بررسی رفتار و پایداری ساختمان گنبد دوازده امام یزد در برابر زلزله

مصطفی عطار عباسی
کارشناس ارشد مرمت و احیای بناها و بافتهای تاریخی، مدرس دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مراغه، مراغه، ایران
سعید همت‌زاده دستگردی
کارشناس ارشد مرمت و احیای بناها و بافتهای تاریخی، مدرس دانشکده علمی- کاربردی ساختمان و شهرسازی یزد، یزد، ایران
قربان محبوبی
دانشجوی دکتری معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مراغه، مراغه، ایران
Mostafa.attar.abbasi@gmail.con
تاریخ دریافت: ۹۴/۰۱/۳۰ تاریخ پذیرش نهایی: ۹۴/۰۲/۱۰

چکیده:

هدف این مقاله تحلیل پایداری و آسیب‌پذیری اثر ارزشمند گنبد دوازده امام واقع در بافت تاریخی یزد در برابر زلزله است. این بقعه متعلق به دوره آل مظفر بوده و قدیمی‌ترین بنای کتیبه‌دار یزد است که به سال ۴۲۹ قمری اشاره دارد. در ساخت آن از آجر پخته و مصالح سنتی استفاده شده است. ابتدا یک مدل سه بعدی در محیط نرم‌افزاری اتوکد از بنای مذکور تهیه شده و به کمک نرم‌افزار انسیس تحلیل سازه‌ای بر روی آن انجام شده است. پس از آنالیز استاتیکی تحت بار وزن خود و آنالیز مودال و زلزله (منطقه ناغان) نتایج بدست آمده مورد بررسی قرار گرفته و نقاط آسیب‌پذیر و حساس بنا با کمترین هزینه و در مدت زمانی کوتاه شناسایی شده و ویژگی‌های استاتیکی بنا مشخص شده است.

کلید واژگان: یزد، گنبد دوازده امام، زلزله، آنالیز استاتیکی، آنالیز مودال

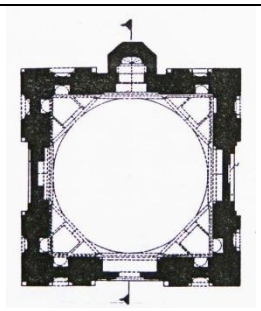
۱-مقدمه

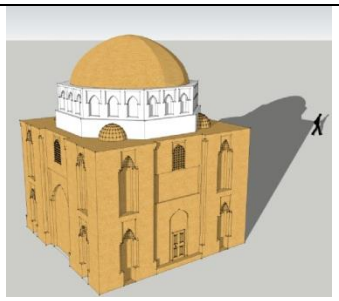
گنبد دوازده امام یزد در سال ۴۲۹ هجری توسط یکی از سرداران ابوجعفر کاکویه ساخته شده است. در آن زمان بر پایه باورهای ویژه‌ای که داشتند، برخی ساختمان‌ها را "دوازده امام" نامیدند [۱]. عبدالحسین آیتی در کتاب "آتشکده یزدان" بدون ذکر دلیل و یا مأخذی می‌نویسد که بنا از دوره صفویه، دوازده امام نامیده شده است [۱]. گنبد دارای یک پوسته است و شاید پوسته رویی گنبد ناری بوده است. در بالای محراب گچ‌بری برهشته کار شده است. کتیبه‌ای رنگی از نقاشی روی گچ روی

دیوارها دیده می‌شود که تاریخ هم دارد. گمان می‌رود این نقاشی‌ها کهن تر از تاریخ ذکر شده کار شده باشند [۱]. در زیر کف گنبدخانه سردابی بوده که راه آن از پشت محراب بوده و اکنون بسته شده است. محراب اصلی آن را بعدها با سنگ قبر شیخ فهادان که روی آن نام دوازده امام کنده شده بود، پوشانده‌اند. تهرنگ گنبد خانه همانند آتشکده است. گوشه سازی زیر گنبد ترمبه پتکانه است. (شکل ۱و۲).

محله فهادان یک بخش از ۷۰۰ هکتار بافت پیوسته و قدیمی شهر را شامل شده و صدها بنای تاریخی و با ارزش از دوران مختلف چون سلجوقی، ایلخانی، تیموری، صفوی و قاجار در آن وجود دارد. این محله دارای گذر تاریخی مشهوری است به نام "گذر یوزداران" که نقاط مشترکی با کوچه یا کوی حسینیان دارد و در تاریخ جدید یزد صریحاً از آن نام برده شده است. گذر تاریخی یوزداران که در افواه عمومی مردم یزد به "یوزارون" شهرت دارد، از قلب محله و از ۵۰ متری شمال قبه دوازده امام می‌گذرد. [۳]. در شکل ۳ قسمتی از بافت تاریخی یزد که شامل محله فهادان و گنب دوازده امام است قابل مشاهده است.

شکل۲- گوشه سازی گنبد، ترمبه پتکانه

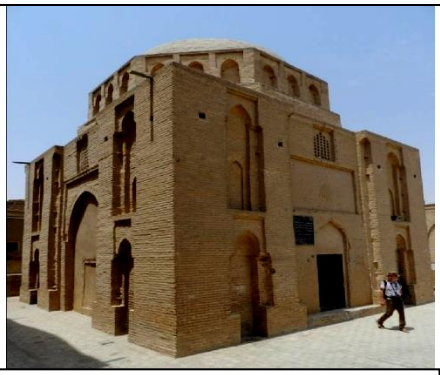




شکل۱- پلان [۱] و مدل سه بعدی گنبد در محیط نرم افزاری اتوکد و اسکچ آپ

۲-پیشینه تحقیق

در عمل مشکلات و محدودیت‌های مهمی همچون حفظ اصالت بنای تاریخی، عدم امکان استفاده از روش‌ها و آزمایشات مخرب بر روی بنا، و محدودیت‌های اعمال شده از سوی ارگان‌ها و سازمان‌های دولتی ذیربط در ارتباط با حفاظت، مرمت و احیای بناها و بافت های تاریخی در انجام چنین تحقیقات پیچیده سازه ای وجود دارد. به همین دلیل متداول ترین روش مطالعه رفتار و استقامت بناهای تاریخی تحلیل سازه با بکارگیری رایانه و استفاده از روش های اجزاء محدود می باشد. مطالعه دقیق رفتار لرزه ای چنین بناهایی مستلزم انجام تحلیل های دینامیکی می باشد که باید علاوه بر رفتار غیر خطی مصالح، ترک خوردن مصالح، گسترش و باز و بسته شدن ترک ها در آن ها لحاظ گردد [۴]. تاکنون آنالیز استاتیکی و دینامیکی و کنترل طراحی به روش المان‌های محدود و با استفاده از نرم افزار بر روی برخی بناهای تاریخی در ایران و جهان انجام شده عبارتند از: منار علی اصفهان [۵]. گنبد کبود مراغه [۶]، مقبره شیخ شهاب الدین اهری [۷] گنبد سلطانیه، بادگیر باغ دولت آباد یزد، ساختمان کلیسای سانتاماریا ویجا در اسپانیا و گنبد مسجد (کلیسا)ی ایاصوفیه در ترکیه. در تحلیل بناهای فوق مواد و مصالح بصورت الاستیک خطی در نظر گرفته شده اند و لذا ترک خوردگی و شکست فشاری اجزا ساختمان در تحلیل ها لحاظ نشده اند. البته رفتار و استقامت بنا و همچنین محل ایجاد ترک در بنا با پردازش نتایج تحلیل و مقایسه آن با معیارهای شکست مصالح موردارزیابی قرار گرفته است. [۹ و ۱۰].



شکل۴- نمای شمالی گنبد

شکل۳- محله فهادان یزد و گنبد دوازده امام در عکس هوایی ۱۳۸۶

۳-مشخصات سازه ای گنبد

قبه دارای ۴۰ سانتی متر کرسی چینی بوده که با دو پله به ترتیب ۳۰ و ۱۰ سانتی متری از محوطه شمالی بنا می توان وارد آن شد.

در هر یک از ۴ گوشه بنا یک جرز گوشه‌ای نسبتاً قطور و دو جرز در کنار آن نقش سازه‌ای خود را ایفا می‌نمایند. (شکل۴). جرزهای اطراف بنا عمده بارهای ناشی از وزن گنبد و سایر عناصر سازه‌ای را تحمل کرده و جرز گوشه‌ای به نوعی دوستون یاد شده را به هم پیوند می دهد. بخشی از بار گنبد که توسط پاتاق قوس‌های میانی گوشه سازی (تاس) به عناصر باربر پایین دست انتقال می‌یابد، مستقیماً به جرزهای گوشه ای گنبد خانه و از آن جا به شالوده و زمین زیر پی منتقل می‌شوند. قبه دوزاده امام یزد عنصری پیشرو به نام گوشه‌سازی ترنبه پتکانه را داراست که در ظریف‌ترین و ساده‌ترین شکل ممکن تهرنگ مربع را به دایره تبدیل کرده و هزار سال گنبد خود را افراشته نگاه داشته است(شکل۲). نحوه انتقال تهرنگ مربع یا تهرنگ غیردایره در بخش ها و ترازهای فوقانی بنا و با کمک گوشه‌سازی یا گوشوار انجام می‌پذیرد که از نظر سازه‌ای اهمیت بسزائی در معماری سنتی ایران داشته و دارد. گونه مهمی از گوشه‌سازی تحت عنوان ترنبه پتکانه همانی است که معمار چیره‌دست قبه دوزاده امام بکار برده و دست مایه ای سازه ایبرای گنبدهای عظیم سلجوقی در دوران بعد نظیر گنبدهای خواجه نظام الملک و خاگی در مسجد جامع اصفهان پدید آورده است، گنبدهایی که خود نمونه های بسیار مهم برای بناهای سلجوقی بعد از خود شده اند [۳] چنانچه هیلن براند نیز در کتاب «معماری اسلامی« آن را به لحاظ کالبدی با گنبد جبله کرمان مقایسه کرده و از نمونه آرامگاه هایی دانسته که در آن بر مفصل بندی خارجی پرکار تاکید کرده اند (شکل۱ و۴) [۱۱].

۴-روش مدل سازی و تعریف خصوصیات مصالح

نحوه مدلسازی بنای مورد مطالعه به صورت ماکرو می‌باشد؛ با توجه به اصل شبیه‌سازی، برای تطابق بین مدلهای آزمایشگاهی با مدلهای عددی ساختمان های بنایی دو رویکرد ماکرو المان و میکرو المان برای مدلینگ ساختمان های بنایی فرا سوی ما قرار دارد؛ در رویکرد ماکرو المان آجر و ملات به صورت پیوسته مدل می‌شود و مشخصات مصالح مربوط به واحد آجرکاری که شامل ملات و آجر می باشد داده می‌شود، در مدل میکرو المان، آجر و ملات هر کدام به صورت جداگانه مدل می شود و مشخصات مربوط به هر کدام به صورت جدا گانه تخصیص داده میشود [۶] . این مدل قادر به نشان دادن مسیر گسیختگی در دیوارهای بنایی بوده و ضعف چسبندگی بین ملات و آجر را بعنوان منبع کاهش سختی و شروع گسیختگی در نظر می گیرد.

پس از مطالعات میدانی صورت گرفته در محل و برداشت‌های انجام شده و مطابقت آنها با نقشه‌های موجود در آرشیو اداره میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان یزد، ساختمان گنبد دوازده امام نسبتاً دقیق و کامل در محیط نرم‌افزاری Auto CAD بصورت سه بعدی مدل سازی شد. (شکل۱). المانی که در ساخت این مدل استفاده می کنیم Solid65 است که یک المان ۸ گره ای ۶ وجهی است؛ در عمل تمامی محاسبات روی این گره ها انجام می‌شود و هر چه تعداد گره‌ها افزایش یابد میزان دقت محاسبات نیز افزایش می یابد [۵].

در مدل سازی ساختمان گنبد سعی شده تا حد امکان جزئیات کالبدی نظیر حجره‌ها، کوهه ها، جرز ها و بازشوهایی که در رفتار سازه نقش اساسی دارند، لحاظ گردد. و باتوجه به ناهمگنی و غیرایزوتروپیک بودن مصالح در دیوارهای آجری بناهای سنتی، ساده سازی ویژگی های ساختاری مصالح و رفتار استاتیکی گنبد به منظور تسهیل و تدقیق آنالیز آن توسط نرم افزار Ansys ضروری به نظر می رسد. بنابراین پیش فرض های زیر در ارتباط با غصوصیات مصالح و نوع رفتار سازه ای گنبد در مدل سازی و آنالیز آن در نظر گرفته شده است:

- رفتار مصالح، ایزوتروپیک (خطی) و همگن فرض شده است.
- تکیه‌گاه‌های موجود در پی بصورت پایه های گیردار در نظر گرفته شده و درجات آزادی مفاصل مقید شده است.
- از کنش‌های خاک بر سازه و بالعکس صرفنظر گردیده است.

آنالیز ماکرو بر اساس ویژگی‌های آجر سلجوقی (جدول۱)، صورت گرفته و در این تحلیل، شتاب گرانشی زمین برابر ۹/۸۱ در نظر گرفته می شود [۵].

جدول۱-مشخصات مصالح

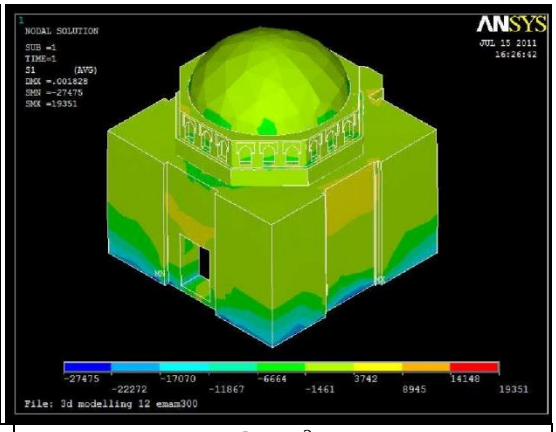
مدول الاستیسیته E N/m2	جرم حجمی Kg/m3	ضریب پواسون v	ضریب انبساط حرارتی طولی α 1/0C
5×108	1460	0/17	7/5 ×10-6

۵-تحلیل سازه‌ای بنا

۵-۱ تغییر شکل سازه تحت بارهای ثقلی

تحلیل استاتیکی تحت بار وزن ساختمان نشان می‌دهد که تغییر شکل قائم گنبد ناشی از بارهای ثقلی به حدود ۱۸/۲۸ میلیمتر می‌رسد که در بالاترین نقطه گنبد اتفاق می‌افتد. تنش‌های فشاری در پای گنبد و در کل بنا با در نظر گرفتن تقارن نسبی گنبد، بصورت تقریباً یکنواخت توزیع شده و حداکثر تنش‌های فشاری از حد تنش فشاری مجاز یعنی ۵۰۰۰۰۰ کمتر می‌باشد. (شکل های ۵ و ۶).

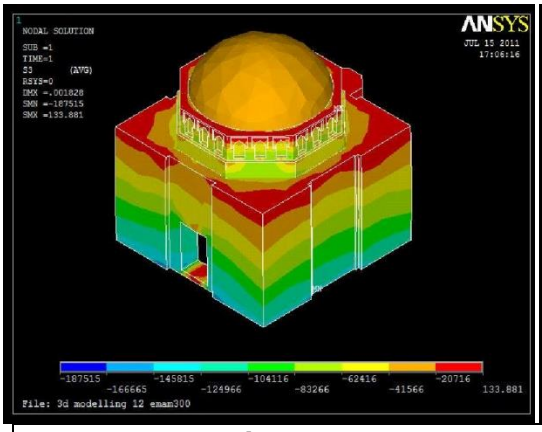
حداکثر تنش فشاری نیز در پای گنبد (بالای چپیره) و در بالای جرزها (بخش فوقانی بشن) گنبد می‌باشد.



حداکثر تنش کششی: SMN: 19351 kg/m^2

بیشترین مقدار جابجایی: DMX: .001828m

شکل۶- تغییر شکل گنبد و توزیع تنش کششی بر اثر نیروهای ثقلی



حداکثر تنش فشاری: SMN: 133881 kg/m2

بیشترین مقدار جابجایی: DMX: .001828m

شکل۵- تغییر شکل گنبد و توزیع تنش فشاری بر اثر نیروهای ثقلی

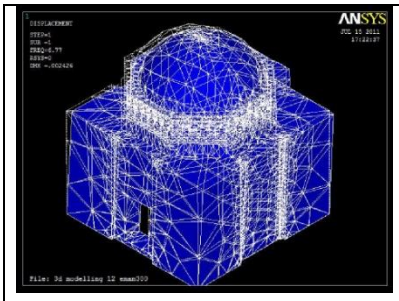
۵-۲ تحلیل مودال (ارتعاش آزاد) و تعیین مودهای ارتعاشی بنا

بر اساس مشخصات مصالح (جدول۱) و هندسه بنا، تحلیل استاتیکیِ مودال بر روی سازه انجام گرفت. مدل مودال یک سیستم،یک مدل ریاضی است که میرائی، سختی و شکل مود سیستم را نشان می‌دهد؛ در واقع نتایج حاصل از این تحلیل به شناسایی خواص دینامیکی سازه کمک می کند [۷]

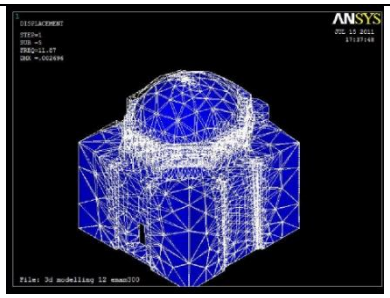
دو نکته مهم در این نوع آنالیز شکل مود و مقدار فرکانس است؛ مقدار واقعی تغییر مکان در شکل مودها دارای مفهوم فیزیکی نیست بلکه فقط شکل تغییر فرم دارای اهمیت است. [۱۰]در این تحلیل بنای مورد مطالعه تا۲۰ مود آنالیز و تغییر شکل و تغییر فرم سازه در ۶ مود مختلف در اشکال ۵ تا۱۰ نشان داده شده است؛ فرکانس ها، شماره مودها و همچنین مقدار جابجایی گنبد در هر مود در جدول ۲ آمده است :

جدول۲-فرکانس های طبیعی ارتعاش سازه در مودهای مختلف

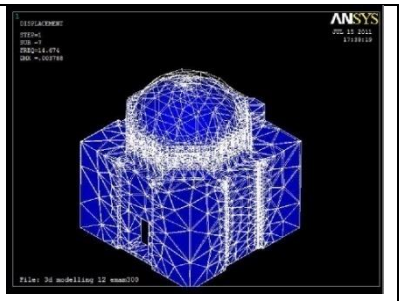
شماره مود	فرکانسHz
۱	
۱	۶/۷۷
۵	۱۱/۸۷
۷	۱۴/۶۷۴
۸	۱۵/۳۶۵
۱۰	۱۹/۶۳۹
۲۰	۲۵/۲۶



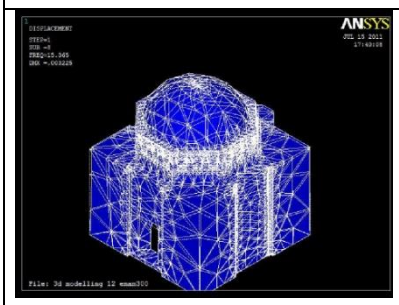
شکل ۷- تغییر مکان (مود اول)



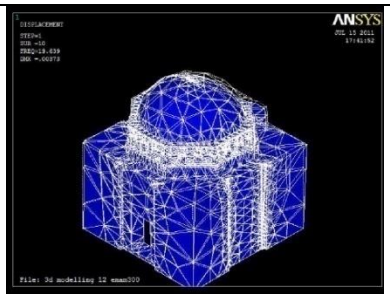
شکل ۸- تغییر مکان (مود پنجم)



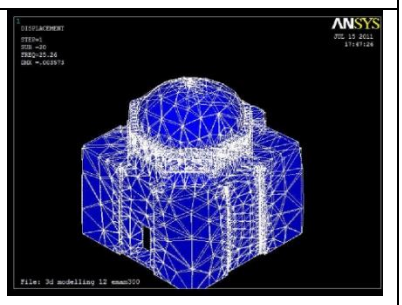
شکل ۹– تغییر مکان (مود هفتم)



شکل۱۰- تغییر شکل (مود هشتم)



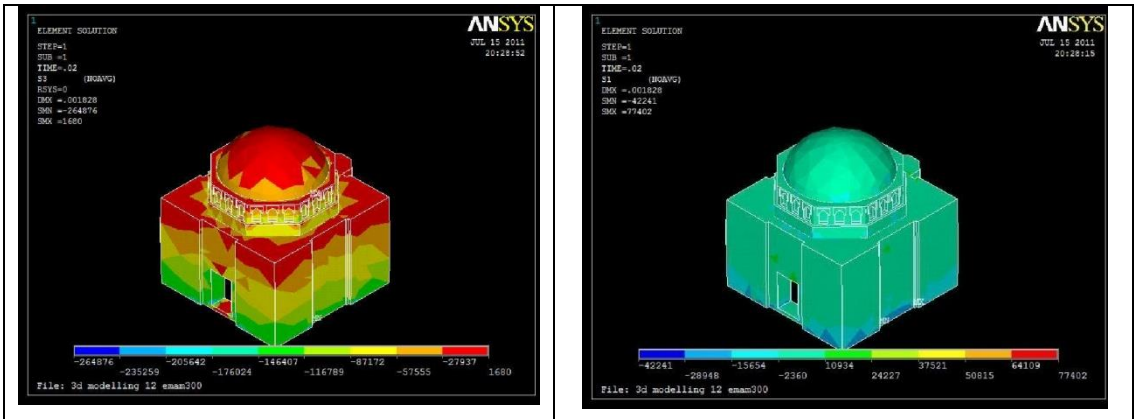
شکل ۱۱- تغییر مکان (مود دهم)



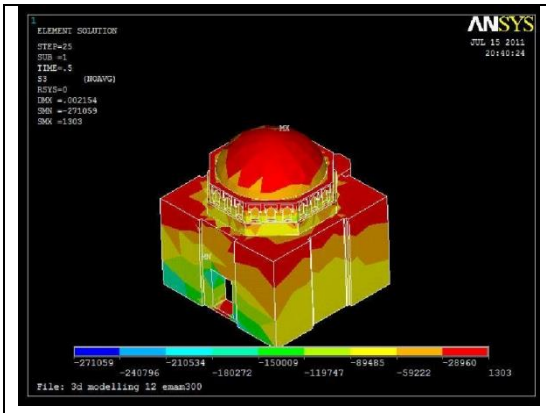
شکل ۱۲- تغییر مکان (مود بیستم)

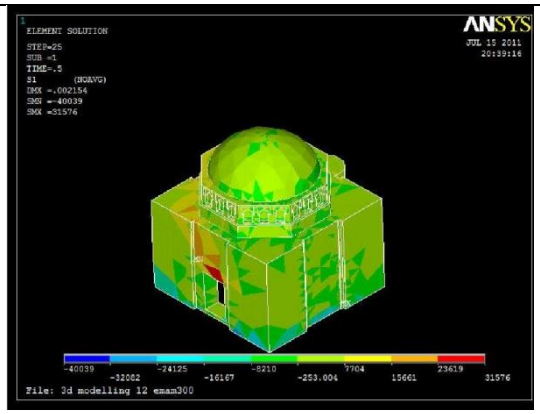
۶-بررسی رفتار گنبد در برابر زلزله

از مسائل مهمی که ساختمان های سنتی با آن روبرو هستند، زلزله خیز بودن سرتاسر ایران است ... هیچ نقطه از کشور ما را نمی توان مصون از زلزله پنداشت [۱۱] در این پژوهش آنالیز زلزله بقعه دوازده امام یزدبر مبنای زلزله ناغان که در پهنه بندی زلزله، در مناطق با خطر نسبی زیاد قرار دارد [۱۲]،صورت گرفت. این زلزله ۱۷فروردین ۱۳۶۵در ناغان چهارمحال و بختیاری رخ داده است. شتاب اعمال شده به سازه با استفاده از شتاب نگاشت زلزله ناغان با شتاب ماکزیمم ۷-۹ متر بر مجذور ثانیه و تا ثانیه۲/۵، آنالیز شده است. برای رسیدن به رفتار سازه و چگونگی توزیع تنش های کششی و فشاری در ساختار بنا در ثانیه۲/۵، آنالیز باید در ۲۵۲مرحله (step) توسط نرم افزار صورت گیرد ولی در این پروژه در ۱۰۰مرحله که به رفتار گنبد در ثانیه ۲ نایل می شود، آنالیزانجام شده است. [۵]

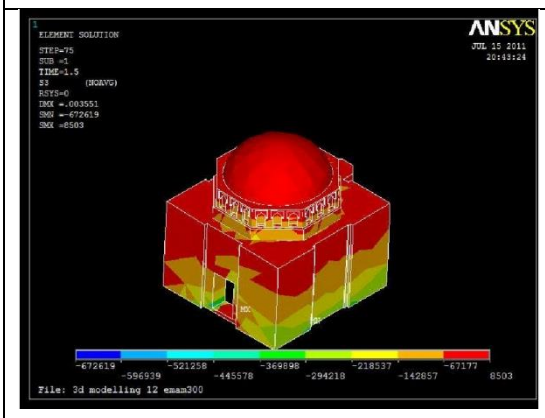


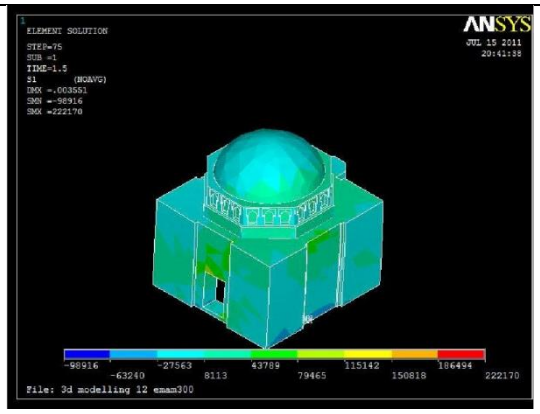
شکل۱۳- توزیع تنش های کششی (راست) و فشاری (چپ) درStep1--------0.02s



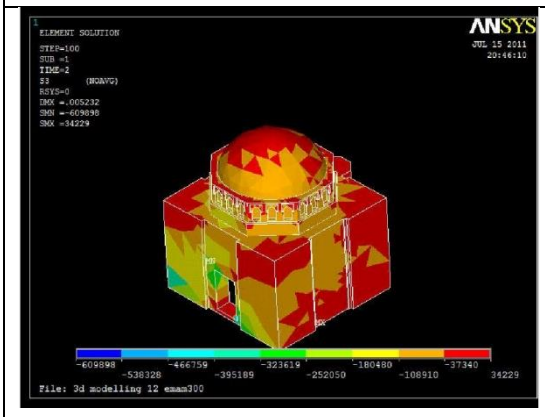


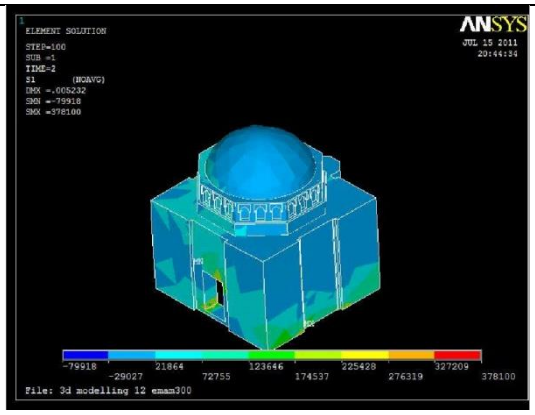
شکل۱۴-توزیع تنش های کششی (راست) و فشاری (چپ) در Step25-------0.5s





شکل۱۵- توزیع تنش های کششی (راست) و فشاری (چپ) در Step75-------1.5s





شکل۱۶-توزیع تنش های راست کششی () و فشاری (چپ) در2s ------Step100

پس از وقوع زلزله تنش‌های کششی در ثانیه یک و نیم به بالاتر از حد مجاز می‌رسد که نشان‌دهنده شروع ترک‌ها می‌باشد، این در حالی است که بیشترین تنش فشاری در محدوده مجاز بوده و هنوز بنا پابرجا خواهند ماند، این روند با افزایش زمان زمین لرزه، تشدید می شود تا جایی که تنش های کششی و فشاری از ثانیه دوم به بعد بسیار بیشتر از حد معمول و مجاز برای پایداری سازه می شود که این امر سبب آسیب شدید بر بنا شده و حتی می تواند باعث تخریب کل بنا گردد.

خوشبختانه یزد از نظر آسیب زلزله نسبت به اغلب نقاط کشور ایمن تر بوده و در نقشه ی پهنه بندی زلزله در آیین نامه ی ۲۸۰۰ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن در مناطق با خطر نسبی متوسط قرار دارد.

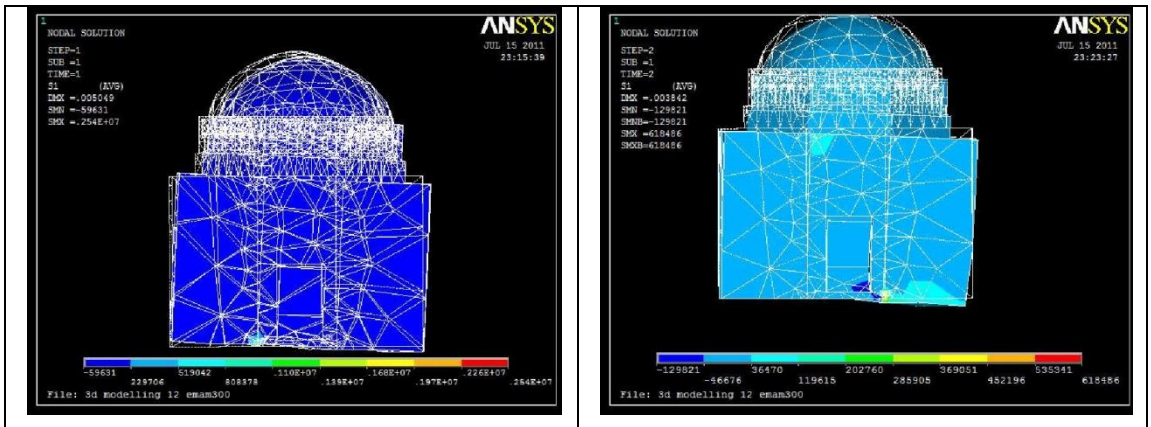
از این حیث می توان گفت که اغلب بناهای تاریخی این شهر از جمله قبه ی دوازده امام و نیز سردر رفیع و باشکوه مسجد جامع کبیر یزد از اقبال بلندی برخوردار بوده اند که هنوز پابرجا هستند.

جدول۳-درجه بندی خطر نسبی زلزله شهرها
و نقاط نزدیک گنبد [۱۲]

شهر / خطرزلزله	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم
ابرکوه		●		
اردکان			●	
بافق		●		
طبس	●			
میبد			●	
یزد			●	
مهریز			●	

۷-بررسی نشست احتمالی گنبد تحت بار وزن خود

یکی از عوامل آسیب رسان به بناهای تاریخی نشست‌های زیر پی می‌باشد که سبب آسیب‌های شدید از جمله ترک‌های سازه‌ای می‌شوند. در بنای مورد مطالعه با اعمال نشست ۲ سانتی متری در زیر بخشی از پی بنا می‌توان افزایش شدید تنش‌های کششی را مشاهده کرد.



شکل ۱۷- رفتار استاتیکی گنبد در اثر نشست احتمالی بخشی از دیوار

۸-نتیجه‌گیری

با توجه به تحلیل‌های انجام شده توسط نرم‌افزار و تصاویر گرافیکی ارائه شده در اشکال فوق، نتایج زیر در مورد رفتار و پایداری گنبد دوازده امام تحت بار وزن خود و در برابر نیروهای زلزله (منطقه ناغان) بدست می آید:

۱- این بنا در برابر نیروهای استاتیکی تحت بار وزن مقاومت و ایستایی کامل دارد و احتمال آسیب دیدگی شدید بنا ناشی از بارهای ثقلی وجود ندارد. البته پای گنبد (بالای چپیره) و قسمت فوقانی بشن در این بنا نقاطی هستند که بیشترین تنش فشاری را تحمل می کنند.

۲- بنای گنبد دوازده امام یزد بیشترین خسارت را تخت بار زلزله ناشی از نیروهای کششی متحمل می شود .

۳- نشست ها هم در پی و هم کالبد بنا سبب افزایش تنشهای کششی شده که همین امر زمینه ساز ایجاد ترک و تخریب در بنا می باشد.

با توجه به نتایج فوق الذکر در طرح مرمت بقعه نیز می‌توان از مصالح مقاوم در برابر کشش در نقاطی که مقدار تنش کششی بیش از حد توان بنا و مصالح است استفاده کرد. به این منظورکاربرد چوب های مقاوم در برابر موریانه به عنوان کش‌ها و کلاف‌های کششی در بالای سردر ورودی و بدنه گنبد توصیه می‌شود. برای جلوگیری از خردشدگی و لهیدگی و وقوع ترک ناشی از تنش های فشاری در پای گنبد نیز می توان از مواد و مصالح سنتی مثل نیپا سازو هادر تقویت و کلاف‌بندی بخش فوقانی جرزها و پای گنبد استفاده کرد. برای افزایش مقاومت بنا در برابر تنش های فشاری در نقاط مشخص شده، اصلاح ویژگی ها و یا تعویض آجرهای فرسوده و کهنه با آجرهای جدید توصیه می شود.

۹-منابع

[۱]- پیرنیا، ع. (۱۳۸۶)، "سبک شناسی معماری ایرانی،"تدوین دکتر غلامحسین معماریان، تهران، انتشارات سروش دانش، ۱۷۵.

[۲]- آیتی،ع. (۱۳۱۷)،"آتشکده یزدان،یزد،" انتشارات اداره میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری یزد.

[۳]- ابویی، ر. (۱۳۸۸)، "هزارسال استواری،"یزد، انتشارات اداره میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری یزد.

[۴]- توسلی، ا. (۱۳۸۲)، "نگرشی بر مقاوم سازی آثار تاریخی،"اولین همایش بین المللی مقاوم سازی لرزه ای، تهران.

[۵]- حجازی، م. (۱۳۹۰)، "جزوه درسی کاربرد کامپیوتر در آنالیز و طراحی سازه های سنتی،" اصفهان،دانشگاه هنر، دانشکده حفاظت و مرمت.

[6]- Khodayari R, Karimi Moridani K, Yadegari A. (2013), ‘‘Equivalent Static Analysis of the Kabud Tower of Maragheh,’’ Journal of Civil Engineering and Urbanism, Volume3, p.p 260-264.

7. Khodayari R, Karimi Moridani, K, Yadegari A. (2014), ‘‘Seismic Behavior Assessment of The Historical Tomb of Sheikh Shahabedin Ahary,’’ Journal of Civil Engineering and Urbanism, Volume4, p.p 382-389.

[۸]- رهگذر، ر. و مقدس، م. (۱۳۸۷)، "بررسی رفتار و استقامت ساختمان گنبد سبز در برابر زلزله،" چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران.

[۹] -Binda, L. and Modena, C. (2006),‘‘Structural Analysis of Historical Construction and Possibility of Numerical and Expermintal Techniques,’’http://www.stru.polimi.it/sum9899.html.

[۱۰] Hejazi, M. M. (1997), ‘‘Historical Buildings of Iran: Their Architecture and Structure,’’ Computtational Mechanics Publications, Southampton.

[۱۱] -هیلن براند، ر. (۱۳۸۵)، "معماری اسلامی: شکل، کارکرد و معنی،"ترجمه باقر آیت الله زاده شیرازی، تهران، انتشارات روزنه، ۲۹۰.

[۱۲] -سوایی، ا. (۱۳۹۰)، "آنالیز مکانیک جامدات با ANSYS 12.0،" تهران، انتشارات موسسه فرهنگی و هنری سیمرغ.

[۱۳]- رئیسی دهکردی، ب. (۱۳۷۵)، "استحکام بناهای تاریخی،" تهران، انتشارات امیرکبیر، ۳ و۴.

[۱۴]- آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)، ویرایش دوم، تهران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

A Survey of structural behavior and Stability of Davazdah Emam Dome in Yazd Against Earthquake

Mostafa Attarabbasi*
Master of Science in Repair and Restoration of Historic Monuments and Sites, Department of Civil Engineering , Islamic Azad University, Maragheh Branch, Maragheh, Iran
Saed Hematzadeh Dastgerdi
Master of Repair and Restoration of Historic Monuments and Sites, Faculty and Applied Sciences, Bulding and Urban Development, Yazd, Iran
Ghorban Mahboobi
Ph.D Student in Architecture, Islamic Azad University, Science and Research, Islamic Azad University faculty Member, Maragheh Branch, Maragheh, Iran

ABSTRACT:

This article aims to analyze the sustainability and vulnerability of Davazdah Emam Dome that is located in the historical context of Yazd city against to Earthquake. This dome dated back to Al-Muzaffar era (429 A.H.) and it is the oldest monument with inscription in Yazd. Baked bricks and traditional materials are used to build this dome. In this article we made a 3D modeling of dome in AutoCAD and carried out its structural analysis in Ansys software. After its structural analysis under own weight and modal analysis and earthquake analysis (Naghan area), we surveys the results and identify the vulnerable and sensitive areas of dome with lowest cost and in a short time. Also the structural characteristics of dome are specified.

Key words: Yazd, Davazdah Emam Dome, Earthquake, Structural, Modal Analysis