32

Journal Homepage: http://journal.richt.ir/mbp/
P. ISSN: 2645-5048 & E. ISSN: 2645-5706
Motaleat-e Bastanshenasi-e Parseh || Vol. 9 || No. 32 || 2025 ||

The Biological Strategies of Mersin Chal Residents in the Second Half of the First Millennium BC

Sahar Bakhtiari[1], **Seyed Mehdi Mousavi Kouhpar**[2], **Mohammadreza Nemati**[3], **Arkadiusz Sołtysiak**[4]

Type of Article: **Research**
Pp: 95-113
Received: 2024/03/21; Revised: 2024/05/28; Accepted: 2024/05/29
https://doi.org/10.22034/PJAS.1032

Research Institute of Cultural Heritage and Tourism

Iranian Scientific Archaeological Association

Parseh Journal of Archaeological Studies (PJAS)
Journal of Archeology Department of Archeology Research Institute, Cultural Heritage and Tourism Research Institute (RICHT), Tehran, Iran

Publisher: *Cultural Heritage and Tourism Research Institute (RICHT).*

Copyright © 2025 The Authors. Published by Cultural Heritage and Tourism Research Institute (RICHT). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

© The Author(s)

Abstract

The Mersin Chal cemetery lies to the east of Telajim village, situated in the Poshtkouh district of Mehdi Shahr city. This site is located in the north of Semnan province, within Iran's central plateau. The Telajim region offers significant biological diversity and livelihood potentials, providing the Mersin Chal people access to a diverse range of flora and fauna. Studying the skeletal remains from the Mersin Chal cemetery serves as an important resource for understanding various aspects, including paleodiet, dietary habits, and human behaviors. They provide insights into the levels of adaptation and environmental compatibility, and offer a basis for modeling economic conditions. The focus of this research was to investigate the biological and subsistence strategies employed by the individuals buried in this cemetery during the second half of the first millennium BC, utilizing bioarchaeological methods. To achieve the stated objective, a key question emerges: how can the dietary patterns of the population from the study area be identified through stable isotope analysis conducted on biological samples obtained from archaeological excavations at the Mersin Cal cemetery? To address the question, this study employs a laboratory-analytical approach, specifically stable carbon (δ13C) and nitrogen (δ15N) isotope analysis, conducted on dental collagen samples. Statistical methods were applied to analyze and interpret the results from the isotope analysis. The investigation focuses on the human skeletal remains from 12 graves among 49 excavated burials at the Mersin Cal cemetery. Physical anthropological research indicates that the examined skeletal remains are of adults, encompassing both male and female individuals. Considering the biological potentials of the studied area, this research concluded that the Mersin Chal community had a mixed diet based on C3 and C4 plants. Their protein intake was derived predominantly from herbivores (a diet based on C3 and C4 plants), with a smaller portion coming from carnivores.

Keywords: Mersin Chal Cemetery, The Second Half of the First Millennium BC, Biological Strategies, Dental Collagen, Carbon Isotope, Nitrogen Isotope.

1. Postdoctoral Researcher in Archaeology, Department of Archaeology, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (Corresponding Author). ***Email:*** Bakhtiari_sahar@yahoo.com
2. Professor, Department of Archaeology, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
3. Associate Professor, Iranian Centre of Archaeological Research, Research Institute of Cultural Heritage (RICHT), Tehran, Iran.
4. Professor, Department of Bioarchaeology, Faculty of Archaeology, University of Warsaw, Warsaw, Poland.

Citations: Bakhtiari, S., Mousavi, M., Nemati, M. & Soltysiak, A., (2025). "The Biological Strategies of Mersin Chal Residents in the Second Half of the First Millennium BC". *Parseh J. Archaeol Stud.,* 9(32): 95-113. https://doi.org/10.22034/PJAS.1032
Homepage of this Article: https://journal.richt.ir/mbp/article-1-1032-en.html

Introduction

"Human skeletal remains serve as the foundation for shaping both individual and collective experiences of the world throughout our lifetime. The dual nature of skeletal remains, viewed both as biological and cultural entities, serves as a basis for theoretical research in bioarchaeology, which studies the biological remains left by past peoples in their cultural contexts (ancient sites)" (Afshar, 2018:82). Chemical analysis of bones and teeth has become a fundamental tool in bioarchaeology, offering insights into human migration and movement, livelihoods, biological strategies, paleodiet, gender differences, etc (Basu et al., 2015; Bogaard & Outram, 2013:333, Lewis et al., 2017:45, Makarewicz & Sealy, 2015:146-14). The isotopic composition of a diet can be assessed by analyzing the ratio of carbon (δ13C) and nitrogen (δ15N) isotopes found in the collagen of bones and teeth (Agarwal & Glencross, 2011: 413-414). The isotopic values (δ13C and δ15N) derived from the food consumed by animals and humans are incorporated into their tissues. By analyzing the stable isotopes of carbon and nitrogen in the dental collagen of human remains, it is possible to determine the proteins consumed by each individual in the last years of their life due to tissue regeneration processes (Bocherens et al., 2005:10; Budd et al., 2013:862). Therefore, it is essential to identify the main components of the diet, including C3 and C4 plants, marine-based proteins, and non-protein sources (Price, 2015: 74). The stable carbon isotope ratio (δ13C) serves as an indicator for estimating the proportional intake of C3 and C4 plants in both human and animal diets. C3 plants have more negative δ13C values (-20 to -35%), and C4 plants have more positive δ13C values (-9 to -14%) in human skeletal collagen (Agarwal and Glencross, 2011:414, Ambrose, 1986:711, Ambrose and Lynette, 1993:2-3, Price, 2015:73, Katzenberg, 2008:423-424). The proportion of the stable carbon isotope is influenced by dietary intake, whereas the proportion of the stable nitrogen isotope is affected by both diet and habitat conditions (Katzenberg, 2008: 430-431). Nitrogen isotope (δ15N) levels are influenced not only by trophic level but also by environmental variables like rainfall and agricultural management practices, including fertilization methods (Budd et al., 2017:5; Sołtysiak, 2020:117; Sołtysiak and Schutkowski, 2018:1). In this regard, this research focuses on reconstructing the livelihood patterns and biological strategies of the people buried in the Mersin Chal cemetery during the second half of the first millennium BC, utilizing an analysis of the stable isotopes δ13C and δ15N.

Discussion

Analyzing carbon and nitrogen isotopes in skeletal remains, including bones and teeth, provides valuable insights into palaeodiet, biological strategies, and dietary habits. The isotope values ($\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$) found in the food consumed by animals and humans are retained within the tissues of the individual consumer. By analyzing stable carbon

and nitrogen isotopes found in the dental/bone collagen of human or animal remains, it is possible to identify the diet consumed during the last years of the individual's life (Bocherens et al., 2005: 10; Budd et al., 2013: 862). In the third season of archaeological excavations at the Mersin Chal cemetery in 2021, 49 pit grave burials dating back to the second half of the first millennium BC were identified (Nemati, 2021). Skeletal remains, much like other archaeological evidence, have significant value in reconstructing the past. This research examined the remains obtained from this cemetery using a bioarchaeological approach. A total of 12 skeletal remains with third molars were chosen for laboratory isotopic analysis. The samples consisted entirely of adult skeletons, comprising a mix of both male and female individuals. Carbon and nitrogen isotope analyses were conducted at the Center for Physical Science and Technology in Vilnius, Lithuania, utilizing an isotope ratio mass spectrometer. These analyses revealed that the $\delta^{13}C$ ratios varied between -16.33% and -17.86%, while $\delta^{15}N$ ranged from 11.12% to 8.61%. These isotopic values indicate a mixed diet based on C3 and C4 plants, as well as protein sources such as herbivores and carnivores. Sołtysiak & Schutkowski (2018) noted, "The isotopic values of domesticated ungulates (goats, sheep, and camels) overlap with humans. However, certain instances reveal slightly more positive $\delta^{13}C$ values. Conversely, wild ungulates (gazelles and horses) show higher $\delta^{13}C$ values and lower $\delta^{15}N$ values compared to humans and domesticated animals. The presence of more positive $\delta^{13}C$ values in wild ungulates suggests that these ungulates (gazelles, equines) occasionally grazed on C4 plants" (Sołtysiak & Schutkowski, 2018: 7). The $\delta^{13}C$ isotope values provide insight into dietary habits: higher positive values suggest a likelihood of consuming C4 plants, while lower negative values point to the consumption of C3 plants. It highlights that the primary source of fodder for the herbivores contributing to their diet came from both C3 and C4 plants. The geographical position of Mersin Chal cemetery, situated in a region rich in environmental assets and diverse flora and fauna, has granted the community convenient access to food resources.

Conclusion

The carbon and nitrogen isotope analysis of skeletal remains from the Mersin Chal cemetery holds significant value as a key aspect of archaeological research, offering crucial insights and serving as a vital source of information for reconstructing past cultures and studying the social and economic conditions of past societies. Research on paleo-nutrition has predominantly centered on the examination of skeletal remains. Collagen found in biological remains, such as teeth and bones, serves as the foundation for carbon and nitrogen isotopic analysis. Consequently, ensuring the presence of collagen in optimal condition is one of the most important criteria for selecting a skeleton for isotopic research. If the amount of collagen in the sample is insufficient, the

sample becomes unsuitable for analysis. Thus, to reliably reconstruct dietary patterns, it is crucial to use samples with intact and well-preserved collagen. The tooth samples from the Mersin Chal skeletal remains exhibit favorable collagen quality indicators, including collagen concentration, collagen yield ranging between 16.12% and 7.67%, carbon concentration between 40.16% and 36.38%, nitrogen concentration from 14.60% to 13.28%, and a C/N atomic ratio spanning 3.25 to 3.18, confirming their well-preserved condition. Analysis of stable carbon (δ13C) and nitrogen (δ15N) isotopes in the dental collagen extracted from skeletal remains at the Mersin Chal cemetery revealed that the isotopic values for the region fall within the ranges of δ13C (-16.33% to -17.86%) and δ15N (11.12% to 8.61%). These isotopic values indicate a diet composed of C3 plants, including cultivated cereals such as wheat and barley, as well as rice, legumes, vegetables, and fruits, and also C4 plants. The people of this region primarily derived their protein from herbivores that fed on C3 plants, such as goats, sheep, and camels, as well as from herbivores with a mixed diet of C3 and C4 plants, including cattle, gazelles, and equines. Based on isotopic evidence, the inhabitants of this region incorporated carnivores such as Felidae indet into their diet, albeit in limited amounts. carbon and nitrogen isotope analyses have revealed no evidence of aquatic-based dietary contributions, indicating that the Mersin Chal community relied entirely on terrestrial animals as their primary protein source. Considering the rich biological diversity of the research field, it is clear that the Mersin Chal community has direct access to both plant and animal food resources. These environmental potentials have played a crucial role in shaping the most suitable biological strategies for the residents of this region.

Acknowledgments

The authors wish to thank the Center for Physical Sciences and Technology, Vilnius, Lithuania, for carbon and nitrogen isotope analysis.

Observation Contribution

The percentage of authors' participation was equal.

Conflict of Interest

This work is based upon research funded by Iran National Science Foundation (INSF) under project No. 4003216. The research also has been financed by the Polish National Science Center (Narodowe Centrum Nauki), Grant No. 2016/22/M/HS3/00353.

نشانی پایگاه نشریه: http://journal.richt.ir/mbp
P. ISSN: 2645-5048 & E. ISSN: 2645-5706
فصلنامهٔ علمی مطالعات باستان‌شناسی پارسه || شمارهٔ ۳۲ || سال نهم || ۱۴۰۴ ||

استراتژی‌های زیستی ساکنان مرسین‌چال در نیمهٔ دوم هزارهٔ اول پیش‌ازمیلاد

سحر بختیاری[I]، سید مهدی موسوی[II]، محمدرضا نعمتی[III]، آرکادیوش سولتشیاک[IV]

نوع مقاله: پژوهشی
صص: ۱۱۳ - ۹۵
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۰۲؛ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۳/۰۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۹
شناسهٔ دیجیتال (DOI): https://doi.org/10.22034/PJAS.1032

چکیده

گورستان مرسین‌چال در شرق روستای تلاجیم در بخش پشتکوه، شهرستان مهدی‌شهر در شمال استان سمنان در فلات‌مرکزی ایران واقع شده است. منطقهٔ تلاجیم دارای قابلیت‌های بالقوهٔ زیستی و معیشتی گسترده‌ای است که موجب دسترسی مردمان مرسین‌چال به طیف متنوعی از پوشش گیاهی و جانوری می‌شده است. این موضوع بر اهمیت مطالعهٔ بقایای اسکلتی گورستان مرسین‌چال به‌عنوان بخشی از داده‌های باستان‌شناسی که منبع اطلاعاتی بسیار مهمی در جهت مطالعات دیرین تغذیه، عادات و رفتار غذایی، تبیین میزان انطباق و سازگاری با محیط‌زیست، مدل‌سازی وضعیت معیشتی و روشن نمودن تفاوت‌های جنسیتی در سطح تروفیک (نوع تغذیه) هستند، می‌افزاید؛ بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی استراتژی زیستی-معیشتی ساکنین این گورستان در نیمهٔ دوم هزارهٔ اول پیش‌ازمیلاد ازطریق مطالعات زیست‌باستان‌شناسی موردمطالعه قرار گرفت. برای دستیابی به هدف مذکور پرسشی مطرح شد، مبنی‌بر این‌که، براساس مطالعات آنالیز ایزوتوپ پایدار بر روی داده‌های بیولوژیکی به‌دست آمده از کاوش‌های باستان‌شناختی گورستان مرسین‌چال، چگونه می‌توان رژیم‌غذایی مردمان منطقهٔ موردمطالعه را مشخص نمود؟ در راستای پاسخ‌گویی به پرسش مذکور، پژوهش حاضر با استفاده از مطالعات آماری و روش تحلیلی-آزمایشگاهی مطالعات آنالیز ایزوتوپ پایدار کربن (δ13C) و نیتروژن (δ15N) برروی نمونه‌های کلاژن دندان، بقایای اسکلت‌های انسانی ۱۲ گور از ۴۹ تدفین کاوش شدهٔ گورستان مرسین‌چال را موردمطالعه قرار می‌دهد. طبق مطالعات انسان‌شناسی فیزیکی، بقایای اسکلتی موردمطالعه متعلق‌به افراد بالغ بوده و شامل هر دو جنسیت زن و مرد می‌باشند؛ هم‌چنین برمبنای آنالیز ایزوتوپ‌های پایدار کربن (δ13C) و نیتروژن (δ15N) برروی نمونه‌های کلاژن دندان، الگوهای رژیم‌غذایی ساکنان مرسین‌چال در نیمهٔ دوم هزارهٔ اول پیش‌ازمیلاد موردمطالعه قرار گرفت و به‌عنوان نتیجهٔ نهایی مشخص گردید که با توجه به پتانسیل‌های زیستی محدودهٔ مورد پژوهش، جامعهٔ مرسین‌چال دارای رژیم‌غذایی ترکیبی مبتنی‌بر گیاهان C3 و C4 بوده و منابع پروتئینی خود را از به‌طور گسترده از علف‌خواران و به‌میزان اندکی از گوشت‌خواران تأمین می‌نمودند.

کلیدواژگان: گورستان مرسین‌چال، نیمهٔ دوم هزارهٔ اول پیش‌ازمیلاد، استراتژی‌های زیستی، کلاژن دندان، ایزوتوپ کربن، ایزوتوپ نیتروژن.

I. پژوهشگر پسادکتری باستان‌شناسی، گروه باستان‌شناسی، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران (نویسندهٔ مسئول). *Email:* Bakhtiari_sahar@yahoo.com
II. استاد گروه باستان‌شناسی، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
III. دانشیار گروه باستان‌شناسی، پژوهشکدهٔ باستان‌شناسی، پژوهشگاه میراث‌فرهنگی و گردشگری، تهران، ایران.
IV. استاد گروه انسان‌شناسی زیستی/ جسمانی باستانی، دانشگاه ورشو، ورشو، لهستان.

ارجاع به مقاله: بختیاری، سحر؛ موسوی، مهدی؛ نعمتی، محمدرضا؛ و سولتیشیاک، ارکادیوش، (۱۴۰۴). «استراتژی‌های زیستی ساکنان مرسین‌چال در نیمهٔ دوم هزارهٔ اول پیش‌ازمیلاد». مطالعات باستان‌شناسی پارسه، ۹ (۳۲): ۱۱۳-۹۵. https://doi.org/10.22034/PJAS.1032
صفحهٔ اصلی مقاله در سامانهٔ نشریه: https://journal.richt.ir/mbp/article-1-1032-fa.html

فصلنامهٔ علمی مطالعات باستان‌شناسی پارسه
نشریهٔ پژوهشکدهٔ باستان‌شناسی، پژوهشگاه میراث‌فرهنگی و گردشگری، تهران، ایران

ناشر: پژوهشگاه میراث‌فرهنگی و گردشگری

حق انتشار این مستند، متعلق به نویسنده(گان) آن است. ۱۴۰۴ © ناشر این مقاله، پژوهشگاه میراث‌فرهنگی و گردشگری است. این مقاله تحت گواهی زیر منتشرشده و هر نوع استفاده غیرتجاری از آن مشروط بر استناد صحیح به مقاله و با رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است.
Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

© The Author(s)

مقدمه

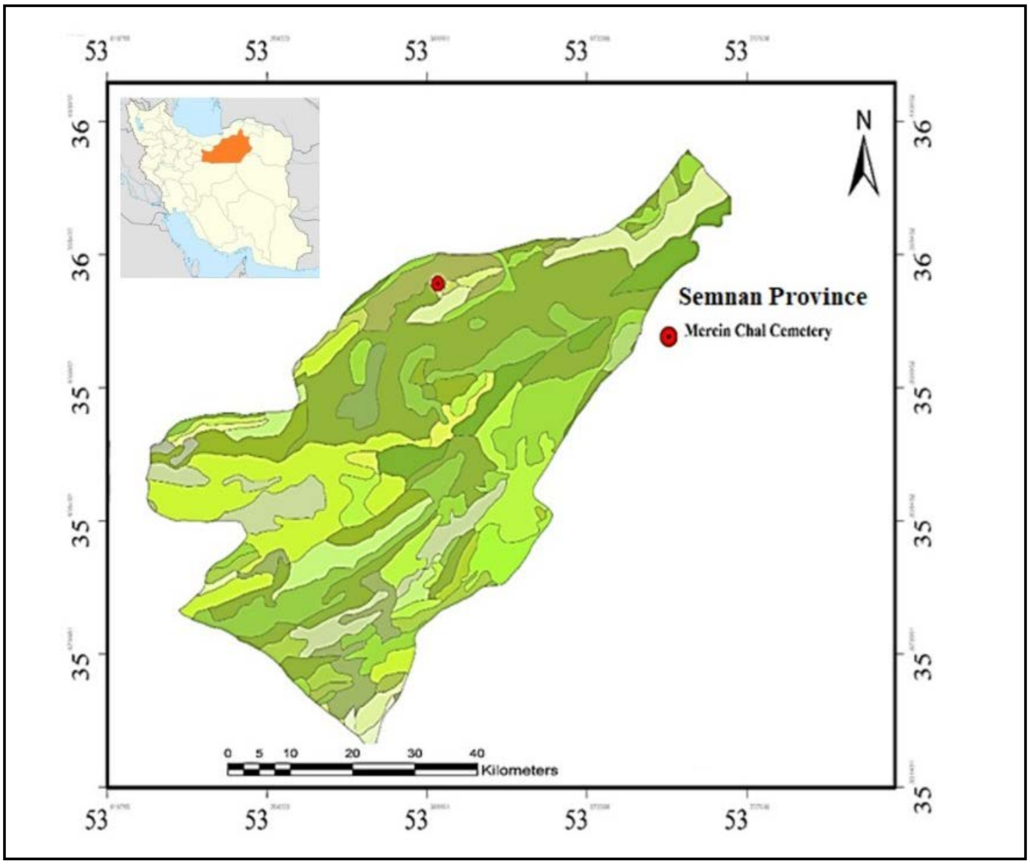
«بقایای اسکلتی انسان در طول زندگی اجزای سازندۀ تجربۀ شخصی و اجتماعی ما با جهان را تشکیل می‌دهد. این دوگانگی بقایای اسکلتی به‌عنوان یک موجودیت بیولوژیکی و فرهنگی، پایه و اساس تحقیقات نظری زیست‌باستان‌شناسی را تشکیل می‌دهد که به مطالعۀ بقایای بیولوژیکی به‌جای‌مانده از مردمان گذشته در بافت فرهنگی آن‌ها (محوطه‌های باستانی) می‌پردازد» (افشار، ۱۳۹۷: ۸۲). استفاده از آنالیز شیمیایی استخوان‌ها و دندان‌ها برای بازسازی الگوهای مهاجرت و جابه‌جایی انسان، معیشت، دیرین تغذیه، تفاوت‌های جنسیتی و... به سنگ بنای باستان‌شناسی زیستی مبدل شده است (Lewis *et al.,* 2017:45 Bogaard & Outram, 2013: 333, Basu *et al.,* 2015; Makarewicz & Sealy, 2015: 146-14). امروزه مطالعۀ امضاهای ایزوتوپ‌های کربن (δ13C) و نیتروژن (δ15N) موجود در بقایای اسکلتی به‌عنوان یک تکنیک مفید در جهت بازسازی عادات غذایی و استراتژی‌های زیستی مردمان گذشته به‌کار می‌رود؛ بنابراین، براساس نسبت ایزوتوپ‌های کربن و نیتروژن موجود در کلاژن استخوان‌ها و دندان‌ها می‌توان ترکیب ایزوتوپی رژیم غذایی مشخص نمود (Agarwal & Glencross, 2011: 413-414). ترکیب ایزوتوپی استخوان و دندان توسط غذای مصرفی فرد تعیین می‌شود؛ مقادیر ایزوتوپی (δ13C و δ15N) غذای مصرف شده توسط حیوانات و انسان‌ها در بافت‌های فرد ذخیره می‌شود و ازطریق آنالیز ایزوتوپ پایدار کربن و نیتروژن موجود در کلاژن دندان بقایای انسانی می‌توان پروتئین‌های مصرف‌شده توسط هر فرد را سال‌های آخر از زندگی آن‌ها را به‌دلیل فرآیندهای بازسازی بافت مشخص نمود (Bocherens *et al.,* 2005: 10; Budd *et al.,* 2013: 862)؛ از این‌روی، ضروری است که اجزای اصلی رژیم غذایی را از نظر گیاهان C3 و C4، پروتئین دریایی و منابع غیرپروتئینی شناسایی شود (Price, 2015: 74). نسبت ایزوتوپ کربن پایدار (δ13C) امکان تخمین سهم نسبی گیاهان C3 و C4 را در رژیم غذایی انسان و حیوان فراهم می‌کند گیاهان C3 (به‌عنوان مثال: گندم، جو، برنج، اغلب میوه‌ها و سبزیجات) دارای ارزش δ13C منفی‌تری (۲۰- تا ۳۵٪) در کلاژن انسانی هستند. در مقابل گیاهان C4 (به‌عنوان مثال: ارزن، ذرت، تف، نیشکر) دارای ارزش δ13C مثبت‌تری (۹- تا ۱۴-٪) در کلاژن انسانی می‌باشند (Agarwal & Glencross, 2011: 414; Price, 2015: 73; Katzenberg, 2008: 423-424; Ambrose, 1986: 711, Ambrose & Lynette,1993: 2-3). نسبت فراوانی ایزوتوپ پایدار کربن براساس رژیم غذایی متفاوت است، درحالی‌که نسبت فراوانی ایزوتوپ پایدار نیتروژن براساس رژیم غذایی و زیستگاه متفاوت است (Katzenberg, 2008: 430-431). مقادیر ایزوتوپ نیتروژن (δ15N) علاوه‌بر سطح تغذیه‌ای توسط عوامل محیطی نظیر میزان بارندگی یا سازوکارهای مرتبط با مدیریت کشاورزی نظیر شیوه‌های کوددهی نیز تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد (Budd *et al.,* 2017: 5; Sołtysiak, 2020: 117; Sołtysiak & Schutkowski, 2018: 1). در این‌راستا، پژوهش‌حاضر براساس مطالعۀ آنالیز ایزوتوپ‌های پایدار δ13C و δ15N درنظر دارد به بازسازی الگوهای معیشتی و استراتژی‌های زیستی مردمان گورستان مرسین‌چال در نیمۀ دوم هزارۀ اول پیش‌ازمیلاد بپردازد.

پرسش و فرضیات پژوهش: در راستای اهداف پژوهش، پرسش و فرضیه‌ای مطرح گردید که عبارت است از: براساس مطالعات آنالیز ایزتوپ پایدار بر روی داه‌های بیولوژیکی به‌دست آمده از کاوش‌های باستان‌شناختی گورستان مرسین‌چال، چگونه می‌توان رژیم‌غذایی مردمان منطقۀ مورد مطالعه را مشخص نمود؟ براساس آنالیز ایزوتوپ‌های پایدار نیتروژن و کربن می‌توان رژیم‌غذایی ساکنان گورستان مرسین‌چال را بازسازی نمود و فرض نمود که ساکنان منطقه مورد مطالعه دارای یک رژیم غذایی براساس گیاهان C3 و C4 می‌باشند؛ هم‌چنین، ساکنان این منطقه منابع پروتئینی خود را به‌طور گسترده از علف‌خواران (با رژیم‌غذایی برمبنای گیاهان C3 و C4) و مقدار کمی از گوشتخواران تأمین می‌کرده‌اند.

روش پژوهش: پژوهش حاضر با رویکرد زیست‌باستان‌شناسی به مطالعۀ بقایای اسکلتی به‌دست آمده از تدفین‌های گورستان مرسین‌چال می‌پردازد؛ بدین‌صورت که با مطالعات آزمایشگاهی بر روی بقایای بیولوژیکی و تحلیل‌های آماری به مطالعه و تفسیر معیشت ساکنان این گورستان در نیمۀ دوم هزارۀ اول پیش‌ازمیلاد می‌پردازد.

موقعیت جغرافیایی گورستان مرسین‌چال

گورستان مرسین‌چال با مختصات جغرافیایی X: 719131.920 و Y: 3991489.190 در حوضۀ آبگیر سد فینسک در شرق روستای تلاجیم و در حاشیۀ جنوبی رودخانۀ اسپه‌رو، در بخش پشتکوه، شهرستان مهدی‌شهر در شمال غرب استان سمنان در فلات‌مرکزی ایران واقع شده است. این محوطه در سال ۱۳۸۹هـ.ش. توسط «مرتضایی» و «ملکی» شناسایی و بررسی شد. اولین و دومین فصل کاوش‌های این محوطه در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۹ توسط «مهرداد ملکزاده» (Malekzadeh et *al.,* 2023) و فصل سوم این پژوهش‌ها در تابستان سال ۱۴۰۰هـ.ش. توسط دو هیأت به سرپرستی «محمدرضا نعمتی» و «عطا حسن‌پور» انجام گرفت. در کاوش باستان‌شناختی این گورستان تدفین‌هایی از نوع گورهای چاله‌ای متعلق به هزارۀ اول پیش‌ازمیلاد شناسایی شد (نعمتی، ۱۴۰۰). موقعیت جغرافیایی مرسین‌چال دارای قابلیت‌های زیست‌محیطی گسترده‌ای است که بیانگر دسترسی مردمان منطقه به طیف متنوعی از پوشش گیاهی و جانوری می‌باشد؛ بنابراین پژوهش حاضر درنظر دارد به بررسی ایزوتوپ‌های پایدار کربن و نیتروژن در کلاژن دندان بقایای اسکلتی گورستان مرسین‌چال بپردازد تا به این‌ترتیب بتوان عادات و رفتار غذایی مردمان منطقه را مطالعه نمود.

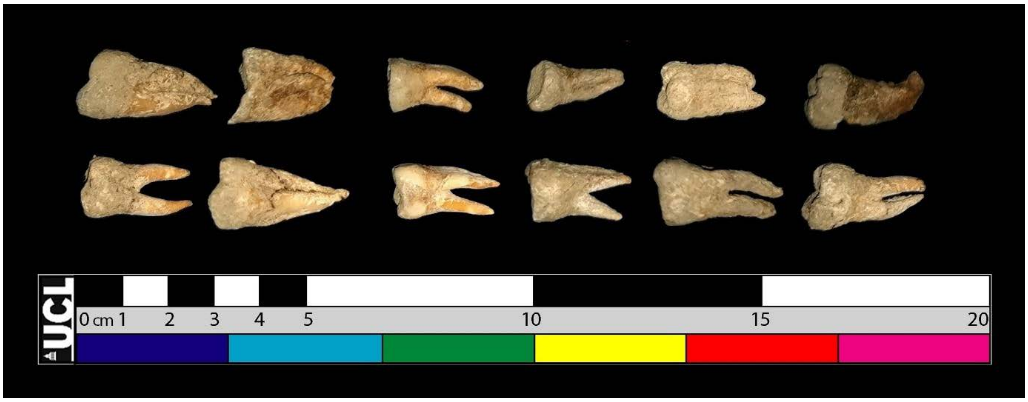


شکل ۱: موقعیت جغرافیایی گورستان مرسین‌چال در استان سمنان (نگارندگان، ۱۴۰۲).
Fig. 1: Geographical location of Mersin Chal cemetery in Semnan province (Authors, 2022).

مواد و روش‌ها

بقایای انسانی

حضور کلاژن مبنای آنالیز ایزوتوپی کربن و نیتروژن است؛ زیرا متداول‌ترین ماده برای مطالعۀ دیرین تغذیه، کلاژن است (Sealy *et al.,* 1995). «کلاژن»، یک نوع پروتئین است و یکی از مهم‌ترین اجزای ساختمانی پوست، استخوان و دندان، ماهیچه‌ها، تاندون‌ها و رباط‌ها است. درواقع، کلاژن مانند چسبی است که بافت‌های مختلف بدن را در کنار هم نگه می‌دارد. با توجه به این‌که، کلاژن پس از تشکیل تغییر نمی‌کند و اغلب مدت‌ها پس از مرگ حفظ می‌شود و از این‌رو، منبع ارزشمندی برای مطالعۀ ایزوتوپ‌های پایدار کربن و نیتروژن در جهت بازسازی رژیم غذایی در انسان و حیوانات می‌باشد (Ambrose, 1990; Schwarcz & Schoeninger, 1991)؛ بنابراین یکی از مهم‌ترین معیارهای انتخاب اسکلت برای مطالعات ایزوتوپی، وجود کلاژن در شرایط مناسب است. با توجه به این‌که استخوان‌ها در طول زمان پس از تدفین بخش زیادی از کلاژن خود را از دست می‌دهند؛ بنابراین ضروری است که «نمونه‌های دندانی که بسیار کمتر در معرض تغییر دیاژنتیک هستند، انتخاب شوند؛ زیرا پوشش مینای دندان نسبت به استخوان استحکام بیشتری دارد و کمتر در معرض عوامل تافونومیک قرار می‌گیرند» (Min-Kyu, 2017:6)؛ بنابراین، دندان‌ها بهترین شاخصه برای مطالعۀ محل زندگی، الگوهای غذایی انسان‌های گذشته و مراحل تکامل فرهنگی انسان‌ها در گذشته می‌باشند. در این‌خصوص، دندان‌های دیررس‌تر (مانند: M3) تغییرات محیطی بیشتری را نشان می‌دهند (Scott, 1997: 176)؛ بنابراین، نمونه‌برداری از کلاژن دندان‌های مولر سوم مبنای آنالیز ایزوتوپی کربن و نیترروژن جهت مطالعۀ عادات غذایی گذشتگان می‌باشند. باتوجه به موضوع پژوهش‌حاضر که بر پایۀ مطالعۀ بقایای اسکلتی گورستان مرسین‌چال در هزارۀ اول پیش‌ازمیلاد می‌باشد؛ لذا ۱۲نمونه از بقایای اسکلتی که دارای دندان مولر سوم بودند، جهت مطالعات آزمایشگاهی ایزوتوپی انتخاب شدند (شکل ۲). براساس مطالعات تخمین سن و جنس، نمونه‌های انتخاب شده برای این پژوهش همگی متعلق به افراد بالغ هستند و ترکیبی از اسکلت‌های دو جنس زن و مرد هستند (جدول ۱).



شکل ۲: نمونه‌های دندان موردمطالعه از گورستان مرسین‌چال برای آنالیز ایزوتوپ‌های کربن (δ13C) و نیتروژن (δ15N)، (نگارندگان، ۱۴۰۲).

Fig. 2: Dental samples from the Mersin Chal cemetery were studied for carbon (δ13C) and nitrogen (δ15N) isotope analysis (Authors, 2022).

آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها

از مجموعۀ بقایای انسانی گورستان مرسین‌چال، ۱۲دندان دائمی افراد بالغ برای اندازه‌گیری ایزوتوپ‌های کربن (δ13C) و نیتروژن (δ15N)، عمدتاً مولرهای سوم انتخاب شدند. استخراج کلاژن به‌دنبال یک روش لانگین اصلاح‌شده مطابق شیوۀ «اسمیتز» و همکارانش (۲۰۱۰)، انجام

جدول ۱: مقادیر ایزوتوپ‌های کربن (δ13C) و نیتروژن (δ15N) نمونه‌های کلاژن دندان بقایای انسانی گورستان مرسین‌چال (سولتشیاک، ۱۴۰۲).

Tab. 1: Carbon (δ13C) and nitrogen (δ15N) isotope values of dental collagen samples from human remains at the Mersin Cal cemetery (Soltysiak, 2022).

Mersin Chal Cemetery (2021)													
Number	Lab Code	T.T.R	Context	Grave	Sex	Age	Tooth	$\delta^{13}C$, ‰	$\delta^{15}N$, ‰	N, %	C, %	C/N atom	Collagen yield, %
1	FTMC-SN54-1	D11	304	2	Male	>45	RM3-Man	-17/72	10/35	13/98	38/16	3/18	15/86
2	FTMC-SN54-2	D11	305	3	Male	40-45	RM3-Man	-17/41	10/36	13/28	36/38	3/19	13/34
3	FTMC-SN54-3	D11	306	4	Female	40-45	LM3-Man	-16/94	10/85	13/75	37/80	3/21	14/03
4	FTMC-SN54-4	D11	313	11	Male	>45	RM3-Max	-17/56	8/61	13/31	36/85	3/23	14/53
5	FTMC-SN54-5	D11	316	14	Female	>35	RM3-Man	-17/31	10/05	13/52	37/24	3/21	15/19
6	FTMC-SN54-6	D11	317	15	Female	35-40	RM3-Man	-17/5	9/46	13/46	37/19	3/22	15/72
7	FTMC-SN54-7	E11	305	3	Male	Adult?	RM3-Man	-17/86	11/12	13/67	37/52	3/20	16/12
8	FTMC-SN54-8	E11	309	7	Male	45-55	RM3-Man	-16/34	10/51	14/39	39/57	3/21	15/5
9	FTMC-SN54-9	E11	320	18	Female	Adult?	LM3-Max	-17/01	9/46	13/98	38/39	3/20	10/17
10	FTMC-SN54-10	E11	325	23	Female	Adult?	RM3-Man	-16/74	9/6	14/49	40/16	3/23	10/36
11	FTMC-SN54-11	E11	326	26	Female	Adult?	RM3-Man	-17/3	9/28	13/61	37/87	3/25	7/67
12	FTMC-SN54-12	E11	330	28	Male	>50	RM3-Man	-16/33	10/78	14/60	40/02	3/20	15/27

گردید (Afshar *et al.,* 2019: 5). ابتدا یک نمونهٔ کلاژن دندان (حدود ۱ گرم دندان خشک) در یک لولهٔ هوا با ذرات اکسید آلومینیوم تمیز شد و سپس در هاون دستی پودر شد؛ سپس، نمونه در ۰/۵ مولار محلول اسید هیدروکلریک (HCl) برای دمینرالیزاسیون (حذف مواد معدنی) قرار داده شد. فرآیند دمینرالیزاسیون برای چند روز در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد ادامه یافت. پس از دمینرالیزاسیون، نمونه‌ها سه‌بار با آب خالص MilliQ شستشو داده شدند؛ سپس، محلول نمونه و آب با pH 3 MilliQ به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰-۶۵ درجهٔ سانتی‌گراد حرارت داده شد تا بخش آلی استخوان ژلاتینه شود. پس از دو روز، نمونهٔ ژلاتینه شده با جداکنندهٔ Ezee Filter® تصفیه شد؛ سپس، نمونه در نیتروژن مایع منجمد و خشک شد (Fetner, 2015: 67-68). پس از انجماد خشک (لیوفیلیزه کردن)، نمونه‌ها توزین و بازده کلاژن ازطریق فرمول زیر محاسبه شد (Göçer, 2022: 674).

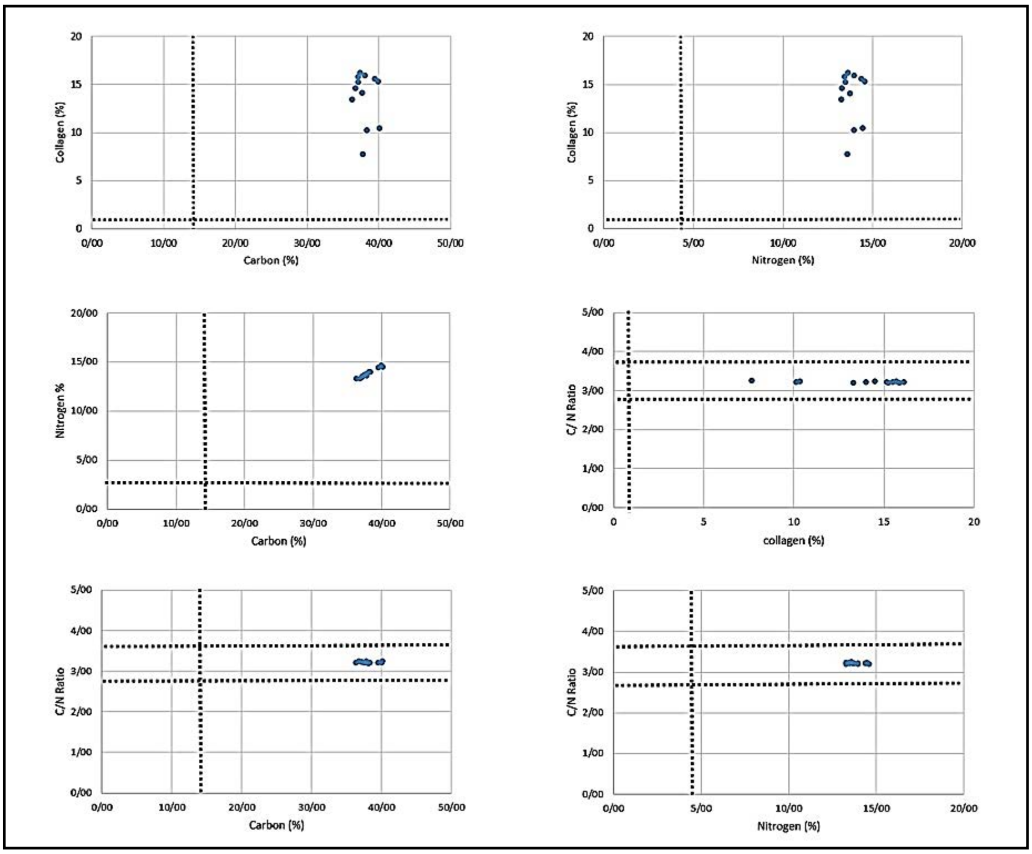
$$\text{Collagen Yield }\left(\frac{g}{100g}\right) = \frac{\text{Weight of Lyophilized Collagen}}{\text{Initial Weight of Lyophilized Tooth}} \times 100$$

اندازه‌گیری‌ها در مرکز علوم و فناوری فیزیکی، ویلنیوس، لیتوانی، با استفاده از طیف‌سنج جرمی نسبت ایزوتوپی (Thermo Delta V Advantage) متصل به دستگاه ورودی تحلیل‌گر عنصری (Thermo Flash EA 1112) ازطریق رابط ConFlo III تکمیل گردید. نسبت‌های ایزوتوپ‌های نیتروژن (15N/14N) و کربن (13C/12C) با نماد δ به‌عنوان قسمت در هزار، نسبت به استانداردهای بین‌المللی (δ15N AIR ‰ و δ13C VPDB ‰) بیان می‌شود. به‌عنوان مواد مرجع ثانویه از کافئین IAEA-600 (δ15N = +1‰؛ δ13C = -27.77‰)، USGS24 (δ13C =-16.05‰) استفاده شد. دقت تحلیلی برای δ13C 0.1‰ و برای δ15N 0.15‰ بود. بقایای انسانی که حاوی «کلاژن» به‌خوبی حفظ شده بودند، دارای غلظت نیتروژن (بالای ۴/۸٪)، غلظت کربن (بالای ۱۳٪)، (Ambrose, 1990: 447) و نسبت C/N (2.9-3.6)، (Ambrose, 1990: 443;

DeNiro, 1985: 808) می‌باشند. بازده کلاژن مناسب (> ٪0.5) است؛ زیرا «اگر محتوای «کلاژن» به زیر ۰٫۵٪ کاهش یابد (استخوان با «کلاژن» کم)، حذف آلودگی دشوار می‌شود. در عمل معمول، آن استخوان‌ها با کلاژن کم برای آنالیز نامناسب هستند» (Van Klinken, 1999: 689). با استفاده از مطالعات آماری انحراف معیار و آزمون‌های ناپارامتریک هم‌بستگی رتبه‌ای آزمون یومن ویتنی، نتایج آنالیز ایزوتوپ‌های پایدار کربن و نیتروژن نمونه‌های دندانی گورستان مرسین‌چال برای تفاوت‌های بین گروهی در توزیع مقادیر δ13C و δ15N مورد تحلیل و تفسیر قرار گرفتند؛ سطح معنی داری ۰/۰۵ تعیین شد.

بحث و تحلیل

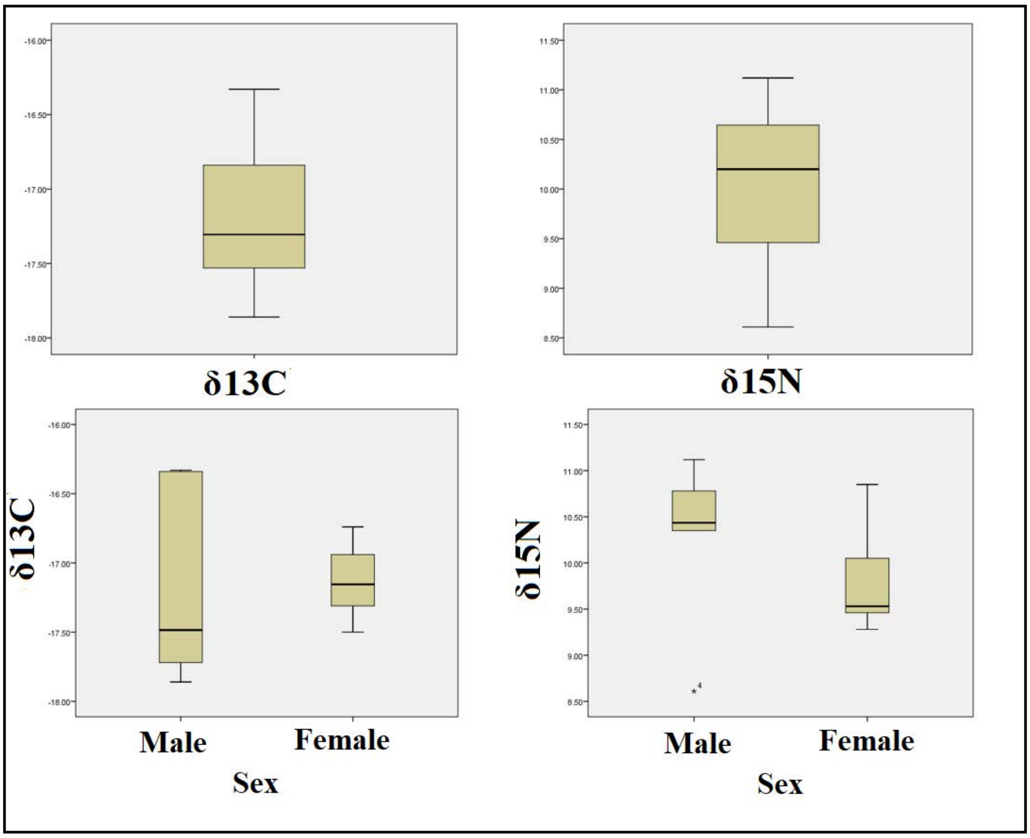
مطالعات مربوط به دیرین تغذیه برروی بقایای بیولوژیکی انسان (مینای دندان و استخوان) متمرکز شده‌اند. «استخوان و دندان شامل دو فاز آلی (بیشتر کلاژن حدود ۲۳٪) و غیرآلی (اغلب مادۀ معدنی هیدروکسی آپاتیت حدود ۷۷٪) می‌باشند» (Price, 2015: 72). جهت مطالعه رژیم‌غذایی، کلاژنی که در شرایط مطلوب حفظ شده، موردنیاز است. فاز آلی استخوان و دندان در حدود ۹۰٪ از کلاژن تشکیل شده است (Fetner, 2015: 48). «عواملی نظیر روش استخراج، آداب تدفین، نوع خاک، PH شدید، اسیدهای آلی، دما و نفوذ آب می‌توانند بر کیفیت کلاژن بقایای بیولوژیکی و بالطبع بر نسبت ایزوتوپ کربن و نیتروژن تأثیر بگذارند که منجر به تفسیر نادرست از رژیم‌غذایی می‌گردد. شاخص‌های استاندارد برای تشخیص کیفیت حفظ کلاژن در بقایای بیولوژیکی باستان‌شناسی شامل: درصد غلظت کلاژن نمونه، نسبت C:N اتمی و محتوای کربن و نیتروژن کلاژن می‌باشد» (Afshar, 2014: 123). محدودۀ غلظت کلاژن از ۲۲٫۲ الی ۰٫۱٪ در تودۀ استخوانی انسان است (Ambrose, 1990: 438) و اگر این مقدار به کمتر از ۱٪ برسد، برای آنالیز مناسب نخواهد بود. بازده کلاژن مناسب (> ٪0.5) است (Van Klinken, 1999: 689). نمونه‌های موردمطالعه در پژوهش حاضر دارای دامنۀ بازده کلاژن از ۱۶٫۱۲٪ الی ۷٫۶۷٪ هستند که بنابراین، همگی بازده کلاژن کافی برای مطالعه را دارا هستند. بقایای انسانی که حاوی کلاژن به‌خوبی حفظ شده باشند، دارای غلظت نیتروژن (بیشتر از ۴٫۸ ٪)، غلظت کربن (بیشتر از ۱۳ ٪)، (Ambrose, 1990: 447) می‌باشند. مقادیر کمتر از بازه مذکور بیانگر شرایط نامناسب حفظ کلاژن می‌باشد و بنابراین، شرایط مناسب جهت مطالعه را ندارند. نمونه‌های موردمطالعه در پژوهش حاضر در محدودۀ غلظت کربن ۴۰٫۱۶ الی ۳۶٫۳۸ ٪ و محدودۀ غلظت نیتروژن ۱۴٫۶۰ الی ۱۳٫۲۸٪ قرار گرفته‌اند و بنابراین، تمام نمونه‌ها دارای غلظت کربن و نیتروژن کافی برای مطالعه می‌باشند. یکی دیگر از شاخص‌های حفظ کلاژن نسبت اتمی C/N (2.9-3.6)، (Ambrose, 1990: 443; DeNiro, 1985: 808) می‌باشد. «نسبت کربن اتمی و نیتروژن (C: N) کلاژن، یک شاخص قابل‌اعتماد از تغییرات دیاژنتیکی و آلودگی است. هنگامی‌که این نسبت خارج از محدودۀ مذکور قرار گیرد، آلودگی یا دیاژنز را نشان می‌دهد؛ بنابراین چنین نمونه‌هایی باید به‌عنوان نمونه‌های غیرکلاژنی رد شوند و نباید مورد استفاده قرار بگیرند. نسبت C/N اتمی اغلب زمانی خارج از محدودۀ پیشنهادی قرار می‌گیرد که بازده کلاژن کمتر از ۱٪ باشد» (Afshar, 2014: 123-124). محدودۀ نسبت اتمی C/N نمونه‌های مورد مطالعه در پژوهش حاضر از ۳٫۲۵ الی ۳٫۱۸ هستند که نشان می‌دهد تمام نمونه‌های موردمطالعه در محدودۀ نسبت اتمی C/N (2.9-3.6) قرار دارند؛ بنابراین، باتوجه به این‌که اغلب نمونه‌های دندان اسکلت‌های گورستان مرسین‌چال مقدار قابل‌توجهی مادۀ آلی خود را حفظ کرده بودند و بنابراین، پتانسیل داده‌های جمع‌آوری‌شده بسیار بالا می‌باشد و به‌لحاظ شاخص‌های کیفیت کلاژن (غلظت کلاژن، بازده کلاژن، غلظت کربن و نیتروژن و نسبت اتمی C/N) همۀ نمونه‌های دندان بقایای اسکلتی مرسین‌چال در وضعیت مطلوبی قرار دارند (شکل ۳).



شکل ۳: شاخصه‌های نگه‌داری و کیفیت کلاژن در نمونه‌های مینای دندان بقایای انسانی گورستان مرسین‌چال (نگارندگان، ۱۴۰۲).
Fig. 3: Preservation characteristics and collagen quality in tooth enamel samples from human remains at the Mersin Chal cemetery (Authors, 2022).

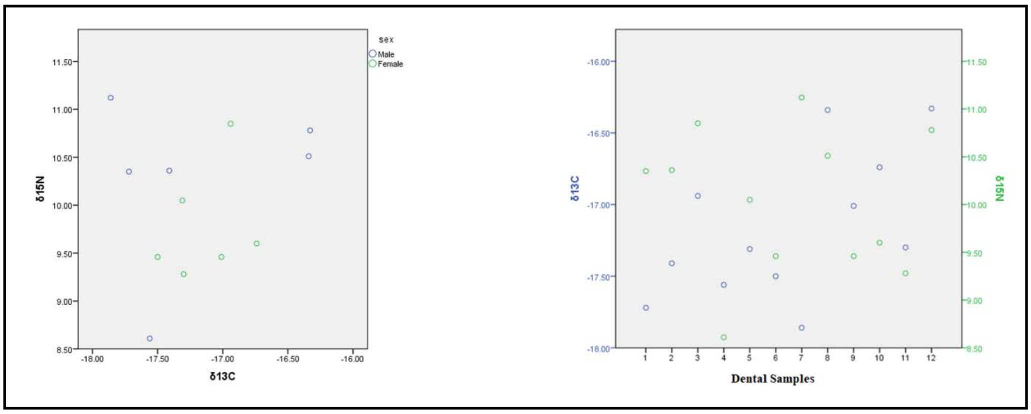
همان‌طورکه در جدول ۱، مشاهده می‌شود از ۱۲ نمونهٔ دندانی که مورد آزمایش ایزوتوپ نیتروژن و کربن قرار گرفتند. محدودهٔ δ13C نمونه‌ها در بازهٔ ۱۷٫۸۶-٪ الی ۱۶٫۳۳-٪ و محدودهٔ δ15N نمونه‌ها در بازهٔ ۸٫۶۱٪ الی ۱۱٫۱۲ ٪ قرار گرفته است. شکل ۴، محدودهٔ توزیع مقادیر δ13C و δ15N بقایای انسانی گورستان مرسین‌چال و شکل ۵، مقایسهٔ توزیع مقادیر δ13C و δ15N در بین افراد گورستان مرسین‌چال را نشان می‌دهد. توزیع مقادیر ایزوتوپی δ13C و δ15N نشان می‌دهد که رژیم غذایی ساکنان مرسین‌چال شامل: گیاهان C3 و C4 می‌باشد؛ هم‌چنین ساکنان این منطقه منابع پروتئینی خود را از حیوانات ساکن در خشکی نظیر چرندگان، گیاه‌خوارانی که از طیف گسترده‌ای گیاهان (C3 و C4) تغذیه می‌کنند و به‌طور محدود از گوشت‌خواران، به‌دست می‌آوردند.

مطالعات آماری یومان ویتنی مقدار آماری δ13C (Mann-Whitney U= 13, Wilcoxon W= 34, p-value =0.423)، (جدول ۲) و مقدار آماری δ15N (Mann-Whitney U= 10, Wilcoxon W= 31, p-value =0.199) را نشان می‌دهد (جدول ۳). در مطالعات آماری با استفاده از آزمون یومان‌ویتنی، جدول آماره‌های آزمون، معنی‌داری آزمون یومان‌ویتنی را نشان می‌دهد. در آزمون یومان ویتنی، فرض صفر این است که دو نمونهٔ مستقل از یک توزیع یکسان تبعیت می‌کنند و تفاوتی آماری معنادار بین دو نمونه وجود ندارد. در صورت رد فرض صفر، می‌توان نتیجه گرفت که دو نمونه تفاوت معناداری دارند؛ بنابراین اگر در ردیف معنی‌داری (Asymp. Sig.) عدد به‌دست آمده کوچک‌تر از ۰٫۰۵ بود، تفاوت معنی‌دار است. براساس جدول آماره‌های آزمون، مقدار معناداری δ13C (Asymp. Sig=0.423) و δ15N (Asymp. Sig=0.199) بیشتر از ۰٫۰۵ است (جدول ۲ و ۳) و



شکل ۴: محدودۀ توزیع مقادیر δ13C و δ15N بقایای انسانی گورستان مرسین‌چال (نگارندگان، ۱۴۰۲).

Fig. 4: Distribution range of δ13C and δ15N values of human remains at Mersin Chal cemetery (Authors, 2022).



شکل ۵: مقایسه توزیع مقادیر δ13C و δ15N در بین افراد گورستان مرسین‌چال (نگارندگان، ۱۴۰۲).

Fig. 5: A comparison of the distribution of δ13C and δ15N values among individuals from the Mersin Chal cemetery (Authors, 2022).

لذا دلیلی بر رد فرض صفر وجود ندارد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که شواهد کافی برای نشان دادن تفاوت معنادار بین دو گروه مورد بررسی وجود ندارد (جداول ۴ و ۵).

براساس آزمون انحراف معیار، میانگین ایزوتوپ کربن δ13C در نمونه‌های دندانی گورستان مرسین‌چال (Mean = -17.1683) بوده و انحراف معیار آن‌ها (Std. Deviation =0. 50376) می‌باشد. همان‌طورکه در جدول ۶ مشاهده می‌گردد، شش اسکلت از کل نمونه‌های استخوانی

جدول ۲: آزمون آماری یومان ویتنی مقادیر δ13C (نگارندگان، ۱۴۰۲).
Tab. 2: Mann-Whitney U-Statistical Test of δ13C (Authors, 2022).

Test Statistics[a]

	δ13C
Mann-Whitney U	13.000
Wilcoxon W	34.000
Z	-.801
Asymp. Sig. (2-tailed)	.423
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.485[b]

a. Grouping Variable: sex
b. Not corrected for ties.

جدول ۳: آزمون آماری یومان ویتنی مقادیر δ15N (نگارندگان، ۱۴۰۲).
Tab. 3: Mann-Whitney U-Statistical Test of δ15N Values (Authors, 2022).

Test Statistics[a]

	δ15N
Mann-Whitney U	10.000
Wilcoxon W	31.000
Z	-1.283
Asymp. Sig. (2-tailed)	.199
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.240[b]

a. Grouping Variable: sex
b. Not corrected for ties.

جدول ۴: رتبه‌های δ13C براساس آزمون یومان ویتنی (نگارندگان، ۱۴۰۲).
Tab. 4: δ13C ranks based on the Mann-Whitney test (Authors, 2022).

Ranks

	Sex	N	Mean Rank	Sum of Ranks
δ13C	Male	6	5.67	34.00
	Female	6	7.33	44.00
	Total	12		

جدول ۵: رتبه‌های δ15N براساس آزمون یومان ویتنی (نگارندگان، ۱۴۰۲).
Tab. 5: δ15N ranks based on the Mann-Whitney test (Authors, 2022).

Ranks

	sex	N	Mean Rank	Sum of Ranks
δ15N	Male	6	7.83	47.00
	Female	6	5.17	31.00
	Total	12		

جدول ۶: انحراف معیار مقادیر کربن δ13C (نگارندگان، ۱۴۰۲).
Tab. 6: Standard deviation of δ13C values (Authors, 1402).

Descriptives

δ13C	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Male	6	-17.2033	.68937	.28143	-17.9268	-16.4799	-17.86	-16.33
Female	6	-17.1333	.28310	.11558	-17.4304	-16.8362	-17.50	-16.74
Total	12	-17.1683	.50376	.14542	-17.4884	-16.8483	-17.86	-16.33

که هویت آن‌ها مرد تشخیص داده شد، دارای سطوح δ13C در محدودۀ ۱۷٫۸۶- الی ۱۶٫۳۳- با میانگین (Mean = -17.2033) می‌باشند و شش اسکلت دیگر که دارای هویت زن هستند، دارای سطوح δ13C در محدودۀ ۱۷٫۵۰- الی ۱۶٫۷۴- با میانگین (Mean = -17.1333) هستند. براساس نتایج ایزوتوپی به‌دست آمده از ۱۲ نمونۀ مورد آزمایش ایزوتوپ کربن δ13C در پژوهش حاضر، در سطح ایزوتوپ کربن بین زنان و مردان تفاوت بسیار ناچیزی در حدود ۰٫۰۷ مشاهده می‌شود و زنان حدود ۰٫۰۷ دارای δ13C بیشتری نسبت به مردان هستند. گرچه که این مقدار تفاوت اندک قابل اغماض است؛ هم‌چنین محدودۀ δ15N، ۱۲نمونۀ دندانی که مورد آزمایش ایزوتوپ نیتروژن قرار گرفتند، در بازۀ ۸٫۶۱ الی ۱۱٫۱۲ قرار گرفته‌اند. براساس آزمون انحراف معیار، میانگین ایزوتوپ نیتروژن δ15N در نمونه‌های دندانی گورستان مرسین‌چال (Mean = 10.0358) بوده و انحراف معیار آن‌ها (Std. Deviation =0. .75548) می‌باشد. براساس جدول ۷، شش اسکلت از کل نمونه‌های استخوانی که هویت آن‌ها مرد تشخیص داده شد، دارای سطوح δ15N در محدودۀ ۸٫۶۱ الی ۱۱٫۱۲ با میانگین (Mean = 10.2883) می‌باشند و شش اسکلت دیگر که دارای هویت زن هستند، دارای سطوح δ15N در محدودۀ ۹٫۲۸ الی ۱۰٫۸۵ با میانگین (Mean = 9.7833) هستند. براساس نتایج ایزوتوپی به‌دست آمده از ۱۲ نمونۀ مورد آزمایش ایزوتوپ کربن δ15N در پژوهش حاضر، در سطح

جدول ۷: انحراف معیار مقادیر نیتروژن δ15N (نگارندگان، ۱۴۰۲).
Tab. 7: Standard deviation of δ15N values (Authors, 2022).

Descriptives

δ15N	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Male	6	10.2883	.87273	.35629	9.3725	11.2042	8.61	11.12
Female	6	9.7833	.58394	.23839	9.1705	10.3961	9.28	10.85
Total	12	10.0358	.75548	.21809	9.5558	10.5158	8.61	11.12

ایزوتوپ نیتروژن بین زنان و مردان دارای تفاوتی در حدود ۰٫۵۰۵ مشاهده می‌شود و مردان حدود ۰٫۵۰۵ دارای δ15N بیشتری نسبت به زنان هستند که احتمالا تفاوت در نوع رژیم‌غذایی بین زنان و مردان را نشان می‌دهد.

«آنالیز بیوشیمیایی بقایای انسان معمولاً در جهت بازسازی رفتار غذایی استفاده می‌شود. فرض اصلی بازسازی رژیم غذایی، رابطهٔ محکم بین غذای مصرف‌شده و مصرف‌کننده است؛ به‌عبارت دیگر، "شما همان‌چیزی هستید که می‌خورید"» (Fetner, 2015: 46). درحقیقت، مقادیر ایزوتوپ (δ13C و δ15N) غذای مصرف شده توسط حیوانات و انسان‌ها در بافت‌های فرد ذخیره می‌شود و از طریق آنالیز ایزوتوپ پایدار کربن و نیتروژن موجود در کلاژن دندان بقایای انسانی یا جانوری می‌توان پروتئین‌های مصرف‌شده توسط مصرف‌کننده را در سال‌های آخر از زندگی آن‌ها مشخص نمود (Bocherens *et al.*, 2005: 10; Budd *et al.*, 2013: 862). توزیع مقادیر ایزوتوپی برای سکنهٔ مرسین‌چال درمورد کربن ($\delta^{13}C$) از ۱۶٫۳۳-٪ الی ۱۷٫۸۶-٪ و درخصوص نیتروژن ($\delta^{15}N$) از ۱۱٫۱۲٪ الی ۸٫۶۱٪ متغیر است. این شیوهٔ تغذیه از یک رژیم غذایی مبتنی‌بر گیاهان C3 و C4 پشتیبانی می‌کند؛ هم‌چنین ساکنان این منطقه منابع پروتئینی خود را از به‌طور گسترده از علف‌خواران ساکن در خشکی نظیر: بزسانان، گاو، گوسفند، غزال، شتر و اسب سانان و به‌طور بسیار محدود از گوشت‌خوارانی مانند گربه‌سانان تأمین می‌کرده‌اند. «مقادیر ایزوتوپی جانوران هم در $\delta^{15}N$ و هم در $\delta^{13}C$ در موقعیت‌های سطح تغذیه‌ای مورد انتظار است، اما تفاوت‌هایی بین گونه‌های اهلی و وحشی وجود دارد. سم‌داران اهلی (بز، گوسفند و شتر) و سگ‌ها با انسان هم‌پوشانی دارند، اگرچه در برخی موارد $\delta^{13}C$ مثبت‌تری مشاهده می‌شود؛ ازسوی دیگر، سم داران وحشی (غزال‌ها و اسب‌ها) $\delta^{13}C$ مثبت‌تر و مقادیر $\delta^{15}N$ منفی‌تری نسبت به انسان‌ها و حیوانات اهلی نشان می‌دهند. توزیع مقادیر $\delta^{13}C$ مثبت‌تر در حیوانات وحشی حاکی از آن است که سم‌داران (غزال، اسب سانان) گهگاه در گیاهان C4 چرا می‌کردند» (Sołtysiak & Schutkowski, 2018: 7). آنالیز ایزوتوپ‌های پایدار «$\delta^{13}C$ و $\delta^{15}N$ علف‌خواران اهلی طیف وسیعی از تغییرات را نشان می‌دهند که برای مقادیر $\delta^{13}C$ از ۱۹٫۸- تا ۱۱٫۹-٪ و برای مقادیر $\delta^{15}N$ از ۵٫۴ تا ۱۵٫۱ ٪ متغیر است. علف‌خواران وحشی مقادیر $\delta^{13}C$ را از ۲۰٫۷- تا ۱۵٫۲ -٪ ارائه می‌دهند، درحالی‌که مقادیر $\delta^{15}N$ آن‌ها از ۵٫۰ تا ۱۲٫۹ ٪ می‌باشد» (Bocherens *et al.*, 2005: 4). مؤلفه C4 به مقادیر مثبت‌تر $\delta^{13}C$ در انسان منجر می‌شود و درنتیجه نشان‌دهندهٔ سازگاری در فعالیت‌های معیشتی است؛ بنابراین به‌طورکلی می‌توان بیان نمود که مقادیر مثبت‌تر ایزوتوپ $\delta^{13}C$ مرسین‌چال، احتمال تغذیه با علوفه C4 را نشان می‌دهد و می‌توان متصور شد که برخی از ورودی‌های غذایی گیاهی C4 ممکن است از طریق چرای انتخابی گیاهان C4 توسط علف‌خواران یا علوفه‌دهی عمدی با گیاهان C4 رخ داده باشد. مطالعات ایزوتوپی «رامارولی» و همکاران، بیانگر تغذیهٔ گاوهای نرگس‌تپه و داهستان با گیاهان C4 می‌باشد (Ramaroli *et al.*, 2010)؛ هم‌چنین برخی از اسب‌سانانی که توسط «بوچرنس» و همکاران (Bocherens *et al.*, 2000) مورد مطالعه قرار گرفته بودند، بیانگر این حقیقت بودند که با مواد گیاهی حاوی یک جزء C4 تغذیه شده بودند (Ramaroli *et al.*, 2010) که ازطریق علوفه‌دهی عمدی یا شاید فقط در نتیجهٔ چرای انتخابی گیاهان C4 وحشی رخ‌داده است (Ibid: 350). نظر به این‌که ارزن از یک مولد وحشی در جایی بین دریای خزر و مغولستان اهلی شده (Ibid: 352) حضور آن به‌عنوان یکی از منابع تغذیه اسب‌سانان و گاوهای منطقه امری محتمل می‌باشد؛ بنابراین، دور از ذهن نیست که گاو و اسب‌سانان(؟) را به‌عنوان یکی از منابع پروتئینی ساکنان محوطهٔ مرسین‌چال به‌شمار آورده شوند. مقادیر منفی‌تر ایزوتوپ $\delta^{13}C$ مرسین‌چال، احتمال تغذیه با گیاهان C3 نظیر غلات کشت شده (گندم و جو)، حبوبات، سبزیجات و میوه‌ها را نشان می‌دهد؛ ازسویی بیانگر، این واقعیت است که منبع علوفهٔ حیواناتی که در رژیم غذایی آن‌ها نقش داشته‌اند، نظیر: بزسانان، گوسفند، غزال و

شتر، عمدتاً متکی به گیاهان C3 بوده است. موقعیت جغرافیایی مرسین‌چال به‌لحاظ قرار گرفتن در منطقه‌ای با قابلیت‌های زیست‌محیطی و تنوع پوشش گیاهی و جانوری تأییدی بر مدعای فوق در جهت دسترسی به منابع غذایی اشاره شده می‌باشد.

نتیجه‌گیری

مطالعهٔ بقایای اسکلتی گورستان مرسین‌چال به‌عنوان بخشی از داده‌های باستان‌شناسی که منبع اطلاعاتی بسیار مهمی در جهت بازسازی و مطالعه فرهنگ‌های گذشته و هم‌چنین ترسیم اوضاع اجتماعی و اقتصادی جوامع پیشین هستند، اهمیت زیادی دارد؛ بنابراین پژوهش حاضر با هدف بازسازی اقتصاد معیشتی و رژیم‌غذایی مورد مطالعه قرار گرفت. برای دستیابی به این اهداف، از مطالعات آنالیز ایزوتوپ‌های پایدار کربن (δ13C) و نیتروژن (δ15N) برروی کلاژن دندان‌های بقایای اسکلتی گورستان مرسین‌چال استفاده گردید. براساس مطالعات آنالیز ایزوتوپ برروی کلاژن دندان بقایای اسکلتی گورستان مرسین‌چال مشخص گردید که توزیع مقادیر ایزوتوپی برای محوطهٔ مذکور در محدودهٔ (۱۶٫۳۳-٪ الی ۱۷٫۸۶-٪ =δ13C) و (۱۱٫۱۲٪ الی ۸٫۶۱٪ =δ15N) قرار دارد که بیانگر یک رژیم غذایی غنی از گیاهان C3 (نظیر: غلات کشت شده (گندم و جو)، حبوبات، سبزیجات و میوه‌ها) و هم‌چنین گیاهان C4 می‌باشد؛ هم‌چنین، ساکنان این منطقه منابع پروتئینی خود را به‌طور گسترده از علف‌خوارانی با رژیم غذایی مبتنی‌بر گیاهان C3 (بزسانان، گوسفند و شتر) یا علف‌خوارانی با شیوهٔ تغذیه‌ای مخلوط از گیاهان C3 و C4 (گاو، غزال و اسب‌سانان) تأمین می‌کردند؛ هم‌چنین براساس شواهد ایزوتوپی، ساکنان این منطقه به‌طور بسیار اندکی از گوشت‌خوارانی مانند: گربه‌سانان در رژیم غذایی خویش بهره می‌بردند. مطالعات ایزوتوپ کربن و نیتروژن هیچ نشانه‌ای مبنی‌بر تغذیه براساس آبزیان را نشان نداده است و منبع پروتئین جامعهٔ مرسین‌چال، تنها متکی به جانوران ساکن در خشکی بوده است. با توجه به پتانسیل‌های زیستی محدودهٔ مورد پژوهش، سهولت دسترسی جامعهٔ مرسین‌چال به منابع غذایی گیاهی و جانوری مذکور کاملاً بدیهی است. این پتانسیل‌های زیست‌محیطی عامل مهمی در اتخاد بهترین استراتژی زیستی برای ساکنین این منطقه بوده است.

سپاسگزاری

نویسندگان مایلند از مرکز علوم و فناوری فیزیکی، ویلنیوس، لیتوانی بابت انجام آزمایشات کربن و نیتروژن صمیمانه قدردانی نمایند.

مشارکت درصدی نویسندگان

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

تعارض منافع

این اثر تحت حمایت مادی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF) برگرفته شده از طرح شمارهٔ «۴۰۰۳۲۱۶» انجام شده است. هم‌چنین این تحقیق توسط مرکز ملی علوم لهستان (Narodowe Centrum Nauki)، گرنت شمارهٔ ۰۰۳۵۳ /M/HS۳/۲۲/۲۰۱۶ تأمین مالی شده است.

کتابنامه

- افشار، زهرا، (۱۳۹۷). «زیست‌باستان‌شناسی: مطالعۀ علمی بقایای اسکلت‌های انسانی به‌دست‌آمده از کاوش‌های باستان‌شناسی». پژوهه باستان‌سنجی، ۴(۲): ۹۲-۸۱. https://doi.org/10.29252/jra.4.2.81

- مرتضایی، محمد؛ و ملکی، امیر، (۱۳۸۹). «بررسی باستان‌شناسی حوضۀ سد فینسک». تهران: پژوهشکدۀ باستان‌شناسی پژوهشگاه میراث‌فرهنگی و گردشگری (منتشرنشده).

- نعمتی، محمدرضا، (۱۴۰۰). «سومین فصل کاوش باستان‌شناختی گورستان مرسین‌چال (حوضۀ سد فینسک)». تهران: پژوهشکده باستان‌شناسی پژوهشگاه میراث‌فرهنگی و گردشگری (منتشرنشده).

- Agarwal, S. C. & Glencross, B. A., (2011). *Social Bioarchaeology.* Wiley-Blackwell PublishingLtd.https://doi.org/10.1002/9781444390537

- Afshar, Z., (2014). "Mobility and Economic Transition in the 5th to the 2nd Millennium B.C. in the Population of the Central Iranian Plateau, Tepe Hissar". Ph.D. Theses, Durham: Durham University.

- Afshar, Z., (2018). "Bioarchaeology: Scientific Studies of Archaeological Human Skeletal Remains". *Journal of Research on Archaeometry,* 4(2): 81-92. https://doi.org/10.29252/jra.4.2.81 (in Persian).

- Afshar, Z., Millard, A., Roberts, Gh. & Gröcke, D., (2019). "The Evolution of Diet During the 5th to 2nd Millennium BCE for the Population Buried at Tepe Hissar, North-eastern Central Iranian Plateau". *The Stable Isotope Evidence, Journal of Archaeological Science: Reports,* 27 (101983): 1-13. https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.101983

- Ambrose, S. H., (1986). "Stable Carbon and Nitrogen Isotope Analysis of Human and Animal Diet in Africa". *The symposium: The Longest Record: The Human Career in Africa*, held at Berkeley, CA, in April 1986 in honor of Professor J. Desmond Clark, Academic Press Inc. (London) Limited: 707-731. https://doi.org/10.1016/S0047-2484(86)80006-9

- Ambrose, S. H., (1990). "Preparation and Characterization of Bone and Tooth Collagen for Isotopic Analysis". *Journal of Archaeological Science,* 17: 431-451. https://doi.org/10.1016/0305-4403(90)90007-R

- Ambrose, S. H. & Lynette, N., (1993). *Experimental Evidence for the Relationship of the Carbon Isotope Ratios of Whole Diet and Dietary Protein to Those of Bone Collagen and Carbonate,* B. Lambert et al. (eds.), Prehistoric Human Bone, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-02894-0_1

- Basu, S., Shailesh, A., Sanyal, P., Mahato, P., Kumar, S. & Sarkar, A., (2015). "Carbon Isotopic Ratios of Modern C3–C4 Plants from the Gangetic Plain, India and Its Implications to Paleovegetational Reconstruction". *Palaeogeography, Palaeoclimatology*, Palaeoecology, 440: 22–32. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2015.08.012

- Bocherens, H., Mashkour, M. & Billiou, D., (2000). "Palaeoenvironmental and

Archaeological Implications of Isotopic Analyses (¹³C, ¹⁵N) from Neolithic to Present in Qazvin Plain (Iran)". *Environmental Archaeology*, 5(1): 1-19. https://doi.org/10.1179/env.2000.5.1.1

- Bocherens, H., Mashkour, M., Drucker, D.G., Moussa, I. & Billiou, D., (2005). "Stable Isotope Evidence for Palaeodiets in Southern Turkmenistan during the Historical period and Iron Age". *Journal of Archaeological Science,* 1-12. https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.07.010

- Bogaard, A. & Outram, A.K., (2013). "Palaeodiet and Beyond: Stable Isotopes in Bioarchaeology". *World Archaeology,* 45(3): 333-337. https://doi.org/10.1080/00438243.2013.829272

- Budd, Ch., Lillie, M., Alpaslan-Roodenberg, S., Karul, N. & Pinhasi, R., (2013). "Stable Isotope Analysis of Neolithic and Chalcolithic Populations from Aktopraklık, Northern Anatolia". *Journal of Archaeological Science,* 40: 860-867. https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.09.011

- Budd, Ch., Karul, N., Alpaslan-Roodenberg, S., Galik, A., Schulting, R. & Lillie, M., (2017). "Diet Uniformity at an Early Farming Community in Northwest Anatolia (Turkey): Carbon and Nitrogen Isotope Studies of Bone Collagen at Aktopraklık". Archaeological and Anthropological Sciences, 1-13. https://doi.org/10.1007/s12520-017-0523-4

- DeNiro, M. J., (1985). "Postmortem Preservation and Alteration of in Vivo Bone Collagen Isotope Ratios in Relation to Palaeodietary Reconstruction". *Nature,* 317: 806–809. https://doi.org/10.1038/317806a0

- Fetner, R., (2015). "The Impact of Climate Change on Subsistence Strategies in Northern Mesopotamia: The Stable Isotope Analysis and Dental Microwear Analysis of Human Remains from Bakr Awa (Iraqi Kurdistan)". Ph.D. Dissertation, Warsaw: University of Warsaw.

- Göçer, M., (2022). "Extraction and Characterization of Collagen from the Skin and Bone of Shabout (Arabibarbus Grypus Heckel, 1843)". *Iranian Journal of Fisheries Sciences,* 21(3): 671 – 687. https://doi.org/10.22092/ijfs.2022.126898

- 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. https://doi.org/10.1002/9780470245842.ch13

- Lewis, J., Pike, A. W. G., Coath, C. D. & Evershed, R.P., (2017). "Strontium Concentration, Radiogenic (87Sr/86Sr) and Stable (δ88Sr) Strontium Isotope Systematics in a Controlled Feeding Study". *Star: Science and Technology of Archaeological Research,* 3(1): 45–57. https://doi.org/10.1080/20548923.2017.1303124

- Makarewicz, Ch. A. & Sealy, J., (2015). "Dietary Reconstruction, Mobility, and the Analysis of Ancient Skeletal Tissues: Expanding the Prospects of Stable Isotope

Research in Archaeology". *Journal of Archaeological Science,* 56: 146-158. https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.02.035

- 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

- Min-Kyu, P., (2017). "A method for studying human teeth excavated in archaeological sites: A focus on recent research sites". *Anthropological Notebooks,* 23(2): 5-19. A method for studying human teeth excavated in archaeological sites: A focus on recent research sites | Anthropological Notebooks

- Mortezaei, M. & Maleki, A., (2010). "The Archaeological Survey of Finesk Dam Basin". Tehran: Unpublished report prepared for Iranian Centre for Archaeological Research of Research Institute of Cultural Heritage and Tourism (in Persian).

- Nemati, M., (2021). "The Third Season of Archaeological Excavation of Mersin Chal Cemetery (Finesk Dam Basin)". Tehran: Unpublished report prepared for Iranian Centre for Archaeological Research of Research Institute of Cultural Heritage and Tourism (in Persian).

- Price, T.D., (2015). "An Introduction to the Isotopic Studies of Ancient Human Remains". *Journal of the North Atlantic,* 7: 71-87. https://doi.org/10.3721/037.002.sp708

- Ramaroli, V., Hamilton, J., Ditchfield, P., Fazeli, H., Aali, A., Coningham, R. A. E. & Pollard, A. M., (2010). "The Chehr Abad 'Salt Men' and The Isotopic Ecology of Humans in Ancient Iran". *American Journal of Physical Anthropology,* 143: 343-354. https://doi.org/10.1002/ajpa.21314

- Sealy, J., Armstrong, R. & Schrire, C., (1995). "Beyond Lifetime Averages: Tracing Life Histories through Isotopic Analysis of Different Calcified Tissues from Archaeological Human Skeletons". *Antiquity,* 69: 290-300. https://doi.org/10.1017/S0003598X00064693

- Scott, G. R., (1997). "Dental Anthropology". *Encyclopedia of Human Biology*, 175-190.

- Sołtysiak, A., (2020). "Human enamel 87Sr/86Sr 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

- Sołtysiak, A. & Schutkowski, H., (2018). "Stable Isotopic Evidence for Land Use Patterns in the Middle Euphrates Valley, Syria". *American Journal of Physical Anthropology,* 166 (4): 1–14. https://doi.org/10.1002/ajpa.23480

- Van Klinken, G. J., (1999). "Bone Collagen Quality Indicators for Palaeodietary and Radiocarbon Measurements". *Journal of Archaeological Science,* 26: 687–695. https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0385