



تحلیل اثر آسیب پذیری سازه های خشتی بر حفاظت از بافت تاریخی روستای اصفهک

1-فرزانه کریمی، 2-سیمین گل محمدی، 3-مریم زارع، 4-راضیه تقی زاده،

دانشجوی کارشناس ارشد مرمت و احیا بناهای تاریخی، دانشگاه هنر اصفهان، دانشکده مرمت، Karimi_farzane91@yahoo.com

دانشجوی کارشناس ارشد مرمت و احیا بناهای تاریخی، دانشگاه هنر اصفهان، دانشکده مرمت،

Simin.golmohammadi@gmail.com

دانشجوی کارشناس ارشد مرمت و احیا بناهای تاریخی، دانشگاه هنر اصفهان، دانشکده مرمت،

Maryam.zaree1990@gmail.com

دانشجوی کارشناس ارشد مرمت و احیا بناهای تاریخی، دانشگاه هنر اصفهان، دانشکده مرمت،

razieh.taghizadeh@ymail.com

چکیده:

بناهای خشتی، همواره مورد تهدید عوامل تخریب کننده قرار می گیرند. ماهیت خشت به گونه ای است که همواره در مقابل عوامل جوی و تغییرات آب و هوای مورد فرسایش قرار می گیرند. دخالت در بناهای خشتی که به شیوه سنتی ساخته شده اند مستلزم دقت و حوصله فراوان است تا از وارد آوردن صدمه به آنها جلوگیری گردد. اصفهک، روستایی است از توابع بخش دیهوک و در شهرستان طبس استان خراسان جنوبی قرار دارد. این بافت تاریخی دارای پیشینه تاریخی غنی است که شامل سه دوره سکونت در طول تاریخ می شود. تمامی بافت این سه دوره از مصالح خشتی ساخته شده است. زلزله سال 1357 طبس منجر به خالی شدن این بافت تاریخی شد. تاثیرات زلزله و رها شدن بافت آسیب های زیادی بر این بافت تاریخی وارد کرده است. با این حال قسمت اعظمی از بافت باقی مانده که می توان با مطالعه این قسمت به آسیب شناسی و درمان بافت روستا پرداخت. مطالعه آسیب شناسی بناهای خشتی تاثیر مستقیم بر حفاظت از بافت تاریخی روستای اصفهک دارد. باید توجه کرد که وجود بافت های خشتی از جمله عوامل مهم در حفظ این بناها بودند. اتصال پیوسته بناها به یکدیگر باعث می گردید تا عملاً نیروهای هر بنا توسط بناهای مجاور مهار گردند روش داده اندوزی در این پژوهش مطالعات کتابخانه ای و میدانی است و سپس به جمع آوری و مقایسه اطلاعات بدست پرده شده می شود. این مقاله بر آن است تا با بررسی آسیب های وارده بر سازه های خشتی، شیوه های حفاظت بافت تاریخی اصفهک را مطالعه نماید. یافته های پژوهش ویژگی هایی را آشکار ساخت که موجب ارائه شیوه های حفاظت و درمان بافت پیوسته روستای تاریخی اصفهک شد.

واژگان کلیدی: سازه های خشتی، روستای اصفهک، شیوه های حفاظت، دوره های تاریخی



1-مقدمه:

ماهیت آسیب پذیر خشت در برابر عوامل جو ی همچون باد، باران، تغییرات شدید اب و هوایی باعث می شود که بنا ای خشتی بدون حفاظ همواره مورد فرسایش و تخریب قرار گیرند. در بررسی آسیب شناسی مصالح خشتی، جمع آوری اطلاعات پایه که تعریفی جامع از اوضاع محیطی منطقه ارائه می دهند، کمک زیادی به دسته بندی آسیب ها ، شناخت بهتر عوامل آسیب رسان و در نهایت ارائه ی راه حل های حفاظتی در بهبود صحیح این مصالح خواهند نمود. دخالت در بناهای خشتی که به شیوه سنتی ساخته شده‌اند مستلزم دقت و حوصله فراوان است تا از وارد آوردن صدمه به آنها جلوگیری گردد. روستای اصفهک یکی از روستاهای تاریخی بخش دیهوک در شهرستان طبس است. مصالح غالب استفاده شده در این بافت خشت است. زلزله سال 1357 آسیب هایی به این سازه ها وارد کرده است که منجر به رها شدن این بافت و تشدید آسیب ها شده است. از عوامل تاثیر گذار بر درمان این بافت تاریخی مطالعه سازه های خشتی و آسیب شناسی بافت روستا است.

با مطالعه و بررسی سازه های خشتی می توان با شناخت بیشتر به ارایه طرح های درمانی جدید برای سازه های خشتی پرداخت. همچنین بی توجهی به بافت تاریخی روستای اصفهک موجب تشدید آسیب ها و تخریب هرچه بیشتر بافت می شود. که این مساله منجر به از بین رفتن این بافت با ارزش در طول زمان می شود.

این پژوهش درصدد پاسخگویی به پرسش های زیر است:

1- آسیب های وارده به سازه های خشتی بافت تاریخی روستای اصفهک چیست؟

2- چگونه می توان طرح جامعی برای درمان بافت تاریخی اصفهک را ارائه داد؟

2-پیشینه پژوهش:

پژوهشگرانی به شناخت مواد و مصالح و تکنیک ساخت سازه های خشتی پرداخته اند (زمرشیدی، 1369) (وارن، 1387)برخی

پژوهشگران در آثار خود به طور کلی آسیب شناسی سازه های خشتی آورده اند. گروهی از نویسندگان به ارائه شیوه های نوین برای

تقویت سازه های خشتی پرداخته اند(تابش پور و فرهنگ فر،1385) (با سلیقه، 1384) (حجازی، هاشمی،جمالی نیا، باتوانی،

1394)(وارن، 1387) (رحیم نیا و حیدری بنی، 1390). در تحقیقات دیگری نیز به بررسی روش های سنتی برای تقویت سازه های

خشتی آمده است (اسماعیلی و قلعه نویی،1391) نویسندگانی آنالیز رفتار سازه های خشتی و آسیب پذیری آن ها در برابر زلزله

مورد تحلیل قرار داده اند (پورمحمدی و حسینی دهمیری،1386)(حجازی و اجل لوئیان،1385)(طالقانی، 1383)(شینی غلام پور

و حیدری بنی 1393) (زریبافیان، 1385)(طایفی نصرآبادی و رشیدی مهرآبادی،1387)(سالاری، گنجی زاده و محمودی،1385)

(هادیان و سرتیپی پور،1392)(حجازی، حجازی، مهرداد و حجازی، 1394). پژوهشگرانی نیز در پژوهش های خود بهسازی سازه

های خشتی با حفظ اصالت مصالح و ساخت مورد پژوهش قرار داده اند(سقای و فصیحی نایینی،1393).



3- روش تحقیق:

روش داده‌اندوزی در این پژوهش مطالعات کتابخانه‌ای است، سپس به جمع‌آوری مطالب و دسته‌بندی انواع شیوه‌های درمان سازه‌های خشتی پرداخته می‌شود. محدوده مورد بررسی در این پژوهش روستای اصفهک است که به دلیل ویژگی‌های تاثیرگذار در نوع برخورد با سازه‌های خشتی انتخاب شده است. با مطالعه فن‌شناسی بناهای تاریخی این روستا و سپس آسیب‌شناسی سازه‌های خشتی روستا ابتدا به دسته‌بندی آسیب‌های وارده پرداخته می‌شود و سپس طرح درمان بناهای خشتی روستا ارائه خواهد شد.

4- فن‌شناسی بافت روستا

4-1 بررسی کمی و کیفی سازه و مصالح بناها

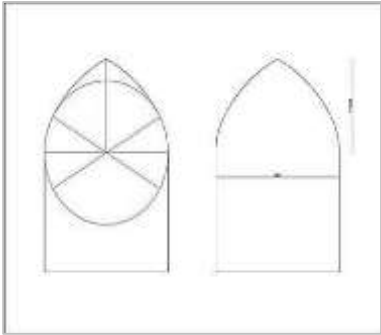
سازه و استخوان‌بندی بناها به دلیل عدم شکل‌گیری کلیت آن در یک زمان واحد، از یکپارچگی کاملی برخوردار نیست. از سویی تداوم این تکوین تا دوره‌های معاصر به کارگیری نظامات و سیستم‌های سازه‌ای نسبتاً متنوعی را شامل شده که گاهی پیوند کاملی نیز بین آن‌ها به چشم نمی‌خورد.

عمده‌ترین مصالح بکار رفته در بافت تاریخی روستای اصفهک شامل چینه، خشت خام، به ندرت آجر (بیشتر در کف‌سازی، ازاره حیاط و جرزها و پوشش حمام)، گل، آهک و گچ است که ترکیب‌های مختلف از چند نمونه فوق، مصالح جدیدتری را در اختیار سازندگان بناها قرار داده است. چوب، سنگ، فلز و مواردی مشابه آن از مصالحی هستند که استفاده گسترده‌ای ندارد - به غیر از مورد درها و پنجره‌ها که از جنس چوب هستند - و از سنگ بیشتر در پی و کرسی چینی و پشت‌بندها استفاده شده است. در کف‌سازی ورودی منازل و معابر از سنگ قلوه برای تثبیت خاک در شیب تند استفاده شده است.

4-2 تاق و پوشش :

برای پوشش فضاها از انواع تاقها با قوس‌های مختلف استفاده شده است. انواع قوسهای تیزه‌دار (پنج‌او هفت‌تند و کند، شبدری، شاخ‌بزی) و بیضی و کلیل در پوشش فضاها بکار رفته است. تاق آهنگ، تاق و تویزه، تاق عرقچین، چهارگرده پوش (یزدی پوش) و گنبد پوش عمده فضاها را بناها هستند (جدول 1).

جدول 1: انواع تاق در بناهای روستای اصفهک

ردیف	نوع تاق	تصویر	ترسیم
1	قوس شبدری تند		



		<p>قوس پنج او هفت</p>	<p>2</p>
		<p>قوس شبدری کند آوگون دار</p>	<p>3</p>
		<p>قوس پنج او هفت کند</p>	<p>4</p>
		<p>قوس کلیل تزئینی</p>	<p>5</p>



		<p>قوس تیزه دار غیر هندسی</p>	<p>6</p>
		<p>قوس شبدری کند</p>	<p>7</p>

منبع:نگارندگان

4-3 آسیب شناسی بافت

در بررسی های انجام شده روی دوره های مختلف روستای اصفهک آسیب های مختلفی مشاهده می شود. آسیب های وارده به این بافت بطور کلی ناشی از دو گروه عوامل آسیب رسان طبیعی و انسانی می باشند که عوامل انسانی از طریق متروکه گذاشتن بافت ، الحاقات نادرست، ایجاد کاربری نادرست در فضا ها و ... به بافت این روستا آسیب وارد کرده اند. گروه دیگر عوامل طبیعی می باشند که بصورت بارش نزولات جوی، زلزله، تغییرات دمایی و... آسیب هایی را بوجود آورده اند. گذشت زمان و متروک ماندن روستا موجب تشدید آسیب های وارده بر بافت روستا شده است. در ادامه به شرح و بررسی هریک از آسیب های ذکر شده پرداخته می شود(تصویر 1).



منبع:نگارندگان

تصویر 1:انواع آسیب های وارده به بناهای اصفهک



۴-۳-۱ آسیب های طبیعی

مهمترین عامل آسیب رسان که روستای اصفهک و بسیاری از روستاهای اطراف آن و حتی شهر طیس را دچار خرابی کرده است ، زلزله است. متروک شدن روستا پس از زلزله بر میزان آسیبها و تاثیر سایر عوامل مخل افزوده است. نفوذ رطوبت نزولی، فرسودگی مصالح، فعال شدن مجدد ترکها به دلیل تاثیر عوامل مخل جانبی، استفاده و کاربری نامناسب بناها پس از متروک شدن و انتقال نامناسب آب قنات از میان ویرانههای روستا و همچنین برهم خوردن سیستم توزیع بار به علت فروپاشی بخشی از بنا از جمله عواملی هستند که بر گسترش آسیبها در بافت اصفهک تاثیر داشته است (جدول 2).


بارش باران به علت متروکه ماندن روستا پس از زلزله و عدم محافظت از بناهای روستای قدیم و رها شدن بناها ، موجب آسیب هایی شده است (تصویر 3). از جمله آسیب دیدن پوشش ها ، دیوار های سازه هایی که پوشش آنها فرو ریخته و همچنین شستگی دیوار های خارجی بنا و نمای خانه ها اشاره کرد. از دیگر آسیب های ناشی از بارش باران ، ایجاد روان آبها است که از جمله آسیب عمده این آب ها که در تمام بافت روستا مشهود است، آب شستگی پای دیوارهاست که در بیشتر موارد موجب کوچک شدن مقطع دیوار و نشست ناشی از فشار و خمش می شود. این نشست موجب حرکت چرخشی دیوار در طول و شکست خارج از صفحه دیوار ها شده است. آب های سطحی باعث شسته شدن و نیز آسیب معابری که آجر فرش بوده، شده است (جدول 2).

در این منطقه شاهد طوفان های شن و ماسه هستیم . این طوفانها موجب سایش دیوار های خشتی در طول زمان خواهد شد، البته با توجه به کوتاه بودن طول دوره طوفان و همچنین کم بودن شدت آن نسبت به منطقه طیس، تاثیر این عامل چشم گیر نیست .

جدول 2: انواع آسیب های وارده به بناهای اصفهک

ردیف	عوامل مخل	تصویر
1	زلزله	
2	نزولات	



	کهولت مصالح	4
 <p>منبع: نگارندگان</p>	سنگین شدن پوشش	5

4-3-2-انقباض و انقباض مداوم

در برخی از فصول (به خصوص فصل بهار) به دلیل بالا رفتن رطوبت، بارش باران و تخریب لایه های اندودی، نفوذ رطوبت به درون مصالح بالا رفته و باعث تورم خشت می شود. با توجه به موقعیت جغرافیایی روستا و تابش شدید آفتاب این رطوبت در زمان کوتاهی خشک شده و به سرعت منقبض می شود و نهایتاً باعث نشست در لایه های بیرونی جرز و ایجاد ترک می شود.

4-3-3-کهولت مصالح

به علت متروک ماندن روستا پس از زلزله مجموعه عوامل فوق از جمله نزولات جوی، یخ زدگی، آب های سطحی، طوفان های شن و انقباض و انقباض مداوم مصالح در طول زمان موجب کهولت مصالح می شود. همچنین باعث از بین رفتن چسبندگی ملات های گلی، کاهش سختی مصالح خشتی و گلی شده و باعث فرسایش بافت روستا شده است. فرسایش بافت روستا خود باعث تشدید آسیب های ناشی از زلزله و در برخی موارد فعال شدن ترک ها می شود.

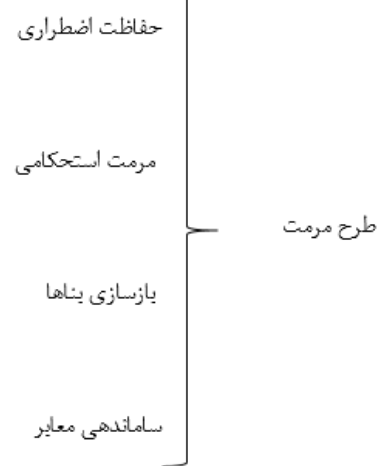
4-3-4-سنگین شدن پوشش

ترمیم و پالانه کردن نادرست در دوره های مختلف قبل از متروک شدن روستا در دوره های اخیر به علت کهولت مصالح موجب سنگین شدن پوشش بناها و فرو ریختن آنها در برخی بناها شده است. فرو ریختن پوشش ها در برخی موارد موجب برهم خوردن سیستم توزیع بار و رانش دیوار و شکست خارج از صفحه دیوار شده است.



4-4 طرح مرمت

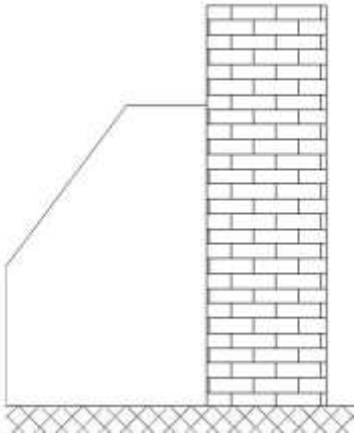

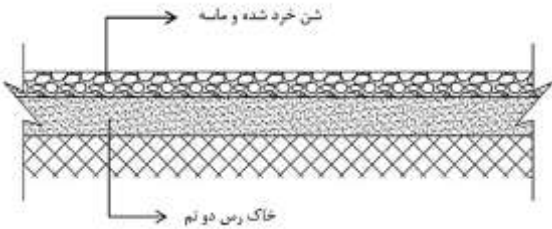
مرمت های لازم جهت ارائه کاربری جدید به فضاهای روستا، شامل مرمت استحضافی برای قسمت هایی از بافت که در معرض فروپاشی هستند، مرمت بخش های آسیب دیده (که این مرحله شامل تثبیت فضاهای است که میزان تخریب در آن ها بالاست و قابلیت اعطای کاربری مجدد را ندارند)، و همچنین بازسازی و استحکام بخشی فضاهایی که امکان دادن کاربری مجدد برای آن های فراهم است، و در نهایت مرمت گذرها و بدنه های بافت می باشند (تصویر 2) (جول 3).



جدول 3: ارائه طرح درمان

ردیف	تصویر 2: انواع آسیب های وارده به بناهای اصفهک منبع: نگاندگان طرح درمان جزئیات اجرایی طرح	شرح	هدف
1		شمع چوبی	محافظت اضطراری
		شاهد گچی	
2		تثبیت و نگهداری ویرانه های روستای اول	مرمت استحکامی
	<p>روش ارائه شده جهت تثبیت و نگهداری ویرانه های به جا مانده از روستای اول در برابر نزولات جوی و تغییرات دمایی، بصورت اجرای یک لایه غشایی محافظ</p>	روستای اول	



<p>روی آن ها می باشد. لایه اجرا شده به صورت ترکیبی از ملات گل اصلاح شده با آهک پیشنهاد می شود.</p>			
<p>بخش هایی از دیوار که به علت های مختلف از جمله آب شستگی و زلزله فرو ریخته و همچنین ترک های غیرفعال ناشی از زلزله، باید با ملات مناسب سازگار با بنا که با از دست دادن آب و خشک شدن نیز دچار انقباض نشوند پر شود. دوغاب مناسب این کار متشکل از خاک همراه مقداری ماسه ریز و آهک شکفته توام با خاکستر است.</p>	<p>پرکردن ترک های غیرفعال و بخش های فروریخته دیوار</p>		
	<p>مهار حرکت خارج از صفحه دیوارها (ایجاد پشتبند پایلی توپر)</p>		
	<p>تقویت مقاومت کششی سازه خشتی (استفاده از صفحات ژئوگرید)</p>	<p>3</p>	
	<p>سامان دهی کف سازی معابر</p>	<p>4</p>	



	<p>رخبام</p>	<p>سامان دهی جداره های</p>	<p>5</p>
	<p>ازاره</p>		
	<p>ناودان</p>		

منبع: نگارندگان

نتیجه گیری:

در بررسی های انجام شده در بافت اصفهک آسیب های طبیعی از جمله زلزله که بصورت آنی وارد می شود دیده می شود. زلزله

بصورت مستقیم و غیر مستقیم موجب ایجاد عارضه هایی در بافت شده است که از جمله آن ها می توان برهم خوردن تعادل نیروها



و بارهای وارد بر ساختمان، فعال شدن ترک های قدیمی و تشدید عارضه های قدیمی در بنا و همچنین متروک شدن بافت روستا، نام برد. برهم خوردن سیستم توزیع بار به علت زلزله خود موجب وارد آمدن آسیب هایی از جمله رانش و جدا شدن پوشش از دیوار و شکست خارج از صفحه دیوارها می شود. از دیگر آسیب های طبیعی وارده به بناهای خشتی روستا آسیب هایی است که به صورت بطنی و به مرور زمان بر بنا وارد می آید که ناشی از اقلیم منطقه است. از جمله این عوامل نزولات جوی، طوفان های شن، افزایش و کاهش حجم مصالح تحت اثر سرمای شدید کویر در طول شب و گرمای آن در طول روز و کهنوت مصالح ناشی از فرسایش مصالح در طول زمان است (بند 3-4). آسیب هایی نیز به علت دخالت انسان در بنا بوجود آمده است. متروک ماندن فضاها، تغییر کاربری برخی فضاهای معماری به کاربری های نامناسب و آسیب رسان، الحاقات نادرست معماری که از نظر زیبایی شناسی مشکل ساز است و در برخی موارد موجب خوردن تعادل سازه بنا می شود (بند 3-4-1). در ارائه طرح درمان در ابتدا باید بخش هایی از سازه را که در خطر فرو ریزش قرار دارند، شناسایی و حفاظت اضطراری از آن انجام شود. ترک ها و عارضه های فعال شناسایی شود و پس از از بین بردن عامل مخل بوجود آورنده آن ترک با تزریق رزین مناسب دوخت و دوز و تثبیت شود. همچنین در مرمت سازه های خشتی باید تقویت مقاومت کششی خشت مورد توجه قرار گیرد که این مهم با مش بندی دیوارها و پوشش ها از طریق استفاده از صفحات از جنس ژئوگرید و اتصال این صفحات بوسیله بولت های فلزی و یا FRP بصورت افقی و عمودی انجام می پذیرد (بند 4-4).

منابع:

- [1] طایفی نصرآبادی، ع. و رشیدی مهرآبادی، م. ح. (1387). روش های مقاوم سازی و بهسازی سازه های بنایی و خشتی در برابر زلزله. مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی - دوره دوم - شماره 1، 58-70.
- [2] هادیان، م. م. و سرتیپی پور، م. (1392). فرایند ایمنسازی لرزه ای بافت های تاریخی. نشریه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی-دوره 18- شماره 3، 53-68.
- [3] اسماعیلی، ع. و قلعه نوی، م. (1391). اثر الیاف نخل خرما و آهک به عنوان تثبیت کننده طبیعی، بر خصوصیات مکانیکی خشتی. مسکن و محیط روستا شماره 138، 53-62.
- [4] با سلیقه، ف. (1384). ارائه راه حل های بهسازی لرزه ای ساختمان های خشتی با استفاده از مصالح موجود در ایرا. اولین همایش زلزله و سبک سازی (ص. 9). دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه قم



- [5] پورمحمدی، س. و حسینی دهمیری، ه. (1386). موریانه‌ها خطری جدی برای بناهای خشتی تاریخی شهر یزد و سایر شهرهای ایران، بویژه در هنگام وقوع زلزله. مجله اثر شماره 24، 31-45.
- [6] ایش پور، م. ر. و فرهنگ فر، ح. (1385). مقاوم‌سازی لرزه‌ای سازه‌های بنایی خشتی. اولین همایش ملی مدیریت بحران زلزله در شهرهای دارای بافت تاریخی (ص. 11). شهر یزد: دانشگاه یزد.
- [7] حجازی، م.، حجازی، ب.، مهرداد، ح. و حجازی، ص. (1394). مطالعه تخریب لرزه‌ای یک حجره خشتی در ارگ بم و ارائه طرح مرمت آن. دوفصلنامه علمی- پژوهشی مرمت و معماری ایرانسال پنجم-شماره نهم، 71-85.
- [8] حجازی، م.، هاشمی، م.، جمالی نیا، ا. و باتوانی، م. (1394). تأثیر مواد افزودنی بر مقاومت‌های مکانیکی خشت ساخته شده از خاک اصفهان. مسکن و محیط روستا شماره 151، 67-80.
- [9] حجازی، م. و اجل لوئیان، ر. (۱۳۸۵). آنالیز و روشهای بهبود رفتار لرزه‌ای سازه‌های خشتی. اولین همایش بین‌المللی مقاوم سازی لرزه‌ای (ص. 10). تهران: مرجع دانش.
- [10] رحیم نیا، ر. و حیدری بنی، د. (1390). تأثیر دامنه خمیری خاک بر مقاومت کششی و فشاری خشت‌های تثبیت شده با سیمان برای استفاده در حفاظت از سازه‌های خشتی. نشریه مرمت، آثار و بافت‌های تاریخی، فرهنگی-سال اول-شماره دوم، 91-101.
- [11] زریبافیان، ا. (1385). راهکارهای حفاظت از بناهای تاریخی در برابر زمین لرزه. همایش علمی منطقه‌ای معماری کویر (ص. 14). اردستان: دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردستان.
- [12] زمرشیدی، ح. (1369). اجرای ساختمان با مصالح سنتی. تهران: افشار.
- [13] سالاری، ا.، گنجی زاده، ع. و محمودی، ح. (1385). ساختمانهای سنتی کویر. همایش علمی منطقه‌ای معماری کویر (ص. 13). اردستان: دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردستان.
- [14] سقایی، س. و فصیحی نایینی، ع. م. (1393). مرمت ابنیه با حفظ اصالت مصالح و ساخت (با رویکرد خشت). دومین همایش ملی چشم انداز نطنز در الگوی معماری و شهرسازی اسلامی در افق 1404 (ص. 10). نطنز: دانشگاه آزاد اسلامی واحد.
- [15] شینی غلامپور، ر. و حیدری بنی، د. (1393). درآمدی بر افزایش پایداری لرزه‌ای سازه‌های سنتی در مناطق زلزله خیز. اولین کنگره بین‌المللی افقهای جدید در معماری و شهرسازی (ص. 13). تهران: دانشگاه تربیت مدرس.
- [16] طالقانی، ا. (1383). بررسی زلزله‌بم و رفتار سازه‌های مختلف موجود در بم. یازدهمین کنفرانس دانشجویان عمران سراسر کشور (ص. 198-205). هرمزگان: دانشگاه هرمزگان.
- [17] وارن، ج. (1387). حفاظت سازه‌های گلین. (م. وحدتی، مترجم) تهران: رسانه پرداز.