

## اقلیم، جغرافیا و مخاطرات طبیعی در سازه‌های باستانی مطالعه موردی مدرسه غیاثیه خرگرد و مقایسه آن با بنای سلطانیه

سیده فهیمه میرحسینی

دانشجوی دکتری، گروه باستان‌شناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

رضا شعبانی<sup>۱</sup>

استاد، گروه تاریخ و باستان‌شناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

محمدرضا سعیدی هرسینی

استادیار، گروه باستان‌شناسی، انتشارات سمت، تهران، ایران

هایده خمسه

استادیار، گروه باستان‌شناسی، واحد ابهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ابهر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۱۱

### چکیده

مدرسه غیاثیه خرگرد در شهرستان خواف، شامل یک صحن بوده که چهار ایوان و حجره‌هایی در دو طبقه آن را احاطه کرده است. این بنا تقریباً ۱۰۰ سال بعد از بنای سلطانیه و در سال‌های پایانی زندگی شاهرخ پسر تیمور (۸۵۰ هـ/۱۴۴۷ م) به اتمام رسید. بنای سلطانیه، بلندترین گنبد آجری جهان و بزرگ‌ترین بنای آرامگاهی دوران اسلامی در ایران است. هر دوی این سازه‌ها در مسیر جریان‌ات جوی حاصل شده از عوارض جغرافیایی منطقه‌ی خود قرار گرفته‌اند که به‌عنوان مناطق مهم بادخیز کشور به شمار می‌آیند. در پژوهش حاضر ما قصد داریم تا آسیب‌ها و فرسایش‌های ناشی از وزش بادهای مخرب و همچنین شرایط جغرافیایی و اقلیمی بر روی این دو سازه را شناسایی کرده و به ارائه یک راهکار مناسب در این زمینه پردازیم. روش تحقیق به‌کاررفته در این مقاله به‌صورت تحلیلی و توصیفی همراه با مطالعات آزمایشگاهی و کتابخانه‌ای بوده و همچنین روش و ابزار مورد استفاده در پژوهش؛ بررسی اسناد و مدارک مکتوب، مطالعات میدانی و آزمایشگاهی است. نتایج بررسی‌ها حاکی از آن است که انجام آزمایش‌های مربوط به تأثیرات دما، رطوبت و باد بر روی مصالح مدرسه غیاثیه و همچنین مقایسه این نتایج با اطلاعات کسب‌شده در ارتباط با سلطانیه، تأثیر اقلیم و جغرافیا را در فرسایش این دو بنا به خوبی نشان می‌دهد. موقعیت‌های مشترک مکانی تخریب در این دو بنا و عملکرد یکسان مصالح در هر یک از آن‌ها موضوع بحث اقلیم و جغرافیا را بر ایجاد این آسیب‌دیدگی‌ها و فرسودگی‌ها، بیش‌ازپیش تأیید می‌نماید.

**کلمات کلیدی:** اقلیم و جغرافیا، مدرسه غیاثیه خرگرد، گنبد سلطانیه، تخریب و آسیب‌دیدگی‌ها، عملکرد مصالح

## مقدمه

امروزه در برخی از سازه‌های باستانی نوعی آسیب‌دیدگی در نقاط خاصی از آنها ملاحظه می‌گردد که موجبات نگرانی هر بیننده‌ای را در ارتباط با ویرانی این آثار فراهم می‌نماید. بدون تردید ویرانی هر سازه باستانی به هر علتی که صورت پذیرد علاوه بر محو فلسفه حضور یک فرهنگ، اندیشه، تاریخ و تمدن، سرمایه‌های ملی را نیز تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. در بنای مدرسه غیاثیه خرگرد در منطقه خواف که به عنوان یک شاخص معماری ایرانی در نزدیکی مرز افغانستان به شمار می‌رود و بنای سلطانیه در ۳۹ کیلومتری جنوب شرقی شهر زنجان آسیب‌دیدگی‌های کاملاً مشابهی ملاحظه می‌گردد که در صورت شناخت علت و عوامل به وجود آورنده این آسیب‌دیدگی‌ها می‌توان شیوه‌ای برای پیشگیری و مرمت این بناها فراهم نمود؛ و می‌توان از این سبک فرسودگی‌ها که ممکن است در بلندمدت منجر به تخریب آنها شود، پیشگیری کرده و سالیان طولانی به عظمت و پویایی این بناها افتخار ورزید.

آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی سنگین و مشترکی در نقاط خاصی از بناهای باستانی فوق که تقریباً از لحاظ زمانی نزدیک به یکدیگر بوده‌اند و نیز در مناطقی که از لحاظ جغرافیا و آب‌وهوا تقریباً شرایط یکسانی را متحمل شده‌اند، دیده می‌شود. جایگاه و سبک این آسیب‌دیدگی‌ها در این بناها تقریباً نقش عوامل انسانی را در این زمینه از همان ابتدای امر محو می‌نماید؛ اما اینکه چه عامل محیطی مشترکی توانسته باشد این مدل تخریب با موقعیت‌های مشترک مکانی و عملکرد یکسان مصالح در هر یک از آنها را ظاهر نماید، مسئله‌ای است که در این پژوهش مطرح می‌گردد. مسئله‌ی اقلیم و جغرافیای مشترک در این بناها پژوهش مورد نظر را به خود معطوف داشته است. لذا این سؤال مطرح است که اقلیم و جغرافیا تا چه حد نقش تخریبی بر سازه‌های باستانی دارد. در صورت تأیید این مسئله چه راهکاری باید صورت پذیرد و پیش‌بینی شود تا این آسیب‌ها به حداقل برسد و بتوان در حفظ و احیای این بناها به خود بالید. روش تحقیق به‌کاررفته در این مقاله به‌صورت تحلیلی، توصیفی و مقایسه‌ای همراه با مطالعات آزمایشگاهی و کتابخانه‌ای بوده و همچنین روش و ابزار مورد استفاده در پژوهش؛ بررسی اسناد و مدارک مکتوب، مطالعات میدانی و آزمایشگاهی است. بدین منظور در بخش‌های نظری با استفاده از روش مطالعه‌ی کتابخانه‌ای، ضمن مراجعه به منابع و مآخذ موجود سعی شده است تا تمامی وجوه ممکن مسئله مورد توجه قرار گیرد و در بخش‌های میدانی و آزمایشگاهی با مراجعه به محل و بررسی مکان‌های آسیب دیده و برداشتن نمونه‌ها، به اعمال آزمایش‌های لازم برای دستیابی به نتیجه و پاسخ به سؤالات مبادرت گردید. عمده کار بررسی حاضر بر اساس یک روش آزمایشگاهی و با تکنیک تحلیلی - مقایسه‌ای و همچنین انجام توصیف و تحلیل نسبت به اهداف تحقیق است.

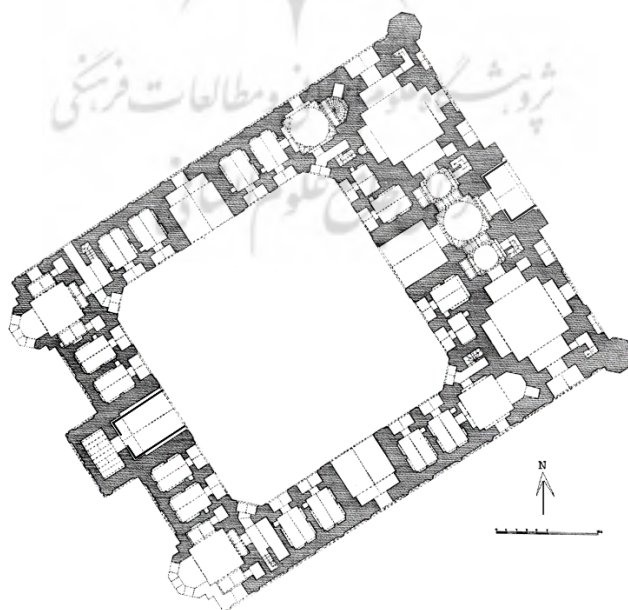
## مبانی نظری

تأکید بر نقش تخریبی باد بر مدرسه غیاثیه خرگرد و بنای سلطانیه در پژوهش حاضر موجب گردید، مبحث باد، اقلیم و فرسایش‌های ناشی از آن اساس طرح مورد نظر قرار گیرد. از این‌رو در پیشینه پژوهشی به معرفی آثاری می‌پردازیم که در این زمینه پژوهش و بررسی نموده‌اند. پژوهش‌های صورت گرفته در ایران راجع به باد و انرژی‌های حاصل از آن به کتاب‌ها و مقالاتی منحصر می‌شود که یا در توصیف اقلیمی و آب و هوایی نقاط مختلف هستند و یا به پدیده‌ها و سازه‌های مرتبط با باد از جمله آس بادها پرداخته‌اند. از جمله در کتاب جغرافیای مفصل ایران، کاظم بدیعی (۱۳۷۸) انواع بادها را توضیح داده و به آس بادهای منطقه خواف خراسان اشاره کرده است. در تاریخ سیستان (۱۳۸۳) نیز که در قرن پنجم هجری نوشته شده و نویسنده‌ی آن گمنام است به آس بادهای منطقه سیستان اشارت رفته است. تاکنون در مورد آس بادهای خواف چندین مقاله در نشریات مختلف نوشته شده است. از جمله پیش یار و همکارانش (۱۳۹۳) در مقاله‌ای تحت عنوان «آس باد الگویی از

معماری بومی در استفاده از انرژی باد در منطقه خواف»، به تشریح و توصیف منطقه خواف از نظر جغرافیایی و اقلیمی پرداخته و ظهور آس بادها را در ارتباط با جریانات باد در این منطقه معرفی می‌کنند. از دیگر کارها در این زمینه می‌توان به آس بادهای خواف از بقراط نادری (۱۳۵۶) در مجله هنر و مردم اشاره نمود. محمدرضا خسروی (۱۳۸۶) در کتاب خود تحت عنوان «جغرافیای تاریخی ولایت زاوه»- به توضیح چگونگی شرایط آب و هوایی منطقه پرداخته است. آقای محمدتقی زمانیان (۱۳۸۲) هم کتابی تحت عنوان باد در سواحل ایران نوشته که این پدیده را با عوارض آن به ما معرفی می‌کند. در سایر کشورها هم توجه زیادی به پدیده باد و انرژی‌ها و خسارت‌های حاصل از آن شده است از جمله هانس ای. رولف آلمانی (۱۳۷۲) در کتاب صنایع دستی کهن ایران شرح مفصلی در ارتباط با انرژی‌های حاصل از آب و باد و بخصوص آس بادها نوشته است و نیز برتین و اسمیت (۱۹۸۶) و سیمو (۱۹۷۸) و غربیان دیگری مانند دوان پورت (۱۹۶۷) در کتاب‌های خود راجع به باد و انرژی‌های باد مطالبی نگاشته‌اند.

#### یافته‌های پژوهش (نگرشی بر مدرسه گیائیه و بنای سلطانیه)

**مدرسه گیائیه خرگرد:** بنای مدرسه گیائیه خرگرد تقریباً ۱۰۰ سال بعد از بنای سلطانیه ساخته شده است. این بنا در سال‌های پایانی زندگی شاهرخ پسر تیمور (۸۵۰ هـ/ ۱۴۴۷ م) به اتمام رسید. بر روی کتیبه‌های پایه‌های طرفین ایوان ورودی، نام شاهرخ و نام مؤسس بنا (پیراحمد بن اسحاق بن مجدالدین محمد الخوافی) و تاریخ ۸۴۸ هـ. نشان داده شده است (O'Kane, 1976: 80). مدرسه گیائیه شامل یک صحن بوده که چهار ایوان و حجره‌هایی در دو طبقه، آن را احاطه کرده و در چهارگوشه صحن اتاق‌هایی با سقف گنبدی شکل قرار گرفته است. ورودی اصلی مدرسه از سمت شمال شرق بنا بوده و شامل یک هشتی است که از دو سمت راست و چپ (شمال و جنوب) به دو اتاق بزرگ با سقف گنبدی ختم می‌شود؛ در راستای آن ایوان جنوب غربی منتهی به بادگیر ملاحظه می‌گردد (تصویر ۱). نمای خارجی بنا دارای پوشش تزئینی تلفیق آجر و کاشی بر روی ملاط گچ است (لباف خانیکی، ۱۳۷۸: ۵۵).



تصویر ۱: پلان مدرسه گیائیه

(منبع: O'Kane: 1976)

این بنا در پنج کیلومتری شهرستان خواف در استان خراسان، کنار جاده مشهد به هرات واقع شده است؛ بنایی منفرد بوده که با هیچ سازه دیگری تماس ندارد (تصویر ۲).



تصویر ۲: تصویر هوایی از موقعیت مدرسه گیائیه خرگرد (منبع: <https://earth.google.com>)

این منطقه به تبعیت از نظام‌های جوی ایجاد شده در محل، خاستگاه گردبادها و گردوخاک‌های فراوان و همیشگی است. خواف از نظر طبیعی مشتمل بر دو بافت متفاوت کوهستانی و دشت است. در شمال خواف کوه‌های بزمايه و با خزر واقع شده و در جنوب، کوه‌های کيبر و خواجه شهناز و بادامی قرار گرفته است. در میانه این دو رشته‌کوه دشت پست و خشکی واقع شده است که به طول بیش از پانصد کیلومتر از شرق به دامنه‌های غربی رشته‌کوه هندوکش در افغانستان و در غرب به کویر نمک در جنوب غربی کاشمر منتهی می‌گردد. با گرم شدن هوای کویر نمک، هوای سرد از طرف کوه‌های هندوکش و بابا در افغانستان در گذرگاه دشت خواف با سرعت به سمت غرب (کویر نمک) جریان پیدا می‌کند (تصویر ۳) و در مسیر خود تأثیرات اجتماعی، اقلیمی و فرسایشی خاصی بر روی سطح زمین در این منطقه بر جای می‌گذارد (خسروی، ۱۳۸۶: ۷۰).



تصویر ۳: تصویر هوایی از منطقه خواف (منبع: <https://earth.google.com>)

بنای گیائیه در مسیر جریانات جوی حاصل شده از این عوارض جغرافیایی قرار گرفته است. به طوریکه تمام اجزای این بنا در ساختاری یکپارچه سال‌هاست در معرض ضربات شدید بادی قرار گرفته که توانسته سازه‌های شگفت‌انگیز علمی چون آس‌بادها را در پیرامون این منطقه به حرکت در آورد. شهر نشتیفان در ۱۸ کیلومتری جنوب خواف،



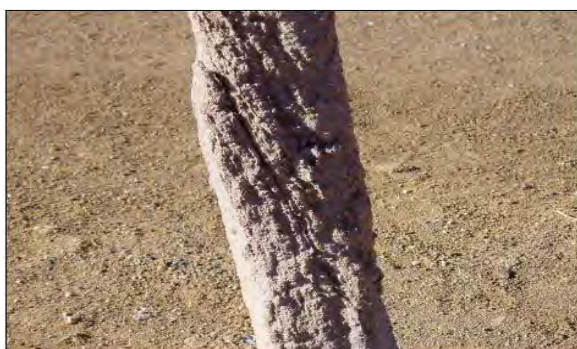
مجموعه‌ای از مشهورترین آس بادهای این منطقه را به خود اختصاص داده است که دارای ۴۰ آسیاب باد بوده؛ اما متأسفانه در حال حاضر تعداد زیادی از آنها از کار افتاده است (تصویر ۴). ظهور آسیاب‌های بادی در نشتیفان به سبب بادهای ۱۲۰ روزه سیستان است که ساکنین گذشته شهر نشتیفان با توجه به قدرت و شدت باد مذکور نیاز به ایجاد آسیاب‌های بادی را حس کردند و در پی ساخت آن از قرن‌ها پیش برآمده‌اند. عمده‌ترین دلیل روی آوردن به آسیاب‌های بادی در خواف در سرزمینی که در تمام طول سال بادهای شمالی در آن حاکمیت دارند و استقرار باد و همچنین نبود آب است. مجموعه آس بادهای نشتیفان شامل سه ردیف آس باد است که مشرف به خانه‌های مسکونی، مزارع و باغات در ضلع شمال شرقی شهر بر فراز تپه‌ای قد برافراشته‌اند (پیش یار و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۴) (تصویر ۵ و ۶). میزان فرسایش و تخریب ناشی از بادهای دائمی در منطقه را می‌توان به خوبی در آثار برجای مانده بر روی سنگ‌های افراشته قبرستانی که در مقابل آس بادهای نشتیفان قرار دارد، مشاهده نمود (تصویر ۷).



تصویر ۴: تصویر هوایی از منطقه نشتیفان و آس بادهای (منبع: <https://earth.google.com>)



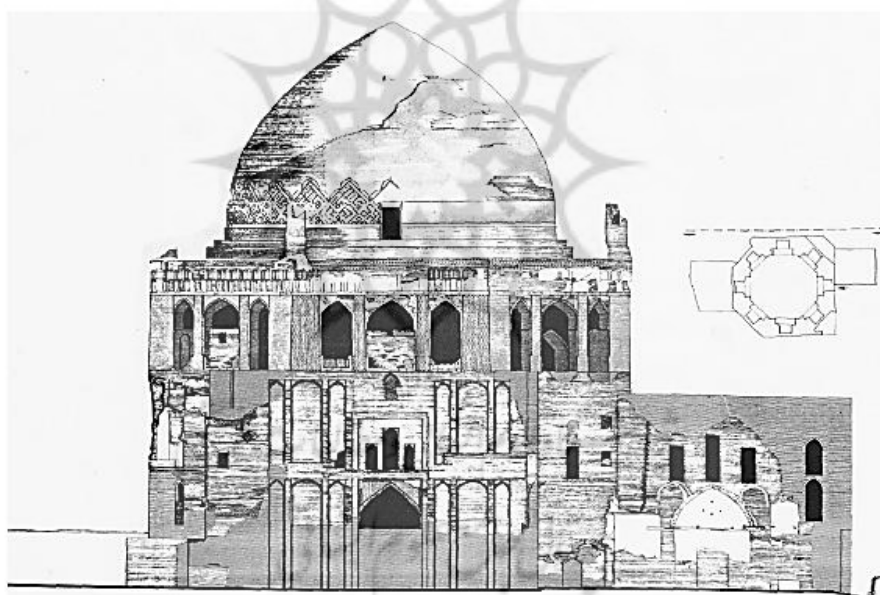
تصویر ۵ و ۶: آس بادهای نشتیفان (منبع: نگارنده گان ۱۳۹۸)



تصویر ۷: نحوه آسیب دیدگی‌های پهلوهای سنگ‌های افراشته قبرستان نشتیفان (مأخذ: نگارنده گان ۱۳۹۸).

## سلطانیه

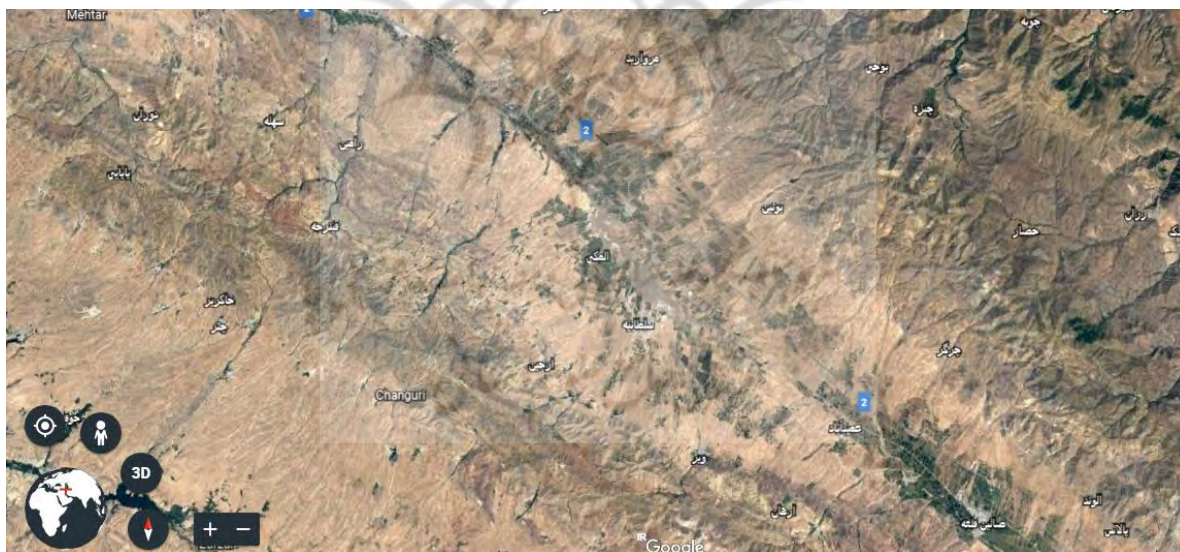
بنای سلطانیه بلندترین گنبد آجری جهان، به‌عنوان بزرگ‌ترین بنای آرامگاهی دوران اسلامی در ایران به شمار می‌رود و در ردیف بناهای تاریخی همچون مسجد ایصوفیه در ترکیه، کلیسای سانتاماریا دلفیوره و معبد پانتئون در ایتالیا می‌باشد. امروزه نیز این بنا باگذشت هفت‌صد سال اهمیت و عظمت خود را در میان آثار تاریخی جهان حفظ کرده است (جوادی، ۱۳۶۳). در سال ۱۳۰۶ میلادی ساخت شهر سلطانیه به‌عنوان پایتخت توسط اولجایتو حاکم ایلخانی آغاز شد و مجموعه‌ای از بناهای عمومی، دینی، تربیتی و اقتصادی و ... در شهر دایر گردید. مهم‌ترین آن‌ها مقبره اولجایتو (بنای سلطانیه) بود که در سال ۱۳۱۳ میلادی به پایان رسید (القاشانی، ۱۳۴۸). این بنا بر روی هشت جرز بزرگ به صورت هشت‌ضلعی قرارگرفته و پلان آن در طبقه هم کف و طبقه اول تقریباً مستطیلی شکل و در طبقه دوم و سوم هشت‌ضلعی است (ثبوتی، ۱۳۸۰: ۵۶). طبقه دوم بنا با ارتفاع تقریبی ۱۹ متر از طبقه هم کف شامل ایوان‌هایی است که بر روی ۸ ضلع خارجی بنا ایجادشده و مشرف به دشت پیرامون است (تصویر ۸) (مخلصی، ۱۳۶۴: ۴۲ - ۴۳).



تصویر ۸: پلان و نمای خارجی بنای سلطانیه (وضوح ایوان‌های طبقه دوم با دیوارهای افزوده) (منبع: مخلصی، ۱۳۶۴)

گنبد سلطانیه در قسمت جنوب غربی محدوده‌ای قرار دارد که این محدوده تقریباً در وسط شهر سلطانیه است و طبق آثار موجود احتمالاً به‌وسیله حصار و خندق حفظ می‌شده است (میرفتاح، ۱۳۸۰: ۱۵۰). این شهر با ارتفاع ۱۸۸۰ متری از سطح دریا در ۳۹ کیلومتری جنوب شرقی شهر زنجان (مرکز استان) قرارگرفته است. مرکز بخش سلطانیه در جلگه‌ای قرار دارد که زنجان رود از ۵ کیلومتری شمال آن می‌گذرد و کوه‌های «یان بلاق» و «آق داغ» در شمال و جنوب آن قرارگرفته‌اند (فرهنگ جغرافیایی آبادی‌های کشور جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۶۹: ۱۴). سلطانیه در فاصله ۷ کیلومتری شمال کوه‌های سلطانیه و ۱۲ کیلومتری جنوب کوه‌های طارم قرار دارد. ارتفاعات شمالی (کوه‌های طارم) از رشته‌کوه البرز در خط مستقیم و ارتفاعات جنوبی که به رشته‌کوه‌های سلطانیه معروف است از

شرق به غرب کشیده شده و از حدود صائین قلعه از کوه‌های شمال فاصله گرفته و در طول ۳۰ کیلومتر در محل شهر سلطانیه به حداکثر فاصله کوه‌ها که حدود ۱۷ کیلومتر است، رسیده است و ادامه این حرکت در نزدیکی روستاهای یوسف‌آباد و بناب فاصله حداقل کوه‌ها به ۳ کیلومتر رسیده است (همان: ۱۴۸-۱۵۰). قرار گرفتن کوه‌های اطراف و ارتفاع محل منطقه را در ردیف نواحی بادخیز قرار داده و تابع دو نوع باد معروف به «مه» و «شروه» است که در ماه‌های مرداد، شهریور، بهمن و اسفند شدت می‌یابد. باد مه از طرف شمال به جنوب در منطقه حرکت می‌کند و رطوبت دریای خزر را به این منطقه منتقل کرده و موجب سردی و کاهش درجه حرارت می‌شود. باد شروه از سمت جنوب غربی به شمال شرقی حرکت کرده و در مسیر حرکت خود رطوبت حاصله از تبخیر دریای مدیترانه را به منطقه سرازیر می‌کند (اداره کل هواشناسی استان تهران). با توجه به جغرافیای منطقه سلطانیه معلوم می‌گردد این منطقه به صورت دشتی وسیع در میان دو رشته‌کوه که به موازات یکدیگر و در امتداد شمال غربی به جنوب شرقی کشیده شده، قرار گرفته است. دشت مابین این ارتفاعات به صورت کانالی وسیع و طویل در همان راستای ارتفاعات که از طرف جنوب شرقی به فلات مرکزی و از طرف شمال غربی به ابتدای کوه‌های زاگرس منتهی می‌شود، منطقه‌ای خاص را شکل داده است (تصویر ۹). عواملی مانند پوشش گیاهی، فرسایش خاک و سنگ‌ها، عمر کوتاه بناها، نحوه فرسایش بنای سلطانیه و ... نشان می‌دهد که این منطقه به عنوان یکی از مناطق مهم بادخیز کشور به شمار می‌آید.



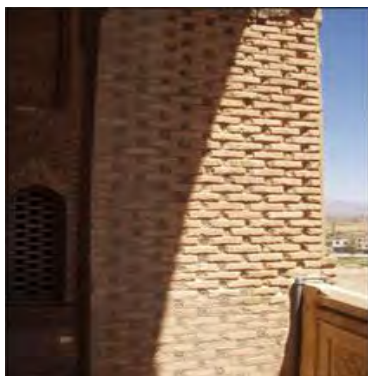
تصویر ۹: تصویر هوایی از منطقه سلطانیه (منبع: <https://earth.google.com>)

### بررسی و مقایسه آسیب‌های ناشی از فرسایش باد در دو بنای گیائیه و سلطانیه

با توجه به اقلیم، پلان، آسیب‌دیدگی‌های مشترک دیواره‌های ایوان شمال شرقی و ایوان جنوب غربی بنای گیائیه و نیز دیواره‌های جانبی ایوان‌های خارجی تودرتوی بنای سلطانیه (تصویر ۹) و پایداری هر دو بنا تا به امروز در این شرایط سخت جغرافیایی بادخیز، موضوع قوانین علم ایرودینامیک در پایداری بناها مطرح می‌گردد که امروزه جزء اصولی از معماری در پایداری بناها به شمار می‌آید. آسیب‌دیدگی مشابه وارد آمده به هر دو بنا با حفظ پایداری



آن‌ها، به‌کارگیری سازه‌های مهندسی‌شده‌ی مشترکی بر پایه‌ی علم آیرودینامیک را در هر دو بنا بیان می‌دارد که با حرکت جریان سیال (هوا) در سازه پایداری آن تضمین گردیده است.



تصویر ۹: سمت راست: بخشی از دیواره‌ی آسیب‌دیده‌ی ایوان جنوب غربی مدرسه غیاثیه - سمت چپ: بخشی از یکی از دیواره‌های ایوان‌های فوقانی بنای سلطانیه پلان طبقه همکف در مدرسه غیاثیه نشان می‌دهد که ورودی اصلی (ایوان شمال شرقی) و ایوان جنوب غربی در این بنا در یک راستا بوده و هم‌جهت با باد غالب منطقه می‌باشند. از داخل هر دوی این ایوان‌ها جریان هوا جابه‌جا می‌شود زیرا دو طرف هر ایوان به هوای آزادراه دارد، به طوری که ورودی اصلی بنا از یک‌طرف به بیرون از بنا و از طرف دیگر به صحن بنا و ایوان جنوب غربی از یک‌طرف به صحن بنا و از طرف دیگر (انتهای ایوان) به اتاقی راه دارد که بادگیر است، سقف این اتاق سه دریچه‌ی شیب‌دار داشته و راهی برای ورود جریان باد به بادگیر به شمار می‌آید. سطح داخلی دریچه‌ها با شیبی تند به سمت پایین متمایل بوده تا قدرت وزش باد را مضاعف گردانند. برقراری جریان هوا در هر دو ایوان موجب شده جریان‌ات‌ هوایی موضعی جدیدی (جریان پیچشی و گردابه‌ای) در ایوان‌ها به وجود آیند، به دلیل یکسان بودن نسبی شرایط برای هر یک از ایوان‌ها، رفتار فرسایشی مشابهی روی دیواره‌های این ایوان‌ها ظاهر شده است. به طوری که در هر دو ایوان (ایوان شمال شرقی از نمای بیرونی و ایوان جنوب غربی)، دیواره‌های شمالی به‌طور کامل و در قسمت پایین دیواره‌های جنوبی، آسیب‌دیدگی (فرسایش) شدیدی مشاهده می‌گردد (تصویر ۱۰).



تصویر ۱۰- سمت راست: آسیب‌دیدگی دیواره‌ی شمالی ایوان جنوب غربی مدرسه غیاثیه، سمت چپ: آسیب‌دیدگی ایوان شمال شرقی (ورودی اصلی) مدرسه غیاثیه (منبع: نگارنده گان، ۱۳۹۸).



فضای زیر گنبد بنای سلطانیه در سه طبقه با اجرا مهندسی دقیق با اتکا به آجر، حجم‌های زیادی را در خود تعبیه کرده است. طبقه دوم این بنا با ارتفاع تقریبی ۱۹ متر از طبقه همکف شامل ایوان‌هایی است که بر روی هشت ضلعی خارجی بنا ایجاد گردیده و مشرف بر دشت پیرامون است (مخلصی، ۱۳۶۴: ۴۲-۴۳). این ایوان‌ها به وسیله درگاه‌هایی که در زوایای هشت‌وجهی قرار دارند با هم در ارتباط هستند (پیرنیا، ۱۳۸۳: ۳۷۵). در جلوی هر ضلع از این ایوان‌ها دو ستون با سطح مقطع مربعی شکل تقریباً به ابعاد ۱/۱۰ در ۱/۱۰ متر به وسیله سه طاق به دور جرز مجاور متصل شده‌اند. طاق میانی از دو طاق طرفین بزرگ‌تر و هر سه طاق دارای قوس جناغی شکل می‌باشند. به این ترتیب صورت خارجی طبقه دوم بنای سلطانیه با حضور دو ستون و سه طاق جناغی که در مجموع یک ترکیب سه دهانه را تجسم داده، نماسازی شده است. با آسیب‌دیدگی‌هایی که منحصراً بر روی مصالح بدنه‌های جانبی ستون‌ها و دیواره‌های طرفین هر ایوان، مشابه موارد ذکر شده در بنای غیاثیه مشاهده می‌گردد، نقش حرکت هوا در این راهروها نیز مورد نظر قرار می‌گیرد که در پی آن، این طبقه علاوه بر زیباسازی و دگرگون جلوه دادن بنا، از نظر آیرودینامیکی (دینامیک سیالات) نقش مهار نیروهای ناشی از باد به بدنه بنا را نیز مطرح می‌نماید (تصویر ۱۱).



تصویر ۱۱- گستره آسیب‌دیدگی یکی از دیواره‌های طبقه دوم بنای سلطانیه

(منبع: نگارنده گان، ۱۳۹۸)

رفتار فرسایشی مشابه بر روی مصالح هر دو بنا در مقابل جریان‌های هوایی، عملکرد مشابه نیروهای حاصل از باد را معرفی می‌نماید. باد می‌تواند جهت ریزش باران را در منطقه تحت‌الشعاع قرار دهد. با افزایش سرعت باد، انرژی جنبشی قطرات باران افزایش یافته و به موازات جهت باد می‌تواند ضرباتی شدید و تخریبی به بنا وارد نماید. سبک آسیب‌دیدگی‌های مشاهده شده در تصویر ۱۲ خود مؤید نقش تخریبی، فرسایش حاصل از برخورد ذرات باران توأم با باد بر روی مصالح است.



تصویر ۱۲- سمت راست: فرسایش یکی از دیواره‌های ایوان خارجی طبقه فوقانی بنای سلطانیه - سمت چپ: فرسایش دیواره شمالی ایوان جنوب غربی مدرسه غیاثیه (منبع: نگارنده‌گان، ۱۳۹۸).

بیشترین مصالح به کار گرفته شده در هر دو بنا، آجر، ملاط با تزئینات کاشی و آجر بر روی ملاط گچ است. گچ و ملاط بیش‌ترین آسیب و به ترتیب آجر و کاشی کمترین آسیب را متحمل شده‌اند؛ اما تزئینات کاشی‌کاری آسیب‌دیده خصوصاً در بنای غیاثیه نشان داده است ابتدا نیروی باد و تأثیرات رطوبت و دما شیارهای ظریف مابین کاشی‌ها را خالی کرده و موجب شده که کاشی‌ها فروبریزند. پس از کنده شدن کاشی‌ها، ملاط گچ زیر کاشی در اثر رطوبت و جریان باد، فرسایشی همانند فرسایش گچ بنای سلطانیه را نشان داده است. البته سطح غیریکنواخت زیر کاشی در آهنگ فرسایش بی‌تأثیر نبوده است (تصویر ۱۳).



تصویر ۱۳: فرسایش ملاط گچ مابین آجرهای دیواره جنوبی ایوان غربی مدرسه غیاثیه (منبع: نگارنده‌گان، ۱۳۹۸).

### نتیجه‌گیری و دستاورد علمی پژوهشی

شناخت موقعیت‌های جغرافیایی مشترک در پیرامون بناهای موردنظر (غیاثیه و سلطانیه)، نحوه شکل‌گیری آسیب‌دیدگی‌های مشترک و عملکرد مشابه مصالح در هر دو بنا با عوامل مخرب ناشی از جغرافیای مناطق (حضور باد و باران) به جهت قرار گرفتن هر دو بنا در مسیری کانال مانند در دشتی وسیع در میان ارتفاعات، اصلی را به میان آورده که نشان می‌دهد بشر برای حفظ تفکرات خود و اصالت بودن خویش در هر زمینه‌ای از زندگی از جمله معماری به مبحث اقلیم و جغرافیا توجه داشته است. بنای غیاثیه در زمره بناهای آموزشی طراحی و بنای سلطانیه به‌عنوان مقبره اولجایتو مهندسی شده است، این بناها علاوه بر معرفی کارکردهایشان نقش نمایش اعتبار و عظمت

دوران خویش را نیز به عهده داشته‌اند، به این ترتیب آرایش فکری انسان بر اساس ضرورت‌های اجتماعی سازه‌هایی را تعریف کرده که بتواند با پایداری خویش اعتبار مفهومی کل آن دوران را به نمایش گذارد. ورودی اصلی بنای گیائیه هم‌جهت با دهانه آس‌باده‌ها، جهت خمش درختان منطقه و در جهت باد غالب منطقه (شرقی-غربی) ساخته شده است. این ساختار نشان می‌دهد که معمار سازنده بنای گیائیه جهت باد غالب منطقه را می‌شناخته است به طوری که با انتخاب سازه‌هایی از اصول معماری و قرار دادن آن‌ها در راستایی از بنا، توانسته است جریان هوای وارده را جابه‌جا کند و بنا را در مقابل نیروهای وارده ناشی از باد مقاوم نگه دارد و نیز آنچه در بنای سلطانیه بسیار مورد توجه قرار گرفته، اهمیت پدیده مهار نیروی باد است که با گذر جریان هوا از ایوان‌های تودرتوی خارجی در طبقه فوقانی این بنا صورت پذیرفته است.

آنچه مسلم است صلابت و پایداری این بناها در این شرایط اقلیمی سخت تا به امروز و آسیب‌دیدگی‌های معرفی شده نشان می‌دهد که این سازه‌ها با شناخت از موقعیت جغرافیای منطقه و بادخیز بودن آن‌ها طراحی گردیده است. حضور ایوان‌های تودرتو در طبقه فوقانی بنای سلطانیه در ارتفاع ۱۹ متری از سطح زمین به صورت طرح هشت‌ضلعی و قرار گرفتن گوشه‌های هشت‌ضلعی در راستای باد غالب و نیز ورودی بنای گیائیه و در راستای آن ایوان جنوب غربی که انتهای آن به سازه بادگیر منتهی می‌گردد، در راستای باد غالب؛ دلیلی بر اجرای مهندسی این بناها به جهت شناخت پدیده تأثیرگذار اقلیم و جغرافیا بر روی سازه‌ها است.

علیرغم تمهیدات کاملاً مهندسی شده جهت حفظ و پایداری بناها، عوامل تخریبی ناشی از اقلیم و جغرافیا با گذشت زمان خود پدیده‌ای است که امکان دارد در طولانی مدت شیرازه‌ی بناهای مورد نظر را فروریزد. امروزه به منظور پیشگیری از این آسیب‌دیدگی‌ها و حفظ و احیای بناها راهکارهایی اعمال می‌شود که می‌تواند پایداری آن‌ها را تضمین نماید.

روش‌های زیر پیشنهادهایی است که می‌تواند با تغییر در جهت و نوع جریان‌ات جوی منطقه، بنا را از تأثیر نیروهای وارد بر آن مصون بدارد:

- ایجاد دیواره‌های مشبک متحرک در فاصله‌های دور از بنا، این سیستم‌ها به‌طور اتوماتیک عملکرد خود را جهت کنترل پروفیل سرعت جریان باد در برخورد به بنا با شدت و جهت باد برخوردی، هماهنگ می‌کنند.
- احداث تابلوهای تبلیغاتی بلند و متناسب با جایگاه علمی و باستانی بنا در مسیر جریان هوا به‌منظور کنترل پروفیل سرعت جریان باد غالب.
- کاشت درختان بلند (درخت تبریزی) به‌عنوان دیواری سبز جهت کنترل پروفیل سرعت جریان باد غالب.
- پوشش بنا توسط توری بزرگ مانند پوشش توری باغ پرندگان در اصفهان به‌منظور کم کردن سرعت و آرام نمودن جریان هوای برخوردی به بنا.
- نصب مکانیزم‌های چرخان در پشت‌بام بنا جهت ایجاد پوشش‌های رولی به‌منظور جلوگیری از برخورد مستقیم باد و باران به بنا. جنس این پوشش‌ها می‌تواند حصیری یا پلی‌اتیلن شفاف باشد.

• پوشش‌های نازک و چسبنده شفاف بر روی مصالح.

علاوه بر پیشنهادهای فوق هر عامل دیگری که بتواند جریان برخوردی به بنا را کنترل نماید به‌عنوان نقشی مؤثر در کاهش فرسایش تخریبی حائز اهمیت خواهد بود. تعیین موقعیت و نحوه اجرای هر یک از موانع فوق باید به‌طور علمی و تحقیقاتی موردبررسی و مطالعه قرار گیرد.

### تقدیر و تشکر

در اینجا بر خود لازم می‌دانم تا مراتب سپاس و قدردانی خود را از جناب آقای رجبعلی لباف خانیکی که در این پژوهش نهایت مساعدت و همکاری را با این‌جانب داشته‌اند، اعلام دارم.

### منابع

- بدیعی، کاظم (۱۳۷۸). *جغرافیای مفصل ایران*، جلد ۱ و ۲. تهران: نشر اقبال.
- پیرنیا، محمد کریم (۱۳۷۸). *مصالح ساختمانی (آژند، اندود، آمود) در بناهای کهن ایران*. به کوشش زهره بزرگمهری. تهران: نشر سازمان میراث فرهنگی کشور (پژوهشگاه).
- پیش یار، سارا؛ خسروی، حسن؛ و شکوهی، سحر (۱۳۹۳). آس باد الگویی از معماری بومی در استفاده از انرژی باد در منطقه خواف. *فصلنامه علمی تخصصی انرژی‌های تجدید پذیر و نو*. دوره دوم. شماره دوم پاییز و زمستان، ص ۲۲-۲۸.
- صادقی، جعفر (۱۳۸۳). *تاریخ سیستان*. تهران، نشر مرکز.
- ثبوتی، هوشنگ (۱۳۸۰). *معماری گنبد سلطانیه در گذرگاه هنر*. تهران: نشر پازینه.
- جوادی، آسیه (۱۳۶۳). معماری گنبد سلطانیه «معماری ایران». تهران: انتشارات مجد.
- خسروی، محمدرضا (۱۳۸۶). جغرافیای تاریخی ولایت زاوه. مشهد: انتشارات آستان قدس.
- زمانیان، محمدتقی (۱۳۸۲). *باد در سواحل ایران «مطالعه موردی بندرعباس»*. تهران: پروژه مطالعاتی وزارت راه و ترابری: سازمان هواشناسی کشور.
- فرهنگ جغرافیای آبادی‌های کشور جمهوری اسلامی ایران (۱۳۶۹). *بخش زنجان*. جلد ۲۵. تهران: سازمان جغرافیای نیروهای مسلح.
- فروتنی، سام (۱۳۷۹). *مصالح و ساختمان*. تهران: نشر روزنه.
- القاشانی، ابوالقاسم عبدالله بن علی بن محمد بن ابی طاهر (۱۳۴۸). *تاریخ الوجدانی*. به اهتمام مهین همبلی. تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب.
- کریمی، محمدعلی؛ فرزاد، فرید افشین (۱۳۸۱). «جزوه مصالح ساختمانی». (قسمت دوم: گچ، آجر، کاشی، پلاستیک و چوب). تهران: دانشگاه علم و صنعت.
- لباف خانیکی، رجبعلی (۱۳۷۸). *سیمای میراث فرهنگی خراسان*. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.
- مخلصی، محمدعلی (۱۳۶۴). *جغرافیای تاریخی سلطانیه*. تهران: نشر مولف.
- میرفتاح، علی اصغر (۱۳۷۰). *شهرهای ایران، «سلطانیه»*. به کوشش محمد یوسف کیانی. تهران: جهاد دانشگاهی.
- نادری، بقرط (۱۳۵۶). آس بادهای خواف. *مجله هنر و مردم*. دوره ۱۵، شماره ۱۷۷-۱۷۸، ص ص ۸۴-۸۵.
- ویلبر، دونالد نیوتن (۱۳۴۶). *معماری اسلامی ایران در دوره ایلخانان*. ترجمه عبدالله فریار. تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب.
- Bertin, J., J. & Smith, M.L. (1986). *Aerodynamics' for Engineers*. 2ed, Pentice Hall.
- Devan Port, A, G. (1967). *The Dependence of Wind Loads on Motorological Parameters*. Canada: university of Toronto,.
- O'Kane, B. (1976). The Madrasa Al-Ghiyāsiyya at Khargird. *Iran*. Vol. 14, pp. 79-92
- Simiu, E. (1978). *Wind Effects on structures*. 2Ed. Press: Pergamon.