سنجش از دور
و
GIS ایران

سنجش از دور و GIS ایران سال یازدهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۸
Iranian Remote Sensing & GIS Vol.11, No. 3, Autumn 2019

۴۳-۵۸

پیش‌بینی احتمال وجود محوطه‌های باستانی پیش ازتاریخ، از دوره مس و سنگ تا عصر آهن بااستفاده از مدل رگرسیون لجستیک در محیط GIS، مطالعه موردی: دشت هرسین- بیستون

ساسان علیرضایی*[۱]، امیرصادق نقشینه[۲]، جلال کرمی[۳]
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 دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۹/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۷

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 محیطیِ شیب، ارتفاع، فاصله تا رودخانه، پوشش گیاهی و متغیرهای فرهنگیِ 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 به‌ترتیب متغیر فرهنگیِ تراکم روستاها در عصر مس‌وسنگ، 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)

*نویسنده عهده‌دار مکاتبات: تهران، دانشگاه شهید بهشتی، گروه باستان شناسی، ۰۹۱۳۵۳۹۸۵۶۳
Email: Sasanalirezayi@yahoo.com

۱- مقدمه

بررسی میدانی و شناسایی محوطه های باستانی به‌جای مانده از زندگی هزاران ساله جوامع مختلف، یکی از روش‌های اساسی و لازم برای گردآوری داده‌های باستان‌شناستی است. ازآنجایی‌که، میزان سرمایه‌های اختصاص داده شده برای انجام پژوهش‌های باستان‌شناسی محدود است و از طرفی بررسی باستان‌شناختی پیمایشی برای تمامی‌مناطق 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، پیش بینی کرد، امری ضروری و لازم است؛ تا از این طریق بتوان با صرف هزینه های مالی، نیروی انسانی و زمان کمتر؛ محوطه های 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 پیداکردن محل محوطه‌های باستانی بوده‌اند، برمی‌گردد (Verhagen and Whitley,۲۰۱۱).

اولین کسانی که تعریفی از مدل‌های پیش‌بینی ارائه دادند، کهلر و پارکر بودند (Kohler and Parker,۱۹۸۶). 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 مبنا برای پیش‌بینی، به حداقل‌رساندن زمان برای دسترسی به منابع در جوامع گذشته است (Kohler and Parker,۱۹۸۶).

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 (Campbel,۲۰۰۶). 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,۲۰۱۴)

به‌طورکلی، می‌توان مدل‌های پیش‌بینی را بر اساس نحوه یا نوع تصمیم‌گیری به دو گروه اصلی تقسیم کرد: مدل‌های پیش‌بینی استقرایی[1] 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[2] که با استفاده از استدلال کل به جزء، ارتباط بین محوطه‌های باستانی با چشم‌انداز را توضیح می‌دهند (Campbell,۲۰۰۶). 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 استقرار، یک جنبه آماری و کمی‌به خود گرفت. همین‌طور باید عنوان کرد که ارائه مدل‌های پیش‌بینی به نوعی به تحقیقات الگوی استقراری جولین استیوارد (۱۹۳۸) و گوردن ویلی (۱۹۵۳) برمی‌گردد (Canning,۲۰۰۵). مهم‌ترین دلیل استفاده از مدل‌های پیش‌بینی در باستان‌شناسی، وجود مناطق گسترده برای مطالعه و بررسی‌های باستان‌شناسی بود که عملا امکان بررسی مستقیم و سیستماتیک آن‌ها به دلیل وجود زمان محدود و هزینه‌های کم، برای باستان‌شناسان وجود نداشت (Holton,۲۰۱۴). استفاده از مدل‌های پیش‌بینی در

1. Inductive
2. Deductive

آمریکا در اواخر دهه ۱۹۷۰و اوایل دهه ۱۹۸۰میلادی، ابتدا در پروژه‌های مدیریت اراضی دولتی(CRM) و سپس به‌طور گسترده، مورد توجه قرار گرفت (Kamermans,۲۰۰۴). ازآنجایی‌که در آمریکا، بسیاری از محوطه‌های باستانی در املاک خصوصی قرار داشتند که عملا امکان بررسی مستقیم آن‌ها ممکن نبود، بنابراین باستان‌شناسان آمریکایی به روش‌هایی روی آوردند که به پیش‌بینی محوطه‌های باستانی، بدون مشاهده مستقیم بپردازند (نیکنامی،۱۳۸۶). آنچه که امروزه کاربرد مدل‌های پیش‌بینی را در باستان‌شناسی قوت بخشیده است، سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) است که امکان تحلیل داده‌های مکانی را فراهم ساخته است. این سیستم در اوایل دهه ۸۰ میلادی به‌دلیل نیاز کشورهای مختلف برای ثبت و جمع‌آوری اطلاعات تاریخی قابل‌اطمینان در مورد مکان‌های مختلف، توسعه داده شد (Tokmakidis et al,۲۰۰۴). بعد از آمریکا، مدل‌های پیش‌بینی در اروپا نیز رواج پیدا کرد که در قسمت پیشینه پژوهش، چند مورد از پژوهش‌های انجام شده در این زمینه آورده خواهد شد. در ایران در سال‌های اخیر، استفاده از مدل‌های پیش‌بینی به‌صورت محدود، مورد توجه برخی از باستان‌شناسان قرار گرفته است. مدل‌های پیش‌بینی بسیار متنوع هستند. یکی از این مدل‌ها، مدل رگرسیون لجستیک است که در واقع، یک مدل آماری است که برای پیش‌بینی پدیده‌های دو حالته[1] به کار گرفته می‌شود. این مدل در سال‌های اخیر، در باستان‌شناسی مورد استفاده قرار گرفته است؛ از جمله در منطقه گوتلند(Gotland) در سوئد با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک و با انتخاب متغیرهایی چون گونه‌های خاک‌های منطقه و کاربری زمین، به پیش‌بینی محوطه‌های باستانی عصر آهن پرداخته شده است که نتایج پژوهش، نشان از موفقیت مدل در پیش‌بینی داشته است (Svedjemo,۲۰۰۳). 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 شیب، ارتفاع، فاصله تا منابع آب و پوشش گیاهی به پیش‌بینی محوطه‌های باستانی پرداخت که در پژوهش مذکور نیز، نتایج نشان از موفقیت مدل داشت (Halton,۲۰۱۴). لانگستون در فلوریدا، از متغیرهای محیطی برای پیش‌بینی محوطه‌های باستانی با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک پرداخت که در پژوهش مذکور نیز، نتایج حاکی از موفقیت مدل بوده است (Longston,۲۰۱۳). 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 پیش‌بینی محوطه‌های باستانی حوزه رودخانه کر در استان فارس پرداخت که نتایج پژوهش انجام‌شده حاکی از کارآمدی مدل در پیش‌بینی بوده است (یغمایی،۱۳۸۴). همچنین در سال ۱۳۸۶، نیکنامی‌با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک و با به‌کارگیری متغیرهای محیطی، به پیش‌بینی محوطه های باستانی حوزه رودخانه گاماسیاب پرداخت که در این پژوهش نیز، مدل در پیش‌بینی، موفق عمل کرده است(نیکنامی، ۱۳۸۶)

در اکثر پژوهش‌های انجام‌شده با روش رگرسیون لجستیک که در قسمت پیشینه به تعدادی از آن‌ها اشاره شد، محوطه‌های دوره‌های مختلف به صورت یک‌جا مورد پیش‌بینی قرار گرفته است که این روش، غیرمنطقی است؛ چراکه الگوی پراکندگی محوطه‌های باستانی هر دوره و حتی زیردوره‌ها با یکدیگر متفاوت است. از طرف دیگر، در پژوهش‌های انجام شده تا آنجا که منابع در اختیار نویسنده قرار دارد، صرفا از متغیرهای محیطی برای پیش‌بینی استفاده شده است. آنچه پژوهش حاضر را از پژوهش‌های پیشین مجزا می‌کند، چند تغییر اساسی در حوضه روش‌شناختی پژوهش است. نخست اینکه در این پژوهش، علاوه بر استفاده از متغیرهای محیطی، از متغیرهای فرهنگی همچون فاصله تا شهرهای امروزی، فاصله تا جاده‌های ارتباطی

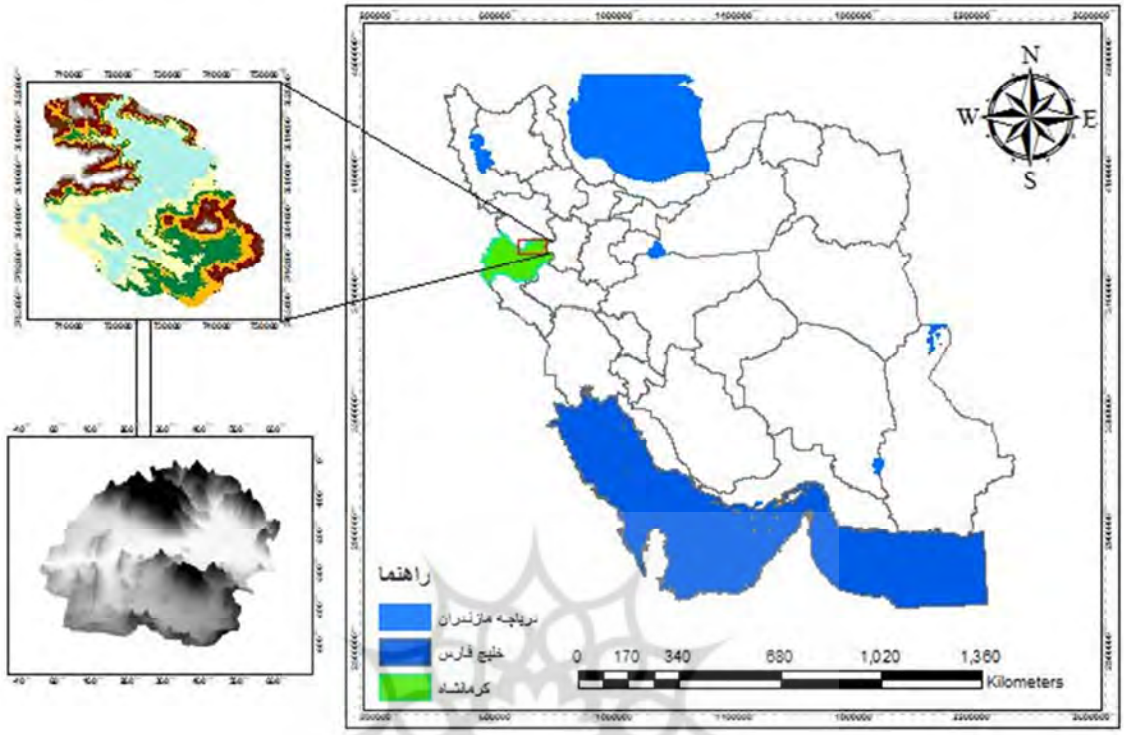
1. binary

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 شکل‌گرفته‌اند 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 بوده‌اندو حتی بسیاری از این جاده‌ها به‌ویژهدر مناطق کوهستانی، مسیرها و گذرگاه‌های قدیمی‌هستند. 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 تعریف‌شده، انجام شده است. علاوه بر این، در پژوهش‌های پیشین متغیر وابسته، تنها نقاط GPS محوطه‌های باستانی در نظر گرفته شده است. در حالی‌که در این پژوهش، بسته به شرایط ریخت‌شناختی دشت هرسین که به نوعی یک دشت کامل است، متغیر وابسته بر مبنای میزان تراکم محوطه‌های باستانیاست. 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 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 ریخت شناختی 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. ازجمله 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 نیکنامی‌و 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 (نیکنامی‌و 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).

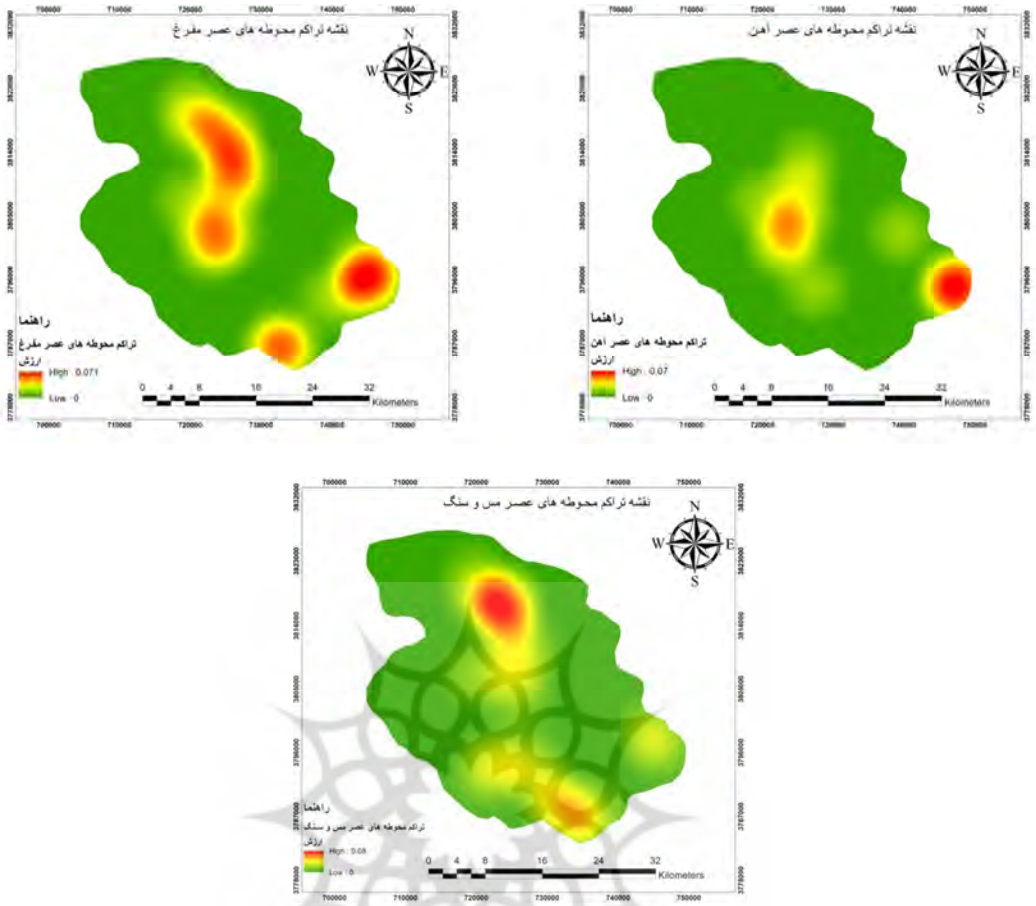


شکل۱. نقشه الف

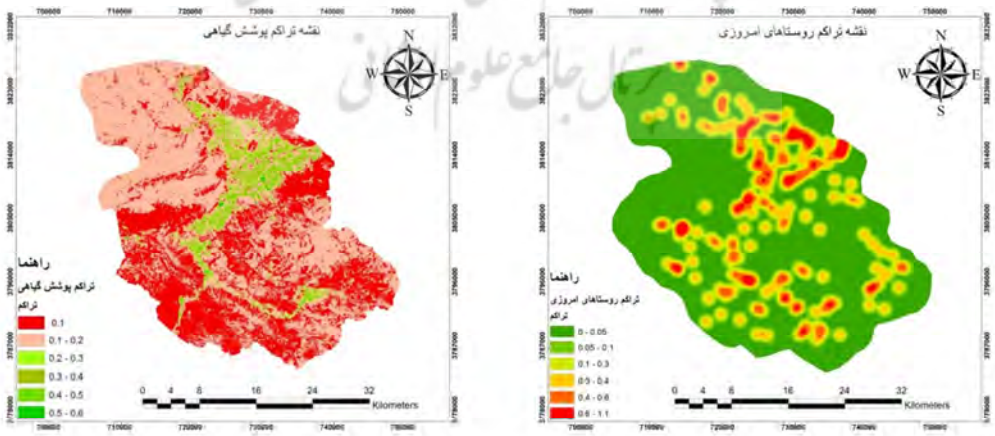
۳- داده‌های تحقیق

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). محوطه های باستانی، شامل ۴۵ محوطه از دوره مس وسنگ تا عصر آهن (مس وسنگ، مفرغ، آهن) است؛ که از این تعداد ۱۹ محوطه مربوط به عصر مس وسنگ، 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 محوطه های باستانی هر دوره، به صورت مجزا، نقشه تراکم محوطه‌های باستانی با استفاده از نرم‌افزار GIS تهیه شد (شکل ۲).

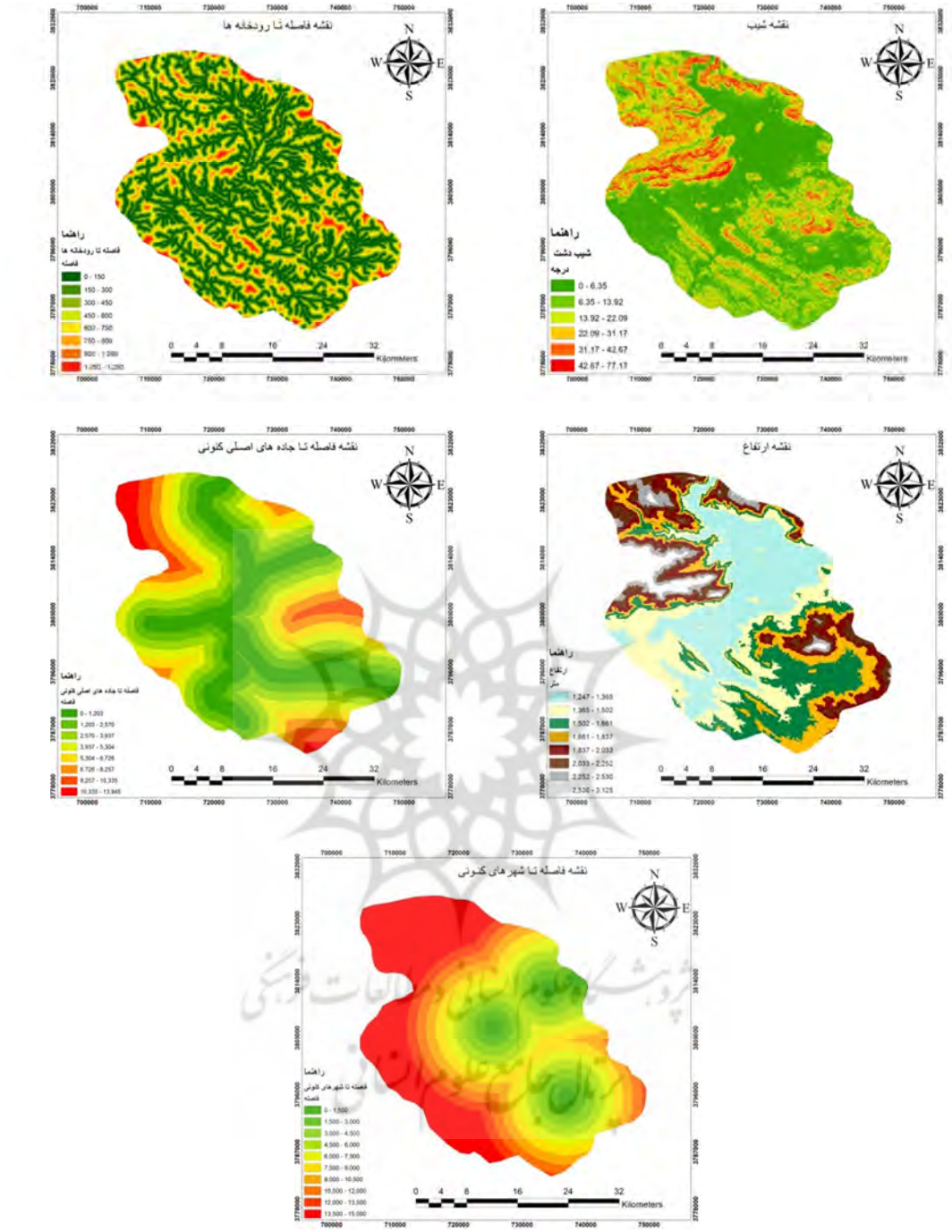
گروه دوم از داده‌ها شامل متغیرهای محیطی (شامل شیب، فاصله تا رودخانه، پوشش گیاهی و ارتفاع از سطح دریا و متغیر های فرهنگی امروزی مانند فاصله از شهرهای اصلی ، جاده های اصلی و تراکم روستاهای امروزی است) در نرم‌افزار Arc-Map از سری نرم‌افزارهای Arc-GIS جمع‌آوری و تولید شدند. لازم به ذکر است که متغیر های شیب، 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. متغیر های فرهنگی هم از بانک داده‌های فرهنگی کشور استخراج شدند (شکل۳).



شکل ۲. نقشه ب



شکل ۳. نقشه پ



ادامهٔ شکل ۳

۴- روش تحقیق

در بحث مدل‌سازی، اولین گام، تعیین چگونگی خوشه‌بندی عوارض نقطه‌ای است. یکی از راه‌های تعیین معنی داری این نوع توزیع (از حالت خوشه بندی به حالت تصادفی)، استفاده از روش تحلیل نزدیک‌ترین همسایه است. به‌همین منظور، نقاط هر دوره به صورت جداگانه، در این آزمون مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج به شرح زیر به‌دست آمد(شکل۴).

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

شکل۴. جدول الف

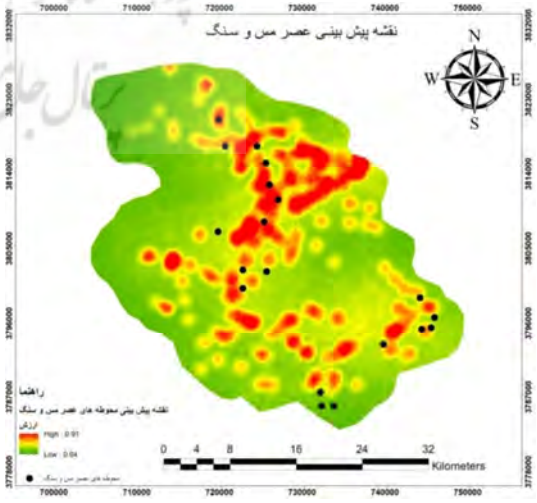
دومین مرحله، استاندارد سازی متغیرها است که این مرحله در محیط نرم‌افزار IDRIS انجام شد و متغیرها بین صفر و یک، قرار گرفتند. در سومین مرحله، میزان ارتباط بین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده، انجام شد تا متغیرهایی که با متغیر وابسته رابطه‌ای ندارند، از مدل‌سازی حذف شوند که همه متغیرها با متغیر وابسته، رابطه مستقیم و یا معکوس داشتند. گام بعد در این زمینه، انتخاب متغیر وابسته است. روش انتخاب و معرفی متغیر وابسته در این پژوهش نسبت به پژوهش های 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 صرفا نقاط GPS بخشی از محوطه های باستانی دشت به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته نشد، بلکه متراکم ترین پهنه به لحاظ وجود محوطه های، به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد،؛ یعنی پهنه‌ای که در دشت، بیشترین تعداد محوطه باستانی را داراست، در واقع مساعدترین پهنه، برای شکل گیری محوطه های 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 محوطه های باستانی دارای ارزش یک هستند و سایر مناطق اطراف آن فاقد ارزش یک هستند. درحالی که محوطه باستانی صرفا یک نقطه نیست، بلکه یک پهنه است و در این صورت فضای بین نقاط GPS که از آن برای ثبت محوطه های باستانی استفاده شده است و بخشی از محوطه را دربرمی گیرد، فاقد ارزش یک در نظر گرفته می‌شود. از این رو، به پهنه‌هایی که بیشترین تراکم محوطه های باستانی را داشتند، ارزش یک داده شد. از طرف دیگر ازآنجایی 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 صرفا محدوده های کوچک برای زندگی، بنابراین این نوع وزن‌دهی نیز منطقی‌تر است. این روش ممکن است برای مناطق کوهستانی مثل دره های 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 به‌عنوان 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 پهنه های پرتراکم به لحاظ وجود محوطه های 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 پیش بینی 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

آهن، به صورت جداگانه انجام گرفت. نتایج در قالب نقشه پیش‌بینی پراکندگی محوطه‌های باستانی و جداول آماری که در برگیرنده نتایج آماری مدل و میزان تأثیر هر کدام از متغیرهای پیش‌بینی کننده 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، نشان دهنده 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 محتمل ترین 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

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 نسبتا 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 پیش بینی 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 می شود 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 به‌ترتیب 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 محوطه های باستانی دوره مس و سنگ در جایی شکل‌گرفته‌اند که پتانسیل لازم برای شکل‌گیری روستا وجود دارد و امروزه هم روستاها در آنجا شکل‌گرفته‌اند و در واقع به دنبال این تحلیل دو نتیجه می‌توان گرفت: نخست این‌که جوامع دوره مس و سنگ در دشت هرسین، روستانشین بوده‌اند و دوم، به لحاظ زیست‌محیطی شرایط، تغییر زیادی نکرده است (شکل ۶).

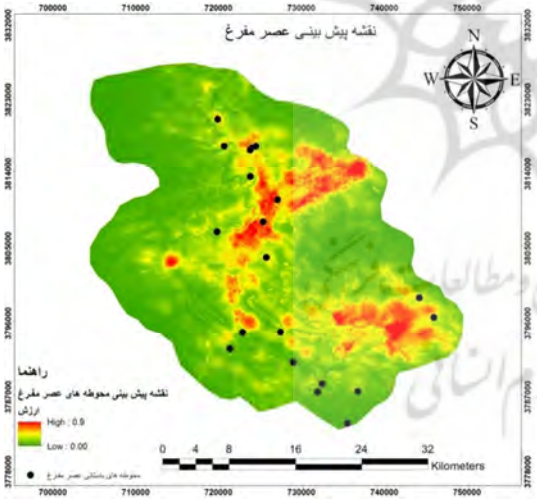
متغیرهای مستقل	ضریب
عرض ازمبدا	۲.۳-
فاصله تا شهرهای اصلی امروزی	۰.۶-
فاصله تا جاده‌های اصلی امروزی	۰.۱
تراکم روستاهای امروزی	۲.۶
پوشش گیاهی	۱.۷
فاصله تا منابع آب	۰.۲
ارتفاع	۰.۵-
شیب	۰.۱

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 پهنه های مساعد در مناطق و پهنه‌های نزدیک به شهر(بین ۰تا۱۵۰۰متر) 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 ۳۰۰۰متر) از شهر قرار گرفته‌اند. به لحاظ فاصله تا رودخانه، پهنه‌های مساعد در فاصله کمتر از ۵۰۰ متری از رودخانه‌ها قرار دارند. همین طور بیشتر پهنه های مساعد، مناطق اطراف رودخانه های اصلی در دشت را در برمی گیرد تا رودخانه های فرعی. بحث بسیار مهم این است که پهنه های مساعد در بسیاری از موارد، در اطراف جاده های اصلی قرار دارند که این مسئله از چند جهت قابل بررسی است: نخست از این جهت که ممکن است جاده ها در مناطق بسیار مطلوب محیطی شکل گرفته باشند و یا اینکه به دنبال شکل‌گرفتن شهرها و روستاها در مناطق مطلوب محیطی، شکل گرفته‌اند و دیگر آن‌که ممکن است این جاده‌ها همان مسیرهای باستانی باشند که مراکز آن زمان را به هم متصل می کردند. به لحاظ پوشش گیاهی، پهنه‌های مساعد هم در مناطق دارای پوشش گیاهی متراکم و نیز در مواردی هم در پهنه های دارای پوشش گیاهی کم‌تراکم تا مرتعی قرارگرفته‌اند. 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 پهنه های 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 محوطه های 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.

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، به‌ترتیب کمترین تأثیر را در پیش‌بینی و پراکندگی دارند که نشان از تأثیر بالای متغیرهای فرهنگی در پیش‌بینی و پراکندگی محوطه‌ها دارد(شکل۸).

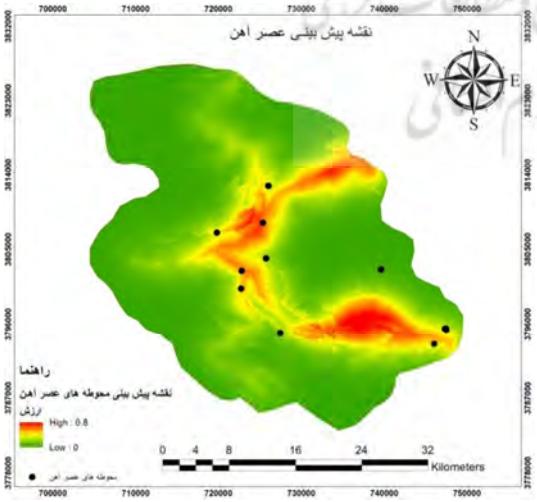
متغیرهای مستقل	ضریب
عرض از مبدأ	-۰.۷
فاصله تا شهرهای اصلی امروزی	-۲.۵
تراکم روستاهای امروزی	۲.۳
فاصله تا جاده‌های اصلی امروزی	-۳.۶
پوشش گیاهی	۱.۵۵
فاصله تا منابع آب	-۱.۷
ارتفاع	۱.۰۵
شیب	-۱.۶

شکل۸. 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 برگرفته اند. به لحاظ فاصله تا شهرهای اصلی امروزی، پهنه‌های مساعد در همه قسمت‌های دشت در مناطق دارای شهر و نیز حاشیه شهرها را در برگرفته‌اند. به لحاظ فاصله تا رودخانه‌ها، پهنه‌های مساعد در اطراف و حاشیه رودخانه‌های اصلی در دشت قرارگرفته‌اند. در جنوب شرقی دشت، پهنه‌ها کمی به سمت سرشاخه رودها عقب نشینی دارند و باعث تفاوت در الگو شده‌اند. به 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 برگرفته اند. به لحاظ پوشش گیاهی، پهنه‌های مساعد عمدتا 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، درحالی‌که 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 تقریبی۲۵ درصد در پهنه نیمه مساعد و یک محوطه در پهنه نامساعد به لحاظ احتمال وجود محوطه‌های باستانی قرار گرفته است (شکل۹)



شکل ۹. نقشه ج

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 شکل‌گرفته‌اند که در گذشته، امکان شکل گیری 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 پیش بینی کننده
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 برگرفته‌اند؛ که نسبت به دوره‌های قبل، عقب‌نشینی به سمت دامنه کوه‌ها بیشتر می‌شود. به لحاظ شیب، پهنه‌های مساعد، عمدتا در مناطق با شیب صفر درجه و یا فلات قرار گرفته اند اما باید اشاره کرد که در برخی از مناطق شیب نسبتا تند(تا شیب ۲۵درجه) نیز به عنوان پهنه مساعد در نظر گرفته شده است. به لحاظ فاصله تا شهرهای امروزی، پهنه های مساعد عموما حاشیه و اطراف شهرها (بین ۰ تا ۲۰۰۰متر) را شامل می شوند. به لحاظ فاصله تا منابع آب، پهنه‌های مساعد اصولاً در مناطق نزدیک به رودخانه و حاشیه رودخانه ها(۰تا۵۰۰متر) واقع شده‌اند؛ اما پهنه‌ها اصولاً در حاشیه سرشاخه رودها قرار دارند تا اطراف رودخانه های اصلی در دشت. به لحاظ فاصله تا جاده های اصلی امروزی نیز، پهنه‌ها بیشتر در مناطق حاشیه و اطراف جاده های اصلی امروزی واقع شده اند. به لحاظ پوشش گیاهی، پهنه ها 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، پهنه های مساعد در مناطق کم‌تراکم 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

استفاده شد. درباره مورد نخست، می‌توان گفت هر چه محوطه‌ها در دشت و در مناطق صاف، باشند این روش کارآیی 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 وسنگ است، اما میزان پراکندگی محوطه‌های باستانی در پهنه مساعد نسبت به دوره قبل کاهش پیدا می‌کند. پس می‌توان گفتاز‌آنجایی‌که 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.

۷- نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در وهله اول مدل رگرسیون لجستیک در پیش بینی 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 مس وسنگ 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 ازآنجایی‌که کشور ایران دارای شرایط زیستی متنوع و به لحاظ ریخت شناختی، 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 همین طور 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 ریخت شناختی، دشت محسوب می‌شود بنابراین بهترین روش برای معرفی متغیر وابسته در اینجا، معرفی مناطق پرتراکم به لحاظ پراکندگی محوطه های 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

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 می توان استنباط کرد. نخست اینکه ممکن است بررسی های باستان شناسی صرفاً در پیرامون روستاها، شهرها و راه های ارتباطی انجام گرفته باشد و دوم، شرایطی که برای شکل گیری روستاها(در دوره مس وسنگ) و شهرها(در دوره مفرغ و آهن) در منطقه وجود دارد، همان شرایط نیز در دوره‌های مذکور برای شکل گیری محوطه‌های باستانی با همان سطح، مساعد بوده است یا به‌عبارت‌دیگر، روستاهای امروزی در واقع همان روستاهای دوره مس وسنگ 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 مس‌وسنگ، با روستاها مواجه باشیم. همین طور در عصر مفرغ و آهن، جاده ها و ارتباط با مناطق شهری برای شکل گیری استقرارها بسیار بااهمیت بوده است.

۸- سپاسگزاری

از تمامی کسانی که در انجام این پژوهش و به نتیجه رسیدن فعالیت های پژوهشی تلاش کردند صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل می آید. 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 داده اند، صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

۹- منابع

سعیدی هرسینی، م.ر، نیکنامی، ک. و طهماسبی، ا.، ۱۳۹۱، **برهمکنش محیط و فرهنگ، چشم‌انداز 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 ۱۰۲-۸۵

مترجم ع.، ی محمدی فر، ۱۳۸۱، **بررسی و شناسایی و مستندسازی آثار باستانی شهرستان هرسین،** گزارش منتشرنشده

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

نیکنامی، 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**

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

Kamermanc, 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 Resourse 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 Settelments 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

سنجش از دور
و
GIS ایران

سنجش از دور و GIS ایران سال یازدهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۸
Iranian Remote Sensing & GIS Vol.11, No. 3, Autumn 2019
43-58

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.[1]*, Naghshineh, A. S.[2], Karami, J.[3]

1-Graduated Master of Archaeology, Shahidbeheshti 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 densly 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)

Correspondence Address: Department of Archeology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, Tell: 09135398563
Email: Sasanalirezayi@yahoo.com