

# تحلیل نقش روابط تعاملی در ساختار سایه

نیما ولیزاده<sup>۱</sup>، ایرج اعتصام<sup>۲</sup>، فرح حبیب<sup>۳</sup>

## چکیده

اغلب سایه در رابطه با نور مطالعه می‌شود و نور بر سایه مقدم است. در این دیدگاه، سایه پدیده‌ای ثانویه فرض می‌گردد. در این روش سایه‌ها را پدیده «نور نیست» می‌پنداریم در حالی که سایه‌ها با موجودیتی مستقل و تاثیرگذار در آثار معماری قابل تحلیل هستند. در این مقاله ضمن معرفی تکنیک‌هایی برای فهم سایه‌ها، رویکردی متفاوت به سایه‌ها در معماری ارائه می‌گردد تا با این بصیرت، به فهمی تازه از کیفیت فضایی تحت تاثیر سایه‌ها بپردازیم. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که بین کیفیت معماری و سایه‌ها رابطه مستقیم و مثبتی وجود دارد و شناخت تعامل میان این دو از اهمیت ویژه‌ای در بالا بردن بهره‌وری معماری دارا می‌باشد.

این تحقیق از نوع تحقیق توصیفی - تحلیلی است و یک تحقیق کیفی محسوب می‌گردد. روش تحقیق این پژوهش، روش استدلال منطقی است و مسیری برخوردار از تحلیل داده‌ها تا مدل سازی مفهومی را پی می‌گیرد. تلاش بر این است تا از این طریق به این پرسش اساسی پاسخ داده شود که چگونه می‌توان با شناسایی و تحلیل و ارزیابی نوین روابط تعامل<sup>۴</sup> عناصر متغییر معماری، الگوهایی هوشمند تر ارائه گردند.

**واژه‌های کلیدی:** تحلیل سایه، عملکرد سایه‌ها، تعامل در سایه‌ها، مدل تعاملی.

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۰۹

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۱۵

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

## مقدمه

جهانی که در آن زندگی می‌کنیم مملو از روابط پیچیده و پنهان می‌باشد. این روابط چرخه حیات را در کره خاکی میسر می‌سازند و انسان برای زیستن در این محیط ناگزیر به شناخت قوانین نامکتوب طبیعت است. بهره‌گیری از روابط پیچیده و ساختاری طبیعت مستلزم پژوهش و شناخت می‌باشد و در این راستا پژوهشگران برآنند تا بیشتر بدانند و زیستن در این عالم را برای خود و دیگران هموارتر سازند.

«عالم، همواره در غیب است و هرگز ظاهر نشده است و حق تعالی همیشه ظاهر است و هرگز غایب نشده است پس آنچه در دار تحقق و وجود و در محفل غیب و شهود است، چه در ظاهر و چه در باطن، چه در اول و چه در آخر، هر چه هست، همه حق است و به جز او همه بافته و هم ساخته خیال است.» [۱]

محصول معماری موجودیتی است با تقابل‌های چند سویه در نظام هستی و این محصول با تداوم طبیعت حیات می‌پذیرد و خود منشا بروز کنش‌ها و واکنش‌های دیگر می‌گردد. این رفتارها به طرز غیر قابل گسستی با عوامل طبیعی و زیستی در هم تنیده می‌شوند، بطوری که تحلیل رفتارهای چند سویه با پیچیدگی‌های زیادی روبرو می‌گردد. هر چند از روش تحلیلی در فهم معانی و رفع ابهامات بهره می‌بریم اما اغلب در اثر تجزیه مفاهیم ریشه‌های پنهان حیات بخش دچار انقطاع می‌گردند. در حدیثی به نقل از حضرت علی (ع) آمده است که: «العلم نقطه کثرها الجاهلون». علم نقطه‌ای بیش نیست نادانان متکشرش می‌کنند [۲].

نور، سایه، اقلیم و ابنیه در تعامل تنگاتنگ و لحظه به لحظه از هم در گذرند و در هم ادغام می‌گردند و به کیفیت زندگی‌مان نقش می‌دهند. هر چند معماری را به عنوان فرایند بشری حاصل اراده‌ای آگاهانه می‌پنداریم، پس از اتمام آن اداره فضای زیستی خویش را به دست فضای ساخته شده سپرده و تحت تاثیر آن زندگی می‌کنیم. معماران فضای خودبان را فضایی تحت تاثیر مدیریت محیط تعریف کرده‌اند. [۳] از این رو مطالعات پس از ساخت ابنیه، اهمیت می‌یابند و مطالعات در حین فرآیند طراحی کافی به نظر نمی‌رسند. برای فهم کیفیت غایی فضا، بکارگیری روش تجزیه و تحلیل، ترکیب، ارزیابی دارای سنتی دیرین است. هر چند در این مسیر بسیاری از رشته‌های ظریف پنهان اما بنیادی گسسته می‌گردند، با ملاحظات تعاملی، بین اجزاء و متغیرهای این آسیب‌های پژوهشی به حداقل می‌رسند. [۴]

هدف از این تحقیق رویارویی با رفتار متعامل سایه و محیط می‌باشد و این میسر نیست جز این که تعاملات درونی سایه ابتدا شناخته شوند. در این روش تاکید نه بر تفکیک عناصر سازنده فضایی بلکه توجه بر اتصالات مفهومی سازنده فضا، استوار گشته است. نقش سایه در اقلیم، جایگاه سایه در زمان، ارتباط سایه و مفاهیم نظری معماری و بررسی این به هم تنیدگی مسیری است ماسوای سیر تحلیلی سایه‌ها. هر چند در بخش معرفی تکنیک‌هایی برای فهم سایه به تمایز سه نوع سایه پرداخته شده است اما این تفکیک خط مشی مشخصی را دنبال می‌کند و ارتباط‌های سه گانه، در هم تنیده و یکپارچه باقی می‌مانند و از نظر دور نمی‌گردند. در واقع تاکید در این پژوهش بر روابط درونی متغیرهای وابسته است تا استقلال اجزاء. در ادامه، متغیرهایی نظیر زمان و مکان و اقلیم و ابنیه در رابطه با سایه‌ها مورد نقد قرار می‌گیرند و تاثیر این تقابل‌ها روی عملکرد ابنیه معماری بررسی می‌شود.

همانطور که نور به سطوح متقدم و پیشانی ساختمان می‌تابد و سایه را به عقب می‌راند، حجم سایه در فهم فرم و شکل و عمق و سلسله مراتب بنا بسیار موثر عمل می‌نماید. هوشمندی سایه‌ها این تفکر را تقویت می‌نماید که برای فهم سایه‌ها ابتدا باید ابزاری معرفی گردد تا فهم ما را در درک سایه‌ها حساس و فعال گرداند تا در این رویکرد مطالعات ما قابل ارزیابی و نتیجه‌گیری گردند.

در انتها برای نمونه، مدلی الگوریتمیک از سنگ ساعت شیخ بهایی ارائه می‌گردد که روابط درونی بین اجزاء سایه را مورد مطالعه و تاکید قرار می‌دهد.

## نقش تعاملی سایه‌ها

در حالی که معماری را به عنوان دست ساخته خویش محصولی تمام شده حاصل کنشی آگاهانه تصور می‌کنیم، کنش‌های ناخودآگاه در شکل‌گیری آن را نادیده می‌انگاریم و از یاد می‌بریم که تمام گشتن یک بنا تنها به معنی تمام گشتن ساخت آن است و آن زمان که ساخت به پایان رسید دوره جدیدی آغاز می‌شود که برخلاف دوره اول محصول و مخاطب ما هستیم.

نقش تعاملی در این مقاله به جایگاهی اطلاق می‌گردد که اجزاء یک کل هوشمند بنحوی عمل کنند که هر یک بجای ابزاری برای مرحله بعد به نقشی بی‌واسطه در نتیجه نهایی تبدیل گشته و به طیف گسترده‌ای از سوالات پاسخگو باشند. در این دیدگاه هر الگوی کوچکتر نقشی بیش از پله‌ای برای فهم سطوح دیگر می‌یابد.

تجزیه کل به جزء مسیری است که با خطا توأم می‌گردد، چراکه در هر مرحله کنش‌ها و واکنش‌ها توأم صورت می‌گیرند و شبکه‌ای چند بعدی پیچیده می‌سازند که پاسخگویی یک سیستم در هر مرحله در گرو تنها مرحله یا چند مرحله قبل نیست. تعامل صورت پذیرفته از ابتدا تا انتها مجموعه‌ایست به هم پیوسته و مرتبط. زمانی این مهم دست‌یافتنی می‌گردد که رابطه‌های مورد مطالعه از رابطه‌ای خطی و یک طرفه به رابطه‌ای سطحی و تعاملی تبدیل شود. [۴]

سایه در یک سیستم نوری از ابتدا همراه است و همزمان حضور و غیبتش نقش آفرین می‌باشد. چه آنجا که سایه با حضور خویش کیفیت عملکردها را بالا می‌برد و چه آنجا که در فقدانش حضور نور تلقی می‌گردد. یکی از شاخص‌های ارزیابی در یک سیستم پویا این است که اجزاء مثبت و منفی یا صفر و یک‌ها یا نبوده‌ها و نبوده‌ها به معنی نقص دیگری نباشند و توأم در یکپارچگی سیستم عمل کنند. در این دیدگاه تجزیه کل به اجزاء مستقل همواره به معنی نقص پژوهش تلقی می‌گردد.

در این مقاله با اتخاذ روش تحلیل محتوایی، آثار معماری به صورت یک متن در نظر گرفته و با برجسته کردن نقش سایه‌ها روی این آثار متن باز خوانی شده است. در این روش نور و سایه توأم حضور می‌یابند. در این راستا با تفکیک سایه به سه نوع مفهومی، سعی شده تا قوائدین باز خوانی معرفی گردند.

### پیشینه نظری سایه در معماری

متون معماری که در مورد نور سخن آورده اند اغلب بحث را بر بررسی نور متمرکز کرده و کمتر به مفهوم سایه پرداخته اند. همانطور که پیش تر آورده شد مطالعات متمرکز بر سایه و تعاملات چند گانه آن از نظر دور مانده است.

لویی کان ارتباط نور و ماده را به این صورت شرح می‌دهد: «ماده، نور خاموش شده است. وقتی که نور دست از نور بودنش بردارد ماده می‌شود. در سکوت، تمایل بودن نهفته است، بودن برای بیان چیزی. در نور نیز تمایل بودن نهفته است، بودن برای خلق کردن چیزی.» [۵]

«معماری بازی هنرمندانه دقیق و خیره کننده مجموعه‌ای از اجسام ساخته شده در زیر نور است. چشم‌های ما برای این ساخته شده اند که فرم‌ها را زیر نور ببینیم؛ این سایه و روشن‌ها هستند که فرم‌ها را در مقابل ما برهنه می‌سازند.» [۶]

در بسیاری از متون حتی در استفاده از کلمه سایه به عمد یا به سهو کوتاهی شده است و بجای آن از کلمه تاریکی استفاده کرده اند.

«یک استوانه ایستاده را در نظر بگیرید که از طرف راست نور به آن تابیده است: مقدار روشنایی درک شده از راست به چپ به طور مرتب کمتر می‌شود. از روشن روشن تا تاریک تاریک.» [۷]

یورگ کورت گروتز سایه را به دو نوع "بجا" و "افتاده" تقسیم می‌کند. «سایه نوع اول بر روی خود جسم قرار دارد: تمامی بخش‌هایی از جسم که مورد تابش مستقیم نور قرار نمی‌گیرند در سایه "بجا" هستند. سایه‌ی "افتاده"، از جسم به روی محیط اطراف می‌افتد. با کمک سایه افتاده می‌توان اطلاعاتی در مورد منبع نور و نیز در مورد موقعیت محلی اجسام مختلف نسبت به یکدیگر کسب کرد.» [۷]

در مورد بازی نور و سایه و جدائی ناپذیری آن‌ها جمله فرانک لوید رایت وصفی است گویای اهمیت سایه‌ها:

«دوست با وفا و همیشگی انسان، درخت، از نور زنده است و درخت ساخته دست انسان یعنی ساختمان، از سایه.» [۸]

در نشانه شناسی نیز مفهوم نور و سایه در بحث‌های تقابل‌های دوگانه آورده شده و در این دیدگاه‌ها تقابل‌های دوگانه برهم ارجحیت نمی‌یابند در عوض در کنار هم و هم ارزش هستند. «از این منظر نور و سایه مکمل هم تلقی می‌شوند و وابسته به هم، چرا که بدون یکی دیگری درک نمی‌شود. در اینجا سایه زمینه است و عوامل زمینه با هدفی مشخص اثر را شکل می‌دهند، ناملموس است اما احساس می‌شود، منفی و قابل نفوذ است و بجای زمینه یا محتوا، شکل زیبایی شناسیک را دارای اولویت میداند.» [۹]

«نشانه شناسی نه فقط شامل مطالعه چیزهایی است که ما در مکالمات روزمره نشانه می‌نامیم، بلکه مطالعه هر چیزی است که بر چیز دیگری اشاره دارد.» [۱۰]

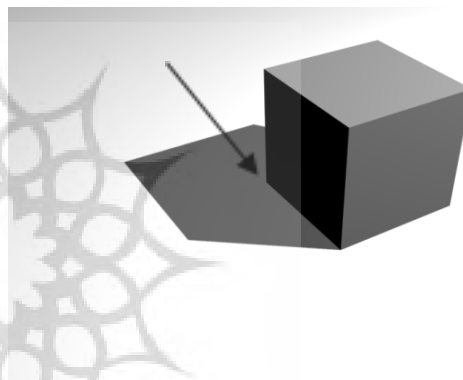
### گونه شناسی سایه

هر چند تفکیک ساختار سایه امری است غیر ممکن و اجزاء سایه هم پوشانی دارند اما تقسیم بندی کلی سایه یک بنا به سه دسته کلی راه گشای فهم جدیدی در تحلیل اثرات سایه و نوع بهره گیری از آن می‌باشد. برای این کار به معرفی سه نوع سایه بصورت پیش فرض برای ادامه مطالب پرداخته شده است. قبل از مورد تفکیک سایه به دو دسته مجزا توسط یورگ کورت

گروتر مطالبی آورده شد اما در این دسته بندی، معنایی بنیادین نادیده گرفته شده که در دسته بندی آرایه شده به آن تاکید می‌گردد. در این بررسی‌ها، یک منبع نوری و بصورت واحد تاثیر گذار پیش بینی گردیده است.

### سایه پشت به نور (سایه بجا)

سایه پشت به نور به بخشی از سایه یک جسم گفته می‌شود که روی سطوح پشت به منبع نور قرار دارند و در بخش سایه قرار می‌گیرند. هر چند زاویه استقرار حجم نسبت به منبع نور و حرکت آن در کیفیت و شدت و ضعف این سایه تاثیر گذار است، اما بطور کلی در سایه نوع اول دسته بندی می‌شود. این نوع سایه از پیچیدگی کمتری نسبت به دو نوع سایه دیگر برخوردار است و روی خود حجم تشکیل می‌شود.



شکل ۱: سایه پشت به نور (منبع: نگارندگان)

هندسه چنین سایه‌هایی از شکل اصلی تبعیت می‌کند و تاثیرشان بر حجم با ایجاد تضاد سایه روشن تقویت می‌گردد. این نوع سایه‌ها باعث ممانعت از ورود نور خورشید در انبیه می‌گردند و بیشتر تاثیرشان در اختلاف دمای داخل ساختمان و کنترل نور ورودی به درون، بروز می‌کند. این سایه همواره رفتاری مخالف با حرکت منبع نور ایفا می‌کند در عین حال باعث بروز تغییرات شکلی در حجم بنا نمی‌شوند. از طرفی سایه پشت به نور باعث ایجاد کلیت و یا پیوستگی طرح می‌گردد. «طریقه پوشیده شدن یک جسم توسط جسم دیگر تعیین می‌کند که کدام یک پشت دیگری قرار گرفته است.» [۱۱]

نتیجه گیری: سایه پشت به نور باعث بروز رفتارهایی می‌گردد که عناوین آن‌ها در ذیل آورده شده است.

- از شکل سطوح تبعیت می‌کند. (تغییر شکل مستقل ندارد.)

- بر سطوح کنتراست نوری تولید می‌کند.

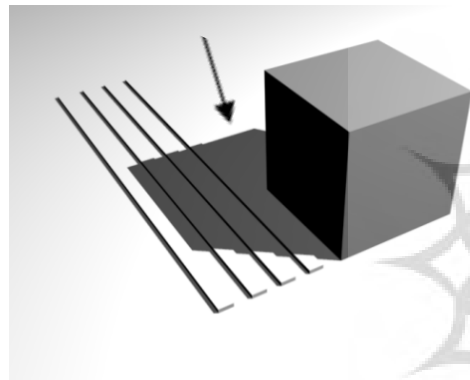
- جبهه فعال آن جبهه پشت به منبع نوری است.

- ساکن نیست و با گذشت زمان باعث تغییرات روشنایی در سطوح عمدتاً عمودی حجم می‌گردد. این تغییرات در تقابل با دیگر سطوح قرار دارند.

- در صورت وجود عمق در چنین سطوحی هر چه به لایه‌های انتهایی نفوذ می‌کنیم از شدت نور کاسته می‌شود و پرسایه تر می‌گردند.

### سایه روی زمین یا زمینه (سایه افتاده)

سایه زمینه به بخشی از سایه یک جسم گفته می‌شود که روی سطح زمین یا زمینه گسترده می‌شود و به اصطلاح آن را سایه روی زمین می‌نامیم. هر چند در این نوع سایه، تصویر سایه تحت تاثیر فرم زمینه تغییر شکل می‌دهد و دچار شکست یا انحناء می‌گردد و حتی تحت تاثیر زاویه



شکل ۲: سایه روی زمین / زمینه (منبع: نگارندگان)

منبع نور کشیده تریا کوتاه تر از حجم می‌شود، می‌تواند مفهوم اولیه را با بار معنایی برای مثال طنز گونه‌ای تحت تاثیر قرار دهد.

نتیجه گیری: سایه روی زمین باعث بروز رفتارهایی می‌گردد که عناوین آن‌ها در ذیل آورده شده است.

- زمینه را تحت تاثیر وجود حجم قرار می‌دهد.

- با فضای خارجی بنا گفت‌وگو دارد.

- از تغییرات حجمی زمینه تاثیر می‌پذیرد و پیچیده می‌گردد.

- سایه گستر است.

- جبهه فعال آن پشت به منبع نوری است.

- تاثیر ثانویه حجم بر محیط اطراف آن است یعنی از حجم تاثیر گرفته اما بر حجم تاثیر ندارد.

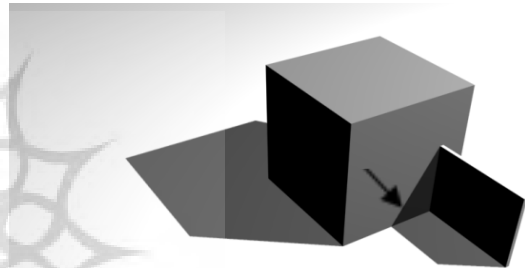
- پیوستگی و زمینه گرایی می‌سازد.

- ایجاد تغییرات اقلیمی موضعی در محیط می‌کند.

- می‌تواند احجامی که در کادر تصویر نیستند را معرفی نماید.

### سایه تعاملی

سایه تعاملی به بخشی از سایه گفته می‌شود که از حجم اول روی حجم یا احجام مجاور تحمیل می‌شود هر چند که سطح متاثر خود رو به نور واقع گیرد، نقشی مفهومی از سایه حجم اول را روی خود حمل می‌نماید. این نوع سایه تحت تاثیر موقعیت منبع نور در طی ساعات مختلف لحظه به لحظه نقشی متفاوت به خود می‌گیرد و از لحاظ بار معنایی تصویر سایه گویای فرم حجم اول می‌باشد که تحت تاثیر فرم حجم دوم قرار می‌گیرد و تصویر به مراتب پیچیده ترمی‌گردد.



شکل ۳: سایه تعاملی (منبع: نگارندگان)

نتیجه گیری: سایه تعاملی باعث بروز رفتارهایی می‌گردد که عناوین آن‌ها در ذیل آورده شده است.

- فرار و متغییر است.

- نفوذ پذیر به لایه‌های عمیق ترمی‌باشد.

- کشسان است.

- تعاملی است.

- رابط بین دو نوع سایه دیگر است.

- ترکیب ساز بصری است. (گرافیک دارد).

- در گوشه‌ها و کنج‌ها بسیار پیچیده می‌گردد.

- می‌تواند احجامی که در کادر تصویر نیستند، معرفی نماید.

- باعث ایجاد پیوستگی بصری در فرم‌های معماری می‌گردد.

## کاربردهای سایه

### وضوح و ادراک

این بخش که یکی از جلوه‌های کیفی سایه را شامل می‌شود، به وضوح ادراکی ما از محیط منجر می‌گردد. چه بسا حجم بخاطر موقعیت خاص، گویایی خود را از دست می‌دهد و سایه‌ها مفهوم را تکمیل می‌کنند. در این رویکرد زمینه نقش موثری را بازی می‌کند و می‌تواند کیفیت تصویر را تحت تاثیر شکل و فرم خود قرار دهد. با توجه به اینکه در شکل ارائه شده سایه‌ها روی زمینه تصویر می‌شوند می‌توان بیشتر عملکرد سایه‌های نوع دوم را در ایفای این نقش، مهم دانست.

سایه / وضوح	وضوح و ادراک
سایه پشت به نور	منفی
سایه زمینه	مثبت
سایه تعاملی	منفی

جدول ۱: نقش سایه‌ها در وضوح و ادراک (منبع: نگارندگان)

### کشف و شهود نظری

در بسیاری از موارد سایه‌ها پدیده‌های پنهان را وضوح می‌بخشند و مشخصات آن‌ها را ارائه می‌دهند. «در لغت، «کشف» هنگامی اطلاق می‌شود که چیزی را از برابر آنچه آن را می‌پوشاند، برآوری و آشکار کنی: «رفعک الشیء عمایوریه ویغظیه». [۱۲]

سایه / شهود	کشف و شهود
سایه پشت به نور	منفی
سایه زمینه	مثبت
سایه تعاملی	مثبت

جدول ۲: نقش سایه‌ها در کشف و شهود. (منبع: نگارندگان)

### سایه در شهر

شهرها همواره تحت تاثیر سایه‌ها کیفیت می‌پذیرند. این موضوع چه آگاهانه چه ناآگاهانه و غیر قابل پیش بینی، فضای شهری را تحت تاثیر خود قرار می‌دهند. در گذرهای شهری مناطق گرم و خشک ایجاد سایه برای تهیه فضای گذر در پناه نور خورشید، از اهمیت بالایی برخوردار است.

سایه / شهر	ساباط
سایه پشت به نور	مثبت
سایه زمینه	مثبت
سایه تعاملی	مثبت

جدول ۳: نقش سایه‌ها در شهر (منبع: نگارندگان)

## سایه در مساجد ایوان دار و حیاط مرکزی مناطق گرم و خشک

در مساجد به دلیل لزوم ورود نمازگزاران از جبهه پشت به قبله ایوان جنوبی در سایه قرار دارد و از این نظر ماندن الگوی حیاط مرکزی عمل می‌کنند.

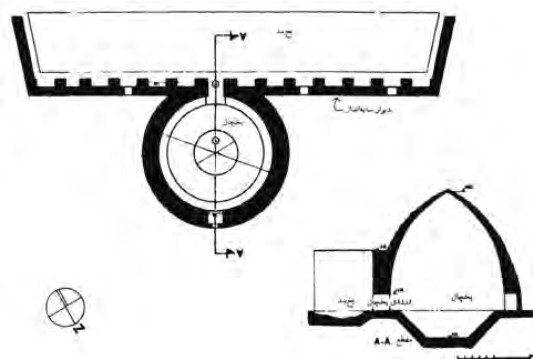
اگر در اقلیم سرد و کوهستانی خانه‌ها را به جهت بهره‌گیری حداکثر از نور خورشید رو به آفتاب بنا می‌کنند در اقلیم گرم و خشک برای بهره‌گیری حداکثر از سایه در تابستان به الگوی درون‌گرای حیاط مرکزی رو می‌آورند. می‌توان منظومه حیاط مرکزی را به عنوان الگویی که ترکیبی است از اجزاء غیر قابل تفکیک که در چهار اقلیم هم ستاد گشته‌اند در نظر گرفت این منظومه در بستر زمان و فضا سمت و سو گرفته و به بلوغ و بالندگی رسیده است. (در اینجا سایه معادل لغوی پناه درک می‌شود).

سایه / حیاط مرکزی	حیاط مرکزی
سایه پشت به نور	مثبت
سایه زمینه	مثبت
سایه تعاملی	مثبت

جدول ۴: نقش سایه‌ها در حیاط مرکزی. (منبع: نگارندگان)

## یخچال‌ها

یخچال‌های سنتی ایران در مناطقی پراکندگی جغرافیایی دارند که تابستانهای بسیار گرم و سوزان و زمستانهایی با حداقل ۲۰ روز یخبندان داشته‌اند. در ساختمان آنها از تمامی مصالح موجود در نزدیک ترین محل ساخت و ساز و به ویژه خشت و گل و ساروج استفاده شده است. هر یخچال از سه قسمت تشکیل شده است: دیوار طویل سایه انداز، حوضچه‌های تهیه یخ و مخزن یخ که خود سازه‌ای گنبدی داشت که همواره بخشی از آن در سایه قرار داشت. کارایی دیوارهای بلند و ضخیم که در جنوب حوض‌های تهیه یخ با خشت و گل ساخته شده اند این است که از تابش نور خورشید، جلوگیری و ایجاد سایه



شکل ۴: پلان و مقطع یخچال (قبادیان)

کند. بلندی این دیوارهای سایه انداز از ۶ متر تا ۱۰ متر و گاه بیشتر بوده است. این یخچال‌ها در تابستان، مورد استفاده ساکنان شهرها و آبادی‌های حواشی کویر بوده است. آب قنات‌ها که تامین کننده آب شهرها و روستاها است، در زمستان در حوضچه‌ها به یخ تبدیل می‌گردید و با نگهداری آن در درون یخدان، برای تهیه نوشیدنی‌های خنک در فصل گرم سال استفاده می‌شد. [۱۳]

سایه / یخچال	یخچال‌ها
سایه پشت به نور	مثبت
سایه زمینه	مثبت
سایه تعاملی	منفی

جدول ۵: نقش سایه‌ها در یخچال‌ها. (منبع: نگارندگان)

## سنگ ساعت

یکی از مولفه‌های کنترل سلامت سیستم، ارزیابی دو مولفه زمان و حرکت در آن می‌باشد. استهلاک یک سیستم معیوب همواره باعث تاخیر می‌گردد و در حرکت این تاخیر ارزیابی می‌شود و قابل مشاهده و اندازه‌گیری می‌گردد. همانند حرکت ساعت که استهلاک آن منجر به تاخیر می‌شود.

در حیاط غربی مسجد امام (شاه عباسی) اصفهان، واقع در میدان نقش جهان، قطعه سنگی در کنار دیوار شمالی نصب شده است که در تمام روزهای سال (۳۶۵ روز) هنگام نیمروز، لحظه ظهر را بدون سایه نشان می‌دهد. آن گاه موذن بر گلدسته رفته مردم شهر را به نماز فرا می‌خواند. سنگ ساعت از دو بخش تشکیل شده است، یکی سنگ مستطیل شکل و دیگری سنگ مثلثی شکل که در کنار آن نصب شده و مجموعاً یک دوزنقه قائم الزاویه را تشکیل می‌دهند و در هنگام نیمروز، آفتاب با زاویه ۱۲۵ درجه به بدنه جنوب غربی می‌تابد و با بدنه شمال غربی مماس می‌گردد. مسجد امام برای جهت‌گیری به سمت قبله ۴۵ درجه به سمت جنوب غربی چرخیده است، در حالی که میدان نقش جهان برای انطباق با تابش خورشید ۱۴ تا ۱۷ درجه به سمت جنوب شرقی جهت‌گیری نموده است. اختلاف این دو زاویه در دالان ورودی مسجد شاه و همچنین در دالان ورودی مسجد شیخ لطف‌اله به نحو شگفت‌انگیزی انعکاس یافته است. این شگفتی در سنگ ساعت مسجد شاه نیز وجود دارد. این سنگ نیز توسط شیخ بهایی تنظیم شده و در مسجد شاه نصب شده است. سنگ ساعت مسجد شاه انعکاسی از دوزاویه مسجد به سمت (جنوب غربی) قبله و میدان به سمت



شکل ۵: سنگ ساعت شیخ بهایی (منبع: نگارندگان)

سنگ سایه	سایه / سنگ ساعت
مثبت	سایه نوع اول
منفی	سایه نوع دوم
منفی	سایه نوع سوم

جدول ۶: نقش سایه‌ها در سنگ ساعت. (منبع: نگارندگان)

(جنوب شرقی) دیگر می‌باشد. راز این سنگ تنها در نحوه تابش آفتاب نیست، بلکه در نحوه پوشاندن سایه توسط سنگ مثلثی شکل است که در این تحقیق چگونگی آن آشکار شده است. [۱۴]

### الگوهای کاربردی در تبیین روابط تعاملی

در سیستم‌های منسجم و یک پارچه، جهت تبیین نقش اجزاء و روابط حاکم بر آن‌ها از الگوی فرآیند بهره می‌بریم. در این الگوها ساختار اجزاء به صورت ساده و دسته بندی شده قابل مطالعه می‌باشند و به همین دلیل نواقص و مشکلات احتمالی در این مجموعه‌ها قابل تصحیح و بررسی می‌باشند.

«روش‌های مقداری بر اساس الگوریتم‌های دستورالعمل‌های مرحله به مرحله و مشخص عمل می‌نمایند. اطلاعات اولیه برای آماده شده و سپس دستورهای مشخص شده بر آن‌ها اعمال می‌شوند و در انتها نتیجه به عنوان خروجی سیستم اعلام می‌گردد. این سیستم ساده ذکر شده قابلیت تعریف پیچیده ترین دستورات منطقی را داراست.»

الگوریتم‌ها بیان مرحله به مرحله فرآیند هستند که کاربر را به نتیجه‌ای خاص هدایت میکنند. به عبارتی با برقراری روابط بین داده‌های اولیه میسر ایجاد می‌نماید که به هدفی خاص منتهی می‌شود. هنگامی که مانگه الگوریتمی به طراحی داریم، در حقیقت برای فرآیند طراحی قابل به یک پرسش هستیم که کل فرآیند طراحی عبارت خواهد بود از یافتن پاسخ این پرسش.

«به زبان الگوریتمی طراحی مسیری است که با پیمودن مرحله به مرحله آن مسئله طراحی حل می‌شود.

طراحی این مسیر در فرآیند طراحی معماری عبارت است از در کنار هم قرار دادن مولفه‌های معماری و مرتبط کردن آن‌ها به یکدیگر به گونه‌ای که یک مدل یک پارچه تشکیل داده و تغییر در هر جزوی سایر اجزا اثرگذار باشد.» [۱۵]

در مدل ارائه شده در شکل‌های ۶ و ۷، تاثیر تغییر مقادیر مولفه‌های تشکیل دهنده سطوح بر یک پارچه گی سامانه سایه نشان داده شده است. تاثیر پذیری مولفه‌ها (در یک مدل) بر هم، نشان گر تعاملی است که در یک کلیت وحدت یافته شکل می‌پذیرد. این نکته یادآور این مهم می‌باشد که هرگاه کلیتی وحدت یافت، در مسیر تحلیل آن می‌بایست مولفه‌های وابسته و نقش آن‌ها در شکل گیری مدل به اندازه مولفه‌های مستقل مورد اهمیت و بررسی واقع گردد.

### نتیجه گیری

در اقلیم گرم ایران عناصر معماری سایه ساز زیادی قابل شمارش و بررسی هستند. از دیگر نمونه‌های قابل بررسی در ایجاد سایه می‌توان از ایوان، عناصر چوبی به نام شیر سردر لبه بام، ایجاد شکستگی در بدنه‌ها و حیاط، گنبد و فضای سبز نام برد. این عناصر هر یک با هوشمندی و ظرافت خاص خود زنجیره‌ای از اطلاعات را هدایت می‌کنند. هدایت اطلاعات (اقلیمی، عملکردی و...) و دیگر اهداف پیش بینی شده جهت بالا بردن بهره‌وری معماری، مستلزم ایجاد زنجیره‌ای است رسانا و روان. چرا که بدون پیوستگی، اطلاعات هم بند نمی‌شوند. گسست و عدم تطبیق اطلاعات گسترده معماری یکی از معضلات اصلی در بهبود سطح کارایی محصولات محسوب می‌گردد. سامانه‌های موفق اقلیمی در کشور ایران به سامانه‌هایی اطلاق می‌گردند که از تطبیق اطلاعاتی بالایی برخوردار هستند. در این سامانه‌ها انسان، اقلیم (باد، بارش، رطوبت و دما)، ویژگی‌های زمینه و معماری، به طرز غیر قابل گسستی یک پارچه عمل می‌کنند و در یک کلیت وحدت یافته تشکیل سیستمی متقابل و خاص بایکدیگر می‌دهند که در جهت مشخصی کار می‌کند. برقراری تعاملات چند سوپه و همه جانبه راه را به ترکیب پاسخ‌های منسجم ترمی برند و اینجاست که تجزیه برای هر موجود وحدت یافته‌ای مرگ بار تلقی می‌گردد.

سایه در بروز رفتارهای معماری نقش موثر و موفقی دارد. نقش تعاملی سایه نقشی است واسط، جهت ارتباط فرم به زمینه. صفاتی چون جریان هوا، خنکی، کشش تصویری، سلسله مراتب، عمق، وضوح تصویری، کیفیت، حرکت در زمان، کنتراست و کشف و شهود نظری تنها مثال‌هایی هستند که می‌توان به وجود سایه‌ها نسبت

داد. سایه‌ها همانند برجسب‌های اطلاعاتی به همراه پدیده‌ها در حرکت و جریان اند و آنگاه که پدیده‌ها از حرکت می‌ایستند و ثابت می‌مانند، سایه‌ها به حرکت مدام خود ادامه می‌دهند. سایه‌ها منادی حرکت و زندگی و پویایی اند. معماری ساکن را به حرکت و تغییر و میدارند و این حرکت بر محیط اطراف دامن گستر می‌شود و آن را تحت تاثیر خویش قرار می‌دهد.

نقش تعاملی سایه‌ها همچون دیگر سیستم‌های طبیعی از طرق مختلف آزمودنی است و در عین حال از این رهگذر می‌توان در تدوین مولفه‌های آزمودنی‌های فرایندهای ساخت بشر بهره جست.

برای فهم یک پارچگی سیستم‌ها می‌توان از شکل بشقابی چرخ کاری بهره جست. برای بشقابی شکل ساختن چرخ کاری نمی‌توان یک دلیل حقیقی واحد آورد ولی بسیاری از مزایای مرتبط با هم در این مورد وجود دارد. این امر مشخصه فرآیند طراحی مبتنی بر افزارمندی است. پس از نسل‌ها تغییر و تحول، محصول نهایی به صورت پاسخ منسجمی به مسئله در می‌آید. از این رو هر بخشی که تغییر کند کل سیستم ممکن است به طرق گوناگون مختل شود.

در سیستم‌های یکپارچه اجزاء تعامل ساز اهمیت ویژه‌ای در تولید پاسخ‌های متعدد بر عهده دارند. در این مسیر شناخت سایه‌های تعاملی راه را بر محققین و معماران جهت طراحی فرایندهای منسجم می‌گشاید و از این طریق تناقضات ناپیدا و پیچیدگی‌های غیر ضروری را به حداقل می‌رسانند.

نکته پراهمیت دیگر در این تحلیل تبیین نقش واسط فوق العاده‌ای است که بر عهده سایه تعاملی قرار دارد.

طراحی واسط‌های هوشمند می‌تواند باعث افزایش کارایی اجزاء کلیدی یک سیستم گردد. عناصر واسط که نقش تعاملی درون سامانه‌ها را برعهده دارند فشار اطلاعاتی بالایی را تحمل می‌کنند. اغلب، شکنندگی و زمان مندی فرایندهای معماری به دلیل کم توجهی در وجود واسط‌های تعاملی است.

در جدول ۷ در ستونی که ویژگی‌های سایه تعاملی آمده است سعی شده تا نقش بالایی که این نوع سایه در ایجاد هوشمندی در درون سیستم سایه و بیرون از آن ایفا می‌کند با مثال‌هایی از مفاهیم معماری ارائه گردد. با مقایسه این سطر با خواص دو نوع دیگر سایه، به این نتیجه می‌رسیم که سایه‌های تعاملی بسیار پیچیده عمل می‌کنند و با انعطاف فوق العاده درون خود، پیچیدگی را در دو نوع سایه دیگر می‌کاهند و باعث ارتقاء کمی و کیفی سیستم منسجم سایه می‌گردند. علاوه بر این، به رغم هزینه بالای تولید نور، تولید سایه (بافرض اینکه محصولی باشد وابسته و ثانویه) هزینه‌ای ندارد، هم سو با طبیعت عمل می‌کند و در چرخه اکوسیستم جایگاهی کلیدی به خود اختصاص می‌دهد. از این رو می‌توان این بحث را در زمینه پایداری نیز پی گرفت.

در ادامه مدلی سه بعدی از تعامل سه گونه سایه، برای نمونه در سنگ ساعت شیخ بهایی ارائه می‌گردد. این مدل تعاملی بر آن است تا بر اساس تکنیک‌های الگوریتمیک، مفهومی از آنچه در واقع در یک الگوی تعاملی رخ می‌دهد را به نمایش بگذارد. الگوریتم، فرآیند حل مسائل مشابه با پیروی کردن از تعدادی دستورالعمل است. الگوریتم در واقع حل کردن مسئله از روش نظام مند به منظور تعمیم آن روش به مسائل مشابه است.

کشف و شهود (افزایش فهم)	حرکت و زمان	اقلیم	کشش	وضوح ادراکی	سایه پشت به نور
بایجاد کنتراست فهم حجمی را ارتقاء م دهد.	فریم محدودی جهت شناخت زمان دارد. کلید دو زمانه (روشن، تیره)	باعث خنکی جداره‌ها می‌شود.	ندارد.	ندارد.	سایه زمینه
عناصر موجود در محیط که خارج از کادر تصویر هستند را تصویر می‌کند.	دارای بیشترین فریم از حرکت مداوم و زمان است. (اساس کار ساعت خورشیدی)	سایه گستر است. خنکی زمین / زمینه (ایجاد پناه)	باعث تغییر مقیاس اشیاء بسته به جایگاه منبع نور می‌شود.	جزئیات را به صورت دو بعدی بر زمینه تصویر می‌کند.	سایه تعاملی
از هندسه پیچیده‌ای برخوردار است و فهم این هندسه به فهم اشیاء مجاور می‌انجامد.	باعث تغییر و تعامل و کشش لحظه به لحظه در محیط می‌گردد.	قابلیت این را دارد که سطوح رو به نور را در سایه اشیاء دیگر غوطه ور سازد و از این طریق باعث بالا بردن درصد سایه در محیط می‌گردد.	دارای هوشمندی و تعامل بالایی در ارتباط با محیط می‌باشد و کاملاً تحت کشش و فشار عمل می‌کند. دامنه فعالیت آن نامحدود است.	ابهام ساز است و باعث خلق گرافیک‌های تعاملی می‌گردد. فهم کارشناسی و تخصصی می‌طلبد و پردازش آن پیچیده است.	

جدول ۷: جمع بندی نقش عملکردی سایه‌ها. (منبع: نگارندگان)

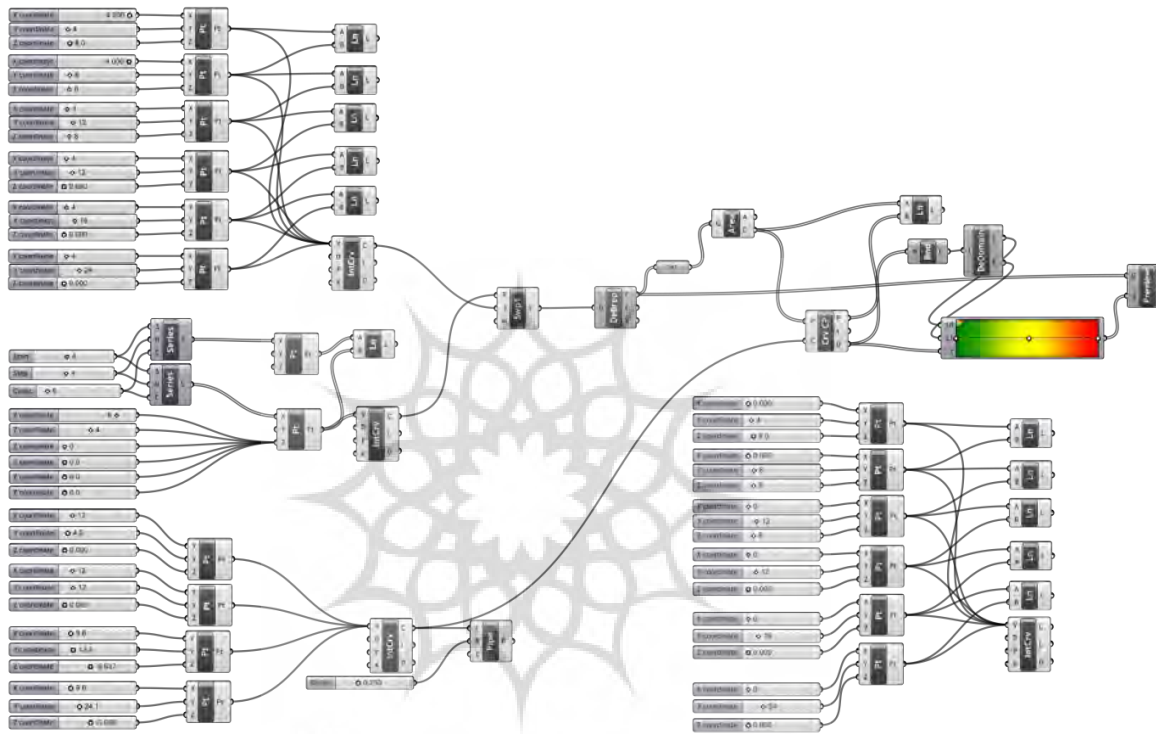


در مدل ارائه شده پچیدگی های سطوح تعاملی که نقش واسط در ایجاد رابطه صحیح میان سایه های پشت به نور و زمینه را تضمین میکنند، به نمایش گذاشته شده است. بررسی و مطالعه سطوح رابط نمودارهای دوبعدی برای فهم نحوه عملکرد اجزاء مفصلی و جایگاه آن ها در یک سیستم منسجم مفید خواهد بود.

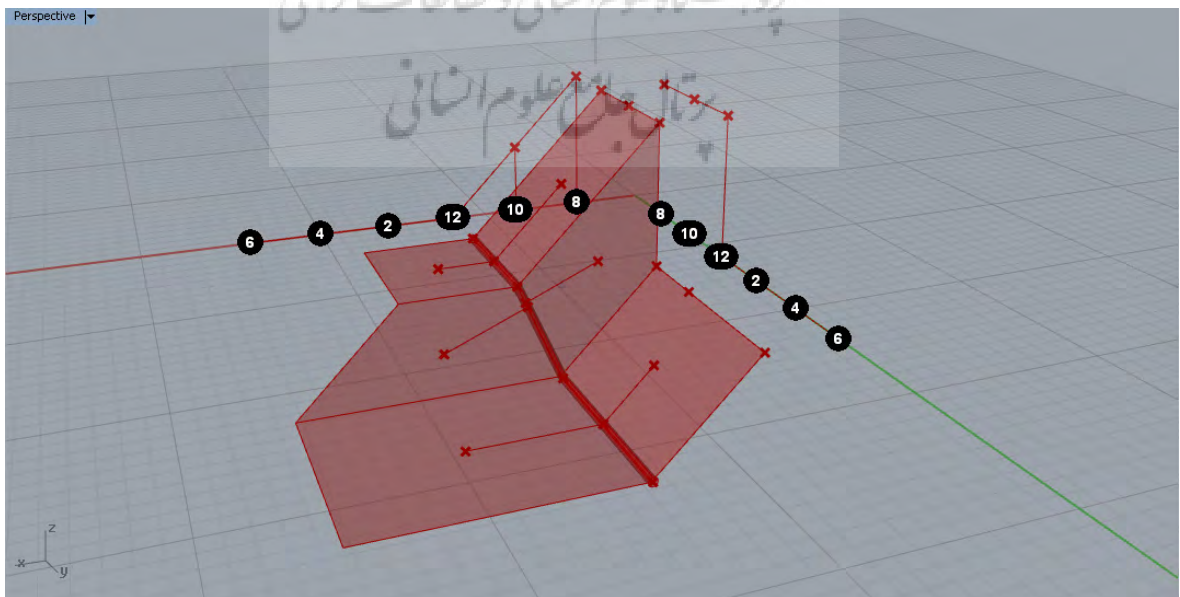
در شکل ۶ مدل مفهومی ارائه شده از طریق الگوریتمی از اطلاعات براساس ساعات مختلف روز نوشته شده است. و شکل ۷ صورت سه بعدی یافته است. در دو سوی این

نمودار، ساعات روز از ۸ صبح تا ۶ بعد از ظهر آورده شده اند، سمت راست نمودار به سایه پشت به نور تعلق دارد و در ساعت ۱۲ (به عنوان ظهر شرعی) این سایه به صفر می رسد و پس از آن فاقد سایه است

سمت چپ نمودار به سایه زمینه اختصاص یافته است که میزان آن در ساعت ۸ صبح در حداکثر قرار دارد و به تدریج هر چه به ساعت ۱۲ نزدیک ترمی شود مقدار آن رو به کاهش است و راس ساعت ۱۲ که سایه پشت به نور به صفر می رسد، سایه



شکل ۶: الگوریتم سنگ ساعت شیخ بهایی (منبع: نگارندگان)



شکل ۷: مدل مفهومی سنگ ساعت شیخ بهایی (منبع: نگارندگان)

زمینه نیز صفر می‌گردد. این مدل سه بعدی سطوحی از نمودار را که در تعامل میان سایه پشت به نور و سایه زمینه قرار دارند و موجب فشردگی سطوح می‌گردند را به نمایش می‌گذارد. نتیجه غیر قابل پیش بینی این مدل نشانگر حالات پیچیده سایه تعاملی است که تحت تاثیر سایه‌های (عوامل) دیگر حادث می‌گردد. تفکیک سایه به سه گونه مطرح شده در متن به ما کمک می‌کند تا ضمن فهم رفتارهای متعامل سایه‌ها برهم، علاوه بر لبه‌های نمودارهای ترسیمی، از سطوح میانی که حامل اطلاعاتی چند گانه هستند غفلت نوزیم. لبه مشترک دو نمودار که بصورت پرنرنگ تربه نمایش گذاشته شده است، دیاگرام سایه متعامل میان سایه پشت به نور و سایه زمینه می‌باشد. این در حالی است که در سنک ساعت شیخ بهایی به خاطر زاویه قرار گیری سنگ، این سایه به عمد از نظر مخفی می‌ماند و با این کار سیستم سنگ ساعت ساده تر و مختصر تر در جهت هدف پیش بینی شده عمل می‌کند.

در پایان خاطر نشان می‌گردد که سایه‌های تعاملی سایه‌هایی کشسان هستند که وظیفه رسانایی و تعامل بین دو نوع دیگر را برعهده دارند. ترسیم مدل‌هایی که می‌توانند علاوه بر متغیرهای اصلی، تعاملات مشترک میان آن‌ها را به نمایش در آورند، می‌تواند در فهم رفتارهای پیچیده طبیعت به پژوهشگران و طراحان کمک بسزایی داشته باشند. در این تکنیک به دلیل فراوانی داده‌ها و چند وجهی بودن محاسبات این روابط می‌توان از هوشمندی رایانه جهت ارائه نتایج پیچیده بهره جست.

### پی‌نوشت

1. Algorithm
2. Responsive
3. Analysis
4. Dynamic Systems
5. Context
6. Contrast
۷. لازم به ذکر است که دسته بندی ذیل تنها برای موضوع تحقیق ارائه گشته و این تقسیم بندی الگوی بکار گرفته توسط نگارندگان مقاله می‌باشد.
8. Interactive shadow
9. Elastic
۱۰. برای مطالعات بیشتر در این زمینه به کتاب «طراحان چگونه می‌اندیشند»، برایان لوسون رجوع شود.
۱۱. مدل ارائه شده توسط افزونه (Plug in) گراس‌هاپر (Grasshopper) نوشته شده است. این افزونه که بر روی برنامه دیگری به نام راینو (Rhino) نصب می‌گردد این امکان را به کاربر می‌دهد تا ترسیمات خود را توسط الگوریتم نوشته شده مشاهده نماید و در این محیط کل فاکتورها در ترسیمات در همه مراحل برنامه نویسی قابل تغییر و اصلاح می‌باشد. این محیط‌ها در حین اجرای برنامه گرافیکی مرتبط شان اجرا می‌شوند و دارای قابلیت رد و بدل کردن اطلاعات با نرم افزار گرافیکی و مدل سازی هستند. به این معنا که می‌توان خروجی یک الگوریتم را که در محیط برنامه نویسی طراحی و اجرا شده است، در محیط مدل سازی مشاهده کرد و یا ورودی یک الگوریتم را از موضوعات ترسیم شده در محیط گرافیکی انتخاب کرد. [۱۶]

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

- 15- Mahdavinejad, Mohammadjavad, (2014). Algorithmic Architecture: Numerical Analysis and Parametric Programming for Contemporary Architectural Design Process, Azad University of Tehran, Science and Research Branch, (2013).
- 16- Golabchi Mahmood ; Andajo Garmaroodi Ali and Bastani Hossein, (2011). Digital Architecture: CAD/CAM/ CAE Technologies application in architecture, University of Tehran Press.
- 1- Kasyani, Abdul Razzaq, (1947). Misbah Al-Hidayah, (ed). Jalaluddin KHomeini Tehran.
- 2- Marashi Al-Tastri, (1972). Ehghagh Al-Hagh va AZhagh Al-Batel, Nashr Tehran.
- 3- Alexander, Christopher, (1979). The Timeless Way of Building, Oxford University Press.
- 4- Dorari Jabarooti, Ehsan; Eslami Seyed GHolamreza, (2013). Qualitative Improvement of Design Based on Optimal Management of Effective Factors. JIAS. 84-67: (3) 1 ;2013. (< [http://jias.kashanu.ac.ir/browse.php?a\\_code=A-27-10-19&slc\\_lang=fa&sid=03-07-2014](http://jias.kashanu.ac.ir/browse.php?a_code=A-27-10-19&slc_lang=fa&sid=03-07-2014)), (<1).
- 5- Giurgola, Ronaldo, (1994). Louies kahn, Birkhäuser (Basel); 4th bilingual ed. (December 1994 ,1).
- 6- le Corbusier, (1985). Toward a New Architecture. Dover Publications (February 1985 ,1)
- 7- Grutter, Jorg K., (2004). Asthetik der Architektur, Shahid Beheshti University Press, Tehran.
- 8- Wright, Frank Lloyd, (1970). The Future of Architecture, Plume (April 1970 ,1).
- 9- Adams, Laurie schnieder, (2009). The Methodologies of Art, Westview Press; 2nd ed., (December 2009 ,8)
- 10- Chandler, Daniel, (2007). Semiotics: The Basics, Routledge; 2nd ed. (March 2007 ,8).
- 11- Hall, Edward T., (1990). Hidden Dimension, Anchor (September 1990 ,1)
- 12- Ibn Manzur, (2000). Lisān al-Arab, 3rd ed., Dar Sader, Beyrut.
- 13- Ghobadian, Vahid, (2006). Climate Analysis of the Traditional Iranian Building, 4th ed., University of Tehran Press.
- 14- SAEIDNIA, Ahmad, (2008). Secret of Clock Stone of Imam Mosque Isfahan, HONAR-HA-YE-ZIBA, Summer 14-5;(35), 2008. (< [http://jhz.ut.ac.ir/article\\_2777\\_27118.html](http://jhz.ut.ac.ir/article_2777_27118.html)), (29-6-2014).



شماره ۲-۷  
تابستان ۱۳۹۶

فصلنامه  
علمی-پژوهشی

**نقش  
جهان**

تحلیل نقش روابط تعاملی در ساختار سایه