



سجش از دور

GIS ایران



سنجش از دور و GIS ایران  
Iranian Remote Sensing & GIS

سال یازدهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۸  
Vol.11, No. 3, Autumn 2019

۴۳-۵۸

## پیش‌بینی احتمال وجود محوطه‌های باستانی پیش از تاریخ، از دوره مس و سنگ تا عصر آهن با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک در محیط GIS،

### مطالعه موردی: دشت هرسین - بیستون

ساسان علیرضایی<sup>۱\*</sup>، امیرصادق نقشینه<sup>۲</sup>، جلال کرمی<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد باستان‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی تهران

۲- استادیار گروه باستان‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی تهران

۳- استادیار گروه سنجش از دور و GIS، دانشگاه تربیت مدرس تهران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۷

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۹/۱۵

### چکیده

گردآوری داده‌ها و ثبت محوطه‌های باستانی در باستان‌شناسی با روش بررسی میدانی، هزینه‌بر بوده و نیاز به نیروی انسانی و صرف وقت بسیار دارد. بر این اساس، استفاده از روش‌هایی که بتواند بدون نیاز به مشاهده مستقیم، احتمال وجود محوطه‌های باستانی را پیش‌بینی کند، نقش چشم‌گیری در صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌های بررسی‌های میدانی باستان‌شناختی خواهد داشت. مسئله اصلی این پژوهش، ارزیابی میزان توانایی مدل رگرسیون لجستیک در پیش‌بینی پراکندگی محوطه‌های باستانی دشت هرسین- بیستون است. متغیرهای پیش‌بینی‌کننده برای این پژوهش شامل متغیرهای محیطی شیب، ارتفاع، فاصله تا رودخانه، پوشش گیاهی و متغیرهای فرهنگی فاصله تا شهرهای امروزی، تراکم روستاهای امروزی و فاصله تا جاده‌های اصلی می‌شوند و متغیر وابسته، متراکم‌ترین پهنه به لحاظ وجود محوطه‌های باستانی پیش از تاریخ است. نتایج نشان داد که مدل رگرسیون لجستیک در پیش‌بینی پراکندگی محوطه‌های باستانی در دشت هرسین- بیستون در دوره‌های مختلف موفق بوده است. همچنین معرفی پهنه‌های پرتراکم به لحاظ وجود محوطه‌های باستانی به عنوان متغیر وابسته به مدل در مناطقی که به لحاظ ریخت‌شناختی، دشت محسوب می‌شوند، کارآمدتر از معرفی صرفاً نقاط GPS محوطه‌های باستانی است و به ترتیب متغیر فرهنگی تراکم روستاها در عصر مس و سنگ، تراکم روستاها، فاصله تا شهرها و فاصله از جاده‌های اصلی کنونی در عصر مفرغ، فاصله از شهرهای کنونی و فاصله از جاده‌های اصلی کنونی در عصر آهن، بیشترین تأثیر را در پیش‌بینی پراکندگی محوطه‌های باستانی داشته است.

کلید واژه‌ها: مدل رگرسیون لجستیک، محوطه‌های باستانی پیش از تاریخ، دشت هرسین-بیستون، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

## ۱- مقدمه

بررسی میدانی و شناسایی محوطه‌های باستانی به‌جای مانده از زندگی هزاران ساله جوامع مختلف، یکی از روش‌های اساسی و لازم برای گردآوری داده‌های باستان‌شناسی است. از آنجایی که، میزان سرمایه‌های اختصاص داده شده برای انجام پژوهش‌های باستان‌شناسی محدود است و از طرفی بررسی باستان‌شناختی پیمایشی برای تمامی مناطق و دشت‌های پهناور در یک منطقه کاری، هزینه‌بر بوده و نیاز به نیروی انسانی و زمان طولانی دارد؛ از این رو استفاده از روش‌هایی که بتوان بر پایه آن‌ها محوطه‌های باستانی یک منطقه را بدون مشاهده مستقیم، پیش‌بینی کرد، امری ضروری و لازم است؛ تا از این طریق بتوان با صرف هزینه‌های مالی، نیروی انسانی و زمان کمتر؛ محوطه‌های باستانی را شناسایی کرد. یکی از روش‌هایی که در سال‌های اخیر برای این مسئله مهم مورد استفاده قرار گرفته است، مدل‌های پیش‌بینی آماری است. ریشه مدل‌های پیش‌بینی به شکل‌گیری باستان‌شناسی نو در اواخر دهه ۶۰ میلادی که باستان‌شناسان همواره علاقه‌مند به پیدا کردن محل محوطه‌های باستانی بوده‌اند، برمی‌گردد (Verhagen and Whitley, 2011).

اولین کسانی که تعریفی از مدل‌های پیش‌بینی ارائه دادند، کهلر و پارکر بودند (Kohler and Parker, 1986). بر مبنای تعریف کهلر و پارکر، مدل‌های پیش‌بینی تلاش می‌کنند تا حداقل موقعیت مکانی محوطه‌های باستانی را بر اساس یک نمونه فرهنگی از آن منطقه پیش‌بینی کنند. در این راستا دو جنبه مهم، مبنایی برای پیش‌بینی قرار می‌گیرند، نخست عامل اقتصادی که بیشتر برای پیش‌بینی محوطه‌های پیش از تاریخ (اشاره به استفاده اقتصادی اجتماعات انسانی از زیست محیط پیرامون دارد) است. دومین مبنای پیش‌بینی، به حداقل رساندن زمان برای دسترسی به منابع در جوامع گذشته است (Kohler and Parker, 1986).

اساس نظری مدل‌های پیش‌بینی، ارتباط بین انسان و رفتارهای انسانی با متغیرهای محیطی یا فرهنگی است. همین‌طور پرداختن به این مسئله که انتخاب یک مکان به‌وسیله انسان برای زندگی تصادفی نیست، بلکه بر پایه توزیع منابع انسانی در محیط یا یک پهنه محیطی است (Campbell, 2006). اهداف مدل‌های پیش‌بینی، ایجاد روابط بین متغیرهای جغرافیایی و مکان‌های باستانی شناخته شده و سپس ایجاد همین رابطه بین متغیرهای جغرافیایی با مناطق بررسی نشده است (Balla, 2014).

به‌طور کلی، می‌توان مدل‌های پیش‌بینی را بر اساس نحوه یا نوع تصمیم‌گیری به دو گروه اصلی تقسیم کرد: مدل‌های پیش‌بینی استقرایی<sup>۱</sup> که با استفاده از روش‌های آماری، میزان ارتباط بین مکان یا محل محوطه‌های باستانی با متغیرهای محیطی را نشان می‌دهند. در مقابل، مدل‌های پیش‌بینی استنتاجی<sup>۲</sup> که با استفاده از استدلال کل به جزء، ارتباط بین محوطه‌های باستانی با چشم‌انداز را توضیح می‌دهند (Campbell, 2006). به دنبال توسعه روش‌های آماری در مطالعات الگوی استقراری، مدل‌های پیش‌بینی در باستان‌شناسی، برای پیش‌بینی و تخمین پراکندگی محوطه‌های باستانی به‌کار گرفته شدند. به‌این‌ترتیب، مطالعات الگوی استقراری، یک جنبه آماری و کمی‌به‌خود گرفت. همین‌طور باید عنوان کرد که ارائه مدل‌های پیش‌بینی به نوعی به تحقیقات الگوی استقراری جولین استیوارد (1938) و گوردن ویلی (1953) برمی‌گردد (Canning, 2005). مهم‌ترین دلیل استفاده از مدل‌های پیش‌بینی در باستان‌شناسی، وجود مناطق گسترده برای مطالعه و بررسی‌های باستان‌شناسی بود که عملاً امکان بررسی مستقیم و سیستماتیک آن‌ها به دلیل وجود زمان محدود و هزینه‌های کم، برای باستان‌شناسان وجود نداشت (Holton, 2014). استفاده از مدل‌های پیش‌بینی در

1. Inductive
2. Deductive

شیب، ارتفاع، فاصله تا منابع آب و پوشش گیاهی به پیش بینی محوطه های باستانی پرداخت که در پژوهش مذکور نیز، نتایج نشان از موفقیت مدل داشت (Halton, 2014). لانگستون در فلوریدا، از متغیرهای محیطی برای پیش بینی محوطه های باستانی با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک پرداخت که در پژوهش مذکور نیز، نتایج حاکی از موفقیت مدل بوده است (Longston, 2013). در ایران در سال ۱۳۸۴، یغمایی از مدل رگرسیون لجستیک و با انتخاب متغیرهای محیطی مثل شیب، جهت شیب، فاصله تا منابع آب، ارتفاع و پوشش گیاهی به پیش بینی محوطه های باستانی حوزه رودخانه کر در استان فارس پرداخت که نتایج پژوهش انجام شده حاکی از کارآمدی مدل در پیش بینی بوده است (یغمایی، ۱۳۸۴). همچنین در سال ۱۳۸۶، نیکنامی با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک و با به کارگیری متغیرهای محیطی، به پیش بینی محوطه های باستانی حوزه رودخانه گاماسیاب پرداخت که در این پژوهش نیز، مدل در پیش بینی، موفق عمل کرده است (نیکنامی، ۱۳۸۶)

در اکثر پژوهش های انجام شده با روش رگرسیون لجستیک که در قسمت پیشینه به تعدادی از آن ها اشاره شد، محوطه های دوره های مختلف به صورت یک جا مورد پیش بینی قرار گرفته است که این روش، غیرمنطقی است؛ چراکه الگوی پراکندگی محوطه های باستانی هر دوره و حتی زیر دوره ها با یکدیگر متفاوت است. از طرف دیگر، در پژوهش های انجام شده تا آنجا که منابع در اختیار نویسنده قرار دارد، صرفاً از متغیرهای محیطی برای پیش بینی استفاده شده است. آنچه پژوهش حاضر را از پژوهش های پیشین مجزا می کند، چند تغییر اساسی در حوضه روش شناختی پژوهش است. نخست اینکه در این پژوهش، علاوه بر استفاده از متغیرهای محیطی، از متغیرهای فرهنگی همچون فاصله تا شهرهای امروزی، فاصله تا جاده های ارتباطی

آمریکا در اواخر دهه ۱۹۷۰ و اوایل دهه ۱۹۸۰ میلادی، ابتدا در پروژه های مدیریت اراضی دولتی (CRM) و سپس به طور گسترده، مورد توجه قرار گرفت (Kamermans, 2004). از آنجایی که در آمریکا، بسیاری از محوطه های باستانی در املاک خصوصی قرار داشتند که عملاً امکان بررسی مستقیم آن ها ممکن نبود، بنابراین باستان شناسان آمریکایی به روش هایی روی آوردند که به پیش بینی محوطه های باستانی، بدون مشاهده مستقیم بپردازند (نیکنامی، ۱۳۸۶). آنچه که امروزه کاربرد مدل های پیش بینی را در باستان شناسی قوت بخشیده است، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) است که امکان تحلیل داده های مکانی را فراهم ساخته است. این سیستم در اوایل دهه ۸۰ میلادی به دلیل نیاز کشورهای مختلف برای ثبت و جمع آوری اطلاعات تاریخی قابل اطمینان در مورد مکان های مختلف، توسعه داده شد (Tokmakidis et al, 2004). بعد از آمریکا، مدل های پیش بینی در اروپا نیز رواج پیدا کرد که در قسمت پیشینه پژوهش، چند مورد از پژوهش های انجام شده در این زمینه آورده خواهد شد. در ایران در سال های اخیر، استفاده از مدل های پیش بینی به صورت محدود، مورد توجه برخی از باستان شناسان قرار گرفته است. مدل های پیش بینی بسیار متنوع هستند. یکی از این مدل ها، مدل رگرسیون لجستیک است که در واقع، یک مدل آماری است که برای پیش بینی پدیده های دو حالتی<sup>۱</sup> به کار گرفته می شود. این مدل در سال های اخیر، در باستان شناسی مورد استفاده قرار گرفته است؛ از جمله در منطقه گوتلند (Gotland) در سوئد با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک و با انتخاب متغیرهایی چون گونه های خاک های منطقه و کاربری زمین، به پیش بینی محوطه های باستانی عصر آهن پرداخته شده است که نتایج پژوهش، نشان از موفقیت مدل در پیش بینی داشته است (Svedjemo, 2003). در سال ۲۰۱۴ میلادی، در منطقه هوپی (Hopi) در شمال شرق آریزونا، هالتون با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک و با انتخاب متغیرهایی چون شیب، جهت

1. binary

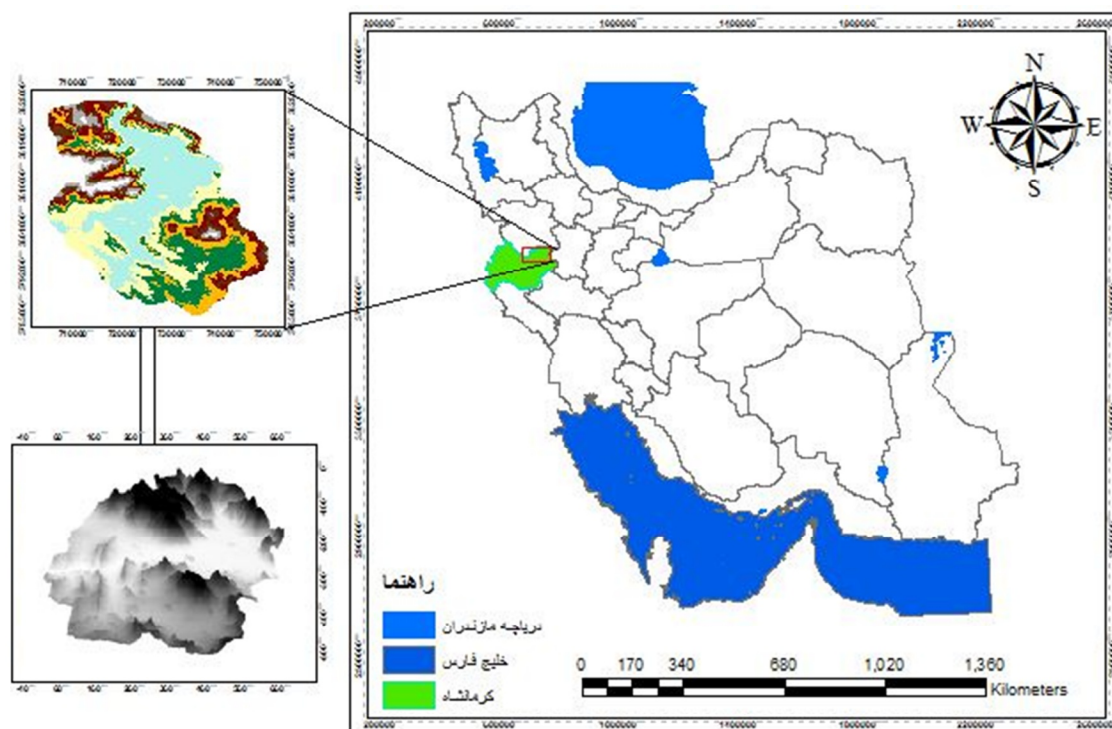
کاکاوند و از غرب به شهرستان کرمانشاه محدود می‌شود. پایین‌ترین سطح ارتفاعی این دشت از سطح دریا نزدیک به ۱۲۵۰ متر است. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این دشت به لحاظ ریخت‌شناختی همان‌طور که در تصویر سه بعدی دشت هرسین\_ بیستون در سمت چپ شکل ۱ دیده می‌شود، نبود فاصله بین کوه و دشت (مکان شکل‌گیری مخروط افکنه) است (شکل ۱).

فعالیت‌های میدانی در دشت هرسین، منجر به پیدایش محوطه‌های باستانی از ادوار مختلف زندگی بشر شده است. تاکنون مطالعات میدانی مختلفی در دشت هرسین صورت گرفته است که نتیجه آن‌ها شناسایی محوطه‌های باستانی از ادوار مختلف زندگی بشر بوده است. از جمله محوطه باز هرسین که مربوط به دوره پارینه‌سنگی میانی است توسط اسمیت و مورتنسن در سال ۱۳۵۶ شناسایی و ثبت شد (Mortensen and Smith, ۱۹۷۷). از دیگر فعالیت‌های باستان‌شناختی که در دشت هرسین و بیستون انجام شده است، می‌توان به این موارد اشاره نمود. مرادی در سال ۱۳۷۹ به بررسی باستان‌شناسی در دشت هرسین پرداخت که نتیجه آن شناسایی ۲۰ محوطه باستانی از دوره‌های مختلف زندگی بشر در این دشت بود (مرادی، ۱۳۷۹). پس از آن مترجم و محمدی‌فر، بررسی‌های باستان‌شناختی گسترده‌تری را در دشت هرسین- بیستون انجام دادند که در واقع داده‌های محوطه‌های باستانی این پژوهش نیز مربوط به این بررسی است (محمدی‌فر و مترجم، ۱۳۸۱). سپس نیکنمای و هرسینی در بین سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۸۵ در دشت هرسین، بررسی‌هایی را انجام دادند که بررسی آن‌ها منجر به شناسایی تعدادی محوطه مربوط به دوره‌های مختلف تاریخی شد (نیکنمای و هرسینی، ۱۳۸۵). آخرین بررسی را هرسینی و ملکی در دشت هرسین انجام دادند که گزارش تعداد دقیق محوطه‌های شناسایی شده، ارائه نشده است (هرسینی و ملکی، ۱۳۸۷).

امروزی و تراکم روستاهای امروزی نیز برای مدل‌سازی استفاده شده است. همه این متغیرها امروزی هستند، اما دلیل به‌کارگیری این متغیرها این است که روستاها و شهرهای امروزی در جایی شکل گرفته‌اند که به لحاظ شرایط محیطی، پتانسیل لازم برای شکل‌گیری شهر یا روستا را نداشتند، همین‌طور جاده‌های اصلی در واقع در جایی واقع شده‌اند که ارتباط دهنده شهرها و روستاها به هم بوده‌اند و حتی بسیاری از این جاده‌ها به‌ویژه در مناطق کوهستانی، مسیرها و گذرگاه‌های قدیمی هستند. بر این اساس، این متغیرها نیز برای پیش‌بینی استفاده شده‌اند. بحث دیگر آن است که در این پژوهش، محوطه‌های دوره‌های مختلف از عصر مس و سنگ تا عصر آهن به صورت مجزا در یک منطقه پیش‌بینی شده است. در واقع مدل‌سازی برای محوطه‌های هر دوره به صورت مجزا و با متغیرهای محیطی تعریف شده، انجام شده است. علاوه بر این، در پژوهش‌های پیشین متغیر وابسته، تنها نقاط GPS محوطه‌های باستانی در نظر گرفته شده است. در حالی که در این پژوهش، بسته به شرایط ریخت‌شناختی دشت هرسین که به نوعی یک دشت کامل است، متغیر وابسته بر مبنای میزان تراکم محوطه‌های باستانی است. به این صورت که در مناطقی که بیشترین تراکم محوطه باستانی وجود دارد، قاعدتاً به لحاظ محیطی، این پهنه توان بالایی در جای دادن جمعیت در خود دارد. بر این اساس، مناطق هموار بین محوطه‌های باستانی نیز مساعد در نظر گرفته می‌شود. این در حالیست که در روش قبلی، صرفاً نقاط GPS ثبت‌شده که فقط یک نقطه را نشان می‌دهند، به عنوان متغیر وابسته و به عنوان نقطه مساعد در نظر گرفته شده است.

## ۲- معرفی منطقه مطالعاتی

دشت هرسین در غرب ایران در جنوب شرق استان کرمانشاه، در زاگرس مرکزی واقع شده است. این دشت از شمال و شرق به دشت چمچمال، از جنوب به بخش



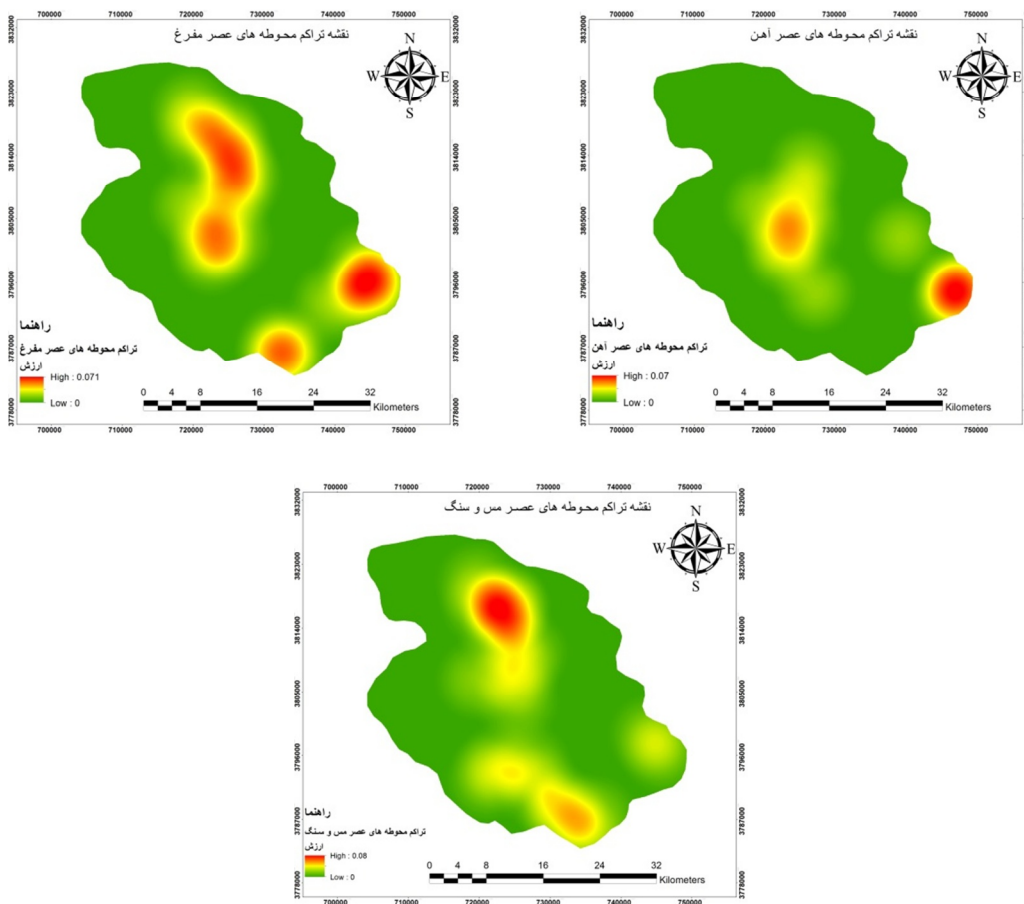
شکل ۱. نقشه الف

### ۳- داده‌های تحقیق

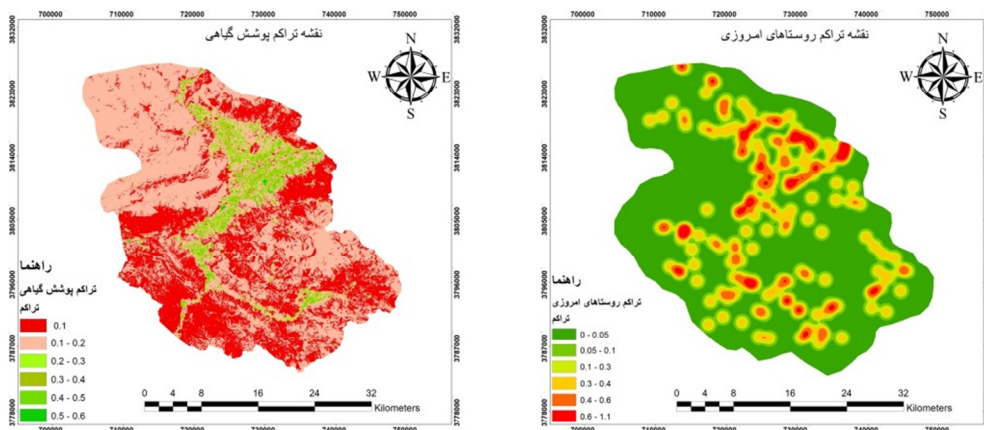
گروه دوم از داده‌ها شامل متغیرهای محیطی (شامل شیب، فاصله تا رودخانه، پوشش گیاهی و ارتفاع از سطح دریا و متغیرهای فرهنگی امروزی مانند فاصله از شهرهای اصلی، جاده‌های اصلی و تراکم روستاهای امروزی است) در نرم‌افزار Arc-Map از سری نرم‌افزارهای Arc-GIS جمع‌آوری و تولید شدند. لازم به ذکر است که متغیرهای شیب، ارتفاع و منابع آب از مدل رقومی ارتفاع (DEM) با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر استخراج شدند. متغیر پوشش گیاهی نیز از تصاویر ماهواره‌ای Sentinel در محیط نرم‌افزار ENVI استخراج شد. متغیرهای فرهنگی هم از بانک داده‌های فرهنگی کشور استخراج شدند (شکل ۳).

برای انجام این پژوهش، دو گروه اصلی داده، لازم است. نخست، موقعیت دقیق محوطه‌های باستانی ثبت‌شده که از بررسی‌های میدانی دشت هرسین به سرپرستی یعقوب محمدی فر و عباس مترجم گردآوری شده است (محمدی فر و مترجم ۱۳۸۱). محوطه‌های باستانی، شامل ۴۵ محوطه از دوره مس و سنگ تا عصر آهن (مس و سنگ، مفرغ، آهن) است؛ که از این تعداد ۱۹ محوطه مربوط به عصر مس و سنگ، ۱۹ محوطه مربوط به عصر مفرغ و ۱۲ محوطه مربوط به عصر آهن هستند. در این میان، برخی از محوطه‌ها چند دوره‌ای هستند که بر مبنای اینکه به لحاظ زمانی مربوط به چند دوره هستند، در گروه دوره‌های مورد نظر تکرار شده‌اند. از محوطه‌های باستانی هر دوره، به صورت مجزا، نقشه تراکم محوطه‌های باستانی با استفاده از نرم‌افزار GIS تهیه شد (شکل ۲).

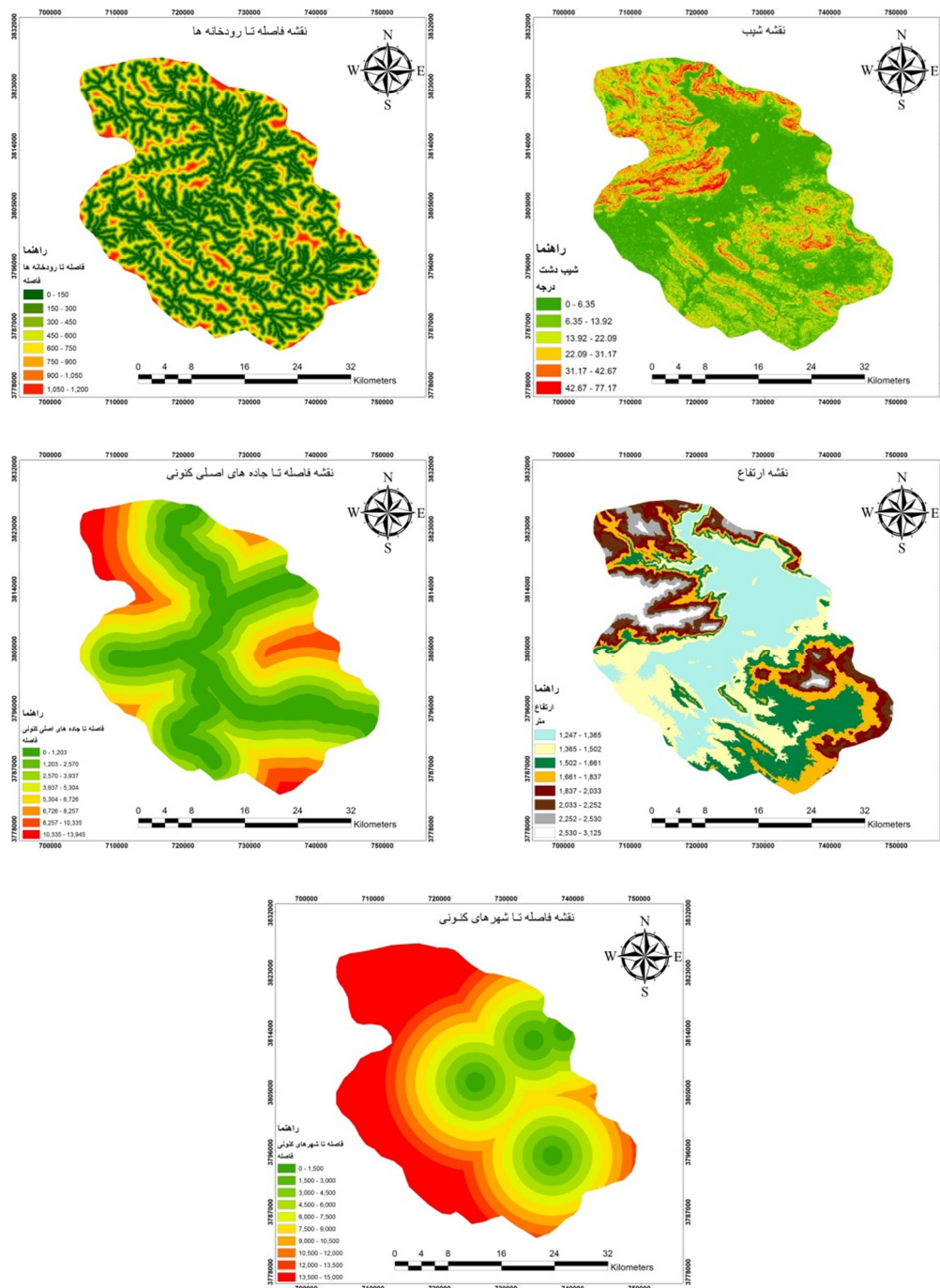
پیش بینی احتمال وجود محوطه های باستانی پیش از تاریخ ...



شکل ۲. نقشه ب



شکل ۳. نقشه ب



ادامه شکل ۳

#### ۴- روش تحقیق

به حالت تصادفی، استفاده از روش تحلیل نزدیکترین همسایه است. به همین منظور، نقاط هر دوره به صورت جداگانه، در این آزمون مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج به شرح زیر به دست آمد (شکل ۴).

در بحث مدل سازی، اولین گام، تعیین چگونگی خوشه بندی عوارض نقطه ای است. یکی از راه های تعیین معنی داری این نوع توزیع (از حالت خوشه بندی

است و در این صورت فضای بین نقاط GPS که از آن برای ثبت محوطه‌های باستانی استفاده شده است و بخشی از محوطه را در برمی‌گیرد، فاقد ارزش یک در نظر گرفته می‌شود. از این رو، به پهنه‌هایی که بیشترین تراکم محوطه‌های باستانی را داشتند، ارزش یک داده شد. از طرف دیگر از آنجایی که منطقه مورد مطالعه به لحاظ ریخت‌شناختی، دشت محسوب می‌شود، این گونه ارزش دهی کاراتر است؛ چراکه در دشت، ناهمواری بسیار اندک است و بیشتر با پهنه‌های بزرگ روبرو هستیم تا صرفاً محدوده‌های کوچک برای زندگی، بنابراین این نوع وزن دهی نیز منطقی‌تر است. این روش ممکن است برای مناطق کوهستانی مثل دره‌های میان‌کوهی، ناکارآمد باشد، چرا که در مناطق کوهستانی، معمولاً مناطق هموار، کمتر است و بین مناطق هموار، ناهمواری زیادی وجود دارد. بر این اساس، در روش مذکور ناهمواری‌های بین مناطق هموار هم به عنوان منطقه مساعد، ارزش یک می‌گیرد و به عنوان منطقه مساعد معرفی می‌شود؛ بنابراین روش مورد نظر صرفاً برای مناطقی که دشت هستند و دارای کمترین ناهمواری هستند، مناسب است. در واقع، پیش‌بینی محوطه‌های باستانی به این صورت انجام می‌شود که برخی از پهنه‌های پرتراکم به لحاظ وجود محوطه‌های باستانی به عنوان متغیر وابسته انتخاب می‌شوند، سپس بر مبنای این نمونه‌ها و بر اساس متغیرهای پیش‌بینی‌کننده محیطی و فرهنگی مدل‌سازی انجام شده و سپس نتایج مدل هم در قالب نتایج آماری و هم در قالب نقشه‌های پیش‌بینی ارائه می‌شود. در مرحله بعد، میزان دقت مدل در پیش‌بینی، بر اساس میزان قرارگیری محوطه‌ها در پهنه‌های مساعد و میزان موفقیت مدل در پیش‌بینی پراکندگی محوطه‌های باستانی هم بر مبنای نتایج ROC مدل، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که مدل‌سازی برای دوره‌های مختلف مس و سنگ، مفرغ و

نام دوره	تعداد نقاط	Z-Score	وضعیت خوشه بندی (معنی دار در سطح اطمینان ۹۰ درصد)
مس و سنگ	۱۹	-۲.۱	معنی‌دار
مفرغ	۱۹	-۱.۹۴	معنی‌دار
آهن	۱۲	-۱.۸۰	معنی‌دار

شکل ۴. جدول الف

دومین مرحله، استاندارد سازی متغیرها است که این مرحله در محیط نرم‌افزار IDRIS انجام شد و متغیرها بین صفر و یک، قرار گرفتند. در سومین مرحله، میزان ارتباط بین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده، انجام شد تا متغیرهایی که با متغیر وابسته رابطه‌ای ندارند، از مدل‌سازی حذف شوند که همه متغیرها با متغیر وابسته، رابطه مستقیم و یا معکوس داشتند. گام بعد در این زمینه، انتخاب متغیر وابسته است. روش انتخاب و معرفی متغیر وابسته در این پژوهش نسبت به پژوهش‌های انجام شده پیشین (که به تعدادی از آن‌ها در قسمت پیشینه پژوهش اشاره شد) یک تفاوت عمده داشت و آن هم این است که در این پژوهش صرفاً نقاط GPS بخشی از محوطه‌های باستانی دشت به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته نشد، بلکه متراکم‌ترین پهنه به لحاظ وجود محوطه‌های، به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد؛ یعنی پهنه‌ای که در دشت، بیشترین تعداد محوطه باستانی را داراست، در واقع مساعدترین پهنه، برای شکل‌گیری محوطه‌های باستانی بوده است. بنابراین این پهنه، بالاترین ارزش وزنی در این پژوهش را، که عدد یک هست، به خود اختصاص داد. دلیل این نوع ارزش دهی، این است که در نظر گرفتن ارزش یک، برای صرفاً نقاط GPS مبنای منطقی ندارد، چراکه در این صورت فقط نقطه GPS محوطه‌های باستانی دارای ارزش یک هستند و سایر مناطق اطراف آن فاقد ارزش یک هستند. درحالی که محوطه باستانی صرفاً یک نقطه نیست، بلکه یک پهنه



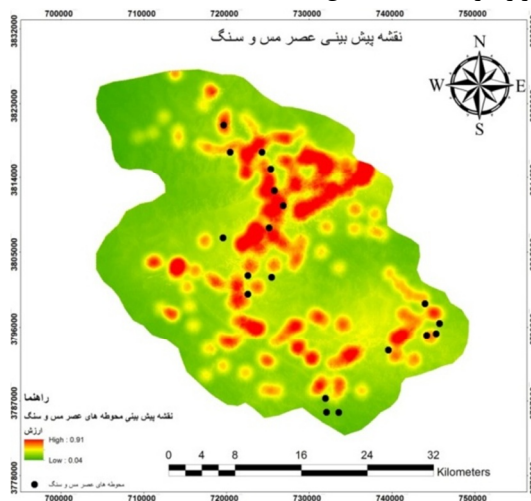
نتایج مدل‌سازی محوطه‌های دوره مس‌وسنگ دشت هرسین نشان می‌دهد که مدل در پیش‌بینی موفق است. نتیجه آزمون ROC مدل ۰.۷۰ است که نشان از تأثیرگذار بودن نسبتاً بالای متغیرهای پیش‌بینی‌کننده بر پراکندگی محوطه‌های باستانی است. ROC، یکی از مفیدترین و کارآمدترین روش‌ها در ارائه خصوصیت تعیینی و مشخص کردن میزان احتمال و پیش‌بینی پدیده‌ها است (عابدینی، ۱۳۹۲). مقدار ROC بین ۰ تا ۱ متغیر است. اگر مقدار ROC نزدیک به ۰.۵ باشد، نشان‌دهنده عدم ارتباط میان متغیرهای پیش‌بینی‌کننده با متغیر وابسته است؛ اما اگر مقدار ROC بالاتر از ۰.۵ باشد و به سمت ۱ تمایل داشته باشد، یعنی پراکندگی متغیر وابسته با متغیر مستقل، رابطه معناداری دارد. جدول میزان تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته، نشان می‌دهد که متغیر تراکم روستاها، بیشترین تأثیر را در پیش‌بینی پراکندگی محوطه‌های باستانی دارد و همین‌طور متغیر پوشش گیاهی، دومین متغیر تأثیرگذار در پیش‌بینی است. در ارتباط با این متغیر، باید گفت که در طول زمان، کمتر دچار تغییر می‌شود و معمولاً مناطقی که برای وجود پوشش گیاهی مساعد هستند، همیشه این وضعیت را دارند و کمتر دستخوش تغییرات می‌شوند. در این میان، متغیر شیب و فاصله تا منابع آب به ترتیب کمترین تأثیر را در پیش‌بینی پراکندگی محوطه‌های باستانی دارند (جدول ۱). شاید بتوان چنین استنباط کرد که نقش بسیار بالای روستاها در پیش‌بینی محوطه‌های باستانی عصر مس و سنگ به این معنا است که محوطه‌های باستانی دوره مس و سنگ در جایی شکل گرفته‌اند که پتانسیل لازم برای شکل‌گیری روستا وجود دارد و امروزه هم روستاها در آنجا شکل گرفته‌اند و در واقع به دنبال این تحلیل دو نتیجه می‌توان گرفت: نخست این که جوامع دوره مس و سنگ دشت هرسین، روستانشین بوده‌اند و دوم، به لحاظ زیست‌محیطی شرایط، تغییر زیادی نکرده است (شکل ۶).

آهن، به صورت جداگانه انجام گرفت. نتایج در قالب نقشه پیش‌بینی پراکندگی محوطه‌های باستانی و جداول آماری که در برگزیده نتایج آماری مدل و میزان تأثیر هر کدام از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده بر متغیر وابسته است، ارائه شد.

## ۵- نتایج و بحث

### دوره مس و سنگ

نقشه پیش‌بینی مدل رگرسیون لجستیک دارای سه احتمال برای وجود محوطه‌های باستانی است. پهنه‌هایی که با رنگ قرمز نمایش داده شده‌اند، نشان‌دهنده مناطقی با احتمال بالای وجود محوطه‌های باستانی هستند. مناطق سبزرنگ، کمترین میزان ممکن از احتمال وجود محوطه‌های باستانی را نشان می‌دهند و مناطق زرد رنگ که می‌توان آن‌ها را مناطق نیمه مساعد دانست، بین مناطق با بیشترین احتمال و کمترین احتمال ممکن، قرار دارند. در ارزیابی دقت، از ۱۹ محوطه باستانی دوره مس‌وسنگ، ۱۰ محوطه معادل ۵۵ درصد در پهنه کاملاً مساعد یا محتمل‌ترین پهنه به لحاظ وجود محوطه‌های باستانی قرار دارند. ۴ محوطه، معادل تقریبی ۲۱ درصد در پهنه نیمه مساعد و ۵ محوطه، معادل تقریبی ۲۵ درصد در پهنه نامساعد قرار گرفته است (شکل ۵).

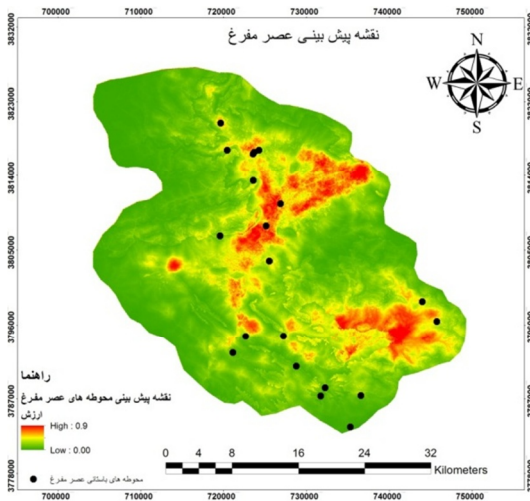


شکل ۵. نقشه ت

گیاهی متراکم و نیز در مواردی هم در پهنه‌های دارای پوشش گیاهی کم تراکم تا مرتعی قرار گرفته‌اند. به لحاظ تراکم روستاهای امروزی، می‌توان گفت پهنه‌های مساعد بسیار منطبق با تراکم روستاهای امروزی است. به‌طوری‌که در همه مناطقی که بیشترین تراکم روستاهای امروزی وجود دارد پهنه‌های مساعد نیز در آنجا بیشتر منطبق هستند.

### عصر مفرغ

از بین محوطه‌های عصر مفرغ، ۸ محوطه، معادل تقریبی ۴۲ درصد در پهنه‌هایی که به لحاظ احتمال وجود محوطه‌های باستانی محتمل‌ترین پهنه‌ها هستند، واقع شده‌اند. ۳ محوطه، معادل ۱۶ درصد، در پهنه نیمه مساعد و نزدیک به ۸ محوطه، معادل ۴۱ درصد، در پهنه نامساعد به لحاظ احتمال وجود محوطه‌های باستانی قرار گرفته‌اند (شکل ۷).



شکل ۷. نقشه ث

مساحت زیر منحنی ROC برابر ۰.۷۹ است که نشان‌دهنده همبستگی بالای متغیرهای پیش‌بینی‌کننده با متغیر وابسته و همین‌طور تأثیر متغیرهای پیش‌بینی‌کننده در پیش‌بینی پراکندگی محوطه‌های باستانی است.

متغیرهای مستقل	ضریب
عرض از مبدا	-۲.۳
فاصله تا شهرهای اصلی امروزی	-۰.۶
فاصله تا جاده‌های اصلی امروزی	۰.۱
تراکم روستاهای امروزی	۲.۶
پوشش گیاهی	۱.۷
فاصله تا منابع آب	۰.۲
ارتفاع	-۰.۵
شیب	۰.۱

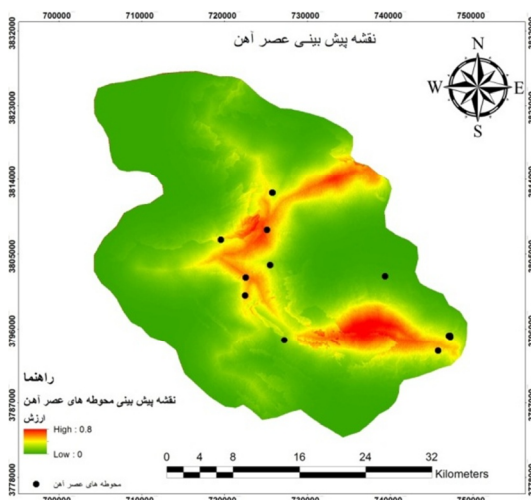
شکل ۶. جدول ب

پهنه‌های مساعد در دوره مس‌وسنگ به لحاظ ارتفاعی، در ارتفاع ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰ متر قرار گرفته‌اند که سطح پایین ارتفاعی در دشت محسوب می‌شود. به لحاظ شیب، پهنه‌های مساعد در مناطق بدون شیب (فلات) و در برخی موارد در ضلع جنوب شرقی دشت در مناطق با شیب پایین را در برمی‌گیرند. به لحاظ فاصله از شهر، در شمال دشت پهنه‌های مساعد در مناطق و پهنه‌های نزدیک به شهر (بین ۱۵۰۰ تا ۱۵۰ متر) و نیز در حاشیه شهرها قرار دارند. در حالی که در جنوب شرق و در شرق دشت، پهنه‌های مساعد در فاصله قابل توجهی (بیش از ۳۰۰۰ متر) از شهر قرار گرفته‌اند. به لحاظ فاصله تا رودخانه، پهنه‌های مساعد در فاصله کمتر از ۵۰۰ متری از رودخانه‌ها قرار دارند. همین‌طور بیشتر پهنه‌های مساعد، مناطق اطراف رودخانه‌های اصلی در دشت را در برمی‌گیرد تا رودخانه‌های فرعی. بحث بسیار مهم این است که پهنه‌های مساعد در بسیاری از موارد، در اطراف جاده‌های اصلی قرار دارند که این مسئله از چند جهت قابل بررسی است: نخست از این جهت که ممکن است جاده‌ها در مناطق بسیار مطلوب محیطی شکل گرفته باشند و یا اینکه به دنبال شکل گرفتن شهرها و روستاها در مناطق مطلوب محیطی، شکل گرفته‌اند و دیگر آن که ممکن است این جاده‌ها همان مسیرهای باستانی باشند که مراکز آن زمان را به هم متصل می‌کردند. به لحاظ پوشش گیاهی، پهنه‌های مساعد هم در مناطق دارای پوشش

لحاظ فاصله تا جاده‌های اصلی امروزی، پهنه‌های مساعد در برخی موارد به‌ویژه در جنوب شرق دشت و نیز در شمال و شمال شرق دشت، مناطق اطراف جاده‌ها را در بر گرفته‌اند. به لحاظ پوشش گیاهی، پهنه‌های مساعد عمدتاً در مناطق با پوشش گیاهی متراکم قرار گرفته‌اند و تنها در ضلع جنوب شرقی دشت، پهنه‌های مساعد در مناطق با پوشش گیاهی کم تراکم واقع شده‌اند. به لحاظ تراکم روستاها، پهنه‌های مساعد باز در جنوب شرق دشت، کمتر در مناطق متراکم به لحاظ پراکندگی روستاها واقع شده‌اند، در حالی که در مرکز و شمال دشت، پهنه‌های مساعد به نسبت سایر مناطق دشت، در مناطق نسبتاً متراکم به لحاظ تراکم روستاها واقع شده‌اند.

### عصر آهن

از بین محوطه‌های عصر آهن، ۸ محوطه معادل تقریبی ۶۵ درصد در در پهنه‌هایی که به لحاظ احتمال وجود محوطه‌های باستانی محتمل‌ترین پهنه‌ها هستند قرار گرفته‌اند. ۳ محوطه، معادل تقریبی ۲۵ درصد در پهنه نیمه مساعد و یک محوطه در پهنه نامساعد به لحاظ احتمال وجود محوطه‌های باستانی قرار گرفته است (شکل ۹)



شکل ۹. نقشه ج

از بین متغیرهای پیش‌بینی کننده، فاصله تا جاده‌های اصلی امروزی، فاصله تا شهرهای امروزی، فاصله تا رودخانه‌ها و شیب، رابطه معکوس با پراکندگی محوطه‌های باستانی دارند. از طرف دیگر تراکم روستاها، پوشش گیاهی و ارتفاع، رابطه مستقیم را نشان می‌دهند. از بین متغیرهای موردنظر، به ترتیب فاصله تا جاده‌های اصلی امروزی، فاصله تا شهرهای اصلی امروزی، تراکم روستاها و فاصله تا منابع آب، بیشترین تأثیر را در پیش‌بینی و پراکندگی محوطه‌های باستانی دارند. از طرف دیگر ارتفاع در کنار پوشش گیاهی و شیب، به ترتیب کمترین تأثیر را در پیش‌بینی و پراکندگی دارند که نشان از تأثیر بالای متغیرهای فرهنگی در پیش‌بینی و پراکندگی محوطه‌ها دارد (شکل ۸).

متغیرهای مستقل	ضریب
عرض از مبدأ	-۰.۷
فاصله تا شهرهای اصلی امروزی	-۲.۵
تراکم روستاهای امروزی	۲.۳
فاصله تا جاده‌های اصلی امروزی	-۳.۶
پوشش گیاهی	۱.۵۵
فاصله تا منابع آب	-۱.۷
ارتفاع	۱.۰۵
شیب	-۱.۶

شکل ۸. جدول پ

به لحاظ ارتفاع، پهنه‌های مساعد در ارتفاع ۱۳۰۰ تا ۱۶۰۰ متر واقع شده‌اند که پایین‌ترین سطح ارتفاعی در دشت هرسین است. به لحاظ شیب، پهنه‌های مساعد، مناطق بدون شیب تا شیب خیلی پایین را در بر گرفته‌اند. به لحاظ فاصله تا شهرهای اصلی امروزی، پهنه‌های مساعد در همه قسمت‌های دشت در مناطق دارای شهر و نیز حاشیه شهرها را در بر گرفته‌اند. به لحاظ فاصله تا رودخانه‌ها، پهنه‌های مساعد در اطراف و حاشیه رودخانه‌های اصلی در دشت قرار گرفته‌اند. در جنوب شرقی دشت، پهنه‌ها کمی به سمت سرشاخه رودها عقب نشینی دارند و باعث تفاوت در الگو شده‌اند. به

بر گرفته‌اند؛ که نسبت به دوره‌های قبل، عقب‌نشینی به سمت دامنه کوه‌ها بیشتر می‌شود. به لحاظ شیب، پهنه‌های مساعد، عمدتاً در مناطق با شیب صفر درجه و یا فلات قرار گرفته‌اند اما باید اشاره کرد که در برخی از مناطق شیب نسبتاً تند (تا شیب ۲۵ درجه) نیز به عنوان پهنه مساعد در نظر گرفته شده است. به لحاظ فاصله تا شهرهای امروزی، پهنه‌های مساعد عموماً حاشیه و اطراف شهرها (بین ۰ تا ۲۰۰۰ متر) را شامل می‌شوند. به لحاظ فاصله تا منابع آب، پهنه‌های مساعد اصولاً در مناطق نزدیک به رودخانه و حاشیه رودخانه‌ها (۰ تا ۵۰۰ متر) واقع شده‌اند؛ اما پهنه‌ها اصولاً در حاشیه سرشاخه رودها قرار دارند تا اطراف رودخانه‌های اصلی در دشت. به لحاظ فاصله تا جاده‌های اصلی امروزی نیز، پهنه‌ها بیشتر در مناطق حاشیه و اطراف جاده‌های اصلی امروزی واقع شده‌اند. به لحاظ پوشش گیاهی، پهنه‌ها اصولاً در مناطق با پوشش گیاهی کم تراکم واقع شده‌اند و صرفاً در برخی قسمت‌های دشت در مناطق پرتراکم به لحاظ پوشش گیاهی قرار گرفته‌اند. به لحاظ تراکم روستاهای امروزی نیز در بیشتر موارد، پهنه‌های مساعد در مناطق کم تراکم به لحاظ وجود روستاهای امروزی، واقع شده‌اند که این مسئله ممکن است با وضعیت معیشت و سطح پیچیدگی اجتماعی جوامع عصر آهن در منطقه ارتباط داشته باشد.

#### ۶- نتایج و بحث

مدل‌سازی در این پژوهش، از چند نظر از جمله از منظر روش‌شناسی قابل بررسی است. در این پژوهش، چند تغییر اساسی در نحوه انجام مدل‌سازی با روش رگرسیون لجستیک داده شد. نخست، متغیر وابسته نه صرفاً نقطه GPS، بلکه بیشترین میزان تراکم محوطه‌های باستانی در نظر گرفته شد. دوم اینکه، محوطه‌های باستانی هر دوره به صورت مجزا مورد پیش‌بینی قرار گرفتند و سوم در کنار متغیرهای محیطی از متغیرهای فرهنگی نیز برای پیش‌بینی

نتیجه آزمون ROC برابر با ۰.۸۶ است که نشان‌دهنده بیشترین همبستگی بین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده در پیش‌بینی پراکندگی محوطه‌های باستانی از بین دوره‌های مورد مطالعه در این پژوهش است.

از بین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده در این مدل‌سازی، تراکم پوشش گیاهی، ارتفاع از سطح دریا و شیب رابطه مستقیم و فاصله از شهرهای امروزی، تراکم روستاهای امروزی، فاصله تا جاده‌های اصلی امروزی و فاصله تا رودخانه‌ها، رابطه معکوس با پراکندگی محوطه‌های باستانی دارند. بر این اساس، متغیر فاصله از جاده‌های اصلی امروزی و فاصله از شهرهای اصلی امروزی، بیشترین تأثیر را در پیش‌بینی پراکندگی محوطه‌های باستانی داشته‌اند. در این مورد، دو استنباط محتمل است؛ نخست اینکه، مناطقی که امروزه جاده‌های اصلی از آن می‌گذرند، همان مسیرهای باستانی است و شهرهای اصلی امروزی نیز در جایی شکل گرفته‌اند که در گذشته، امکان شکل‌گیری استقرارهای بزرگ وجود داشته است. دیگر آنکه، بررسی‌های باستان‌شناسی امروزی ممکن است صرفاً در اطراف شهرها و جاده‌های امروزی متمرکز شده باشد؛ که هر یک از این موارد محتمل است. جالب است که فاصله تا منابع آب، کمترین تأثیر را در پیش‌بینی داشته است (شکل ۱۰).

ضریب	متغیرهای پیش‌بینی‌کننده
۰.۸	عرض از مبدأ
-۴.۶	فاصله تا شهرهای اصلی امروزی
-۰.۵	تراکم روستاهای امروزی
-۸.۶	فاصله تا جاده‌های اصلی امروزی
۰.۰۴	پوشش گیاهی
-۰.۳	فاصله تا منابع آب
۰.۴	ارتفاع
۰.۵	شیب

شکل ۱۰. جدول ت

پهنه‌های مساعد، به لحاظ ارتفاع از سطح دریا، سطوح ارتفاعی ۱۳۰۰ تا نزدیک به ۲۰۰۰ متر را در

## ۷- نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در وهله اول مدل رگرسیون لجستیک در پیش‌بینی محوطه باستانی دوره‌های مختلف مس‌وسنگ، مفرغ و آهن موفق است؛ اما میزان موفقیت مدل در دوره‌های مختلف متفاوت بوده است. نتایج ROC در مدل‌سازی دوره مس‌وسنگ ۰.۷۱، در دوره مفرغ ۰.۷۹ و در عصر آهن ۰.۸۶ است که به لحاظ آماری موفقیت مدل در همه دوره‌ها قابل تایید است. بر اساس این موارد که گفته شد، نتایج ROC از دوره قدیم به دوره جدید بیشتر شده و همین‌طور میزان دقت مدل نیز در پیش‌بینی بیشتر می‌شود؛ اما از آنجایی که کشور ایران دارای شرایط زیستی متنوع و به لحاظ ریخت‌شناختی، شرایط متنوعی دارد نتایج مدل قابل تعمیم به همه مناطق ایران نیست؛ بنابراین برای هر کدام از مناطق باید متغیرهای مستقل و وابسته مرتبط با شرایط محیطی آن منطقه و همین‌طور متغیرهای مرتبط با هر دوره انتخاب شود. با تغییر در متغیر وابسته که پرتراکم‌ترین پهنه به عنوان متغیر وابسته انتخاب شد، نتایج مدل در پیش‌بینی، بهتر و کارآمدتر شد؛ چراکه دشت هرسین به لحاظ ریخت‌شناختی، دشت محسوب می‌شود بنابراین بهترین روش برای معرفی متغیر وابسته در اینجا، معرفی مناطق پرتراکم به لحاظ پراکندگی محوطه‌های باستانی است. در ارتباط با متغیرهای مستقل نیز باید گفت که متغیرهای محیطی به‌تنهایی در پیش‌بینی محوطه‌های باستانی موفق نبودند، بنابراین صرفاً پیش‌بینی بر مبنای متغیرهای محیطی ناموفق بود؛ اما به کارگیری متغیرهای محیطی و فرهنگی در کنار یکدیگر نشان داد که با روش رگرسیون لجستیک می‌توان پهنه‌های مستعد به لحاظ وجود محوطه‌های باستانی را پیش‌بینی کرد. در پیش‌بینی محوطه‌های باستانی همه دوره‌ها، متغیرهای فرهنگی بیشترین نقش در پیش‌بینی را نشان دادند. به‌طوری‌که در عصر مس‌وسنگ تراکم روستاها تأثیرگذارترین متغیر در پیش‌بینی بود. در عصر مفرغ

استفاده شد. درباره مورد نخست، می‌توان گفت هر چه محوطه‌ها در دشت و در مناطق صاف، باشند این روش کارایی بیشتری خواهد داشت. درباره مورد دوم، این نتایج حاصل شد که به ترتیب، در دوره مس و سنگ، ROC برابر با ۰.۷۰ و میزان پراکندگی محوطه‌های باستانی در پهنه مساعد تا نیمه مساعد، ۷۶ درصد است. در دوره مفرغ، ROC برابر با ۰.۷۹ و پراکندگی محوطه‌های باستانی در پهنه‌های مساعد و نیمه مساعد ۵۸ درصد است. در عصر آهن، ROC برابر با ۰.۸۶ و پراکندگی محوطه‌های باستانی در پهنه مساعد تا نیمه مساعد نزدیک به ۹۰ درصد است؛ اما به لحاظ پراکندگی محوطه‌ها در پهنه‌های مساعد با وجود اینکه میزان دقت مدل در دوره مفرغ بیشتر از دوره مس و سنگ است، اما میزان پراکندگی محوطه‌های باستانی در پهنه مساعد نسبت به دوره قبل کاهش پیدا می‌کند. پس می‌توان گفت از آنجایی که نتایج بررسی‌های باستان‌شناسی کاملاً قابل اطمینان نیست، صرف قرارگیری برخی از نقاط، در خارج از پهنه‌های مساعد ناشی از ضعف مدل، نیست. بلکه ممکن است بسیاری از مناطق مساعد، بررسی نشده باشند. در رابطه با مورد سوم نیز باید گفت متغیرهای فرهنگی در هر سه دوره مس‌وسنگ، مفرغ و آهن، بیشترین تأثیر در پیش‌بینی محوطه‌های باستانی در مدل‌سازی را نشان دادند. در دوره مس‌وسنگ، تراکم روستاها نسبت به سایر متغیرها، بیشترین تأثیر را در پیش‌بینی پراکندگی محوطه‌های باستانی نشان داد؛ این مسئله به این معناست که شرایطی که برای شکل‌گیری روستا لازم است، در گذشته برای شکل‌گیری محوطه‌های دوره مس‌وسنگ لازم بوده است. در عصر مفرغ، هر سه متغیر فرهنگی نسبت به متغیرهای محیطی بیشترین تأثیر را در پیش‌بینی نشان دادند و در دوره آهن، فاصله تا جاده‌های اصلی و فاصله تا شهرهای کنونی بیشترین تأثیر را در پیش‌بینی نشان دادند.

جغرافیایی و تحلیل باستان‌شناختی از  
استقرارهای دوره مس‌سنگی زاگرس مرکزی،  
مجله پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، شماره ۲،  
صفحه ۲۵-۳۶

عابدینی، م.، قاسمیان، ب. و شیرزادی، ع.، ۱۳۹۳،  
مدل‌سازی خطر وقوع زمین‌لغزش با استفاده از  
مدل آماری رگرسیون لجستیک مطالعه  
موردی: استان کردستان، شهرستان بیجار،  
جغرافیا و توسعه، شماره ۳۷، صفحه ۸۵-۱۰۲  
مترجم ع.، ی محمدی فر، ۱۳۸۱، بررسی و شناسایی  
و مستندسازی آثار باستانی شهرستان هرسین،  
گزارش منتشر نشده

مرادی، ی.، ۱۳۷۹، بررسی دشت بیستون، گزارش  
موجود در اداره میراث فرهنگی و گردشگری در  
استان کرمانشاه، منتشر نشده

نیکنمی، ک.، خطیب شهیدی، ح. و سعیدی هرسینی،  
م.ر. ۱۳۸۶، تئوری و تکنیک‌های پیش‌بینی  
(تخمین) مکان‌ها یا پراکنش‌های سایت‌های  
پیش‌ازتاریخی در پهن‌دشت‌های باستان‌شناختی  
با کاربرد GIS و رگرسیون لجستیک: مطالعه  
موردی حوزه رودخانه گاماسب زاگرس  
مرکزی، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی  
دانشگاه تهران، شماره ۱۸۴، صفحه ۱۹۳-۲۱۲  
یغمایی، ب.، ۱۳۸۴، تجزیه و تحلیل و مدل‌سازی  
محوطه‌های باستانی با استفاده از داده‌های  
سنجش از دور و GIS بر پایه مطالعه موردی:  
حوضه رود کر، منتشر نشده

Balla, A., Pavlogeorgatos, G., Tsiafkis, D. &  
Pavlidis, G., 2014, **Efficient Predictive  
Modelling for Archaeological Research**,  
Mediterranean Archaeology and  
Archaeometry, Vol 14, N14, 119-129  
Campbell, J S., 2006, Archaeological Predictive  
Model of SouthWestern Kansas, **Department  
of Geography**

فاصله تا جاده های اصلی امروزی، فاصله تا شهرهای  
امروزی و تراکم روستاهای امروزی بیشترین تأثیر را در  
پیش‌بینی داشتند و در عصر آهن، فاصله تا جاده‌های  
اصلی امروزی و فاصله تا شهرهای اصلی امروزی  
بیشترین تأثیر را در پیش‌بینی داشتند؛ که از این بحث  
دو نتیجه می‌توان استنباط کرد. نخست اینکه ممکن  
است بررسی‌های باستان‌شناسی صرفاً در پیرامون  
روستاها، شهرها و راه‌های ارتباطی انجام گرفته باشد و  
دوم، شرایطی که برای شکل‌گیری روستاها(در دوره  
مس و سنگ) و شهرها(در دوره مفرغ و آهن) در منطقه  
وجود دارد، همان شرایط نیز در دوره‌های مذکور برای  
شکل‌گیری محوطه‌های باستانی با همان سطح، مساعد  
بوده است یا به عبارت دیگر، روستاهای امروزی در واقع  
همان روستاهای دوره مس و سنگ هستند که امروزه نیز  
در اطراف آن‌ها روستاهای امروزی شکل گرفته است؛ که  
از این دو بحث به نظر می‌رسد مورد دوم محتمل‌تر  
است. چراکه انتظار می‌رود به لحاظ دوره بندی  
محوطه‌های باستانی نیز، در عصر مس و سنگ، با  
روستاها مواجه باشیم. همین‌طور در عصر مفرغ و آهن،  
جاده‌ها و ارتباط با مناطق شهری برای شکل‌گیری  
استقرارها بسیار بااهمیت بوده است.

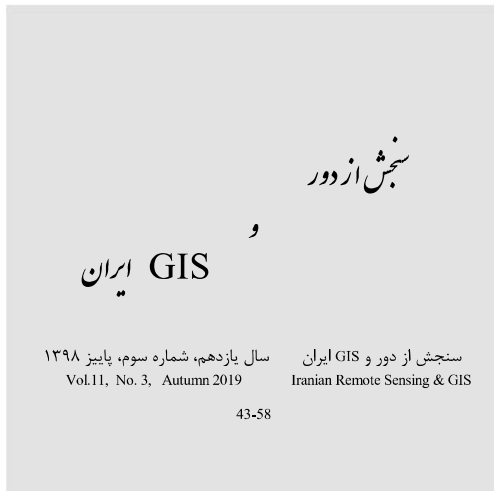
#### ۸- سپاسگزاری

از تمامی کسانی که در انجام این پژوهش و به نتیجه  
رسیدن فعالیت‌های پژوهشی تلاش کردند صمیمانه  
تشکر و قدردانی به عمل می‌آید. از آقایان دکتر یعقوب  
محمدی فر و دکتر عباس مترجم که زحمت بررسی  
باستان‌شناسی دشت هرسین بیستون را کشیده‌اند و  
داده‌های حاصل از محوطه‌های باستانی را در اختیار این  
پژوهش قرار داده‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل  
می‌آید.

#### ۹- منابع

سعیدی هرسینی، م.ر.، نیکنمی، ک. و طهماسبی، ا.،  
۱۳۹۱، برهمکنش محیط و فرهنگ، چشم‌انداز

- Canning, S., 2005, **Bellife in the past: Dempster- Shafer theory, GIS and Archaeological predictive modeling**, Australian Archaeology, N 60, 6-15
- Haltonm, T.J., 2014, **Predictive Model of Archaeologicagl Sites of the Hopi Rezervation of Northeastern Arizona**, University of Redlands
- Kamer manc, H., 2004, **The Application of Predictive Modeling in Archaeology: Problem and Possibilities**, Leiden University, N 52, 273-277
- Kohler, T. & Parker, S.C., 1986, **Predictive Models for Archaeological Resource location**, Advances in Archaeological Methodology and Theory
- Longston, M.L., 2013, **Site Location Modeling and Prehistoric Rock Shelter Selection on the Upper Cumberland Plateau of Tennessee**, East Tennessee State University
- Mortensen, P., 1993, **Paleolithic and Epi Paleolithic Sites in the Hulailan Valley, Northern Luristan, the Paleolithic Prehistory of the Zagros \_ Taurus**, (ed) by Olszewski deborach, University of Pensylvania Museum, 159-187
- Sevedjemo, G., 2003, **Predictive Model for Iron Age Setteltments on Gotland 200-600 AD**, Department of Computer and Information Science
- Tokmakidis, K., Kalyvloti, M.E., Nanakou, P., 2004, **Geographic Inphormation System Applied in Archaeological site**, FIG Working Week, 1-12
- Verhagen, P., Thomas, G.W., 2011, **Integrating Archaeological Theory and Predictive Modeling: a Live Report from the Scene**, Archeol Method Theory, 50-91



## Prediction of the Possibility of Prehistoric Archaeological Sites from Calcolithic to Iron Age using Logistic Regression Model in GIS, Case study: Harsin\_Bisotun Plain

Alirezaei, S.<sup>1\*</sup>, Naghshineh, A. S.<sup>2</sup>, Karami, J.<sup>3</sup>

1-Graduated Master of Archaeology, Shahid Beheshti University of Tehran

2-Assistant Professor, Department of Archaeology, Shahid Beheshti University of Tehran

3-Assistant Professor, Department of Remote Sensing and GIS, Tarbiat Modarres University of Tehran

### Abstract

Data collection and recording of Archaeological sites in Archaeological research is costly and requires a lot of manpower and time. Accordingly, the use of methods that can predict the presence of ancient monuments without direct observation will play a significant role in saving time and cost of Archaeological surveys. The main issue of this research is to assess the ability of the logistic regression model to predict the dispersal of ancient sites in the Harsin-Bisotun plain. Predictor variables for this study include the environmental variables of slope, height, distance to river, vegetation, distance to modern cities, density of modern villages and distance to main roads, and dependent variable is the most turbulent of area in terms of existence prehistoric Archaeological sites. For modeling, using logistic regression, GIS and IDRISI softwares was used. By analyzing the results of the logistic regression model, results showed that, the logistic regression model was successful in prediction the dispersion of ancient sites in the Harsin-Bisotun plain. As well, the introduction of densely populated areas due to the presence of ancient sites as a modle-dependent variable in the plain-bound areas is more important than the mere introduction of GPS points of the ancient sites as a dependent variable. and, Accordingly, the cultural variability of village density in the Calcolithic Age, village density, distance to cites and the distance to main roads in the Bronze Age and distance to cites, distance to main roads in Iron Age have had the greatest impact in prediction the dispersion of ancient sites.

**Keywords:** Logistic Regression Modle, Prehistoric Archaeological sites, Harsin\_Bisotun plain, Geographic Information System(GIS)