

تحلیل ویژگی‌های هندسی فرمی در گونه‌شناسی و فناوری ساخت بناهای بلندمرتبه استان اصفهان

نمونهٔ مطالعاتی: مناره‌های منفرد^۱

ساناز رهروی پوده^۲

درازفت: ۶ بهمن ۱۳۹۸
پذیرش: ۱۷ مهر ۱۳۹۹
(صفحه ۱۲۸-۱۱۳)

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوارسگان)

کیانوش صفاری پور اصفهانی^۳

کلیدوازگان: گونه‌شناسی مناره‌های منفرد، فناوری ساخت مناره‌ها، ویژگی‌های هندسی، توانمندی استادکاران معماری سنتی اصفهان.

۱. از آقایان استادیمهدی پاکنژاد و نعمت‌الله رضایت، که در تهیه این مقاله از راهنمایی‌هایشان بهره‌مند بودیم، کمال تشکر را را دریم، در ادامه خلاصه ساخته کاری ایشان معرفی می‌گردد: استاد مهدی پاکنژاد متولد ۱۳۱۹ اصفهان به شغل خوانادگی خود یعنی معماری پرداخته است. معماری و طراحی طاق تخصص منحصر به فرد این هنرمند است بخش‌هایی از عمارت‌خانه شاهی و ساختمان سفارت ایران در فرانسه از آثار ایشان است (سیدمه‌دی سجادی نائینی، معماران و مرتکاران سنتی اصفهان، ص ۱۰۸). استاد نعمت‌الله رضایت در سال ۱۳۲۲ در اصفهان متولد شد. از کارهای ایشان مرمت گنبد حرم مطهر زینبیه در اصفهان، اجری گنبد و ساخت کلی ساختمان امامزاده شمس الدین علی‌یحیی، و ساخت گنبد و گلستانه مسجد المهدی است (همان، ص ۱۸۳).

طبقات، شکل پلان، فرم نهایی، پلکان، و پایه پرداخته و در انتهای روش ساخت مناره‌ها بررسی خواهد شد. یافته‌های این پژوهش بیانگر آن است که به لحاظ پلان مناره‌های شهر اصفهان، دایره‌ای و چهارگرد هستند و هر قدر ارتفاع مناره بیشتر بوده، قطر دیوار خارجی آن را بیشتر می‌گرفتند، از نظر حجم مناره‌های منفرد اصفهان به شکال استوانه و مخروط ناقص هستند که به صورت با پایه و بدون پایه ساخته شده‌اند، دو نوع کلاف چوبی در ساخت این مناره‌ها استفاده شده است و هم‌اصل ساخت دیوار خارجی همراه با ساخت پلمه‌ها تجام می‌شده است تا به صورت هشت و گیرساخته شوند.

مقدمه

در بافت‌های تاریخی شهر اصفهان بناهای بلندمرتبه‌ای هستند که عملکردهای متنوعی را پوشش می‌داده‌اند، مناره‌ها از نظر ویژگی‌های معماری، سازه‌ای، و تزیینات منحصر به فرد هستند و با وجود عناصر مشترک در ساخت هریک از آن‌ها، با هم تفاوت‌هایی از نظر شکلی، فرمی، تزیینات و تناسبات نیز دارند. در این میان، در این بناهای بلندمرتبه مصالح در دسترس، توانمندی استادکاران

در شهرهایی همچون اصفهان مناره نقش تأثیرگذاری در حیطه فضای شهری در بافت‌های تاریخی دارد؛ این بناها عملکردهای متفاوتی را پوشش می‌داده‌اند و دارای ویژگی‌های معماری، سازه‌ای، و تزیینات گوناگون در اجزای تشکیل دهنده خود بودند و هستند. باور بنیادین محققان در پژوهش حاضر آن است که فرم نهایی اجزای تشکیل دهنده مناره‌های شهر اصفهان به شکل مستقیم از نوع چینش آجرها، توانمندی استادکاران سنتی، شکل پلان، و شکل تزیینات تأثیر می‌ذیرد. در این پژوهش با معرفی اجزای مناره و بررسی نمونه‌هایی از مناره‌ها موجود در شهر اصفهان، ویژگی‌هایی هندسی در تحلیل فرم نهایی و چگونگی جزئیات اجرایی و ساخت آن‌ها بررسی می‌شود. در مطالعاتی پس از معرفی، مناره‌ها به صورت توصیفی از نظر عملکردی، سازه‌ای، و شکلی بررسی شده‌اند. در پژوهش پیش رو علاوه بر گونه‌شناسی و دسته‌بندی مناره‌ها، به تحلیل چگونگی ساخت آن‌ها نیز پرداخته خواهد شد؛ از مطالعات کتابخانه‌ای، مشاهده و برداشت میدانی، و مصاحبه با استادکاران معماری سنتی بهره‌برداری می‌شود و سپس نظام هندسی، گونه‌شناسی، و ساختار سازه‌ای نمونه‌ها از طریق مدل سازی با نرم‌افزارهای سینه‌عده پیاده می‌گردد. در ابتدا مناره‌ها معرفی و بعد به اجزای تشکیل دهنده آن‌ها اشاره خواهد شد، سپس به گونه‌شناسی آن‌ها بر مبنای موقعیت قرارگیری، تعداد

پرسش‌های تحقیق

۱. مناره‌ها بر اساس ویژگی‌های کالبدی (شکل پلان در طبقات، برش، حجم، تعداد طبقات، و نوع تزیینات) به چه گونه‌هایی دسته‌بندی می‌شوند؟
۲. شکل و اجزای درونی پلان چگونه بر حجم بیرونی مناره‌ها تأثیرگذار بوده است؟
۳. توانمندی استادکاران سنتی چگونه در ایجاد مناره‌هایی با فرم‌های متنوع تأثیر داشته است؟
۴. فرایند ساخت مناره‌ها توسط استادکاران معماری سنتی به چه صورت بوده است؟
۵. محمدعلی مخلصی، مناره‌ها، ص ۳۲۲
۶. نویسنده مسئول s_rahravi@khusif.ac.ir
۷. دانشجوی کارشناسی معماری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوارسگان)
۸. میل نشان‌دهنده و راهنمایی برای مهمنان خانمها بوده برای فراخوانی درویشان و غربیان به مهمنای شام و ناهار.

ستی، و موقعیت سیاسی شهر در ویژگی‌های هندسی آن‌ها نقش بسزایی داشته است. به این بنای‌های ارزشمند اهمیت جندانی نداده‌اند، ولی کماکان با توجه به ارتفاع بلندشان در بطن آن‌ها نقش راهنمای مسافران بودن حفظ شده است و نمادی برای هر شهری محسوب می‌شوند.

یکی از مهم‌ترین عناصر معماری که جایگاه مهم و ویژگی‌های در فرهنگ معماری و آداب و سنت اجتماعی ایران دارد، میل‌ها^۴ و مناره‌ها هستند که با توجه به جایگاه اجتماعی و مذهبی آن‌ها، کمتر تحلیل و بررسی شده‌اند.^۵ شناخت و دسته‌بندی مناره‌ها و اطلاع از نحوه ساخت و چیدمان آن‌ها علاوه بر آنکه به شناخت راهکارهایی در جهت نگهداری و مرمت می‌انجامد، می‌تواند سرآغازی برای اجرای سازه‌های بلندمرتبه معاصر باشد و مهندسان ایرانی را در تداوم هویت معماری دستاورده‌گذشتگانشان یاری رساند، ویژگی‌های معماری و گونه‌شناسی و فناوری ساخت در این بنای‌های بلندمرتبه تا حدی از زوال این بنای‌های ارزشمند نیز جلوگیری می‌کند و می‌تواند یکی از جاذبه‌های گردشگری مورد توجه مسافران و گردشگران باشد. همچنین نتایج تحقیق مبنای نظری برای توجه به گونه‌شناسی هندسی و فناوری ساخت مناره‌های ساخته شده در گذشته و درک صحیح از اجزای این بنای‌ها نیز خواهد بود. از این‌رو این نتایج به ارتقای دانش معماری در حوزهٔ تاریخی کمک خواهد کرد.

پژوهش حاضر بر این باور بنای‌دین استوار گشته است که فرم نهایی مناره‌ها به شکل مستقیم، از یکسو، از هندسهٔ نظری مبتنی بر فرم پلان بنا و ساختمان‌های پیرامونی، ارتفاع، چشم‌ انداز منظر، نوع دکل، تزیینات، چینش آجر و از سوی دیگر، از فناوری ساخت، توانمندی معمار و مصالح در دسترس تأثیر می‌پذیرد. در این پژوهش سعی بر معرفی، مستندگاری ویژگی‌های کالبدی، و گونه‌شناسی مناره‌ها و شیوه ساخت آن‌ها بر اساس اصول هندسی است. در این پژوهش پاسخ به این پرسش‌های پیگیری می‌شود: مناره‌ها بر اساس ویژگی‌های کالبدی (شکل پلان در طبقات، برش، حجم، تعداد طبقات، و نوع تزیینات) به چه گونه‌هایی دسته‌بندی می‌شوند؟ شکل و اجزای درونی پلان چگونه بر حجم بیرونی مناره‌ها تأثیرگذار بوده است؟ توانمندی استادکاران سنتی چگونه در ایجاد مناره‌هایی با فرم‌های متنوع تأثیر داشته است؟ فرایند ساخت مناره‌ها توسط استادکاران معماری سنتی به چه صورت بوده است؟

۱. پیشینهٔ پژوهش

برخی محققان به مطالعهٔ تاریخی در مورد مناره‌ها توجه کرده‌اند.⁶ برخی دیگر از پژوهشگران به بررسی وضعیت مناره‌های ساخته شده در سده‌های نخستین و در حدود سال ۴۵ پرداخته‌اند که با ریشه‌یابی لغوی مناره و مورفولوژی آن‌ها از نظر پلان و تهرنگ در بعضی از کشورهای اسلامی همراه است.⁷ برخی به بررسی عملکرد مناره‌ها در دوره‌های مختلف پرداخته و جنبه‌های تزیینی یا اذان‌گویی و یا نشانه و راهنمایی برای شهر بودن این عناصر را تحلیل کرده‌اند.⁸ بعضی دیگر به گونه‌شناسی فرمی این عناصر در کشورهای مختلف از جمله مصر و یمن پرداخته‌اند.⁹ پژوهش‌هایی نیز در مورد وجوده تشابه ویژگی‌های فرمی مناره‌ها در کشورهای مختلف انجام شده است.¹⁰ غالب پژوهش‌ها به جنبه‌های سازه‌ای و مقاومت این عناصر باریک و بلندمرتبه در برابر نیروهای جانبی پرداخته‌اند و با نرمافزارهای مربوطه مقاومت آن‌ها را تحلیل کرده‌اند.¹¹ تعدادی از محققان به بررسی عوامل تأثیرگذار در فرسایش مناره‌ها در ارتفاعه‌های گوناگون این بناها اشاره داشته‌اند.¹² محققانی به بررسی ویژگی‌های نمادین این بناها در شهرهای اسلامی اشاره داشته‌اند.¹³ پژوهشگرانی نیز بر روی مساجد و مناره‌های دوره‌های خاصی مانند غوریان و غزنویان متتمرکز شده‌اند¹⁴ و یا به صورت موردنی مناره‌های مساجد را توصیف و در مورد سال ساخت آن، که همزمان و یا قبل و بعد از بنا شدن مسجد ساخته شده‌اند، مطالبی را بیان کرده‌اند¹⁵ (جدول ۱).

محققان از جنبه‌های متفاوت و به صورت توصیفی به گونه‌شناسی و دسته‌بندی بناهای معماری پرداخته و همچنین برخی فناوری ساخت در بعضی از بناها و عناصر معماری را تحلیل کرده‌اند، در این حیطه به مناره‌ها، به منزله بلندترین بناهای شهری، در دوران پیش از صنعتی شدن شهرها و ساخت آسمان‌خراش‌ها و ایجاد معماری مدرن، کمتر توجه شده است.

پژوهش حاضر نخستین تلاش در دسته‌بندی و گونه‌شناسی

مناره‌های شهر اصفهان و چگونگی ساخت آن‌ها خواهد بود. ترکیبی از نظریه‌های متعدد در خصوص مناره‌ها، که با متغیر تأثیرگذیر (گونه‌شناسی و فناوری ساخت) این نوشتار مرتبط است، گرینش شده است. از آنجاکه هندسهٔ دربرگیرندهٔ دو بخش نظری و عملی است، برای رسیدن به این امر به گونه‌شناسی عواملی همچون معرفی اجزای تشکیل‌دهندهٔ مناره‌ها، شکل تهرنگ، فرم اجزای تشکیل‌دهندهٔ (دکل، ساقه، پایه)، نوع و شکل تزیینات، مصالح به کاررفته، و خلاقیت استاد کاران معماری سنتی پرداخته خواهد شد. مناره‌های اصفهان در گذر زمان با مصالحی همچون آجر و بعض‌باً خشت ساخته شده و شکل‌های گوناگونی به خود گرفته‌اند که متأثر از روش ساخت برگرفته از هندسهٔ نظری-عملی و توانمندی معماران سنتی بوده است.

در این مقاله برای پاسخ به سوالات پژوهش، علاوه بر بررسی‌های کتابخانه‌ای و میدانی ریزبینانه و دقیق، از گفتگو با استاد کاران سنتی نیز بهره برده و درنهایت به تحلیل ساختار فرمی مناره‌ها پرداخته شده است. بدین منظور نخست اطلاعات گوناگونی در مورد نحوه ساخت مناره گردآوری شده و این اطلاعات با بررسی‌های میدانی تحلیل گردیده و با اطلاعات

6. منهاج‌الدین سراج جوزجانی، طبقات ناصری، ص 222-321؛ صدر الدین نظامی عوضی، تاج المأثر، رابرт هیلبراند، معماری اسلامی، ص 169-213.
8. محمد‌کریم پیرنیا، سپکشناصی معماری ایران، ص 263؛ اکبر زمانی لیجانی، هندسه در معماری و کاربرد آن در آموزش ریاضی، ص 69.
9. T.H.J. Marchand, *Minaret Building Apprenticeship in Yemen*, p. 1-128; K.C.A. Creswel, "The Evaluation of Minaret with Special References to Egypt", pp. 134-298.

جدول ۱. انواع تحقیقات انجام‌شده مناره‌های ساخته در منابع پیشین: تدوین: نگارندگان.

دسته‌بندی	مؤلفها	
منذهبی، راهنمایی، نماد و نشانه، ماذنه، یادمانی، نظامی، سیاسی	عملکرد	معماری
برون‌شهری و درون‌شهری	موقعیت مکانی	
منفرد و زوجی	تعداد	
چندضلعی منتظم و دایره	شکل پلان	
استوانه، مکعبی، چندضلعی	فرم کلی در داخل و خارج	
نوع مصالح، ساخت و اجر، تزیینات آجری (کتیبه‌های آجری، نقوش آجری)، مقاهمیم نقوش و کتیبه‌ها	تزیینات	
مقاومت در برابر زلزله	فناوری ساخت	

بازیینی، بررسی، و دسته‌بندی کنند. سپس از هر دسته، تعدادی انتخاب شده است. نمونه‌ها به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که نشان‌دهنده مجموعه کاملی از ویژگی‌های مناره‌های اصفهان همچون هندسه، تعداد طبقات، تزیینات، و برونشهری و برونشهری و به صورت منفرد یا چسبیده بودن بنها به یکدیگر باشند. این نمونه‌ها دارای ویژگی‌های هندسی‌ای هستند که نماینده تفاوت‌های ساختاری آشکار در همه جامعه آماری هستند.

۲.۳. متداول‌ترین پژوهش (مراحل مدل‌سازی)

در این مقاله در بخش نخست، ویژگی‌های کلی مناره‌ها معرفی می‌گردد و سپس در بخش دوم به تحلیل اجزا و عناصر آن‌ها پرداخته می‌گردد. در بخش سوم نمونه‌های موردنی، که در محدوده (شهر اصفهان) با مشورت استادکاران گزینش شده‌اند، دسته‌بندی و جزئیات اجرایی هر یک و نحوه اتصالات اجزای آن‌ها تحلیل و ارزیابی خواهد شد. محدوده مورد مطالعه شهر اصفهان است؛ چراکه انتساب این شهر اصلاحاً به شهر مناره‌های است و این را می‌توان مدیون وجود تعداد بسیاری مناره برجای مانده از دوره سلجوقیان دانست (جدول ۲).

۳. معرفی مناره

۳.۱. ساخت مناره در قبیل و بعد از اسلام در ایران
مناره‌های متعددی در دوران مختلف تاریخی در ایران ساخته شده‌اند، به گونه‌ای که میل‌های باقی‌مانده از قبل از اسلام در

جزئیات	نوع
خشتشی، گلی، آجری و سنگی	مصالح
پیوسته، مجرا	تزیینات
مجرا، پیوسته	ارتباط با بنها ای دیگر
مسجد، مدرسه، قبرستان، مهمانخانه	کاربری مکان قرارگیری
برون‌شهری و برونشهری	موقعیت شهری

به دست آمده از گفتگوی با استادکاران محلی بررسی شده و در گام بعدی همه این اطلاعات مستندسازی و با استفاده از نرم‌افزارهایی مربوطه بازسازی تصویری گردیده است، در مرحله بعدی اطلاعات به دست آمده برای بررسی دوباره به دست استادکاران رسیده و پس از اعمال اصلاحات مورد نظر ایشان، تأیید نهایی از آن‌ها گرفته شده است.

۲. روشن تحقیق

۲.۱. جامعه‌آماری: معرفی، تعداد، و چرا'yی (ضرورت)
جامعه‌آماری این پژوهش مناره‌های ساخته شده در شهر اصفهان است، طبق آمار تعداد مناره‌های منفرد در شهر اصفهان ۷ عدد (ساربان، علی، باقوشخانه، زیار، چهل دختران، گار، و سین) و تعداد مناره‌های زوجی ۶ عدد (دارالضیافه، منار جنبان، مسجد جامع تاج الملک، مسجد جامع نظام الملک، مسجد جامع عباسی، مدرسه چهارباغ) است. به علت تعداد زیاد مناره در شهر اصفهان، این شهر را با این عنصر می‌شناسند، همچنین آشنایی با این بنها ای بلندرمرتبه در اعصار گذشته می‌تواند به گامی برای شناسایی چگونگی مرمت و آشنایی با معماری آن‌ها بیانجامد.

10. روی سی کریون، تاریخ مختصر هند، ص 218 و 219:

E. Koch, "The Copies of the Qutb Minar".

نک:

A. Dogangun, et al, "Investigation of Dynamic Response of Masonry Minaret Structures".

12. M.A El-Gohar, "Investigation on Limestone Weathering of El-Tuba Minaret El Mehalla, Egypt: A Case Study", pp. 61-79.

13. J.M. Bloom, *The Minaret Symbol of Faith and Power*, pp. 12-129.

نک:

R. Pinder Wilson, "Ghaznavid and Ghurid Minarets".

15. نک: آندره گدار، «تاریخانه دامغان»؛ میترا آزاد، «بررسی سه مناره مهم دوره سلجوقی». جدول ۲. دسته‌بندی خوش‌های برای تعیین نمونه آماری، تدوین: نگارندگان.

۲. نمونه‌گیری و تعیین حجم نمونه: روش، چرا'yی، و تعداد

نمونه‌ها بر اساس ویژگی‌های مختلفی همچون عناصر تشکیل‌دهنده، فرم داخلی و خارجی، تعداد طبقات و تزیینات، شکل پلان، نوع دکل، دسته‌بندی گردیده و سپس از هر دسته حداقل یک نمونه گزینش شده‌اند؛ بنابراین، برای امکان دقت بیشتر و صرفه‌جویی در وقت و کاهش هزینه، از جامعه‌آماری نمونه‌گیری غیراحتمالی و از نوع هدفدار و در دسترس (نظری یا قضاوتی) صورت گرفته است. نگارندگان تلاش کرده‌اند، طی بررسی‌های چندساله خود، همه نمونه‌ها را در جامعه آماری

گاهی وصل به بنا مانند مسجد جامع نائین و گاهی با فاصله از بنا چون مسجد گلپایگان، ساخته می‌شد، ولی از اوایل قرن هفتم هجری جفت مناره در مدخل بنا معمول گردید و به گفته دونالد ویلبر:

استادانه‌ترین و از نظر معماری زیباترین وسیله اهمیت دادن به سردری که به خیابان باز می‌شد، بلند ساختن آن و قرار دادن دو مناره در دو طرف آن بوده است.¹⁹

به تدریج بر تعداد مناره‌ها در مساجدی همچون مسجد جامع عباسی در دوران صفویه و مسجد سپهسالار در دوران قاجار اضافه شده است (جدول ۴). طرز قرارگیری مناره‌ای

دوره اشکانی‌ها و ساسانی‌ها و در بعد از اسلام تعدد آن‌ها در همه شهرهای ایران مشهود است.

۱.۱.۳. میل‌های دوره اشکانی و ساسانی

قدیمی‌ترین میل یا برج راهنمای موجود در ایران میل نورآباد معروف به میل اژدها متعلق به دوره اشکانیان و در غرب شهر نورآباد ممسنی است. این برج با استفاده از سنگ‌های سفیدترash منظم ساخته شده است. پلکان میل اژدها در درون برج و بر بالای آن آتشدان سنگی جای داشته است. میل دیگری از زمان ساسانیان در استان فارس باقی مانده است که میل فیروزآباد یا میل میلو نامیده می‌شود. این مناره به شکل چهارضلعی است و پلکان آن بر روی بدنه بیرونی بنا احداث شده بود.¹⁶ در مورد میل فیروزآباد دو نظریه وجود دارد: ۱. آنچه از این میل باقی‌مانده دکل آن است و پلکان و دیوار خارجی آن تخریب شده است، ۲. بنای باقی‌مانده خود مناره است (جدول ۳).

۲.۱.۳. مناره‌های دوران اسلامی و ویژگی‌های ساختاری آن‌ها

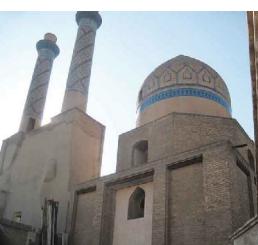
مناره‌های دوران اسلامی برای نخستین بار و در زمان خلافت امویان احداث شده است.¹⁷ عرب‌ها در دوران اسلامی از نقشه و مناره‌های ایران استفاده کرده و در دوران اسلامی، با فرم و عنوان متناسب با عملکردهای مذهبی، آن را به کار برداشت؛ چراکه مناره‌ها در قبل از اسلام هم در ایران بوده‌اند. مناره‌های ساخته شده در ایران به دو دسته منفرد و زوجی طبقه‌بندی می‌شوند که نمونه‌های زوجی آن‌ها در کنار بنای‌های مانند دارالسیاده، مدارس، و آرامگاه‌ها واقع شده‌اند. مناره‌ای منفرد سابقه دیرینه‌تری نسبت به مناره‌های زوجی دارد.

مناره‌ها در ابتدا به صورت منفرد بوده و در حدود سال ۵۴۷ق به مناره‌های زوجی تبدیل شده‌اند، در قرن ۷ق اصولاً مناره‌ها در ایران مساجد و یا مقابر به کار برده شده‌اند.¹⁸

مناره‌های مساجد ایران از قرن اول تا پنج هجری ساده و منفرد،

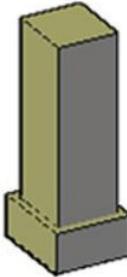
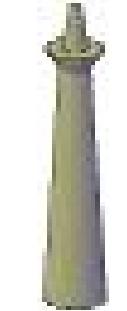
جدول ۳. مناره‌های بازمانده از دوران قبل از اسلام در ایران، مأخذ عکس‌ها: میل اژدها: www.yjc.news/fa/news/6724539
فیروزآباد: www.destinationiran.com/fa تدوین: نگارندگان.

تصویر	مصالح	ویژگی‌ها	موقعیت	دوره	نام میل	نوع
	سنگ سفید تراش	وجود دستگاه پله در داخل بنا	نورآباد ممسنی، استان فارس	اشکانی	ازدها	۱
	سنگ لشه و گچ	وجود دستگاه پله در بیرون بنا	فیروزآباد، استان فارس	ساسانی	فیروزآباد	۲

قرارگیری مناره نسبت به بنا	تصویر	نوع مناره
 <p>مناره مسجد برسیان</p> <p>قرارگیری مناره چسبیده به بنا</p>	 <p>مسجد جامع نیز</p> <p>قرارگیری مناره بر روی سقف بنا</p>	
 <p>مناره مسجد بافران</p> <p>قرارگیری مناره به صورت نیمه به بدنده بنا</p>	 <p>مناره مسجد جامع سمنان</p> <p>قرارگیری مناره مستقل از بنا</p>	 <p>مناره مسجد شهرضا (قمشه)</p> <p>منفرد</p>
 <p>منارهای مقبره شهاب الدین اهری</p> <p>قرارگیری مناره‌ها از روی ایوان یا سقف بنا</p>	 <p>منارهای مقبره شیخ شهاب الدین اهری</p> <p>قرارگیری مناره به صورت نیمه به بدنده بنا</p>	 <p>منارهای مسجد جامع اشترجان</p> <p>زوجی</p>

16. مخلصی، همان، ص 324
 17. گدار، همان، ص 153
 18. مخلصی، همان، ص 331-327
 19. دونالد ویلبر، معماری اسلامی ایران در دوره ایلخانان، ص 43

- جدول 4. طبقبندی مناره‌های ایران بر اساس تعداد و موقعیت قرارگیری نسبت به بنا؛ تدوین: نگارنگان، عکس‌ها:
 - سلطان بخت‌آغا: صفاری پور اصفهانی 1398
 - مناره برسیان و مناره مسجد شهرضا (قمشه)، و مسجد بافران: رهروی یوده، 1398
 - مسجد جامع نیز، گنج‌آمده، مساجد جامع، ج ۲: ص 133، 178: ۱
 - مسجد جامع سمنان، گنج‌آمده، مساجد جامع، ج ۱: ۵۰
 - مسجد جامع اشترجان گنج‌آمده، مساجد جامع، ج ۲: ص 156
 - مناره مقبره شهاب الدین اهری: گنج‌آمده، امامزاده‌ها و مقابر، جلد ۱.

شکل حجمی	تصویر	شکل	دوره ساخت
		میل ازدها	مکعبی اشکانی و ساسانی
		میل مسجد جامع ساوه	استوانه‌ای
		منارة ساربان	مخروط ناقص دوران اسلامی
		منارة مسجد جامع نائین	منشور ناقص

جدول ۵. تقسیمه‌بندی فرمی مناره‌ها در طول تاریخ مأخذ عکس‌ها:
- تصویر میل ازدها:
www.yjc.news/fa/news/
- عکس‌های دیگر، و طرح‌ها: صفاری پور اصفهانی ۱۳۹۸. تدوین: نگارندگان.

منفرد به چهار نوع طبقه‌بندی می‌شود:

۱. مناره‌ها از روی زمین و کاملاً با فاصله نسبت به بنا قرار گرفته‌اند و این حاکی از آن است که زمان ساخت بنا و مناره متفاوت است مانند مسجد جامع سمنان،
۲. قرارگیری ساقه مناره از روی سقف بنا یا بر روی سقف ایوان مانند مسجد جامع نیریز،
۳. ساخت مناره بر روی زمین به صورت چسبیده به بدنۀ بنا مانند مسجد برسیان، و
۴. ساخت مناره بر روی زمین و به صورت نیمه‌فرو رفته در بدنۀ بنا مانند مناره مسجد باقران.

مناره‌های زوجی نیز طرز قرار گرفتنشان نسبت به بدنۀ بنا به دو صورت است:

۱. قرارگیری مناره از روی سقف بنا یا بر روی سقف ایوان مانند مناره‌های مقبره سلطان بخت‌آغا،
۲. قرارگیری مناره به صورت نیمه‌فرو رفته در بدنۀ بنا مانند مقبره شیخ شهاب‌الدین اهری.

همچنین مناره‌ها، چه به صورت منفرد و چه به صورت زوجی، از نظر فرمی به چهار دسته مکعبی، استوانه‌ای، مخروط ناقص، و منشور ناقص تقسیمه‌بندی می‌شوند که عموماً از فرم مکعبی آن‌ها در قبل از اسلام استفاده می‌شده و گونه‌های استوانه‌ای، مخروط ناقص، و منشور ناقص آن بعد از اسلام مورد استفاده بوده است (جدول ۵). مناره‌ها از نظر مصالح مورد ساخت به سه دسته سنگی، خشتی، و آجری طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۶). مناره‌های مختلف موجود در شهر اصفهان ممکن است قسمتی از اجزای معروف مناره‌ها را در طراحی و ساخت نداشته باشند (ت ۱).

به طور مثال مناره‌های باقوشخانه و چهل‌دختر دارای پایه هستند که این پایه ممکن است مانند مناره باقوشخانه به صورت بنا باشد به گونه‌ای که مناره از روی سقف بنا ساخته شده باشد و یا ممکن است پایه بر روی زمین ساخته شده

باشد. همچنین بعضی از مناره‌ها دکل و یا کلاهک (مناره‌های علی، زیار، ساربان) و بعضی فاقد دکل و کلاهک (چهل‌دختر) هستند.

۲.۳. عملکرد

در مورد عملکرد مناره‌ها نظرات متفاوتی بیان شده است. برخی آن را مکانی برای دعوت مسلمانان برای اقامه نماز و طرح آن را الگویی تقلیدی از برج‌های کلیساهاي سوری می‌دانند.²⁰ برخی بر ریشه‌یابی واژگان و معنایی مناره تأکید دارند و تحقیق در این باره را کلید شناخت واقعی کارکرد این بنا قلمداد می‌کنند.²¹ برخی نظریات دیگری داده‌اند که می‌توان به ستون‌های یادبود، میل راهنمای محلی برای افروختن آتش، الگویی برگفته از چراغ‌های فانوس دریایی و زیگورات‌های بین‌النهرینی، و درنهایت، نمادی از ارکان هستی²² اشاره کرد. به طور کلی می‌توان کاربرد مناره‌ها را در «جدول ۷» ارائه کرد.

۳.۱. اجزای مناره

به طور کلی مناره‌ها از شش قسمت تشکیل شده‌اند. برای استحکام بیشتر زمین را تا رسیدن به زمین سخت حفر سپس با شفته و سنگ آن را پر و مستحکم می‌کنند. آنگاه سکو یا پایه اصلی مناره را با سنگ و آجر می‌سازند. بدنه و یا ساقه مناره نیز به شکل‌های متنوع استوانه و مخروط و منشور هستند. در ایران مناره‌های استوانه‌ای در قرن ۵ ق. ظهور و در دوره سلجوقیان بیشتر استفاده شده‌اند²³ و پلکان قبل از اسلام عموماً بیرون بنای میل را به بالای آن مرتبط می‌کرده است، اما پلکان در دوره اسلامی در داخل فضای مناره و دور تادور دکل شکل می‌گیرند، به همین دلیل دکل‌ها نیز در دوره قبل از اسلام قطورتر از دکل‌های ساخته شده در دوره اسلامی هستند²⁴ (ت).

ردیف	نوع مصالح	نام	تصویر
۱	سنگ تراش	میل ازدها	
۱	سنگ لاشه سنگی	میل فیروزآباد	
۲	مسجد جامع فهرج	خشته	
۳	آجری	مناره ایاز	

20. K, C, A Creswel, The Evaluation of Minaret with Special References to Egypt, pp: 134-140.

21. V, M. Berchem, Material Pour UN Corpus Inscriptionum Arabicarum. Lere Partie: Egypt, P: 476-502.

22. Jonathan. M. Bloom, The Minaret Symbol of Faith and Power. pp: 12-129.

23. هیلان براند، همان، ص 152.

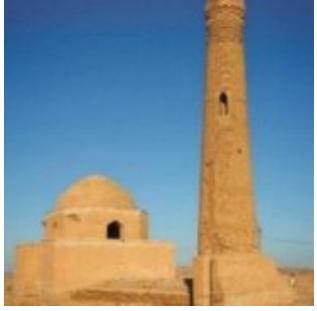
24. مخلصی، همان، ص 332.

جدول ۶. مصالح تشکیل دهنده مناره‌ها،
مأخذ عکس‌ها: به ترتیب از بالا به پایین:
yjcnews/fa/news
destinationiran.com
eligasht.com/Blog/
travelguidejazebeha.com

تدوین: نگارندگان.

جدول ۷. کاربرد مناره در مکان‌های مختلف، مأخذ: ابرت‌هیلر، براند، معماری اسلامی، ص ۱۶۹-۲۱۳؛ محمدعلی مخلصی، مناره‌ها، ص ۳۳۲؛ ژان شاردن، سفرنامه شاردن، مأخذ عکس‌ها:
- منار سنگ بست: www.hamshahrionline.ir
- مسجد جامع عباسی از صفاری پور اصفهانی (۱۳۹۸)، تحلیم: نگارندگان.

ساخته شده‌اند؛ به‌گونه‌ای که با نزدیکتر شدن به رأس مخروط، از قطر دایره در پلان آن کاسته می‌شود. در بعضی از این مناره‌ها پایه نیز وجود دارد که در منارة باقوشخانه این پایه به صورت مکعب، در منارة چهل‌دختران به صورت هشت‌وجهی، و در منارة گار این پایه به صورت شش‌وجهی طراحی شده است. پایه‌ها در مناره‌ها به گونه‌های متفاوتی هستند. مناره‌های مسجد علی و ساربان فاقد پایه، منارة باقوشخانه بر روی پایه‌ای با سطح مقطع مربع، مناره‌های چهل‌دختران و سین بر روی پایه هشت‌ضلعی، و منارة گار بر روی پایه‌ای به صورت ترکیبی از هرم ناقص و هشت‌ضلعی قرار گرفته‌اند، ورودی مناره‌ها به گونه‌ای است که پل‌ها در سمت راست هستند. بعضی از مناره‌ها مانند باقوشخانه، مسجد علی، ساربان، و زیار دارای نعلبکی هستند که این نعلبکی‌ها با جداره خارجی بنا همزمان با هم ساخته می‌شوند (ت ۲).

ردیف	کاربرد مناره	نمونه	تصویر
1	میل راهنما در کنار راههای کاروانی قدیمی	منار سنگ بست در کنار مقبره ارسلان جاذب	
2	ادانگویی و خبررسانی که مناره نام موذنه را به خود می‌گیرد.	مسجد جامع عباسی	
3	منارة سمبل پیروزی	ساخته شده از سر حیوانات در محله دردشت اصفهان	-

۴. گونه‌شناسی مناره‌های منفرد شهر اصفهان

۴.۱. بر اساس موقعیت مکانی (درون شهری و برون شهری؛ چسبیده به بنا و یا مجزا)

مناره‌های شهر اصفهان به دو صورت درون شهری و برون شهری ساخته شده‌اند. برخلاف مناره‌های جفتی که عموماً در سردر ورودی مدرسه و مسجدها ساخته شده‌اند، مناره‌های منفرد بیشتر نشان‌دهنده راهنما برای شهر، مسجد، و یا کاروان‌سرای نزدیک آن بوده‌اند. بهطورکلی مناره‌های شهر اصفهان در موقعیت‌های مکانی متفاوتی قرار گرفته‌اند، تعدادی از آن‌ها در محدوده مسجد جامع و در درون شهر اصفهان واقع شده‌اند که مناره‌های چهل‌دختران، باقوشخانه، ساربان، و علی در این زمرة هستند و تعدادی مثل منارة گار، منارة سین، و زیار در حاشیه شهر قرار گرفته‌اند. در این میان مناره‌های جفتی عموماً چسبیده به بنا هستند و یا به سردر ورودی چسبیده‌اند، اما مناره‌های منفرد عموماً به صورت مجزا طراحی شده‌اند.

۴. ۲. بر پایه شکل پلان در ارتفاع‌های مختلف

پلان‌های ساقمه‌های ساخته شده در مناره‌ها به شکل دایره هستند که این دایره در مناره‌های (چهل‌دختران) و در همه طبقات بدون تغییر در اندازه و حجم مناره به شکل استوانه شده است و در بقیه مناره‌های مورد مطالعه در ارتفاع‌های مختلف از شعاع‌های آن کاسته شده و مناره را به شکل مخروط ناقص کرده است. همه مناره‌های مورد مطالعه دارای دکلی در وسط هستند، به جز منارة چهل‌دختران که فاقد دکل است. بعضی از مناره‌ها دارای پایه هستند و سپس ساقه مناره از روی آن شروع به ساخت شده است (چهل‌دختران، گار، زیار، و سین)، منارة باقوشخانه نیز درون اتاقی ساخته شده است (جدول ۸).

۴. ۳. بر پایه حجم

مناره‌های در شهر اصفهان عموماً به صورت مخروط ناقص

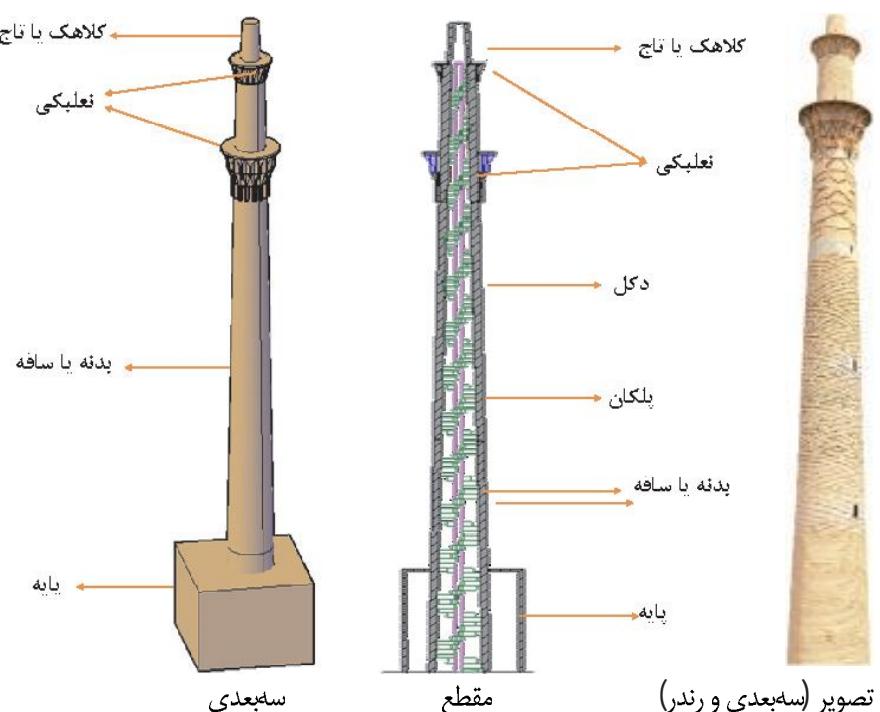
۴.۴. بر پایه مقطع

تعداد طبقات در مناره باقوشخانه ۶ طبقه، چهل دختران ۴ طبقه، گار ۳ طبقه، مسجد علی ۷ طبقه، زیار ۶ طبقه، و در سین ۵ طبقه است. در این منارهای دکل در وسط است و منارة باقوشخانه دارای یک نعلبکی و منارهای مسجد علی، ساربان، و زیار دارای دو نعلبکی هستند (ت ۳).

۵. فرایند ساخت مناره‌های شهر اصفهان و تأثیر خلاقیت استادکاران معماری سنتی در طراحی و اجرای آن‌ها

برای بی‌سازی مناره، پی به صورت منفرد و گسترده کار می‌شود؛ به‌گونه‌ای که آن قدر زمین را حفاری می‌کند تا به زمینی سخت برسد، سپس به ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر شفته‌آهک ریخته می‌شود و بر روی آن سنگ لاشه قرار می‌دهند و مجدداً این کار

ت ۱. اجزای تشکیل دهنده مناره‌ها، طرح و ترسیم: نگارندگان.



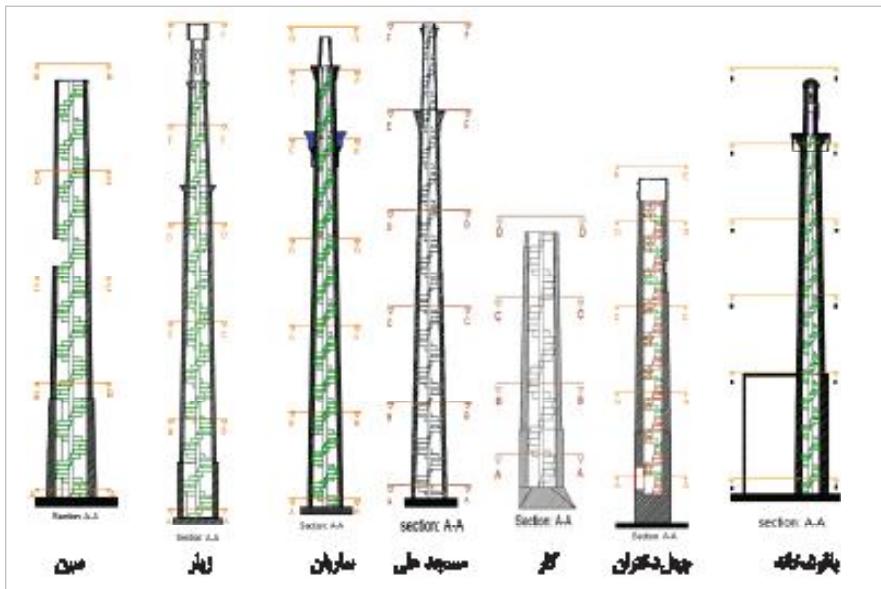
انجام می‌شود تا ارتفاع زمین حفاری شده توسط لاشه‌سنگ و شفته‌آهک پر شود تا به سطح زمین برسد.
 آجرهای استفاده شده در مناره 20×20 است. برای ساخت یک مناره به حدائق قطر $2/20$ برای در نظر گرفتن جداره خارجی آن نیاز است. هر قدر ارتفاع مناره بیشتر باشد، دهانه هم باید بزرگ‌تر باشد و به تبعیت از آن ضخامت دیوار مناره نیز بیشتر خواهد بود.
 با استفاده از رسیمان از مرکز به شعاع $1/10$ شروع به رسم دایره زیرین مناره می‌کنند. برای پله‌گرد به شعاع ۶۰ سانتی‌متر دایره‌ای رسم می‌گردد که ۵۰ سانتی‌متر دیگر برای ضخامت دیوار در نظر گرفته می‌شود. سپس از ورودی مناره را به اندازه ۷۰ سانتی‌متر از روی هر دو دایره جدا و سپس هر دو نقطه در هر دو دایره را به هم وصل می‌کنند، عموماً جهت پله‌ها چپ‌گرد هستند. سپس از روی جداره خارجی چیدن آجرها شروع می‌شود. از محور $1/4$ آجر را از قطر نصف کرده و در ادامه خط پله شروع به گذاشتن آجرها می‌کنند، بنابراین پله را با دیوار خارجی اجرا می‌کنند و با هم‌دیگر هشت و گیر می‌شوند (ت ۶: الف و ب). آجرهای که بر روی شعاع دایره قرار می‌گیرند را برش می‌دهند تا میزان فضای خالی بین دو آجر کم شود و حداقل میزان ملاتخور آن ۱ سانتی‌متر باشد. شعاع گردش هر پله ۷۰ سانتی‌متر و ارتفاع هر پله ۳۵ سانتی‌متر است. دیوار داخلی و خارجی مناره و پله‌ها همزمان با یکدیگر چیده می‌شوند و هشت و گیر شدن در ردیفهای عمودی و افقی انجام می‌شود. در حقیقت می‌توان گفت هم آجرچینی پله داخلی و هم آجرچینی پله در ارتباط با دیوار خارجی به صورت هشت و گیر انجام می‌شود (ت ۴ و ت ۶: الف، ب، ت، و چ). از شعاع ۷۰ سانتی‌متری پله اول وقتی به ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر ارتفاع گرفت، از روی سطح افق پله، ۳۵ سانتی‌متر جدا و پله دوم را بر روی پله اول شروع به ساختن می‌کنند. پیش‌آمدگی پشت پله در هر رج به اندازه $2/2$ سانتی‌متر خواهد بود که در رج آخر این اندازه ۱۲ سانتی‌متر خواهد بود (ت ۶: ث و چ). به این صورت است که هر پله‌ای ۶ رج است و در هر رج هر ۱ متر ارتفاع،

منارهایی که دارای نعلبکی است تا زیر نعلبکی انجام می‌شود و بعد برای نعلبکی دوباره ضخامت را زیاد می‌کنند (ت ۵). نعلبکی منارهای با خود مناره هشت و گیر می‌شود، به گونه‌ای که در ارتفاع مناسبی از مناره، رج بالای آجر را ۵ سانتی‌متر جلوتر از رج پایینی می‌گذارند. ۷ رج این کار را انجام می‌دهند که در مجموع ۳۵ سانتی‌متر می‌شود و بعد زیر نعلبکی شروع به ساخت تزیینات می‌کنند (ت ۶: پ و ت).

۶. جمع‌بندی

منارهای در پلان دارای شکلی دایره هستند (جدول ۸). اگر مناره به صورت استوانه ساخته شود، ضخامت این دایره در همه طبقات و ارتفاعها یکسان خواهد بود (مناره چهل‌دختران) و اگر به صورت مخروط ناقص طراحی شود به ارتفاع هر ۳ متر ۲ سانتی‌متر از قطر دایره کاسته می‌شود. بعضی از منارهای در ابتدا بر روی پایه‌ای ساخته می‌شوند (باقوشانه، چهل‌دختران، گار، زیار، و سین). از نظر حجمی منارهای شهر اصفهان به

ت ۲ (است) شکل حجمی منارهای منفرد شهر اصفهان، ترسیم: نگارندگان.
ت ۳ (چپ) مقاطع ترسیم شده از منارهای منفرد شهر اصفهان، ترسیم:
نگارندگان.



یک تخته چوبی از دیوار خارجی به سمت دیوار داخلی به صورت شعاعی قرار می‌دهند و تخته‌ای هم به صورت حلقوی در دیوار خارجی قرار می‌گیرد تا مقاومت سازه‌ای آن تأمین شود و همهٔ اجزا به هم پیوسته شوند. ضخامت چوب شعاعی از سمت مرکز به سمت دیوار خارجی می‌رود و در حدود ۲۰ سانتی‌متر است که از دیوار خارجی شروع و به دکل ختم می‌شود. کلاف چوبی دیگری هم بر روی پله قرار می‌گیرد که سبب استحکام پله و جلوگیری از فرسایش پله می‌شود و اندازه آن برابر ۱۰ سانتی‌متر عرض و ۵ سانتی‌متر آن ارتفاع است که این کلاف هم از دیواره آغاز و به دکل ختم می‌گردد. مناره با ارتفاع زیاد دکل دارد که برای گردش پله به دور آن استفاده می‌شود. عرض درزهای ملاتخور ۱ سانتی‌متر است و برای رج بعدی جهت قرارگیری آجر را تغییر می‌دهند تا هشت و گیر شود (ت ۶: ث، ج، و چ). در منارهایی که به صورت مخروط ساخته می‌شوند، ریسمان را شاقول می‌کنند و از مبدأ نخ ریسمان را ۱/۵ سانتی‌متر از چهار طرف عقب می‌کشند و ۵/۰ سانتی‌متر هم به شعاع دایرة داخلی آن‌ها اضافه و این طوری ضخامت دیوار را کم می‌کنند؛ یعنی در ارتفاع ۴ متری ۳ سانتی‌متر شعاع دیوار خارجی کم و ۱ سانتی‌متر دیوار داخلی زیاد می‌شود، این کار در



جدول ۸. پلان مناره‌های در طبقات مختلف؛ طرح‌ها، و تدوین: نگارندگان.

دو صورت استوانه و مخروط ناقص ساخته شده‌اند که پایه‌های آن‌ها نیز به صورت هشت‌ضلعی (چهل‌دختران و سین)، مکعب (باقوشخانه) و ترکیب هشت‌ضلعی و هرم ناقص (گار) است.

مسجد علی ۷، زیار ۶، و در سین ۵ طبقه است. در این مناره‌ها دکل وسط واقع شده و منارة باقوشخانه دارای یک نعلبکی و مناره‌های مسجد علی، ساربان، و زیار دارای دو نعلبکی هستند. ضخامت دیوار خارجی در هر مناره بسته به ارتفاع متفاوت

پلان اولیه	پلان از نظر	پلان هفتاد	پلان هشت	پام مناره
	-			
	-			

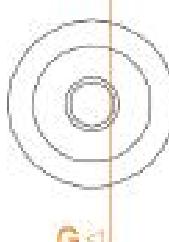
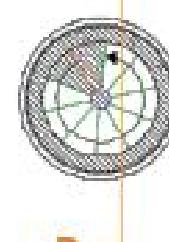
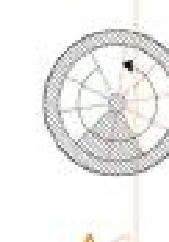
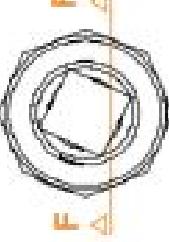
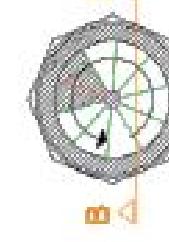
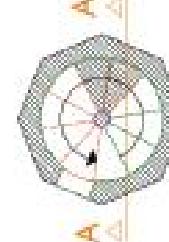
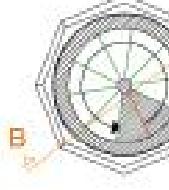
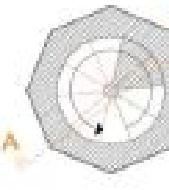
«جدول های ۴ و ۵» و «ت ۲» مشخص است، منارهایی به فرم‌های متفاوت ساخته‌اند، به طوری که شکل هیچ‌کدام از آن‌ها با بقیه یکسان نیست، این موضوع بیانگر خلاقیت استادکاران است. در شهر اصفهان نیز منارهای از نظر ویژگی‌های فرمی و ارتفاع متفاوت هستند و پایه‌های آن‌ها نیز متفاوت است بعضی با پایه و بعضی بدون پایه ساخته شده‌اند، از طرفی، بعضی از منارهای فاقد نعلبکی (ت ۲) و بعضی دارای یک نعلبکی (با قوشانه) و یا دو نعلبکی (مسجد علی، ساربان، و زیار) هستند. تنوع فرمی در منارهای بیانگر توانمندی استادکاران درمی‌آمده است. استادکاران معماری سنتی، همان‌گونه که از

شهر اصفهان دایره‌شکل هستند، اکثراً به شکل مخروط ناقص ساخته شده‌اند و فقط مناره چهل‌دختران به شکل استوانه ساخته شده است، بنابراین منارهای در همه ارتفاع‌ها شکل پلان ثابت بوده است، ولی در منارهای دیگر قطر دایره در هر سه متری به اندازه ۲ سانتی‌متر کاهش یافته است.

بنابراین پلان نسبت به ارتفاع‌های پایینی دارای قطر کوچک‌تری می‌شده و شکل مناره به سمت مخروط ناقص درمی‌آمده است. استادکاران معماری سنتی، همان‌گونه که از

ادمه جدول ۸.

پلان مناره‌های طبقات مختلف؛ طرح‌ها،
و تدوین: نگارندگان.

پلان اولیه	پلان از طبقه	پلان طبقات	پلان هنگفت	نم. عماره
				ساربان
				مسجد علی
	-			زمبر

و اگر دکل مناره آجری باشد، آن هم به صورت همزمان با بقیه اجزا ساخته می شود. دو نوع کلاف چوبی در منارهها استفاده شده است که هر دو به صورت شعاعی هستند، یکی بر روی لبه پلهای و در رج آخر هر کدام از آنها ساخته می شود و دیگری در فاصله هر 10 متری قرار داده می شود که سه عضو پله، دیوار خارجی، و دکل (در صورت آجری بودن) را به یکدیگر وصل و پیوستگی بین آنها ایجاد می کند.

۷. نتیجه گیری

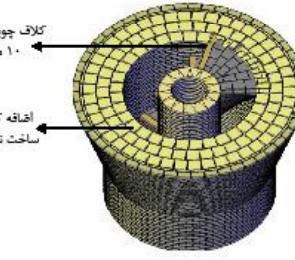
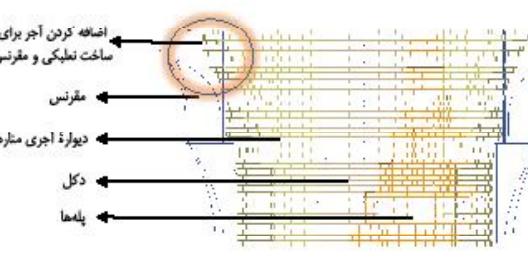
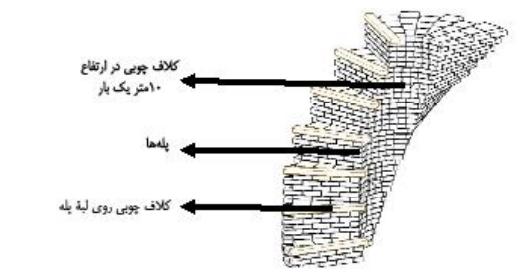
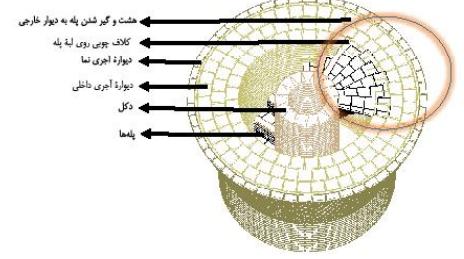
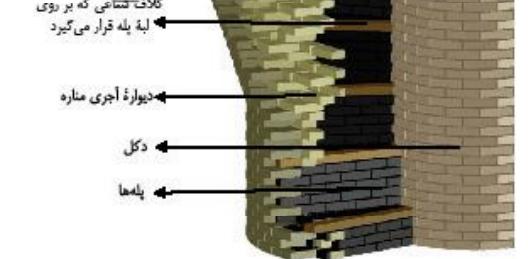
با توجه به مطالب پیش گفته، نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر آن است که منارههای شهر اصفهان با استفاده از آجر ساخته می شده اند، ایجاد تزیینات آنها به صورت پیوسته و همزمان با

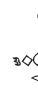


معماری سنتی در طراحی و ساخت آنها است. فرایند ساخت منارهها به گونه ای است که ابتدا قطر دایره 70 سانتی متر باز می کنند، دکل را در وسط قرار می دهند و پلهای را از سمت راست شروع به چیدن می کنند. گاهی دکل ها به صورت آجری مانند مناره زیار ساخته می شوند. اگر استاد کاران معماری سنتی بخواهد پایه برای مناره طراحی کند، شروع به چیدن پایه می کند، به گونه ای که دایره پلانی مناره در آن محاط شده است، مانند منارههای زیار و باقوشخانه، که در مناره باقوشخانه فضای بیشتری هم برای پایه در نظر گرفته شده که از آن بتوان استفاده کرد و گاهی پایه با ارتفاع جداگانه ای ساخته می شود و هنگامی که به ارتفاع مورد نظر رسید، استاد کاران معماری سنتی دایره مناره را بر روی آن ترسیم و شروع به ارتفاع دادن مناره با استفاده از آجر چینی می کنند (مانند منارههای چهل دختران و گار). هرچه ارتفاع مناره بیشتر خواهد شد (منارههای باقوشخانه، علی، و زیار)، طول کف پلهای برابر 70 سانتی متر و ارتفاع هر پله را برابر 35 سانتی متر در نظر می گیرند. آجر چینی پله بعدی از وسط پله پایین تر انجام می شود. چینش پله و دیوار آجری خارجی به صورت هشت و گیر و همزمان با هم انجام می شود

ت ۴. (بالا) روش چیدمان رج اول و دوم در منارههای منفرد پله توسط استاد پاکنژاد؛ عکسها: رهروی پوده، ۱۳۹۸
ت ۵. (پایین) شاقول کردن و تراز کردن برای کم کردن خشامت دیوار خارجی منارههای مخروطی؛ عکسها و طرحها: رهروی پوده، ۱۳۹۸



ب. مقطع از وسط مناره برای نمایش دیواره و دکل و پله‌ها	الف. چگونگی اتصالات دیوار و پله‌ها در مناره‌های منفرد
	
ت. افزایش آجرچینی برای ایجاد نطبکی	پ. نما از افزایش آجرچینی برای ایجاد نطبکی و ساختن مقرنس
	
ج. قرارگیری آجرهای پله و هشت و گیر شدن آن‌ها با جداره خارجی مناره و عکس بیرون‌زدگی هر رج برای ساخت هر پله	ث. پرسپکتیو از طریقہ ساخت پلکان مناره و چوب‌های شعاعی قرارگرفته برای لبهه پله
	
ج. طریقہ هشت و گیر شدن پله با استفاده از داخل شدن آجر و کلاف چوبی لبه پله به درون دیواره آجری مناره در ساقه آن	
	
ت. چگونگی اتصالات اجزای مختلف مناره: طرح‌ها و عکس‌ها: (صفاری پور اصفهانی، ۱۳۹۸).	



کم کردن شعاع دایره، کوچکتر می‌شده است و حجم نهایی مناره را به سمت مخروط ناقص تبدیل می‌کرده است و در بعضی این پلان دایره در همه طبقات یکسان و شکل نهایی مناره به استوانه متمایل بوده است. از طرفی، عماران با استفاده از خلاقیت خود در ابتدا برای بعضی از مناره‌ها پایه ساخته‌اند که این پایه‌ها به شکل‌های مختلف ساخته شده است و بعد پلان دایره‌شکل را بر روی آن پایه قرار داده‌اند و ساقه مناره را ساخته‌اند و در بعضی موارد مناره را بدون پایه طراحی کرده‌اند، همچنین در طراحی بعضی از مناره‌ها از یک یا دو مقرنس بر اساس خلاقیت استادکاران عماری سنتی در ارتفاع‌های نزدیک به رأس استفاده شده است که تعییری در فرم نهایی مناره‌ها می‌داده است.

ساخت ساقه مناره بوده است. موقعیت قرارگیری آن‌ها به گونه‌ای است که مناره‌های باقوشخانه، علی، چهل دختران، و ساربان در داخل شهر و مناره‌های سین، گار، و زیار در خارج از شهر ساخته شده‌اند. مناره مسجد علی در ارتباط با مسجد علی و در کنار آن واقع شده است و بقیه مناره جنبه راهنمای برای مسافران داشته است؛ چراکه بنای با عملکردی خاص در کنار آن‌ها وجود ندارد. مناره چهل دختران فاقد دکل و بقیه مناره‌ها دارای دکل‌های آجری و سنگی هستند. آنچه در شکل نهایی مناره‌های شهر اصفهان اثر گذار بوده است، در ابتدا پلان دایره‌ای شکل آن است که در همه مناره‌ها در ساقه از این پلان استفاده شده است؛ ولی در بعضی از مناره‌ها این پلان در طبقات بالا، با استفاده از

منابع و مأخذ

- کریون، روی سی. تاریخ مختصر هنر هند، ترجمه فرزان سجادی و کاوه سجادی، تهران: انتشارات فرهنگستان هنر، ۱۳۸۸.
- گدار، آندره. «تاریخانه دامغان»، در مجله مهر، سال اول، ش ۲ (تیرماه ۱۳۱۲)، ص ۱۰۹-۱۰۱.
- مخلسی، محمدعلی. مناره‌ها، گردآورنده محمدیوسف کیانی، تهران: انتشارات سمت، ۱۳۹۱.
- نظمی عروضی، صدرالدین. تاج المآثر، تصحیح محمدعلی بن احمد جوینی، نسخه خطی کتابخانه مجلس شورای اسلامی، ۷۲۹ ق.
- ویبر، دونالد. عماری اسلامی ایران در دوره ایلخانان، ترجمه عبدالله فریار، تهران: انتشارات بنگاه، ۱۳۴۶.
- هیلین براند، رابرت. عماری اسلامی، ترجمه باقر آیت‌الله‌زاده شیرازی، تهران: روزنه، ۱۳۸۰.
- Berchem, V.M. *Material Pour UN Corpus Inscriptionum Arabicarum, Lere Partie: Egypt* (Paris, 1894-1903), 1903.
- Bloom, Jonathan M. *The Minaret Symbol of Faith and Power*, Oxford, 1989.
- Creswel, K.C.A. "The Evaluation of Minaret with Special References to Egypt", in *Burlington Magazine*, Vol. 48 (1926), pp. 134-298.
- Dogangun, Adem & Ramazan Acar & Halili Sezen & Ramazan Livaoglu. "Investigation of Dynamic Response of Masonry Minaret Structures", in *Bull Earthquake Eng*, 2008.
- آزاد، میترا. «بررسی سه مناره مهم دوره سلجوقی»، در دو فصلنامه مطالعات عماری ایران، ش ۵ (بهار و تابستان ۱۳۹۳)، ص ۳۹-۵۶.
- پیرنیا، محمدکریم. سبک‌شناسی عماری ایران، تدوین غلامحسین عماریان، تهران: سروش دانش، ۱۳۸۱.
- جوزجانی، منهاج الدین سراج. طبقات ناصری، تصحیح عبدالحقی حبیبی، تهران: انتشارات دنیای کتاب، ۱۳۶۳.
- زمانی لنجانی، اکبر. هندسه در عماری و کاربرد آن در آموزش ریاضی، اصفهان: نشر سازمان فرهنگی- تربیتی شهرداری اصفهان، ۱۳۹۵.
- سجادی نائینی، سیدمهدي. عماران و مرمتکاران سنتی اصفهان، اصفهان: سازمان فرهنگی تربیتی شهرداری، ۱۳۸۷.
- شاردن، ئان. سفرنامه شاردن، ترجمه اقبال یغمایی، تهران: توسعه، ۱۳۷۵.

El-Gohar, M.A. "Investigation on Limestone Weathering of El-Tuba Minaret El Mehalla, Egypt: A Case Study", in *Mediterranean Archaeology and Archæometry*, Vol. 10, No. 1 (2010), pp. 61-79.

Koch, E. "The Copies of the Qutb Minar", in *Iran. Journal of British Institute of Persian Studies*, Vol. 29 (1991), pp. 95-107.

Marchand, Trevor H.J. *Minaret Building Apprenticeship in Yemen*, London: United Kingdom, 2001.

Pinder Wilson, R. "Ghaznavid and Ghurid Minarets", in *Iran. Journal of British Institute of Persian Studies*, Vol. 39 (2001), pp. 155-186.