همایش ملی معماری و شهرسازی بومی ایران
یـــزد - بهمن ماه ۱۳۹٤
National conference of native artichecture & urbanism of IRAN

بررسی و معرفی روش های جدید در طراحی پارامتریک جداره های آجری

محمدرضا محمدخانی
مربی و عضو هیئت علمی گروه معماری موسسه آموزش عالی اشراق بجنورد
Mohamadkhani@eshragh.ac.ir

Archive of SID

چکیده

تاریخ هنر معماری در ایران با آجر رابطه ای جدایی ناپذیر دارد به گونه ای که شاید نتوان معماری ایران را بدون آجر به درستی تصور کرد. در این معماری شاهد انواع مختلف نقش های آجر در مراحل و اجزای مختلف بنا بوده ایم که تنها یکی از آنها آرایه های آجری است . از این رو در معماری امروز برای معمارانی که به دنبال دستیابی به بیانی جدید بر پایه هویت کهن هستند, آجر همواره نوید بخش اتصال این مفاهیم در گذشته و حال بوده است. اما صرفا با تکرار و تقلید از عناصر گذشته به همان شکل که بوده است و بدون هیچ تغییر و توسعه ی خردمندانه ای نه تنها هویتی برای ما در بر نخواهد داشت ، بلکه بیان ناتوانی معماران امروز و در نتیجه بی هویتی معماری خواهد بود. این پژوهش با روش مدلسازی و شبیه سازی رایانه ای ، سعی در توسعه این هنر و به وجود آوردن فرم های جدیدی از آرایه های آجری مبتنی است. همچنین اطلاعات گردآوری شده حاصل مطالعات میدانی و مشاهدات نگارندگان است. حاصل این پژوهش ضمن آشنایی با چند روش آجر چینی دیجیتال به عنوان پیشینه ی پژوهش و بررسی روش آنالیز تصویر در آجر چینی به صورت خاص ، ارائه ی روشی برای آجر چینی است که وضوح تصویر در آنها بیشتر از نمونه های قبل قابل مشاهده است .

واژه های کلیدی : آجر ، هویت ، معماری پارامتریک ، الگوریتم ، دیجیتال

www.SID.ir

1 - مقدمه

استفاده از آجر در آرایه های معماری ایران در دوران اسلامی بسیار پیشرفت کرد وبه مرور زمان انواع آرایه ها و شیوه های تزئین با استفاده از آجر ابداع شد. روش هایی مانند آجر تراشی که انواع طرح ها و نقوش را از تراش آجر به دست می آوردند ، استفاده از آجر های پیش بر که نمونه اش در خانقاه با یزید بسطامی یافت می شود (پیرنیا ، 1386 : 165) ، یا معقلی که از ترکیب آجر و کاشی به وجود می آمد (همان : 166) و همچنین انواع آرایه ها ی به دست آمده از چینش آجر مانند خفته راسته ، کله راسته و ... . چند نمونه از آرایه های آجری که نمونه هایی از آن در قبل ذکر شد را نشان می دهد که بیان کننده ی تنوع و فراوانی انواع آرایه های آجری در ایران است .

دو رویکرد کلی در طراحی و ساخت سنتی آرایه های آجری وجود داشت ، یکی تراش آجر به شکل ها و نقش های مورد نظر و دیگری چینش آجر بر حسب سازماندهی های مختلف است. رویکرد اخیر بیشتر بر نظام مندی هندسی و نظمی مدولار تاکید دارد و بر اساس حرکت دادن آجر ها نسبت به هم و در راستاهای مختلف ، شکل مورد نظر را به وجود می آورند .

اما این روش به دلیل محدودیت در ابزار ها به ویژه ابزار های ترسیم و تهیه ی نقشه های اجرایی ، همواره به فرم هایی مشابه منجر می شد چرا که همگی در بیشتر مواقع از شبکه ای دو بعدی پیروی می کردند و حرکت آنها تنها در یک محور و با تعداد محدودی اندازه انجام می شد . یعنی یک آجر برای به وجود آوردن طرح یا نوشته ای به خط بنایی ، تنها به یک مقدار ، در جای خود جلو می رفت و عقب می نشست (که این مقدار معمولا یا به اندازه ی عمق خود آجر بود) . به عبارت دیگر مقدار عددی حرکت آجر ها در سطوح صاف ، برای ایجاد نقوش هندسی همواره یکسان و یا محدود به چند عدد ثابت بود . اما با روی کار آمدن ابزار های دیجیتال، مشکلات محاسبه و مدلسازی و ترسیمات پیچیده حل شده و این وظیفه به عهده ی معماران امروز است که این هنر را هم تراز با تکنولوژی عصر خود ارتقا دهند .

دنیای تجزیه و تحلیل دیجیتال تقریبا از دهه ی 1960 به کمک طراحی آمد (گلابچی ، 1390 : 1) و با ظهور کامپیوتر بسیاری از مشکلات محاسباتی و اجرایی بر طرف شد . همچنین بعد از گذشت چند دهه ، ارتباط معماری و دنیای دیجیتال روندی افزایشی داشته که در نهایت منجر به پدید آمدن روشی به نام طراحی پارامتریک شد . در ادامه ی پژوهش ، تعاریف و رویکرد های پیرامون این روش و همچنین پیشینه ی خاص این پژوهش به عنوان ادبیات نظری بیان خواهد شد و سپس به روش خاص استفاده شده و ابزار ها پرداخته خواهد شد و در نهایت فرم های آجری تولید شده با این روش به عنوان حاصل پژوهش آورده می شود.

2 – تعاریف و رویکرد های روش طراحی پارامتریک

پاتریک شوماخر[1] از صاحب نظران در این حوزه ، تئوری پارامتریسیسم را مطرح می کند و معتقد است این سبک در همه ی مقیاس ها از شهرسازی و معماری و طراحی داخلی حضور یافته و از منظر زیبایی شناختی پیچیدگی نظام مند و سیالیت یکپارچه را نمایش می دهد (Schumacher,2009:74). این روش طراحی با استفاده از ابزار الگوریتم و منطقی سازی داده های عددی ، فرم های پیچیده ای را پیش روی معمار قرار می دهد ، اما پیچیدگی در عین نظم و قانون مندی . در حقیقت از راه ساده سازی و منطقی سازی پیچیدگی های غیر قابل تصوری را تولید می کند.این کار با ابزاری به نام الگوریتم[2] انجام می پذیرد .

الگوریتم مجموعه ی مشخصی از دستورات واضح و مشخص شده در یک سلسله مراتب است که می تواند یک عملیات مشخص را انجام دهد(sipser,2006:8). الگوریتم ها کارهای مختلف و متعدد محاسباتی را انجام می دهند و به نوعی زبان

1 Patrik Schumacher
2 Algorithm

Archive of SID

www.SID.ir

اصلی کامپیوتر در انجام عملیات هستند. در این فرایند، کلیه پارامترهای موثر بر طراحی و شکل گیری فضا قابل اعمال بر الگوریتم است و معماری در فضایی متاثر از پارامترهای مختلف موثر بر پروژه و تعریف نحوه تاثیر گذاری آنها شکل می گیرد. (خبازی ، 1391 : 18).

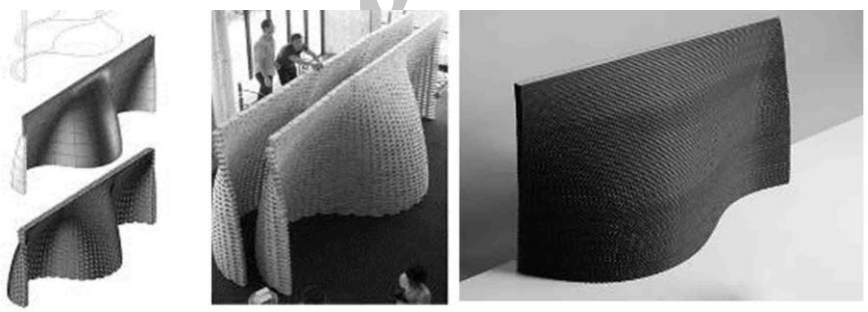
الگوریتم ها کمک می کنند تا معمار به جای کشیدن تمامی اجزای طرح ، نیاز های طرح را به صورت دستوراتی به کامپیوتر منتقل کند که طبق دستور العمل خاصی ، آنها را انجام دهد (همان: 58). این دستور العمل می تواند از طرف معمار باشد ویا از طرف خود کامپیوتر که در این صورت پاسخ های تصادفی به او می دهد.

3 – روش ها و نمونه های مشابه آجر چینی دیجیتال

آجر با توجه به ماهیت مدولار خود ، به تازگی مورد توجه معماران این رویکرد قرار گرفته و به روش های مختلف دست به تولید فرم هایی با استراتژی ها و الگوریتم های جدیدی زده اند که در ادامه به ذکر نمونه هایی از آنها پرداخته می شود .

3-1- روش چیدن آجر ها مبتنی بر پوسته های پیچیده

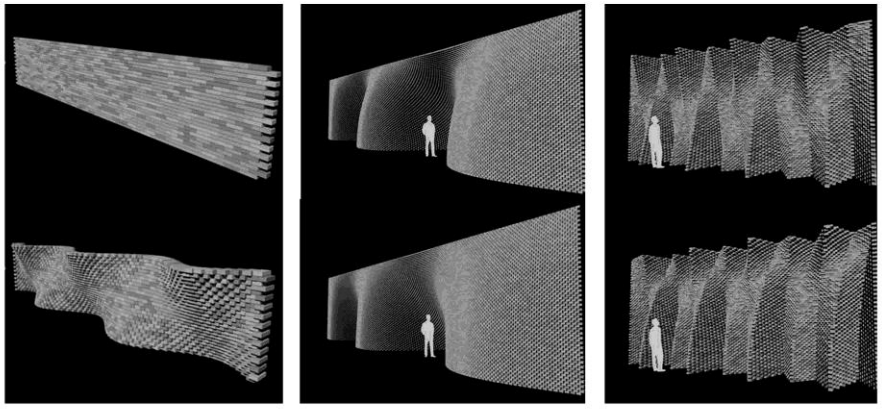
در این روش در ابتدا پوسته های پیچیده را با پارامتر های خاص خود طراحی کرده و سپس با برش های طولی عرضی پوسته به اندازه ی طول و عرض آجر ها _ به صورت مجازی _ و عمق دادن به آن ، فرم آجر از خود پوسته حاصل می شود . در این روش با خطاهای اجرایی بیشتری نسبت به سایر روش ها مواجه هستسم . شکل (1)



شکل شماره (1)

3-2- روش چیدن آجر ها مبتنی بر الگوریتم های نقاط جذب[3]

در این روش بسته به نوع الگوریتم نوشته شده ، آجر ها بر اساس فاصله خود با یک شئ که می تواند نقطه یا یک خط یا ... باشد واکنش هایی نشان داده و در سازماندهی خاصی شرکت می کنند . شکل (2)



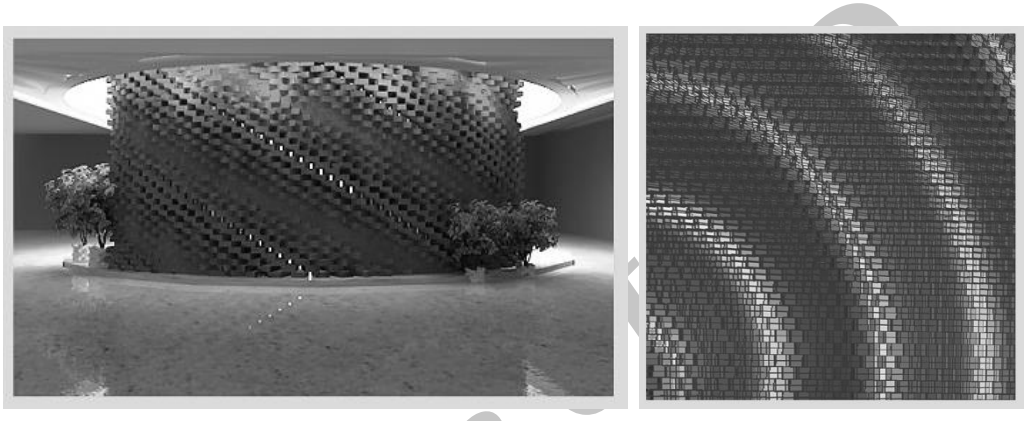
3 Attr

شکل شماره (2)

Archive of SID
w.SID.ir

3-3- روش چیدن آجر ها مبتنی بر چرخش آجرها بر اساس سری اعداد حسابی

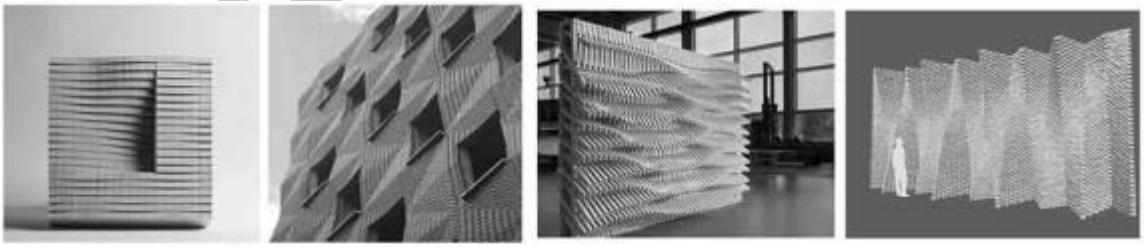
در این روش هر آجر به اندازه ی عددی ثابت نسبت به مرکز و محور عمودی خود با جهتی ثابت دوران داده می شود که حاصل آت به وجود آمدن موج هایی در طول دیوار است که هر چه ابعاد دیوار بزرگتر باشد موج ها بیشتر و هرچه عدد زاویه دوران کوچکتر باشد ، موج ها نرم تر و فرم سیال تر به نظر می رسد . شکل (3)



شکل شماره (3)

3-4- سایر روش ها

روش های دیگری مبتنی بر سایر الگوریتم ها وجود دارد که هر کدام مبتنی بر پارامتر هایی خاص، عملیاتی ویژه روی آجر ها انجام می دهند . این الگوریتم ها بسته به نظر طراح می توانند متفاوت عمل کنند و حاصل آنها انواع فرم های نرم و یا خشن آجری باشد . شکل (4)



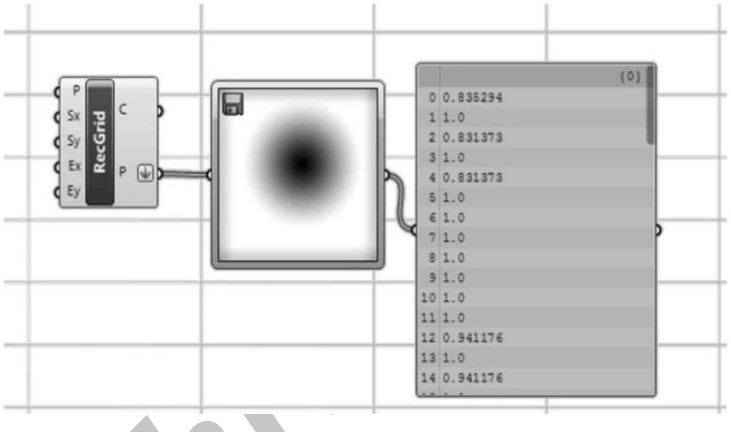
شکل شماره (4)

4 - آنالیز عددی تصاویر با روش پیشنهادی نگارندگان

روش آنالیز تصاویر و تاثیر آن بر عناصر معماری از الگوریتم هایی است که روش کار در این پژوهش بر اساس آن است . یعنی با توجه به روشی خاص ، عناصر معماری را تحت تاثیر تصاویر قرار می دهد و واکنش های آنها را کنترل می نماید.

www.SID.ir

این روش در محیط رایانه ای مورد بررسی قرار می گیرد و نرم افزار مورد استفاده ، راینو[۴] و افزونه[۵] ی گراس هاپر[۶] می باشد . منطق این روش عبارت است از ترجمه تصاویر به اعداد بر اساس میزان تیرگی آنها. به عبارت دیگر ، برای اینکه هر تصویر به اعداد ترجمه شود ، ابتدا تصویر سیاه و سفید می شود و سپس مجموعه نقاطی در صفحه ای به ابعاد تصویر ، روی تصویر توزیع شده و با توجه به قرار گیری هر نقطه در جای مشخصی از تصویر ، به میزان سیاهی یا سفیدی آن عددی را به خود نسبت می دهد . این عدد بین صفر و یک است به نحوی که به بیشترین سیاهی عدد یک و به رنگ سفید عدد صفر اختصاص داده می شود . بدیهی است که هر چه تعداد این نقاط بیشتر باشد ، نقاط بیشتری از تصویر را مورد سنجش قرار می دهد در نتیجه تعداد اعداد نسبت داده شده و دقت عملیات بالا تر می رود . شکل (5) این عملیات را در برنامه ی گراسهاپر نشان می دهد . که از چپ به راست عبارت است از : 1- شبکه ی شطرنجی نقاط . 2- تصویر مورد نظر . 3- اعداد نظیر تصویر که بین صفر و یک هستند .



شکل شماره (5)

بعد از آنکه برای هر نقطه از طیف رنگی تصویر ، عددی خاص اختصاص یافت ، حال با مجموعه اعدادی روبرو هستیم که دارای نظمی مطابق با طیف تیرگی تصویر هستند . در نتیجه می توان به عناصری از معماری مانند آجر که به نسبت ابعاد کوچکی دارند آنها را با روش های مختلف تحت تاثیر قرار داد . دو روش ساده برای تاثیر پذیری آجر ها از اعداد نشیر تصاویر وجود دارد که در ادامه به بررسی آنها پرداخته می شود:

1 - جابجایی آجرها بر اساس اعداد نظیر تصویر در راستای عمود بر صفحه ی تصویر

2 - چرخش آجرها بر اساس اعداد نظیر تصویر نسبت به مرکز آجر ها و محور عمود بر صفحه

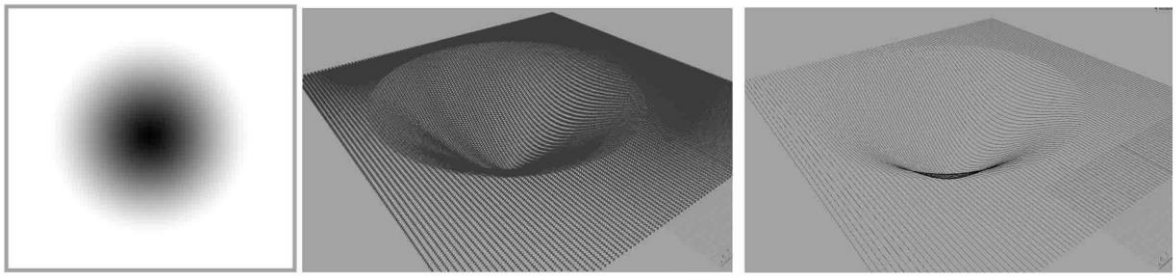
لازم به ذکر است برای تاثیر پذیری می بایست اعداد به دست آمده ی بین صفر و یک را در عددی بزرگتر ظرب کرده که مقادیر منابی برای حرکت آجر ها حاصل شود که این ضریب بسته به ابعاد اجر ها و شرایط عملیات می تواند تغییر کند .

4 Rhino
5 Plug in
6 Grasshopper

www.SID.ir

4-1- روش اول- جابجایی آجرها بر اساس اعداد نظیر تصویر در راستای عمود بر صفحه ی تصویر

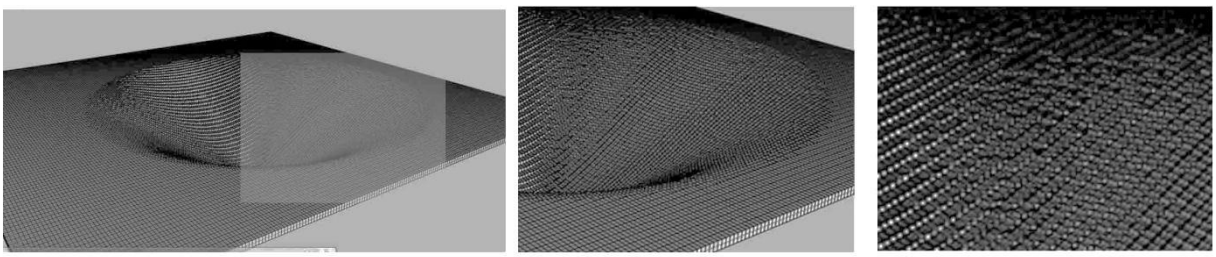
اگر مجموعه نقاطی را بر اساس اعداد اختصاص یافته به تصویری که در شکل(6 -1) آمده است ، در راستای محور z به پایین حرکت دهیم و نقاط را با خط به هم وصل کنیم ، شکل (6-3) حاصل می شود (برای سادگی درک ابتدا تصویری ساده انتخاب شده است).شکل (6)



شکل(6-3) شکل (6-2) شکل (6-1)

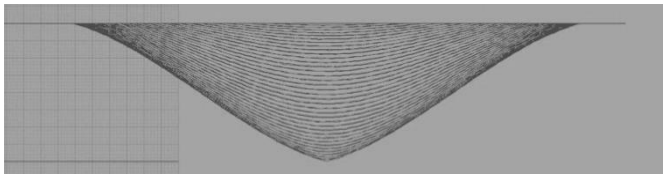
شکل شماره (6)

حال اگر اندازه ی دستگاه مختصاتی حامل نقاط را برابر مقطع آجر مورد نظر قرار دهیم ، خواهیم توانست این فرم طیف مرکزی را در آجر ها تولید کنیم . یعنی هر آجر به میزان عدد اختصاص یافته به رنگ منحنی با بالا خواهد آمد .در شکل(7) نمونه ی این فرایند را به صورتی بزرگ شونده نشان می دهد .



شکل شماره (7)

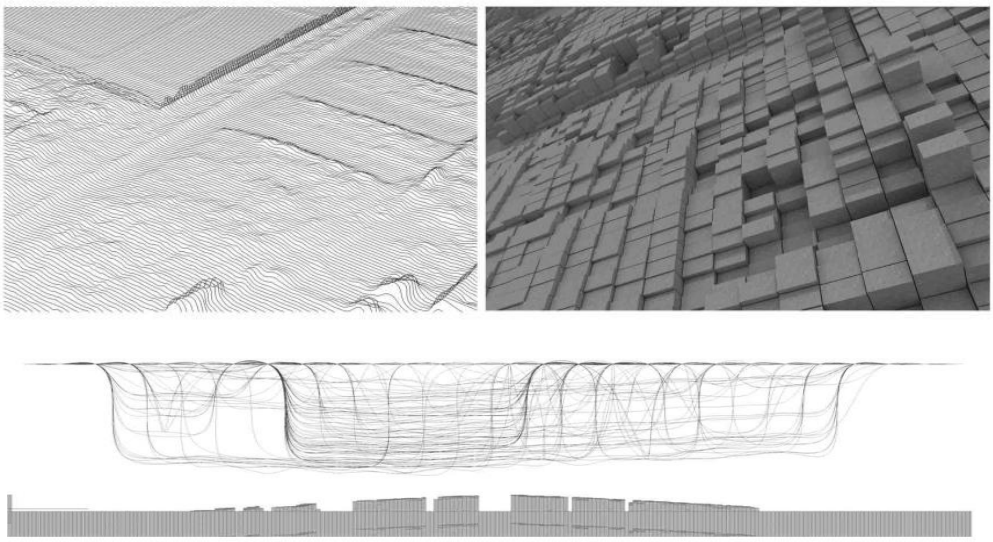
شکل (8) گراف نظیر این عملیات را نشان می دهد که مشخص کننده ی عدم پیچیدگی زیاد است .



شکل شماره (8)

www.SID.ir

ام



شکل شماره (9)

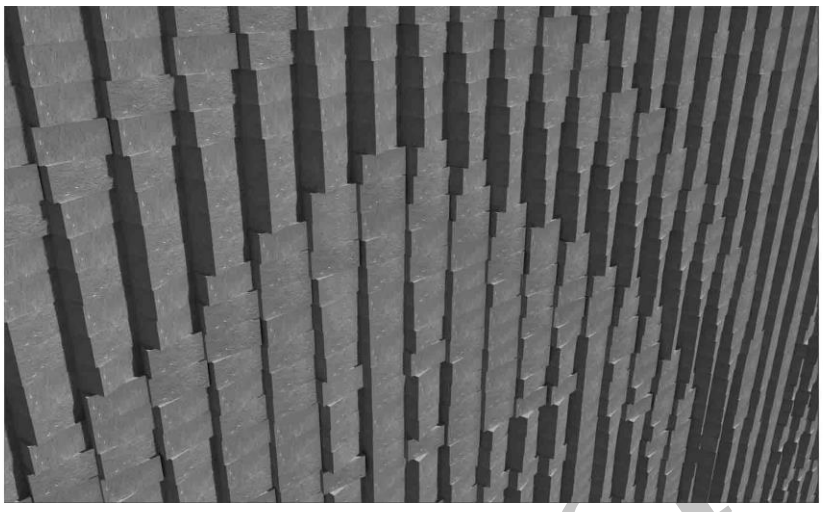
از ویژگی های این روش این است که در فواصل نزدیک تنها بدنه ای از آجر را می بینیم که پیچیده و غیر قابل فهم به نظر می آیند اما در فواصل بیش از 12 متر ، تصویر را به طور کامل در آن مشاهده خواهیم کرد . مانند آنچه در عکس های دیجیتال و پیکسل های آنها رخ می دهد . اما مشکل بزرگ این روش عدم وضوح مناسب تصویر در فواصل قابل قبول است زیرا هرچند جابجایی تصاویر مبتنی بر اعداد تصویر است ، اما سایه روشن های ناشی از نور _ به خاطر ثابت بودن زاویه ی تمامی آجر ها نسبت به خورشید _ در تمام آنها ثابت است. همین امر سبب می شود افت کیفیت تصویر می شود . بنا بر این بهترین راه حل که نتیجه ی مستقیم این مشکل است ، چرخش آجر ها مبتنی بر اعداد نظیر است .

4-2- روش دوم- چرخش آجرها بر اساس اعداد نظیر تصویر نسبت به مرکز آجر ها و محور عمود بر صفحه

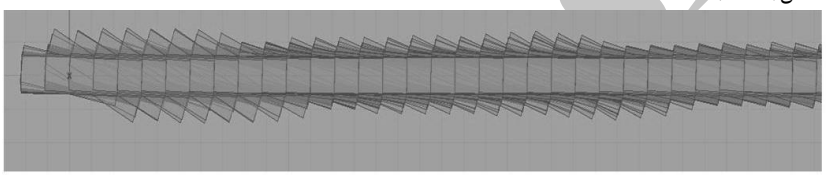
همانطور که گفته شد در روش قبل تصویری که از سازماندهی آجر ها انتظار داشتیم فاقد کیفیت های لازم برای این کار بود و تنها در مسافت های دور قابل فهم بود ، و این به دلیل یکسانی انعکاس نور از جداره ی آجر ها بود که به واسطه ی حرکتشان به بیرون نمایان شده بودند . از دلیل این مشکل ، راه حل خود بخود به وجود می آید : یعنی مقادیر عددی هر تصویر را به جای استفاده در جهت جابجایی عمودی ، در جهت دوارن هر آجر استفاده کنیم . این کار سبب ایجاد زاویه های مختلف با نور شده و سایه روشن ها و انعکاس های متفاوتی بر حسب زاویه ایجاد می کند که متناسب با همان طیف سایه روشن تصویر است. اساسا تصویر نیز از طیف های مختلف نور ایجاد می شود که در این روش این طیف از انعکاس ها و غلظت رنگ سایه ها به دست می آید. در شکل () تصویر مورد نظر شکل ساده ی یک طاق بوده که با چرخش آجر ها بر اساس اعداد نظیر آن ایجاد شده است .

Archive of SID

www.SID.ir



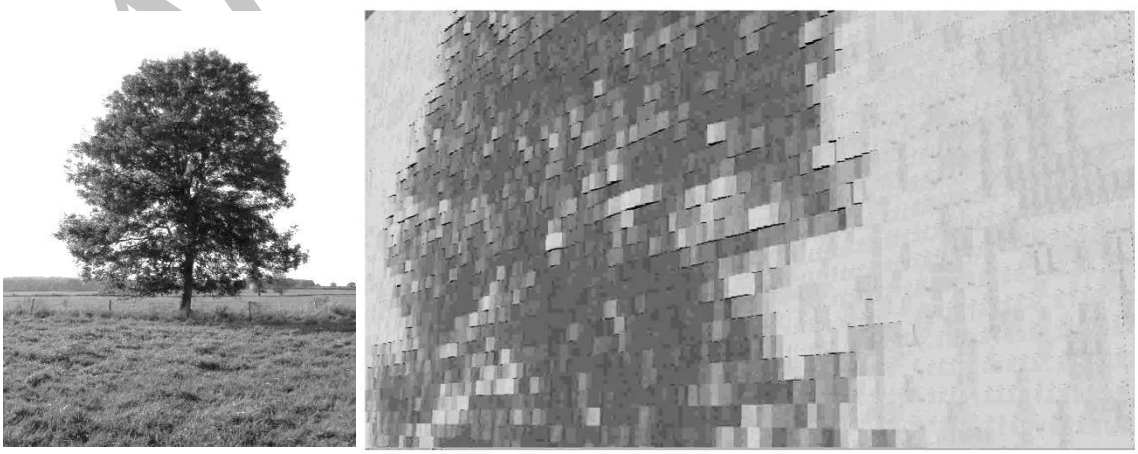
شکل(10-1)



شکل(10-2)

شکل شماره (10)

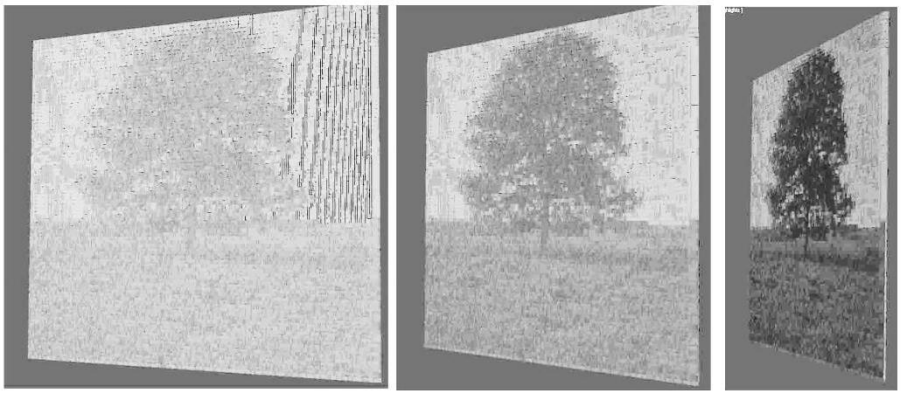
حال با این قابلیت ، می توان تصاویری پیچیده تر نیز برای آجر ها در نظر گرفت . این آزمایش برای تصویر یک درخت نیز انجام گرفت ، هرچه آجر های ما بیشتر باشد ، یعنی ابعاد بدنه ی آجری بزرگ تر باشد و یا اندازه ی خود آجر ها کوچکتر انتقاب شود ، تصویر از وضوح بیشتری برخورداد خواهد بود. شکل (11)



شکل شماره (11)

www.SID.ir

نکته ی جالبی که در این فرایند حاصل شد این است که هر چه از زاویه ای مایل تر نسبت به تصویر قرار گیریم ، تراکم سایه ها بیشتر شده و فضاهای خالی پوشیده می شود در نتیجه بعد های دیگر آجر در سطوح برآمده ی سایر آجر ها محو شده و تصویر بسیار طبیعی به نظر می رسد . گویی عکسی است که بر دیوار نصب شده . آزمایش اخیر برای تشابه بیشتر با محیط واقعی در نرم افزار 3Dmax انجام شده است. شکل (12)



شکل شماره (12)

در این حالت اگر ابعاد دیوار آجری به اندازه ای بزرگ باشد که آجر ها در مقیاس نزدیک به پیکسل در عکس های دیجیتال تبدیل شوند ، حتی می توان کوچکترین جزئیات تصویر را در آن مشاهده کرد . مثلا در تصویر بالا می توان جزئیات برگ ها را نیز مشاهده کرد . شکل (13)

شکل شماره (13)

www.SID.ir

5- روش ساخت

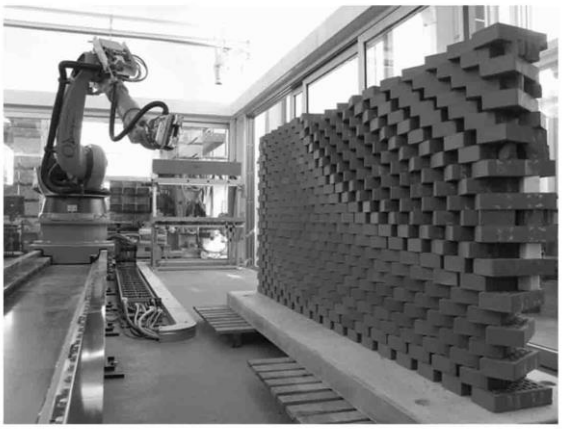
معماری دیجیتال با بهره گیری از ابزار های پیشرفته طراحی پروژه هایی را مدل سازی کرد که تا به حال نمونه های آن اجرا نشده بود(خبازی ، 1391 : 34) . در نتیجه اجرای پروژه هایی که از ابزار های دیجیتال برای طراحی آنها استفاده خود یکی از چالش های پیش روی معماران این روش است . این شیوه از آجر چینی به دلیل تعداد زیاد آجر ها و قرار گیری هر کدام به شیوه ای خاص ، با روش های ساخت سنتی و معمول بسیار مشکل است . دو راه برای اجرای این آجر چینی پیشنهاد می گردد.

5-1 – روش ساخت اول

در روش اول می بایست اعداد را محدود کنیم به چند طیف که به صورت مدولار بتوانیم تیپ های مختلفی را تهیه و بر اساس قالب هایی آنها را در جای خود قرار دهیم . برای مثال اگر در یک تصویر بیش از صد نوع زاویه چرخش آجر به وجود آید ، آن را به بین یک تا صفر را به بیست تقسیم کرده و اعداد را نسبت به آنها گرد کنیم ، سپس مقادیر را در عددی مناسب ضرب کرده تا زوایای چرخش به وجود آیند . مثلا در اگر ضریب را 90 در نظر بگیریم ، تنوع زوایای به دست آمده بیست عدد بین صفر تا 90 درجه است که به تعداد آجر ها می تواند تکرار شود . البته در این روش کیفیت تصویر به نسبت کم شدن تعداد الگو های چرخش ، کاهش میابد .

5-1 – روش ساخت دوم

بهترین روش و معمول ترین روش برای این عملیات استفاده از ربات هایی است که تمامی این اعداد را گرفته و به کد های اجرایی تبدیل می کنند و در زمانی ما فوق تصور آجر ها را دقیقا در مکان مناسب و تعریف شده ی خود قرار می دهند . به این روش ساخت دیجیتال می گویند . شکل(14)



شکل شماره (14)

Archive of SID

www.SID.ir

6- نتیجه گیری

معماری سنتی ما با آنکه در تنوع آرایه های آجری بی مثال است ، اما بیشتر آرایه ها از نقوشی هندسی شکل می گیرند . در این پژوهش با آنالیز تصاویر توانستیم به بدنه های آجری دست یابیم که چینش و سازماندهی آنها تصاویری کاملا واقعی با طیف های مختلف سایه ها و انعکاس ها را به وجود می آورد . همچنین با روش اجرایی پیشنهاد شده به ویژه روش دوم ، با سرعت بسیار زیاد بدنه های شهری را با این نوع اجر چینی پوشش دهیم که در هویت بخشی به سیمای شهر موثر واقع شویم . هویتی از جنس معماری ایرانی اما با شیوه و بدعتی نو .

منابع:

1- پیرنیا ، محمدکریم (1386). معماری ایرانی ، تهران ، نشر پژوهش دانش
2- محمد یوسف کیانی(1376). تزئینات وابسته به معماری دوران اسلامی ، تهران ، انتشارات سازمان.میراث فرهنگی کشور
3- گلابچی ، محمود ،(1390). معماری دیجیتال، تهران ، انتشارات دانشگاه تهران
4- خبازی ، زوبین (1391). پارادایم معماری الگوریتم ، تهران ، انتشارات کتابکده کسری

5- Sipser, Michel (2006). ***" introduction to the theory of computation"***, PWS Publish company, New York.
6- Schumacher, Patrik (2009). ***"Parametric Patterns"***, AD Architectural Design – Patterns of Architecture, Vol 79, No 6, November/December 2009, london

Archive of SID

www.SID.ir