Journal of Interdisciplinary Studies in the Humanities, 9(3), 43-65, Summer 2017

Heydarian, M., Ghorbani, H.R., Arab, H., & Parse, Sh. (2017). Geographical information system in Iran's arcaeological researches; history, trends and problems. *Journal of Interdisciplinary Studies in the Humanities*, 9(3), 43-65. doi: 10.22631/isih.2017.1616.2248

DOI: https://www.doi.org/10.22631/isih.2017.1616.2248 URL: http://www.isih.ir/article_237.html

2008-4641 / © The Authors. Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the ISIH Journal. This is an open access article under the CC BY 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

# Geographical Information System in Iran's Archaeological Researches; History, Trends and Problems

**Mahmood Heydarian[1], Hamid Reza Ghorbani*[2], Hasanali Arab[3], Shahram Parse[4]**

Received: Mar. 05, 2016; Accepted: Dec. 26, 2016

## Extended Abstract

Geographical information system (GIS) technology has a variety of facilities and programs based on software features and functionalities. It has been increasingly used within archaeological research contexts over the last 30 years. The widespread use of this system in archaeology is a product of the proliferation and availability of geographic software programs, advances in computer technology and, abundance of spatial data in archaeology. Iranian archaeology is not an exception to this rule. In recent years many researches and thesis have appropriately used these tools in their studies. This study reviews the necessity of using spatial theories in archaeology and review the application of this system in Iranian archaeology. After reviewing applied activities based on this systems in landscape studies and intra-site applications in Iran , it was clear that archaeologists have not completely identified the capabilities and features of this system. Absence of legitimate uses by geography graduates assisting in archaeological studies are the most important difficulties in the way of GIS in Iranian archaeology. However, other factors such as difficulty of spatial models suitable for all objects and various forms from excavations; the lack of database updates; length of archaeological interpretations of excavations for printing; a great variety of objects, concepts and specific functions; mapping and image analysis; cultural and regional diversity; chronology and historical context; financial deterrents; the lack of consensus among the Iranian archaeologists and so on affect this matter as well.

*Keywords*: archeology, geographic information systems, processes, capabilities, problems

1. Assistant Professor of Archeology, Department of Archaeology, Faculty of Literature and Humanities, Shahr-e Kord University, Shahr-e Kord, Iran.
heydarianm@lit.sku.ac.ir

2. Assistant Professor of Archeology, Department of Archaeology, Faculty of Art, University of Birjand, Birjand, Iran (Corresponding Author).
✉ ghorbani.hr@birjand.ac.ir

3. Assistant Professor of Archeology, Department of Archaeology, Shiraz University of Art, Shiraz, Iran.
h_arab@shirazartu.ac.ir

4. MsC Graduate, Department of Archaeology, Faculty of Literature and Humanities, Shahr-e Kord University, Shahr-e Kord, Iran.
parseh.shahram@yahoo.com

## Iintroduction

In the last years, the availability of digital instruments and the development of ArcGIS tools applied in the field of archaeology has improved the quality of digital representations and provides new possibilities in the analysis and comparison of settlement pattern artworks. In this field, the Geographic Information System (GIS), offers a more intuitive way to access and manage different kinds of information. Despite this improvement, the huge quantity of heterogeneous data, gathered using different tools is still currently increasing. Moreover, the lack of widely shared standards prevents the interchange of information and, as a consequence, often frustrates efforts spent towards increasing the quality of digital surveying and representation.

## Purpose

The purpose of this project was to focus on the specific application of GIS as applied to Iranian archaeological settlement pattern analysis. The paper reviewed a particular application or approach of GIS in archaeology in two distinct research trends: landscape and intra-site application studies. We wanted to infer the chronology of the archaeological site surveys and excavation practice with the aid of a GIS. Finally, in this paper we attempt to describe the major problems within these fields from an archaeological viewpoint.

Interdisciplinary
Studies in the Humanities

Vol. 9
No. 3
Summer 2017

## Methodology

In the following, we present a discussion of GIS in Iranian archaeology. We have divided the main purpose into two parts. In the first part, we discuss and review the landscape and regional studies that focus on the specific application of GIS as applied to archaeological settlement pattern analysis. In part two, we studied the intra-site applications in three main interest areas: excavation data management, excavation feature representation and spatial analysis of excavation finds and structures. To conduct the research, the methodology applied for data gathering were pervasively surface surveys and excavations. The data collection consists of a study of many written reports, articles and news from Iranian archaeological research that applied GIS. Data are stored in a relational database, which includes 16 records (corresponding to the archaeological area) described by a number of fields.

## Findings and Results

GIS is not only a very powerful tool of spatial analysis in Archaeology; But it is value-laden. This has been obvious in the orientation of archaeological research. After reviewing applied activities based on this systems in landscape studies and intra-site applications conducted in Iran, it was clear that archaeologists have not completely identified the capabilities and features of this system. Although the improvement of GIS technology will facilitate the implementation of more sophisticated analyses, the gap between archaeological and GIS theory in Iran will still negatively affect the successful incorporation of GIS in Iranian archaeological research. Landscape studies have taken advantage of the analytical capabilities of GIS technology and produced applications that cover different aspects of landscape - human interaction. A major issue of GIS landscape applications lies in the explanatory means

employed in such analyses. The lack of cognitive and cultural research orientations is not just a result of the choices made by the analyst. The difficulty in modeling (or mapping) cultural and cognitive factors (i.e. visual perception, movement choices) prevents them from being included in a GIS analysis. The result is that only certain kinds of data are imported in GIS, especially those that favor environmental data. In most case-studies, there is a noted lack of geo-morphological evidence that ideally could support reconstruction attempts. For this reason, geo-archaeological investigation is essential for the gathering of the necessary data. However, even in data-rich cases this is not an easy task because the landscape cannot be broken down easily to distinct features indicative of temporal changes. Finally, the modeling of diachronic change is difficult to visualize and the only methods so far have been through time-slices or their animated combination.

Except for one study, there is no major fieldwork in three parts intra-site application in Iran. A major problem that has hindered the use of GIS in excavation practice has been the difficulty to model excavation objects and features in an all-encompassing data model with spatial character. Archaeological excavation generates numerous object types each with its own set of attributes. The classifications made are therefore extensive and difficult to model in conventional database systems. Furthermore, they are normally changed or extended during excavation procedure or post excavation study as new data come into light. Updating the database is another issue, since the process of archaeological interpretation goes through various stages until finalized for publication. Finally, the subjective nature of archaeological description and the problems in recording standardization make the correlation of archaeological information between different excavations or even between trenches even more difficult.

Absence of legitimate cooperative users who are geography graduates , are the most important difficulties in the way of GIS in Iranian archaeology. However, other factors such as difficulty of spatial models made for all objects and various forms from excavations; the lack of database update; length of archaeological interpretations of excavations to prepare for printing; a great variety of objects, concepts and specific functions; mapping and image analysis; cultural and regional diversity; chronology and historical context; its costly; the lack of consensus among the Iranian archaeologists and so on affect this matter as well as.

## Innovation, Limitations and implications

For the main issue of the research, we can note that Iranian archaeologists have not completely identified the capabilities and features of Geographic Information System. Absence of legitimate users who are geography graduates and come to help archaeologists is the other problem. The major factors such as difficulty of spatial models making for all objects and various forms from excavations; the lack of database update and its costly are the most important results of this project. The lack of cognitive and cultural research orientations in this matter is the major limitation. The improvement and continued use of settlement pattern analysis in archaeology using GIS will be largely determined by the development of research questions that can be addressed with current technology and are pertinent to the discipline in general

## Bibliography


Aldenderfer, M., & Maschner, H. D. G. (Eds.). (1996). *Anthropology, space, and geographic information systems*. Oxford: Oxford University Press.

Aldrich, J. H., & Nelson, F. D. (1984). *Linear probability, logit, and probit models*. Sage University Papers on Quantitative Applications in the Social Sciences, Beverly Hills: Sage.

Alizadeh, A. (2002). Te'ori va amal dar bāstānšenāsi [Methods and theories in archaeology] (1st ed.). Tehran, Iran: Pažuheškade-ye Sāzmān-e Mirās-e Farhangi/Culural Heritage and Tourism Research Center.

Azmoudeh Ardalan, A. R. (2004). *Sistemhā-ye ettelā'āt-e joghrāfiyāyi GIS* [Geographic information systems, GIS]. Tehran, Iran: Entešārāt-e Sāzmān-e Joghrāfiyāyi-ye Niruhā-ye Mosallah/Retirement Armed Forces Organization Press.

Binford, L. R. (1962). Archaeology as anthropology. *American antiquity*, 28(2), 217-225.

Binford, L. R. (1968). Some comments on historical versus processual archaeology. *Southwestern Journal of Anthropology*, 24(3), 267-275. doi: 10.1086/soutjanth.24.3.3629348

Burrough, P. A. (1996). *Principles of geographic information systems for land resources assessment*. Oxford: Clarendon Press.

Carr, C. (1985). Introductory remarks on regional analysis. In: C. Carr, (Ed.). *For Concordance in Archaeological Analysis: Bridging Data Structure, Quantitative Technique, and Theory* (pp. 114–127), Kansas City: Westport Publishers.

Chrisman, N. (1997). *Exploring geographic information systems*. New York: John Wiley & Sons

Christaller, W. (1966). *Central places in Germany*. New York: St. Martin's Press.

Craig, N. M. (2002). *Recording large-scale archaeological excavations with GIS*. ArcNews, Reterived fromhttp://www.esri.com/news/arcnews/spring02articles/recordinglarge.html.

Davis, F. W. (1990). Information analysis if a spatial databace for ecological land classification. *Photogrammetric Engineeiring and Remot Sensing*, 56(5), 602-613.

De Gouvenian, R. (1995). Using of GIS for sensitive plant species conservation in landuse planning. *The Environ Professional*, 17(1), 27-33.

Earle, T. K.. (1976). A nearest neighbor analysis of two formative settlement systems. In: K. Flannery, (Ed.). *The Early Mesoamerican Village*, New York: Academic Press.

Flannery, K. V. (1976). *The early Mesoamerican Village*. New York: Academic Press.

George, A. (2007). Babylonian and Assyrian: A history of Akkadian. In: J. N. Postgate, (Ed.). *Languages of Iraq, Ancient and Modern* (pp. 31-71), London: British School of Archaeology in Iraq.

Gherkhlo, M., & Amirian, S. (2003). Sistem-e ettelā'āt-e joghrāfiyāyi va kārbord-e ān dar bāstānšenāsi [Geographic information system and its application in archaeology]. *Journal of Nāme-ye Ensānšenāsi/Iranian Journal of Anthropology*, 1(3), 167-178.



Interdisciplinary Studies in the Humanities

Vol. 9
No. 3
Summer 2017

Grattan, J., & Torrence, R. (2007). *Living under the shadow, the cultural impacts of volcanic eruptions*. New York: Left Coast Press.

Heydarian, M., Khosrowzadeh, A. R., Sarikhani, M., & Fathnia, A. (2013). Arzyābi-ye olguhā-ye makāni-zamāni-ye mohavvatehā-ye bāstāni-ye šahrestān-e Songhr-e kolyayi dar GIS [An assessment on the spatial-temporal patterns of Songhor's archaeological sites in GIS]. *Journal of Pažuheshā-ye Joghrāfiyā-ye Tabi'i/Physical Geography Research Quarter*y, 45(3), 47-64.

Hodder, I. (1999). *The archaeological process, an introduction*. Oxford: Blackwell Books.

Hodder, I. R., & Orton, C. (1976). *Spatial analysis in archaeology*. Cambridge University Press.

Hunt, E. D. (1992). Upgrading site-catchment analysis with the use of GIS: Investigating the settlement patterns of horticulturalists. *World Archaeology*, 24, 283-309. doi: 10.1080/00438243.1992.9980208

Jahani, A., & Mesgari, S. (2001). *GIS be zabān-e sāde* [GIS in general term]. Tehran, Iran: Entešārāt-e Sāzmān-e Joghrāfiyāyi-ye Niruhā-ye Mosallah/Retirement Armed Forces Organization Press.

Johnson, G. A. (1977). Aspects of regional analysis in archaeology. *Annual Review of Anthropology*, 6, 479-508. doi: 10.1146/annurev.an.06.100177.002403

Karimian, H., Javeri, M., & Montazer Zohour, M. (2012). Tahlil-e olgu-ye esteqrāri-ye šahrestān-e Semirom dar dowre-ye enteqāl az Sāsāniān be qorun-e avvaliye-ye Eslāmi [Analysis of the settlement pattern of Semirom in its transition from Sasanian to early Islamic era]. *Journal of Pažuheshā-ye Bāstānšenāsi-ye Iran/Iranian Archeology Studies*, 2(2), 63-80.

Katsianis, M., & Tsipidis, S. (2005). *Trends and problems in archaeological GIS applications*. Aristotle University of hessaloniki University Campus GR -541 24 Thessaloniki GREECE. http://meteora.csd.auth.gr/

Kohler, T. A. (1988). Predictive locational modeling: History and current practice. In: W. J. Judge, & L. Sebastian, (Eds.). *Quantifying the Present and Predicting the Past: Theory, Method, and Application of Archaeological Predictive Modeling* (pp. 19–59), US Department of the Interior, Bureau of Land Management Service Center, Denver, CO.

Kohler, T. A., & Parker, S. C. (1986). Predictive models for archaeological resource location. *Advances in Archaeological Method and Theory*, 9, 397-452. Academic Press, Orlando.

Liu, L. X., Chen, Y., Lee, H., Wright, A., Rosen, A., (2002). Settlement patterns and development of social complexity in the yiluo region, North China. *Journal of Field Archaeology*, 29(1–2), 75–100.

Maghsoudi, M., Fazeli Nesheli, H., Azizi, Gh., Gillmore, G., & Schmit, A. (2012). Naqš-e maxruteafkanehā dar towzi'-e sokunatgāhhā-ye piš az tārix az didgāh-e zaminšenāsi; Motale'e-ye mowredi: Maxruteafkane-ye Jajroud va Hajiarab) [Geoarchaeology of alluvial fans: A case study from Jajroud and Hajiarab alluvial fans in Iran]. *Journal of Pažuheshā-ye Joghrāfiyā-ye Tabi'i/Physical Geography Research Quarter*y, 44(4), 1-22.

Maghsoudi, M., Zamanzadeh, S. M., Fazeli Nesheli, H., & Chezgheh, S. (2012). Naqš-e sāxtārhā-ye tabi'i dar olgu-ye esteqrār-e mohavvatehā-ye piš az tārix-e Dašt-e Tehran bā estefāde az GIS

[Study on the role of physical structures in the settlement pattern of prehistoric sites of Tehran Plain using GIS]. *Journal of Barnāmerizi va Āmāyeš-e Fazā/The Modares Journal of Spatial Planning,* 16(4), 109-137.

Makhdoum Farkhondeh, M., Darvishsefat, A. A., Jafarzadeh, H., & Makhdoum, A. (2011). *Arzyābi va barnāmerizi-ye mohit-e zist bā sāmānehā-ye ettelā'āt-e joghrāfiyāyi* [Enviromental evaluation and planning by geographic information system]. Tehran, Iran: University of Tehran Press.

M. rker, M., & Heydari-Guran, S. (2009). Application of datamining technologies to predict paleolithic site locations in the Zagros Mountains of Iran. *Computer Applications to Archaeology*, 22-26.

Maschner, H. D. G. (1996b). The politics of settlement choice on the Northwest Coast: Cognition, GIS and Coastal landscapes. In: *Anthropology, Space, and Geographic Information Systems*, Oxford: Oxford University Press.

Maschner, H. D. G. (Ed.). (1996a). *New methods, old problems: Geographic information systems in modern archaeological research* (Occasional paper No. 23). Carbondale: Centers for Archaeological Investigations.

Mellaart, J. (1967). *ÇatalHüyük: A neolithic town in anatolia.* London: Thames and Hudson.

Mohammadifar, Y. (2005). *Barresi va tahlil-e āsār va esteqrārhā-ye Aškāni dar Zagros-e Markazi* [The survey and analysis of Parthian relic and settlements in Central Zagros] (Unpublished doctoral dissertation). Faculty of Humanity, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Motarjem, A., & Niknami, K. (2011). Asr-e mefragh-e qadim dar Šarq-e Zagros-e Markazi-Iran [Early bronze age in Central Zagros, Iran]. *Journal of Motāle'āt-e Bāstānšenāsi/Journal of Archaeological Studies*, 3(2), 35-54.

Mousavi Kouhpar, S. M., Heydarian, M., Aghayari Hir, M., Vahdatinasab, H., Khatib Shahidi, H., & Naistani, J. (2011). Tahlil-e Naqš-e avāmel-e tabi'i dar towzi'-e fazāyi-ye mohavvatehā-ye bāstāni-ye ostān-e Mazandaran [The analysis of the role of natural factors in spatial distribution of archaeological sites, in Mazandaran province]. *Journal of Pažuhešhā-ye Joghrāfiyā-ye Tabi'i/Physical Geography Research Quartery*, 75, 79-95.

Mousavinia, S. M. (2012). Tahlil-e Bāstānšenāsi-ye mohavvatehā-ye Sāsāni-ye šahrestān-e Khomein [Archaeological analysis of Sassanid sites in Khomein]. *Journal of Motāle'āt-e Bāstānšenāsi/Archaeological Studies,* 4(2), 123-140.

Moyes, H., & Jaime, J. A. (2002). *Spatial analysis of an ancient Cave Site.* ArcUser, October-December Issue.

Niknami, K., Khatib Shahidi, H., & Saeedi Harsini, M. R., (2007). Te'orihā va teknikhā-ye modelsāzi-ye pišbini (taxmin) makānhā va parākaneshā-ye sāythā-ye piš az tārixi dar pahndašthā-ye bāstānšenāxti bā kārbord-e GIS va regression logistic: Motāle'e-ye mowredi: Howze-ye Rudxāne-ye Gamasiab, Zagros-e Markazi bā kārbord-e GIS [Methods and theories of predictive models of prehistoric sites of in GIS and logistic regression; Case study: Gamasiab basin, Centeral Zagros]. *Journal of Dāneškade-ye Adabiyāt va Olum-e Ensāni-ye Dānešgāh-e Tehran/The Faculty of Literature and Humanities, Tehran University,* 58(5), 193-211.

Niknami, K., Mohammadifar, Y., & Saraf, M. R. (2006). Tahlil-e bāstānšenāxti-ye esteqrārhā-ye Aškāni dar Zagros-e Markazi [The analysis of Parthian settlements in Central Zagros]. *Journal of Dāneškade-ye Adabiyāt va Olum-e Ensāni-ye Dānešgāh-e Tehran/The Faculty of Literature and Humanities, Tehran University,* 57(5), 93-110.

Plaza, D. M. (2013). *A model for transferring legacy datasets to living documents: A case study using a GIS geodatabase for archiving.* Published by Society of American Archivists, November 2013.

Rosenfeld, A. (1968). Automated picture interpretation. In: G. A. Stewart, (Ed.). *Conference proceedings on Land Evaluation* (pp. 187-199), Macmillan of Aust.

Saeedi Harsini, M. R. (2006). *Barresi va tahlil-e dādehā-ye bāstānšenāxti-ye howze-ye Rudxāne-ye Gamasiab dar dowrān-e Mes-Sangi* [Study and analysis of archaeological data in Gamasiab basin in Chalcolithic Period] (Unpublished doctoral dissertation). Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University, Tehrān, Irān.

Saeedi Harsini, M. R., Niknami, K., & Tahmasebi, A. (2012). Barhamkoneš-e mohit va farhang bā češmandāz-e joghrāfiyāyi va tahlil-e bāstānšenāxti az esteqrārhā-ye dowre-ye Mes-Sangi-ye Zagros-e Markazi [Culture and environment interactions: A geographical perspective and archaeological analysis on the settlement pattern of the Chalcolithic Period of the Central Zagros]. *Journal of Pažuheshā-ye Bāstānšenāsi-ye Iran/Iranian Archeology Studies,* 2(2), 25-36.

Sanjari, S. (2012). *Rāhnamā-ye kārbordi ArcGIS 10* [A practical guide for ArcGIS 10]. Tehran, Iran: Ābed.

Shakoei, H. (1998). *Andišehā-ye now dar falsafe-ye joghrāfiyā* [New ideas in philosophy of geography] (Vol. 1). Tehran, Iran: Gitāšenāsi.

Steward, J. H. (1929). Diffusion and independent invention: A critique of logic. *American Anthropologist*, 31, 491-495. doi: 10.1525/aa.1929.31.3.02a00070

Steward, J. H. (1955). *Theory of culture change: The methodology of multilinear evolution.* Urbana: University of Illinois Press.

Tofiqian, H. (1998). *Kārbord-e sistemhā-ye ettelā'āt-e joghrāfiyāyi dar bāstānšenāsi bar asās-e dādehā-ye bāstānšenāsi-ye mohavvate-ye Shush* [Application geographic information system in archaeology by using archaeological data of Suziana site] (M.A. Thesis). Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Torres, J. M. (2005). Deconstructing the polity: Communities and social landscapes of the ceramic age peoples of South Central Puerto Rico. In: P. E. Siegel, (Ed.). *Ancient Borinquen: Archaeology and Ethnohistory of Native Puerto Rico* (pp. 202-229), Tuscaloosa: University of Alabama Press.

Varien, M. D. (1999). *Sedentism and mobility in a social landscape.* Tuscon: University of Arizona Press.

Weber, A. (1929). *Theory of the location of industries.* Chicago, Ill., The University of Chicago Press.

Wheatley, D., & Gillings, M. (2002). *Spatial technology and archaeology: The archaeological applications of GIS.* London and New York: Taylor & Francis.

Willey, G. R. (1953). *Prehistoric settlement patterns in the Viru Valley, Peru*. Bureau of American Ethnology Bulletin 155, Washington, D.C.

Yousefi Zoshk, R. (2012). Kāvoshā-ye mohavvate-ye Maimanatābad (Meymounabad) bar asās-e tahlil-e Sebo'adi (3D) dar sistem-e ettelā'āt-e joghrāfiyāyi [Maimanatabad excavations based on 3D in geographic information system]. *Lecture in Tehran University*, 2012, May, 15. Reterived from http://www.iranboom.ir/tazeh-ha/khabar/4954-kavosh-se-bodi-analiz-dar-mohavete-meimon-abad.html

Yousefi Zoshk, R., & Baghizadeh, S. (2012). Dar kārbord-e sistem-e ettelā'āt-e joghrāfiyāyi (GIS) Tahlil-e olgu-ye esteqrāri; Motāle'e-ye mowredi: Mohavvatehā-ye Dašt-e Dargaz az dowre-ye Nowsangi tā pāyān-e Asr-e Āhan-e IV [Application of geographical information systems (GIS) in analysis of settlement pattern; Case study of Dargaz Plain's sites from Neolithic Period until the end of Iron Age IV]. *Journal of Pažuhešhā-ye Bāstānšenāsi-ye Iran/Iranian Archeology Studies*, 2(2), 7-24.

Interdisciplinary
Studies in the Humanities

Vol. 9
No. 3
Summer 2017

فصلنامه مطالعات میان‌رشته‌ای در علوم انسانی، ۹(۳)، ۶۵-۴۳، تابستان ۱۳۹۶
حیدریان، محمود؛ قربانی، حمیدرضا؛ عرب، حسنعلی؛ و پارسه، شهرام (۱۳۹۶). سیستم اطلاعات جغرافیایی در پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران؛ پیشینه، روند و مشکلات. فصلنامه مطالعات میان‌رشته‌ای در علوم انسانی، ۹(۳)، ۶۵-۴۳. doi: 10.22631/isih.2017.1616.2248
شاپا: ۴۶۴۱-۲۰۰۸ URL: http://www.isih.ir/article_237.html Doi: https://www.doi.org/10.22631/isih.2017.1616.2248
© نویسندگان / حق انتشار این مقاله در فصلنامه «مطالعات میان‌رشته‌ای در علوم انسانی» از نویسندگان اخذ شده است. دسترسی به متن کامل مقاله براساس قوانین کریتیو کامانز CC BY 4.0 آزاد است. (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

# سیستم اطلاعات جغرافیایی در پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران؛ پیشینه، روند و مشکلات

محمود حیدریان[۱]، حمیدرضا قربانی*[۲]، حسنعلی عرب[۳]، شهرام پارسه[۴]
دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۱۵؛ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۰۶

## چکیده

فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) بالغ بر ۳۰ سال است که برای مطالعات باستان‌شناسی به‌کار می‌رود و به‌طور فزاینده‌ای درحال گسترش است. گسترش استفاده از این سیستم در باستان‌شناسی، نتیجه تکثیر و دردسترس بودن برنامه‌های نرم‌افزاری جغرافیایی، پیشرفت در فناوری رایانه و فراوان بودن داده‌های مکانی در زمینه باستان‌شناسی است. باستان‌شناسی ایران نیز از این قاعده مستثنا نبوده و در سال‌های اخیر بررسی‌ها و پایان‌نامه‌های زیادی بخشی از مطالعات خود را به این مقوله اختصاص داده‌اند. این مقاله با مروری بر ضرورت استفاده از نظریه‌های مکانی در باستان‌شناسی، به بررسی و نقد کاربرد این سیستم در باستان‌شناسی ایران می‌پردازد. پس از بررسی فعالیت‌های انجام‌شده مبتنی‌بر این سیستم در ایران که در دو حوزه چشم‌انداز و درون‌محوطه‌ای انجام شده است، مشخص شد که عدم آشنایی کامل باستان‌شناسان با قابلیت‌ها و امکانات این سیستم و توجیه نشدن کاربران آشنا با این سیستم که از دانش‌آموختگان رشته‌های جغرافیا بوده و درصدد کمک به باستان‌شناسان برآمده‌اند، ازجمله مهم‌ترین مشکلات بر سر راه کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در باستان‌شناسی ایران است؛ هرچند می‌توان عوامل دیگری چون دشواری ساخت مدل مکانی برای تمامی اشیا و شکل‌های متنوع به‌دست‌آمده از کاوش، به‌روزرسانی نشدن بانک‌های اطلاعاتی به‌دلیل طولانی بودن روند تفسیرهای باستان‌شناسی از کاوش تا آماده شدن برای چاپ، پیچیدگی مشاهده‌های باستان‌شناسی، تنوع زیاد ابزارها، مفاهیم و کارکردهای خاص، نقشه‌کشی و تجزیه‌وتحلیل تصویر، تنوع فرهنگی و منطقه‌ای، گاه‌نگاری و چارچوب‌های تاریخی، هزینه‌بر بودن و نبودن توافق در بین باستان‌شناسان ایرانی را نیز در این امر دخیل دانست.

***کلیدواژه‌ها:*** باستان‌شناسی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، روندها، حوزه چشم‌انداز و درون‌محوطه‌ای

---

۱. استادیار باستان‌شناسی، گروه باستان‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
heydarianm@lit.sku.ac.ir
۲. استادیار باستان‌شناسی، گروه باستان‌شناسی، دانشکده هنر، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران (نویسنده مسئول).
ghorbani.hr@birjand.ac.ir ✉
۳. استادیار باستان‌شناسی، گروه باستان‌شناسی، دانشگاه هنر شیراز، شیراز، ایران.
h_arab@shirazartu.ac.ir
۴. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد باستان‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
parseh.shahram@lit.sku.ac.ir

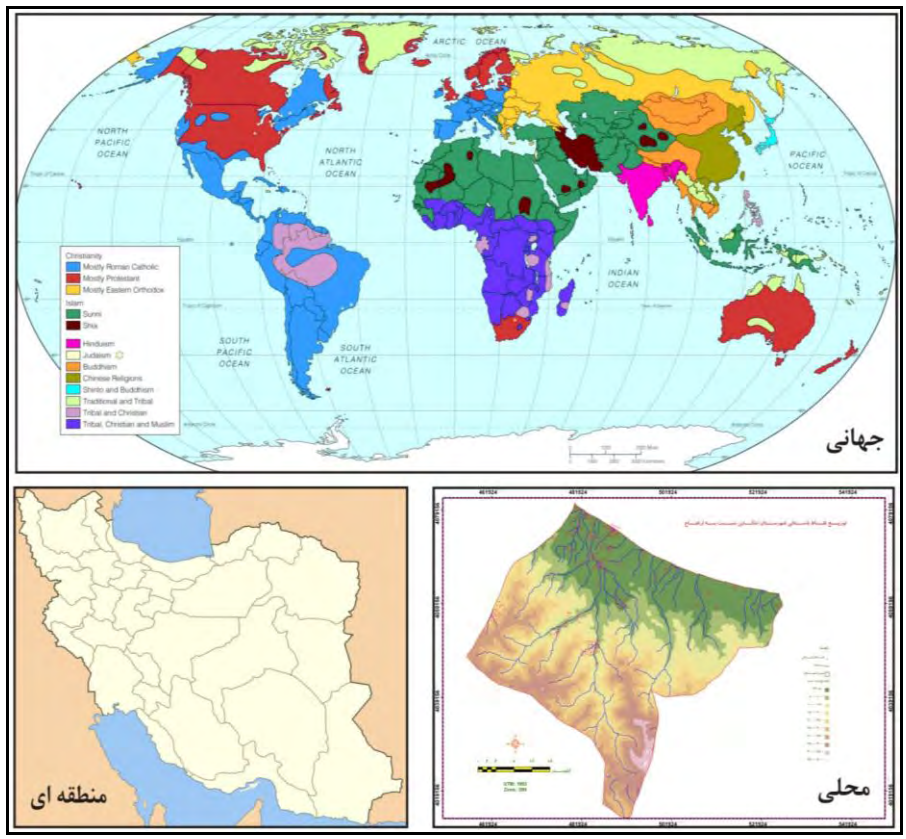
## مقدمه

سیستم اطلاعات جغرافیایی، سیستمی است که به کاربر امکان می‌دهد تا داده‌ها را در برنامه ArcGIS وارد، ذخیره‌سازی، مدیریت، تجزیه‌وتحلیل، منتقل، ارزیابی، بازیابی و مدل‌سازی کرده و به‌صورت اطلاعات نقشه‌ای، جدولی، و مدلی از پهنه‌های جغرافیایی منتشر کند (آزموده اردلان، ۱۳۸۳؛ مخدوم و همکاران، ۱۳۹۰، ۲۶؛ سنجری، ۱۳۹۱). سیستم اطلاعات جغرافیایی مانند هر سیستم دیگری دارای دو بخش است: بانک داده‌ها و نظام اطلاعاتی یا مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها و روش‌ها که امکان انتقال داده‌ها، تجزیه‌وتحلیل، اندازه‌گیری و مقایسه آن‌ها را در بانک فراهم می‌کند. مهم‌ترین قابلیت آن را باید امکان انجام تحلیل‌های پیچیده داده‌های مکانی و غیرمکانی دانست (جهانی و مسگری، ۱۳۸۰، ۲۳). در این سیستم، دنیای حقیقی را از طریق پدیده‌های آن و براساس اهداف طرح‌های پژوهشی و نظام مطالعاتی به‌صورت جهانی، منطقه‌ای، و محلی[1] مدل‌سازی می‌کنند (مخدوم و همکاران، ۱۳۹۰، ۲۸) (شکل شماره ۱).

دریافت، نگهداری، تجزیه‌وتحلیل، و ارائه، ازجمله اصلی‌ترین وظایف این نظام است. خروجی که تولید نهایی یک تجزیه‌وتحلیل در سیستم اطلاعات جغرافیایی است، به‌عنوان پل ارتباطی کاربر با دیگر متخصصان و کاربران عمل می‌کند. امروزه این سیستم، فن یا ماشین‌ابزاری است که برای شناسایی داده‌ها (نقشه‌های موضوعی)، مدیریت، تجزیه‌وتحلیل، تفسیر و جمع‌بندی داده‌ها، ارزیابی توان اکولوژیکی، نیاز اقتصادی ـ اجتماعی برای استفاده انسان از سرزمین، تغییرات زیست‌محیطی، برنامه‌ریزی زیست‌محیطی، مطالعات زمین‌شناسی و معادن، برنامه‌ریزی شهری، منابع طبیعی، کشاورزی، جنگل‌داری، آبیاری و زهکشی، مهندسی رودخانه، اکوتوریسم، معماری، نقشه‌کشی، آب و فاضلاب، مخابرات، بانکداری، تجارت، مدیریت، حمل‌ونقل و ترافیک، هوافضا، مدیریت بحران و سانحه، شناخت تخریب‌ها، ضایعات و آلودگی‌ها، خدمات رفاهی و بسیاری از موارد دیگر کاربرد دارد (سنجری، ۱۳۹۱). علاوه‌بر تمام این کاربردها، این سیستم، برای انجام برنامه‌های ویژه به‌منظور پاسخ‌گویی به پرسش‌های خاص در باستان‌شناسی کاربرد داشته و دیدگاه‌های نظری انسان‌شناسی و باستان‌شناسی در مورد تفکر مکانی، بسیاری از فعالیت‌های باستان‌شناسی را با برنامه‌های کاربردی سیستم اطلاعات جغرافیایی ادغام کرده‌اند (قرخلو و امیریان، ۱۳۸۲، ۱۶۷)؛ «استفاده از این سیستم در مقیاس تجزیه‌وتحلیل در باستان‌شناسی، به دو دسته عمده تقسیم می‌شود: تجزیه‌وتحلیل زمین‌سیما و یا

1. golobal, regional and local

مطالعات منطقه‌ای؛ و تجزیه‌وتحلیل کاربردی درون محوطه» (کاتسیانیس و تسیپیدیس[1]، ۲۰۰۵، ۱). برنامه‌های کاربردی فراوانی که از همان ابتدای استفاده از این روش در پژوهش‌های باستان‌شناسی به‌کار رفته، در یکی از دو دسته بالا انجام شده است. در پژوهش حاضر سعی شده است با مروری بر ضرورت استفاده از نظریه‌های مکانی در باستان‌شناسی، پیشینه استفاده از این سیستم در باستان‌شناسی ایران، بررسی، و مشکلات موجود بر سر راه باستان‌شناسان ایرانی در کاربرد این سیستم در دو دسته یادشده (درون محوطه و چشم‌انداز) ارزیابی و تبیین شود.



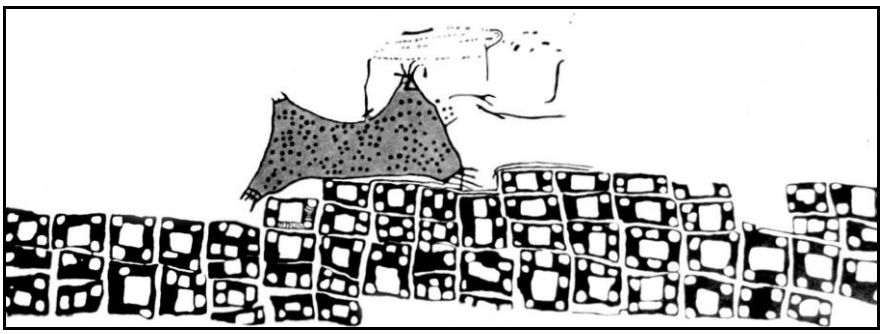

**شکل شماره (۱). داده‌های جغرافیایی می‌توانند در سطوح مختلف (جهانی، منطقه‌ای و محلی) در سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شوند**

**(منبع براساس مخدوم و همکاران، ۱۳۹۰)**

1. Katsianis and Tsipidis

## ۱. پیشینه و ضرورت وجود دیدگاه مکانی در فعالیت‌های باستان‌شناسی

نیاز به نمایش پدیده‌های موجود در طبیعت، انسان اولیه را به‌اجبار به‌سمت تهیه نخستین نقشه‌ها سوق داد. او با استفاده از قوه ادراک و ابزار موجود در زمان خود، برداشت خود از طبیعت و حتی ماوراءالطبیعه را بر روی دیوار غارها و پناهگاه‌های صخره‌ای، معبدها، سنگ، پوست، چوب، و مواد دیگر ثبت کرده و اطلاعات جغرافیایی خویش را به‌گونه‌ای سازمان‌یافته و به‌صورت پوشه گرافیکی، به‌نمایش گذاشته است (شکل شماره ۲). از زمان پیدایش نخستین تمدن‌های بشری نیز اطلاعات سطح زمین و فعالیت‌های جوامع انسانی به‌کمک لوح‌های گلی و علامت‌های ویژه نمایش داده شده است (شکل شماره ۳). ثبت چنین اطلاعات و داده‌هایی در دوره‌های بعدی به‌صورت هنر و فن کارتوگرافی ادامه یافت و در طول تاریخ، تحولات بسیاری به خود دید. لازم به یادآوری است که نمونه‌برداری و روش‌های آماری از دیگر روش‌های ثبت و طبقه‌بندی اطلاعات بود که انسان برای مدیریت، بیان، طبقه‌بندی، و تفسیر اطلاعات خود از آن استفاده می‌کرد.



**شکل شماره (۲). محوطه چاتال هویوک[1] (ترکیه)، از نخستین تصویرهای ایجادشده توسط انسان در اشاره به محیط زیست خود، ۶۲۰۰ ق.م، دیواری نقاشی‌شده در یک معبد، قدیمی‌ترین اثر از یک آتشفشان فعال که شاید به یکی از مخروط‌های خاکستر آتشفشان کوکاپینار در حدود ۳۰ مایلی شرق تپه اشاره دارد (گراتان و تورنس[2]، ۲۰۰۷)**

تمام این ثبت‌وضبط‌ها تا زمان ظهور سیستم‌های رایانه‌ای، به‌طور سنتی بر روی کاغذ یا فیلم ترسیم می‌شد و تنها خطوط، نقاط، و سطوح بودند که اطلاعات زمینی و جغرافیایی را نشان می‌دادند. با شکل‌گیری و رشد سیستم‌های نقشه‌برداری به‌عنوان الگوهای تصویری به‌منظور بیان ریاضی و روایی وضع ایده‌آل پدیده‌های مختلف، انسان پی برد که برای برنامه‌ریزی بهتر و دقیق‌تر

۱. برای دریافت اطلاعات بیشتر در این مورد رک: ملارت، ۱۹۶۷.

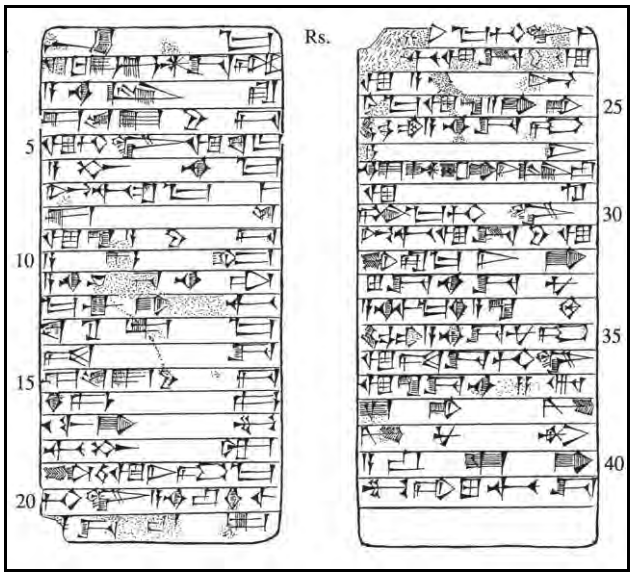
2. Grattan and Torrence

اطلاعات، می‌تواند از اطلاعات منابع مکانی[1] استفاده کند. این برنامه‌ریزی‌های همراه با نقشه، از دهه‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰ شتاب بیشتری یافت (بارو[2]، ۱۹۹۶؛ دیویس[3]، ۱۹۹۰؛ کریسمن[4]، ۱۹۹۷)، اما به‌دلیل حجم زیاد داده‌ها و وجود مشکلات در تحلیل کمی آن‌ها، به‌ویژه مورد دوم که بر تصمیم‌گیری برای برنامه‌ریزی تأثیر می‌گذاشت، این شتاب با رخوت روبه‌رو شد. با پیشرفت رایانه‌های رقومی و روش‌های پردازش در دهه ۱۹۶۰، پیشرفتی محسوس در این موضوع به‌وجود آمد و فناوری پیشرفته‌ای به‌نام سیستم اطلاعات جغرافیایی جایگزین شیوه‌ها و فنون سنتی شد. با این رشد، داده‌های بیشتری برای تجزیه‌وتحلیل مکانی، نقشه‌برداری موضوعی و تصمیم‌گیری مکانی به‌کار رفت (دگوناین[5]، ۱۹۹۵، ۳۳-۲۷).

با توسعه رایانه‌های رقومی، انسان به تصویرها و عکس‌های گوناگونی مانند تصویرهای حرف‌عددی، میکروفیلم، عکس‌های محفظه حباب‌های هسته‌ای و عکس‌های هوایی برای ارزیابی داده‌ها روی آورد (رزنفیلد[6]، ۱۹۶۸، ۱۸۷). با توسعه داده‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی زیست‌محیطی توسط سازمان‌هایی مانند سازمان زمین‌شناسی و منابع فرهنگی، مدیران دیگر نیز قابلیت آن را برای مدیریت و نمایش مکانی داده‌های باستان‌شناسی، مناسب دیدند (ویتلی و گیلینگز[7]، ۲۰۰۲). در اواخر سده نوزدهم و اوایل سده بیستم، انسان‌شناسان، در مقیاسی نسبتاً بزرگ بررسی مفاهیم فرهنگی، مناطق فرهنگی و انتشارگرایی فرهنگی را آغاز کردند (ویتلی و گیلینگز، ۲۰۰۲، ۷؛ آلدن‌درفر و ماشنر[8]، ۱۹۹۶). در دهه ۱۹۳۰، انسان‌شناسان، ابتدا از مفاهیم پیشرفته فراانتشارگرایی انتقاد کرده و درنهایت آن‌ها را رد کردند (استیوارد[9]، ۱۹۲۹، ۴۹۵-۴۹۱). در اواخر دهه ۱۹۴۰ و در طول دهه ۱۹۵۰، توسعه انسان‌شناسی بوم‌شناختی تأکید داشت که مسیرهای توسعه جوامع، براساس میزان بهره‌برداری انسان از منابع موجود در اکوسیستم تعیین می‌شود (استیوارد، ۱۹۵۵). در این رویکرد، پنداشته می‌شود که هرچه فناوری، پیچیده‌تر و پیشرفته‌تر باشد، حوزه استفاده از منابع زیست‌محیطی نیز گسترده‌تر خواهد بود (علیزاده، ۱۳۸۱، ۱۰۳).

1. spatial resource data
2. Burrough
3. Davis
4. Chrisman
5. De Gouvenian
6. Rosenfeld
7. Wheatley and Gillings
8. Aldenderfer and Maschner
9. Steward

در اواخر دهه ۱۹۶۰، تجزیه‌وتحلیل استقراری، تبدیل به یکی از اجـزای کلیـدی پرسـش‌های گسترده پژوهش‌های باستان‌شناسی درباره سازگاری انسان با تنوع زیست‌محیطی در چشم‌انداز شد (بینفـورد[1]، ۱۹۶۲، ۲۲۵-۲۱۷؛ بینفـورد، ۱۹۶۸، ۲۷۵-۲۶۷ همچنـین رک: ویتلـی و گیلینگـز، ۲۰۰۲، ۷). پژوهشگران به‌واسطه باستان‌شناسی جدید، به رشته‌های علمی دیگری مانند جغرافیا و اقتصاد روی آوردند تا از روش‌ها و ایده‌های آن‌ها بـرای تجزیـه‌وتحلیل مکـانی اسـتفاده کننـد. بـا نگاهی ویژه به جغرافیا می‌توان گفت، ایـده‌هایی ماننـد الگـوی وبـر در مـورد مکان‌هـای صـنعتی (وبـر[2]، ۱۹۲۹) و نظریـه مکـان مرکـزی کریسـتالر[3] (۱۹۶۶)، در اواخـر دهـه ۱۹۶۰، کـاملاً بـا دیدگاه‌های زیست‌محیطی و الگوهای استقراری ارتباط یافتند.




**شکل شماره (۳). کتیبه‌های گلی اکدی در مورد بایگانی‌های مربوط به ریاضیات و نقشه‌برداری (اواخر هزاره سوم ق. م). این اسناد شامل نقشه‌برداری و پلان‌برداری مناطق تسخیرشده در جنگ‌ها است (جورج[4]، ۲۰۰۷، ۳۲).**

از دهـه ۱۹۹۰ تـاکنون بـا اسـتفاده از سیسـتم اطلاعـات جغرافیـایی، باستان‌شناسـان قادرنـد متغیرهای بسیاری مانند مسافت بین موقعیت محوطه‌های باستانی، انواع معماری و دست‌ساخته‌ها

1. Binford
2. Weber
3. Christaller
4. George

را که در چشم‌انداز وجود دارند، کشف و تجزیه‌وتحلیل کنند (لیو[1] و همکاران، ۲۰۰۲؛ وریـن[2]، ۱۹۹۹؛ تورس[3]، ۲۰۰۵؛ مویز و جیمی[4]، ۲۰۰۲؛ کریگ[5]، ۲۰۰۲). همان‌گونه که اشاره شد، استفاده از این سیستم در مقیاس تجزیه‌وتحلیل در باستان‌شناسی، به دو دستهٔ عمده تقسیم می‌شود که عبارتند از: تجزیه‌وتحلیل زمین‌سیما و یا مطالعات منطقه‌ای، و تجزیه‌وتحلیل کاربردی درون محوطه که در ادامه بررسی شده‌اند.

**۱-۱. تحلیل الگوی استقرار**

شکل‌گیری و توسعه مطالعات الگوی استقرار به دهه ۱۹۵۰ و بررسی گوردون ویلی[6] در دره ویرو در کوهستان‌های پرو بازمی‌گردد (ویلی، ۱۹۵۳). طرفداران این نظریه بر این نظرند که انسان‌ها هیچ‌گاه به‌طور تصادفی از چشم‌اندازها و بستر طبیعی محیط استفاده نمی‌کنند (هادر و اورتون[7]، ۱۹۷۶). این رویکرد، برای تفسیر الگودهی مکانی، هم بر دیدگاه زیست‌محیطی و هم بر دیدگاه اجتماعی‌ـسیاسی تأکید دارد.

**۱-۱-۱. الگوی مکان مرکزی**

با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده از استقرار که از فعالیت‌های باستانی فراهم شده‌اند، می‌توان سازمان اجتماعی و سیاسی جوامع انسانی گذشته را بازسازی کرد (ماشنر، ۱۹۹۶ب؛ وریـن، ۱۹۹۹؛ تورس، ۲۰۰۵، ۲۰۲). در مورد این بازسازی می‌توان به الگوهای مکان مرکزی (کریستالر، ۱۹۶۶) اشاره کرد که از طریق شناسایی شبکه‌های سلسله‌مراتبی بین استقرارها، به‌صورت بصری، سازمان مکانی محوطه‌های باستانی را نمایش می‌دهند. در نظریهٔ مکان مرکزی، ارزیابی محوطه‌ها براساس میزان تسلط و تمرکزی که آن‌ها در سیستم ایفا می‌کنند، انجام می‌شود. این ارزیابی براساس ویژگی‌هایی چون شدت تمرکز و تسلط بر دیگر محوطه‌های هم‌زمان، وسعت و ابعاد محوطه، نوع معماری، آثار شناسایی‌شده و برخی ویژگی‌های دیگر قابل‌اندازه‌گیری است و به‌این‌صورت، اندازه و رتبهٔ هر محوطه در این شبکه سلسله‌مراتبی مشخص می‌شود (جانسون[8]، ۱۹۷۷، ۵۰۸-۴۷۹؛ فلانری[9]، ۱۹۷۶).

1. Liu
2. Varien
3. Torres
4. Moyes and Jaime
5. Craig
6. Willey, G. R
7. Hodder and Orton
8. Johnson
9. Flannery

**۲-۱-۱. الگوی نزدیک‌ترین همسایه**

یکی دیگر از نمونه‌های تجزیه‌وتحلیل آماری مرتبط با پژوهش‌های الگوهای استقراری که می‌توان در سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌کار برد، الگوی تجزیه‌وتحلیل نزدیک‌ترین همسایه[1] است. این الگو به‌عنوان آمار توصیفی برای تفکیک سطح تمرکز اقتدار سیاسی استفاده شده تا براساس توزیع منظم، تصادفی، و خوشه‌ای استقرارها، اعتبار و قدرت و نفوذ هریک را مشخص کند (ارل[2]، ۱۹۷۶، ۳۰۹-۲۸۳). در سال‌های اخیر برخی از الگوسازی‌های پیچیده‌تر مکانی الگوی استقرار در باستان‌شناسی براساس الگوسازی عامل انجام شده‌اند.

**۳-۱-۱. الگوی حوضه آبریز[3]**

این مفهوم بر این فرض استوار است که استفاده از منابع در سراسر استقرار به دوری و نزدیکی به آن‌ها وابسته است و محوطه‌ها در جایی واقع می‌شوند که بهره‌وری از منابع را به حداکثر برسانند (ماشنر، ۱۹۹۶الف). امروزه، الگوهای پیچیده‌تر، شیوهٔ طراحی فاصله برای ایجاد فاصله در توسعه مناطق حوضه آبریز را به‌کار می‌برند (هانت[4]، ۱۹۹۲؛ ویتلی و گیلینگز، ۲۰۰۲، ۹).

**۲-۱. الگوی پیش‌بینی[5]**

یکی از دلایل ظهور و کاربرد این الگو در باستان‌شناسی، نگرانی‌های مدیران منابع فرهنگی در مورد مدیریت زمین و روش‌های نمونه‌برداری بود. مدیران منابع فرهنگی نه‌تنها نگران این مسئله بودند که فعالیت‌ها و بررسی‌های باستان‌شناسی را در چه مناطقی انجام دهند، بلکه درپی این موضوع بودند که در چه مناطقی احتمال وجود محوطه‌های باستانی بیشتر است (کولر و پارکر[6]، ۱۹۸۶، ۱۹). درواقع الگوهای پیشگویانه باستان‌شناسی به‌وجود آمدند تا با استفاده از اطلاعاتی مانند شیب، خاک، آب، و...، مطلوب‌ترین مکان‌های پیش‌ازتاریخی را بر مبنای فاصله تا منابع موجود شناسایی کرده و نشان دهند (کار[7]، ۱۹۸۵؛ کولر، ۱۹۸۸، ۳۹۷؛ کولر و پارکر، ۱۹۸۶، ۱۹). با استفاده از داده‌های مناسب در این الگوها و با کمک نمونه نسبتاً کوچکی که از مناطق شناخته‌شده به‌دست آمده، پیش‌بینی یک منطقه بسیار وسیع‌تر ممکن خواهد بود. مزایای عملی الگوهای پیش‌بینی از این واقعیت سرچشمه می‌گیرند که آن‌ها می‌توانند برای بخش‌های بررسی‌نشدهٔ گسترده‌ای از زمین که در آن موقعیت محوطه‌ها و غیرمحوطه‌ها هنوز شناسایی نشده، به‌کار بروند.

1. nearest neighbor analysis (NNA)
2. Earle
3. catchment analysis
4. Hunt
5. predictive models
6. Kohler and Parker
7. Carr

## ۲. درون‌محوطه[1]

بسیاری از باستان‌شناسانی که درحال انجام طرح‌های بررسی یا کاوش بوده‌اند، می‌دانند که یکی از مشکلات ذاتی باستان‌شناسی، مدیریت مجموعه داده‌های به‌دست‌آمده از این بررسی‌ها و کاوش‌ها است که معمولاً نیازمند صرف وقت و هزینه‌های هنگفتی در شناسایی، کشف، و نگهداری هستند. اغلب این مجموعه داده‌ها، وضعیت نگران‌کننده‌ای دارند و ارائه آن‌ها به‌صورت داده‌های یکپارچه و کامل و براساس ادبیات باستان‌شناسی روز، بسیار سخت و تاحدی غیرممکن است. یکی از برنامه‌های کاربردی در این زمینه، سیستم اطلاعات جغرافیایی است. «سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی مبتنی بر داده‌های زمین‌شناسی[2] می‌تواند یک زمینه جغرافیایی بصری‌ـادراکی با ارائه بایگانی، سازماندهی، خواندن و استخراج داده‌ها و به‌طورکلی یک سند پویا برای سهولت در کارهای باستان‌شناسی ارائه کند. این شیوه علاوه‌بر معرفی شفاف محوطه، نیازمند صرف هزینهٔ کمتری است و زمینه را برای ورود رشته‌های دیگر فراهم می‌کند. از دیگر مزایای استفاده از این الگو، ارائهٔ مجموعه داده‌های باستانی در پایگاه‌های اطلاعاتی الکترونیکی است که از طریق اینترنت قابل‌دسترسی بوده و سهولت در دسترسی به آن‌ها می‌تواند در صرفه‌جویی زمان و هزینه بسیار مؤثر باشد» (پلازا[3]، ۲۰۱۳، ۲). از سوی دیگر، ازآنجاکه کاوش، خود ازبین‌برندهٔ نشانه‌های گذشته است، ارائه سه‌بعدی فیچرهای کاوش‌شده بسیار مهم بوده و می‌تواند به تجسم کردن اشیا باستانی که دیگر وجود ندارند، کمک کند. ارائه یک کاوش در یک محیط دیجیتالی، مستلزم پی بردن به ارتفاع و تجزیه‌وتحلیل و تفسیر باستان‌شناسی و ارائه همه سه‌بعدی‌های فضایی آن است.

## ۳. پیشینه استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در فعالیت‌های باستان‌شناسی ایران

از آغاز ایجاد سیستم اطلاعات جغرافیایی، از آن برای مدیریت داده‌ها و تجزیه‌وتحلیل مکانی استفاده شد. بسیاری بر این باورند که استفاده از آن باید به مدیریت داده‌ها محدود می‌ماند، درحالی‌که عده‌ای نیز نقش فعال‌تری را برای آن به‌ویژه در تفسیرهای باستان‌شناسی قائل هستند. باید اذعان داشت که با توجه به برنامه‌های کاربردی بسیاری که از همان ابتدا در این روش برای استفاده در پژوهش‌های باستان‌شناسی وجود داشته، استفاده از آن در مقیاس تجزیه‌وتحلیل به دو دسته عمده تقسیم می‌شود: نخست، چشم‌انداز و یا مطالعات زمین‌سیما و دوم، برنامه‌های

1. intera-site
2. geo-database GIS
3. Plaza

کاربردی درون‌محوطه (کاتسیانیس و تسیپیدیس[1]، ۲۰۰۵، ۳). نکتهٔ مهم در کاربرد این سیستم در باستان‌شناسی ایران، این است که نخستین استفاده از آن با مقیاس دوم، یعنی درون‌محوطه‌ای همراه بوده است، درحالی‌که اخیراً تمام کاربردهای این سیستم به مطالعات منطقه‌ای و بررسی زمین‌سیما، آن هم نه از نوع تحلیلی، بلکه از نوع توصیفی محدود شده است. توفیقیان در سال ۱۳۷۷، براساس داده‌های باستان‌شناسی محوطه شوش که از حفاری‌های سال‌های دور فرانسویان در این محوطه به‌دست آمده بود، از این سیستم استفاده کرد تا یک پایگاه اطلاعاتی مکانی (نقشه‌های توپوگرافی، پلان‌ها، و طرح‌های معماری) و توصیفی (فهرست کاملی از اشیا کشف‌شده مانند سفال، اشیا فلزی، و...) از تپه شوش فراهم کند (۱۳۷۷). اگرچه کار او نخستین کار مطالعاتی درون‌محوطه بود، اما چون نه در حین کاوش، بلکه سال‌ها بعد از پایان کاوش‌های تپه شوش انجام شد، ناخواسته ایرادهایی داشت؛ به زعم وی با داده‌های مخدوش، غیراستاندارد و بدون مقیاس روبه‌رو بودیم و بسیاری از آثار یافت‌شده در شوش با توجه به نقشه توپوگرافی زمان کاوش، ثبت نشده بودند و تعیین محل قرار گرفتن این اشیا روی نقشه پایه و تعیین سیستم مختصات دقیق آن‌ها بسیار مشکل بوده است.

این کار اگرچه ابتدایی بود، اما هیچ باستان‌شناسی در محوطه مورد کاوش خود از قابلیت‌های این سیستم استفاده نکرد. تنها یوسفی‌زشک، کاوش‌های خود در محوطه میمنت‌آباد (میمون‌آباد) را براساس تحلیل سه‌بعدی در سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام داد[2] (یوسفی‌زشک، ۱۳۹۱). با توجه به مشکلاتی که توفیقیان با آن روبه‌رو بود در حین کاوش در محوطه میمنت‌آباد با سیستم مختصات جهانی، موقعیت دقیق آثار منقول، معماری، نهشته‌های فرهنگی و طبیعی، و... که در ترانشه‌ها کشف می‌شد، به‌صورت مکانی برداشت شده و پس از ایجاد یک الگوی رقومی ارتفاع، پایگاه دیجیتالی مربوط به کاوش ایجاد شد؛ پایگاهی که سه نوع داده متنی، مکانی، و زمانی را در خود جای داده است. این الگو که در نوع خود یکی از نمونه‌های اندک کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در درون محوطه است، «با ایجاد رابطه بین زمان، مکان، و اطلاعات توصیفی مربوط به داده‌های باستانی یافت‌شده از کاوش، توانست روش‌ها و فرصت‌های جدیدی را برای سازماندهی، تجزیه‌وتحلیل، و نمایش داده‌های باستانی ایجاد کند» (یوسفی‌زُشک و همکاران، در دست چاپ). این روش، با وجود نوین بودن در ایران و فراهم کردن پایگاه داده‌ای که عمر مفید آن

1. Katsianis, M. & Tsipidis

۲. برای دریافت اطلاعات بیشتر به سایت زیر مراجعه شود:
http://www.iranboom.ir/tazeh-ha/khabar/4954-kavosh-se-bodi-analiz-dar-mohavete-meimon-abad.html

بسیار طولانی است، مشکلاتی مانند نیاز به نیروی انسانی، صرف زمـان و هزینـه‌های سـنگین در حین کاوش که همواره گریبانگیر طرح‌های پژوهشی باستان‌شناسی بوده‌اند را نیز به‌همراه دارد.

دومین نکته تأمل‌برانگیز در مورد کاربرد این سیستم در باستان‌شناسی ایران، در قالب کـار مکان‌یـابی سعیدی‌هرسینی قابل‌تبیین است. وی با استفاده از روش یا الگوی پیش‌بینی، به‌صورت عملیاتی در حـوزه رودخانه «گاماسب» در منطقه زاگرس مرکزی در پی مکان‌یـابی محوطـه‌های پـیش از تـاریخ و تحلیـل روابط بین آن‌ها بود. حاصل کار او در قالب الگوها، نقشه‌های تحلیلی سیسـتم اطلاعـات جغرافیـایی، و تفسیر آماری داده‌ها ارائه شد (سعیدی‌هرسینی، ۱۳۸۵؛ نیکنـامی و همکـاران، ۱۳۸۶، ۲۰۶). آن‌هـا بـا استفاده از این الگو توانستند براساس اطلاعات جزئی از منطقهٔ موردمطالعه (داده‌های نمونـه مشـاهده)، امکان وجود یا فقدان نقاط باستان‌شناسی را در سایر قسمت‌هایی که درعمل مشـاهده نکرده‌انـد، بـرآورد کنند. اما باید اشاره کرد که در بررسی دوره‌هایی که توسعه جوامـع و پیچیـدگی آن‌هـا مطالعـه می‌شـود، بهتر است قواعد و نظم موجود بین استقرارهای باستانی را به‌گونه‌ای تعیین کنیم که براساس آن‌هـا بتـوانیم نقاط استقراری و موقعیت مکانی آن‌ها را بررسی کنیم، زیرا روش‌های پیش‌بینی، نقش عوامـل فیزیکـی و زیستی را مدنظر قرار می‌دهند نه عوامل اجتماعی، سیاسی، و شاید مذهبی را.

در سال ۲۰۰۹ مارکر و حیدری‌گوران الگـوی اسـتقرار دوره پارینه‌سـنگی و شـیوه معیشـت در رشته‌کوه‌های زاگرس را مطالعه و ارزیابی کردند. همچنین آن‌ها از یک نوع رگرسیون درختی، یعنی الگوی «بیشه تصادفی» استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که محوطـه‌های باسـتانی به‌صـورت بسیار خوبی بـه ویژگی‌هـا و فراینـدهای محیطـی‌ای مربـوط هسـتند کـه می‌تواننـد بـا اسـتفاده از شاخص‌های توپوگرافیک، ارزیابی شوند (مارکر و حیدری‌گوران[1]، ۲۰۰۹، ۵). نظر بـه اینکـه ایـن کار بر نقش عوامل و معیارهای محیطی در دوره پارینه‌سنگی تأکید کرده است و بـا توجـه بـه ایـن نکته که هنوز روابط فرهنگی، اجتماعی، و سیاسی خاصی در دوره مورد مطالعه شکل نگرفته و نیـز استقرار یک جامعه ساده نمی‌تواند بازتـاب پیچیـده‌ای از یـک نـوع تصـمیم و انتخـاب باشـد، تـا حدودی مشکل زیادی نداشته است.

در مقایسه با دسته دوم، پژوهش‌های مربـوط بـه دسـته نخسـت، از تعـداد بیشـتری برخـوردار هستند. ابتدا محمدی‌فر با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، الگـوی اسـتقراری را مطالعـه و بررسی کرد (محمدی‌فر، ۱۳۸۴؛ نیکنامی و همکاران، ۱۳۸۵، ۱۰۷). وی به‌منظور تحلیل مکـانی آثـار و اسـتقرارهای اشـکانی منطقـه زاگـرس مرکـزی، آن‌هـا را نسـبت بـه مؤلفـه‌های مختلـف

1. Märker and Heydari-Guran

زیست‌محیطی (ارتفاع، میزان بارش، وضعیت دما، رودخانه، حوزه آبریز، پوشش گیاهی مرتعی و جنگلی، شیب و جهت شیب و مسیرهای ارتباطی) به آزمایش گذاشت و الگوهای پراکنش این استقرارها را در سه شیوهٔ پراکنش اتفاقی، خوشه‌ای، و کاملاً منظم، طبقه‌بندی کرد.

در سال ۱۳۹۰ مترجم و نیکنامی ۹۰ استقرار مربوط به عصر مفرغ قدیم در شرق زاگرس مرکزی دشت‌های واقع در حوزه الوند ــ که در بررسی سال ۱۳۸۷ شناسایی شده بودند ــ را مطالعه کردند. هدف از این پژوهش، ارزیابی رابطه بین موقعیت هر زیستگاه با عوامل محیطی بود. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که نقش مراتع ییلاقی و جاده‌ها در ایجاد و گسترش محوطه‌های عصر مفرغ قدیم (کوراارس) منطقه، بیشتر از سایر عوامل بوده است (مترجم و نیکنامی، ۱۳۹۰، ۴۶).

موسوی‌کوهپر و همکاران پس از بررسی گسترده استان مازندران، سعی کردند با کاربرد این سیستم، عوامل زیست‌محیطی و نقش آن‌ها را در شکل‌دهی مکانی زیستگاه‌های انسانی دوره‌های باستانی مختلف منطقه مازندران، بررسی و مطالعه کنند (۱۳۹۰، ۱۴). آن‌ها نیز مانند محمدی‌فر، محوطه‌های باستانی تمام دوره‌ها را نسبت به متغیرهای ارتفاع، نوع آب‌وهوا، آب‌های جاری، دوری و نزدیکی به رودخانه‌های اصلی، پوشش گیاهی مرتعی و جنگلی و میزان بارش، مطالعه کردند و تأکید داشتند که دو عامل ارتفاع و آب‌وهوا، مهم‌ترین و مؤثرترین عوامل زیست‌محیطی در شکل‌گیری استقرارهای باستانی حوزه موردمطالعه آن‌ها بوده است. در سال ۱۳۹۱، برخی از استادان جغرافیای دانشگاه تهران ــ به‌دلیل آشنایی با این سیستم ــ با همکاری استادان باستان‌شناسی آن دانشگاه، در قالب دو کار متفاوت، توزیع استقرارهای پیش از تاریخ را بررسی کردند. مقصودی و همکارانش با دیدگاه زمین‌شناسی و با هدف تعیین نقش مخروط‌افکنه‌ها در توزیع سکونتگاه‌های پیش از تاریخ، مخروط‌افکنه‌های جاجرود در دشت تهران و حاجی‌عرب در دشت قزوین را بررسی و مطالعه کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که بسیاری از سکونتگاه‌های پیش از تاریخ برای دسترسی به خاک مناسب و آب کافی برای کشاورزی و ساخت سفال و فعالیت‌های دیگر، روی بخش‌های میانی و انتهایی مخروط‌افکنه‌ها استقرار یافته‌اند. یکی دیگر از نتایج این بررسی، اثبات وجود رابطه بین حفر عمقی کانال‌های اصلی موجود بر سطح مخروط‌افکنه‌ها و مکان‌یابی مناسب استقرارگاه‌ها به‌دست انسان‌های پیش از تاریخ است. (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۱، ۱۹).

مقصودی و همکاران در همین سال با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای و محاسبه ضریب تغییرات و همچنین با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، نحوه توزیع محوطه‌های باستانی دشت تهران را نسبت به متغیرهای طبیعی شامل نوع آب‌وهوا، شیب، زمین‌شناسی، فاصله از رودخانه، ژئومورفولوژی، کاربری اراضی و ارتفاع، بررسی کردند. در این پژوهش پس از

تجزیه‌وتحلیل پراکندگی محوطه‌ها مشخص شد که در قسمت‌های پایین محدوده، یعنی نواحی دشتی و کوهپایه‌ای (خوشه یک و دو)، کمترین ضریب تغییرات، متعلق به عامل فاصله از رودخانه است و محوطه‌ها در فاصله‌های مختلفی از رودخانه مکان‌گزینی شده‌اند. علاوه‌بر این، ضریب تغییرات بالای عامل ژئومورفولوژی نشان داد که استقرارهای این حوزه تحت تأثیر مخروط‌افکنه‌ها هستند (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۱، ۱۲۴).

یوسفی‌زشک و باقی‌زاده در سال ۱۳۹۱، با استفاده از این سیستم، الگوی استقراری دوره نوسنگی تا عصر آهن دشت درگز را بررسی و تحلیل کرده‌اند و بر این نظر هستند که تأثیرپذیری از آب و خاک و همچنین طیف ارتفاعی مشخصی باعث به‌وجود آمدن الگوی استقراری معینی می‌شود (۱۳۹۱، ۲۲).

موسوی‌نیا در سال ۱۳۹۱ براساس داده‌های باستان‌شناسی به‌دست‌آمده از دو فصل بررسی شهرستان خمین، ضمن توصیف باستان‌شناسی منطقه در دوره ساسانی، الگوهای تأثیرگذار بر شکل‌گیری و پراکندگی محوطه‌های ساسانی شهرستان را شناسایی و بازسازی کرد. وی بر این نظر است که ارتفاع، منابع آب، کاربری اراضی، فاصله از جاده‌های اصلی، شیب و جهت شیب ازجمله عوامل مؤثر در پراکنش محوطه‌های ساسانی خمین هستند (۱۳۹۱، ۱۲۵).

هرسینی و همکارانش نیز به بررسی چشم‌انداز جغرافیایی و تحلیل باستان‌شناختی استقرارهای دوره مس‌سنگی زاگرس مرکزی پرداخته‌اند. در این کار، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش آماری چندمتغیره و داده‌های مکانی رقومی، عوامل محیطی و فرهنگی‌ای که سهم بیشتری در شکل‌دهی الگوهای پراکنش داده‌های مکانی داشته‌اند، به‌صورت تقسیم طبقات ارائه شده‌اند. در این پژوهش، دو نوع محوطه، یکی با ویژگی‌های یکجانشینی و اقتصاد کشاورزی و دیگری به‌صورت فصلی، شناسایی شد (۱۳۹۱، ۳۳).

تحلیل الگوی استقراری شهرستان سمیرم در دوره انتقال از ساسانیان به سده‌های اولیه اسلامی توسط کریمیان و همکاران از کارهای بعدی است. در این پژوهش به‌منظور ارزیابی تحولات استقرارهای مورد مطالعه در دوران انتقال از ساسانیان به دوران اسلامی، متغیرهایی مانند فاصله از رودهای دائمی، شبکه‌های ارتباطی کهن، روستاهای موجود، ارتفاع، کاربری اراضی، پوشش گیاهی و سایر مؤلفه‌های مؤثر در شکل‌گیری محوطه‌های این دوره، تعریف و تمام داده‌های ثبت‌شده، تحلیل شده‌اند. توزیع مکانی آثار در سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان می‌دهد که بیشتر محوطه‌های استقراری در بخش شمال و مرکز شهرستان واقع شده‌اند و پراکنش یکنواختی دارند. همچنین محوطه‌های کشف‌شده از لحاظ کمی و کیفی در دوره ساسانی و پس از آن در

دوره اسلامی، به‌گونه‌ای چشمگیر، تغییر نکرده‌اند و دگرگونی‌هایی که بر تاریخ سیاسی ـ اجتماعی کشور عارض شده، تأثیر چندانی بر روند زندگی ساکنان دشت سمیرم نداشته است (۱۳۹۱، ۷۷).

در سال ۱۳۹۲، حیدریان و همکاران در برنامه سیستم اطلاعات جغرافیایی، الگوی مکانی‌ـزمانی محوطه‌های باستانی شهرستان سنقر در غرب ایران را بررسی کرده‌اند. ارتفاع، دوری و نزدیکی به رودخانه‌های اصلی، پوشش گیاهی مرتعی، زمین‌شناسی، شیب و جهت شیب، و میزان بارش، متغیرهای زیست‌محیطی‌ای بوده‌اند که پراکندگی محوطه‌ها نسبت به آن‌ها سنجیده شد و مشخص شد که این عوامل، نقش متفاوتی را در توزیع محوطه‌های باستانی دوره‌های مختلف ایفا کرده‌اند و همه آن‌ها از قانونمندی یکسانی پیروی نمی‌کنند. درنهایت و پس از تجزیه‌وتحلیل توزیع مکانی محوطه‌ها، سه عامل ارتفاع، شیب و جهت آن و نزدیکی به رودخانه به‌عنوان مهم‌ترین و مؤثرترین عوامل زیست‌محیطی در شکل‌گیری استقرارهای باستانی شهرستان سنقروکلیایی شناسایی شدند (۱۳۹۲، ۴۷).

در مورد کارهای دسته نخست، یعنی مطالعه الگوی استقرار که در بالا به آن‌ها اشاره شد، باید اذعان داشت که مرحله نخست تجزیه‌وتحلیل سیستم‌های استقراری آن‌ها، در شناسایی الگوهای توزیع فضایی محوطه‌های باستانی، چه در ارتباط با یکدیگر و چه در ارتباط آن‌ها با محیط طبیعی‌شان به‌خوبی بررسی شده است، زیرا انسان، با تأثیرپذیری از عوامل اجتماعی و زیست‌محیطی، به‌صورت غیرتصادفی از فضا استفاده می‌کند و رفتار او در یک چشم‌انداز، از طریق بقایای مادی به‌جامانده از او و در قالب فرهنگ مادی، قابل‌شناسایی است. همان‌گونه که نتایج این پژوهش‌ها نشان می‌دهد، تنوع موقعیت‌ها و تنوع محوطه‌های باستانی که به‌نظر می‌رسد تحت تأثیر منابع غذایی، مکان‌نگاری، منابع آب شیرین، آسانی حرکت، حمل‌ونقل و دسترسی به دیگر منابع طبیعی قرار داشته‌اند، به‌خوبی بررسی شده است. آن‌ها عواملی که به‌طورکلی از امکانات دفاعی منطقه، نزدیکی به دیگر اعضای جامعه و درک فرهنگی از چشم‌انداز تأثیر می‌گیرند را بررسی کرده‌اند، اما در بیشتر موارد، تنها به توصیف پراکندگی آثار دوره‌های گوناگون نسبت به متغیرهای زیست‌محیطی مختلف پرداخته‌اند و هیچ‌یک به مرحله دوم و به‌نوعی چرایی این پراکنش‌ها و تجزیه‌وتحلیل داده‌های مکانی به کمک اطلاعات اکتشافی و تجربی در منطقه مورد مطالعه خود نپرداخته‌اند. مسئله‌ای که براساس بستر متنوع محیط زیستی هریک از مناطق موردبررسی در بالا و دوره‌های باستانی موجود در آن‌ها، تابع معیارها و متغیرهای خاصی بوده است و پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی به‌طور جدی بررسی شده و با استفاده از الگوهای پیش‌بینی، با صرف هزینه و زمان کمتر، مناطق بیشتری بررسی و شناسایی شوند.

## ۴. تجزیه‌وتحلیل روندها و مشکلات کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در باستان‌شناسی ایران

همان‌گونه که در بحث‌های پیشین اشاره کردیم، یکی از مشکلات ذاتی باستان‌شناسی، مدیریت مجموعه داده‌های به‌دست‌آمده از بررسی‌ها و کاوش‌ها است که معمولاً با صرف وقت و هزینه‌های هنگفتی در شناسایی، کشف، و نگهداری همراه هستند. یک کاوش یا بررسی باستان‌شناسانه، برنامه‌ای با زمینهٔ کاری پیش‌بینی‌نشده است که اهداف مشخص تحقیق، شامل ثبت و تفسیر یافته‌های سطحی، نهشته‌های باستانی، فیچرها، بناها و دیگر بقایای به‌دست‌آمده در یک منطقه یا محوطه را دربر می‌گیرد. اغلب این مجموعه داده‌ها وضعیت نگران‌کننده‌ای دارند و ارائه آن‌ها به‌صورت داده‌های یکپارچه و کامل و براساس ادبیات باستان‌شناسی روز، بسیار دشوار و تا حدی غیرممکن است.

روش ثبت و ضبط اطلاعات در مراکز باستان‌شناسی ایران معمولاً به‌صورت اسناد و داده‌های کاغذی بوده و کمتر باستان‌شناس و مرکز باستان‌شناسی‌ای وجود دارد که آرشیوی از بانک‌های اطلاعاتی الکترونیکی در مورد کاوش‌ها و بررسی‌های خود ارائه دهد که به‌آسانی توانایی مبادله، ذخیره، به‌روزرسانی، بازسازماندهی و تغییر داده‌ها برای انواع مختلف تجزیه‌وتحلیل را دارا باشد. یکی از برنامه‌های کاربردی در این زمینه، سیستم اطلاعات جغرافیایی است که استفاده از آن در باستان‌شناسی در مقیاس تجزیه‌وتحلیل به دو دسته عمده تقسیم می‌شود: نخست، چشم‌انداز و یا مطالعات زمین‌سیما و دوم، برنامه‌های کاربردی درون‌محوطه. پیشتر نیز نیز اشاره شد که مطالعات مربوط به دسته نخست در ایران، آمار بیشتری را به خود اختصاص داده است. تجزیه‌وتحلیل استقراری، یکی از اهداف اصلی و پرسش‌های گستردهٔ پژوهش‌های باستان‌شناسی مربوط به دسته نخست است که در قسمت پیشین به آن‌ها اشاره شد. این گروه از باستان‌شناسان ایرانی، پس از انجام بررسی، با پرداختن به الگوی پراکندگی استقرارهای باستانی در منطقهٔ موردمطالعهٔ خود، در پی شناسایی سازگاری انسان با تنوع زیست‌محیطی در چشم‌انداز بوده‌اند، و برخی از آن‌ها به افراط‌های جبر محیطی[1] و امکان‌گرایی[2] دچار شده و نقش کم‌رنگی را برای انسان متصور شده‌اند. این گروه، از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای مدیریت و نمایش مکانی داده‌های باستان‌شناسی خود استفاده کرده‌اند و در نتایج کار خود به‌جای تجزیه‌وتحلیل داده‌های اکتشافی و اطلاعات مکانی به کمک اطلاعات اکتشافی و تجربی، تنها به توصیف پراکندگی آثار دوره‌های مختلف

۱. جبر جغرافیایی، یعنی مسلط دانستن محیط طبیعی بر عملکردهای انسانی (شکویی، ۱۳۷۷، ۲۹).
۲. امکان‌گرایی، یعنی قائل بودن به حداقل تأثیر عوامل محیطی بر رفتار و عملکرد انسان (شکویی، ۱۳۷۷، ۳۰).

نسبت به متغیرهای زیست‌محیطی گوناگون پرداخته‌اند. البته هریک از این پژوهش‌ها می‌توانستند با استفاده از الگوی پیش‌بینی و الگوی احتمال[1] (آلدریچ و نلسون[2]، ۱۹۸۴)، علاوه‌بر صرفه‌جویی در وقت و هزینه‌های هنگفت شناسایی، موقعیت‌های مناسب برای شکل‌گیری محوطه‌های باستانی، واکنش‌ها (حضور یا عدم حضور محوطه‌ها) به فعل‌وانفعالات، و تغییرات زیست‌محیطی مستقل را پیش‌بینی کنند. این پیش‌بینی از نظر بیان، خود جزء احتمالات است؛ احتمالاتی که به‌سادگی قابل تفسیر بوده و به‌آسانی با ارزشی بین صفر (احتمال کم) و یک (احتمال زیاد) آزمایش‌پذیر هستند.

تنها در یک مورد، سعیدی هرسینی (۱۳۸۵) سعی کرده است با استفاده از الگوی پیش‌بینی و با کاربرد یکی از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی، به مکان‌یابی محوطه‌های باستانی بپردازد. با وجود درخورتوجه بودن این پژوهش‌ها، پژوهش عمده دیگری در این زمینه انجام نشده است.

قابلیت‌های تحلیل‌گرایانه سیستم اطلاعات جغرافیایی در کاوش‌های میدانی شامل مدیریت داده‌های به‌دست‌آمده از کاوش، نمایش فیچرهای شناسایی‌شده و تحلیل مکانی بناها و یافته‌های کاوش‌شده است. ترکیب این سه ویژگی در سیستم اطلاعات جغرافیایی، به تشکیل سیستم اطلاعاتی ساختاری به‌دست‌آمده از کاوش منجر می‌شود، اما تنها فعالیت‌های انجام‌شده در این حوزه، فعالیت‌های توفیقیان (۱۳۷۷) و یوسفی‌زشک (۱۳۹۱) است. توفیقیان، اسناد کاغذی به‌دست‌آمده از کاوش‌های شوش را به یک بانک اطلاعاتی سیستم اطلاعات جغرافیایی تبدیل کرد، اما تنها کسی که از ابتدای کاوش در پی ساختن یک بانک اطلاعاتی سیستم اطلاعات جغرافیایی بود، یوسفی‌زشک است که پژوهش انجام‌شده توسط وی، یکی از پژوهش‌های جدید در این زمینه است.

با توجه به بحث‌های مطرح‌شده در مورد انواع الگوهای استقرار، پیش‌بینی، نزدیک‌ترین همسایه، حوزه آبریز، و... به‌نظر نمی‌رسد در صورت آشنایی باستان‌شناسان با سیستم اطلاعات جغرافیایی، مشکل عمده‌ای در استفاده از آن برای پژوهش‌های مربوط به باستان‌شناسی چشم‌انداز وجود داشته باشد، اما در مورد کاربرد آن در درون‌محوطه، مشکلات بسیاری وجود دارد. مهم‌ترین مشکلی که مانع استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در کاوش می‌شود، دشواری ساخت الگوی مکانی برای تمام اشیا و شکل‌هایی است که در کاوش به‌دست می‌آیند. در طول کاوش، اشیا زیاد و متنوعی کشف می‌شوند که دسته‌بندی آن‌ها وقت‌گیر و هزینه‌بر است

1. probability models
2. Aldrich and Nelson

و ساختن الگویی در سیستم‌های بانک اطلاعاتی قراردادی برای آن‌ها بسیار مشکل است. به‌طور طبیعی این اشیا در طول کاوش، تغییر می‌کنند، یا بر تعداد آن‌ها افزوده می‌شود و یا در پژوهش‌های پس از کاوش، به‌عنوان اطلاعات جدیدی درنظر گرفته می‌شوند. به‌علاوه به‌روزرسانی بانک‌های اطلاعاتی، مشکل دیگری است که مانع کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در کاوش می‌شود، زیرا روند تفسیرهای باستان‌شناسی، مراحل گوناگونی را تا آماده شدن برای چاپ طی می‌کنند. ماهیت درونی توصیف‌ها، مشکلات هنگام ثبت، طبقه‌بندی ارتباط‌های باستان‌شناسی بین کاوش‌های گوناگون و یا حتی بین ترانشه‌ها، ازجمله مشکلات دیگر موجود در این حوزه است. روی‌هم‌رفته، هر دو زمینه منظر (زمین‌سیما) و باستان‌شناسی درون‌محوطه‌ای، هنوز نیاز به تشریح دارند. تا هنگامی‌که پیچیدگی مشاهدات باستان‌شناسی، تنوع زیاد اشیاء، مفاهیم و کارکردهای خاص، بعضی ویژگی‌های مواد پایه (رنگ خاک، اشیاء)، نقشه‌کشی، تجسم‌های فکری، تجزیه‌وتحلیل تصویر، اطلاعات تجسمی، تجزیه‌وتحلیل اطلاعات اکتشافی، تنوع فرهنگی و منطقه‌ای، گاه‌نگاری و چارچوب‌های تاریخی و فقدان توافق در بین باستان‌شناسان ایرانی وجود دارد، ارائه یک الگوی یگانه و یک بانک اطلاعاتی در سیستم اطلاعات جغرافیایی با مشکل روبه‌رو است. البته هادر بر این نظر است که «ترکیب اطلاعات مختلف (عکس، متن، طرح، نمودار، و...)، توسعه‌پذیر و سازگار بودن در مراحل تحقیق، تأکید بر ویژگی‌های مکانی-زمانی اطلاعات باستان‌شناسی، بهبودبخشی اطلاعات و مقایسه آن‌ها و درنهایت، پشتیبانی و تجزیه‌وتحلیل اطلاعات در چندین سطح گوناگون و متناوب با توجه به فرضیه پژوهش، می‌تواند این مشکل را حل کند و بهبود الگوهای اطلاعاتی سیستم اطلاعات جغرافیایی را به‌عنوان ابزار تغییردهنده و سازمان‌دهی‌کنندهٔ اطلاعات در هر مقیاسی از تحقیق باستان‌شناسی، امکان‌پذیر سازد» (هادر[1]، ۱۹۹۹).

علاوه‌بر تمام موارد بالا که بنیادی بوده و گریبانگیر جامعه باستان‌شناسی است، مسائل دیگری استفاده از این سیستم را در باستان‌شناسی ایران تحت تأثیر قرار داده که می‌توان به بی‌علاقگی باستان‌شناسان ایرانی به این مطالعات، نداشتن اطلاعات و دانش کافی باستان‌شناسی ایران از این سیستم، هزینه‌بر بودن آن (نیاز به لایه‌های رقومی و عکس‌های هوایی که تهیه آن‌ها سخت و یا بسیار پرهزینه است و گاهی به‌دلیل مقیاس بزرگ، کیفیت مناسبی برای تجزیه‌وتحلیل ندارند)، نیاز به متخصصان این سیستم که بیشتر دیدگاهی مکانی-جغرافیایی دارند تا باستان‌شناسانه و نیز باستان‌شناسان به‌خوبی آن‌ها را توجیه نمی‌کنند، و... اشاره کرد.

1. Hodder

## نتیجه‌گیری

اگرچه از نیمه دوم دهه ۱۳۷۰، پژوهش‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی در ایران آغاز شد، اما به‌جز چند مورد، هنوز کار علمی دقیق و جامعی در ایران انجام نشده است. در مقاله حاضر، پژوهش‌های انجام‌شده بر این اساس، در دو دسته چشم‌انداز و یا مطالعات زمین‌سیما و برنامه‌های کاربردی درون‌محوطه، طبقه‌بندی شدند. با وجود کار توفیقیان که در نوع خود امیدوارکننده به‌نظر می‌رسید، به‌جز یوسفی‌زشک، هیچ باستان‌شناس دیگری نه پیش و نه پس از حفاری خود، از این سیستم برای تجزیه‌وتحلیل یافته‌های خود یا همان بعد درون‌محوطه‌ای استفاده نکرده است. توفیقیان و یوسفی، تنها افرادی هستند که در پی تشکیل بانک اطلاعاتی کاوش براساس این سیستم بوده‌اند. در مورد کاربرد آن در مطالعات چشم‌انداز، محمدی‌فر، سعیدی‌هرسینی، نیکنامی، موسوی‌کوهپر، مقصودی، یوسفی‌زشک، کریمیان، حیدریان، موسوی‌نیا، و... به کمک اطلاعات به‌دست‌آمده از بررسی، درصدد ارائه الگوی پراکندگی استقرارهای باستانی در منطقه موردمطالعه خود برآمده‌اند. این پژوهش‌ها بیشتر در پی شناسایی عوامل مؤثر بر شکل‌گیری استقرارهای باستانی بوده و برخی از آن‌ها به افراط‌های جبر محیطی و امکان‌گرایی دچار شده و نقش کم‌رنگی را برای انسان متصور شده‌اند؛ نقشی که در استفاده از منابع و محیط‌زیست بسیار پررنگ است. این گروه، تنها به توصیف پراکندگی آثار دوره‌های مختلف نسبت به متغیرهای زیست‌محیطی گوناگون پرداخته‌اند تا تجزیه‌وتحلیل داده‌های مکانی به کمک اطلاعات اکتشافی و تجربی. تنها در دو مورد (سعیدی‌هرسینی و شیخی) از الگوی پیش‌بینی استفاده شده است که در نوع خود درخورتوجه هستند. در مورد این دسته از پژوهش‌ها باید دقت کرد که قواعد و معیارهای موجود برای بافت‌های استقراری هر دوره تعیین، و براساس آن قواعد، شرایط منطبق بر شکل‌گیری هر نقطه در مکان و زمان استقرار بررسی شود.

با توجه به این پیشینه به‌نظر می‌رسد عدم آشنایی کامل باستان‌شناسان با قابلیت‌ها و امکانات این سیستم و توجیه نشدن کاربران آشنا با این سیستم که از دانش‌آموختگان رشته‌های جغرافیا بوده و درصدد کمک به باستان‌شناسان برآمده‌اند، ازجمله مهم‌ترین مشکلات بر سر راه رونق این‌گونه مطالعات هستند. پیش از هر کاری باید تمام اطلاعات هندسی یا مکانی، غیرمکانی و یا توصیفی و گرافیکی منطقه و یا محل کاوش از پیش تهیه شود، مختصات تمام یافته‌ها با توجه به نقشه پایه تعیین شود و اطلاعات، به‌طور کامل در اختیار کاربران سیستم اطلاعات جغرافیایی که علاوه‌بر آشنایی کامل با این سیستم، به‌خوبی توجیه شده‌اند، قرار گیرد. از عوامل دیگر می‌توان به سختی ساخت الگوی مکانی برای تمام اشیا و شکل‌های متنوع به‌دست‌آمده از کاوش، به‌روزرسانی نشدن

بانک‌های اطلاعاتی به‌دلیل طولانی بودن روند تفسیرهای باستان‌شناسی از کاوش تا آماده شدن برای چاپ، پیچیدگی مشاهده‌های باستان‌شناسی، تنوع زیاد اشیاء، مفاهیم، و کارکردهای خاص، بعضی ویژگی‌های مواد پایه (رنگ خاک، اشیاء)، نقشه‌کشی، تجسم‌های فکری، تجزیه‌وتحلیل تصویر، اطلاعات تجسمی، تجزیه‌وتحلیل اطلاعات اکتشافی، تنوع فرهنگی و منطقه‌ای، گاه‌نگاری و چارچوب‌های تاریخی و فقدان توافق در بین باستان‌شناسان ایرانی اشاره کرد که همگی در کنار هزینه‌بر بودن آن (نیاز به لایه‌های رقومی و عکس‌های هوایی که تهیه آن‌ها دشوار و یا بسیار پرهزینه است و گاهی به‌دلیل مقیاس بزرگ، کیفیت مناسبی برای تجزیه‌وتحلیل ندارند)، ارائه یک الگوی یگانه و یک بانک اطلاعاتی در سیستم اطلاعات جغرافیایی را با مشکل روبه‌رو کرده است. در کنار همه این عوامل، نباید از بسیاری از اطلاعات باستان‌شناسی ثبت‌شده در بایگانی‌های باستان‌شناسی که در شکل اولیه، قابلیت استفاده در سیستم اطلاعات جغرافیایی را ندارند و باید حتماً ویرایش و تصحیح شوند، غفلت کرد.

## منابع


آزموده اردلان، علیرضا (۱۳۸۳). سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS. تهران: انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.

توفیقیان، حسین (۱۳۷۷). کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در باستان‌شناسی براساس داده‌های باستان‌شناسی محوطه شوش (پایان‌نامه کارشناسی ارشد باستان‌شناسی دوران تاریخی). دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

جهانی، علی؛ و مسگری، سوسن (۱۳۸۰). سیستم اطلاعات جغرافیایی به زبان ساده. تهران: انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.

حیدریان، محمود؛ خسروزاده، علیرضا؛ ساریخانی، مجید؛ و فتحنیا، امان‌الله (۱۳۹۲). ارزیابی الگوهای مکانی_زمانی محوطه‌های باستانی شهرستان سنقروکلیایی در GIS. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۵(۳)، ۶۴-۴۷.

سعیدی هرسینی، محمدرضا (۱۳۸۵). بررسی و تحلیل داده‌های باستان‌شناختی حوضه رودخانه گاماسیاب در دوران مس سنگی (رساله منتشرنشده دکتری). دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

سعیدی‌هرسینی، محمدرضا؛ نیکنامی، کمال‌الدین؛ و طهماسبی، اکرم (۱۳۹۱). برهمکنش محیط و فرهنگ با چشم‌انداز جغرافیایی و تحلیل باستان‌شناختی از استقرارهای دوره مس سنگی زاگرس مرکزی. پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، ۲(۲)، ۳۶-۲۵.

سنجری، سارا (۱۳۹۱). راهنمای کاربردی *ArcGIS 10*. تهران: انتشارات عابد.

شکویی، حسین (۱۳۷۷). اندیشه‌های نو در فلسفه جغرافیا (جلد اول). تهران: گیتاشناسی.

علیزاده، عباس (۱۳۸۱). تئوری و عمل در باستان شناسی (چاپ اول). تهران: پژوهشکدهٔ سازمان میراث فرهنگی.

قرخلو، مهدی؛ و امیریان، سهراب (۱۳۸۲). سیستم اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آن در باستان شناسی. مجله نامه انسان‌شناسی، ۱(۳)، ۱۷۸-۱۶۷.

کریمیان، حسن؛ جاوری، محسن؛ منتظرظهور، مهدی (۱۳۹۱). تحلیل الگوی استقراری شهرستان سمیرم در دوره انتقال از ساسانیان به قرون اولیه اسلامی. مجله پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، ۲(۲)، ۸۰-۶۳.

مترجم، عباس؛ و نیکنامی، کمال‌الدین (۱۳۹۰). عصر مفرغ قدیم در شرق زاگرس مرکزی - ایران. مجله مطالعات باستان‌شناسی، ۳(۲)، ۵۴-۳۵.

محمدی‌فر، یعقوب (۱۳۸۴). بررسی و تحلیل آثار و استقرارهای اشکانی در زاگرس مرکزی (رساله دکتری). دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

مخدوم فرخنده، مجید؛ درویش‌صفت، علی‌اصغر؛ جعفرزاده، هورفر؛ و مخدوم، عبدالرضا (۱۳۹۰). ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط‌زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

مقصودی، مهران؛ زمان‌زاده، سید محمد؛ فاضلی نشلی، حسن؛ چزغه، سمیرا (۱۳۹۱). نقش ساختارهای طبیعی در الگوی استقرار محوطه‌های پیش از تاریخ دشت تهران با استفاده از GIS. مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۱۶(۴)، ۱۳۷-۱۰۹.

مقصودی، مهران؛ فاضلی نشلی، حسن؛ عزیزی، قاسم؛ گیلمور، گوین؛ اشمیت، آرمین (۱۳۹۱). نقش مخروطه‌افکنه‌ها در توزیع سکونت‌گاه‌های پیش از تاریخ از دیدگاه زمین‌شناسی (مطالعه موردی: مخروطه‌افکنه جاجرود و حاجی عرب). مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۴(۴)، ۲۲-۱.

موسوی‌کوهپر، سید مهدی؛ حیدریان، محمود؛ آقایاری‌هیر، محسن؛ وحدتی‌نسب، حامد؛ خطیب‌شهیدی، حمید؛ نیستانی، جواد (۱۳۹۰). تحلیل نقش عوامل طبیعی در توزیع فضایی محوطه‌های باستانی استان مازندران. مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۷۵، ۹۵-۷۹.

موسوی‌نیا، سید مهدی (۱۳۹۱). تحلیل باستان‌شناسی محوطه‌های ساسانی شهرستان خمین. مجله مطالعات باستان‌شناسی، ۴(۲)، ۱۴۰-۱۲۳.

نیکنامی، کمال الدین؛ محمدی‌فر، یعقوب؛ صراف، محمدرحیم (۱۳۸۵). تحلیل باستان‌شناختی استقرارهای اشکانی در زاگرس مرکزی. مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران، ۵۷(۵)، ۱۱۰-۹۳.

نیکنامی، کمال‌الدین؛ خطیب‌شهیدی، حمید؛ سعیدی هرسینی، محمدرضا (۱۳۸۶). تئوری‌ها و تکنیک‌های مدل‌سازی پیش‌بینی (تخمین) مکان‌ها و پراکنش‌های سایت‌های پیش از تاریخی در پهن‌دشت‌های باستان‌شناختی با کاربرد GIS و رگرسیون لجستیک: مطالعه موردی: حوزه رودخانه گاماسب، زاگرس مرکزی با کاربرد GIS. مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران، ۵۸(۵)، ۲۱۱-۱۹۳.

یوسفی‌زشک، روح الله (۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۱). کاوش‌های محوطه میمنت‌آباد (میمون‌آباد) براساس تحلیل سه‌بعدی (3D) در سیستم اطلاعات جغرافیایی (سخنرانی در دانشگاه تهران).

یوسفی‌زشک، روح‌الله؛ باقی‌زاده، سعید (۱۳۹۱). کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) تحلیل الگوی استقراری: مطالعه موردی: محوطه‌های دشت درگز از دوره نوسنگی IV تا پایان عصر آهن. مجله پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، ۲(۲)، ۲۴-۷.

Aldenderfer, M., & Maschner, H. D. G. (Eds.). (1996). *Anthropology, space, and geographic information systems.* Oxford: Oxford University Press.

Aldrich, J. H., & Nelson, F. D. (1984). *Linear probability, logit, and probit models.* Sage University Papers on Quantitative Applications in the Social Sciences, Beverly Hills: Sage.

Binford, L. R. (1962). Archaeology as anthropology. *American antiquity*, 28(2), 217-225.

Binford, L. R. (1968). Some comments on historical versus processual archaeology. *Southwestern Journal of Anthropology*, 24(3), 267-275. doi: 10.1086/soutjanth.24.3.3629348

Burrough, P. A. (1996). *Principles of geographic information systems for land resources assessment.* Oxford: Clarendon Press.

Carr, C. (1985). Introductory remarks on regional analysis. In: C. Carr, (Ed.). *For Concordance in Archaeological Analysis: Bridging Data Structure, Quantitative Technique, and Theory* (pp. 114–127), Kansas City: Westport Publishers.

Chrisman, N. (1997). *Exploring geographic information systems.* New York: John Wiley & Sons

Christaller, W. (1966). *Central places in Germany.* New York: St. Martin's Press.

Craig, N. M. (2002). *Recording large-scale archaeological excavations with GIS.* ArcNews, Reterived from http://www.esri.com/news/arcnews/spring02articles/recordinglarge.html.

Davis, F. W. (1990). Information analysis if a spatial databace for ecological land classification. *Photogrammetric Engineeiring and Remot Sensing*, 56(5), 602-613.

De Gouvenian, R. (1995). Using of GIS for sensitive plant species conservation in landuse planning. *The Environ Professional*, 17(1), 27-33.

Earle, T. K.. (1976). A nearest neighbor analysis of two formative settlement systems. In: K. Flannery, (Ed.). *The Early Mesoamerican Village*, New York: Academic Press.

Flannery, K. V. (1976). *The early Mesoamerican Village.* New York: Academic Press.

George, A. (2007). Babylonian and Assyrian: A history of Akkadian. In: J. N. Postgate, (Ed.). *Languages of Iraq, Ancient and Modern* (pp. 31-71), London: British School of Archaeology in Iraq.

Grattan, J., & Torrence, R. (2007). *Living under the shadow, the cultural impacts of volcanic eruptions.* New York: Left Coast Press.

Hodder, I. (1999). *The archaeological process, an introduction.* Oxford: Blackwell Books.

Hodder, I. R., & Orton, C. (1976). *Spatial analysis in archaeology.* Cambridge University Press.

Hunt, E. D. (1992). Upgrading site-catchment analysis with the use of GIS: Investigating the settlement patterns of horticulturalists. *World Archaeology*, 24, 283-309. doi: 10.1080/00438243.1992.9980208

Johnson, G. A. (1977). Aspects of regional analysis in archaeology. *Annual Review of Anthropology*, 6, 479-508. doi: 10.1146/annurev.an.06.100177.002403

Katsianis, M., & Tsipidis, S. (2005). Trends and problems in archaeological GIS applications. In D. Triantis, D. & Vallianatos, F. (eds) Proceedings of the 2005 WSEAS International Conference on Engineering Education, (Conference Session: Educational & Instructional Tools in History & Archaeology), Vouliagmeni, Athens, Greece, 8-10/7/2005

Kohler, T. A. (1988). Predictive locational modeling: History and current practice. In: W. J. Judge, & L. Sebastian, (Eds.). *Quantifying the Present and Predicting the Past: Theory, Method, and Application of Archaeological Predictive Modeling* (pp. 19–59), US Department of the Interior, Bureau of Land Management Service Center, Denver, CO.

Kohler, T. A., & Parker, S. C. (1986). Predictive models for archaeological resource location. *Advances in Archaeological Method and Theory*, 9, 397-452.

Kohler, T. A., & Parker, S. C. (1986). Predictive models for archaeological resource location. In M. B. Schiffer (Ed.), Advances in archaeological method and theory (Vol. 9, pp. 397-452). New York: Academic Press.

Liu, L. X., Chen, Y., Lee, H., Wright, A., & Rosen, A., (2002). Settlement patterns and development of social complexity in the yiluo region, North China. *Journal of Field Archaeology*, 29(1–2), 75–100.

M، rker, M., & Heydari-Guran, S. (2009). Application of datamining technologies to predict paleolithic site locations in the Zagros Mountains of Iran. *Computer Applications to Archaeology*, 22-26.

Maschner, H. D. G. (1996b). The politics of settlement choice on the Northwest Coast: Cognition, GIS and Coastal landscapes. In: *Anthropology, Space, and Geographic Information Systems*, Oxford: Oxford University Press.

Maschner, H. D. G. (Ed.). (1996a). *New methods, old problems: Geographic information systems in modern archaeological research* (Occasional paper No. 23). Carbondale: Centers for Archaeological Investigations.

Mellaart, J. (1967). *ÇatalHüyük: A neolithic town in anatolia.* London: Thames and Hudson.

Moyes, H., & Jaime, J. A. (2002). *Spatial analysis of an ancient Cave Site.* ArcUser, October-December Issue.

Plaza, D. M. (2013). *A model for transferring legacy datasets to living documents: A case study using a GIS geodatabase for archiving.* Published by Society of American Archivists, November 2013.

Rosenfeld, A. (1968). Automated picture interpretation. In: G. A. Stewart, (Ed.). *Conference proceedings on Land Evaluation* (pp. 187-199), Macmillan of Aust.

Steward, J. H. (1929). Diffusion and independent invention: A critique of logic. *Americanist Culture History*, 31, 491-495. doi: 10.1525/aa.1929.31.3.02a00070

Steward, J. H. (1955). *Theory of culture change: The methodology of multilinear evolution.* Urbana: University of Illinois Press.

Torres, J. M. (2005). Deconstructing the polity: Communities and social landscapes of the ceramic age peoples of South Central Puerto Rico. In: P. E. Siegel, (Ed.). *Ancient Borinquen: Archaeology and Ethnohistory of Native Puerto Rico* (pp. 202-229), Tuscaloosa: University of Alabama Press.

Varien, M. D. (1999). *Sedentism and mobility in a social landscape.* Tuscon: University of Arizona Press.

Weber, A. (1929). *Theory of the location of industries.* Chicago, Ill., The University of Chicago Press.

Wheatley, D., & Gillings, M. (2002). *Spatial technology and archaeology: The archaeological applications of GIS.* London and New York: Taylor & Francis.

Willey, G. R. (1953). *Prehistoric settlement patterns in the Viru Valley, Peru.* Bureau of American Ethnology Bulletin 155, Washington, D.C.