زلـــزلـــــــه ۲۸ آذر مـــاه تفـــــــرش

حجـــت الـــه عـــادلـــــــی
دانشکده فنـــی دانشگـــاه تهـــــران

چکیـــــــده

این مقاله گزارش کوتاهی است از زلزله‌ی ۲۸ آذر ماه تفرش که شهرستانهای ساوه، قم و اراک و روستاهای تابعـــــه را لرزاند. مشاهدات حاصل از آثار این زلزله بر روی ساختمانها و علل خرابی آنها به طور خلاصه مورد بحث قرار گرفته است.

در ساعت ۴و ۴۷ دقیقه بامداد روز ۲۸ آذر مـــاه ۱۳۵۹ زلزله ای به بزرگی (قدرت) حدود ۵/۸ ریشتر استان مرکزی به ویژه شهرستان های ساوه، قم و اراک و روستاهای تابعه را لرزاند. دراین زلزله ۲۶ نفر تلف‌شدند. سازمـــان تحقیقات زمین شناسی ایالات متحده امریکا[1] مرکز زلزله را در طول ۵۰/۶۷ شرقی‌و در عرض ۳۴/۶۲ شمالی و عمق‌کانون آن را برابر با ۳۳ کیلومتر گزارش کرده است.

باوجود اینکه این زلزله قدرت نسبتا" کمی داشت، منطقه ی وسیعی ازجمله تهران را به لرزه درآورد. علت این امر احتمالا" عمق نسبتا" زیاد کانون زلزله بوده است. زیرا هر قدر عمق زلزله بیشتر باشد امواج ناشی از آن در فاصله‌ی بیشتری منتشر می‌گردند (۳). بخصوص امواجی اززمین کـــه دارای دوره‌ی تناوب زیاد (فرکانس یا بسامد کم) میباشند، بدون اینکه مستهلک شوند، می‌توانند صدها کیلومتر حرکت نمایند. ارتعاشات با دوره ی تناوب زیاد زمین بـــر روی ساختمانهای بلندکه به طور کلی دارای دوره‌ی تناوب‌طبیعی زیادی هستند بیشترین اثر را می‌گذارد. از این جهت است که زلزله ی اخیر در طبقات بالای ساختمانهای چند طبقـــه تهران بخوبی حس گردید.

این زلزله باعث شد که یکبار دیگر توجه مردم بـــه زلزله خیزی تهران ومناطق مجاور آن معطوف شود. استـــان مرکزی و منطقه ی تهران بارها در طول تاریخ، زلزله های مخرب را بخود دیده است (۴و۷). براساس نوشته هـــای تاریخ نویسان، شهر ری که سابقهٔ تاریخی دارد، چند بار در اثرزلزله های شدید با خاک یکسان شده است. در نیـــم قرن گذشته نیز فعالیت زلزله خیزی این منطقه قابل توجـــه بوده است (۵و۶). مثلا" زلزله ی مخرب بوئین زهرا (جنوب قزوین) با بزرگی (قدرت) ۷/۲۵ ریشتر درروز اول سپتامبر ۱۹۶۲ در فاصلهٔ ۱۴۰ کیلومتری جنوب غربی تهران اتفاق افتاد که حدود ۱۲۴۰۰ نفر تلفات بجا گذاشت.

1- U.S. Geological Survey

اکثر ساختمانهای روستاهای آسیب دیده ازنوع خشتی بودند . علت و نحوهٔ خرابی ساختمانهای خشتی قبلا " مورد بحث قرارگرفته (مراجع ۱و۲) و روشهای مختلفی برای تقویت آنها ارائه شده است (مرجع ۲) . اما بحث دربارهٔ علت و نحوهٔ خرابی ساختمان های آجری در این زلزله جالب می‌باشد .

تصویر ۱ شکست یک دیوارآجری را در اثر برش افقی ناشی از زلزله به موازات صفحه‌ی دیوار نشان می‌دهد . این نوع شکست معمولا " به صورت مورب صورت می‌گیرد . در این دیوار ازآجر های نسبتا " مرغوب استفاده شده است ولی ملاط بکار رفته ضعیف می‌باشد . در نتیجه آجر ها در محل بندها از هم جدا شده اند . مقاومت برشی دیوارها بستگی به مقاومت اتصالی بین ملاط و مصالح بنائی دارد . آزمایشهای مقاومت اتصالی ملاط های ماسه ـ سیمان نشان داده اند که کاهش مقدار سیمان در ملاط، مقاومت اتصالی آنرا به طور قابل ملاحظه ای کاهش می‌دهد (۲) . ملاط آهک به هیچ وجه مقاومت ملاط سیمان را ندارد . ساختمانهای آجری که با ملاط آهک ساخته شده اند در اغلب زلزله ها فرو ریخته اند . از این رو استفاده ازآن توصیه نمی‌شود . درجایی که آهک ارزان و سیمان گران می‌باشد می‌توان ملاطی با مخلوط سیمان و آهک ساخت (۲) .

تصاویر ۲و۳ ترک های ایجاد شده دردیوار آجری را در اثر برش افقی عمود بر صفحه دیوار نشان میدهند . در اثر این برش، دیوار به طور جانبی (تصویر ۴) به ارتعاش در می‌آید . ترک های ناشی از این ارتعاش به طور کلی قائم می‌باشند (تصاویر ۵و۶) . مجددا " به تصویر ۲ توجه کنید . آجرچینی دیوار در گوشهٔ ساختمان به طور صحیحی انجام نشده است بطوری که بندها ، در یک امتداد قائم ، تقریبا " رویهم قرار گرفته اند . آجرچینی غلط در بالای پنجرهٔ تصویر ۳ نیز به ترک خوردن دیوارها کمک کرده است .

برای جلوگیری ازترک‌خوردن دیوارهای آجری ، باید در بالای دیوارهای هر طبقه یک تیرکلاف بتن‌مسلح به‌کاربرد (تصویر ۴) . این تیر کلاف باعث تقویت قسمت های فوقانی دیوارها شده نیروهای زلزله عمود بر صفحهٔ دیوارها را به نحواحسن به دیوارهای مجاور منتقل می‌کند و موجب می‌شود ساختمان به صورت یکپارچه عمل کند (۳) . تیر کلاف فوقانی در سقف های شیروانی برای توزیع بارهای متمرکز خرپاها نیز تکیه گاه مناسب ایجاد می‌نماید (تصویر ۷) .

تصاویر ۸و۹ ساختمان مسجد روستای کلاغ نشین را پس از زلزله نشان می‌دهند عناصر بار بر قائم این ساختمان ترکیبی از دیوار و ستونهای فولادی لوله ای با مقطع مربع ، و سقف ساختمان از طاق ضربی می‌باشد . همانطور که مشاهده می‌شود قسمت اعظم این ساختمان در زلزله مزبور فرو ریخته است ، در حالیکه تعداد زیادی ساختمان خشتی در این روستا فقط ترک برداشته اند . هنگامی که مصالح سازه ای مختلف در یک ساختمان ترکیب می‌شوند به تفاوت رفتار آنها در هنگام وقوع زلزله باید توجه کافی شود . نیروهای زلزله در قسمتی از این ساختمان ظاهرا " می‌بایست به وسیلهٔ عمل قابی (یا شبه قابی) ستون ها و تیرهای فولادی و در قسمت دیگر آن به وسیلهٔ دیوارهای آجری گرفته شود . قاب ها (یا تیروستون ها) دارای انعطاف پذیری جانبی زیادی می‌باشند ، درحالیکه دیوارهای آجری ازآن ها به مراتب صلب ترهستند و در نتیجه تغییر مکان جانبی کمتری می‌دهند . این اختلاف در رفتار دو قسمت ساختمان باعث می‌شود که ساختمان به صورت یکپارچه عمل نکند و از هم پاشیده شود . بعلاوه ، همانطورکه در تصویر ۹ مشاهده می‌شود تیرفولادی به صورت ساده در روی ستون فولادی قرار داده شده است . این نوع اتصال برای حمل بارهای قائم وزن اشکالی ندارد ولی برای ایجاد مقاومت جانبی در مقابل نیروهای افقی ناشی از زلزله کافی نمی‌باشد .

تصاویر ۱۰ تا ۱۲ ساختمان مقبرهٔ امامزاده عبداله واقع در چهل کیلومتری جنوب قم را نشان می‌دهد که در یکی از پسلرزه های زلزله مزبور فروریخته است . این ساختمان در زلزله ی ۲۸ آذر ماه ترک برداشته وضعیف شده بود . شکل سه بعدی متقارن گنبد و حلقه فولادی دایره یی تحتانی به‌آن یکپارچگی داده باعث شده اند که گنبد به راحتی بتواند مؤلفه های مختلف ارتعاشات ناشی از زلزله را تحمل کند . اما دیوارها و پایه های گنبد در اثر وزن نسبتا " زیاد گنبد ، تحت تاثیر نیروهای افقی ناشی اززلزله ی زیادی قرار گرفته ابتدا ترک برداشته سپس فرو ریخته اند . اما دیوارها و پایه های گنبد علاوه بر دارا بودن مقاومت کافی باید کاملا " به یکدیگر و همچنین به گنبد بسته شوند تا در موقع وقوع زلزله ، گنبد و دیوارها و پایه ها به صورت یک ساختمان واحد عمل کنند .

درتصویر ۱۳ ، چهار تا ازگلدسته های آجری مقبره‌ی حضرت معصومه کمی مایل شده اند . این گلدسته ها به‌علت

باریک بودن به صورت آونگ وارونه نوسان کرده و دراثـــر مقاومت کششی بسیار کم آجر وملاط، در محل اتصال به سقف ترک برداشته‌اند .برای اجتناب ازعمل مزبور می‌بایست آن‌ها را در محل اتصال به سقف به وسیله ی میله گردهای فولادی تقویت نمود .

مـــراجـــع

۱ــ عادلی ، حجت اله ، "زلزله‌ی ۲۳ آبان ۱۳۵۸ قائنات" ، نشریه ی شماره‌ی ۴۲ دانشکده ی فنی دانشگـــاه تهران ، اردیبهشت ۱۳۵۹ .

۲ــ عادلی ، حجت الله" ساختمان های کوچک در مناطق زلزله خیز" انتشارات دهخدا ، ۱۳۵۹ .

۳ــ عادلی ، حجت اله " مهندسی زلزله ــ جلـــد اول" انتشارات دهخدا و هنر ، ۱۳۵۹ .

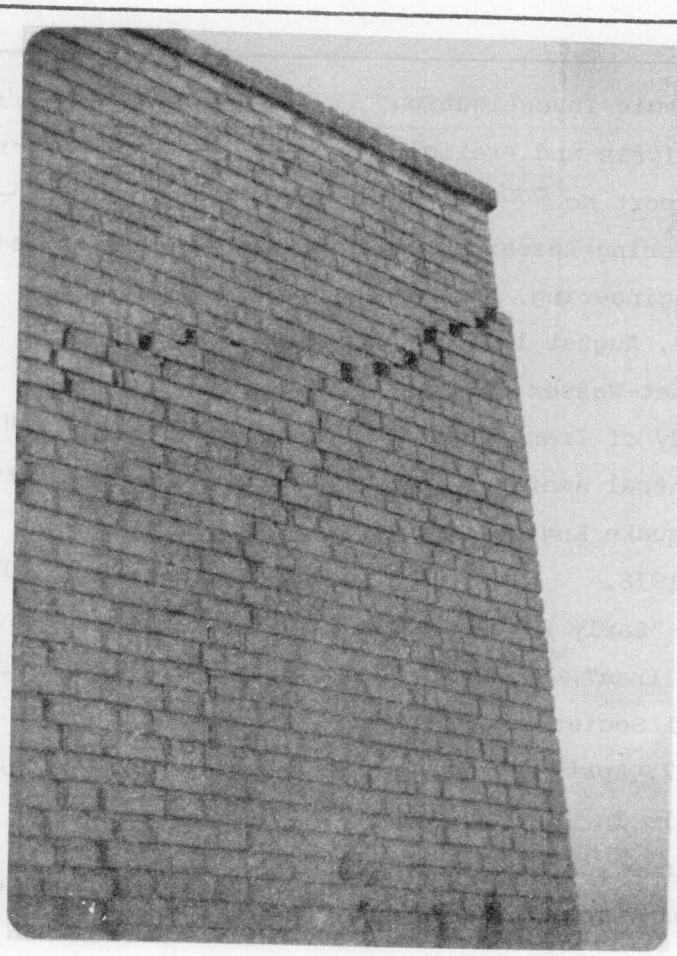
۴ــ معین فر ،علی اکبر ، "تهران و زلزله" ،نشریه‌ی کانون مهندسین ایران .

5- Adeli, H. and Nemat-Nasser,S.,"A Probabilistic Seismic Investigation for Iran-Data Analysis and Preliminary Results", Report No.77-8-1, Earthquake Engineering Research Lab., Dept. of Civil Engineering, Northwestern University, August 1977.

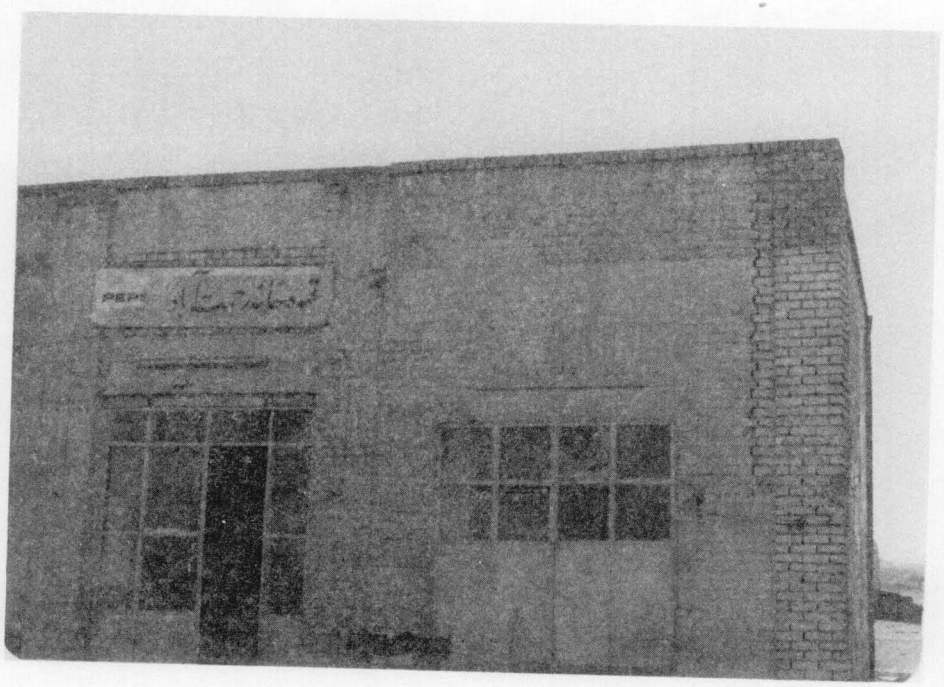
6- Adeli, H. and Nemat-Nasser,S., "A Seismic Risk Study of Iran", Proceedings of the Central American Conference on Earthquake Engineering, Vol. 1, January 1978.

7- Ambraseys, N.N., "Early Earthquakes in North-Central Iran", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 58, No.2, April 1968.

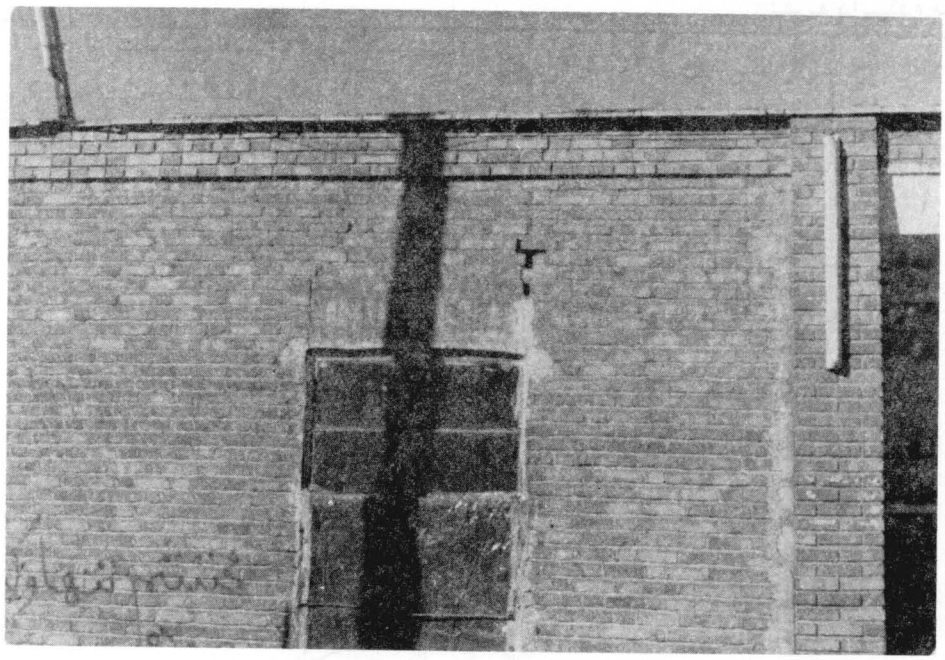
8- "Design Essentials in Earthquake Resistant Buildings", Architectural Institute of Japan, Tokyo, 1970.



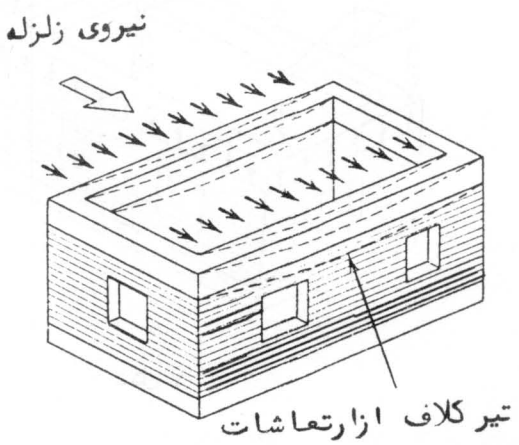
شکل ۱



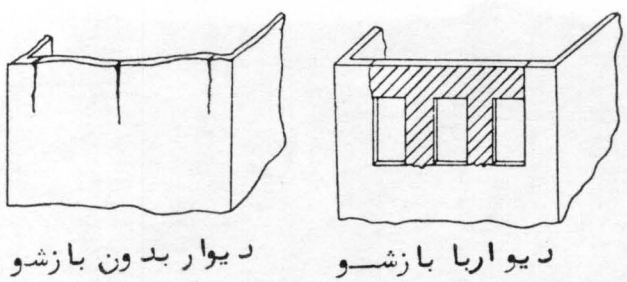
شکل ۲



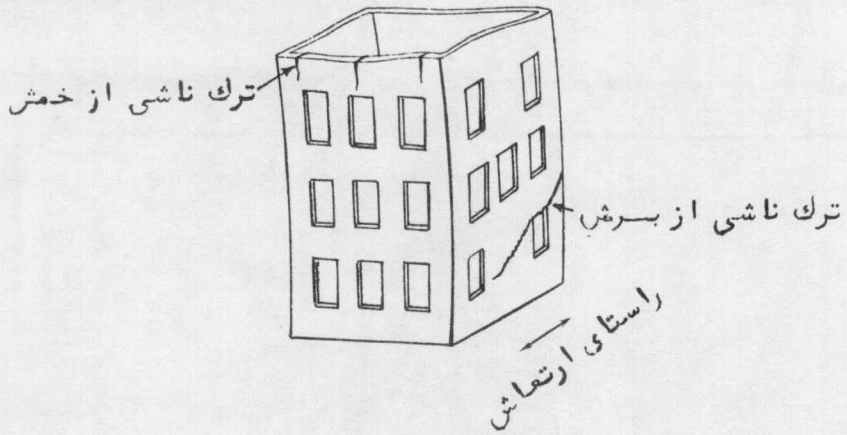
شکل ۳



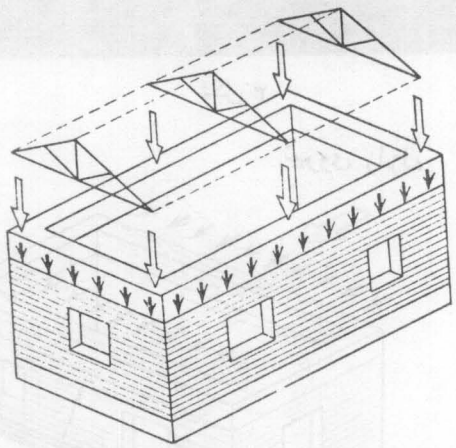
شکل ۴



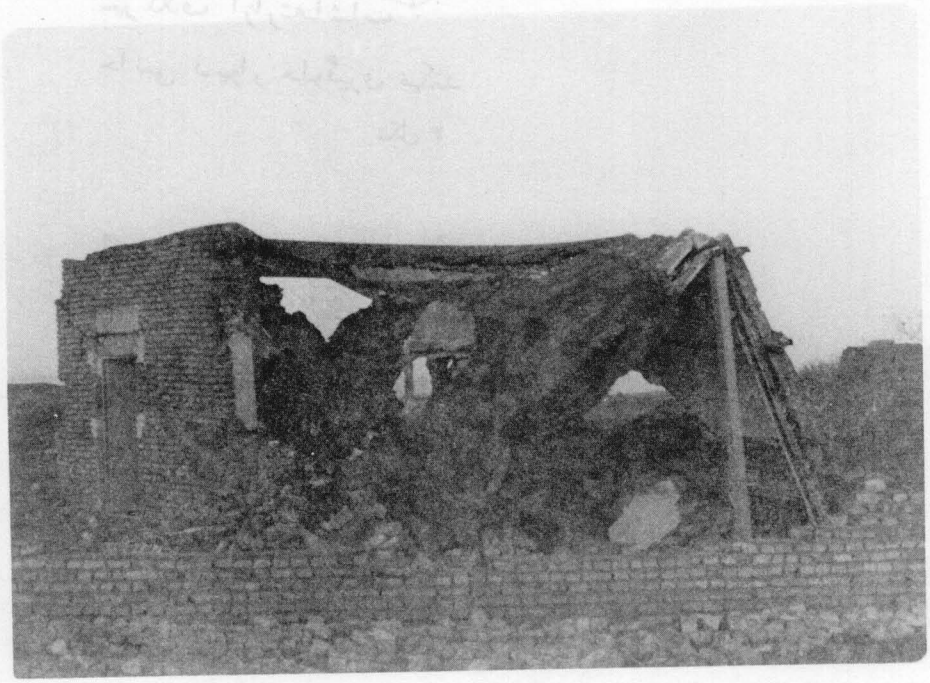
شکل ۵



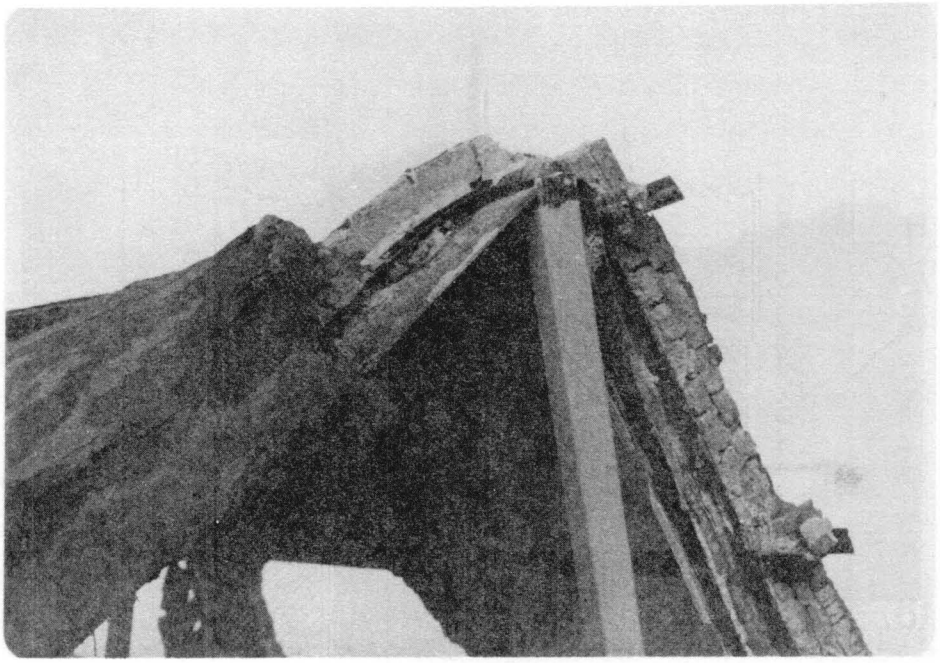
شکل ۶



شکل ۷

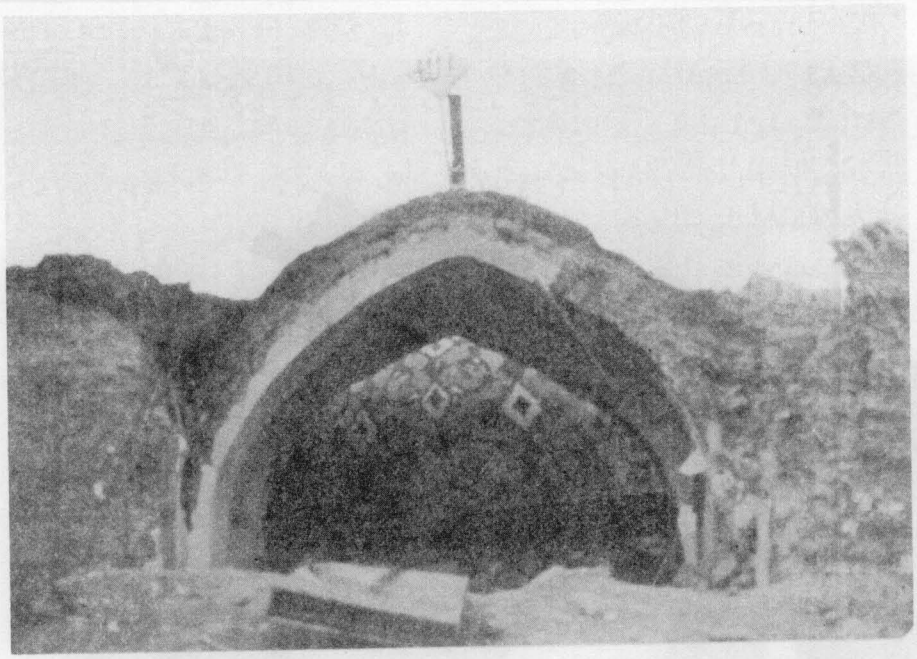


شکل ۸



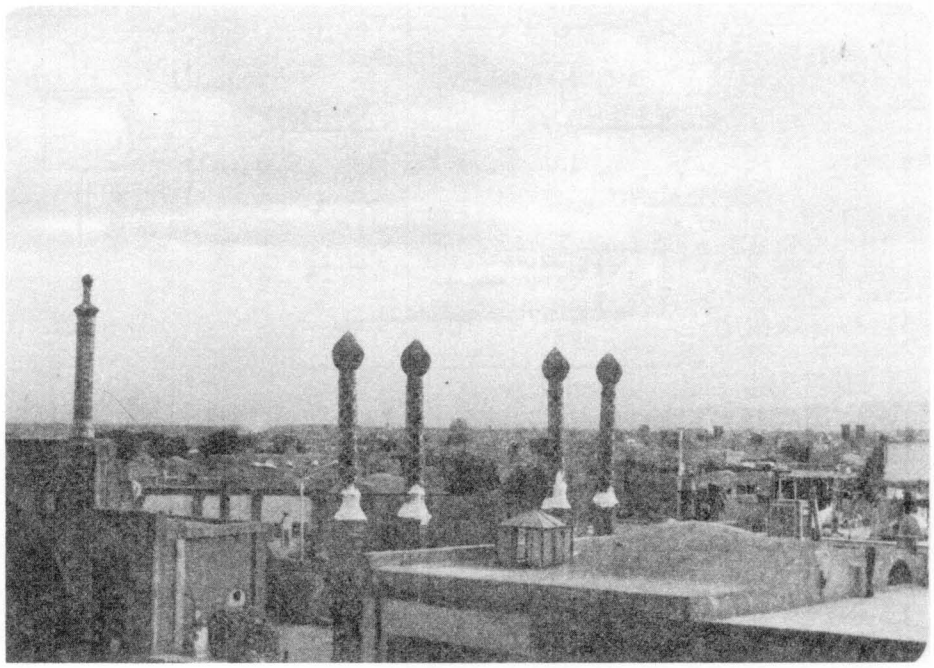
شکل ۹

شکل ۱۰



شکل ۱۱

شکل ۱۲



شکل ۱۳