



بررسی تاثیر عوامل مخرب بر سایت‌های آثار باستانی در راستای حفظ و حراست آنها با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی

محمد عباسی^۱، فرید اشرافی^{۲*}، سهیل رئوفی^۲، حمیدرضا سرفرازیان^۲، شهریار محمدی^۲

۱- هیات علمی موسسه آموزش عالی عمران و توسعه همدان

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات مکانی موسسه آموزش عالی عمران و توسعه همدان

چکیده :

آثار باستانی به دلیل عدم ثبات مصالح‌شان در زمان بعد از کاوش در بدترین شرایط قرار گرفته‌اند که نیاز به نظارت و حراست بیشتری دارند. عوامل زیادی اعم از طبیعی و انسانی آثار باستانی و ابنیه تاریخی را تهدید می‌کنند که شناسایی و تجزیه و تحلیل این عوامل و ارائه نتایج در قالب نقشه مخاطرات می‌تواند به کاوشگران برای مدیریت بهینه حفظ آثار تاریخی کمک نماید. در این پژوهش منطقه مورد مطالعه تپه هگمتانه همدان می‌باشد که با توجه به قدمت تاریخی و اهمیت آن انتخاب شده است. در این تحقیق به منظور نظارت سیستماتیک برای حراست و مدیریت آثار باستانی و سایت‌های میراث فرهنگی، تمامی عوامل تهدیدکننده برای منطقه مورد مطالعه شامل ۱۱ عامل طبیعی و ۶ عامل انسانی تعیین و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و طبق نظر کارشناسان خبره، میزان تاثیر این عوامل وزن‌دهی شده‌اند. در این راستا برای تهیه اطلاعات مورد نیاز از نقشه‌های موجود، تصاویر ماهواره‌ای و عملیات زمینی استفاده و پایگاه داده مکانی در محیط نرم‌افزار سیستم اطلاعات مکانی طراحی و ایجاد شده است. در مرحله بعد نقشه‌های خطر پذیری آثار تاریخی برای هر عامل موثر تهیه و تولید و با همپوشانی وزن‌دار نقشه پتانسیل خطرپذیری برای منطقه مورد مطالعه تهیه شده است. این نقشه منطقه مورد مطالعه را در سه سطح خطرپذیری بالا، متوسط و پایین نشان می‌دهد. همچنین در این تحقیق با مدلسازی و برنامه‌نویسی یک مدل اتوماتیک طراحی و ایجاد گردیده است که از انعطاف‌پذیری بالایی برای تعریف، حذف و اصلاح پارامترهای ورودی برخوردار بوده که براحتی کاربر نیاز خود را در این خصوص مرتفع سازد.

واژه‌های کلیدی : سیستم اطلاعات مکانی، آثار باستانی، فرایند سلسله مراتبی تحلیلی



۱- مقدمه

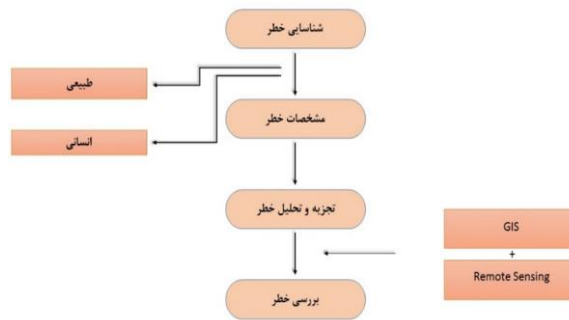
تهدید آثار باستانی توسط عوامل خطر ساز در دوره‌های بلند مدت و کوتاه مدت از جمله مواردی است که نیازمند توجه در راستای نظارت و حفاظت اماکن میراث فرهنگی می‌باشد. هر ساله صدمات جدی به دلیل عدم نظارت با کیفیت مناسب به ابنیه تاریخی وارد می‌گردد که در مواردی به اصالت تاریخی اثر لطمه وارد می‌نماید. در این راستا پژوهشگران با به تصویر کشیدن ماهیت این عوامل تهدیدکننده که در دو گروه طبیعی و انسانی قرار دارند سعی در کاهش آسیب‌های وارده را دارند. که نتیجه آن میزان خطر کلی و ریسک تحمیل شده به ابنیه تاریخی است که با استفاده از روش فرایند سلسله مراتبی تحلیلی در تلفیق با پردازش‌های سیستم اطلاعات مکانی برآورد، خواهد شد. در نتیجه مدیریت حراست از آثار باستانی نیازمند ابزارها و روش‌های سیستماتیک و نوین برای شناخت ماهیت عوامل و راه‌های جلوگیری از روند تخریب ابنیه تاریخی می‌باشد. در این مطالعه سعی شده است داده‌های مکانی را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، عملیات زمینی و فتوگرامتری استخراج نموده و عوامل موثر بر تخریب آثار باستانی را شناسایی و مدلسازی نمود.

۲- منطقه مورد مطالعه

تپه باستانی هگمتانه به صورت بیضی شکل با مساحت ۳۱ هکتار در محدوده شهر همدان و در ۳۴۰ کیلومتری غرب تهران با مختصات (۴۸.۵۱۷۳ شمالی و ۳۲.۸۰۴۶۲۹ شرقی) و در ارتفاع ۱۸۷۰ متر از سطح آب‌های آزاد واقع است. [۱] این محوطه شامل سه ترانسه (قسمت‌هایی از شهر باستانی) مربوط به دوره اشکانیان و یک برج و بارو مربوط به مادها و دو کلیسا و مدرسه آرامنه مربوط به دوران صفوی می‌باشد. همچنین چندین بنای تاریخی متراکم دیگر در این محدوده وجود دارد که طی کاوش‌های مختلف در محوطه مکشوف شدند. پیکربندی منطقه همدان به صورت نیمه خشک تقریباً یکپارچه است و در کوهپایه الوند قرار دارد.

۳- روش‌ها و منابع

در این تحقیق نقشه خطرپذیری مجموعه تاریخی تپه هگمتانه با توجه به تغییرات ناشی از خطرهای انسانی و طبیعی با روش تصمیم‌گیری چندمعیاره تحلیل سلسله مراتبی و مدلسازی در محیط سیستم اطلاعات مکانی تهیه شده است و از روش سلسله مراتبی تحلیلی برای اولویت بندی خطرات استفاده شده است. روش فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی توسط ساعتی در سال ۱۹۷۷ پایه گذاری شد. [۳] مدل تحلیل فرآیند سلسله مراتبی یک روش تصمیم‌گیری است که توسط آن می‌توان تصمیم‌هایی را که وابسته به معیارهای مختلف و یا تصمیمات چند معیاره است، اتخاذ نمود. [۴] توسط تصاویر ماهواره‌ای برخی از لایه‌های نقشه‌های مورد نیاز خطرات موجود تعریف شده است. محققان از رشته‌های مختلف، مانند تاریخ، جغرافیا، زمین شناسی، و تغییرات جهانی، علاقه زیادی در تحقیقات خطر طبیعی تاریخی از خود نشان می‌دهند. علاوه بر این عموم مردم نیز علاقه‌مند به درک تاریخ طبیعی منطقه‌ای و جهانی هستند. [۵] سنجش از دور باستان‌شناسی، سعی در شناسایی آثار و الگوهای به جای مانده از فعالیت‌های انسان بر روی زمین دارد. انواع سنجنده‌های چند طیفی قادر به شناسایی آثار و بقایای باستانی هستند. اکتشافات باستان‌شناسی و آثار چاپ شده اریک اشمیت، اولین پروژه تکنیکی در این زمینه بوده است. [۶] برای ارزیابی هر خطر و میزان تاثیر آن و همچنین طبقه‌بندی آثار باستانی مورد مطالعه براساس آسیب‌پذیری چهار مرحله کلی مطابق شکل (۱) ارائه شده است. [۲]



شکل ۱: مراحل کلی روند بررسی خطرپذیری آثار تاریخی و باستانی

۳-۱- شناسایی خطر

در مرحله شناسایی خطر، تمامی مخاطرات موجود موثر در آسیب‌رسانی به حریم هگمتانه شناسایی شده و در دو گروه انسانی و طبیعی قرار داده شده است.

۳-۲- مشخصات خطر

در رابطه با تمام خطرات از نظرات کارشناسان خبره استفاده شده و از تاریخچه خطر در حریم تپه هگمتانه اطلاعاتی جمع‌آوری شده و سابقه خطر مورد بررسی قرار داده شده است. سعی شده از ارگان‌های مربوطه مانند هواشناسی و سازمان حفاظت از محیط زیست و سازمان میراث فرهنگی و گردشگری استان همدان و مشاهدات میدانی داده‌های خام را به دست آورده است و برای رسیدن به میزان خطر کلی در حریم هگمتانه مورد تجزیه و تحلیل قرار شده است.

۳-۳- تجزیه و تحلیل خطر

پس از شناسایی و ثبت مشخصات خطرات با استفاده از فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی عوامل موثر در مخاطرات اولویت‌بندی و وزن‌دهی شده‌اند. روش فرآیند سلسله مراتبی به صورت وسیعی در کاربردهای سنجش از دور استفاده می‌شود. [۷] فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با شناسایی و اولویت‌بندی عناصر تصمیم‌گیری شروع می‌شود. این عناصر شامل: هدف‌ها، معیارها یا مشخصه‌ها و گزینه‌های احتمالی می‌باشد که در اولویت‌بندی به کار گرفته می‌شوند. فرآیند شناسایی عناصر و ارتباط بین آنها که منجر به ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی می‌شود را ساختن سلسله مراتب می‌نامند. [۸] روش فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی از این نظر مفید است که زمینه‌ای را برای تحلیل و تبدیل مسائل مشکل و پیچیده به سلسله مراتبی منطقی و ساده‌تر فراهم می‌آورد که در چارچوب آن برنامه‌ریز بتواند ارزیابی گزینه‌ها را با کمک معیارها و زیرمعیارها به راحتی انجام دهد. [۹] پس از به دست آوردن ارزش هر خطر با تلفیق لایه‌های مخاطرات، به میزان خطر کلی و منطقه پرخطر در محوطه هگمتانه می‌توان دست یافت. در روش فرآیند سلسله مراتبی وزن‌نمایی برای هر عاملی که با استفاده از بردارهای ویژه ماتریس متقابل مربعی محاسبه می‌گردد، برای مقایسه بین عوامل مختلف تعریف می‌شود، حائز اهمیت است. هنگامی که ماتریس متقابل بدست آمد، خلاصه‌سازی تنظیمات به صورتی که به هر عامل یک اهمیت نسبی مناسب اختصاص داده شود، نیاز است. براساس ساتی (۱۹۸۰) یک مقدار مشخص به تمام جفت‌های مختلف روی یک مقیاس از ۱ تا ۹، ۱ با عنوان اصلا مهم نیست و ۹ با عنوان بسیار مهم اختصاص داده می‌شود. در نهایت، مقدار کل وزن مجموع تمام ردیف‌ها برآورد گردید و تقسیم نهایی این مقدار با مجموع هر عاملی، وزن نرمال شده نهایی هر عامل منحصر به فرد را ارائه می‌دهد. [۳]



۳-۴- بررسی خطر

عوامل مخاطرات در نظر گرفته شده در این تحقیق شامل آتش سوزی، ساخت و ساز در داخل محوطه، استعداد منطقه جهت وقوع سیل، مناطق دارای فرسایش، پوشش گیاهی، حفاری‌های غیر مجاز، شبکه راه‌ها، حرکت ماشین‌آلات سنگین در داخل محوطه، مسیر حرکت گردشگران می‌باشد. برای تهیه داده‌های مربوطه از نقشه‌های موجود و تصاویر ماهواره‌ای و تصاویر هوایی استفاده شده است و برای بررسی رشد و توسعه شهری از عکس‌های هوایی بین سال‌های ۱۳۴۱ تا ۱۳۸۱ استفاده شده است. از نقشه‌های گسل‌های کشور برای نمایش میزان تاثیر زلزله از گسل‌های دارای زمین لغزش استفاده شده است. برای خطرات باران اسیدی و میزان آلاینده‌ها و میزان بارش باران، اختلاف دما از داده‌های به ترتیب سازمان حفاظت از محیط زیست و ایستگاه هواشناسی و آنالیزهای مربوطه استفاده شده است. برای بررسی شک‌های وارده پس از کاوش و حملات سولفاتی و کلرایده از گزارشات کاوشگران موجود در مرکز اسناد و کتابخانه میراث فرهنگی استفاده شد. همچنین برای تاثیر عوامل بیولوژیکی موجود و میکروارگانیزم در محوطه به دلیل عدم وجود آزمایشات مناسب از نظرات کارشناسان آسیب‌شناسی و مرمتگر سازمان میراث فرهنگی استفاده شده است.

۴- مخاطرات موجود

در این تحقیق مخاطرات موجود بطور کلی به دو دسته طبیعی و انسانی طبقه‌بندی و بررسی شده است.

۴-۱- خطرات طبیعی

خطرات طبیعی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته‌اند، شامل موارد زیر می‌باشند.

۴-۱-۱- آتش سوزی

آتش سوزی سبب آسیب شدید مستقیم و غیر مستقیم به اموال و ابنیه تاریخی می‌شود. اصلی‌ترین آسیب‌های ناشی از آتش سوزی عبارت‌اند از:

۱. آسیب به ساختمان‌ها و محتویات آنها با تخریب بخشی از ساختمان فیزیکی ناشی از سوزاندن

۲. آسیب ناشی از دود، حرارت، احتراق پس از اتمام آتش‌سوزی به محصولات داخلی و خارجی [۱۱]

با توجه به اشیا باستانی در داخل موزه هگمتانه و ابنیه تاریخی و سایت‌های باستان‌شناسی موجود در حریم هگمتانه، در صورت بروز آتش‌سوزی در مجموعه ضررهای مالی زیادی را در پی خواهد داشت. مدرسه نور در سال ۱۹۴۱ میلادی طی یک آتش سوزی ناشی از شعله بخاری به طور کامل سوخت و با خاکستر یکسان شد، اما در همان سال با کمک خیرین و توسط مهندس نشان لئونیان طراحی و تجدید بنا گردید. [۱۲]

۴-۱-۲- زمین لرزه

طبق اطلاعات ثبت شده در پایگاه داده‌های علوم زمین شناسی کشور، قدیمی‌ترین زمین لرزه دستگاهی رویداده در استان همدان در تاریخ ۱۹۲۴/۱۱/۸ ساعت ۰۹:۰۵:۰۰ ثبت شده است. طول و عرض جغرافیایی مرکز آن، به ترتیب ۳۵/۵ و ۴۸/۰ می‌باشد. بزرگای آن در مقیاس امواج سطحی ۵/۵ می‌باشد و منبع ثبت‌کننده آن مرکز لرزه نگاری مولکربین فرانسه است آخرین زمین لرزه دستگاهی رویداده در استان همدان در تاریخ ۲۰۰۳/۲/۱۳ در ساعت ۱۷:۱۴:۵۲ ثبت شده است. طول و عرض جغرافیایی مرکز آن، به ترتیب ۳۴/۰۸۸ و ۴۸/۳۵۴ می‌باشد و بزرگای آن در مقیاس امواج درونی ۳/۶ می‌باشد و منبع ثبت‌کننده آن مرکز لرزه نگاری کاستاریکا است. بزرگترین زمین لرزه دستگاهی رویداده در استان همدان در تاریخ ۱۹۵۸/۸/۱۶ در ساعت ۱۹:۱۳:۰۰ ثبت شده است. طول و عرض



جغرافیایی مرکز آن، به ترتیب ۳/۳ و ۴۸/۱۷۰ می‌باشد. بزرگای آن در مقیاس امواج سطحی ۶/۶، امواج درونی ۶/۲ می‌باشد و منبع ثبت کننده آن مرکز لرزه نگاری آمبولونگ-فیلیپین است. زمین لرزه به عنوان یکی از عوامل اصلی در تخریب آثار تاریخی و باستانی می‌باشد.

۴-۱-۳- سیل

سیل، یکی از پدیده‌های پیچیده و مخرب طبیعی است که هر ساله خسارات فراوانی را به دنبال دارد. به منظور برنامه-ریزی جهت بهره‌برداری بهینه و کنترل پدیده سیل که از مسائل دنیا و از جمله کشور ما می‌باشد، مطالعات و تحقیقات زیادی مورد نیاز است. دو پارامتر عمق و سرعت سیل تعیین کننده میزان خطری است که سیل در هر نقطه دارد. [۱۳] از این سو نقشه مناطق با استعداد سیل زدگی با توجه به توپوگرافی منطقه و دینامیک آب در محوطه هگمتانه تهیه شده است تا نقاط با خطر سیل زدگی در مجموعه تپه هگمتانه مشخص شود.

۴-۱-۴- بارش باران

باران‌های شدید می‌توانند به خود سایت‌ها و مصالح مرمت آنها آسیب برسانند، به طوریکه با نفوذ آب در داخل بافت مصالح باعث افزایش وزن آنها می‌شوند و موجب سقوط و کنده شدن بخشی از آنها می‌شود که به باعث سست شدن خاک اطراف موجب افتادگی و حتی ریزش می‌گردد.

۴-۱-۵- رطوبت

رابطه مستقیم با میزان بارندگی و ساعات آفتابی دارد، با افزایش رطوبت در ابنیه تاریخی، رشد ریشه گیاهان هرز و استعداد ابنیه برای کنده شدن قسمتی از دیواره آن افزایش می‌یابد و همچنین با کاهش رطوبت احتمال ترک برداشتن ابنیه تاریخی افزایش می‌یابد.

۴-۱-۶- اختلاف دما

اختلاف دما در شب و روز موجب انبساط و انقباض خشت‌های موجود در سایت‌ها در مقیاس زمانی کوتاه می‌شود که در صورت اختلاف فاحش باعث ترک برداشتن خشت‌ها و دیواره‌ها و همچنین اشیاء موجود می‌شود، همچنین اختلاف دما در طول فصول سال نیز باعث به ثبات رسیدن آثار در شرایط هوایی در یک فصل می‌شود که با تغییر فصل و افزایش یا کاهش دما ممکن است به آثار باستانی صدمه وارد شود. در این خصوص از ایستگاه هواشناسی داده‌های اختلاف دما نیز گرفته شده است. کنواسیون میراث جهانی یونسکو ۱۹۷۲ ابزار اصلی برای شناسایی و حفاظت از میراث طبیعی گذشته و تشویق همکاری‌های بین‌المللی برای حفاظت از آنها است. تغییر آب و هوا در حاضر به عنوان یکی از جدی‌ترین تهدیدات موثر بر میراث فرهنگی است. [۱۴]

۴-۱-۷- فرسایش

در رابطه با فرسایش سه نوع فرسایش بادی، تسریعی و آبی مطرح است که فرسایش بادی بیشترین تاثیر در میان عوامل فرسایش را دارد. فرسایش خاکی جابجایی ذرات خاک از جایی به جای دیگر توسط هر عاملی را گویند. پس از یک دوره مشاهدات میدانی و نقشه‌های خاکشناسی، نقشه فرسایش تهیه گردیده است.

۴-۱-۸- باران اسیدی

اسیده‌های عمده در باران اسیدی، اسید سولفوریک و اسید نیتریک می‌باشند. هرگاه PH آب باران کمتر از ۵ باشد، باران اسیدی تلقی می‌شود. در این راستا از سازمان محیط زیست آلاینده‌های مربوط به ۵ سال گذشته دریافت شده و پس از تجزیه و تحلیل آنها نقشه خطرات باران‌های اسیدی تهیه شده است.



۴-۱-۹- رویش گیاهان

از یک طرف رشد خزها و گیاهان هرز در داخل ترانشه‌ها و تاسیسات باعث می‌شود تا ریشه گیاه در داخل ابنیه در پی آب باشد و به تدریج باعث ترک خوردن اثر تاریخی شود. از طرفی دیگر، درختان از فرسایش خاک به شدت جلوگیری می‌کنند، این دو مفهوم در مقابل یکدیگر قرار دارند. خسارات وارده به ابنیه تاریخی ناشی از رشد ریشه گیاهان به صورت مکرر در شهرستان رم گزارش شده است. مشکلات سازگاری بین درختان و ساختار زیرزمینی در مورد ابنیه تاریخی ممکن است به گونه‌ای پیچیده شود. [۱۵]

۴-۱-۱۰- شک‌های وارده به ابنیه تاریخی پس از کاوش

آثار باستانی مدفون در شرایط شیمیایی زیر خاک به مرحله ثبات می‌رسند، در هنگام کاوش و پس از سر در آوردن از زیر خاک، در این شرایط آب و هوایی جدید از حالت ثبات به تزلزل می‌رسند که در مواردی باعث آسیب‌های فیزیکی به سایت‌های باستان‌شناسی می‌شود.

۴-۱-۱۱- حملات سولفاتی و کلرایده

در واقع سایت‌های آثار باستانی در بحث میزان دوام و عوامل موثر بر آن، تحت حملات شیمیایی قرار دارند که در این میان حضور حملات سولفاتی و کلرایده دارای بیشترین تاثیر می‌باشند، در این راستا با توجه به کمبود امکانات آزمایشگاهی در رابطه با میزان تاثیر این حملات از نظر کارشناسان خبره مهندس عمران و مرمتگر در بخش فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی استفاده شد.

۴-۲- خطرات انسانی

خطرات انسانی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته‌اند، شامل موارد زیر می‌باشند.

۴-۲-۱- رشد تراکم شهری

فرآیندهای شهرنشینی به عنوان یک نتیجه از طرح رشد جمعیت، مهاجرت و زیرساخت‌های شهری، تاثیر مستقیم بروی سایت‌های میراث فرهنگی دارند. در این راستا از مقایسه تصاویر ماهواره‌ای و هوایی در سال ۱۹۶۰ و ۲۰۱۴ استفاده شده است.

۴-۲-۲- شبکه راه‌ها

نزدیکی اماکن میراث فرهنگی به شبکه راه‌های محلی یکی دیگر از خطرهای انسانی موثر در تخریب آثار تاریخی می‌باشد. آلودگی هوا در نزدیک بزرگراه‌ها یا مراکز شهرها اغلب بیش از حد مجاز است و بنابراین می‌تواند به آرامی اماکن آثار باستانی را تخریب کند. [۱۵]

۴-۲-۳- ساخت و ساز در داخل محوطه

ساخت موزه، ساختمان اداری و همچنین پوشش بر روی کارگاه مرکزی باعث وارد شدن آسیب‌های زیباشناختی و همچنین آسیب به اصالت تاریخی ابنیه تاریخی گشته و محوطه هگمتانه را از شرایط تاریخی و باستانی خارج سازد.

۴-۲-۴- گردشگری

مسیر حرکت گردشگران، زباله‌های گردشگران همچنین اصطکاک خاک و خشت‌ها در اثر حرکت پیاپی گردشگران در اطراف سایت‌های میراث فرهنگی از جمله پیامدهای خطر گردشگری برای میراث فرهنگی می‌باشد.



۴-۲-۵- حفاری‌های غیرمجاز

میراث فرهنگی از لحاظ ذاتی، اقتصادی، سازگاری با محیط زیست با ارزش و درعین حال تحت فشار از سوی طیف وسیعی از فرآیندها و اثرات می‌باشد. تهدید آن توسط جامعه جهانی، دولت‌های ملی و مردم محلی به طور یکسان اذعان شده است. [۱۶] غارتگران درصدد کشف آثار باستانی به حفاری در محوطه‌های باستانی می‌پردازند. در این راستا علاوه بر سرقت اشیاء باستانی به دلیل تعجیل در امر حفاری و بی‌توجهی به ابنیه تاریخی اکثرا به آثار باستانی و سایت‌های میراث فرهنگی آسیب جدی وارد می‌کنند.

۴-۲-۶- حرکت ماشین آلات سنگین در داخل محوطه

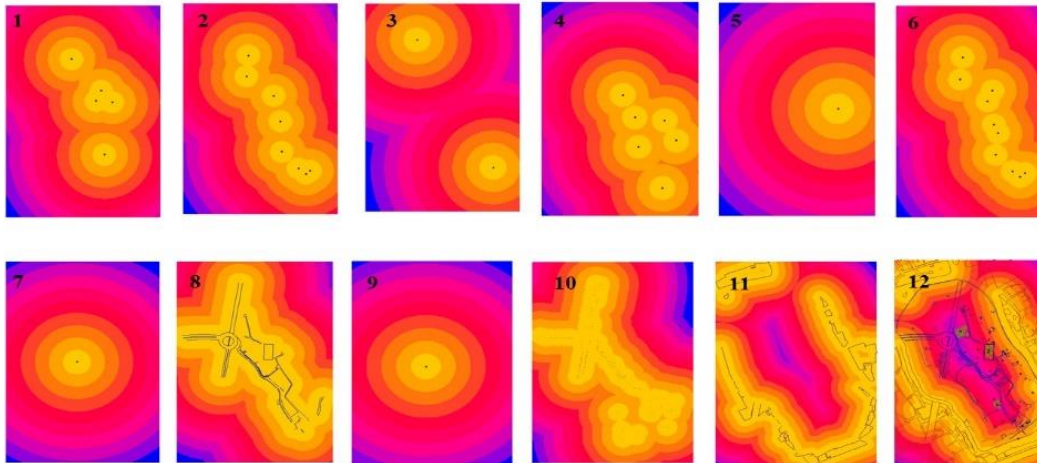
حرکت ماشین آلات سنگین در راه‌های آسفالت، باعث اصطکاک و ترک برداشتن آن می‌شود و در راه‌های غیر آسفالته باعث افزایش تاثیر فرسایش می‌شود. در دراز مدت این فرسایش موجب تغییر بافت رویی خاک منطقه می‌شود، همچنین غبار حاصله می‌تواند بروی تاسیسات محوطه بنشیند که نیاز به تعمیرات را افزایش می‌دهد.

۵- ارزیابی خطر کلی

در این تحقیق ابتدا نقشه خطرپذیری برای هر عامل موثر در تخریب آثار تاریخی تپه هگمتانه تهیه شده است و این عوامل موثر توسط روش فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی با استفاده از نظرات کارشناسان خبره وزن‌دهی شدند، که نتایج آن در جدول شماره (۱) نشان داده شده است. در روش فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی، خطرات به صورت زوجی نسبت به هم مقایسه شدند. پس از شناسایی خطرات تمامی عوامل را در نرم افزار ArcGIS به عنوان لایه مکانی خطرات وارد نموده و برای هر کدام به نسبت بزرگی دامنه و شدت آن نقشه خطرپذیری شکل شماره ۲ تهیه شده است و وزن بدست آمده با استفاده از روش ساخت مدل و کلاسه نمودن لایه‌ها در نرم افزار ArcGIS به لایه‌ها نسبت داده شده است. پس از وارد نمودن وزن هر عامل و تلفیق لایه‌ها پرخطرترین منطقه مشخص می‌شود که بر اساس آن می‌توان در پیش بینی‌های آینده و بودجه‌بندی برای مطالعات و سهم تعمیرات از آن استفاده نمود.

جدول ۱: میانگین نمرات کارشناسان باستان‌شناس، مرمتگر و آسیب‌شناس به خطرات در فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی

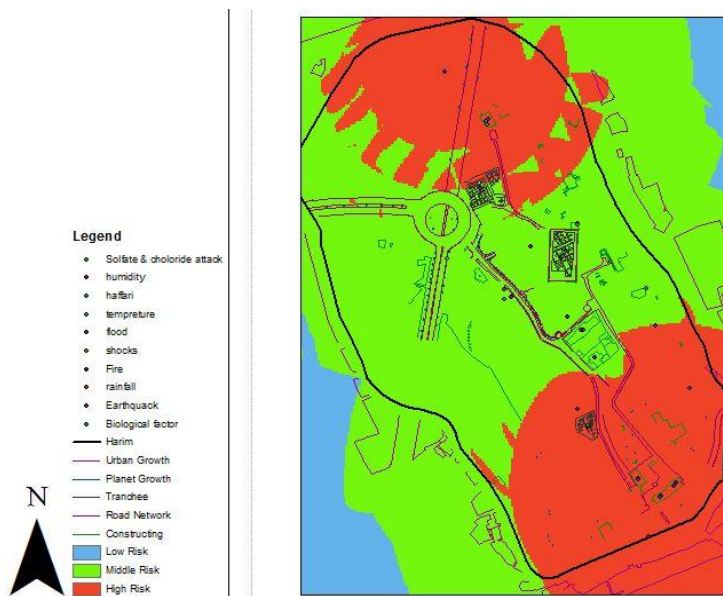
	Fire	earthquake	microrgan	Erosion	rainfall	temperature	Humidity	wind	shock	plant growt	urban grow	Road netw	cunstructin	unauthoriz	turism	sofate & C	Acid Rain	Moving hea	flood
Fire		6.0	7.0	6.0	7.0	7.0	7.0	8.0	6.0	6.0	7.0	6.0	7.0	6.0	8.0	8.0	6.0	7.0	4.0
earthquake			8.0	6.0	7.0	7.0	7.0	8.0	6.0	7.0	6.0	3.0	7.0	8.0	8.0	8.0	8.0	6.0	5.0
microrgan				(6.0)	(5.0)	(6.0)	(6.0)	2.0	(3.0)	(4.0)	(5.0)	(4.0)	(5.0)	(3.0)	2.0	(2.0)	(3.0)	(5.0)	(7.0)
Erosion					1.0	3.0	(5.0)	2.0	2.0	4.0	3.0	(5.0)	2.0	5.0	6.0	7.0	2.0	(2.0)	(4.0)
rainfall						2.0	2.0	7.0	6.0	5.0	6.0	(3.0)	6.0	7.0	7.0	7.0	4.0	1.0	(6.0)
temperature							(2.0)	6.0	2.0	4.0	5.0	(4.0)	5.0	4.0	7.0	7.0	2.0	(2.0)	(5.0)
Humidity								7.0	6.0	5.0	5.0	(8.0)	5.0	6.0	7.0	8.0	(4.0)	(3.0)	(5.0)
wind									(4.0)	(5.0)	(6.0)	(6.0)	(7.0)	(5.0)	1.0	1.0	(3.0)	(2.0)	(6.0)
shock										2.0	(2.0)	(4.0)	(3.0)	(2.0)	6.0	7.0	(3.0)	(2.0)	(4.0)
plant growt											(2.0)	(4.0)	(3.0)	(3.0)	5.0	7.0	3.0	2.0	(3.0)
urban grow												(3.0)	2.0	5.0	7.0	7.0	5.0	3.0	1.0
Road netw													1.0	3.0	6.0	3.0	4.0	3.0	(4.0)
cunstructin														6.0	7.0	7.0	6.0	5.0	2.0
unauthoriz															5.0	7.0	3.0	4.0	5.0
turism																2.0	1.0	(5.0)	(8.0)
sofate & C																	(4.0)	(5.0)	(8.0)
Acid Rain																		(3.0)	(7.0)
Moving hea																			(7.0)
flood																			



شکل ۲: (۱) بافر ارزش خطر حملات سولفاتی و کلرایده به نسبت فاصله از مرکز، تصویر (۲) بافر ارزش خطر عوامل بیولوژیکی و میکروارگانیسم به نسبت فاصله از مرکز، تصویر (۳) بافر ارزش خطر محل‌های آتش‌سوزی، تصویر (۴) بافر ارزش خطر نقاط با استعداد سیل‌زدگی، تصویر (۵) بافر ارزش خطر مناطق حفاری غیر مجاز شده، تصویر (۶) بافر ارزش خطر نقاط تحت تاثیر زلزله، تصویر (۷) بافر ارزش خطر بارش باران در منطقه، تصویر (۸) بافر ارزش خطر شبکه راه‌ها، تصویر (۹) بافر ارزش خطر تغییرات دما، تصویر (۱۰) بافر ارزش خطر پوشش گیاهی، تصویر (۱۱) بافر ارزش خطر رشد شهری، تصویر (۱۲) بافر ارزش خطر کلی در محوطه هگمتانه.

۶- نتیجه گیری

در راستای حفظ و حراست از ابنیه تاریخی حضور یک روش سیستماتیک باعث افزایش توان برنامه‌ریزی و توانایی در ارزیابی و مدل‌سازی نحوه عملکرد خطرات می‌شود، در اکثر آثار لیست شده در یونسکو این فرایند با بهره‌گیری از توانایی‌های ابزارهای سیستم اطلاعات مکانی بررسی می‌کنند، در این خصوص پژوهشگران با به تصویر کشیدن ماهیت خطرات و دامنه تاثیر آنها در جهت رسیدن به یک نقشه پهنه‌بندی کلی از میزان ریسک منطقه، سعی در نمایش مناطق خطر با گام‌های متوسط کم و زیاد دارند. در این تحقیق ابتدا عوامل طبیعی و انسانی موثر در تخریب آثار تاریخی شناسایی و پس از تهیه لایه‌های مکانی برای هر عامل و وزن‌دهی این عوامل با روش تحلیل سلسله مراتبی به کمک برنامه‌نویسی و مدل‌سازی در محیط سیستم اطلاعات مکانی نقشه پتانسیل خطرپذیری تپه هگمتانه هم‌مدان شکل شماره (۳) تهیه شده است. این نقشه در حل بسیاری از مشکلات مرمت و تعمیر ابنیه و نیز معطوف‌سازی اذهان باستان‌شناسان به درک درستی از مشی نظارت سیستماتیک در جهت بهینه‌سازی خطرات، تاثیر بسزایی دارد. سیستم طوری طراحی شده است که بتوان برای سایر امکان تاریخی نیز استفاده شود و یک روند سیستماتیک و ابزاری مناسب برای تهیه نقشه‌های پتانسیل خطرپذیری آثار تاریخی و باستانی طراحی و ایجاد شده است.



شکل ۳: نقشه نهایی از تفکیک منطقه به سه کلاس منطقه پر خطر، منطقه با خطر متوسط، منطقه کم خطر

۷- تشکر و قدردانی

از جناب آقای رنجبران مدیر محترم پایگاه هگمتانه و همچنین خانم میرزائی کارشناس باستان‌شناسی به خاطر کمک‌های شایان در انجام این تحقیق و همچنین اداره کل هواشناسی و اداره کل حفاظت از محیط زیست استان همدان برای در اختیار قرار دادن داده‌ها تشکر و قدردانی می‌شود.

مراجع

- [1] A review of the management and administrative activities in the Hegmataneh ancient area From the past to now , Ranjbaran , Safari .
- [2] Impact of urban sprawl to cultural heritage monuments: The case study of Paphos area in Cyprus
- [3] Saaty, T. L. (1980).The analytic hierarchy process.New York: McGraw Hill .Spreafico, M. C., Franci, F., Bitelli, G., Girelli, V. A., Landuzzi, A., Lucente, C. C., ... Borgatti, L
- [4] applied Combination of analysis hierarchy process (AHP) and Geographic Information System (GIS) to identify the priority areas of urban centers, (eg PACHENAR neighborhood of Mashhad), mohammad rahi rahnama , mohammad ajzae shokohi , mazaher ajodani,mosataf amirfakhrian , hossein agha jani , golamreza abbas zade
- [5] Semantic enhanced WebGIS approach to visualize Chinese historical natural hazards
- [6] Analysis of spatial patterns of ancient settlement Shushtar , Myanab using gis and remote sensing , Dr rohallah yousefi zoshk , saeid baghi zade
- [7] Oikonomidis, D., Dimogianni, S., Kazakis, N., & Voudouris, K. (2015).A GIS/remote sensing-based methodology for groundwater potentiality assessment in Tirnavos area, Greece.Journal of Hydrology, 525,197–208.
- [8] bowen wiliam m., AHP :multiple criteria evaluation , in klosterman R.et al (Eds) spreadsheet models for urban and regional analysis , new Brunswick : center for urban policy research , 1993
- [9] Application ((AHP)) in urban and regional planning, Dr Esfandiari zebardast , Fine Arts , Volume 10, 1380



- [10] managing disaster risk in emerging economies , edited by Alcira Kreimer, Margaret Arnold, page 72
- [11] From the "Alik" newspaper , No. ۲۴۴, ۱۴Persian date Azar ۱۳۹۲
- [12] Zoning risk of flooding by the energy equation and GIS, Poria javan , Mahmoud Mohammad Reza Poor Tabari , Mehdi Mirzaee ,1391
- [13] Climate Change and World Heritage : Report on predicting and managing the impacts of climate change on World Heritage and Strategy to assist States Parties to implement appropriate management responses
- [14] Tree roots and damages in the Jewish catacombs of Villa Torlonia (Roma)
- [15] Cultural heritage management and monitoring using remote sensing data and GIS: The case study of Paphos area, Cyprus,
- [16] Safeguarding cultural heritage: Law and policy in Fiji , Erika J. Techera