirzadi, sadegh; 1977, *Tepe Zagheh, a sixth millennium B.C. village in the Qazvin plain of the Central Iranian Plateau*, PH.D thesis, Faculty of the graduate school of arts and sciences, University of Pennsylvania.
- Marwick, B., 2005, Element concentrations and magnetic susceptibility of anthrosols: indicators of prehistoric human occupation in the inland Pilbara, Western Australia, *Journal of Archaeological Science* 32: 1357-1368.
- Parnell, J.J., 2001, *Soil chemical analysis of activity areas in the archaeological site of Piedras Negras, Guatemala*, MSc thesis, faculty of Brigham Young University.
- Rapp G., Hill, C., 1998, *Geoarchaeology, the Earth-science approach to archaeological interpretation*, Yale University Press, New Haven and London.
- Ryan Roth, L.T., 2002, *Total Phosphorus use area determination of Lucayan settlements, middle Caicos, Turks and Caicos Islands, British West Indies*, MA thesis Department of Archaeology, University of Calgary, Alberta.
- Terry, E.R., Hardin, P.J., Houston, S.D., Nelson, S.D., Jackson, M.W., Carr, J., Parnell, J., 2000, Quantitative Phosphorus measurement: a field test procedure for archaeological site analysis at Piedras Negras, Guatemala. *Geoarchaeology* 15: 151-166.
- Wells, E.C., Terry, R.E., Parnell, J. Hardin, P.J., Jackson, M.W., Houston, S.D., 2000, Chemical analyses of ancient anthrosols in residential areas at Piedras Negras", Guatemala, *Journal of Archaeological Science* 27: 449-462.
- Wells, E.C., 2004, Investigating activity patterns in prehispanic plazas: weak acid-extraction, Icp-Aes analysis of anthrosols at Classic Period El Coyote, Northwestern Honduras., *Archaeometry* 46: 67-84.
- Wells, E.C., 2004, *A brief history of archaeological soil chemistry*, Hpsss newsletter, 2-4.
- Wilson, C.A., Davisson, D.A., Cresser, M.S., 2007 (a), Multi-element soil analysis: an assessment of its potential an aid to archaeological interpretation, *Journal of Archaeological Science* 27: 1-13.
- Wilson, C.A., Davison, D.A., Cresser, M.S., 2007 (b), Evaluating the use of multi-element soil analysis in archaeology: a study of a post-medieval croft (ollicarth) in Shetland". *Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Serie A*, 112, 69-77.