

جابه‌جایی جمعیتی ساکنان مرسین چال در نیمه دوم هزاره اول پیش از میلاد

چکیده

گورستان مرسین چال در حاشیه رودخانه اسپه‌رو، جنوب‌غربی روستای تلاجیم در شهرستان مهدی‌شهر استان سمنان قرار گرفته است. این گورستان از یک سو حدفاصل مناطق کویری و فلات مرکزی ایران و از سوی دیگر شمال و شمال‌شرق ایران، در حاشیه جنوبی البرز شرقی قرار گرفته است. گورستان مرسین چال در منطقه‌ای با پتانسیل‌های زیست‌محیطی غنی، کانسارهای معدنی و در مسیر شاهراه‌های ارتباطی شرق به غرب دنیای باستان (جاده خراسان بزرگ) واقع شده است. مطالعات گاهنگاری مطلق نشان می‌دهد که این گورستان در دوره‌های هخامنشی، سلوکی و اشکانی مورد استفاده قرار می‌گرفته است. لذا این گورستان از یک سو به این جهت که اولین محوطه هخامنشی کاوش شده در منطقه سمنان است، بسیار مورد توجه است زیرا بیانگر پویایی امپراطوری هخامنشی در سطح منطقه مذکور می‌باشد و از سوی دیگر به دلیل نزدیکی به حوزه تمدنی قومس بسیار حائز اهمیت است. در این راستا، یکی از اهداف فصل سوم کاوش‌های باستان‌شناسی گورستان مرسین چال، شناسایی و بررسی شیوه‌های تدفین و مطالعات انسان‌شناسی زیستی بود. بنابراین پژوهش حاضر با هدف تخمین سن، تعیین جنس و بومی یا غیربومی بودن ساکنین این گورستان از طریق مطالعات زیست‌باستان‌شناسی مورد بررسی قرار گرفت. برای دستیابی به اهداف مذکور پرسش‌هایی مطرح شد، مبنی بر اینکه ۱- تخمین سن و تعیین جنس افراد مذکور در این گورستان به چه صورت است؟ ۲- چگونه می‌توان بومی یا مهاجر بودن مردمان منطقه مورد مطالعه را مشخص نمود؟ در راستای پاسخگویی به پرسش‌های مذکور، پژوهش حاضر با استفاده از روش تحلیلی-آزمایشگاهی مطالعات آنالیز ایزوتوپ پایدار استرانسیوم ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) بر روی نمونه‌های مینای دندان به همراه روش‌های آماری SPSS، بقایای اسکلت‌های انسانی ۱۲ گور از ۴۹ تدفین کاوش شده گورستان مرسین چال را مورد مطالعه قرار می‌دهد. براساس آنالیز نسبت ایزوتوپ‌های پایدار استرانسیوم اسکلت‌های زنان و مردان بالغ گورستان مرسین چال، به عنوان نتیجه نهایی مشخص گردید که به احتمال زیاد، این گورستان در طی نیمه دوم هزاره اول قبل از میلاد میزبان جامعه‌ای بومی بوده است.

واژگان کلیدی: گورستان مرسین چال، نیمه دوم هزاره اول قبل از میلاد، جابه‌جایی جمعیتی، مینای دندان، ایزوتوپ استرانسیوم.

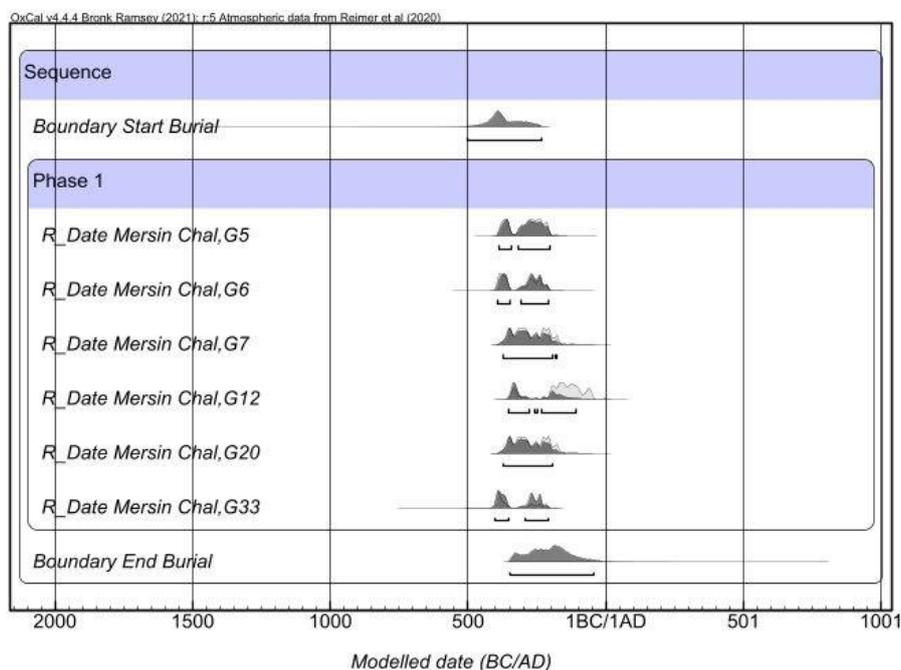
گورستان مرسین چال با مختصات جغرافیایی $X:719131.920$ و $Y:3991489.190$ در حوضه آبرگیر سد فینسک، شرق روستای تلاجیم، حاشیه جنوبی رودخانه اسپهرو، بخش پشتکوه شهرستان مهدی شهر، در شمال غرب استان سمنان واقع شده است. پس از قطعی شدن احداث سد فینسک بر روی رودخانه اسپهرو (سفید رود) توسط شرکت آب منطقه‌ای استان سمنان، در مرحله مطالعاتی، سد مذکور بررسی و موجب شناسایی محوطه مرسین چال گردید. این محوطه در سال ۱۳۸۹ توسط مرتضایی و ملکی (مرتضایی و ملکی، ۱۳۸۹) بررسی و شناسایی شد. اولین و دومین فصل کاوش‌های این محوطه در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۹ توسط مهرداد ملکزاده (ملکزاده و دیگران، ۱۳۹۴) و فصل سوم این پژوهش‌ها در تابستان سال ۱۴۰۰ توسط دو هیأت به سرپرستی محمدرضا نعمتی و عطا حسن‌پور انجام گرفت. در کاوش باستان‌شناختی فصل سوم گورستان مرسین چال به سرپرستی محمدرضا نعمتی در سال ۱۴۰۰، سه ترانشه به ابعاد گوناگون ایجاد گردید. ترانشه C11 به ابعاد ۱۰*۵ متر ایجاد شد که در این ترانشه ۴ گور شناسایی و مورد کاوش قرار گرفت. ترانشه D11 به ابعاد ۱۰*۱۰ متر می‌باشد که از این ترانشه ۱۷ گور به دست آمد. از ترانشه E11 نیز با ابعاد ۱۰*۱۰ متر، ۲۸ گور شناسایی شد. در مجموع از این سه ترانشه، ۴۹ تدفین از نوع گورهای چاله‌ای متعلق به هزاره اول قبل‌ازمیلاد شناسایی شد. سابقاً مطالعات کربن ۱۴ نشان می‌داد که این گورستان متعلق به دوره هخامنشی است (Malekzadeh et al, 2023). لیکن علاوه بر کشف انگشترمهرهای متعلق به دوره‌های سلوکی/اشکانی از قبور مرسین چال، مطالعات گاهنگاری مطلق (C14) که اخیراً بر روی اسکلت‌های انسانی این گورستان صورت گرفته نشان از استمرار این گورستان در دوره‌های اواخر هخامنشی، سلوکی و اشکانی دارد (شکل ۱).

گورستان مرسین چال "اولین محوطه دوره هخامنشی است که در این قسمت از ایران، در کرانه جنوب شرقی دریای خزر کاوش شده است، بنابراین این محوطه پویایی امپراتوری هخامنشی در سطح منطقه نشان می‌دهد" (Malekzadeh et al, 2023: 14). از سوی دیگر منطقه سمنان (قومس یا هکتوم‌پلیس) زمانی پایتخت اشکانیان بوده که در حاشیه شاهراه ارتباطی خراسان بزرگ (جاده ابریشم) قرار گرفته بود و دارای موقعیت استراتژیکی مهمی بوده است (شریفی، ۱۳۹۸: ۱۴۵). جاده شرقی-غربی خراسان بزرگ مهمترین مسیر ارتباطی-تجاری در فلات ایران است که آسیای مرکزی را از طریق خراسان و در امتداد دامنه‌های جنوبی رشته‌کوه‌های البرز به آناتولی و بین‌النهرین متصل می‌کند (Tahmasebi Zave & Irvani Ghadim, 2015: 77). امروزه قومس در محدوده استان سمنان واقع شده است لذا مطالعه گورستان مرسین چال از نظر نزدیکی به حوزه تمدنی قومس نیز بسیار حائز اهمیت است. این موضوع بر اهمیت مطالعه داده‌های استخوانی گورستان مرسین چال جهت بازسازی تنوع جمعیتی (جمعیت بومی و غیربومی) مردمان ساکن در این منطقه می‌افزاید. نظر به اینکه تاکنون هیچ گونه مطالعه‌ای بر روی بقایای اسکلتی گورستان مرسین چال صورت نگرفته است و با توجه به اینکه موقعیت جغرافیایی این گورستان در فلات مرکزی به گونه‌ای بوده که همواره پتانسیل‌های زیست‌محیطی لازم را به لحاظ منابع معیشتی و همچنین موقعیت سوق‌الجیشی، قرارگیری بر روی شاهراه ارتباطی بین شرق و غرب دنیای باستان، برای مردمان گذشته مهیا می‌کرده است لذا این شرایط مساعد گاه‌ها در برهه‌هایی از زمان موجب جابه‌جایی جمعیت‌ها و مهاجرت‌های گسترده به سوی این منطقه می‌شده است. پژوهش حاضر در نظر دارد براساس آنالیز ایزوتوپ استرانسیوم به مطالعه جابه‌جایی جمعیتی در محوطه مرسین چال بپردازد. در این پژوهش، منظور از جابه‌جایی و تحرک، حضور افراد غیربومی در جامعه می‌باشد. "بومی بودن بدین معناست که آنها در طول زندگی‌شان مهاجرت طولانی نداشته و از محصولات غذایی بومی استفاده می‌کرده‌اند" (گودرزی و دیگران، ۱۴۰۰: ۵۳).

پرسش و فرضیات پژوهش: در راستای اهداف پژوهش، پرسش‌ها و فرضیاتی مطرح گردید که عبارتند از: ۱- تخمین سن و تعیین جنس افراد مذکور در این گورستان براساس چه پارامترهایی انجام شده است؟ طبق مطالعات بقایای اسکلتی می‌توان فرض نمود که غالباً متعلق به افراد بالغ هستند و مربوط به هر دو جنسیت زن و مرد می‌باشند. ۲- براساس مطالعات آنالیز ایزوتوپ پایدار بر روی دانه‌های بیولوژیکی به دست آمده از کاوش‌های باستان‌شناختی گورستان مرسین چال، چگونه می‌توان بومی یا مهاجر بودن مردمان منطقه مورد مطالعه را مشخص نمود؟ براساس آنالیز ایزوتوپ‌های پایدار استرانسیوم می‌توان بومی یا غیربومی بودن ساکنان گورستان مرسین چال را بازسازی نمود و فرض نمود که ساکنان منطقه مورد مطالعه دارای ترکیب جمعیتی بومی و مهاجر بوده‌اند.

روش پژوهش: پژوهش حاضر از نوع تحقیقات کاربردی است که با رویکرد زیست‌باستان‌شناسی به مطالعه بقایای اسکلتی به دست آمده از تدفین‌های گورستان مرسین چال می‌پردازد. با توجه به اینکه مطالعه در حوزه زیست‌باستان‌شناسی متکی به مطالعات آزمایشگاهی بر روی بقایای بیولوژیکی است، بنابراین می‌توان بیان نمود که این پژوهش براساس ماهیت و روش مبتنی بر روش تجربی می‌باشد. از سوی دیگر،

با توجه به اینکه حصول نتایج در این پژوهش متکی به تحلیل‌های آماری در راستای ارزیابی، مطالعه و تفسیر شرایط زیستی و اجتماعی جوامع گذشته می‌باشد لذا روش توصیفی-تاریخی و توصیفی-تحلیلی را نیز می‌توان برای پژوهش حاضر در نظر گرفت. در مجموع باید متذکر گردید که این پژوهش با گردآوری اطلاعات مورد نیاز به صورت عملی شامل مطالعات میدانی، آزمایشگاهی و آماری در جهت پاسخ به سوالات پژوهش، به تجزیه و تحلیل داده‌ها و نتیجه‌گیری نهایی اقدام خواهد نمود.

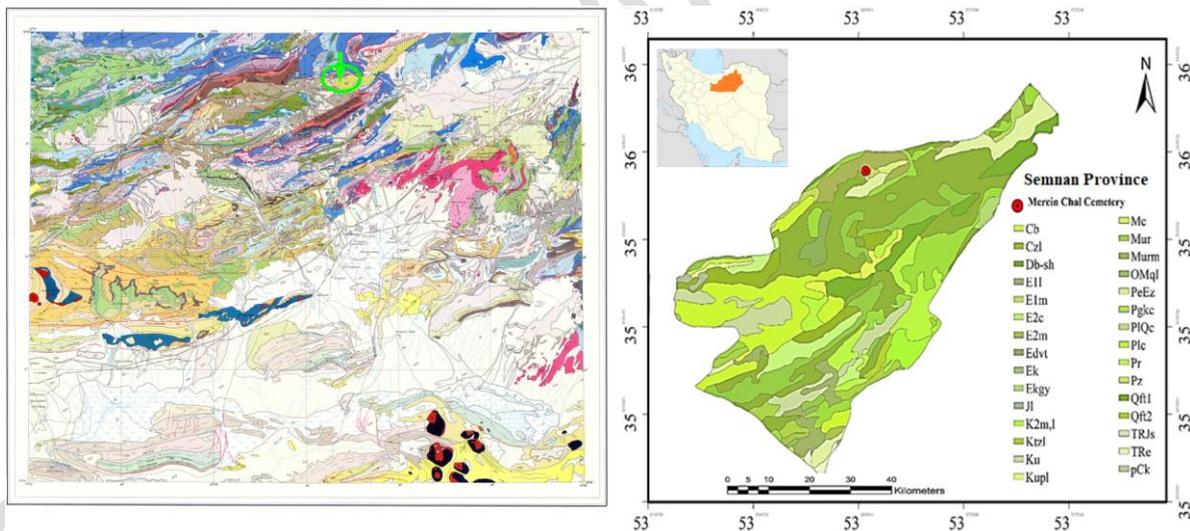


شکل ۱. نمودار همسنجی گاهنگاری مطلق C14 نمونه‌های گورستان مرسین چال (منتشر نشده)

مبانی نظری

نسبت‌های ایزوتوپ استرانسیوم ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) یک ردیاب ژئوشیمیایی کلیدی است که در طیف وسیعی از زمینه‌ها همانند باستان‌شناسی، اکولوژی، مواد غذایی و علوم پزشکی قانونی استفاده می‌شود (Willmes *et al.*, 2013: 763). در مطالعات باستان‌شناسی، آنالیز ایزوتوپ Sr توسط پژوهش‌های اریکسون معرفی شد و به یک روش استاندارد برای مطالعه تحرک و جابه‌جایی انسان‌ها و جانوران تبدیل شده است (Blank *et al.*, 2018: 4). عنصر استرانسیم دارای چهار ایزوتوپ پایدار است: ^{84}Sr ، ^{86}Sr ، ^{87}Sr و ^{88}Sr . رادیوژنیک است و از واپاشی ^{87}Rb ایجاد می‌شود (Galvez, 2012: 89). آنالیز ایزوتوپ استرانسیوم ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) نمونه‌های باستان‌شناسی (دندان‌ها و استخوان‌ها) یک روش مناسب برای شناسایی تحرک انسان در گذشته است (Willmes *et al.*, 2018: 3; Bentley, 2006: 135; Gregoricka, 2021: 20). زیرا تغییرات ایزوتوپ استرانسیوم با زمین‌شناسی محلی مرتبط است. نسبت ایزوتوپ استرانسیوم $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ در انواع مختلف سنگ‌ها و رسوبات متفاوت است (Price, 2015: 78). برخی از سنگ‌ها (مانند بازالت) از لحاظ وجود ایزوتوپ ^{87}Sr فقیر و برخی دیگر (همانند گرانیت) از لحاظ ایزوتوپ ^{87}Sr غنی هستند. در سنگ‌های رسوبی، به دلیل تغییرات زمانی در ترکیبات ایزوتوپی آب دریا، غلظت ^{87}Sr به شدت با سن زمین‌شناسی مرتبط است (Sołtysiak, 2020: 116). ایزوتوپ‌های استرانسیوم بسته به سنگ بستر زمینه‌ای که باعث ایجاد خاک می‌شود، متفاوت هستند و بین افراد تغذیه‌کننده از دریا و در مقابل افرادی که از منابع زمینی تغذیه می‌کنند، تفاوت وجود دارد (Katzenberg, 2008: 430-431). استرانسیوم موجود در سنگ‌ها در اثر هوازدگی آزاد می‌شود، وارد چرخه خاک، پوشش گیاهی و جانوران می‌شود و از طریق چرخه غذایی توسط انسان‌ها جذب می‌شود. استرانسیم از نظر شیمیایی مشابه کلسیم می‌باشد و لذا جایگزین کلسیم در آپاتیت بیولوژیکی (استخوان‌ها، مینای دندان‌ها) می‌شود، جایی که هیچ عملکرد متابولیکی ندارد (Bentley, 2006: 141; Willmes *et al.*, 2018: 4). مینای دندان ماده ترجیحی برای بررسی

تحرك انسان‌ها و حیوانات ماقبل تاریخ است، زیرا نسبت به استخوان کمتر در معرض دیاژنز و آلودگی است (Blank *et al.*, 2018: 5). یکی از مهمترین معیارهای انتخاب اسکلت برای مطالعات ایزوتوپی، وجود دندان‌های مولر اول در شرایط مناسب است. ساختار (مینا) دندان‌های مولر در دوران پیش از تولد تشکیل می‌شود و پس از آن، ترکیب شیمیایی آن به‌طور کلی تغییر نمی‌کند (Price, 2015: 3; Bentley, 2006; Hrnčič & Laffoon, 2019: 3). بنابراین "نسبت ایزوتوپ استرانسیوم مینای دندان نشانگر سنگ‌بستر محل تولد افراد می‌باشد و نسبت ایزوتوپ استرانسیوم در استخوان همان فرد، بقایای گیاهی، جانوری و سنگ‌بستر، بیانگر محیط زندگی فرد در دوران بزرگسالی می‌باشد" (گودرزی و دیگران، ۱۴۰۰: ۶۱). این خصیصه می‌تواند برای ردیابی تحرک و جابه‌جایی در مناظر زمین‌شناسی متمایز استفاده شود، یعنی اگر "شخصی به مکان جدیدی با شرایط زمین‌شناسی متفاوت منتقل شود، یا در مکان جدیدی دفن شود، ایزوتوپ‌های مینای دندان با مکان‌های جدید مطابقت ندارند" (Price, 2015: 78)، لذا می‌توان فرد را به عنوان مهاجری که دندان هایش دارای امضاهای $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ متفاوتی هستند، شناسایی نمود (Bentley *et al.*, 2003: 474). بنابراین با آنالیز مقادیر ایزوتوپ استرانسیوم $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ در مینای دندان‌های دائمی انسان (عمدتاً دندان‌های آسیاب اول) می‌توان تحرک و جابه‌جایی را در جمعیت‌ها را نشان داد (Sołtysiak, 2020). منظور از تحرک، مهاجرت ساکنین بین دو منطقه با سنگ‌بستر متفاوت یا بهره‌مندی از رژیم غذایی مبتنی بر منابع غیربومی می‌باشد. باید توجه داشت که "نسبت‌های ایزوتوپی استرانسیوم در جایی که مناطق از نظر زمین‌شناسی تقریباً یکسان هستند، تفاوت قابل توجهی را نشان نمی‌دهد، بنابراین یکی از مهم‌ترین الزامات مطالعات جابه‌جایی و تحرک بر اساس آنالیز ایزوتوپ استرانسیوم این است که منطقه باید دارای تنوع زمین‌شناسی کافی باشد. بنابراین، قبل از شروع هرگونه تجزیه و تحلیل، لازم است زمین‌شناسی منطقه‌ای که نمونه‌ها در آن یافت شده‌اند، مطالعه شود" (Kasiri & Zand Karimi, 2017: 360). همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، روستای تلاجیم بر روی سازندهای شمشک واقع شده که شامل ماسه‌سنگ، شیل، سنگ آهک نازک و ... می‌باشد و از نظر زمین‌شناسی از نواحی مجاور قابل تشخیص است. از آنجایی که تفاوت‌های زمین‌شناسی مستقیماً بر نسبت $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ تأثیر می‌گذارد، می‌توان بقایای بیولوژیکی این منطقه را با مطالعات ایزوتوپی استرانسیوم به‌طور مؤثر مورد بررسی قرار داد.



شکل ۲. نقشه زمین‌شناسی استان سمنان و مناطق همجوار. منطقه‌ای که با رنگ سبز مشخص شده، محدوده گورستان مرسین چال می‌باشد. (<http://www.ngdir.ir>)

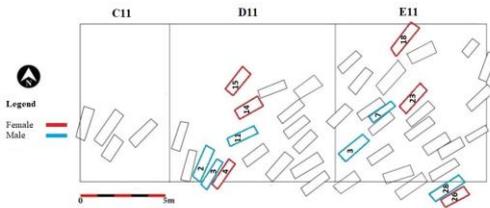
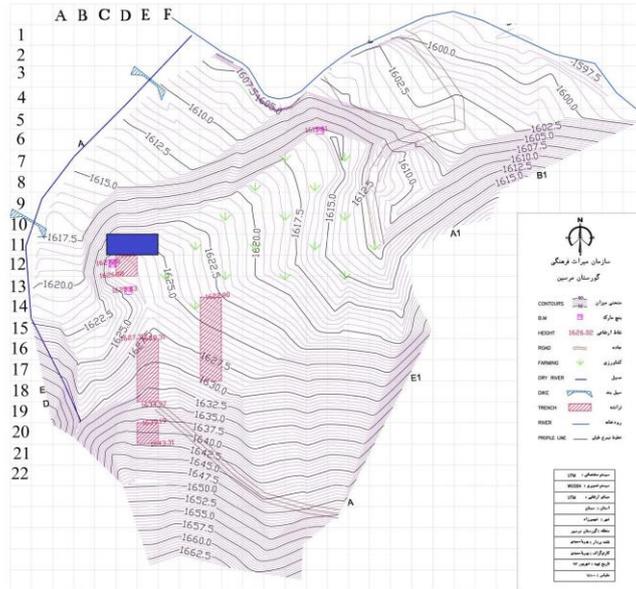
پیشینه پژوهش

"مطالعات بیوشیمی ایزوتوپی بر روی نمونه‌های استخوان و دندان به روشی رایج در باستان‌جانورشناسی و دیرین‌انسان‌شناسی تبدیل شده است" (Mashkour *et al.*, 2005). این مطالعات با هدف "مستندسازی شیوه‌های زندگی در دوران پیش از تاریخ انجام می‌شوند، به ویژه شیوه‌هایی که مستلزم تحرک به عنوان نمود سازگاری اکولوژیکی یا تصمیمات اجتماعی-اقتصادی هستند" (Mashkour, 2003). یکی از شیوه‌های زیستی مبتنی بر تحرک، دامداری است. "دامداری همواره نقش اساسی در ساختار جوامع و اقتصاد خاور نزدیک باستان ایفا

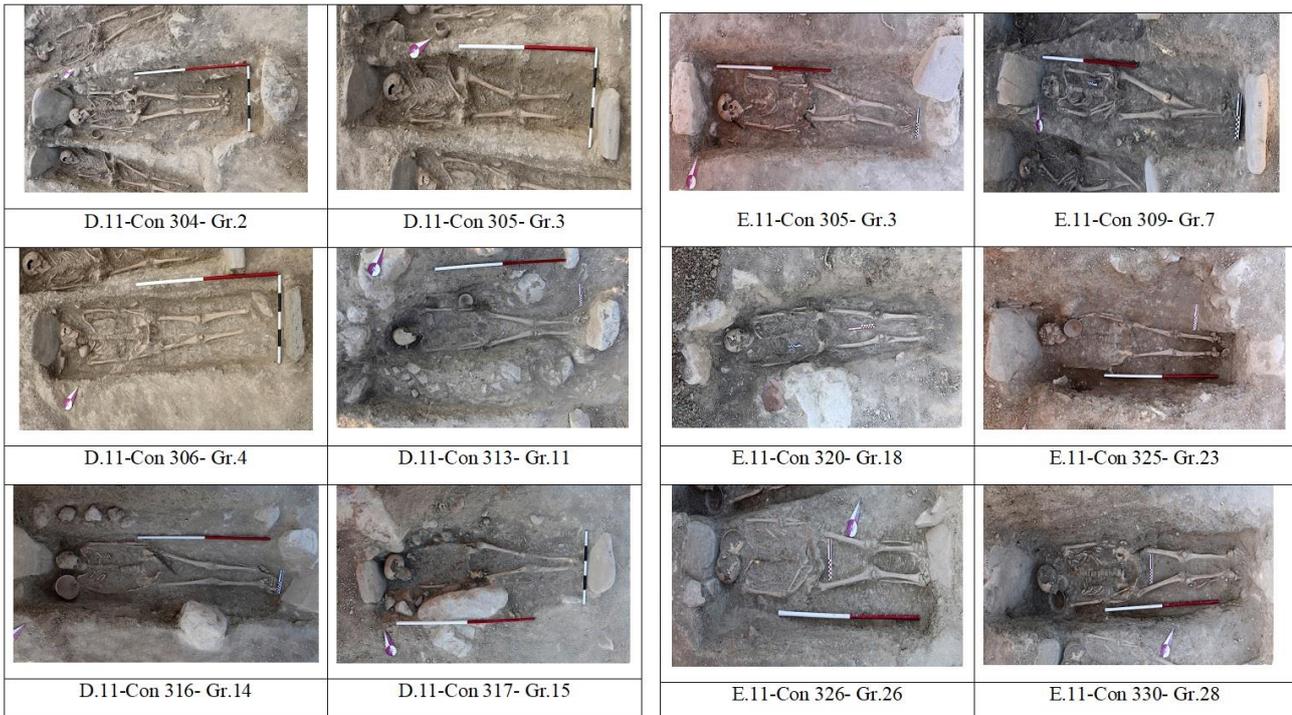
کرده است" (Mashkour & Abdi, 2002). این شیوه اقتصاد معیشتی در هر دو الگوی زیستی یکجانشین و کوچ‌نشین مشاهده می‌شود (Mashkour et al., 2005). شیوه زیستی کوچ‌نشینی نیز شامل انواع مختلفی از تحرک می‌شود که عبارتند از: کوچ‌روی، کوچ‌نشینی تخصصی، کوچ‌نشینی نیمه‌مستقل، کوچ‌نشینی عمودی و کوچ‌نشینی افقی (Bernbeck, 1992:83). مطالعات گذشته با استفاده از آنالیز متریک بقایای استخوان‌های جانوری در توه خشکه (Mashkour & Abdi, 2002) و تپه تولایی (Bernbeck, 1992) و همچنین براساس آنالیز ایزوتوپ پایدار $\delta^{13}C$ و $\delta^{18}O$ در جهت بررسی حرکات فصلی دام در عشایر بختیاری (Mashkour et al., 2005) و نحوه بررسی کوچ‌نشینی در منطقه زاگرس (Mashkour, 2003)، همگی مبتنی بر مطالعه بقایای جانوری در جهت بررسی نحوه تحرک بوده است. لیکن در دهه اخیر، مطالعات تحرک و جابه‌جایی‌های جمعیت‌های انسانی با رویکرد آنالیز ایزوتوپ پایدار $^{87}Sr/^{86}Sr$ بر روی بقایای اسکلت‌های انسانی مورد توجه قرار گرفته است. امروزه آنالیز ایزوتوپ پایدار استرانسیوم به یکی از متداول‌ترین روش‌ها در مطالعات زیست‌باستان‌شناسی تبدیل شده است. برخی پژوهش‌هایی که با رویکرد مذکور در ایران انجام شده است، عبارتند از: آنالیز ایزوتوپ‌های پایدار استرانسیوم بر روی بقایای انسانی گورستان عصرآهن مسجد کبود تبریز (زندکریمی و همکاران، ۱۳۹۴؛ Kasiri & Zand Karimi, 2017؛ Ahmadzadeh et al., 2024)، آنالیز ایزوتوپ‌های پایدار استرانسیوم و تعیین افراد بومی یا غیربومی در گورستان عصرآهن محوطه باستانی گوهرتپه (شیخ‌شعاعی و نیکنامی، ۱۳۹۷)، بررسی پدیده مهاجرت در بقایای اسکلت‌های انسانی تپه‌سیلوه پیرانشهر (باقرزاده‌کثیری و عابدی، ۱۳۹۹؛ Ahmadzadeh Khojasteh et al., 2020) و سنجش ایزوتوپ‌های پایدار استرانسیوم در بقایای انسانی دوران تاریخی محوطه شهر قومس (گودرزی و همکاران، ۱۴۰۰).

گورستان مرسین چال

در طول کاوش‌های باستان‌شناسی گورستان مرسین چال، سه ترانسه (C11, D11, E11) در شمال غرب محوطه ایجاد شد (شکل ۳). در مرسین چال گورها مستطیلی شکل و به صورت چاله‌ای ساخته شده‌اند. به لحاظ ساخت، گورآوندها، نوع و جهت تدفین، بین قبور تجانس و مشابهت‌های فراوان مشاهده می‌شود. همه تدفین‌ها به صورت انفرادی با جهت شمال شرقی-جنوب غربی هستند. تدفین در بین تخته-سنگ‌هایی که در اضلاع شرقی و غربی گور به شکل عمودی قرار داده شده‌اند، انجام شده است. دو تخته‌سنگ نیز در بالای سر و زیر پای آن‌ها به‌عنوان نشانه قبر قرار گرفته است. تدفین‌ها به صورت طاق‌باز انجام شده و تنها در نحوه قرارگرفتن جهت سر، دست‌ها و پاها با یکدیگر متفاوت بوده‌اند (شکل ۴). در کنار تدفین‌ها اشیایی به‌عنوان هدایا درون گور و بالای سر اسکلت، گردن و دست‌ها و پاها قرار داده شده است. اغلب گورها دارای ظروف سفالی می‌باشند (شکل ۵). ظروف سفالی این قبور شباهت زیادی با محوطه قومس در دوره‌های سلوکی/اشکانی و با محوطه مرسین چال در دوره هخامنشی دارند. برای مثال، ظرف سفالی گور ۲۳ در ترانسه E11 (Malekzadeh et al., 2023: 5-Fig4) مشابه مرسین چال در دوره هخامنشی است و ظروف سفالی گور ۴ در ترانسه D11 (Stronach et al., 2019:22-Fig8:4)، گور ۲۶ در ترانسه E11 (Stronach et al., 2019:22-Fig8:4)، گور 28 در ترانسه E11 (Stronach et al., 2019:22-Fig18:33)، گور ۱۴ در ترانسه D11 (Stronach et al., 2019: 24-Fig10:16) شباهت زیادی به سفال‌های شهر قومس دارند. اشیای فلزی از جنس آهن، مفرغ و نقره شامل انواع خدنگ، خنجر، نوک پیکان، کارد، داس، پیکرک، مهره، دستبند، النگو، پابند، گوشواره، حلقه، انگشترمهر، گل سینه و زنگوله می‌باشند (شکل ۶). همچنین اشیای ساخته شده از جنس خمیرشیشه، سنگ، صدف، گچ و قیر در جهت ساخت انواع مهره‌ها به کار برده می‌شدند (نعمتی، ۱۴۰۰).



شکل ۳. توپوگرافی گورستان مرسین چال. موقعیت ترانشه‌های فصل سوم کاوش با رنگ آبی مشخص شده است (نعمتی، ۱۴۰۰)



شکل ۴. قبور مورد مطالعه گورستان مرسین چال (نعمتی، ۱۴۰۰)



شکل ۵. گزیده‌ای از ظروف سفالی قبور مورد مطالعه گورستان مرسین چال (نعمتی، ۱۴۰۰)

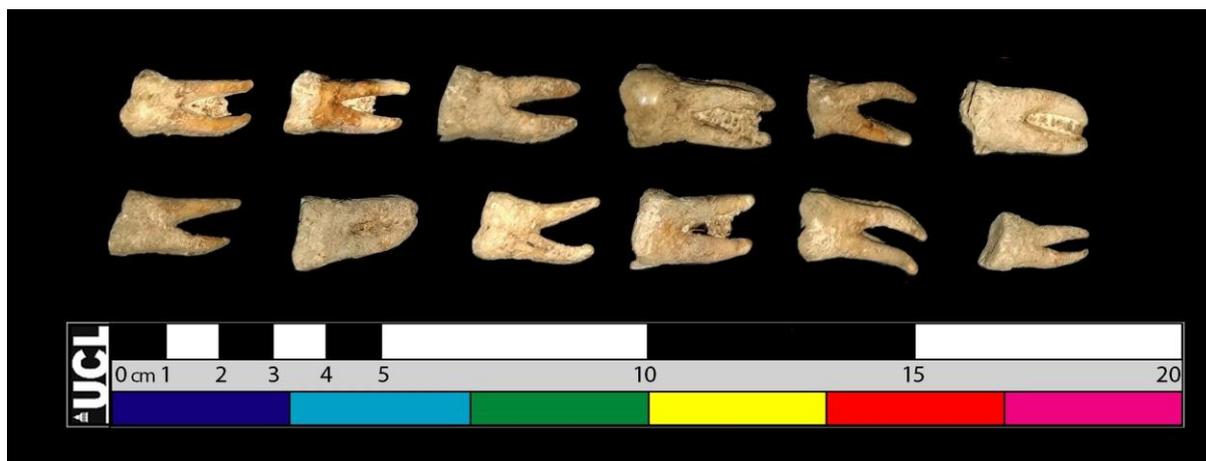


شکل ۶. گزیده‌ای از جنگ افزارها و داس‌های فلزی به‌دست آمده از گورستان مرسین چال (نعمتی، ۱۴۰۰)

نمونه‌های دندانی

باتوجه به موضوع پژوهش حاضر که بر پایه مطالعه بقایای اسکلتی گورستان مرسین چال در هزاره اول قبل از میلاد می‌باشد، لذا ۱۲ نمونه از بقایای اسکلتی که دارای دندان مولر اول بودند، جهت مطالعات آزمایشگاهی ایزوتوپی انتخاب شدند (شکل ۷). با توجه به اینکه بقایای اسکلتی مورد مطالعه در پژوهش حاضر، حفاظت شده و تا حدودی مفصل بندی شده هستند، بنابراین تخمین جنس بقایای اسکلتی براساس استخوان لگن (Bones of the Pelvis) [قوس شرمگاهی (Pubic Arch) و بریدگی سیاتیک (Sciatic Notch)] و استخوان جمجمه [برجستگی ابرو (Glabella)، زائده ماستوئید (Mastoid Process)، برجستگی پیشانی (Frontal Prominence)، برجستگی استخوان آهیانه (Parietal Prominence)، برجستگی اکسیپیتال/پس سری (Occipital Prominence)، حاشیه سوپراوربیتال (Supraorbital Margin)، برجستگی خط وسط فک پایین (Mental Eminence)] صورت گرفت (Mays, 1998؛ Buikstra, & Ubelaker, 1994؛ White & Folkens, 2005؛ Tague, 1995؛ Hager, 1996). تخمین سن براساس ساختارهای آناتومیکی بقایای اسکلتی از طریق موارد زیر صورت گرفت: بسته شدن درزهای جمجمه (Closure of the Cranial Sutures)، همجوشی اپی فیزیال (The Epiphyseal Fusion)، تغییرات در سمفیز شرمگاهی (Alterations in the Pubic Symphysis)، مراحل انحطاط انتهای دنده‌های جناغی (Stages of Degeneration of Sternal Rib Ends)، تغییرات در سطح گوش مفصل ساکروایلیاک (Changes in the Auricular Surface of the Sacroiliac Joint)، استئوفیت‌های مهره‌ای (Vertebral Osteophytes)، استخوانی شدن غضروف تیروئید (Ossification of the Thyroid Cartilage)، همجوشی استخوان هیوئید (Fusion of the Hyoid Bone) و ساییدگی دندان (Tooth Attrition) (Oliveira et al., 2006: 407؛ Buikstra, & Ubelaker, 1994؛ White & Folkens, 2005؛ Lovejoy et al, 1985).

انتخاب شده برای این پژوهش همگی متعلق به افراد بالغ هستند و ترکیبی از اسکلت‌های دو جنسیت زن و مرد می‌باشند (جدول ۱). (Meindl & Lovejoy, 1984; Todd, 1920; Scan et al, 1984). براساس مطالعات تخمین سن و تعیین جنس، نمونه‌های



شکل ۷. نمونه‌های دندانی مورد مطالعه از گورستان مرسین چال (نگارندگان، ۱۴۰۲)

جدول ۱. نتایج آنالیز ایزوتوپ استرانسیوم نمونه‌های مینای دندان بقایای انسانی گورستان مرسین چال (نگارندگان، ۱۴۰۲)

Mersin Chal Cemetery (2021)									
Number	ID	T.T.R	Context	Grave	Sex	Age	Tooth	Sr_value	Error
1	IH-885	D11	304	2	Male	>45	LRM1	0/708464	± 0,000015
2	IH-886	D11	305	3	Male	40-45	LRM1	0/708406	± 0,000012
3	IH-887	D11	306	4	Female	40-45	LLM1	0/708349	± 0,000010
4	IH-888	D11	313	11	Male	>45	LRM1	0/708200	± 0,000010
5	IH-889	D11	316	14	Female	>35	LRM1	0/708299	± 0,000010
6	IH-890	D11	317	15	Female	35-40	LRM1	0/708195	± 0,000010
7	IH-891	E11	305	3	Male	Adult?	LRM1	0/708358	± 0,000010
8	IH-892	E11	309	7	Male	45-55	LLM1	0/708361	± 0,000010
9	IH-893	E11	320	18	Female	Adult?	LRM1	0/708329	± 0,000010
10	IH-894	E11	325	23	Female	Adult?	LRM1	0/708333	± 0,000011
11	IH-895	E11	328	26	Female	Adult?	LRM1	0/708475	± 0,000011
11	IH-896	E11	330	28	Male	>50	LRM1	0/708436	± 0,000010

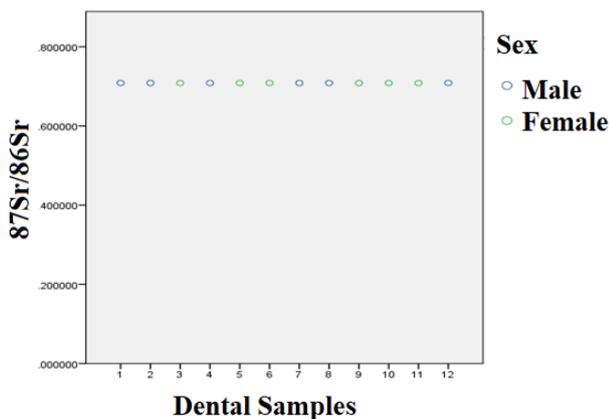
آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌های دندان

از مجموعه بقایای انسانی گورستان مرسین چال، ۱۲ دندان دائمی افراد بالغ عمدتاً مولرهای اول، برای اندازه‌گیری ایزوتوپ استرانسیوم، انتخاب شدند. قطعات کوچک مینای دندان (تا ۲۰ میلی‌گرم) با استفاده از ابزار Dremel از قسمت پایین تاج، نزدیک محل اتصال سمان به مینا جمع‌آوری شد. در مورد دندان‌های آسیاب اول، نشان‌دهنده سال دوم تا سوم زندگی است. جداسازی مینای دندان، همگن‌سازی نمونه‌های رسوب، جداسازی شیمیایی استرانسیوم و اندازه‌گیری نسبت ایزوتوپ‌های استرانسیوم در آزمایشگاه ایزوتوپ دانشگاه آدم میتسکیویچ در پوزنان (The Isotope Laboratory of the Adam Mickiewicz University in Poznań) انجام شد. به‌منظور حذف ذرات رسوبی، مینای دندان در آب فوق خالص و در حمام اولتراسونیک تمیز شد (Softysiak, 2020: 2-3). پس از آن، برای از بین بردن آلودگی دیاژنتیکی استرانسیوم، طبق شیوه ارائه‌شده توسط دافور و همکاران (Dufour et al., 2007)، ۱۱-۱۳

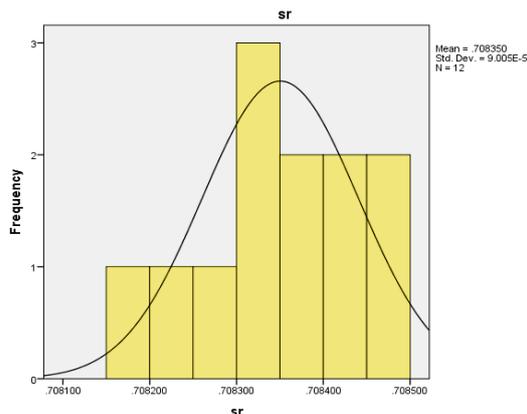
میلی گرم مینای پودر شده، با ۰.۱ اسید استیک فوق خالص (۵ مرتبه به طور متوالی) غوطه‌ور شد. سپس نمونه‌ها در یک صفحه داغ (حدود ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد، در طول یک شب) در ویال‌های PFA در بسته با استفاده از یک مولار HNO₃ حل شدند. نمونه‌های پودر شده رسوبی (۱۰۰-۹۰ میلی‌گرم) در یک صفحه داغ (حدود ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد، ۳ روز) در ویال‌های PFA در بسته با استفاده از مخلوطی از هیدروفلوئوریک غلیظ و اسید نیتریک غلیظ (۴:۱) حل شدند (Softysiak, 2020: 3). تکنیک کروماتوگرافی مینیاتوری که توسط پین و همکاران (Pin et al, 1994) ارائه شده است، برای جداسازی استرانسیوم، با برخی تغییرات در اندازه ستون و غلظت معرف‌ها (شناساگرها) استفاده شد (Dopieralska, 2003). استرانسیوم با یک فعال‌کننده TaCl₅ بر روی یک رشته واحد Re بارگذاری شد و در حالت جمع‌آوری پویا بر روی طیف‌سنج جرمی Finnigan MAT 261 تجزیه و تحلیل شد. مقدار مواد مصرفی در این روش کمتر از ۸۰ pg بود. مقادیر $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ، نسبت به $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.1194$ اصلاح شدند. مقادیر استرانسیوم برای تأیید مقدار مجاز NBS-987 = 0.710240 متعادل سازی شد. NBS-987 اندازه‌گیر شده $0.0000110.710228 \pm$ (σ₂ برای مجموعه‌ای از ده آزمایش) بود (Softysiak, 2020: 3). داده‌های به دست آمده با استفاده از مطالعات آماری انحراف معیار و یومان‌ویتنی در نرم‌افزار آماری (SPSS) مورد تحلیل و بررسی قرار گرفتند. آزمون یومان‌ویتنی (U Mann-Whitney Test) یکی از آزمون‌های ناپارامتریک همبستگی رتبه‌ای هستند که برای سنجش تفاوت و توزیع احتمالی میان دو گروه مستقل به کار می‌رود. انحراف معیار مفهومی است که میزان پراکندگی داده‌های یک مجموعه را مشخص می‌کند و به این دلیل یکی از مهم‌ترین مقیاس‌های آماری در زمینه آمار توصیفی به حساب می‌آید. می‌توان گفت که انحراف معیار نیز میزان پراکندگی داده‌ها از نقطه میانگین را نشان می‌دهد و از این رو مقیاسی دوبعدی برای برآورد توزیع داده‌ها در اختیار ما قرار می‌دهد. به این صورت که هرچه انحراف معیار مجموعه‌ای از داده‌ها عدد پایین‌تری داشته باشد و نزدیک به صفر باشد، نشانه آن است که داده‌ها به میانگین نزدیک‌تر هستند و پراکندگی اندکی دارند. در صورتی که انحراف معیار عدد بزرگی داشته باشد، نشان می‌دهد که پراکندگی داده‌ها زیاد است. بنابراین انحراف معیار، عددی برای نشان دادن میزان پراکندگی اعضای یک مجموعه از داده‌ها است.

تحلیل آنالیز ایزوتوپ استرانسیوم در نمونه‌های گورستان مرسین چال

"یکی از روش‌های شناسایی مکان‌های تهیه غذا برای تغذیه جمعیت‌های بومی و محلی، استفاده از ایزوتوپ‌های استرانسیوم است. آنالیز استرانسیوم مینای دندان در نمونه‌های پیش از تاریخ و/یا مدرن حیوانات کوچک یا آنالیز استرانسیوم نمونه‌های گیاهی مدرن با ریشه‌های کوتاه، نظیر غلات و حبوبات، به منظور ایجاد سطح موجود بیولوژیکی و تشخیص افراد مهاجر توصیه می‌شود. گرچه گونه‌های مدرن دارای آلودگی‌های وارداتی از مواد غذایی یا آلاینده‌ها هستند. در صورتی که نمونه‌های پیش از تاریخ در دسترس نباشند، با فرض عدم آلودگی مدرن، مقایسه مینای دندان در نمونه‌های فسیلی و نمونه‌های مدرن همان گونه یا گونه‌های گیاهی، روش کنترلی را برای دیاژنز فراهم می‌کند. روش قابل اطمینان دیگر جهت جداسازی افراد مهاجر و بومی با استفاده از میانگین نسبت‌های ایزوتوپ استرانسیوم بیولوژیکی موجود ± 2 SD ایجاد شود. گرچه این معیار به طور دل‌خواهی انتخاب می‌شود لیکن به‌طور متعارف استفاده می‌شود و به روشی مناسب برای شناسایی افراد مهاجر و بومی تبدیل شده است" (Price et al., 2002:132). بنابراین همانطور که ذکر شد، "نسبت‌های ایزوتوپی محلی را می‌توان با تجزیه و تحلیل نمونه‌های استخوان همان اسکلت، اسکلت‌های دیگر یافت شده در همان مکان باستان‌شناسی یا اسکلت‌های اخیر انسان‌ها و حیواناتی که در سایت‌های مجاور یافت شده، تعیین کرد. برای به‌دست آوردن قانون مناسب برای تمایز بین نمونه‌های محلی (بومی) و غیرمحلی یا بیگانه، طبق پیشنهاد پرایس و همکارانش برای داشتن یک حد اطمینان دقیق، علاوه بر محاسبه میانگین بیولوژیکی استرانسیوم منطقه توسط نمونه‌های دندان یا استخوان حیوانات یا انسان‌های (قدیمی یا امروزی یا هر دو)، محدوده میانگین انحراف معیار ± 2 (SD ± 2) نیز می‌تواند به‌عنوان حد مورد استفاده قرار گیرد. نمونه‌های محلی براساس این پیشنهاد، نمونه‌هایی که نسبت ایزوتوپی را در این محدوده نشان می‌دهند، می‌توانند به‌عنوان نمونه بومی در نظر گرفته شوند و نمونه‌های خارج از این محدوده مهاجرین را نشان می‌دهند. این پیشنهاد به‌طور گسترده توسط پژوهش‌های بعدی مورد پذیرش قرار گرفته است و امروزه به‌عنوان یک توافق در پروژه‌های علمی مربوطه می‌باشد" (Kasiri & Zand Karimi, 2017:360).



شکل ۸. محدوده توزیع مقادیر ایزوتوپ استرانسیوم بقایای انسانی گورستان مرسین چال (نگارندگان، ۱۴۰۲)



شکل ۹. انحراف معیار و میانگین نسبت ایزوتوپ استرانسیوم بقایای انسانی گورستان مرسین چال (نگارندگان، ۱۴۰۲)

همان طور که در جدول ۱ می توان مشاهده نمود، محدوده ایزوتوپ استرانسیوم برای ۱۲ نمونه دندانی مورد مطالعه در گورستان مرسین چال، بین ۰.۷۰۸۱۹۵ الی ۰.۷۰۸۴۷۵ می باشد. شکل ۸ محدوده توزیع این مقادیر را نشان می دهد. مطالعات آماری با استفاده از آزمون یومان-ویتنی، مقدار آماری ایزوتوپ استرانسیوم (Mann-Whitney U= 9, Wilcoxon W= 30, p-value =0.150) را نشان می دهد. جدول آماره های آزمون، معنی داری آزمون یومان ویتنی را نشان می دهد. در آزمون یومان ویتنی، فرض صفر این است که دو نمونه مستقل از یک توزیع یکسان تبعیت می کنند و تفاوتی آماری معنادار بین دو نمونه وجود ندارد. در صورت رد فرض صفر، می توان نتیجه گرفت که دو نمونه تفاوت معناداری دارند. بنابراین اگر در ردیف معنی داری (Asymp. Sig.) عدد به دست آمده کوچکتر از ۰.۰۵ بود، تفاوت معنی دار است. براساس جدول آماره های آزمون، مقدار معناداری (Asymp. Sig.=0.423) بیشتر از ۰.۰۵ است، لذا نمی توان فرض صفر را رد کرد. بنابراین، می توان نتیجه گرفت که شواهد کافی برای نشان دادن تفاوت معنادار بین دو گروه مورد بررسی وجود ندارد (جدول ۲ و ۳).

جدول ۲. آزمون آماری یومان ویتنی مقادیر استرانسیوم بقایای انسانی گورستان مرسین چال (نگارنده، ۱۴۰۲)

Test Statistics ^a	
	sr
Mann-Whitney U	9.000
Wilcoxon W	30.000
Z	-1.441
Asymp. Sig. (2-tailed)	.150
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.180 ^b
Exact Sig. (2-tailed)	.180
Exact Sig. (1-tailed)	.090
Point Probability	.024

a. Grouping Variable: sex

b. Not corrected for ties.

جدول ۳. جدول آماری یومان ویتنی رتبه های استرانسیوم بقایای انسانی گورستان مرسین چال (نگارنده، ۱۴۰۲)

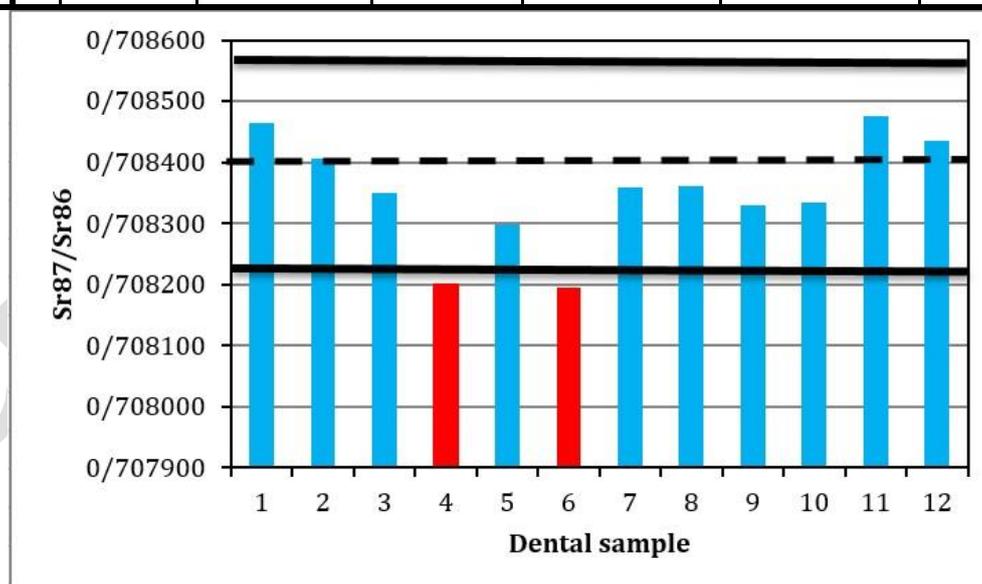
Ranks				
	sex	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Sr	Male	6	8.00	48.00
	Female	6	5.00	30.00
	Total	12		

از ۱۲ نمونه دندانی که مورد آزمایش ایزوتوپ استرانسیوم قرار گرفتند، ۱۰ نمونه در بازه ۰.۷۰۸۴۷۵ الی ۰.۷۰۸۲۹۹ قرار دارند و تنها ۲ نمونه (اسکلت شماره ۴ با مقدار ایزوتوپ استرانسیوم ۰.۷۰۸۲۰۰ و اسکلت شماره ۶ با مقدار ایزوتوپ استرانسیوم ۰.۷۰۸۱۹۵) خارج از این بازه و با مقدار کمتر از آن هستند. براساس آزمون انحراف معیار، میانگین ایزوتوپ استرانسیوم در نمونه‌های دندانی گورستان مرسین چال (Mean = 0.70835042) و انحراف معیار آن (Std. Deviation = 0.000090047) می‌باشد (شکل ۹). با احتساب ± 2 (SD)، مقدار انحراف معیار آن به صورت $(+0.000118 - 0.7084)$ محاسبه می‌شود (جدول ۴). به این صورت که، مقدار -2 انحراف معیار برابر ۰.۷۰۸۲۲۰ و مقدار $+2$ انحراف معیار برابر با ۰.۷۰۸۵۸۰ می‌باشد. همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌گردد، ۶ اسکلت از کل نمونه‌های استخوانی که هویت آن‌ها مرد تشخیص داده شده است، دارای سطوح $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ در محدوده ۰.۷۰۸۲۰۰ الی ۰.۷۰۸۴۶۴ با میانگین (Mean = 0.70839183) می‌باشند و ۶ اسکلت دیگر که دارای هویت زن هستند، دارای سطوح $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ در محدوده ۰.۷۰۸۱۹۵ الی ۰.۷۰۸۴۷۵ با میانگین (Mean = 0.70830900) می‌باشند. براساس شکل ۱۰ که انحراف معیار ± 2 (SD) و میانگین نسبت استرانسیوم $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ نمونه‌های مینای دندان بقایای انسانی گورستان مرسین چال را نمایش می‌دهد، نمونه‌هایی که در محدوده ۰.۷۰۸۲۲۰ الی ۰.۷۰۸۵۸۰ قرار می‌گیرند، بومی بوده و نمونه‌های خارج از این محدوده افراد غیر بومی را دربرمی‌گیرند. همانطور که در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود، نمونه اسکلت شماره ۴ (۰.۷۰۸۲۰۰) و اسکلت شماره ۶ (۰.۷۰۸۱۹۵) به ترتیب با مقادیر اختلاف ۰.۰۰۰۰۰۲ و ۰.۰۰۰۰۰۲۵ در مرز -2 انحراف معیار قرار دارند. این اختلاف مقادیر ناچیز قابل اغماض هستند و بنابراین می‌توان ادعا نمود که ۱۰۰٪ نمونه‌ها بومی هستند.

جدول ۴. جدول آماری انحراف معیار مقادیر ایزوتوپ استرانسیوم بقایای انسانی گورستان مرسین چال (نگارندگان، ۱۴۰۲)

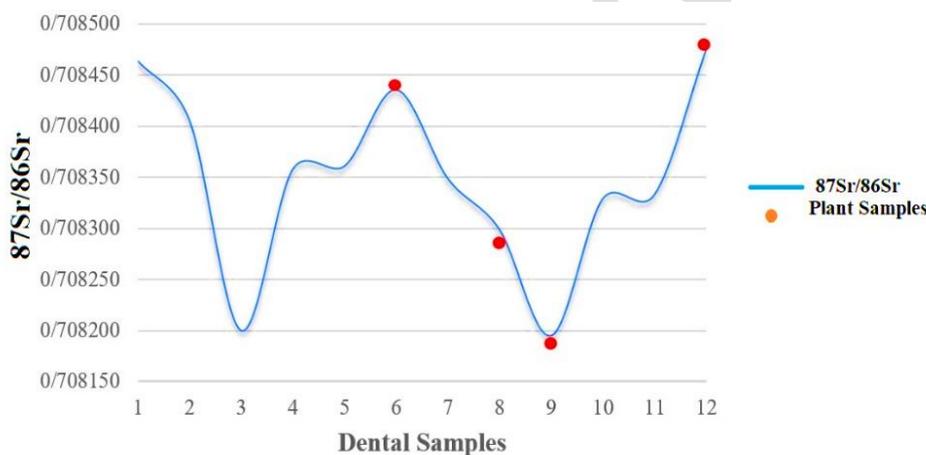
Descriptives

87Sr/86Sr	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Male	6	.70839183	.000069171	.000028239	.70831924	.70846442	.708299	.708475
Female	6	.70830900	.000094537	.000038594	.70820979	.70840821	.708195	.708436
Total	12	.70835042	.000090047	.000025994	.70829320	.70840763	.708195	.708475



شکل ۱۰. انحراف معیار ± 2 (SD) و میانگین نسبت ایزوتوپ استرانسیوم بقایای انسانی گورستان مرسین چال (نگارندگان، ۱۴۰۲)

مطالعات تحلیلی-مقایسه‌ای یا پژوهش پسا‌رویدادی، یکی از روش‌هایی است که در آن روابط علی و معلولی بین متغیرها تعیین می‌شود. در پژوهش حاضر، به مقایسه مطالعات آنالیز ایزوتوپ استرانسیوم گورستان مرسین‌چال با محوطه قومس پرداخته می‌شود تا نتایج پژوهش حاضر را بتوان به طور دقیق‌تر و معنادارتری تفسیر و تحلیل نمود. محوطه قومس در فاصله نزدیکی (۵ کیلومتر جنوب‌شرقی روستای قوشه، شهرستان دامغان، استان سمنان) نسبت به گورستان مرسین‌چال واقع شده است که به لحاظ زیست‌محیطی تا حدودی مشابه به منطقه مورد مطالعه است. در این محوطه، مطالعات آنالیز استرانسیوم صورت گرفته است. مطالعات آنالیز ایزوتوپ استرانسیوم $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ در محوطه قومس بر روی ۲۲ نمونه بقایای اسکلتی از دو جنسیت زن و مرد صورت گرفته و نشان می‌دهد که ۹۵٪ از نمونه‌ها بومی و ۵٪ غیربومی هستند. نسبت‌های ایزوتوپ استرانسیوم $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ به دست آمده از بقایای انسانی این محوطه در محدوده ۰.۷۰۸۴ الی ۰.۷۰۸۸ قرار دارد (گودرزی و دیگران، ۱۴۰۰: ۶۳) که تقریباً با محدوده ایزوتوپ استرانسیوم گورستان مرسین‌چال (۰.۷۰۸۲ الی ۰.۷۰۸۴) قابل مقایسه است. این شباهت در امضای ایزوتوپی، احتمالاً به دلیل شباهت در بستر زمین‌شناسی منطقه‌ای است که این دو محوطه در آن شکل گرفته‌اند. متأسفانه از کاوش‌های گورستان مرسین‌چال هیچ‌گونه داده گیاهی و جانوری تاکنون شناسایی نشده است و بنابراین مطالعات ایزوتوپ‌های استرانسیوم $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ بر روی نمونه‌های گیاهی یا جانوری محدوده گورستان مرسین‌چال صورت نگرفته است. لیکن، در محوطه قومس، مطالعات ایزوتوپ استرانسیوم بر روی نمونه‌های گیاهی صورت گرفته است. براساس شکل ۱۱، محدوده ایزوتوپ $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ نمونه‌های دندان از گورستان مرسین‌چال با مقادیر ایزوتوپ $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ گیاهان جمع‌آوری شده از آزادان (۰.۷۰۸۱۶۴)، قوشه (۰.۷۰۸۲۷۳)، شهرقومس (۰.۷۰۸۴۰۲) و عمروان (۰.۷۰۸۴۹۶) همپوشانی دارد (همان: ۶۴)، بنابراین با پس‌زمینه محیطی محلی کاملاً مطابقت دارد.



شکل ۱۱. ارزش ایزوتوپ استرانسیوم بقایای انسانی گورستان مرسین‌چال نسبت به ایزوتوپ استرانسیوم نمونه‌های گیاهی منطقه (نگارندگان، ۱۴۰۲)

نتیجه‌گیری

مطالعات گاهنگاری مطلق در گورستان مرسین‌چال نشان داد که این محوطه در دوره‌های هخامنشی، سلوکی و اشکانی دارای پویایی فرهنگی بوده است. پتانسیل‌های زیست‌محیطی و موقعیت استراتژیکی این منطقه از مهمترین عوامل استمرار فرهنگی در این محوطه بوده است. نتایج آزمایش ایزوتوپ‌های پایدار استرانسیوم بر روی مینای دندان بقایای اسکلتی گورستان مرسین‌چال نشان می‌دهد که امضای ایزوتوپی این محوطه (۰.۷۰۸۲ الی ۰.۷۰۸۴) مختص به همین منطقه بوده و با امضای ایزوتوپی مناطق دیگر مغایرت دارد. این امر نشان می‌دهد که این گورستان در نیمه دوم هزاره اول قبل‌ازمیلاد میزبان جامعه‌ای بومی بوده است. از سوی دیگر حضور داس آهنی درون قبور می‌تواند نشانگر تولیدات کشاورزی در این منطقه باشد که با توجه به اقلیم مناسب و سایر ظرفیت‌های زیستی موجود در محدوده تلاجیم، می‌تواند احتمال دانست که بخشی از نیازهای معیشتی ساکنین محوطه مرسین‌چال از منابع محلی منطقه مذکور تامین می‌شده است و لذا نیازی به جابه‌جایی در مقیاس گسترده برای تامین منابع غذایی خود نداشته‌اند. همچنین، شباهت زیاد در شیوه‌های تدفین و گورآوندهای

درون قبور با محوطه قومس نیز بر بومی بودن فرهنگ و رسوم این مردمان تاکید می‌ورزد. به طوری که هیچ گونه تاثیر خارجی در نوع تدفین یا گورآوندهای این گورستان مشاهده نمی‌شود. به طور کلی، می‌توان گفت که بومی بودن مردمان این گورستان بیانگر این واقعیت است که این افراد در طول زندگی خود جابه‌جایی گسترده‌ای نداشته و از رژیم غذایی مبتنی بر منابع بومی و محلی بهره‌مند می‌شدند.

سپاسگزاری

این اثر تحت حمایت مادی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF) برگرفته شده از طرح شماره "۴۰۰۳۲۱۶" انجام شده است. همچنین این تحقیق توسط مرکز ملی علوم لهستان (Narodowe Centrum Nauki)، گرت شماره ۲۰۱۶/۲۲/M/HS3/۰۳۵۳ تامین مالی شده است. نویسندگان مایلند از دکتر آردکایوش سولتیشیاک برای راهنمایی مهربانانه و آزمایشگاه ایزوتوپ دانشگاه آدام میتسکیویچ در پوزنان بابت انجام آزمایشات استرانسیوم صمیمانه قدردانی نمایند.

درصد مشارکت

در سراسر این پژوهش، مشورت و مشارکت بین نویسندگان وجود داشته و درصد مشارکت نویسندگان برابر بوده است.

تعارض منافع

نویسندگان ضمن اعلام رعایت اخلاق نشر در ارجاع‌دهی‌ها، وجود هرگونه تعارض منافی را اعلام می‌دارند.

کتابنامه

- باقرزاده کثیری، مسعود؛ و عابدی، اکبر، (۱۳۹۹). «کاربرد آنالیز ایزوتوپ‌های استرانسیوم استخوان و دندان در مطالعه پدیده مهاجرت‌های باستانی». *پژوهه باستان‌سنجی*، ۱۶(۱): ۳۱-۱۷. [10.29252/jra.6.1.17](https://doi.org/10.29252/jra.6.1.17)
- زندکریمی، هادی؛ باقرزاده کثیری، مسعود؛ آجرلو، بهرام؛ و عمرانی، بهروز، (۱۳۹۴). «آنالیز ایزوتوپ‌های پایدار استرانسیوم و عناصر کمیاب Sr و Ba اسکلت‌های گورستان عصر آهن مسجد کیود تبریز». *مطالعات باستان‌شناسی*، ۷(۲): ۱۰۲-۸۵. <https://doi.org/10.22059/jarcs.2015.57749>
- شریفی، مهناز، (۱۳۹۸). «مناسبات منطقه‌ای و فرمانطقه‌ای شمال شرق ایران در دوره اشکانی، براساس دومین فصل کاوش‌های باستان‌شناسی تپه کشت‌دشت دامغان». *پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران*، ۲۲(۹): ۱۶۲-۱۴۳. [10.22084/nbsh.2019.18328.1889](https://doi.org/10.22084/nbsh.2019.18328.1889)
- شیخ شعاعی، فهمیه؛ و نیکناملی، کمال‌الدین، (۱۳۹۷). «آنالیز ایزوتوپ‌های پایدار استرانسیوم و تعیین افراد بومی یا غیربومی در گورستان‌های باستانی، مطالعه موردی: گورستان عصر آهن محوطه باستانی گوه‌رتپه». *مطالعات باستان‌شناسی*، ۱۰(۲): ۱۵۹-۱۷۰. <https://doi.org/10.22059/jarcs.2019.68536>
- گودرزی، پگاه؛ سولتیشیاک، آردکایوش؛ ده‌پهلوان، مصطفی، (۱۴۰۰). «پژوهش‌های زیست‌باستان‌شناختی و سنجش ایزوتوپ‌های پایدار استرانسیوم در بقایای انسانی دوران تاریخی محوطه شهر قومس، استان سمنان». *مجله موزه ملی ایران*، ۲(۲): ۶۸-۵۳. [10.22034/JINM.2022.704211](https://doi.org/10.22034/JINM.2022.704211)
- مرتضایی، محمد؛ و ملکی، امیر، (۱۳۸۹). «بررسی باستان‌شناسی حوضه سد فینسک». تهران: پژوهشکده باستان‌شناسی پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشرنشده).
- ملکزاده، مهرداد؛ ناصری، رضا؛ خانی پور، مرتضی؛ و ناصری، علی، (۱۳۹۴). «گورستان مرسین شه‌میرزاد». گزارش‌های چهارمین گردهمایی سالانه باستان‌شناسی ایران: ۴۶۹-۴۶۳.
- نعمتی، محمدرضا (۱۴۰۰). «سومین فصل کاوش باستان‌شناختی گورستان مرسین چال (حوضه سد فینسک)». تهران: پژوهشکده باستان‌شناسی پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری (منتشرنشده).

- Ahmadzadeh, S., Hejebri Nobari, A., & Sołtysiak, A., (2024). "Human Mobility in NW Iran During the Early Iron Age (c. 1250–850 BCE): The Strontium Isotope Evidence from Masjed-e Kabud Cemetery". *International Journal of Osteoarchaeology*, 33(1): e3374. <https://doi.org/10.1002/oa.3374>
- Ahmadzadeh Khojasteh, R., Bagherzadeh Kasiri, M., & Abedi, A. (2020). "A Preliminary Study on the Ancient Migrations in Tepe Silveh Piranshahr, (North Western Iran) Based on Strontium Isotopes of Skeletons". *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 20(2): 35-44. [10.5281/zenodo.3752145](https://doi.org/10.5281/zenodo.3752145)
- Bentley, R.A., (2006). "Strontium Isotopes from the Earth to the Archaeological Skeleton: A Review". *Journal of Archaeological Method and Theory*, 13 (3): 135-187. <https://doi.org/10.1007/s10816-006-9009-x>
- Bentley, R.A., Krause, R., Price, T.D., & Kaufmann, B., (2003). "Human Mobility at the Early Neolithic Settlement of Vaihingen, Germany: Evidence from Strontium Isotope Analysis". *Archaeometry*, 45 (3): 471-486. <https://doi.org/10.1111/1475-4754.00122>
- Bernbeck, R., (1992). "Migratory Patterns in Early Nomadism: A Reconsideration of Tepe Tula'l". *Paléorient*, 18(1): 77–88.
- Blank, M., Sjogren, K., Knipper, C., Frei, K.M., & Stora, J., (2018). "Isotope Values of the Bioavailable Strontium in Inland Southwestern Sweden Baseline for Mobility Studies". *PLoS ONE*, 13(10):1-30. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204649>
- Buikstra, J.E., & Ubelaker, D.H., (1994). *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains, Proceedings of a Seminar at the Field Museum of Natural History*. Arkansas: Archaeological Survey Research Series, No.44.
- Dopieralska, J., (2003). *Neodymium Isotopic Composition of Conodonts as a Palaeoceanographic Proxy in the Variscan Oceanic System*. Germany: Unpublished PhD Dissertation, Justus-Liebig-Universität.
- Dufour, E., Holmden, C., Van Neer, W., Zazzo, A., Patterson, W., Degryse, P., & Keppens, E., (2007). "Oxygen and Strontium Isotopes as Provenance Indicators of Fish at Archaeological Sites: The Case Study of Sagalassos, SW Turkey". *Journal of Archaeological Science*, 34 (8):1226–1239. [10.1016/j.jas.2006.10.014](https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.10.014)
- Galvez, M., (2012). "Isotopes in Archaeology -Review". *Revista Archaeobios*, 6(1): 78-90.
- Gregoricka, L.A., (2021). "Moving Forward: A Bioarchaeology of Mobility and Migration". *Journal of Archaeological Research*, 29: 1-55. <https://doi.org/10.1007/s10814-020-09155-9>
- Hager, L. (1996). "Sex Differences in The Sciatic Notch of Great Apes and Modern Humans". *American Journal of Physical Anthropology*, 99(2): 287-300. [10.1002/\(SICI\)1096-8644\(199602\)99:2<287::AID-AJPA6>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8644(199602)99:2<287::AID-AJPA6>3.0.CO;2-W)
- Hrnčíř, V., & Laffoon, J.E., (2019). "Childhood Mobility Revealed by Strontium Isotope Analysis: A Review of the Multiple Tooth Sampling Approach". *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11: 1-17. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00868-7>

- Işcan, M. Y., Loth, S.R., & Wright, R. K., (1984). "Metamorphosis at The Sternal Rib End: A New Method to Estimate Age at Death in White Males". *American Journal of Physical Anthropology*, 65: 147-156. [10.1002/ajpa.1330650206](https://doi.org/10.1002/ajpa.1330650206)
- Kasiri, B.M., & Zand Karimi. H., (2017). "Study of Skeletons of the Iron Age Cemetery of Tabriz by Strontium Isotopes Analysis". *Journal of Archaeological Science: Reports*, 16: 359-364. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.10.030>
- Katzenberg, M.A., (2008). *Stable Isotope Analysis: A Tool for Studying Past Diet, Demography, and Life History*. in Biological Anthropology of the Human Skeleton, M.A. Katzenberg & S.R. Saunders (eds.), Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc, 413 – 442.
- Lovejoy, C.O., Meindle, R.S., Pryzbeck, T.R., & Mensforth, R.P., (1985). "Chronological Metamorphosis of the Auricular Surface of the Ilium: A New Method of Determining Adult Age at Death". *American Journal of Physical Anthropology*, 68: 15-28. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330680103>
- Malekzadeh, M., Naseri, R., Boroomandara, S., Cesaretti, A., & Dan, R., (2023). "Preliminary Report of the First Season of Excavation at the Achaemenid Period (Iron Age IV) Cemetery in Mersin, Semnan Province, Iran". *IRAN Journal of British Institute of Persian Studies*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/05786967.2023.2170819>
- Mashkour, M., (2003). "Biochemistry for Tracking the Ancient "Nomads": An Isotopic Research on the Origins of vertical Transhumance in the Zagros Region". *Nomadic People*, 7(2): 36–47. [10.3167/082279403781826265](https://doi.org/10.3167/082279403781826265)
- Mashkour, M., & Abdi, K., (2002). The Question of Mobile Pastoralists in Archaeology: The Case of Tuwah Khushkeh. in H. Buitenhuis, A. Choyke, M. Mashkour and A. H. Al Shayb (eds), *Archaeozoology of the Near East V. Proceedings of the fifth international symposium on the archaeozoology of southwestern Asia and adjacent areas (ASWA)*, Groningen: ARC Publications, 211–227.
- Mashkour, M., Boucherens, H., & Moussa, I., (2005). Long Distance of Sheep and Goats of Bakhtiari Nomads tracked with Intra-Tooth Variations of Stable Isotopes (13C and 18O). in J. Davies, M. Fabiš, I. Mainland, M. Richards and R. Thomas (eds), *Diet and Health in Past Animal Populations: Current Research and Future Directions*, Oxford: Oxbow, 113-124.
- Mays, S., (1998). *The Archaeology of Human Bones*, London: Routledge
- Meindl, R. S., & Lovejoy, C.O., (1985). "Ectocranial Suture Closure: A Revised Method for the Determination of Skeletal Age at Death based on the Lateral-Anterior Sutures". *American Journal of Physical Anthropology*, 68(1): 57–66. [10.1002/ajpa.1330680106](https://doi.org/10.1002/ajpa.1330680106)
- Oliveira, R.N., Silva, S.F.S.M., Kawano, A., & Antunes, J.L.F., (2006). "Estimating Age by Tooth Wear of Prehistoric Human Remains in Brazilian Archaeological Sites". *International Journal of Osteoarchaeology*, 16: 407–414. <https://doi.org/10.1002/oa.840>

- Price, T. D. (2015). "An Introduction to the Isotopic Studies of Ancient Human Remains". *Journal of the North Atlantic*, 7:71-87. [10.3721/037.002.sp708](https://doi.org/10.3721/037.002.sp708)
- Price, T. D., Burton, J.H., & Bentley, R.A., (2002). "The Characterization of Biologically Available Strontium Isotope Ratios for the Study of Prehistoric Migration". *Archaeometry*, 44 (1): 117-134. <https://doi.org/10.1111/1475-4754.00047>
- Sołtysiak, A., (2020). "Human enamel $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ Evidence of Migration and Land Use Patterns at Tell Brak, a Late Chalcolithic Urban Centre in NE Syria". *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12 (143): 1-7. <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01104-3>
- Stronach, R., Stronach, D., Farahani, A., & Parsons, A., (2019). "Mid-Parthian Pottery from Building V at Shahr-i Qumis, Iran". *British Institute of Persian Studies*, 57(2): 1-50. <https://doi.org/10.1080/05786967.2019.1633242>
- Tague, R.G., (1995). "Variation in Pelvic Size Between Males and Females in Nonhuman Anthropoids". *American Journal of Physical Anthropology*, 97 (3): 213-233. [10.1002/ajpa.1330970302](https://doi.org/10.1002/ajpa.1330970302)
- Tahmasebi Zave, H., & Iravani Ghadim, F., (2015). "Transportation in North East of the Iranian Plateau in the Bronze Age". *International Journal of Fundamental Physical Sciences (IJFPS)*, 5(3): 77-81. <https://doi.org/10.14331/ijfps.2015.330090>
- Todd, T.W., (1920). "Age Changes in The Pubic Bone. I. The Male White Pubis". *American Journal of Physical Anthropology*, 3 (3): 285-334. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330030301>
- White, T.D., & Folkens, P., (2005). *Human Bone Manual*. London: Elsevier Academic Press.
- Willmes, M., McMorrow, L., Kinsley, L., Armstrong, R., Aubert, M., Eggins, S., Falguères, C, Maureille, B., Moffat, I., & Grün, R., (2013). "The IRHUM (Isotopic Reconstruction of Human Migration) Database-Bioavailable Strontium Isotope Ratios for Geochemical Fingerprinting in France". *Earth System Science Data Discussions*, 6: 761-777. <https://doi.org/10.5194/essd-6-117-2014>
- Willmes, M., Bataille, C.P., James, J.F., Moffat, I., McMorrow, L., Kinsley, L., Armstrong, R.A., Eggins, S., & Grün, R., (2018). "Mapping of Bioavailable Strontium Isotope Ratios in France for Archaeological Provenance Studies". *Applied Geochemistry*, 90: 75-86. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2017.12.025>