نشریه علمی پدافند غیرعامل

سال سیزدهم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، (پیاپی ۵۰): صص ۸۲-۶۷

علمی- پژوهشی

تأثیر ملاحظات مرتبط با مصالح در ماندگاری بناهای پیش از ۱۳۰۰ هجری شمسی در فلات مرکزی ایران

سیما خالقیان[1*]، ابوذر صالحی [2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۲

چکیده

بناهای معماری از جمله سرمایه‌های ملی هستند. از این رو لازم است تا حد ممکن، عمر مفید بالایی داشته باشند. به نظر می‌رسد نادیده گرفتن عمر کوتاه بناهای معاصر از جمله عواملی است که منجر به پدید آمدن مشکلات مهمی در زمینه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی، تخریب زودهنگام بناهای معاصر و تولید انبوهی از نخاله‌های ساختمانی شده است. طولانی بودن عمر مفید بناها و ضرورت آن، پس از ورود ایران به دوره تجدد به دست فراموشی سپرده شد؛ حال آنکه ماندگاری معماری در جامعه سنتی ایران، همواره مورد توجه بوده است؛ تا آنجا که در بافت‌های تاریخی ایران، بناهایی وجود دارد که عمر مفید چند صد ساله دارند. در این رابطه، هدف این پژوهش شناخت نقش مصالح بر عمر مفید بناهای پیش از ۱۳۰۰ هجری شمسی است. از منظر روش تحقیق، این تحقیق از نوع کیفی و به روش نظریه زمینه‌ای انجام شده است؛ با رویه‌ای از جزء به کل و استقرایی که مبتنی بر تجزیه و تحلیل داده‌ها است. در مسیر تحقیق، از طریق گردآوری نظام‌مند داده‌ها و با استفاده از منابع کتابخانه‌ای، مطالعات میدانی، مصاحبه با معماران سنتی و تحلیل استقرایی آن، دانشی درباره نقش مصالح در ماندگاری معماری سنتی به‌دست آمده است. بر طبق این مطالعات، ملاحظات مرتبط با مصالح به‌عنوان نتیجه این پژوهش و یکی از عوامل مؤثر بر ماندگاری معماری سنتی ایران قابل طرح است. شناخت نحوه استفاده از مصالح، استفاده از مصالح بوم آورد، استفاده از مصالح متناسب با اقلیم، افزایش مقاومت مصالح، هم‌نشینی صحیح مصالح، کاهش آسیب‌پذیری در برابر عوامل محیطی، شناخت جنس مصالح و انتخاب مصالح متناسب با کارکرد عناصر بنا از جمله ملاحظات مرتبط با مصالح است که بر ماندگاری معماری سنتی ناحیه فلات مرکزی ایران تأثیرگذار است. معماران سنتی با تکیه بر دانش ضمنی به این ملاحظات و الگوهایی که آن‌ها را در بطن خود دارند، درمجموع بناهایی مانا و با عمر مفید بالا ایجاد کرده‌اند. الگوهایی که در طول تاریخ و با تکیه بر خرد جمعی شکل گرفته‌اند و معماری ماندگاری برای ایران به ارمغان آورده‌اند.

کلید واژه‌ها: مصالح، ماندگاری بنا، معماری سنتی، فلات مرکزی ایران

[1] دانشجوی دکتری دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران- (sima.khaleghian@yahoo.com)- نویسنده مسئول

[2] استادیار دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

۱- مقدمه

نگاهی به آمارها و مطالعاتی که هر ساله در کشورهای توسعه یافته صورت می‌گیرد، نشان از اهمیت بحث طول عمر ساختمان در دنیای امروزی است. اگر چه با وجود مطرح بودن این مسئله برای عموم محققین این حوزه، معمولاً به‌صورت بدیهی راه حل آن، محکم‌تر ساختن بنا، تقویت سازه یا استفاده از مصالح و فناوری‌های نوین در معماری دانسته شده است. مدت زمان واقعی که ساختمان و هر جزء آن قادر به ایفای نقش خود هستند، بدون آنکه هیچ‌گونه هزینه نگهداری و تعمیر پیش‌بینی نشده به ساختمان تحمیل شود، عمر مفید ساختمان نامیده می‌شود. به عبارت دیگر عمر مفید ساختمان برابر با مدت زمانی است که انتظار می‌رود یک عنصر ساختمانی خدمات رضایت‌بخش با بازده قابل قبول، ارائه دهد.

امروزه بسیاری از کشورهای جهان گام‌های مؤثری برای افزایش عمر مفید بناها برداشته‌اند و در مسیر حفظ سرمایه‌های ملی و منابع زمین، توصیه‌های بسیاری دیده می‌شود. جلوگیری از تخریب ساختمان‌ها و سعی بر استفاده حداکثری از بناهای ساخته شده در جهت پاسخ دادن به این توصیه‌هاست [۱].

پژوهشگران این حوزه معتقدند اگر ماندگاری در گذشته، مبارزه با طبیعت بود، امروز یک مبارزه برای حفظ طبیعت است. ماندگاری بناها می‌تواند در حل بحران تولید سرسام‌آور نخاله‌های ساختمانی، یک بارمصرف بودن معماری و آسیب‌های فرهنگی و زیست‌محیطی ناشی از آن مؤثر باشد. با اعتقاد به ماندگاری ساختمان‌ها و ضرورت احیای فرهنگ حفظ و نگهداری نسل‌های پیشین، می‌توان با تفکر نظام سرمایه‌داری که تشنه استفاده از منابع طبیعی است مبارزه کرد [۴۴ و ۵۶-۵۳]

یافته‌ها، بسیاری از مفروضات معمول در مورد طول عمر بناها و به ویژه رابطه بین مصالح سازه و عمر سرویس‌دهی را به چالش می‌کشد [۵]؛ گرچه غالباً اینگونه تصور می‌شود که استفاده از اسکلت ساختمانی پایدار، نظیر استفاده از فولاد و بتن، سبب افزایش طول عمر ساختمان می‌شود، نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که ارتباط مشخصی میان سامانه سازه‌ای نوین و عمر مفید واقعی بنا وجود ندارد [۲]. شاهد این امر در کشور ما بیشتر بودن عمر مفید معماری سنتی در مقایسه با معماری معاصر با سازه‌های نوین است. از این رو، به نظر می‌رسد معماری ایرانی در ارتباط با ماندگاری و طویل بودن عمر مفید بنا اصولی داشته است که معماران بر اساس آن عمل می‌کرده‌اند و البته معماران و سازندگان معاصر هم تا حد زیادی با آن بیگانه‌اند.

از آن جمله اصول مرتبط با روش‌های به‌کارگیری مصالح مختلف است که آگاهی یافتن از آن، به ویژه در دوران امروز می‌تواند بسیار مفید باشد. بدین معنا، کاربرد شایسته مصالح یکی از وجوه تمایز معماری با دوام و ماندگار از معماری کم دوام و کم عمر است.

امروزه با توجه به افزایش جمعیت شهرنشینی و کمبود منابع، تأمین انرژی بسیار دشوار و پرهزینه است. این در حالی است که بیش از ۴۰ درصد انرژی در بخش ساختمان مصرف می‌شود و زندگی افراد به آن وابسته است و این موضوع زمانی به اوج خود می‌رسد که در زمان بحران با قطع انرژی، زندگی افراد به خطر می‌افتد. اقدامات پدافند غیرعامل برای کاهش آسیب‌پذیری در هنگام بحران، بدون استفاده از اقدامات نظامی و صرفاً با بهره‌گیری از فعالیت‌های فنی و مدیریتی در جهت کاهش خسارات مالی و جانی است. تلفیق طراحی پدافند غیرعامل، برای مقابله با خطرات طبیعی مانند زلزله علاوه بر تهدیدات انسان‌ساز، در زمان صلح و جنگ، باعث پایداری طرح دفاعی می‌گردد.

امروزه می‌توان با به‌کارگیری اقدامات مؤثر و کاربردی و حتی‌الامکان کم هزینه و چند منظوره در مرحله قبل از بحران، به میزان زیادی از شدت و گستردگی خسارات و تلفات ناشی از خطرات (نظامی و غیر نظامی – طبیعی) کاست. از مهم‌ترین این اقدامات، استفاده از اصول پدافند غیرعامل به‌عنوان راه حلی جهت کاهش خطرپذیری در برابر خطرات مختلف و افزایش کارایی هنگام روبه‌رو شدن با خطر است که باید در سطوح مختلف برنامه‌ریزی و از جنبه‌های مختلف منطقه‌ای، شهرسازی و معماری مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به قرارگیری کشور ایران بر روی یکی از دو کمربند زلزله خیز زمین، نیاز به برنامه‌ریزی و طراحی مطابق با اصول پدافند غیرعامل در عرصه ساخت و ساز ضروری است [۵۲]. در مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان (پدافند غیرعامل)، هر اقدام غیر مسلحانه‌ای را که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی، ساختمان‌ها، تأسیسات، تجهیزات، اسناد و شریان‌های کشور در مقابل تهدیدات انسان‌ساز گردد، پدافند غیرعامل خوانده می‌شود. به‌کارگیری مصالح ماندگار یکی از اقدامات مؤثر بوده و مورد بحث این نوشتار است.

هدف این پژوهش شناخت چگونگی تأثیر ملاحظات مرتبط با مصالح بر ماندگاری معماری سنتی ایران است که در ادامه به آن پرداخته می‌شود. در این راستا، پژوهش حاضر، به جستجو در ملاحظات مرتبط با مصالح و نقش آن در ماندگاری ابنیه سنتی پرداخته و داده‌های متعددی از طریق مطالعات کتابخانه‌ای،

مطالعات میدانی و مصاحبه با معماران سنتی استخراج نموده است. پس از آن تلاش بر آن بوده است تا در میان این داده‌ها، ملاحظات مرتبط با مصالح که در طولانی بودن عمر مفید معماری سنتی نقش دارند شناسایی شود. سپس به شیوه کدگذاری این عوامل، در سه مرحله دسته‌بندی و در آخر با بیان کیفی هر یک از این دسته عوامل روایت می‌شود. شایان توجه است در همه مراحل اندیشه‌ها و تفسیر خودِ محقق از داده‌ها ثبت و در کدگذاری‌ها استفاده می‌گردد. توضیح آنکه کاربرد روش نظریه مبنایی در این پژوهش، امکان تجزیه و تحلیل داده‌ها را از طریق مفهوم‌پردازی و طبقه‌بندی داده‌ها به‌صورت انواع کدگذاری باز، کدگذاری محوری و کدگذاری گزینشی فراهم آورده است.

۲- روش تحقیق

در مطالعات انجام شده، پژوهشی که مستقیماً درباره «تأثیر ملاحظات مرتبط با مصالح بر ماندگاری معماری سنتی ایران» باشد، مشاهده نشده است؛ اما برخی از پژوهش‌ها به عوامل مؤثر بر تداوم کالبد معماری پرداخته‌اند [۶-۳ و ۶۰-۵۷]. از آن جمله پژوهشی است که در آن ساختمان‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند و طول عمر مفیدی که هر کدام باید داشته باشند ذکر می‌شود؛ دسته اول ساختمان‌های به یادماندنی مانند کلیسا و معابد هستند که انتظار می‌رود عمر مفید ۱۰۰۰ ساله‌ای داشته باشند؛ دسته دوم ساختمان‌های خدماتی مانند پل‌ها و مخازن هستند که طول عمر ۱۰۰ تا ۲۰۰ سال برایشان مناسب است و دسته سوم ساختمان‌هایی مانند خانه و اداره هستند که تحت عنوان سرپناه از آن‌ها یاد شده است. برای این دسته طول عمر ۱۰۰ سال انتظار می‌رود. در این پژوهش ۹ ساختمان بتنی با عمر زیر ۱۰۰ سال انتخاب و میزان و علت‌های آسیب آن‌ها بررسی شده است. در نتایج این پژوهش مهم‌ترین عامل کاهش دهنده عمر مفید ساختمان، رطوبت دانسته شده است [۳].

در این بین، حوزه مصالح سنتی ادبیات پژوهش گسترده‌ای را دربر می‌گیرد. اگر چه هر یک از پژوهشگران با دیدگاه متفاوتی به این موضوع پرداخته‌اند. برخی از این پژوهش‌ها تجارب استادکاران سنتی را در قالب نوشتار درآورده‌اند [۱۰-۷]. دسته‌ای دیگر از پژوهش‌ها به مطالعه موردی یک مصالح مانند سنگ یا یک روش مانند گچ‌بری پرداخته‌اند [۱۵-۱۱]. نوشتار دیگر چگونگی استفاده از مصالح را در قالب چهارده اصل دسته‌بندی کرده است که از جمله این اصول می‌توان به اصل کاربست فی‌البداهه، اصل معدودیت و اصل صناعت مصالح اشاره کرد [۱۶]. در خلال سفرنامه‌های جهان گردان خارجی نیز می‌توان گزارش و تحلیل‌هایی درباره مصالح سنتی یافت [۱۷ و ۱۸].

در مجموع، همان‌طور که گفته شد مطالعه‌ای در زمینه تأثیر ملاحظات مرتبط با مصالح در ماندگاری معماری سنتی صورت نگرفته است. در این رابطه، نوشتار حاضر با استفاده از منابع مکتوب و غیر مکتوب کدهای علی مرتبط با این موضوع را استخراج کرده و به دسته‌بندی آن‌ها پرداخته است.

این تحقیق در زمره تحقیقات کیفی است و به روش نظریه زمینه‌ای انجام شده است. نظریه زمینه‌ای نظریه‌ای برگرفته از داده‌هایی است که در طی فرآیند پژوهش به‌صورت نظام‌مند جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل می‌شوند. بخشی از داده‌ها از طریق مطالعات میدانی، مصاحبه نیمه ساختار یافته با معماران سنتی و استفاده از دانش بومی معماری منطقه استخراج شده است. مصاحبه شوندگان با نمونه‌گیری هدفمند و نظری، شامل ۲۰ نفر از معماران سنتی در محدوده سنی بالای ۵۰ سال، انتخاب شدند. اندازه نمونه براین اساس معین شد که داده‌ها به اشباع نظری برسند. به بیان دیگر نتوان مفهوم جدیدی از مصاحبه‌ها استخراج کرد. مطالعات میدانی بر پایه یافتن تأثیر ملاحظات مرتبط با مصالح در افزایش عمر مفید معماری سنتی در فلات مرکزی ایران است. همچنین در ادامه بخش قابل توجهی از داده‌ها به روش کتابخانه‌ای گردآوری شده است. گردآوری داده‌ها در نظریه زمینه‌ای تا سرانجام تحقیق و اشباع نظری کدها ادامه می‌یابد. پس از آن محقق تلاش می‌کند داده‌ها را به شیوه کدگذاری در سه مرحله دسته‌بندی کند. در مرحله بعد رابطه بین مقوله‌ها و زیرمقوله‌های به‌دست آمده بر اساس مدل مطرح شده در روش استراوس و کربین یافته شد. صحت یافته‌ها با توجه به فرآیند کدگذاری و مقوله سازی در تحقیق و همچنین نظر متخصصان در زمینه ماندگاری تأیید شد. در جدول (۱) تعدادی از کدها به‌عنوان نمونه آمده است.

جدول (۱): روند کدگذاری باز، محوری و انتخابی در پژوهش

کدگذاری باز	کدگذاری محوری			کدگذاری انتخابی
کدها/ مفاهیم	زیر مقوله‌ها	مقوله‌های اصلی		مقوله مرکزی
برای ساختن گچ زنده، گچ را توی آب ریخته و بلافاصله به‌عنوان اندود روی بناها می‌کشند. اگر گچ برای مدت بیشتری در آب بماند و مرتب به هم بخورد کشته می‌شود که دوام گچ زنده را ندارد ولی به‌وسیلهٔ آن گچ زنده را پرداخت و سطح صافی ایجاد می‌کنند (پیرنیا،۱۳۸۱، ۱۳۹ و ۱۳۷).	علّی	شناخت نحوهٔ استفاده از مصالح		عوامل مؤثر بر مصالح و پیامدهای ناشی از آن بر ماندگاری معماری سنتی ناحیهٔ فلات مرکزی ایران
«برای ساخت درها هم از چوب راش و گاهی از چوب توت یا گردو استفاده می‌کردند. زبان‌گنجشک چوب مقاومی بوده است. اینکه از چوب همان منطقه استفاده شود مسئلهٔ مهمی است. اگر از شمال چوب به زواره آورده شود جواب نمی‌دهد. چون به آب‌وهوا نمی‌خورد. اگر از مصالح همان‌جایی که قرار است خانه ساخته شود استفاده شود مناسب‌تر و بادوام‌تر خواهد بود»(نساجی، مصاحبهٔ شخصی)	علّی	استفاده از مصالح بوم آورد		
«چرا مصالح قدیمی صدها سال عمر می‌کنند ولی مصالح جدید چنین نیست... شیوه‌های ساختمان‌های سنتی ازنظر زیست‌اقلیمی صحیح‌تر هستند، برای این‌که از مصالح طبیعی به‌جای مصالح مصنوعی استفاده می‌کنند... ». کوینلن تری دوام مصالح سنتی را همزیستی مصالح با طبیعت بیان کرده است (http://anthropology.ir).	علّی	استفاده از مصالح متناسب با اقلیم		
نوع سوخت در زمان حرارت دادن به خشت، در میزان مقاومت آجر اثر فراوان دارد... آجرهای زیرین کوره به شکل سبز و بعدازآن مرحله سبز و زرد و سپس زرد و بعدازآن گل بهی و در انتها نیم پخته خواهد بود. از آجرهای سبز برای اسکلت‌سازی و فرش کف‌ها و از آجر سبز زرد، جهت نماسازی‌های آجری که نیاز به مقاومت بیشتری دارد، استفاده می‌گردد. از آجرهای گل بهی برای ساخت دیوارهای غیر باربر و حائل و موارد مشابه استفاده می‌شود و آجرهای نیم پخته دوباره به کوره برده شده تا پخته شود (زمرشیدی، ۱۳۷۷: ۴۰).	شناخت نحوهٔ عمل‌آوری	علّی	افزایش مقاومت مصالح	
در کشورهای مختلف با اضافه کردن موادی چون ماسه و سنگریزه، پشم و مو، فضولات ازجمله مدفوع و خون گاو، خار و خاشاک، کاه، سبوس، خاک‌اره، گیاهان روغنی و شیره‌های نباتی، برنج، نی، مو، آسفالت و قیر، صمغ‌های گیاهی و چربی‌های حیوانی، روغن‌های بزرک، دانه درخت اقاقیا و گیاه موز، کاکائو، انجیر هندی، شیره کاکتوس، عسل، شیر و نشاسته، لعاب کاکتوس تونا، زائدات زیتون سوخته، آب‌پنیر و ... به خاک رس، میزان انقباض گل کاهش پیدا می‌کند (مینکه، ۱۳۸۸: ۶۲).	ترکیب صحیح مصالح			
معماران سنتی آجرهایی را که باهم همخوان نیستند و از دو خاک تشکیل‌شده‌اند ازهم جدا می‌کرده‌اند. بعضی از این آجرها دورنگ هستند و خاکشان باهم تفاوت دارد، یکی بیشتر آتش خورده و یکی کمتر. مثل‌اینکه بدن انسان عضو مریضی داشته باشد که باید آن را جدا کرد، در آجر هم آن قسمت مریض و ناهمخوان را باید از آجر جدا کرد تا شکل یکنواختی به خود بگیرد (اخویان، ۱۳۸۷: ۵۱)	آزمون مصالح			
معماران سنتی به مشکلات ناشی از استفاده دو ساخت مایه با جنس متفاوت فکر و برای آن چاره اندیشیده‌اند؛ «در اتاق‌های کهن (چه در خانه‌ها کاخ‌ها مدرسه‌ها) در بلندای نزدیک به دو متر یک دوال گرداگرد اتاق می‌چرخد. این نوار گچی (دوال) در محل قرارگیری کلاف قرار می‌گرفت با توجه به اینکه در محل قرارگیری دو نوع ساخت مایه متفاوت احتمال ترک‌خوردگی زیاد است و چوب کلاف هم دقیقاً زیر اندود قرار داشت، برای مانع‌شدن از ترک‌خوردگی، اتاق را دوال بندی می‌کردند» (گلابچی و جوانی دیزجی، ۱۳۹۲: ۶۸).	علّی	هم‌نشینی صحیح مصالح		
راهکار دیگر در رابطه با مسدود کردن درزهای مجاور آب مانند درز تنبوشه‌ها، کنارهٔ ناودان‌ها و در محل اتصال شیر آب در آب‌انبارها است که از ملات پیه دارو یا پیه پنبه استفاده می‌شود. برای ساخت این ملات پیه را آب نموده و داخل آن پنبهٔ زده‌شده می‌ریختند و برای مقاومت بیشتر به آن تراشهٔ چوب بید و ساروج اضافه می‌کردند... سپس ملات را روی درزها می‌کشیدند. وقتی آب به آن می‌رسید پیه دارو باد می‌کرد و اطراف درز را کاملاً می‌گرفت (پیرنیا،۱۳۸۱: ۱۶۳ و ۱۶۴).	علّی	کاهش آسیب‌پذیری در برابر عوامل محیطی		
«در معرفت صنعت کاشی سازی که آن را غضاره گویند و آن حرفت به حقیقت نوعی است از اکسیر» غضاره، به معنی خاک باکیفیتی است که در آن ریگ نباشد. گل پاکیزه سبز و چسبناک است. اکسیر نیز، ماده‌ای که ماهیت اجسام را تغییر دهد و باارزش‌تر سازد... سنگ مها، شکرسنگ، کوارتز متبلور. این سنگ شفاف و درخشان است. در شفافیت از بلور کدرتر و از مرمر روشن‌تر و بسیار سخت است. در برخورد با آتش زنه از آن اخگر بیرون می‌جهد. سنگ قمصری که چون آن را بسوزانند و بشکنند مانند قند سفید، ترد و ریزنده می‌شود. شخار، قلیا، بهترین شخار است؛ چنان‌که اگر آن را بشکنند، درونش سرخ است و بویی تند دارد (کاشانی. عرایس الجواهر و نفایس الاطایب)	علّی	شناخت جنس مصالح		
ملات ساروج با خاکستر، تخم‌مرغ، پشم شتر و موی بز برای جلوگیری از نفوذ آب در آب‌انبارها و پل‌ها، ملات گل آهک در نقاط مرطوب و برای فرش کردن، آجرکاری و سنگ‌کاری و ملات گچ مرمری و گچ آهک برای اندود نقاط مرطوب و ملات گچ خالص برای سفیدکاری و اتصال قطعات گچی استفاده‌شده است (فروتنی، ۱۳۸۸: ۸۷ تا ۹۵).	علّی	انتخاب مصالح متناسب با کارکرد عناصر بنا		

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تعاریف

ماندگاری معماری: در مجمع علمی معماری ماندگاری به معنای قابلیت ساختمان، اجزاء، مواد و مصالح آن در حفظ کارایی خود در طول زمانی مشخص، توانایی مصالح یا عناصر بنا برای باقی ماندن، به ویژه هنگام استفاده مکرر، تحت فشار، شرایط متغیر مانند آب و هوا و رطوبت و غیره [۱۹] و یا توانایی یک ماده برای مقاومت در برابر سایش، تحلیل، هوازدگی و دیگر شرایط طبیعی [۲۰] آمده است. همچنین، عمر مورد انتظار یا تخمین زده شده از یک ساختمان که تابع بسیاری از عوامل از جمله شرایط اجرا در زمان ساخت و ساز، طبیعت مصالح مورد استفاده، قرار گرفتن در معرض سختی، شرایط سرویس‌دهی و غیره است، ماندگاری بنا خوانده می‌شود [۲۱ و ۴۳].

معماری و شهرسازی به‌عنوان یک واسطه، قدرت دفاعی را بالا می‌برد و در ارضای نیاز به امنیت در سلسله مراتب پله‌ای

مازلو اثر مثبت داشته و باعث بقای انسان می‌گردد. با این رویکرد روانشناسانه به معماری و شهرسازی، بحث ایمنی و امنیت باید در کلیه سطوح برنامه‌ریزی و طراحی، از موضوعات کلان شهرسازی تا معماری و جزئیات فنی مد نظر قرار گیرد. برای مثال اثرات موج انفجار ناشی از بمباران هوایی یا زلزله، نه تنها باید در برنامه‌ریزی کلان یک مجتمع زیستی منظور گردد، بلکه باید در جزئی‌ترین حوزه مهندسی مانند ساخت درب و پنجره و جنس مصالح ساختمان نیز به‌صورت همه جانبه و متعادل بررسی شود تا طرح «ماندگار» باشد. تدابیر پدافند غیرعامل در معماری و شهرسازی می‌تواند علاوه بر کاهش خسارات تهدیدات انسان‌ساز (جنگ، بمباران هوایی و ...)، جهت کاهش خطرپذیری در برابر انواع خطرات طبیعی نیز مفید واقع شود [۴۵].

معماری سنتی: مطالعات صورت گرفته در این پژوهش مختص معماری سنتی است. از لحاظ تاریخی تا قبل از قرن چهاردهم در غرب را دوره زندگی سنتی انسان و از آن دوره تا حال را دوره تجدد نام‌گذاری می‌کنند. در کشورهای آسیایی و آفریقایی مانند ایران گرایش به تجددگرایی و تجددخواهی چند قرن دیرتر در اواخر قرن نوزدهم آغاز شد [۴۲]. منظور از جهان سنتی، جهان پیش از تجدد در ایران است که به لحاظ تاریخی تا قبل از دوره پهلوی را می‌تواند شامل شود.

۳-۲- ملاحظات مرتبط با مصالح

۳-۲-۱- شناخت جنس (ویژگی‌های ذاتی) مصالح

از اولین موارد قابل ذکر، معرفت معماران نسبت به ویژگی‌های مصالح است که غالباً موجب گزینشی صحیح شده است. تا آنجا که شناخت و انتخاب مواد و طرز مصرفشان در جهت رسیدن به ایستایی کالبد معماری، موضوعی پراهمیت بوده است.

شناخت مصالح، نتایجی نیز در نحوه استفاده از آن‌ها داشته است. برای مثال فهم و شناخت مصالحی مانند چوب، معمار را بر آن داشته تا در تولید، استفاده و حتی نگهداری و تعمیر آن، ملاحظات ویژه‌ای در نظر داشته باشد. چرا که چوب در مقابل عواملی از قبیل رطوبت، آتش، اختلاف زیاد دما در شب و روز و بعضی حشرات، آسیب‌پذیر است. به همین دلیل در بناهای ساده، غالباً از تیرهای چوبی استفاده نمی‌شود و از آن فقط برای سقف تالارهای بزرگ و ستون و نرده استفاده می‌کنند [۱۸]. به علت نبودن چوب‌های استوار و محکم در ایران، کمتر در اسکلت ساختمان‌های بزرگ به‌عنوان تیر حمال یا ستون باربر و ... به‌کار رفته است. البته در مناطق مختلف ایران بر حسب امکان دسترسی مردم منطقه به چوب، از آن به‌عنوان تیر در پوشش‌های مسطح، کلاف، نعل درگاه، در و پنجره استفاده کرده‌اند [۷]. برای مثال چوب بلوط مقاوم‌ترین چوب است ولی از آنجایی که گران قیمت است خیلی به ندرت از آن استفاده می‌شود [۲۳]. ایرانیان با آزمون و خطا دریافته بودند که مصالح خاکی نسبت به چوب ماندگاری بیشتری دارد و نمی‌پوسد؛ مقاومت مکانیکی آجر از چوب بیشتر است و برای تحمل بارهای سنگین در ساختمان‌های دائمی مانند پل‌ها و بندها و غیره مناسب‌تر از چوب است [۲۴]. شناخت محدودیت‌های مصالحی مانند سنگ، باعث شده کاربرد وسیع و فراگیری در معماری ایران نداشته باشد. مردم ایران در ساختن بناهای خود از سنگ استفاده نمی‌کنند و این به خاطر این نیست که در این کشور سنگ به میزان کافی وجود ندارد بلکه دلیل آن این است که معمولاً در مناطق گرمسیر برای ساخت خانه سنگ کاربرد ندارد [۱۸]. شاردن محدودیت سنگ را نه در عدم بوم آوردی و سهولت دسترسی بلکه در نداشتن تطابق اقلیمی این ماده در فلات مرکزی می‌داند. اگر چه مصادیق بناهای سنگی در فلات مرکزی موجود است ولی تعداد آن نسبت به بناهای خشتی و آجری محدود است.

همچنین، شناخت انواع مواد چسباننده، پرکننده و افزودنی در انتخاب و کاربرد مناسب ملات تعیین کننده بوده است. قابلیت‌های اساسی ملات در حین کار با آن، قابلیت‌هایی از جمله نگهداری آب، روانی، مقاومت در برابر جدا شدن، سرعت و سهولت اجرا و قابلیت‌های ملات پس از سخت و خشک شدن، استحکام، چسبندگی، مقاومت فشاری، عدم نفوذ آب، شوره زدن و عدم تغییر رنگ است [۲۵] که درک صحیح آن موجب افزایش عمر ملات به‌کار رفته بنا در مورد مصرف آن بوده است.

۳-۲-۲- انتخاب مصالح متناسب با کارکرد عناصر بنا

بعضی مصالح در کاربست و آزمون‌های متعدد توانسته‌اند از عهده کارکردی که از آن‌ها انتظار می‌رود به خوبی برآیند، کارآمدی خود را حفظ کنند و به‌عنوان عنصری قابل اعتماد و با کاربرد بیشتر شناسایی شوند [۱۶]. برای مثال از هر نوع چوب درخت متناسب با کارکرد آن در بنا استفاده شده است. در بناهای مجاور آب و همین‌طور در مناطق مرطوب مانند حمام‌ها، در و پنجره‌ها را از چوب سنجد می‌ساختند [۷]. اغلب پهن برگان دارای چوب سخت هستند و به دلیل مقاومت در مقابل رطوبت و موریانه در قسمت پی و زیرسازی ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرند [۲۶]. چوب سپیدار تغییر حالت نمی‌دهد؛ بنابراین برای شمع بندی در بناها مناسب است. به علت مقاومت خوب چوب گردو (مخصوصاً نوع سیاه آن) و فراوانی آن در اغلب نقاط ایران برای ساخت در و پنجره از آن استفاده می‌کردند. از چوب زردآلو، بادام معمولی یا شمشاد برای کارهای خراطی، از سه نوع چوب شمشاد، سنجد و توت در لمبه‌کوبی و پرواز و پردی، از چوب زرشک یا

عناب برای ساخت میخ چوبی، از چوب بسیار محکم سرخبید یا درخت آزاد برای ساختن اماکن متبرکه، از چوب چنار برای ستون‌های چوبی و قواره بری و آلت‌بندی، از چوب‌های نرم مانند توسکا، صنوبر و تبریزی که چوب‌هایی صاف و بلند می‌باشند برای تیرهای اصلی، ستون‌هایی که در نما قرار می‌گیرد و خرپا، استفاده شده است [۷ و ۲۶].

معماران سنتی مصالح را در تناسب با میزانی که در معرض سایش هستند به‌کار می‌برند. «در مکان‌های پر رفت و آمد از سنگ استفاده می‌کردند؛ اگر نمی‌توانستند در این مکان‌ها سنگ به‌کار ببرند، آجرچینی نره و یا خفته راسته را جایگزین آن می‌کردند. گاه کف ساختمان شفته‌آهک می‌ریختند و آجر را با ملات گل آهک کار می‌کردند و گاهی چهار تا پنج ردیف آجر کار می‌کردند تا به اندازه لازم محکم شود. همچنین به دلیل اینکه پله پاخور زیادی دارد آجرها را به‌صورت هره کار می‌کردند» [۲۷]. قسمت ازاره (حد ازاره از کف اتاق تا لبه طاقچه بود) در معرض تماس بیشتری است؛ بنابراین برای ساخت آن به گچ کتیرا اضافه می‌کردند و ازاره مانند مرمر مصنوعی و بسیار زیبا می‌شد افزودن کتیرا به ملات گچ علاوه بر امکان کنترل گیرش گچ، مقاومت آن را در برابر ضربه و سایش بالا می‌برد. استادکاران قدیمی ایران از گوگرد، نمک و خاک رس نیز برای این منظور استفاده کرده‌اند [۷].

۳-۲-۳- توجه به هم‌نشینی صحیح مصالح

هر کدام از مصالح، ویژگی‌ها و نیازهای خود را دارد. در تناسب با این ویژگی‌ها، جدای از توجه به قابلیت‌های جداگانه هر کدام از آن‌ها، توجه به ملاحظات مرتبط با هم‌نشینی و هم‌زیستی‌شان نیز حائز اهمیت بسیار است [۲۸]. انسجام و پیوستگی واقعی مصالح و شکل ساختمان، ایجاد ارتباط، انسجام و پیوستگی مداوم بین مصالح مختلفی که بار و فشار را به‌تناسب جابه‌جا می‌کنند کاری بس سخت و دشوار و تقریباً غیر ممکن است؛ به عقیده الکساندر [۲۹] ضروری است که ساختمان از یک نوع مصالح یا مصالح همگون ساخته شود که این مصالح به‌طور کامل از یک عضو به عضو دیگر مداوم و پیوسته باشد.

آگاهی از میزان ماندگاری مصالح مصرفی سبب می‌شود تا اجزای مختلف با عمر و دوام بسیار متفاوت در کنار یکدیگر قرار نگیرند؛ زیرا این امر تعمیر و نگهداری آن‌ها را سخت‌تر کرده و از عمر کل سامانه می‌کاهد [۳۰]. دوام اجزای کنار هم بر اساس تجربه، آزمایش و یا دستورالعمل‌های موجود تعیین می‌شود. عمر خدمت‌دهی و سرویس‌دهی واقعی اجزاء و عناصر بنا نیز بستگی به مواد، محیط قرارگیری آن و نحوه طراحی و روند ساخت دارد؛ بنابراین وابستگی اجزاء به یکدیگر در دوام و مانایی سامانه بسیار اهمیت دارد؛ برای مثال در یک دیوار آجری، آجر از ملات با دوام‌تر است. اگر به هر علتی ملات عمرش به پایان برسد از آنجا که دیگر قابل جایگزینی نیست، لاجرم منجر به پایان عمر کل دیوار خواهد شد. در یک بنا هر چه مشابهت موادی که در کنار هم قرار دارند از نظر دوام و مانایی کمتر باشند، در هنگام تخریب ساختمان ماده بیشتری به هدر می‌رود؛ زیرا در حالی که عمر مصرف موادی هنوز باقی‌مانده است، عمر مابقی آن‌ها به سر آمده است. اگر در هنگام ساخت و طراحی بنا به نحوه هم‌نشینی مصالح توجه نشود در هنگام تخریب، آن‌ها را به سادگی نمی‌توان از لایه‌های دیگر جدا نمود و قسمت‌هایی از مجموعه را حفظ و نگهداری کرد. زمانی که در یک سامانه موادی در کنار هم با طول عمرهای غیر همگون و نامتناسب نصب شوند، عمر کل سامانه به عمر ماده کم دوام تنزل می‌یابد [۳۱ و ۳۲].

بدین ترتیب یکی از عوامل موجد عمر بالاتر در معماری سنتی وحدت و هماهنگی در هم‌نشینی بین مصالح است. چنانچه در بسیاری از بناها دیوارها را از خشت خام می‌ساختند و ملاتی که استفاده می‌کردند نیز گل بوده، یعنی هر دو از یک جنس و یک ماهیت بوده‌اند. این در حالی است که امروزه ملات‌های سیمان یا آهک عموماً برای پایداری آجر خشت‌ها به‌کار می‌روند ولی ملات‌های سیمانی با خشت ناپایدار ناسازگارند؛ زیرا میزان انبساط و انقباض گرمایی متفاوتی دارند؛ بنابراین ملات‌های سیمان روند تخریب آجر خشت‌ها را سرعت می‌بخشند.

مثال‌های ذکر شده نشان از آگاهی معماران سنتی درباره هم‌نشینی صحیح مصالح و نقش این آگاهی در ماندگاری مصالح سنتی دارد. آن‌ها به‌صورت تجربی دریافته بودند که به‌کارگیری مصالح با ویژگی کاملاً متفاوت، از نظر ضرایب انبساط و انقباض، طول عمر و ماندگاری، همچنین سازگاری با شرایط اقلیمی مورد نظر، باعث فرسودگی و تخریب زودهنگام ساختمان می‌شود [۳۲]. بدین ترتیب توجه به چگونگی قرارگیری مصالح در مجاورت هم در عمر سلامت مصالح و در نتیجه بنا مؤثر است.

۳-۲-۴- اتخاذ تدابیری برای کاهش آسیب‌پذیری در برابر عوامل محیطی

غالب بناهای تاریخی مناطق گرم و خشک ایران با مصالح خشت و گل ساخته شده‌اند. نمای این بناها از ملات کاه‌گل یا سیم‌گل است و اکثر درها و پنجره‌ها چوبی هستند. در حیاط این بناها حوض بزرگ آب با باغچه‌هایی در اطراف آن وجود دارد که باعث مرطوب شدن محیط این بناها می‌شود. همچنین در اکثر این بناها، زیرزمین‌های نم‌داری وجود دارد. داشتن این ویژگی‌ها سبب شده که این بناها مورد حمله بسیاری از عوامل بیولوژیک از جمله موریانه‌ها قرار بگیرند؛ چرا که رطوبت باعث جلب میکروارگانیسم‌ها و حمله شدید آن‌ها به بنا می‌شود [۳۳]. از این

رو لازم است به تدابیری که برای حفظ بناها در برابر اینگونه عوامل اندیشیده شده است، پرداخته شود.

۳-۲-۴-۱- رطوبت و آسیب‌های ناشی از شرایط جوی

رطوبت برای بقاء حیوان و گیاه نیاز است ولی بیشترین آسیب را نیز در بناهای خاکی سبب می‌شود [۱۰]. اثرات مداوم رطوبت در ساختمان باعث تغییر شکل بسیاری از مصالح و به ویژه پوسیدگی چوب‌های به‌کار رفته در ساختمان می‌شود. در موارد دیگر، باعث نرم شدن سطوح گچ کاری و طبله کردن آن‌ها و در نتیجه جدا شدن از سطح دیوارها می‌گردد [۱۱].

ضمن اینکه عاملی چون رطوبت، موجب می‌شود بحث ماندگاری برای لایه پوششی ساختمان بسیار حساس‌تر از سایر اجزای ساختمان باشد؛ زیرا به علت مجاورت و همبستگی این لایه با نیروهای محیطی و عوامل مخرب خارجی و بروز تخریب‌های عمده شیمیایی و مکانیکی، نمای ساختمان عملاً لایه‌ای آسیب‌پذیر و با عمر نسبی محدود است [۳۰]. گذشتگان ما برای کاهش اثر رطوبت به راهکارهایی دست یافته‌اند که در ادامه به نمونه‌هایی از آن اشاره می‌شود.

معماران سنتی به این نکته توجه می‌کردند: تنها در صورتی که ملات‌های گلی عاری از ترک و در مقابل آب مقاوم باشند، برای اجرا روی دیوارهای بیرونی مناسب‌اند. ملات گل غالباً برای اندود دیوارهای در معرض شرایط جوی مناسب نیست و ترجیح بر استفاده از ملات‌های آهکی بوده است. اگر اندود در برابر تغییرات دما و رطوبت مقاومت نکند ترک می‌خورد. رطوبت از طریق ترک‌ها به داخل گل نفوذ کرده و تورم آن و در نتیجه فراخ شدن ترک‌ها و پوسته پوسته شدن آن را سبب می‌شود [۳۴].

در شرایطی که اندود اجرا شده در معرض تغییرات شدید حرارتی قرار داشت و یا سطوح اندود شده بسیار وسیع و پیوند میان ملات و سطح دیوار ضعیف بود از حصیری که به زمینه کار تکیه داشت استفاده شده است. برای جلوگیری از خراب شدن حصیر در آینده نیز قبل از نصب در شیر آهک غوطه‌ور می‌شده است [۳۴]. در شهر سوخته از اندودی حاوی گل و مواد آهکی برای پوشش درگاه‌ها، پنجره‌ها و کف اتاق‌ها استفاده شده و در بخش‌هایی در زیر این اندود پوششی حصیری برای جلوگیری از ریزش اندود و نفوذ رطوبت به‌کار برده شده است [۳۵].

نمونه دیگر، راهکاری است که معماران سنتی برای حفاظت از سطح رویی حصار چینه‌ای که در اثر عوامل جوی مثل باد و باران شسته و خراب می‌شد، اندیشیده‌اند. قرار دادن بوته‌های خار، شاخه‌های زرشک و هیزم در سطح رویی چینه، از تخریب حصار بر اثر عوامل جوی مثل باد و باران جلوگیری می‌کند [۷].

استادکاران گاهی نیز با افزودن روغن چراغ به ملات کاه‌گل میزان نفوذ آب به ملات را کاهش می‌دادند. چنانچه از روغن چراغ جهت آغشته کردن بام‌ها استفاده شود، از خطر مکش آب در کاه‌گل پیشگیری می‌کند و آب باران و برف به سرعت از ناودانی سرازیر می‌گردد [۱۲]. علاوه بر روش‌های یاد شده، معماران سنتی برای دفع رطوبت تا روی پی شفته می‌ریختند و برای سقف از «خاک سیبه» که مخلوط رس و ماسه بادآورد است استفاده می‌کردند. چرا که آب در خاک سیبه کمتر نفوذ می‌کند [۲۷].

۳-۲-۴-۲- میکروارگانیسم‌ها

مصالح معماری خاکی ممکن است محیط خوبی را برای زندگی حیوانات و حشرات فراهم کند و همین حیوانات و حشرات می‌توانند برای بنا مخرب و مضر باشند. ریشه درختان، موریانه و دیگر حشرات، پرندگان، موش، عنکبوت و حتی زنبور برخی از میکروارگانیسم‌هایی هستند که به‌عنوان عوامل مخرب معماری خاکی شناخته می‌شوند. در ادامه، به‌طور نمونه رفتار موریانه‌ها و راهکارهای معماران در مقابله با آن‌ها اشاره می‌شود.

موریانه‌ها حشراتی کاملاً اجتماعی هستند که در جستجوی غذا به ساختمان‌ها وارد می‌شوند و با تغذیه از چوب‌های به‌کار رفته در ساختار بنا و سایر مواد سلولزی موجود در مصالح بنا مانند کاه موجود در ملات کاه‌گل باعث وارد آمدن خسارات جبران ناپذیری به بناهای خشتی تاریخی می‌گردند [۳۳]. بقایای گیاهان و یا چوب‌هایی که در سازه دیوار استفاده شده‌اند بستر مناسبی برای هجوم موریانه‌ها است. موریانه‌ها با تغذیه از این مواد موجب می‌شوند تا فضاهایی که از قبل به وسیله چوب و یا بقایای گیاهان در دیوارها پرشده بود به‌صورت حفره‌هایی درآمده و شرایطی برای ناپایداری دیوار ایجاد کند.

از راهکارهایی که معماران سنتی برای دفع میکروارگانیسم‌ها اندیشیده‌اند می‌توان به چوب‌های دارای صمغ یا کندر مانند سرو، کاج و صنوبر که در برابر حمله موریانه مصون هستند اشاره نمود؛ ولی به‌محض اینکه بوی کندر از چوب خارج شد در معرض حمله موریانه قرار می‌گیرند [۳۶]. درگذشته برای مقاوم کردن چوب در برابر موریانه از چوب شورانه (شنگ/ اِشن) (نوعی درخت تبریزی) استفاده می‌کردند و یا اینکه چوب را با صمغی بسیار تلخ به نام اِشه همراه با کندور دود می‌دادند یا چوب را قیرمالی (قیر آبکی) می‌کردند و دورش را گچ می‌گرفتند [۳۶].

در میان چوب درختان مختلف، چوب سدر به دلیل داشتن روغن از پوسیدگی و کرم‌خوردگی محفوظ می‌ماند [۳۶]. علاوه بر این معمولاً از چوب درختان بی‌بر مانند سپیدار و تبریزی که در مقابل موریانه مقاوم‌اند در ساخت پوشش‌ها استفاده می‌شود. این چوب‌ها برای فرسب‌ها و تیرهای اصلی مناسب‌اند. ولی چوب‌هایی

مانند سرو، کاج و شوره گز تا وقتی بوی کندر دارند موریانه آن‌ها را نمی‌خورد ولی پس از گذشت سال‌ها و از بین رفتن بوی کندر از گزند موریانه در امان نیستند [۷].

در راهکار دیگر، برای حفاظت در برابر موریانه، وادارهای ارسی را با مصالح بنایی می‌ساختند. گاه نیز چوب را درون گچ محبوس می‌کردند و به گچ‌خاک تنباکو اضافه می‌کردند تا محفوظ بماند [۷]. به علاوه گاهی با آغشته کردن چوب به قطران، دوغابِ آهک و یا اندود قیرهای طبیعی از آن محافظت می‌کردند و یا سطح چوب را به اندازه حدوداً دو میلی‌متر می‌سوزانند [۱۲]. گاهی نیز «به تمام تیرها و تخته‌هایی که در هر قسمت ساختمان به‌کار می‌روند نمک بسیار می‌پاشند تا از آسیب کرم‌خوردگی مصون بماند» [۱۸].

مثال دیگر برای مقابله با هجوم موریانه‌ها، افزودن اندکی از پودر گیاه خارشتر به گل دیوار است. این پودر دارای طعم تلخی برای موریانه است، در برخی مناطق از گیاه شیرین بیان نیز برای مقابله با هجوم موریانه استفاده می‌شود. راهکار دیگر آن‌که کاه‌گل را با کاه گندم درست می‌کنند؛ از آن جهت که اگر کاه جو با آن مخلوط شود موجب پیدایش موریانه می‌شود. امروزه کاه گندم کمیاب شده است. افزون بر این، روی چوب‌های در و پنجره روغن منداب که از بوته منداب به‌دست می‌آید یا روغن بزرک می‌زنند. این روغن تلخ است و موریانه نمی‌خورد (صادقی فرد، مصاحبه شخصی). طریقه مصرف روغن منداب به این صورت بوده که آن را داغ می‌کردند و داخل آن زودو (نوعی صمغ از درخت زردآلو) می‌ریختند. سپس محکم روغن را با پارچه روی چوب می‌کشیدند [۷].

بدین ترتیب توجه به میکروارگانیسم‌ها و اندیشیدن تدابیری برای دفع خطر تخریب بنا توسط آن‌ها نیز در بالا بردن عمر مصالح و در نتیجه عمر مفید کالبد بنا مؤثر است. توجه به عوامل مخرب و چاره‌جویی برای آن‌ها، از تجربه معماران سنتی در طول سال‌ها به‌دست آمده است.

۳-۲-۵- شناخت نحوه استفاده از مصالح

از دیگر ملاحظات مرتبط با مصالح که به افزایش عمر بناها منجر شده می‌توان به استفاده به جا و صحیح از مصالح اشاره نمود. آنچه موجب می‌شود بناها آسیب‌پذیری کمتری داشته باشند و گاه با مرمت‌های اندک همچنان ماندگار باشند. از آن جمله است نکاتی که در استفاده از خشت مد نظر قرار می‌گیرد. در ساخت بنای خشتی به لحاظ ویژگی‌ها و کاستی‌های خشت، معضلاتی ایجاد می‌شود که در برخی موارد برای کاستن از این عوارض، تمهیداتی برای آماده‌سازی ساخت مایه یا روش‌های مختلفی در اجرا اندیشیده می‌شود؛ برای مثال با کم کردن ضخامت خشت، سطح چسبندگی خشت ثابت و از وزن آن کاسته می‌شود. این مسئله موجب سهولت و بالا رفتن سرعت اجرای بنای خشتی می‌شود. علاوه بر این، کاهش وزن خشت موجب پایداری بیشتری در محل نصب در بنا می‌گردد؛ به ویژه زمانی که ملات چسباننده آن خیس بوده و گیرایی و چسبندگی لازم بین خشت و ملات به وجود نیامده است.

از دیگر روش‌ها خراش دادن پشت و روی خشت در موقع قالب‌گیری به‌منظور افزایش گیرداری آن است. محل این خراش‌ها به هنگام اجرای بنای خشتی موجب می‌شود تا ملات به داخل آن‌ها وارد شده و اتصال مناسبی میان خشت‌ها و ملات صورت گیرد؛ همچنین با قرار دادن گاز (سنگ، تکه آجر و قطعه سفال) در قسمت بالای درز ملات خور از نزدیک شدن دو خشت مجاور هم تا خشک شدن کامل جلوگیری می‌کند. این کار به‌منظور حفظ رج‌های خشتی اجرا شده در ردیف‌ها صورت می‌گیرد تا احیاناً جابه‌جایی که بر اثر لغزش خشت بر روی ملات خیس صورت می‌گیرد به کلی حذف شود؛ در غیر این صورت این احتمال وجود دارد که جابه‌جایی خشت‌ها هم موجب ناهماهنگی در اجرا شده و هم موجب تغییر بار نیروی وارده به جرزها شود؛ در موارد لازم می‌توان به جای استفاده از ملات گل خالص از ملات گل و گچ جهت زودگیر کردن ملات خشت استفاده کرد (کمک گرفتن از خاصیت چسبندگی گچ). برای اتصال محکم‌تر خشت یا آجر نیز آن را با ضرب به ملات می‌کوبند که اصطلاح ضربی به این علت برای این روش اجرای طاق به‌کار می‌رود. این کار موجب ایجاد چسبندگی بین خشت یا آجر با ملات می‌گردد [۳۵].

به‌عنوان نمونه‌ای دیگر، برای حوض یا خزینه حمام از ساروج استفاده می‌کردند؛ یعنی آهک و لویی را مخلوط می‌کردند. به مدت چندین روز کارگری به آن آب پاشیده و ماله می‌کشید؛ به وسیله ماله کشیدن، ساروج بسیار محکم‌تر از مصالحی مثل سیمان می‌شود [۲۷]. سپس روی آن آب پاشیده و رویش را با زیلو یا چیز دیگری تا روز بعد می‌پوشاندند. مدت ۳ تا ۷ روز این عمل را تکرار می‌کردند به این ترتیب اندود طی سالیان دراز باقی‌مانده و گزندی نمی‌دید. دیمه‌هایی متعلق به ۲۰۰۰ سال پیش در ایران دیده شده است [۷]. نمونه‌های ذکر شده برخی از شواهد متعدد مبنی بر معرفت معماران نسبت به نحوه استفاده از مصالح است.

۳-۲-۵-۱- استفاده از هندسه و پیمون در نحوه چینش مصالح

بسیاری از مصالح در معماری ایرانی، مدولار هستند و از پیمونی با اندازه‌های خرد و یکسان استفاده می‌شود مانند خشت، آجر،

کاشی، معماران با بهره‌گیری از پیمون و تکرار آن در اندازه‌ها و اندام‌ها، ساختمان‌ها را بسیار گوناگون از کار درمی‌آوردند [۳۷]، نحوه چینش مصالح با پیمون (مدولار) از منطق و هندسه خاصی بهره می‌برند و با عنوان هندسه نقوش و یا هندسه گره در میان معماران و هنرمندان و در کتب از آن یاد می‌شود. تحول و تکامل هر چه بیشتر کاشی‌کاری و سایر هنرهای وابسته به معماری با کارهای گره به نام هندسه نقوش انجام می‌گردد که از افکار متعالی بنایان، معماران، کاشی‌گران، کاشی‌کاران، در تعداد فراوان هندسه گره که از فلسفه علم هندسه سخن می‌گوید، برای کاشی‌کاری آن دوران آفریده می‌شد. مصداق بارز چینش منطقی مصالح برای نماسازی، آجرکاری‌های متنوع و چشم‌نواز است. پولاک در سفرنامه خود اشاره می‌کند: «ایرانی‌ها می‌دانند که آجرهای بزرگ و کوچک با رنگ‌های گوناگون را با زاویه‌های مختلف چنان پهلوی هم بچینند که دل‌انگیزترین طرح‌ها و نقوش هندسی از آن‌ها پدید بیاید. به خصوص در ساختمان‌های قدیم اصفهان به اشکال ساده بسیار زیبایی می‌توان برخورد که بیننده را متحیر می‌کند» [۱۶]. بدیهی است چینش مصالح با منطق هندسی به ماندگاری مصالح کمک می‌کند.

۳-۲-۶- افزایش مقاومت مصالح

مقاومت بالای مصالح به‌کار رفته در بناها می‌تواند از وارد شدن خسارات مالی به تجهیزات و تأسیسات حیاتی و حساس نظامی و غیر نظامی و تلفات انسانی جلوگیری نموده و یا میزان این خسارات و تلفات را به حداقل ممکن، کاهش دهد.

معماران سنتی سعی می‌کردند تا حد امکان مقاومت مصالح را افزایش دهند. به نظر می‌رسد در معماری ایرانی همواره این امر در نظر گرفته شده است که مصالح مورد استفاده، استعداد و آمادگی قابل قبولی در کاربست و اجرا داشته باشند. برخی از مصالح رفتار خاصی را در فرآیند تولید می‌طلبند. شیوه‌های گوناگون در ترکیب مواد نیز، نتیجه کار را متفاوت می‌سازد. با شناخت امکانات و قابلیت‌های مواد خام می‌توان کیفیت نهایی محصول را کنترل و حتی تعیین کرد و بر اساس محل و هدف کاربست، بهترین نتیجه را از ترکیب مواد خام به‌دست آورد [۱۶]. ترکیب صحیح مصالح، آزمون مصالح و شناخت نحوه عمل‌آوری مصالح از جمله راهکارهایی است که به افزایش مقاومت مصالح می‌انجامد. آنچه در ادامه بدان پرداخته می‌شود.

۳-۲-۶-۱- ترکیب صحیح مصالح

شناخت اجزای تشکیل دهنده مصالح ساختمانی و خواص آن‌ها، معمار را قادر خواهد ساخت تا مخلوط مناسب برای هر هدف و نیاز را انتخاب کند. در این راستا، ترکیب صحیح مصالح یکی از عوامل مهمی است که باعث دوام آن‌ها در طول سالیان متمادی شده است. در ادامه نمونه راهکارهایی در زمینه افزایش مقاومت مصالح با استفاده از ترکیب صحیح مصالح شرح داده می‌شود.

از جمله این راهکارها آن است که برای افزایش استحکام خشت به مخلوط خاک، ماسه بادآورد اضافه می‌کردند (زارع زواره‌ای، مصاحبه شخصی) چرا که انواع خشت با توجه به میزان همگن بودن موادی که ترکیب می‌شود و انبساط و انقباض در مقابل گرما و سرما و عوامل طبیعی پایدار یا ناپایدار هستند. توضیح آنکه اگر در هنگام تهیه خشت از خاک رس خالص استفاده می‌شد، خشت حاصل ترک برمی‌داشت و مقاوم نبود. برای حل این مسئله کمی ماسه دستی، کاه یا سبزی‌های خشک به خاک رس اضافه می‌کردند [۷]. در سیم‌گل سنتی (مخلوط خاک رس، ماسه، کاه خرد شده بسیار نرم و اندکی گچ نیم کوب) از پوست ارزن و پوست برنج ریز شده نیز به جای کاه استفاده می‌شده است. با مخلوط کردن خاک رس با الیاف خرما خشتی مقاوم به‌دست می‌آید که به آن اصطلاحاً «ساز و دار» یا «سازو» گفته می‌شود [۱۱]. با افزودن موی بز به خاک رس خشتی مقاوم به‌دست می‌آورده‌اند که ترک پذیری این خشت بسیار کم است. پشم شتر به خاک رس معدنی نرم با نسبت معینی افزوده شده و خشتی مقاوم به‌دست می‌آمد. در خشت‌های بنای مسجد فهرج یزد از ژاژ (خارشتر) استفاده کرده‌اند. ژاژ همان عملکرد کاه را دارد و به فراوانی در آن محل یافت می‌شده است [۷]. با افزودن شلتوک به خاک رس به هم پیوستگی اجزای خشت افزایش و میزان ترک پذیری آن کاهش می‌یابد. خرده‌سنگ مقاومت فشاری خشت را زیاد می‌کند. خاک رس چرب کوبیده با مقداری خاکستر مخلوط شده و از آن خشت خاکستری رنگی تهیه شده است. معمولاً خاکستر دارای اندکی چربی است و حالت عدم مکش آب در خشت به وجود می‌آورد [۱۱]. از معایب استفاده از گچ و خاک ترک‌خوردگی آن است. در گذشته برای جلوگیری از ترک‌خوردگی موی اضافه و باقیمانده در دباغی‌ها را که مخلوطی از پشم و کرک بود می‌گرفتند و داخل اندود گچ و خاک می‌ریختند. همچنین گاه برای جلوگیری از ترک خوردن خشت‌های بزرگ در مخلوط گل پهن می‌ریختند. این ترکیب مقاومت خشت را در برابر رطوبت افزایش می‌دهد و از باز شدن آن جلوگیری می‌کند [۷].

۳-۲-۶-۲- آزمون مصالح

میزان وسواس معماران سنتی در انتخاب و آزمون مصالح، به حدی است که گاه مصالح را به دقت مورد بررسی قرار می‌دادند. چنانچه با چشیدن خاک به میزان نمک و دیگر ویژگی‌های آن

دست می‌یافتند. به اصطلاح خودشان خاک زنده را از خاک مرده تشخیص می‌دادند. آن‌ها به تجربه دریافته بودند معمولاً زمینی که دست نخورده باشد و خاک زنده که زیاد به‌کار نرفته مقاوم‌تر است در حالی که خاک اگر بماند شور می‌شود؛ شوره می‌زند و در نتیجه خاک کهنه زودتر موریانه می‌زند. به همین خاطر در خشت کهنه کاه نمی‌ریختند و با خاک تنها خشت می‌زدند. استادکاران سنتی تکه‌ای گل را در آب قرار می‌دادند و اگر گل چهار تا پنج ساعت در آب بماند و از هم باز نشود یعنی رنگ آب عوض نشود گل مرغوبی است [۲۷].

همچنین، از جمله مصالحی که استادکاران مقاومت آن را آزمایش می‌کرده‌اند آجر است. وزن مخصوص آجر مقاوم، بیشتر از نوع نامقاوم خواهد بود. چنانچه با ته تیشه به آجر ضربه زده شود، آجر مقاوم سبز و زرد صدای زنگ و آجر نامقاوم به رنگ گل بهی صدای تاپ، تاپ و اصطلاحاً صدای مرگ می‌دهد. بدون شک، مقاومت آجر آبمال به مراتب بیشتر از آجر غیر آبمال است و این به آن علت است که سطوح آبمال شده خشت و بعد آجر پخته آن، کاملاً صیقلی و فاقد خلل و فرج‌های ریز است [۱۲]. تحدب و تقعر آجر نیز اثر نامطلوبی بر مقاومت آن دارد زیرا باعث تمرکز تنش در محل‌های خاص شده و از توزیع یکنواخت تنش جلوگیری می‌کند [۳۹]. معماران سنتی با شناخت این نشانه‌ها میزان مقاومت مصالح را می‌آزمودند.

افزون بر مثال‌های ذکر شده، آجر کارها و تیشه‌داران اغلب از آجری استفاده می‌کنند که در برابر نشت آب، یخبندان و فشار مقاوم باشد و زمانی که به آن ضربه‌ای زده می‌شود صدای زنگ بدهد. آجر باید آب ملات را در حد متوسط جذب کند. اگر آجر آب را جذب نکند ملات به آجر نمی‌چسبد و اگر خیلی جذب کند آجر پوک و شکننده می‌شود. آجر تیشه‌داری نباید ناخالص باشد و ذراتی چون سنگ‌ریزه، آهک و مواد دیگر داشته باشد، چون به هنگام تیشه‌داری طرح‌های ظریف بر آجر حک نمی‌شود و آجر ترک برمی‌دارد [۸]. معماران سنتی حتی با روش ساده‌ای ملات آجر را نیز امتحان می‌کردند. اگر ملات آماده شده به ماله که عمودی نگه داشته شده می‌چسبید و به سادگی با یک تکان ناگهانی از آن کنده می‌شد ترکیب ملات درست بوده است [۳۴].

۳-۲-۶-۳- شناخت نحوه عمل‌آوری مصالح

مواد فرآوری شده، برساخته از مواد خام هستند؛ اما مانند هر ماده ترکیبی دیگری، ویژگی‌های متفاوتی با مواد سازنده خود دارند و بر اساس شیوه تولید و جنس مواد، قابلیت‌های متفاوتی با هم دارند. به‌عنوان نمونه‌ای از عمل‌آوری مصالح می‌توان به عمل‌آوری چوب اشاره نمود. حجم چوب پس از دریافت یا از دست دادن رطوبت تغییر می‌کند و ترک‌های طولی در آن ایجاد می‌شود؛ بنابراین تا مغز چوب باید خشک شود [۱۱]. اگر تنها یک طرف چوب هوا بخورد و خشک شود، طرف دیگر ترک خواهد خورد. اگر چوب بیش از حد بماند پنبه‌ای شده و قابل استفاده نخواهد بود. باید چوب زیر سرپوشی خوابانده شود تا آب باران به آن نرسد. به علاوه شیره درخت در پاییز کمتر است؛ قبل از کار با چوب ته چوب را برای بیرون آمدن همه شیره آن می‌سوزانند. چوب چنار نمونه چوب بسیار محکم و بادوامی است که عمل آوردن آن مشکلات زیادی در پی دارد. رشته‌ها تا چند سال پس از قطع درخت جان دارند و تغییر شکل می‌دهند؛ بنابراین باید زمان طولانی خوابانده شوند [۷].

یا چنان چه در تهیه خشت، خاک رس تهیه شده را برای چند هفته یا چند ماه زیر نور آفتاب و برف و باران و یخبندان و جریان هوا قرار می‌دادند تا فعل و انفعالات شیمیایی خود را انجام دهد [۱۴]. با رها کردن مخلوط خاک به حال خود برای مدت ۱۲ تا ۴۸ ساعت، نیروی پیوستگی در خاک افزایش پیدا می‌کند. غرقاب کردن برای غنی کردن خاک‌های شنی با رس یا فرآوری خاک سبک الزامی بوده است. اگر به جای پودر از کلوخ استفاده می‌شد باید آن را برای چند روز در یک مخزن آب بزرگ و مسطح غوطه‌ور می‌کردند [۳۴]. زمان قالب‌گیری خشت و تهیه آن نیز با توجه به نوع اقلیم، در فصول گرم و از اواخر فصل بهار تا اوایل فصل پاییز است؛ اما بهترین زمان تهیه خشت در ماه‌های تیر و مرداد است؛ چرا که در فصول گرم سرعت خشک شدن و فرآوری خشت بالا می‌رود. همچنین ممکن است خشت بر اثر بارندگی‌های احتمالی در فصول سرد خیس شود یا یخ بزند [۱۲].

در ادامه فرآوری خشت، گل را به میزان زیادی ورز می‌دادند. ورز دادن گل در مقاومت آن بسیار تأثیرگذار است. بهترین کاه‌گل آن است که به مدت ۱۵ روز لگد بخورد؛ ورز دادن کامل گل از ترک خوردن خشت جلوگیری می‌کند [۷]. پس از ریختن مخلوط درون قالب با دست به خوبی ورز داده می‌شود تا تمام زوایای قالب را پر و همه حباب‌های هوا را خارج کند. ملات را در قالب می‌کوبند تا خشتی فشرده و بدون منفذ به‌دست آید. در نتیجه ورز دادن مخلوط خشت‌ها صلب و دارای گوشه‌ها و لبه‌های قوی خواهند شد [۴۰]. همچنین باید خشت‌ها را به‌صورت عمودی و زیر سایبان قرار داد تا از تابش مستقیم خورشید و جریان هوا حفظ شوند و فرآیند خشک شدن آن‌ها به‌صورت برابر و به کندی انجام شود. کاهش طول عناصر ساختمانی و بالا بردن زمان

خشک شدن آن‌ها ترک‌های انقباضی در ساختمان‌های خاکی را کاهش می‌دهد [۳۴]. برای مثال در خاک خوزستان مقدار زیادی ماسه وجود دارد و برای خشت‌زنی نامناسب است. در نتیجه در این منطقه برای دوام بیشتر خشت ابعاد آن را خیلی کوچک در نظر می‌گیرند [۷].

در جریان ساخت آجر نیز برای به‌دست آوردن شکل صاف، منظم و مقاوم‌تر (نسبت به آجر معمولی)، آن را واکوب می‌کردند. ابتدا خشت قبل از رفتن به کوره به کمک دو تخته به‌صورت ماله و کمی آب، واکوفته (صاف و مرتب) شده و پس از آن دوغاب شل از گل رس به اطراف آن کشیده می‌شد. سپس خشت داخل کوره گذاشته می‌شد. البته ممکن بود در کوره کمی تاب بردارد. لایه‌ای که به این وسیله روی آجر تشکیل می‌شود دارای مقاومت بیشتری از داخل آجر است. واکوب، لایه فشرده صافی روی آجر تشکیل می‌دهد. همچنین برای صاف کردن لبه‌های آجر با تخته‌ای صاف به لبه‌های خشت می‌کشند تا سطح خشت یکنواخت شود [۷]. نوع سوخت نیز در زمان حرارت دادن به خشت، در میزان مقاومت آجر تأثیر فراوان دارد. به‌طور مثال سوخت کوره‌ها در قدیم از هیزم‌های قطور و با وزن مخصوص زیاد که به مراتب، حرارتی بیشتر از سوختی نظیر پوشال یا بوته یا مواد دیگر بوده، استفاده می‌شده است [۱۲].

شایان ذکر است طراحی سازه‌ها در برابر انفجار، مستلزم آگاهی از ویژگی‌های دینامیکی مصالح است. مصالح تحت بارگذاری دینامیکی، افزایش مقاومتی از خود نشان می‌دهند که به‌طور قابل ملاحظه‌ای مقاومت سازه‌ای را افزایش می‌دهد. سازه‌ها برای جذب انرژی بارهای انفجاری، وارد محدوده تغییر شکل‌های فرا ارتجاعی می‌شوند. بدین رو مصالح سازه‌ها باید دارای طاقت کافی باشد. افزایش مقاومت مصالح، به علت بارگذاری سریع، به عضو اجازه می‌دهد تا مقاومت بیشتری نسبت به حالت استاتیکی از خود نشان دهد. با وجود راهکارهای متنوع افزایش انعطاف پذیری مصالح در برابر بارهای استاتیکی و دینامیکی در معماری سنتی، متأسفانه مصالح بنایی غیر مسلح به علت تردشکنی و عدم یکپارچگی، مصالح مناسبی برای سازه‌های مقاوم در مقابل انفجار نیست و طبق مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان لازم است امروزه از مصالح بنایی مسلح استفاده شود [۴۶].

۳-۲-۷- استفاده از مصالح متناسب با اقلیم

به نظر می‌رسد، سکونتگاه‌های انسانی و بناهای فلات مرکزی ایران با طبیعت و زمینه اقلیمی خاص خود رابطه‌ای هماهنگ و پایدار دارند [۴۱]. چنانچه یکی از خصوصیات مهم و قابل توجه هنر معماری ایران در گذشته این بوده که با شرایط محلی از نظر مواد اولیه و آب و هوا کاملاً تطابق داشته است. بدین ترتیب، از میان معیارهای انتخاب مصالح در فلات مرکزی ایران، آنچه بیش از همه مهم است تناسب و سازگاری با اقلیم خاص این منطقه است. از دلایل عمده استفاده از مصالحی از جمله آجر، خشت و گل در فلات مرکزی ایران، ظرفیت حرارتی زیادی است که دارند. به دلیل اختلاف دمای شب و روز در فلات مرکزی ایران، این مصالح گرما را در طول روز ذخیره، در هنگام سردی هوای شبانه آن را به محیط منتقل می‌کنند. آجر و دیگر مصالح با منشأ خاک، در مقایسه با مصالح دیگر از توانایی ذخیره انرژی حرارتی برخوردار هستند و در نتیجه انتقال نوسان‌های حرارتی محیط بیرونی به داخل از طریق این جداره‌ها شدید نیست. دلیل دیگری که آجر در مقایسه با دیگر مصالح هم خانواده خود دارد، ضریب انبساط و انقباض آجر در برابر سرما به گونه‌ای است که از ایجاد ترک در بنا جلوگیری می‌کند.

اگر چه در دوره‌ای نمای بسیاری از ساختمان‌ها را در ایران از سنگ‌هایی که در مقابل حرارت‌های مختلف تغییر درجه حرارت فاحش می‌داد، پوشانیدند؛ به‌کارگیری سنگ در ایران به‌طور تجربی آزمایش شد و امتحان خوبی پس نداد. در همین زمان با پیشرفت فناوری صاحبان صنایع در حرفه‌های مختلف تصمیم گرفتند که از انواع مصالح چه طبیعی و چه غیر طبیعی برای نماسازی بهره گیرند. آن‌ها مصالحی را که از اختراعات و ابداعات خودشان بود برای نماسازی با تبلیغات فراوان به‌کار گرفتند و تمام آن‌ها را به بوته آزمایش سپردند ولی نتیجه مطلوبی عاید نگشت و هر کدام به نوبت از لیست مصالح ساختمانی خارج و دوباره آجر (در برخی شهرها) که از مصالح سنتی هر آب و خاکی بود جانشین همه آن‌ها شد [۱۵]. بدین ترتیب، یکی از دلایل طولانی بودن عمر مفید مصالح در معماری سنتی را می‌توان استفاده از مصالح متناسب با اقلیم دانست.

فلات مرکزی ایران، منطقه‌ای است گرمسیر و تقریباً خشک با بادهای شدید. ساکنان فلات ایران، گل، خشت، آجر، سنگ و چوب را به‌عنوان مصالح اصلی در ساختن بنا مورد استفاده قرار داده‌اند ولی تکیه اصلی در عمده بخش‌های این سرزمین بر گل، خشت و آجر قرار داشته است. با استفاده از راهکارهایی در راستای کاهش نوسانات حرارتی، بر عمر مفید مصالح و در نتیجه بنا افزوده شده است.

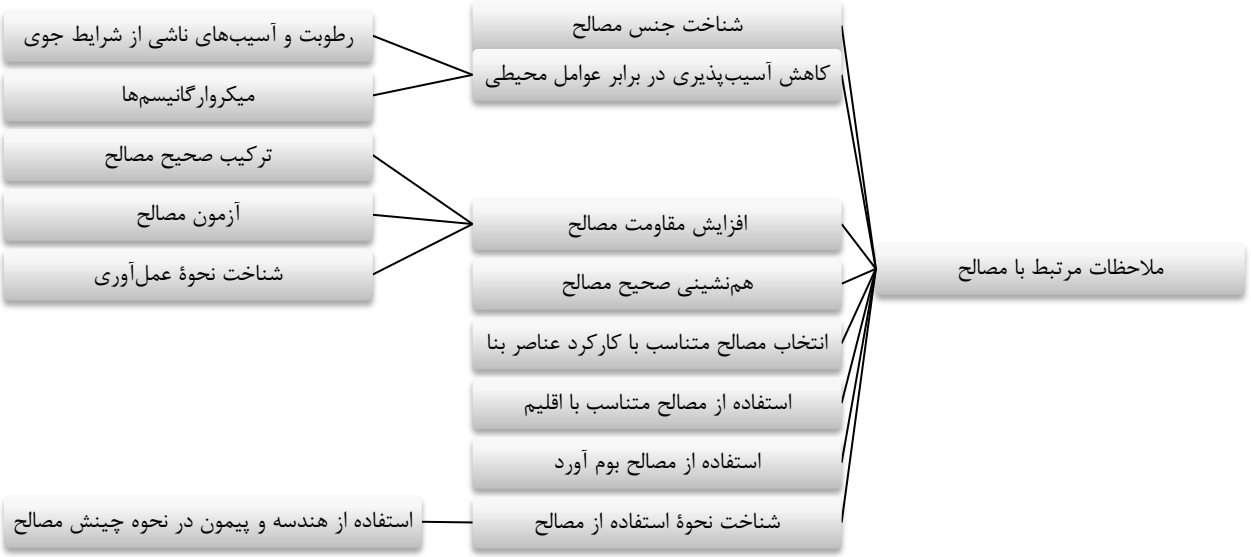
۳-۲-۸- استفاده از مصالح بوم آورد

فلات مرکزی ایران از شرایط و ویژگی‌های بومی خاصی برخوردار است و معماری متناسب با بوم خود را می‌طلبد. به گفته مرحوم پیرنیا استفاده از مصالح محلی و «بوم آورد» از اصول معماری و شهرسازی سنتی ایران به شمار می‌رود: «مصالح باید فرآورده (محصول) همان‌جایی باشد که ساختمان ساخته می‌شود و تا آنجا که شدنی است از امکانات محلی بهره‌گیری شود» [۳۷]. مصالح بناهای شهرهای سنتی معمولاً خشت و آجری است که از خاک گودبرداری شده از محل بنا تأمین شده و گاهی در ترکیب با مصالحی مانند «کاه» که محصول جانبی کشاورزی بوده، به‌کار می‌رفته است. مصالح برآمده از خاک و محیط پیرامون، دارای کیفیت و ماهیتی هستند که گویی بنا از زهدان زمین زاده و سر برآورده است. ماهیت مصالح بومی به مراتب قوی‌تر از مصالح نامتجانس با محیط است. از طرفی بوم، کارکرد مصالح از لحاظ تکنیکی را متضمن می‌شود. برای مثال بنا به گفته استادکاران، شفته‌آهک تا هفتصد سال خود گیری دارد و تا رطوبت اطراف شفته وجود دارد، شفته خود گیری خود را انجام می‌دهد و به مقاومت آن اضافه می‌شود، بنابراین با رطوبتی که در خاک اصفهان موجود است هر روز به مقاومت شفته‌های ریخته شده گذشته افزوده می‌گردد [۱۶].

اگر مصالحی پاسخگوی نیازهای اقلیمی محلی نبود، معماران مصالح کارآمد و متناسب آن اقلیم را جایگزین می‌کردند. برای نمونه معماری پارتی، با توجه به خاک ترده بار (موریانه دار) ایران، به خصوص در خاور و جنوب خاوری و اشکال تهیه چوب بلند و سخت در داخل کشور، احداث طاق را که از روزگارهای کهن در این سرزمین معمول بوده است، دوباره رایج کرد [۳۶].

همچنین استفاده از مصالح بوم آورد باعث تقویت اصل استتار و اختفاء، یکی از اصول عمده در پدافند غیرعامل، می‌شود. در منظر شهری می‌توان با استفاده از تدابیر گوناگون ساختمان‌ها و تأسیسات مهم و حیاتی را از دید دشمن محفوظ کرد تا به آن‌ها آسیبی نرسد. استفاده از تکرار، یکسان‌سازی نماها از نظر بافت و رنگ و فرم طراحی ساختمان‌ها در استتار ساختمان‌های مهم از دید دشمن به خصوص در حملات هوایی تأثیرگذار است. در این حالت می‌توان با یکسان‌سازی مصالح نمای ساختمان مهم مد نظر با ساختمان‌های اطراف و یا حتی کاهش تأثیر بصری و عادی جلوه دادن ساختمان نسبت به دیگر ساختمان‌های موجود از شناسایی آن توسط دشمن تا حد ممکن جلوگیری به عمل آید.

بدین ترتیب، یکی از دلایل طولانی بودن عمر مفید مصالح در معماری سنتی را می‌توان استفاده از مصالح بوم آورد دانست.



نمودار (۱): چگونگی افزایش عمر مفید معماری سنتی با توجه به مصالح مورد استفاده

۴- بحثی در ملاحظات مرتبط با مصالح در ماندگاری معماری امروز

در مجموع، لازم به ذکر است که ماندگاری یک صفت نسبی است. در طبیعت هر ماده متناسب با کاربری و شرایط محیطی‌اش دوام دارد. برگ درختان خزان پذیر عمری چند ماهه دارند که ماندگاری متناسب همان بازه زمانی مورد نظر را نیز دارند. از این رو، در انتخاب مصالح ابتدا باید عمر مورد تقاضا و مناسب ساختمان تعیین و پس از آن ماده انتخاب شود [۳۰]. انتخاب صحیح مصالح و استفاده مناسب از آن، نقش به سزایی در تأمین سلامت و عمر ساختمان دارند. انتخاب مصالح آزموده شده می‌تواند از نارسایی زودهنگام ساختمان پیشگیری کند. در زمینه عمر مفید کم ساختمان‌های مسکونی در ایران، گرچه بیشتر به نامرغوب بودن کیفیت مصالح اشاره می‌شود، اما نمی‌توان علت اصلی تخریب‌های گسترده در شهر و یا هنگام رخداد زلزله را ضعف مصالح دانست. گو اینکه در ساختمان‌های مشابه، از نظر نوع مصالح مصرفی، در سایر کشورها و یا حتی در همان منطقه حضور ساختمان، عملکردها متفاوت است [۳۲]. امروزه به جز موارد محدودی که کیفیت مصالح انتخابی ممکن است زیر حد استاندارد باشد در بیشتر موارد اشتباه طراحان در نحوه استفاده از مواد و مصالح، عدم توجه به شروط هم‌جواری این مواد با سایر مصالح و کمبود مهارت در هنگام نصب آن‌ها باعث بروز کاستی‌های زودهنگام در ساختمان می‌شود. چرا که نه تنها از مصالح سنتی به شیوه غیر سنتی استفاده می‌شود، بلکه معماران هر روز با مصالح و روش‌های ساختمان‌سازی جدیدی روبه‌رو می‌شوند که دانش کمی درباره رفتار و ویژگی‌های آن‌ها دارند. [۳۲]. «تفاوت در گزینش مصالح، اختلاف عمده میان معماری مدرن و معماری سنتی را شکل می‌دهد. ویژگی معماری با مصالح مدرن، بر مبنای ترکیب مصالح در نماها، کاربرد روکش، تکه‌دوزی و مصالح ساختگی و ناملموس، تقلید از نمونه‌های اصیل، تزئینات افراطی، عدم تناسب در جزئیات و نازک‌کاری است. ویژگی دوره سنتی اساساً بر مبنای بیان ساده و صریح و با اصالت مصالح، احتیاط در تعداد مصالح، هماهنگی و سازگاری مصالح با طرح معماری و دوری از تزئینات نمایشی است. در معماری سنتی ایران وسواس و دقت بسیار در گزینش، کاربرد مواد، ترکیب آن‌ها با یکدیگر و همسویی‌شان با کل طرح اعمال می‌شود. دقایق این کار به حدی است که عرصه کار با مصالح را به‌صورت یک علم تمام، یک صنعت ظریف و نیز هنری پیچیده می‌نمایاند» [۳۸]

شایان ذکر است اکثر ساختمان‌های مصالح بنایی در طول عمر خود می‌توانند تحت بارهای حاصل از انفجار قرار بگیرند. رفتار این مصالح برای حفاظت اشخاص یا تجهیزات حساس از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از رویکردهای مطرح در مبحث پدافند غیرعامل، تقویت ساختمان‌ها در برابر انفجار است. در طول سالیان اخیر با افزایش حملات تروریستی و خطرات ناشی از انفجار ضرورت تقویت این دیوارها اجتناب ناپذیر است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که اکثر دیوارهای بنایی غیر مسلح، در برابر انفجار مقاوم نبوده و یا مقاومت کافی و قابل قبولی ندارند، زیرا غالباً بدون در نظر گرفتن آیین‌نامه ساخته شده و یا دقت کافی در اجرای آن‌ها نگردیده است [۴۷]. از این رو ضرورت تقویت دیوارهای بنایی غیر مسلح برای مقابله با نیروهای جانبی و با روش‌های مقاوم‌سازی قابل اعتماد اجتناب ناپذیر می باشد. مقاوم‌سازی یا بهسازی دیوارهای بنایی با روش‌های سنتی جهت افزایش مقاومت دارای مشکلات عدیده اجرایی و نیازمند در نظر گرفتن تغییرات معماری بوده که در بعضی موارد امکان پذیر نیست [۴۸-۵۱]. از این رو در پدافند غیرعامل استفاده از روش‌های نوین مقاوم سازی دیوارهای غیر مقاوم نیز ضروری است

۵- نتیجه‌گیری

عدم توجه به عمر مفید کوتاه بناهای معاصر، مشکلات مهمی در زمینه‌های اقتصادی و محیط زیست پدید آورده است. عدم شناخت عوامل مؤثر بر بقاء بنا منجر به تخریب زودهنگام بناهای معاصر و تولید انبوه نخاله‌های ساختمانی شده است. بناهای معماری از جمله سرمایه‌های ملی هستند و می‌بایست در ساخت، تعمیر و نگهداری آن نهایت دقت و کوشش به عمل آید تا بتوان متوسط عمر مفید ساختمان‌های ساخته شده در کشور را افزایش داد. افزایش عمر کالبد بناها به جز

صرفه‌جویی در هزینه‌های بازسازی بنا - اگر بر مبنای فرهنگ اصیل ملی ساخته شده باشد - به نسل‌های بعدی این امکان را می‌دهد تا مبانی فرهنگی خود و به ویژه صرفه‌جویی را در شکل کالبدی ساختمان مورد شناسایی قرار دهد و به این وسیله بستر زمانی و مکانی لازم جهت توسعه فرهنگ صرفه‌جویی به وجود می‌آید. اگر معماران معاصر افزایش عمر مفید بناها را دغدغه خود بدانند و راهکارهای به‌دست آمده را دستور کار خود قرار دهند، جامعه ما دوباره صاحب معماری ماندگاری می‌شود که همانند معماری سنتی متناسب با بوم، فرهنگ و نیازهای روز زمان است. امروزه به دلیل افزایش قیمت زمین‌ها، نگاه به انرژی سبز و حفظ طبیعت، تلاش در افزایش تداوم عمر بناها نگاه ویژه اکثر طراحان است. در کالبد زندگی شهری امروز، کم بودن عمر بناها باعث استفاده حداکثری از مصالح می‌شود. بنابراین جامعه علاوه بر ایجاد مشکلات بحرانی در زمینه محیط زیست، به سمت از بین بردن هر چه بیشتر منابع طبیعی پیش می‌رود. اگر برای افزایش عمر مفید بناها تلاش شود افزون بر جنبه‌های مثبت اقتصادی بر سبز بودن بناها و حفظ منابع طبیعی نیز تأکید خواهد شد.

معماری ماندگار ایران حاصل تجربه‌های ارزشمندی است که در طی هزاران سال استادکاران سنتی به شاگردان خود انتقال داده‌اند. در واقع می‌توان گفت راز ماندگاری معماری ایران احترام و استفاده از اندیشه هزاران ساله معماران سنتی است. بی‌شک منظور از بهره‌گیری از این تجربیات الگوبرداری صرف از صورت معماری سنتی نیست. با استخراج مفاهیم از این تجربیات، می‌توان الگوهایی کاربردی جهت درمان عمر کوتاه معماری امروز شناسایی نمود. امروزه معماری در کشور ما، بی‌بهره از الگوهای گذشته خویش است. عدم توجه به این الگوها نه تنها عمر کوتاه معماری بلکه مشکلات اقلیمی، زیست‌محیطی، اتلاف انرژی ناشی از تخریب بناها و نخاله‌های حاصل از آن را سبب شده است. ماندگاری معماری سنتی ایران در طول قرن‌های متمادی پیام مهم معماران حکیم این سرزمین برای معماران نسل امروز است که آزموده را آزمودن خطاست.

این نوشتار به ملاحظات مرتبط با مصالح و نقشی که در طولانی کردن عمر مفید معماری سنتی ایفا می‌کند پرداخت.

این پژوهش در گروه تحقیقات کیفی است و به روش نظریه زمینه‌ای انجام شده است. گردآوری داده‌ها در این پژوهش تا سرانجام تحقیق و اشباع نظری کدها ادامه یافت. پس از آن داده‌ها به شیوه کدگذاری در سه مرحله (باز - محوری - انتخابی) دسته‌بندی شد. در مرحله بعد رابطه بین مقوله‌ها و زیرمقوله‌های به‌دست آمده بر اساس مدل مطرح شده در روش استراوس و کربین یافته شد. صحت یافته‌ها با توجه به فرآیند کدگذاری و مقوله سازی در تحقیق و همچنین نظر متخصصان در زمینه ماندگاری تأیید شد.

شناخت ویژگی‌های ذاتی مصالح (۲۹ کد)، شناخت نحوه استفاده از مصالح (۲۰ کد)، استفاده از مصالح بوم آورد (۸ کد)، انتخاب مصالح متناسب با کارکرد عناصر بنا (۳۳ کد)، استفاده از مصالح متناسب با اقلیم (۱۴ کد)، هم‌نشینی صحیح مصالح (۱۰ کد)، اتخاذ تدابیری برای کاهش آسیب‌پذیری در برابر عوامل محیطی مانند رطوبت (۱۹ کد) و میکروارگانیسم‌ها (۱۸ کد) و درنهایت راهکارهایی در جهت افزایش مقاومت مصالح مانند آزمون مصالح (۱۶ کد)، ترکیب صحیح مصالح (۳۷ کد) و شناخت نحوه عمل‌آوری مصالح (۳۸ کد)، اصول به‌دست آمده از این پژوهش کیفی هستند که پایبندی به آن‌ها به افزایش عمر مصالح و در نتیجه بقای کالبد در طول سالیان متمادی می‌انجامد.

۶- مراجع

[1] T. Yashiro, “Stock Management for Sustainable Urban Regeneration: Overview of Building Stock Management,” In Japan, 2009.

[2] J. O'Connor, “Survey on Actual Service Lives for North American Buildings,” Presented at Woodframe Housing Durability and Disaster Issues Conf., Las Vegas, 2004.

[۳] پرهیزکار، سید محمدرضا. "روش‌های افزایش عمر ساختمان‌های عمومی و تأثیر آن در صرفه‌جویی اقتصاد ملی"،

پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی - دانشکده معماری و هنر. ۱۳۹۱.

[4] W. P. S. Dias, “Useful Life of Buildings,” Department of Civil Engineering, 2003.

[5] R. Van Hees, S. Naldini, and J. Roos, “Durable Past-Sustainable Future,” TU Delft. 2014.

[6] W. Celadyn, “Durability of Buildings and Sustainable Architecture,” Czasopismo Techniczne, 2015.

[۷] پیرنیا، محمد کریم. "مصالح ساختمانی (آژند، اندود، آمود)"، تهران، مؤسسه انتشارات تعاون سازمان میراث فرهنگی کشور، ۱۳۸۱.

[۸] اخویان، مهدی. "تیشه‌داری (گذری بر آثار استاد محمدقاسم اخویان معماری سنتی خراسان)"، فرهنگستان هنر، ۱۳۸۷.

[۹] پیشوایزدی، محمد. "روایت بنایی تا استادکاری: خاطرات استاد معمار، محمد پیشوایزدی"، مؤسسه علم معمار رویال، ۱۳۹۱.

[۱۰] رحیم نیا، رضا. "دانش معماران بومی در حفاظت از معماری زمینه‌ها و عوامل مؤثر بر مداخله در معماری خاکی از منظر معماران بومی در جنوب خراسان"، پایان‌نامه دکتری دانشگاه هنر اصفهان، ۱۳۹۵.

[۱۱] زمرشیدی، حسین. "معماری ایران- اجرای ساختمان با مصالح سنتی"، شرکت چاپ خواجه، ۱۳۷۴.

[۱۲] زمرشیدی، حسین. "معماری ایران، مصالح شناسی سنتی"، تهران، انتشارات زمرد، ۱۳۷۷.

[۱۳] ماهرالنقش، محمود. "هنر کاشی‌کاری در ایران"، هنر و معماری ایران، ۱۳۵۲.

[۱۴] ماهرالنقش، محمود. "میراث آجرکاری ایران"، تهران، سروش انتشارات صداوسیما. ۱۳۸۱.

[۱۵] ماهرالنقش، محمود. "آجر و نقش"، تهران، نشر ماهرالنقش، ۱۳۷۳.

[۱۶] درخشی، روژین. "اصول کاربست مصالح سنتی در معماری فلات مرکزی ایران"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه هنر اصفهان، ۱۳۹۶.

[۱۷] دونالد، ویلبر. "معماری ایران در دوره ایلخانان"، ترجمه عبدالله فریار، تهران، بنگاه ترجمه و نشر کتاب، ۱۳۴۶.

[۱۸] شاردن، ژان. "سفرنامه شاردن: متن کامل"، ترجمه اقبال یغمایی، جلد ۲، تهران، توس ۱۳۷۲–۱۳۷۵.

[19] H. Cowan, & P. Smith, "Dictionary of Architectural and Building Technology," (4th ed.), India: Routledge, 2004.

[20] N. Davies & E. Jokiniemi, "Dictionary of Architecture and Building Construction," (1st ed.),. India: Routledge, 2008.

[21] J.-P. Kurtz, "Dictionary of civil engineering: English-French. Boston, MA: Springer US, 2004.

[۲۲] ابوالقاسمی، لطیف. "معماری ایرانی"، آبادی، شماره ۱۹، ۱۳۷۴.

[۲۳] ویلیام، مورگان. "رفتار اجزای سازه‌ها"، ترجمه مجید بدیعی، تهران، نشر شهرآب، علوم روز، ۱۹۰۶.

[۲۴] فرشاد، مهدی. "تاریخ مهندسی در ایران"، تهران، نشر بلخ وابسته به بنیاد نیشابور، ۱۳۷۶.

[۲۵] فروتنی، سام. "مصالح و ساختمان"، تهران، نشر روزنه، ۱۳۸۸.

[۲۶] قبادیان، وحید. "بررسی اقلیمی ابنیهٔ سنتی ایران"، تهران، دانشگاه تهران، ۱۳۹۲.

[۲۷] مصاحبه با استاد هادی طحان، استاد طلایی، استاد نساجی، استاد عابد زاده زواره، آقای زارع زواره‌ای و استاد صادقی فرد.

[۲۸] تومپازیس، آلکساندروس نیکولائو. "نامه‌ای به یک معمار جوان"، تهران، علم معمار، ۱۳۹۰.

[۲۹] الکساندر، کریستوفر. "الگوهای استاندارد در معماری. ترجمه فرشید حسینی"، تهران، دایره دانش، ۱۳۹۳.

[۳۰] کلانتر مهرجردی، نگار. "مانایی و دوام متناسب"، فصلنامه معماری و ساختمان، ۱۳۸۸.

[22] K. Ted, “Durability Implications,” www.cdnarchitect.com, 2002.

[23] K. Ted, “Enclosure durability,” Canadian Architect, vol. 47, no. 9, Sept., p. 48, 2002.

[۳۱] پورمحمدی، سپیده؛ حسینی دهمیری، هادی، "موریانه‌ها خطری جدی برای بناهای خشتی تاریخی شهر یزد و سایر شهرهای ایران، به ویژه در هنگام وقوع زلزله"، مجله اثر، ش ۴۲ و ۴۳، صص۱-۱۵. ۱۳۸۶.

[۳۲] مینکه، گرنوت. "راهنمای ساخت‌وساز با خاک (کاربرد مصالح خاکی در معماری مدرن) "، مترجم: شاهین طلوع آشتیانی، تهران، اداره کل روابط عمومی، امور فرهنگی و اجتماعی، اداره برنامه‌ریزی نشر، ۱۳۸۸.

[۳۳] گلابچی، محمود؛ جوانی دیزجی، آیدین، "فن شناسی معماری ایران"، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۲.

[۳۴] پیرنیا، محمد کریم.. گنبد در معماری ایران"، گردآورنده: زهره بزرگمهری. شماره ۲۰، تهران، سازمان میراث فرهنگی کشور، ۱۳۷۰.

[۳۵] پیرنیا، محمد کریم. "سبک‌شناسی معماری ایران"، تهران، نشر معمار، ۱۳۸۳.

[۳۶] نوایی، کامبیز؛ حاجی قاسمی، کامبیز. "خشت و خیال"، تهران، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۱.

[۳۷] ویسه، سهراب؛ خدابنده، ناهید؛ حکاکی فرد، حمیدرضا؛ طهماسبی، فرهنگ. "ارائه روش‌های مناسب در استفاده از مصالح بوم آورد"، مسکن و محیط روستا شماره ۱۲۶،صص. ۱۹-۲، ۱۳۸۸.

[۳۸] ولفسکیل، لایل؛ دانلپ، وین؛ کالاوی، باب. "استفاده از خاک در خانه‌سازی"، ترجمه حسین تابش، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۶.

[۳۹] اردلان، نادر و بختیار، لاله. "حس وحدت"، ترجمه حمید شاهرخ، اصفهان، نشر خاک، ۱۳۷۹.

[۴۰] داوری اردکانی، رضا.. "رساله در باب سنت و تجدد"، تهران، نشر ساقی، ۱۳۸۴

[24] F. Kenneth, [1930], "Intimations of Durability: Notes on Architecture and the Theme of Time," Harvard Design Magazine 90 (Automn), pp. 22-28. 1997.

[25] T. Cavanagh, "On Permanence: Thoughts about a Historical Reconstruction of a Value Basic to Building," J. of Architectural Edu. vol. 54, no. 1, pp. 45-54 2000.

[۴۱] اژدری، میلاد، "مقاوم‌سازی ساختار فضایی در طراحی ساختمان‌ها با معیارهای پدافند غیرعامل"، فصلنامه علمی تخصصی معاونت مهندسی ناجا. ش. ۳۲، صص ۱۳۰-۱۶۲، ۱۳۹۵.

[۴۲] دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان. "مقررات ملّی ساختمان ایران مبحث بیست و یکم پدافند غیرعامل"،تهران، مرکز تحقیقات راه مسکن شهرسازی، ۱۳۹۵

[۴۳] اسماعیلی، علی؛ امامزاده، سید شهاب؛ امینی مزرعه ن.، مصطفی. "بررسی اثر چیدمان ورق‌های CFRP در مقاوم سازی دیوارهای بنایی غیر مسلح دربرابر بار انفجار"، فصلنامه پدافند غیرعامل، دوره ۵ شماره ۴، صص ۱-۸. ۱۳۹۳.

[26] Y. Su, "Numerical Simulation of Strengthened Unreinforced Masonry (URM) Walls by New Retrofitting Technologies for Blast Loading," Master Thesis, School of Civil Environmental and Minig Engineering, University of Adelaied, December 2008.

[27] H. Hao, "Numerical Derivation of Homogenized Dynamic Masonry Material Properties with Strain Rate Effects," Int. J. of Impact Eng., vol. 36, no. 3, pp. 522– 536, 2009.

[28] X. Wei and M. Stewart, "Model Validation and Parametric Study on the Blast Response of Unreinforced Brick Masonry Walls," Int. J. of Impact Eng., vol. 37, no. 11, pp. 1150-1159. 2010.

[29] C. Mullen, "Nanoparticle Reinforced Polymer for Blast Protection of Unreinforced Masonry Wall," Associate Professor, Dept. of Civil Eng. Univ. of Mississippi, Oxford, MS, pp. 38677-1848, 2011.

[۴۴] فردوسی، سجاد؛ شکری فیروزجاه، پری؛ "تعیین حداکثر تراکم ساختمانی با رویکرد کاهش آسیب پذیری در برابر زلزله (مطالعه موردی: شهر شاهرود) "، فصلنامه پدافند غیرعامل، دوره ۵، شماره ۴، ۱۳۹۳، صص۹-۲۰

[30] K. Touw, "Firmitas Re-Visited: Permanence in Contemporary Architecture," *UWSpace*, 2006.

[31] H. Klotz, "The History of Postmodern Architecture," Cambridge, Mass., MIT Press, 1988.

[32] A. Powter, (Team Leader). "Sustainable Historic Places: A Background Paper for Historic Places Program Branch," Gatineau, 93, Quebec, Parks Canada, Project 474198, 2005.

[33] W. McDonough, and M. Braungart, "Towards a Sustaining Architecture for the 21st Century: The Promise of Cradle-Tocradle Design," United Nations Environment Programme Industry and Environment, April-September, pp. 13-16, http://www.uneptie.org/, 2003.

[34] A. J. Prieto, J. M. Macías-Bernal, María-José Chávez, and F. Alejandre, "Fuzzy Modeling of the Functional Service Life of Architectural Heritage Buildings," J. of Performance of Constructed Facilities, vol. 31, no. 5, pp. 1-13, 2017

[35] A. Bogatov, E. Kablov, O. V. Startsev, and A. Matvievskiy, "The Effectiveness of Materials Different with Regard to Increasing the Durability," V. Erofeev, A. Dergunova, Anna Piksaikina, EDP Sciences, 2016.

[36] A. M. Aikivuori, "Durability of Building Materials and Components 8," Edited by M. A. Lacasse and D. J. Vanier, Institute for Research in Construction, Ottawa ON, K1A 0R6, Canada, pp. 1369-1376. 1999.

[37] K. Heathcote, "Durability of Earthwall Buildings," Construction and Building Materials, 1995.

Influence of Material-Related Considerations on the Durability of Pre-1300 Hijri Buildings in the Central Iranian Plateau

S. Khaleghian*, A. Salehi

Abstract

As the architectural buildings are among the national investments, their beneficial life should be as long as possible. It seems that ignoring the short life of contemporary buildings is one of the factors that has led to the emergence of complex problems in the economic and environmental fields, the early destruction of contemporary buildings and the massive production of construction debris. Since the arrival of the modern era in Iran, the long working life of the buildings and its necessity has been forgotten, despite the fact that architecture durability has always been at the center of attention in the traditional Iranian society; there are buildings in Iran's historical neighborhoods with the useful life of several hundred years. In this regard, the purpose of this research is to identify the role of materials in the survival of traditional architecture. From the perspective of the research methodology, the research method of this study is qualitative and is a type of grounded theory research, based on the induction procedure and data analysis. By systematically gathering data using library resources, field studies, interviews with traditional architects and applying an inductive analysis, some knowledge about the long useful life of traditional architecture is obtained. According to these studies, considerations related to materials can be considered as one of the factors affecting the durability of traditional Iranian architecture. Knowing how to use the materials, applying domestic materials suitable to the climate, boosting material resistance, matching closely related materials, reducing the material vulnerability against environmental issues, knowledge of material type and finally, choosing materials according to the building functionality are important matters taken into consideration in traditional domestic architecture. Traditional architects had made durable long lasting buildings relying on the collective wisdom and taking into account these considerations and patterns, in general. The patterns that have evolved over the course of history, relying on collective wisdom and have resulted in a durable architecture for Iran.

Key Words: *Material, Durability of Buildings, the Traditional Architecture, the Central Plateau of Iran*

*Doctoral Student, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran. (sima.khaleghian@yahoo.com)- Writer-in-Charge