ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

زمان پذیرش نهایی: ۱۳۹۶/۱۲/۲۷ شماره مجوز مجله: ۸۰۴۰۰

جایگاه بهینه سازی در معماری معاصر

علی اسلامی،آزاده شاهچراغی

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد معماری –معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲-دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

Alieslami1987@gmail.com

چکیده

استفاده از ابزار های دیجیتال در طراحی و ساخت معماری یکی از قسمت های قابل توجه معماری معاصر را شکل می دهد.در این میان توجه به بهینه سازی با کمک این ابزار در حوزه های مختلف طراحی و ساخت کی از مهترین عرصه های طراحی دیجیتال می باشد.در گذشته بهینه سازی به صورد عددی انجام می شد. امروزه یکی از روش های مرسوم بهینه سازی مبتنی بر هوش دسته جمعی است. در این مقاله ابتدا جایگاه ابزار های دیجیتال بررسی میشود.سپس بهینه سازی مبتنی بر هوش دسته جمعی با کمک ابزار های دیجیتال ارائه می گردد.بهینه سازی در علوم مهندسی یافتن نقطه کمینه یا بیشینه یک تابع معین می باشده که به آن تابع هدف می گویند.در طراحی جنبه های مختلفی مانند ، ساخت(مصالح مصرفی،حمل و نقل،اتصالات و ..) موارد اقلیمی و مربوط به انرژی(میزان تابش، جهت گیری ساختمان،اتلاف انرژی و ..) ، عملکردی(جانمائی ساختمان، دسترسی ،دید و منظر و..) و موارد دیگر به عنوان تابع هدف تعریف و بهینه می شوند.در فرایند بهینه سازی طراح وظیفه تعریف جنبه های مختلف پروژه و توابع هدف مورد نظر طرح را بر عهده دارد. و رایانه بر اساسپارامتر ها و توابع تعریف شده وظیفه بررسی حالات مختلف و ارائه بهینه ترین حالات را بر عهده دارد. در نهایت طراح تصمیم نهائی را اتخاذ می کند.

کلمات کلیدی: بهینه سازی، معماری، دیجیتال

مقدمه

استفاده از تکنولوژی در تمام جوانب زندگی انسان امروزی امری عادی است.و استفاده از آن در فناوری های تولید فرهنگی و رسانه ها نیز بشدت به چشم می خورد.کامپیوتر نیز به عنوان یکی از مصادق تکنولوژی در زمینه های مختلفی همچون جعزافیا،مکانیک،هوا فضا،صنعت نظامی ، رسانه و سرگرمی ، پزشکی و ... مورد استفاده قرار می گیرد و محاسبات پیچیده ای را خارج از توان انسان در زمانی کوتاه انجام می دهد. کاربرد رایانه ها به سرعت از انجام فرایند های پیچیده محاسباتی فراتر رفت. و با ورود به عرصه رسانه های سرگرمی با خلق دنیائی موازی با جهان ما دامنه خیال انسان را افزایش داد.فیلم های هالیودی و بازی های رایانه به خصوص بازی های کلان چندین نفره بر خط(Massively multiplayer online game) تجربه های جدید زندگی را ایجاد کردند ،و درک مخاطبان خود را از دنیا و جسم فیزیکیشان تغییر دادند.تکنولوژی واقعیت مجازی و واقعیت افزوده در تکامل این دیدگاه بسیار تاثیر گذار بود و حوزه های مختلفی در صنعت سرگرمی و زندگی روزمره را تحت تاثیر قرار داد.

گذار رایانه ها از یک ابزار به وسیله ای در راستای ذهن انسان و تقویت آن و نیاز های او باعث شد تا در کالا ها ،خدمات و ... تجلی پیدا کند. از این رو باعث شد تا معماری و در کل طراحی به عنوان یکی از تجلیات جامعه بشری نیز از این ابزار کمک بگیرد. که با پیشرفت گرافیک رایانه ای این امر سرعت بیشتری گرفت.

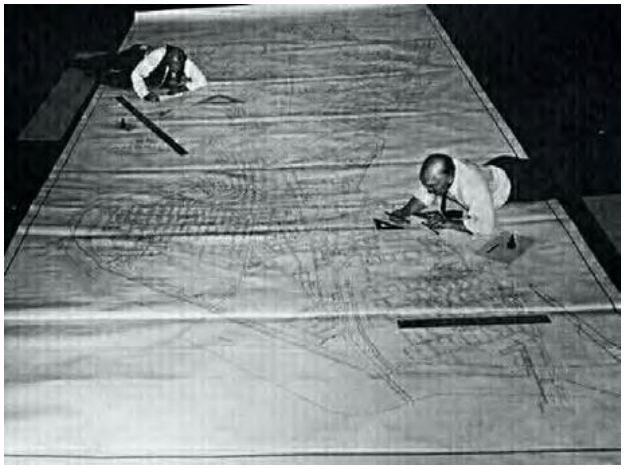
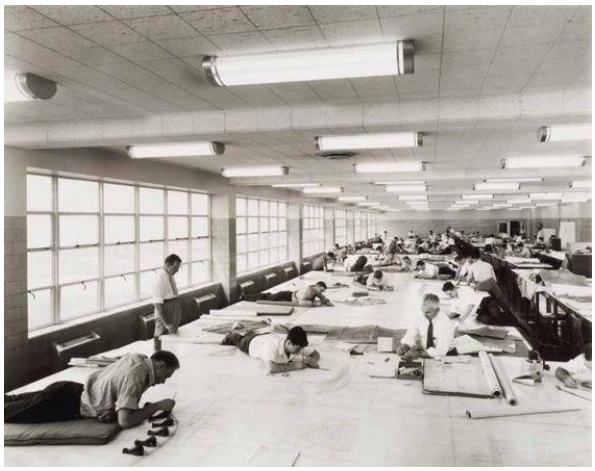
ابزار رایانه ای در حوزه های مختلف طراحی و ساخت دیجیتال مورد استفاده قرار گرفتند. "ساخت دیجیتال(Digital Fabrication) به فرآیندی گفته می شود که در آن از دستگاه ها و ماشین های دیجیتال برای تولید قطعات و اجزا مورد نیاز یک پروژه استفاده شود."(خبازی،۱۳۹۳،۷۴) ، در حال حاضر رویکرد پیشرفت نرم افزار های کمک طراحی دغدغه ساخت است.چرا که ما پس از طراحی فرم های پیچیده نیاز به ساختن آنها داریم.به همین دلیل شرکت های تولید کننده نرم افزار ها به دنبال برقراری ارتباط موثر بین طراحی و ساخت هستند." (مهدوی نژاد و رفالیان،۱۳۹۳،۱۷)

یکی از دغدغه های مهم در طراحی و ساخت بهینه بودن از جنبه های مختلف اقتصادی، اقلیمی،زمان و .. می باشد.استفاده از ابزار های دیجیتال و توانائی شبیه سازی جنبه های مختلف طراحی امکان جستجو برای رسیدن به بهینه ترین حالت را فراهم کرده است.

معماری و امکانات دیجیتال

پیشرفت تکنولوژی نه تنها در حوزه ساخت و ساز در معماری بلکه در حوزه طراحی نیز حضور پررنگی داشته است. و با تکامل نرم افزار های مختلف در حوزه های صنعتی و انیمیشن فرصت هائی را برای حضور آنها در معماری فراهم آورده است. استفاده از رایانه و امکانات دیجیتال در معماری را می توان در دو حوزه کلی طراحی با استفاده از امکانات دیجیتال (CAD) و ساخت با استفاده از امکانات دیجیتال(CAM) دسته بندی کرد. این دو روش در یک سیستم جامع به نام CAD/CAM معنا پیدا می کنند. استفاده از امکانات دیجیتال در معماری علاوه بر تاثیر بر دو حوزه طراحی و ساخت، حوزه های دیگر معماری همچون تئوری و نظریه پردازی معماری،نقد معماری،تاریخ معماری و پژهش معماری را تحت تاثیر قرار داده است و رشته ها و گرایش های مرتبط با دیجیتال در حوزه های نام برده ایجاد شده است.

از سال ۱۹۷۰ به بعد رایانه به عنوان ابزاری برای ترسیم و تولید نقشه های معماری استفاده شد. و به سرعت جای خود در بین طراحان باز کرد.و تغییر بززرگی در دفاتر معمار ایجاد کرد و این امکان را به معماران داد تا ایده های خود را راحت تر ترسیم کنند(شکل شمار ۱). ابتدا ترسیمات دو بعدی و سپس قابلیت ترسیم های سه بعدی به وجود آمد که توسط یک اپراتور که جای چندین نفر در سیستم گذشته را گرفته بود انجام می شد.

شکل شماره ۱:تهیه نقشه های اجرایی قبل از ورود کامپیوتر

با پیشرفت گرافیک رایانه ای و توسعه نرم افزار های سه بعدی کامپیوتر ها علاوه بر ترسیم به عنوان ابزاری برای شبیه سازی معماری تبدیل شدند.و امکان سنجش ایده ها و طرح ها در داخل و خارج ساختمان را با قرار دادن مبلمان و ایجاد نور طبیعی و مصنوعی فراهم کردند." به نظر اؤشن، تکنولوژی دیجیتال معماری را از تولید ابژه های منفرد، ساده انگار، و ثابت به سمت ایجاد سطوح بالقوه دینامیک و پیچیده ای که با همبستگی میان شان سامان می یابند و انرژی می گیرند، سوق داده است."(زلنر،۱۵۹،۱۳۸۶)

جفری کیپنس در مقدمه کتاب روایت های آوانگارد در مورد کاربرد کامپیوتر در ارائه و طراحی در معماری می گوید. "اعتبار انجام یکی از نخستین رندرهای مهم معماری به بهرام (شیردل) تعلق دارد. کاری که با کامپیوتر مک و برای پروژه ی مهم خود، مسابقه ی مرکز گردهمایی نارا انجام داد و در آغاز در قالب یکی از استودیوهای سای ـ آرک انجام شد. بعدها زمانی که برای نخستین دوره ی کارشناسی ارشد در انجمن معماری لندن به من پیوست، بر خرید و استفاده از کامپیوتر در کاری که انجام می دادیم، پافشاری کرد. او به این ترتیب، برای نخستین بار باعث استفاده ی سیستماتیک از کامپیوترها در استودیوهای ای ای شد. چیزی که اطمینان دارم دانستنش برای بسیاری موجب شگفتی خواهد شد!"(روحی،۱۴،۱۳۹۴)

همچنین شبیه سازی و مدل سازی رایانه ای امکان ساخت پروژه هائی که تا آن زمان امکان ساخت آنها وجود نداشت را فراهم کرد.به طور مثال بعد از کسب رتبه اول اتزن در طراحی اپرای سیندی ساخت آن با اما و اگر هایی رو به رو شد ."از سال ۱۹۵۷ تا سال ۱۹۷۴ ،مهندسان شرکت های اووه اروپ،اوتزن و هال،معماران تاد و لترمور و محققان دانشگاه ملبورن،با به کارگیری یک ابر کامپیوتر در پی مدل سازی پوسته بادبان شکل سازه بنا، و نیز تحلیل شکل دایره ای سطوح شیشه ای بنا بودند.همچنین مهندسان با استفاده از زبان برنامه نویسی فرترن برنامه ای برای تحلیل سازه بنا نوشتند."(گلابچی،اندجی،باستانی،۳۰،۱۳۹۱)

استقبال طراحان از نرم افزار های CAD باعث شده تا شرکت های سازنده این نرم افزار ها هر ساله نسخه های جدیدی از برنامه های خود که امکانات متعددی به آنها اضافه شده را وارد بازار کنند.و علاوه بر تعریف ابزار های طراحی و ترسیم پایه پارامتر های متعددی برای کنترل طرح در اختیار طراح قرار دادند.برای مثال"پارامتر های کنترل کننده فرم و شکل،پارامترهای اندازه ای،پارامترهای جنس،نورپذیری و تا حد پارامتر های سازه ای و محاسباتی،و نظایر آن .امروزه این نرم افزار ها امکان کنترل پارامتر های تنش،بار وارده،گرما،نور و سایه،تهویه و باد و .. را نیز فراهم کرده اند."(خبازی،۱۸،۱۳۹۱) با امکانات جدید ارائه شده توسط رایانه ها،"کامپیوتر تنها یک ابزار تولید مهندسی یا تسهیل در کار نقشه کشی نیست که تحت فرمان کاربر ـ معمار قرار داشته باشد، بل خود شیئی مولّد است با هوشی مجازی و با «علم» به فرآیند طراحی خود؛ کامپیوتر در این میان به صورت یک پارتنر عمل خواهد کرد. معماری تبدیل به هنر مشترک محاسباتی بر مبنای حرکاتِ موزون و هماهنگ تولید روبوتیک، خواهد شد ."(زلنر،۱۴،۱۳۸۶)

خیلی از نرم افزار های طراحی محدود به پارامتر ها و فضای تعریف شده توسط برنامه نویسان و سازندگان آنها می باشند و طراح خیال و اهداف خود را در چارچوب نرم افزار ها پرواز می دهند. بعضی از نرم افزار ها با ایجاد امکان برنامه نویسی و طراحی الگوریتمیک این فرصت را فراهم میکنند تا طراح به کمک الگوریتم ها فرایند رسیدن به نتیجه مورد نظر و ابزار های مورد نظر خود را طراحی کند

یکی از پرسش های مهم در رایانش طراحی پارامتر هائی است که قابلیت تعریف به زبان کامپیوتر را دارند می باشد. پیتر تستا در این مورد می گوید."هیچ وقت باور نداشتم که بشه معماری رو به طور کامل پردازش کرد. نمی تونید همه چیز رو برنامه نویسی کنید. بخشی از کاری که در اون گروه انجام می دادیم، این بود که بفهمیم چه چیزهایی رو می شه برنامه نویسی کرد و چه چیزهایی رو نمی شه و مرز بین این ها رو کجا باید کشید. دست کم برای خودم یا دفترمون تا بدونیم در این ابزار جدید، جایگاه معماری کجاست و چطور می تونیم از این ابزار برای اهداف و ایده ها استفاده کنیم. این به این معنی بود که باید تا حدی معماری رو کنار می‌گذاشتیم و وارد این ابزار می شدیم"(روحی،۱۳۹۴،۱۹۴)

شناخت ابزار های دیجیتال به معمار کمک میکند تا با شناخت کامل از امکانات و پتانسیل هائی که در اختیار دارد وارد عرصه طراحی دیجیتال شود. برای درک بهتر از ابزار های دیجیتال نرم افزارهای دیجیتال و امکاناتی که در اختیار طراحان می گذارند را در پنج دسته می توان تعریف کرد.

۱- نرم افزارهائی که در آنها کانسپت و رندرینگ اهمیت یافته است
۲- محیط هائی که هدف آنها ساخت انیمیشن و تولید فیلم است
۳- نرم افزارهای مبتنی بر ترسیم دو بعدی خطوط
۴- نرم افزارهائی که بر اساس شبیه سازی اجزا بنا طراحی شده اند.
۵- نرم افزار های قدرتمند پرورش دهنده و غنی کننده مرحله طراحی (گلابچی،اندجی و باستانی،۱۳۹۱،۳)

در حال حاضر نرم افزار ها در حوزه های مختلفی از فرایند طراحی و ساخت استفاده میشوند.در این بین نرم افزار های الگوریتمیک و پارامتریک این قابلیت را برای طراح فراهم میکنند تا بتوانند با تعریف پارامتر های مد نظر طراحی و تغییر آن ها حالت های مختلفی از یک طرح را بدست بیاورند و از میان حالت های مختلف، بهینه سازی مد نظر خود را در حوزه های مختلفی همچون برنامه فیزیکی،سازه،نور ،اقلیم،اقتصاد،دید و منظر و حتی در پروژه های شهری پارامتر های بهترین مسیر پیاده یا سواره،جانمایی و ... را انجام دهند و از بین گزینه های پیش رو زیباترین و مناسب ترین پروژه را که هم خوانی بیشتری با دیدگاه های پروژه دارد را انتخاب کنند.

روش طراحی پارامتریک یکی از جدید ترین عرصه های معماری را شامل می شود. و دیدگاه های مختلفی در این حوزه مطرح می باشد.یکی از این دیدگاه ها مربوط به پاتریک شوماخر است. و سبکی با عنوان معماری پارامتریسیزم تعریف میکند که "از منظر زیبا شناختی ،پیچیدگی نظام مند و سیالیت یکپارچه را نمایش می دهد."(خبازی،۱۳۹۱،۲۲) تکنولوژی های دیجیتال همانند عرصه های مختلف بشری معماری را هم تحت تاثیر خود قرار داده اند. در این میان جایگاه معماری در عصر دیجیتال قابل بحث و بررسی است. نیل لیچ معتقد است که عصر دیجیتال رو به پایان است."چرا که با فرا گیر شدن آن در تمامی عرصه های زندگی،بیش از این به عنوان پدیده ای جداگانه شناخته نخواهد شد و از موضوعی تازه رو به رشد به موضوعی طبیعی و همه جا حاضر تغییر شکل خواهد داد.... به این ترتیب است که امروز دیگر استفاده از نرم افزار ها تصور مجازی بودن را به ذهن متبادر نمی کند." (مهدوی نژاد و رفالیان،۱۳۹۳،۱۵۵) .

همچنین پیتر تستا در مورد معماری دیجیتال و عصر دیجیتال می گوید." من دوست دارم بین معماری دیجیتال و معماری در دوران دیجیتال تمایز قائل بشم. من بیشتر به دومی علاقه دارم، معماری در دوران دیجیتال که این معنا رو با خودش به همراه داره که معماری از تاریخ قدیمی تر خودش جدا نیست. فکر می کنم یکی از مشکلات معماری دیجیتال جنبه ی غیرتاریخی اونه که در اون، طوری به معماری نگاه می شه که انگار ناگهان از هیچ به دنیا اومده. در نهایت این نگاه بیش از اندازه محدود،

متعصبانه، آسیب پذیر و تکنولوژیکه. فکر می کنم اگر این دگردیسی ها رو در بستر قدیمی تر تاریخ معماری ببینیم، یک مقاومت هم برای اون ها ایجاد می کنیم؛ یک مقاومت درونی یا دست کم یک قابلیت برای ارزیابی اون ها." (روحی،۱۳۹۴،۱۹۸)

به طور کلی ارتباط معماری و دیجیتال را در چهار حوزه اصلی می توان مورد مطالعه قرار داد.

۱- ابزار و فناوری
۲- فرآیند و روش شناسی
۳- سبک و زیبائی شناسی
۴- تئوری و پدیدار شناسی (خبازی،۱۳۹۳،۱۱)

معماری و فرایند های دیجیتال

استفاده از روش های دیجیتال و امکاناتی که در عرصه ساخت و همچنین در عرصه طراحی ،شبیه سازی و ... در معماری در اختیار معمار میگذارد. باعث شده است تا روش ها و تکنولوژی ها و تکنیک ها قابلیت تولید یک فرآیند طراحی را داشته باشند. زوبین خبازی در کتاب فرآیند های معماری دیجیتال در این باره می گوید.

" ابزار ها،نرم افزار ها و سخت افزار های دیجیتال،تنها وسیله ای برای تسهیل کاری مشخص و ثابت به نام معماری نیستند.فناوری می تواند نحوه نگاه به موضوعات طراحی و نحوه تولید را متحول کند.بنابراین معماری امر ثابتی نیست که با هر ابزاری که به تولید آن پرداخته شود،محصول واحد و پیش فرضی تولید گردد.فناوری و ابزار توانسته است در کنار تغییراتی که در نحوه انجام کار ایجاد کرده،محصول را نیز متحول نماید." (خبازی،۱۳۹۳،۱۳) او لایه های طراحی تاثیر گذار بر فرآیند طراحی را در پنج حوزه مورد بررسی قرار می دهد.

۵- الگوریتم و کد(Coding and Algorithm)
۶- ساخت دیجیتال(Fabricating Digitally)
۷- خواص و رفتار مواد(Materializing and Material Behaviour)
۸- الگوسازی(Patterning and Pattern generation)
۹- انطباق پذیری(Adapting and responsiveness)

طراحی و تولید دیجیتال

در رایانش طراحی، فرآیند طراحی وابسته به نرم افزار ها و الگوریتم ها می باشد. وداده ها بر اساس رایانه ها و ابزار های دیجیتال پردازش می شوند. معمار به عنوان طراح و کنترل کننده این فرآیند می باشد.و رایانه ها با قدرت پردازش بالا به کمک طراحی می آیند. "اگر در گذشتهای نه چندان دور ،ایده های اصلی تشکیل دهنده یک اثر معماری از میان تاریخ،اندیشه ،فلسفه و نماد های دیداری آن تولید می شد،امروز استفاده از الگوریتم های طراحی به عنوان ایده و فرآیند اصلی طراحی یک اثر ،امری بدیهی و تعریف شده است." (خبازی،۱۳۹۳،۲۹)

در کتاب معماری الگوریتمی در مورد جایگاه ابزار های دیجیتال در طراحی آمده است "در کنار تمام قدرتی که ابزار های دیجیتال در کنترل تنوع در اختیار طراحی قرار می دهند.این طراح است که به مدیریت این ابزار و جهت دهی با آن می پردازد.بنابراین فرض این که ماشین ها به جای انسان طراحی می کنند منتفی خواهد بود. "(مهدوی نژاد و رفالیان،۱۳۹۳،۸۲) و در مسایل پیچیده ،تعریف سیستم و مشخص کردن پارامتر های مسیله از توان این ابزار ها خارج است و صرفا وظیفه پردازش بر روی داده های تعریف شده وپاسخ در چهار چوب خروجی های خواسته شده را دارند. از نظر نیل لیچ نظریه پرداز طراحی دیجیتال "ابزار های دیجیتالی تنها ابزاری هستند که خلاقیت را افزایش می دهند.همانطور که افرادی که در طراحی از مداد استفاده می کنند نیاز به تسلط آن دارند،به کار گیری ابزار های دیجیتال نیز نیاز به مهارت های خاص خود دارد. (مهدوی نژاد و رفالیان،۱۳۹۳،۹۴)

فاستر نیز معتقد است که"مداد یا کامپیوتر به عنوان یک وسیله به یک اندازه نادان(غیر هوشمند)هستند،تفاوت در فردی است که آنها را هدایت می کند."(مجد آبادی،حبیبه ۱۳۹۵،۳)همچنین ماریو کارپو در کتاب تاریخ نگر می گوید"کامپیوتر ها،فی نفسه شکلی را تحمیل نمی کنند، و همچنین تمایلات زیبائی شناسی را بیان نمی کنند. یک فرد می تواند برای طراحی یک جعبه ها و یا فولد ها از کامپیوتر به طور متفاوت استفاده کند."(پیکون،۱۳۹۲،۸۳)

اما هرنان دیاز النسو نظر متفاوتی دارد.او در مورد ربات ها و کارگاه های پست دیجیتال در گفتگوئی با پویان روحی می گوید." به نظر من روبات ها فقط ابزار نیستند. فکر می کنم اون ها مکانیزم هایی فوق العاده جبرگرا و ایدئولوژیک برای تولید هستند. من واقعن فکر می کنم اگر شما با یک نرم افزار خاص کار کنید و نه با یک نرم افزار دیگه، دارید تصمیمات ایدئولوژیک می گیرید؛ تصمیماتی در طراحی. بنابراین این ایده رو که اون ها فقط ابزارند قبول ندارم. چون فکر می کنم اون‌ها قدرت زیادی به همراه خودشون می آرن، همین طور محدودیت ها و امکانات زیاد و این که تا حد زیادی از پیش تعیین شدگی در محصول نهایی دارند." (روحی،۱۳۹۴،۲۹)

برنارد شومی نیز اعتقاد دارد"معماری ای که ایده نداشته باشد،معماری نیست.بعضی از کار هایی که دارای الگوریتم های فوق العاده پیچیده یا چنین چیز هائی هستند،شکل دارند.اگر ایده ای نداشته باشد،معماری نیستند."(روحی و دیگران،۱۳۹۵،۱۷۵)

سیستم ها،پروتکل ها و الگوریتم های مختلفی در رایانش طراحی وجود دارند که از حوزه های مختلف علمی وارد معماری شده اند.برای مثال یکی از سیستم های رایانش طراحی خود تولید و خود سازمان دهنده است. در کتاب مورفه در مورد این روش آمده است"سیستم های خود تولید به جای گسترش و مشخص شدن به وسیله ی یک محرک بیرونی، مجموعه ای از گزینه های واکنشی را حفظ می کنند که می تواند طبق منطق داخلی که بر اساس تجربیات رشدیافته، انتخاب و ترکیب شوند. شناخت و تحلیل اطلاعات سیستم خودتولید به همان اندازه که به وضعیت داخلی اش بستگی دارد، به محیط بیرونی نیز بستگی دارد"(ام آر جی دی،۱۳۹۳،۹)

همچنین می توان به سیستم های خود عامل اشاره کرد.الخاندرا در مورد یک از کاربرد های این سیستم در دفتر خود می گوید." برای مثال،ما در حال حاضر در دفتر،مشغول انجام یک پروژه هستیم که در آن یک پروژه لند اسکیپ وسیع هم وجود دارد.ما می خواهیم با توجه به قوانینی که از مهندسان جنگل خود به دست آورده ایم، پروژخ را در بیشترین تراکم ممکن از درخت ها قرار بدهیم. ما سه گونه ی گیاهی تعریف کرده ایم، پروژه را در بیشترین تراکم ممیکن از درخت ها قرار بدهیم. ما سه گونه ی گیاهی تعریف کرده ایم که با استفاده از آن ها، یک جنگل رودخانه ای تولید کنیم. الگوریتمی که از آن استفاده می کنیم، همه درخت ها و گزینه های مختلف اندازه ی آنها را می کشد. همه ۴۵۰۰ درخت را .این، طراحی عامل_ محور نام دارد.در این نوع طراحی به هر یک از موجودیت ها، عاملیت داده می شود."(روحی ۱۳۹۵،۱۰۵)

در این میان یکی از معروف ترین الگوریتم های رایانش طراحی بهینه سازی با استفاده از آنها می باشد. بهینه سازی در علوم مختلف کاربرد دارد.در معماری در حوزه های علمی سازه ای و اقتصادی و برنامه های عملکردی و ... کاربرد دارد.

بهینه سازی

بهینه سازی تعاریف و روش های مختلفی را شامل می شود و می تواند با استفاده از امکانات دیجیتال و یا بدون آنها انجام شود.همچنین در حوزه های مختلفی از طراحی همچون بهینه سازی اقلیمی،بهینه سازی سازه ای، بهینه سازی ساخت و ... مورد استفاده قرار می گیرد. به عنوان نمونه در بهینه سازی ساخت طراح می تواند" انحنای صفحات قوس دار را کم کند،تایل های صاف را جایگزین تایل های قوس دار نماید،اندازه تایل ها و قطعات را تغییر دهد،زاویه و جهت های نصب را اصلاح نماید و به هر روی ، بسته به موضوع پروژه، تغییرات لازم را اعمال کند تا پروژه به مرحله ساخت برساند.در صورت عدم دست یابی به یک نتیجه مطلوب در مراحل بهینه سازی، ممکن است طراح،تغییر سیستم ساخت (ابزار_مصالح) را پیشنهاد دهد که خود نیازمند بررسی های مجدد گروه های طراحی و مدیریت پروژه است." (خبازی،۱۳۹۵،۱۲۰)

در علوم ومسائل مربوط به مهندسی بهینه سازی یافتن نقطه کمینه و بیشینه یک تابع هدف می باشد.یکی از روش های رایج در حل مسائل پیچیده بهینه سازی، استفاده از روشی با نام بهینه سازی بر مبنای هوش دسته جمعی می باشد.در این روش ها که با الهام از طبیعت به وجود آمده اند ذراتی با هوش کم در فضای مسئله پراکنده می شوند و با همکاری یکدیگر به جواب بهینه مورد نظر می رسند.

الگوریتم ژنتیک(GA)

الگوریتم ژنتیک زیر مجموعه ای از هوش مصنوعی است و یکی از معروف ترین روش های بهینه سازی با استفاده از هوش دسته جمعی می باشد و بر اساس نظریه داروین بنا شده و اولین بار توسط شخص با نام جان هلند ابداع شده است.و از سه مرحله "تولید مثل ،تقاطع و جهش " (مریخ بیات،۱۳۹۳،۳۷) تشکیل شده است. الگوریتم ژنتیک در حوزه های مختلف علم همچون ساخت بازی های رایانه ای،علوم مهندسی و معماری کاربرد دارد.

چیدمان وسایل در داخل فضا ،فرم یابی (بهینه ترین فرم) بر اساس نور ،سازه ،دید،برنامه فیزیکی و ... از کاربرد الگوریتم ژنتیک در معماری می باشد.

بهینه سازی تراکم ذرات(الگوریتم پرندگان)

در الگوریتم تراکم ذرات (PSO) تعدادی از جواب ها در دامنه جواب پراکنده می شوند و دارای یک سرعت تصادفی است و هر ذره بهترین جواب را در طول بهینه سازی در خود ذخیره میکند. و قوانین حاکم بر طبیعت را نیز در خود رعایت می کند.

۱- جدائی: سعی می کند بیش از حد به سایر پرندگان نزدیک نشود.

۲- صف بندی: خود را در جهت میانگین جهت حرکت سایر پرنده های گروه (به ویژه آنهایی که در همسایگی او قرار دارند)جلو می راند.

۳- همبستگی: سعی می کند متوسط فاصله خود با سایر پرندگان را به درستی حفظ کند تا فضای خالی در مجموعه ایجاد نشود." (مریخ بیات،۱۳۹۳،۶۳)

و استفاده از این ویژگی ها به حرکت موثر ذرات در دامنه ی مسئله کمک میکند.

۱- هر ذره به محض پیدا کردن موقعیت هدف آن را به نحو مناسبی به اطلاع سایر ذرات گروه می رساند.

۲- سایر ذرات به طور غیر مستقیم و تا حدی تصادفی به سوی این هدف کشیده می شوند.این کشش جمعی به سوی موقعیت نقطه بهینه به گونه ای است که اولا ذرات بیش از حد به یکدیگر نزدیک نمی شوند و ثانیا ارتباطشان را با یکدیگر حفظ می کنند.

۳- سرعت حرکت هر یک از ذرات متاثر از بهترین موقعییت یافت شده برای تابع هدف توسط خود آن ذره و نیز سایر ذرات گروه از آغاز اجرای الگوریتم تا تکرار فعلی است." (مریخ بیات،۱۳۹۳،۶۴)

بهینه سازی کلونی مورچه

الگوریتم بهینه سازی کلونی مورچه ها(ACO) که بیشتر برای یافتن کوتاه ترین مسیر در گراف ها کاربرد دارد از نحوه یافتن غذاتوسط مورچه ها الهام گرفته شده است. که در آن هر مورچه یک عامل محاسباتی ساده می باشد. برای مدل کردن رفتار مورچه ها در طبیعت می توان از الگوریتم زیر استفاده کرد.

۴- هر مورچه ای کم و بیش در جهت های تصادفی در اطراف لانه پرسه می زند.

۵- اگر این مورچه در مسیر حرکت خود با غذا مواجه شود در یک مسیر نسبتا مستقیم به لانه باز می گردد و در مواقع بازگشت این مسیر را با فرمون علامت گذاری می کند.

۶- این رده های فرمون برای سایر مورچه ها جذاب هستند،یعنی موچه های نزدیک به این فرمون ها تمایل به حرکت بر

روی مسیر های علامت گذاری شده با فرمون دارند.

۷- در موقع بازگشت به لانه هر یک از مورچه هایی که موفق به یافتن منبع غذایی شده است مسیر را با فرمون گذاری مجدد تقویت می کند

۸- اگر بیش از یک مسیر برای رسیدن به غذای موجود باشد مسیر کوتاهتر در زمان یکسان بیشتر از مسیر طولانی تر توسط مورچه ها پیموده می شود.

۹- مسیر کوتاه تر مرتبا بیشتر از مسیر طولانی تر پیموده شده در نتیجه جذاب تر می شود.

۱۰- مسیر های طولانی تر سرانجام ناپدید می شوند زیرا با گذشت زمان فرمون آنها کاملا تبخیر می شود و آن مسیر ها جذابیت خود را از دست می دهند.

۱۱- سرانجام همه مورچه ها مسیر کوتاه تر را پیدا و برای حرکت کردن انتخاب می کنند." (مریخ بیات،۱۳۹۳،۸۱)

بهینه سازی توسط شبیه سازی حرارتی (الگوریتم تبرید)

"حرارت دادن هر قطعه فلزی باعث گریز مقداری انرژی درونی آن از یک نقطه کمینه محلی و قرار گرفتن آن در یک نقطه کمینه بهتر می شود .بدین ترتیب در فرآیند گداختن و سرد کردن تدریجی،اتم های فلز این شانس را می یابند که در حالتی قرار گیرند که انرژی درونی فلز کمتر از حالت قبل از گداختن آن شود".(مریخ بیات،۱۳۹۳،۱۰۹) با الهام از این رفتار فلز ها در هر مرحله از تکرار بهینه سازی جواب بهینه بدست می آید.

بهینه کلونی زنبور

در بهینه سازی با استفاده از الگوریتم کلونی زنبور هر زنبور به عنوان یک عامل ساده در فرآیند بهینه سازی می باشد که به کمک دیگر زنبور ها این کار را انجام میدهد.در هر کندوی عسل زنبورها برای پیدا کردن غذا غالبا با دنبال کردن زنبوری که موفق به یافتن غذا شده انجام می دهند.در این فرآیند زنبوری که موفق به یافتن غذا شده با نوعی رقص بقیه زنبور ها را از آن اگاه می کند.پس از جمع آوری گرده و باز گشت به کندو سه حالت ممکن است اتفاق بیفتد. "

۱۲- زنبور از منبع گرده ای که از آن بازگشته صرف نظر کند و به یک زنبور پیرو تبدیل شود.

۱۳- زنبور به جمع آوری گرده از همان منبع ادامه دهد بدون آنکه تلاشی برای جذب سایر زنبور ها به پیروی از خود کند.

۱۴- زنبور به جمع آوری گرده از همان منبع ادامه دهد و در عین حال با رقصیدن خود سایر زنبور های کندو را نیز به پیروی از خود ترغیب کند." (مریخ بیات،۱۳۹۳،۱۰۹)

بهینه سازی غذا یابی باکتری

الگوریتم غذا یابی باکتری با الهام از زندگی بعضی از باکتری ها می باشد که با ابزاری موسوم به تاژک به دو روش حرکت تصادفی و رو به جلو در اطراف خود به جستجوی غذا می پردازند طراحی شده است.ترکیب این دو حرکت باعث می شود که جستجوی غذا به صورت بهینه صورت گیرد. "به این حرکت باکتری ها (یعنی فرایند منجر به حرکت در جهت جذب بیشترین انرژی غذایی در کمترین زمان ممکن)اصطلاحا کموتکسیز گفته میشود.از نظر ریاضی عمل کمو تکسیز در واقع نوعی جستجوی محلی برای یافتن موقعیت نقطه بهینه است." (مریخ بیات،۱۳۹۳،۱۴۸)

بهینه سازی با الگوریتم الکترومغناطیس-مانند

در الگوریتم الکترو مغناطیس هر ذره بر اساس بهینگی نقطه ای که در آن قرار دارد یک بار را می پذیرد و مانند طبیعت میزان بار هر ذره تعیین کننده میزان جاذبه و دافعه سایر ذرات می باشد. به عبارت دقیق تر، ذراتی که منجر به مقادیر کمتری برای تابع هزینه شوند بار بیشتری داشته و در نتیجه سایر ذرات را با قدرت بیشتری به سوی خود جذب می کنند در حالی که ذراتی با

مقادیر بزرگ تابع هزینه ،سایر ذرات را از خود دفع می نمایند. (مریخ بیات،۱۳۹۳،۱۶۳)

۳-۴-۱-۱-۸ بهینه سازی با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب

در الگوریتم کرم شب تاب تعدادی ذره به صورت تصادفی در مسئله پراکنده می شود و هر ذره بر اساس بهینگی مکانی که در آن قرار دارد میزان نوری را ساتع می کند. در هر مرحله تکرار بهینه سازی میزان نور های ساتع شده با هم مقایسه و کرم های شب تاب به سمت کرم شب تاب با نور بیشتر حرکت میکنند، همچنین کرم شب تاب با نور بیشتر نیز به صورت تصادفی در دامنه مسئله برای افزایش شانس بهینگی خود حرکت می کند.

فرایند بهینه سازی در طراحی

در بهینه سازی به کمک رایانه طراح می بایست پارامتر های مورد نظر خود برای بهینه سازی را با توجه به نرم افزار مورد استفاده به زبان رایانه باز گرداند. در این فرآیند تعریف درست تابع هدف(تابع مورد نظر بهینه سازی) و پارامتر های تاثیر گذار بر روی آناهمیت دارد.در ادامه رایانه بعد از بررسی حالت های مختلف پارامتر های تعریف شده و مقایسه نتایج آنها بهینه ترین حالت برای طرح را ارائه می دهد.طراح با توجه به بازه قابل قبول برای تابع هدف، از میان جواب های بهینه نزدیک ترین جواب برای پروژه خود را انتخاب می کند.

بهینه سازی در طراحی کستردگی زیادی از طراحی صنعتی تا شهر سازی دارد و حوزه های مختلفی هچون انرژی و اقلیم، سازه،عملکرد و موارد دیگری را پوشش می دهد. در ادامه فرآیند بهینه سازی را در طراحی مرکز ملی بازی های رایانه ای در تهران مورد بررسی قرار می دهیم.

بررسی فرآیند بهینه سازی در مرکز ملی بازی های رایانه ای در تهران

در استفاده از ابزار های دیجیتال و به خصوص ابزارهای طراحی الگوریتمیک، تفکر پارامتریک دارای اهمیت بسزائی می باشد. تفکر پارامتریک، فرایند تبدیل خواسته های طراح از ایده به مفاهیم انتزاعی و سپس برگردان آنها به زبان رایانه می باشد. در این میان توانائی طراح در تبدیل ایدهای خود به زبان رایانه (نرم افزار مورد استفاده) در موفقیت پروژه تاثیر مستقیم دارد.از این رو در ابتدای پروژه نیاز به شناخت جنبه های مختلف پروژه از جمله محدودیت های اقتصادی و اجرائی، شرایط اقلیمی تاثیر گذار، خواسته های کار فرما و .. وجود دارد. تا در کنار خواسته ها و اهداف طراح بتوان توابع هدف تاثیر گذار و پارامتر های مورد نظر به درستی انتخاب شوند.

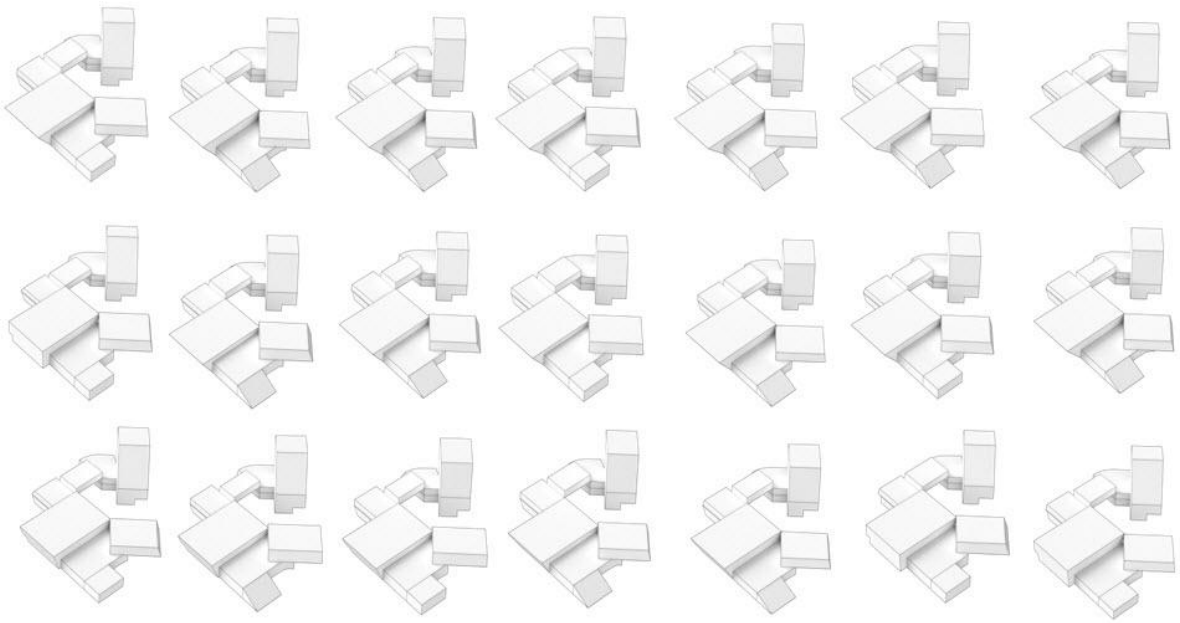
در طراحی مرکز ملی بازی های رایانه ای در تهران ابتدا جنبه های تاثیر گذار بر سایت که شامل بررسی های اقلیمی (گلباد، گلتابش، میزان تابش دریافتی و ...) ، ارتباط های شهری، دید و منظر و ... می باشد مورد بررسی قرار گرفت.درمرحله بعدی درراستای خواسته های طراح و برنامه فیزیکی حجم هر یک از فضا ها بر اساس ویژگی های عملکردی و فضائی در سایت جانمائی شدند. سپس تحت تاثیر سایت، دسترسی ها ، دید و منظر تغییر شکل دادند. هر یک از پارامتر های ذکر شده به زبان کامپیوتر باز گردانده شد(نرم افزار گرس هاپر) از این رو همانطور که در تصویر شماره ۲ قابل مشاهده است حالت های مختلف از تاثیر این پارمتر ها بر پروژه قابل تولید شد. سپس برای افزایش سیالیت و یکپارچگی(ایده ی طراح) تمامی حجم ها توسط یک پوسته در بر گرفته شدند.(تصویر شماره ۳). در مرحله آخر فضا های مورد نیاز با توجه به جانمائی اولیه عمکرد ها از حجم مورد نظر بدست آمد(تصویر شماره ۴و ۵).

بعد از تعریف پارامتر های مورد نظر در نرم افزار گرس هاپر، با توجه به مطالعات و آنالیز های انجام شده در پروژه تصمیم گرفته شد تا بهینه سازی از لحاظ میزان دریافت تابش، حداکثر دید به دریاچه چیتگر و محیط اطراف و همچنین انطباق با مساحت مورد نیاز برای پروژه صورت گیرد.

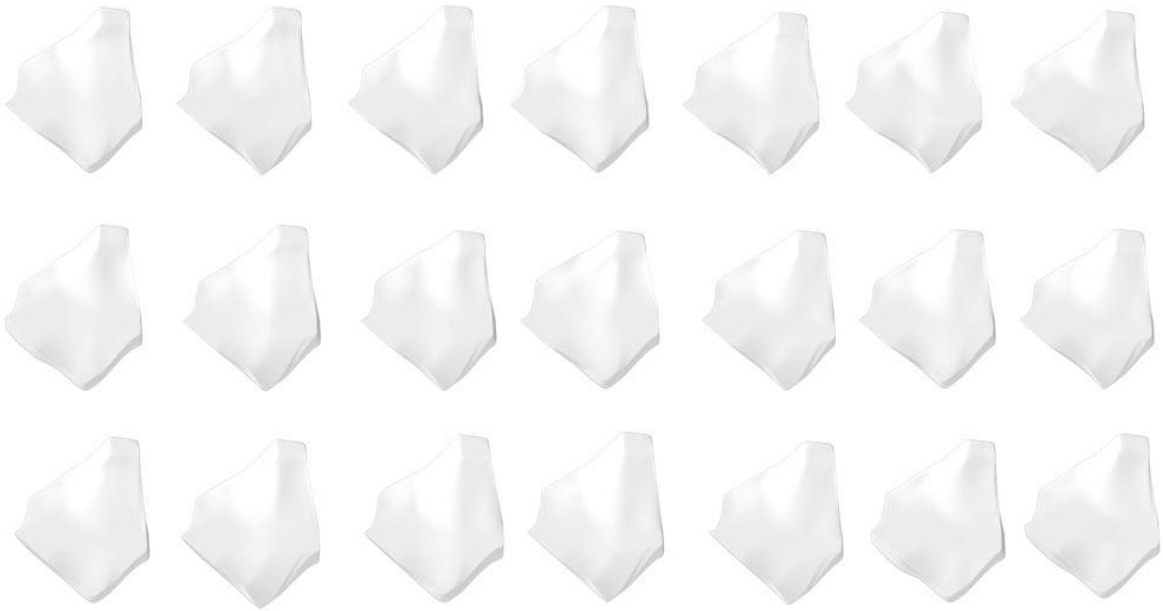
فرآیند بهینه سازی با استفاده از الگوریتم ژنیک در نرم افزار گرس هاپر صورت گرفت . در این راستا برای بهینه سازی دید حداکثر مساحت پوسته که قابلیت دید به محیط اطرف را دارد مورد نظر طراح بود(تصویر شماره ۶) .همچنین برای بهینه سازی میزان

تابش دریافتی از افزونه لیدی باگ استفاده شد.(تصویر شماره۷) متراژ بدست آمده از حالت های مختلف اگر از محدوده مورد نیاز برای پروژه خارج بودند از بهینه سازی حذف می شدند.

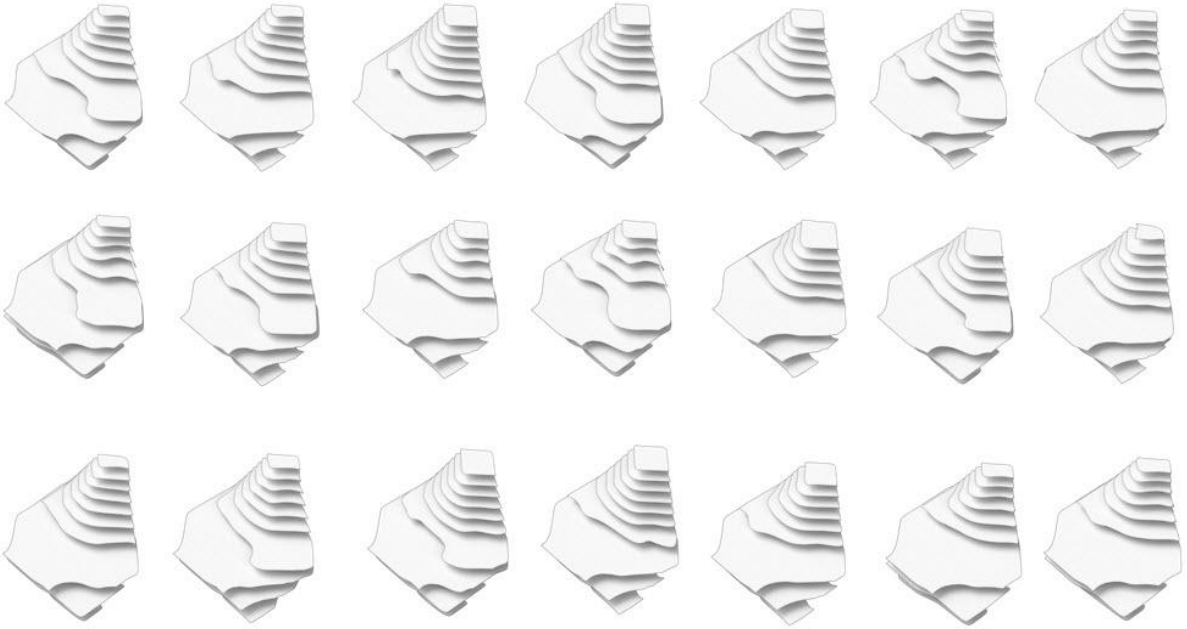
در نهایت بهینه ترین حالت انتخاب و ادامه فرآیند طراحی صورت گرفت.در تصویر شماره ۸ نتیجه نهائی مرکز ملی بازی های رایانه ای قابل مشاهده است.



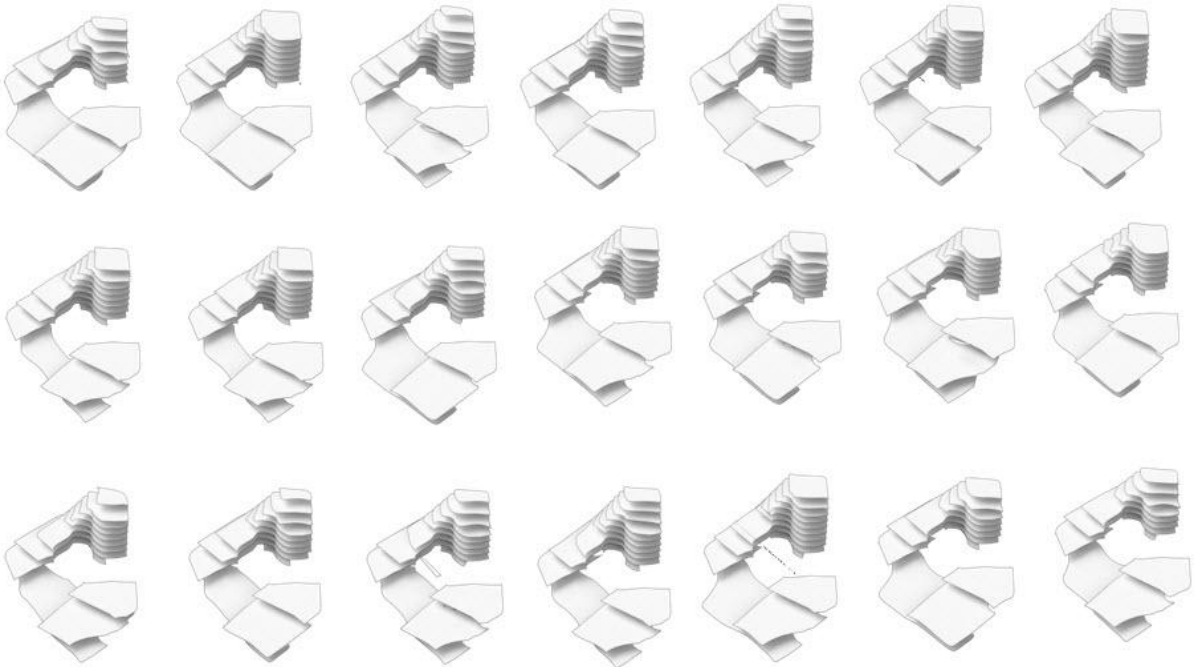
تصویر شماره ۲: حالت های مختلف تولید شده برای جانمائی احجام



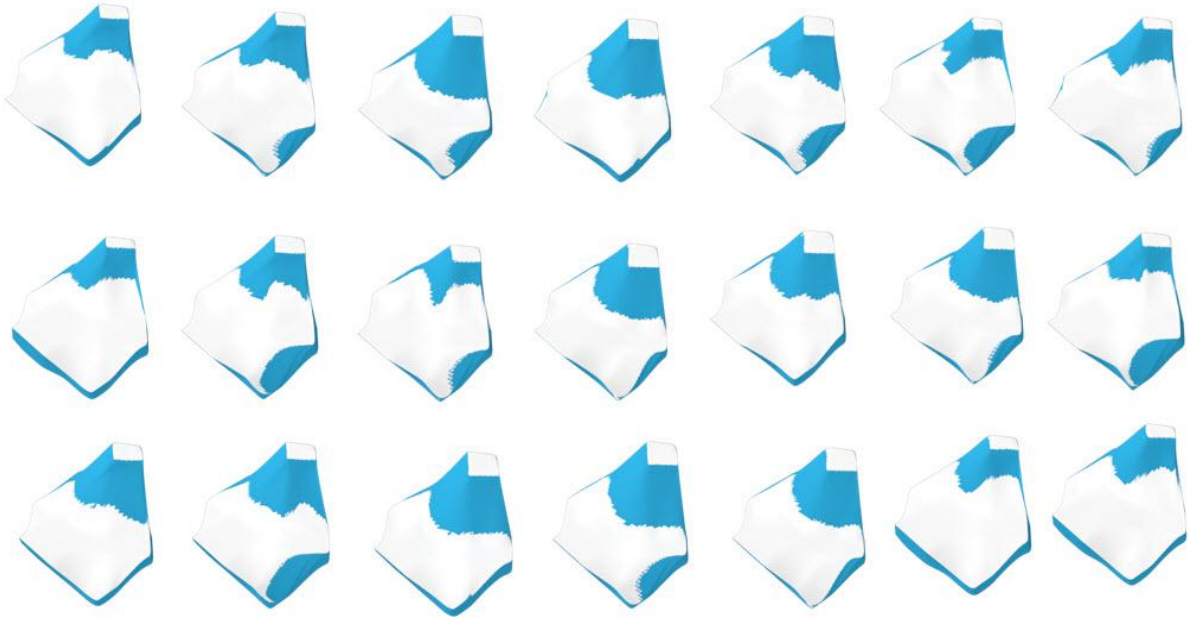
تصویر شماره ۳: حالت های مختلف تولید شده برای پوسته نهائی



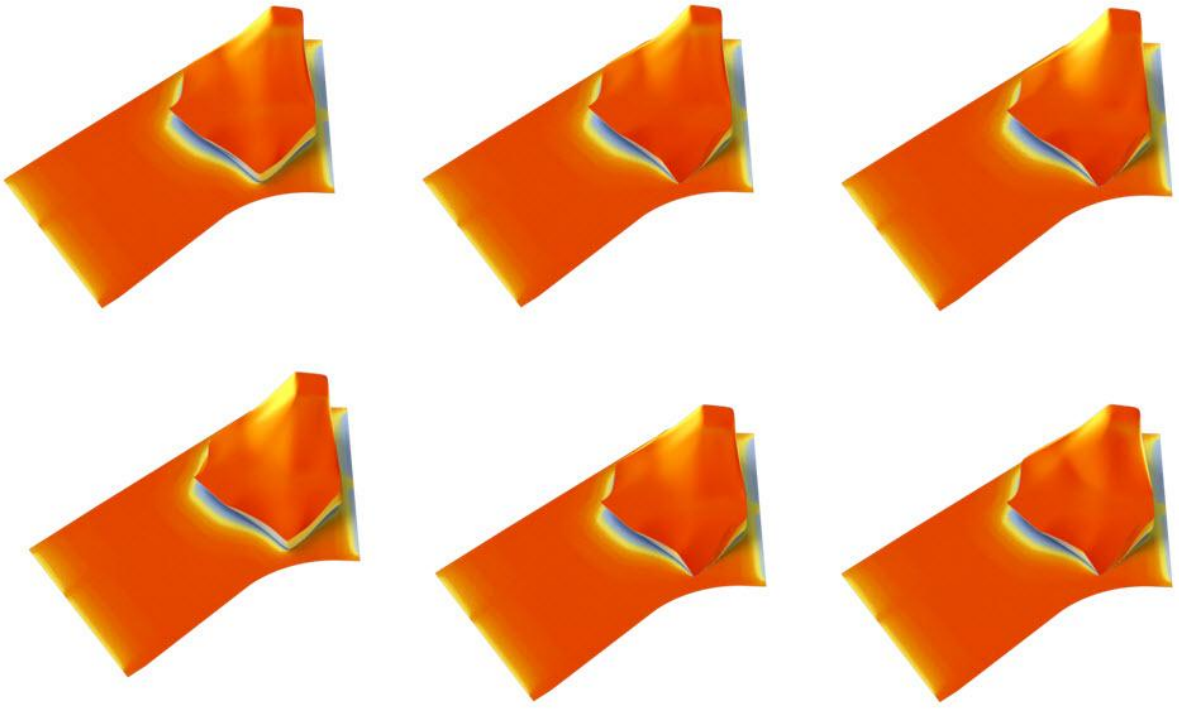
تصویر شماره ۴: حالت های مختلف تولید شده از محدوده مورد استفاده



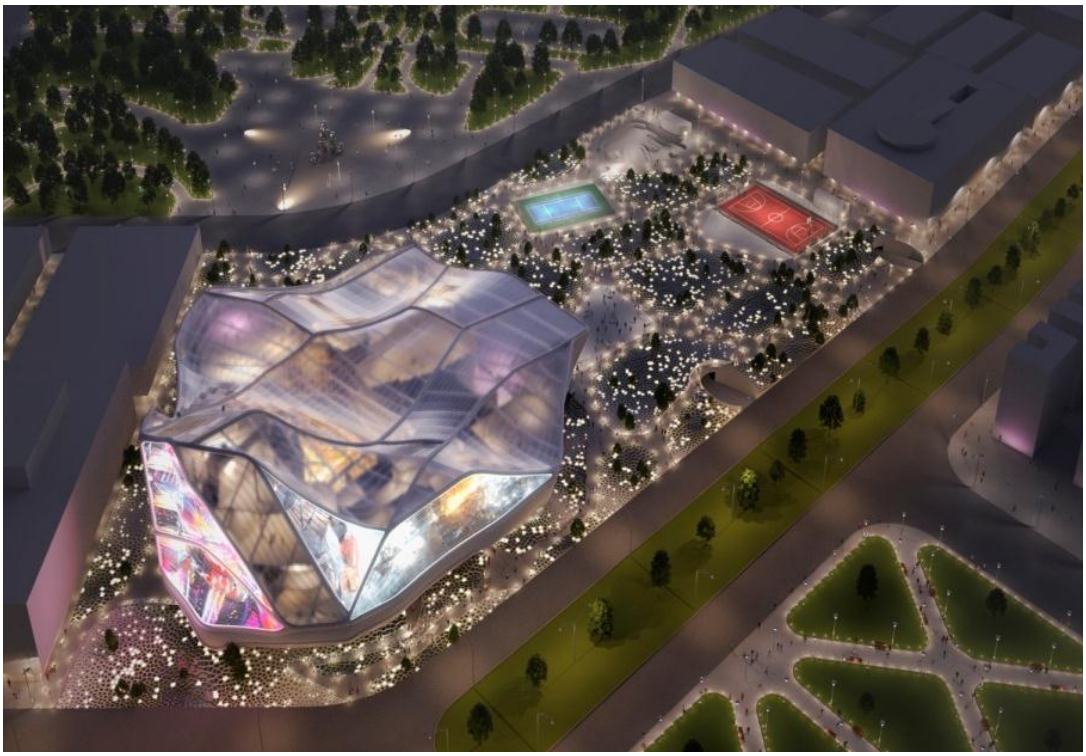
تصویر شماره ۵: حالت های مختلف از فضا های مورد نظر برای طراحی



تصویر شماره ۶: حالت های مختلف تولید شده از بررسی میزان دید به محیط اطراف(محدوده آبی دید دارد.)



تصویر شماره ۷: حالت های مختلف تولید شده از بررسی میزان تابش دریافتی



تصویر شماره ۸: رندر نهائی مرکز ملی بازی های رایانه ای در تهران

تصویر شماره ۹: رندر نهائی مرکز ملی بازی های رایانه ای در تهران

نتیجه گیری

از دیر باز ساخت بر اساس بهینه ترین حالت (اقتصادی،عملکردی،انرژی و ...) یکی از مهمترین دغدغه های مهندسین و تولید کنندگان بوده است.در این میان طبیعت به عنوان سیستمی بهینه یکی از مهمترین الگو ها بوده است.و در دوران ها مختلف روش های متفاوتی برای بهینه سازی بر اساس طبیعت مورد استفاده قرار می گرفت.با ورود به عصر دیجیتال استفاده از رایانه ها دراین الگو برداری پیشتاز شداند. در معماری نیز بهینه بودن از جنبه های مختلفی همچون انرژی،اقتصادی،سازه ،دید و منظر و ... مورد توجه طراحان و مهندسین می باشد.آنچه در این میان اهمیت می یابد.تعادل میان جنبه ای زیبائی شناسی و خواسته های طراح و جنبه های مهندسی و بهینه بودن آنها می باشد. سیستم های رایانه ای به عنوان ابزاری برای طراحان امکان شبیه سازی جنبه های مختلف یک پروژه را فراهم می کنند.از این رو طراح می تواند با تعریف پارامتر های مورد نظر خود با در نظر گرفتن جنبه های زیبائی شناختی بهینه ترین حالت طرح خود را بدست اورد.اگر در گذشته طراح بر اساس دانسته های خود از جنبه های اقتصادی ، اقلیمی،سازه و ... دست به طراحی میزد. هم اکنون ابزار های رایانه ای همان فرآیند را دقیق تر و کامل تر در اختیار کاربران خود در حوزه های مختلف قرار داده است.

مراجع

۱. ام آر جی دی،مورفه،فرایند طراحی پارامتریک از پیچیدگی تا ظرافت، ترجمه حیدری مهسا،چاپ اول،اصفهان:نشرطراحان هنر،۱۳۹۳

۲.پیکون،آنتوان، فرهنگ دیجیتال در معماری مقدمه ای برای رشته های طراحی، ترجمه خیاط ۳.پور،مرتضی،چاپ اول،تهران،انتشارات پرهام نقش ،۱۳۹۲

۴.خبازی،زوبین.پارادایم معماری الگوریتمیک.چاپ اول. مشهد:کتابکده کسری،۱۳۹۱

۵.خبازی،زوبین.فرایند های طراحی دیجیتال. چاپ اول. مشهد:کتابکده کسری،۱۳۹۳

۶.خبازی،زوبین.نهشت دیجیتال مواد، چاپ اول. مشهد:کتابکده کسری،۱۳۹۵

۷.روحی،پویان،خوارزمی نژاد علی رضا،زرین پناه نصیر،ظهرابی،شانای و سروناز غفاری،جستار های انتقادی،تئوری معماری معاصر،چاپ اول مشهد، کتابکده کسر،۱۳۹۵

۸.زلنر،پیتر،فضای هیبریدی فرم های جدید در معماری دیجیتال،ترجمه احمیدیان،علیرضا و حمید خدا پناهی، چاپ اول. تهران،نشر هنر و معماری قرن،۱۳۸۶

۹.گلابچی،محمود،اندجی گرمارودی،علیو حسین باستانی .معماری دیجیتال کاربرد فناوری های CAD/CAM/CAE در معماری.چاپ دوم ،تهران:دانشگاه تهران،۱۳۹۱

۱.مریخ بیات،فرشاد.الگوریتم های بهینه سازی الهام گرفته از طبیعت،چاپ دوم،تهران،نص،۱۳۹۳

۱۱.مهدوی نژاد ،محمد جواد و رفالیان غزل معماری الگوریتمی،داده نگاری و روش های پیشرفته برنامه دهی مقداری در فرآیند طراحی معماری معاصر،تهران ،دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات۱۳۹۳