نشست علمی تخصصی هنر، معماری و شهرسازی عصر پنجشنبه‌ها

محل برگزاری: سالن اجتماعات مهندسین مشاور هرم پی

زمان: پنجشنبه ۱۸ آذر ماه ۱۳۹۵

عنوان: از هندسه در معماری سنتی تا اریگامی در معماری مدرن

سخنرانان و اعضای پنل: خانم دکتر مهناز محمودی زرندی و خانم مهندس فاطمه حقی

چکیده‌ای از سخنرانی‌ها:

سخنران اول: دکتر مهناز محمودی زرندی

چرا هندسه ایرانی مطلوب است؟ آیا کسی وجود دارد که این نوع هندسه برایش ناخوشایند باشد؟ آیا کسی هست که از هندسه ایرانی لذت بصری نبرد؟ در معماری معاصر در چالش سنت و مدرنیته، معماران با این صورت مسأله مواجه بودند که آیا فرم های گذشته باید بازیابی شوند یا خیر؟

در معماری معاصر ایران غالباً با نادیده گرفتن این هندسه مواجه هستیم و در واقع با رویکردهای جدید به این هندسه نگاه می کنیم.

معماران نسل اول بعد از انقلاب معتقد بودند که این فرم ها مانند طاق و قوس متعلق به گذشته است و امروز همه چیز تغییر کرده است و باید با رویکردی جدید به موضوعات معماری نگریست. در آثار این معماران نیز این رویکرد مشهود است و هندسه ایرانی در آنها نقشی ندارد. حال سؤال بسیاری از معماران جوان این است که آیا هندسه ایرانی بد است؟ آیا خانه های سنتی کاشان معماری خوبی ندارند؟ و چرا امروز نباید به آن شکل طراحی کنیم؟

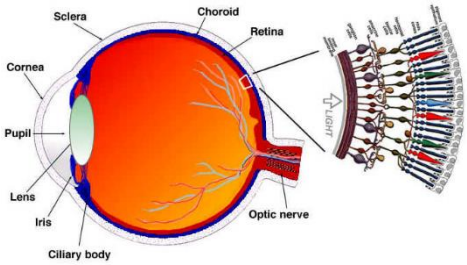
اساتید برجسته معماری مانند آقای میرمیران بر این باور بودندکه باید به مفاهیم معماری گذشته و نه بازیابی فرم آنها توجه شود. دغدغه من این است که از زاویه نگاه علوم شناختی و نوروساینس، هندسه و فرم های گذشته در ذهن ما چگونه ادراک و بازیابی می شود؟ و احساس خوب و حظ بصری از هندسه گذشته در افراد نسل جدید از کجا نشأت می‌گیرد؟

اولین مرحله شناخت به کمک حواس پنجگانه صورت می‌گیرد، با کمک این حواس، تعامل با محیط صورت می گیرد و در واقع ابتدا به احساس (*Sensation*) و سپس به ادراک (*Perception*) می رسیم. مطابق آماری که دانشمندان تهیه کرده اند، ۸۵٪ کل دریافت های *انسان‌های* معمولی از طریق چشم حاصل می‌شود، پس در تعامل انسان و معماری، فرم حائز اهمیت ویژه‌ای است. بنابراین اولین مرحله شناخت به کمک حواس ۵ گانه صورت می‌گیرد.

اگر بخواهیم در بازیابی از معماری گذشته فرم را کاملاً نادیده بگیریم باعث از بین رفتن بسیاری از داده‌هایمان می‌شویم. پس با نگاهی علمی خواهیم یافت که مسؤولیت سنگینی بر دوش معماران است.

حال اگر به ساختار چشم توجه کنید متشکل از مردمک، عنبیه، شبکیه و عدسی است، اعصاب گیرنده حسی روی شبکیه از دو نوع سلول‌های میله‌ای و مخروطی تشکیل شده‌اند. تعداد سلول‌های میله‌ایی ۱۸ برابر بیشتر از سلول‌های مخروطی است. سلول‌های مخروطی ابزار تشخیص رنگ و سلول‌های میله‌ای برای تشخیص لبه‌ها می‌باشند، تعداد بیشتر سلول‌های میله‌ای باعث تمرکز بیشتر چشم روی لبه‌ها می‌شود، یعنی جایی که تیرگی و روشنایی چشم

بیشتر تغییر می‌کند.



سلول‌های مخروطی نوزاد در بدو تولد به تکامل نرسیده‌اند و به همین جهت نوزادان تا دو ماهگی تنها توانایی تشخیص رنگ سیاه و سفید را دارند، در طول دو ماه اول پس از تولد سلول‌های مخروطی شروع به کامل شدن می‌کنند و نوزاد می‌تواند رنگ‌های محیط را تشخیص دهد. معمارانی که خانه‌های مسکونی سیاه و سفید طراحی می‌کنند، باعث کوررنگی کودکی می‌شوند که در آنجا رشد می‌کند.

اکثر هنرمندان رنگ شناسی بسیارخوبی دارند و ترکیب رنگ‌ها را به خوبی درک می‌کنند، آنها از کودکی در دامان طبیعت بوده‌اند و تنالیته‌های رنگی را از طبیعت آموخته‌اند. کودکان از کودکی تشنه رنگ‌ها هستند و به دنبال رنگ‌ها می‌روند. پس بازخورد رنگ‌های محیطی بر کودکان بسیار مهم است.

بنابراین لبه‌ها و رنگ‌ها در ادراک بصری بسیار مهمند، شکل و فرم را در ذهن مشخص تر حک می‌کنند و اطلاعات بیشتری به مغز می‌دهند در نتیجه باعث لذت بیشتری می‌شوند.

ذهن در مرحله شناخت حسی در مواجه با فرم یا پدیده، کلیاتی از اطلاعات را دریافت می‌کند. به عنوان مثال شما وقتی در فضایی نشسته‌اید، در محدوده دید شما چیزهای مختلفی وجود دارد که تمامی آنها بعداً برای شما قابل یادآوری نیست، با توجه به جنسیت، سن و تجارب، ذهن شما مطالب مهم تر را نگه می‌دارد و بقیه را حذف می‌کند.

پس الگوی کلی ذهنی ما بسیار منعطف و سیال است و شامل تمامی اطلاعات دریافتی توسط حواس پنجگانه است شامل شکل، بو، صدا و ... . در واقع ذهن در مواجه با هندسه یا فرم خاص، شکلی از آن می‌سازد که در مشاهدات بعدی قابل بازیابی است و این مسأله اساس هوش مصنوعی است.

بعنوان مثال قفل موبایل‌ها در گذشته با رمز و بعدها با اثر انگشت قابل باز شدن بودند، اکنون مبایل‌هایی به بازار آمده‌اند که وقتی آن را در مقابل صورتتان قرار می‌دهید قفل آن باز می‌گردد. در هوش مصنوعی، کارکرد مغز در بازیابی دیتاها را مبنای ساخت نرم افزارها قرار داده‌اند. بعنوان مثال شما دوست دوران دبستان خود را پس از سی سال می‌بینید و علیرغم تغییر چهره‌اش او را می‌شناسید و این به علت جوهره وجودی اوست که ذهن آن را ثبت و بازبینی کرده است. ذهن در کسری از ثانیه آن فرد را تشخیص می‌دهد که این همان فرد است که شما سالیان پیش دیده‌اید. این الگو واره‌ها چگونه در ذهن تشکیل می‌شود؟ ما معماران چگونه می‌توانیم بر مبنای بازیابی دیتاهای ذهنی در حوزه معماری اقدام به طراحی کنیم و ارتباط بین گذشته و آینده را برقرار کنیم؟

به دلیل کل گرا بودن فرایند ادراک، پس از ذخیره اطلاعات و الگوی مفروض، اگر در موقع بازیابی، اطلاعات بسیار کمی هم دریافت شود باز هم ذهن قدرت تشخیص دارد. زمانی که با پدیده‌ای با الگوهای به یک اندازه آشنا مواجه می‌شویم، مغز جنبه‌های مختلف آن پدیده را مورد بررسی قرار می‌دهد و با مقایسه شباهت‌ها و تفات‌های الگوها باعث بالا بردن سطح ادراکی ما می‌شود.

افرادی با تفکر خلاق مانند آقای هوشنگ سیحون، توانایی بالایی در ادراک الگوهای چندگانه و تشخیص پدیده در قالب الگوهای نامأنوس دارند و می‌توانند این پدیده ها را بازیابی کنند.

ذهن ما فرآیند ادراکی آشوب گونه‌ای دارد و حتی مغز ما نیز در مقابل بازشناسی الگوها، رفتاری کل نگر و غیرخطی بر آن حاکم است و در قبال اطلاعات بیشتر ارتقاء می‌یابد.

اگر به هندسه طبیعت بنگریم هندسه‌ای فراکتال و نه اقلیدسی دارد. مغز ماکارکردی آشوب ناک، غیرقابل پیش‌بینی و غیرتکرار شونده ولی متعین دارد.

مندل بروت در پاسخ به سزان عقیده داشت تمام فرم‌های طبیعت از استوانه، کره و مخروط شکل گرفته‌اند–می‌گفت ابر مثل کره نیست، کوه‌ها مخروط نیستند و آذرخش روی خط مستقیم حرکت نمی‌کند. هندسه طبیعت اساساً فراکتال است و مغز ما هم به حکم اینکه زاده طبیعت است فراکتالی

است و براساس آشوب رفتار می‌کند، پس الگوسازی و تشخیص الگوها هم که اساس فرایند ادراک است بر پایه این سیستم‌های پیچیده و آشوبناک است.گیاه کاکتوس ساختمانی فراکتالی دارد و وحدتی بین کل و جزء آن برقرار است.

زمانی که بر پایه نوروساینس مغز را بررسی کنیم که به چه دیتاهایی نیاز دارد به این نتیجه می‌رسیم که ساختار مغز یک ساختار خودارتقاء دهنده است. مثلاً زمانی که مطلبی حفظ نمی‌کنیم می‌گوییم حافظه مان کم شده است و در این مواقع گفته می‌شود شعر حفظ کنید و یا زبان دیگری بیاموزید تا ذهن شما فعال شده و دوباره کارکردش به قبل برگردد. پس خودارتقاء دهندگی مغز به این معناست که با ورود اطلاعات بیشتر، ارتقاء بیشتری می‌یابد.

در معماری با بررسی معیارهای زیبایی‌شناسی، یک اثر را خوب و دیگری را بد می‌پنداریم؛ مثلاً میگوییم آجر خوب است و کامپوزیت بد، چرا؟

از آنجا که متریال طبیعی مثل آجر زنده است، مدام در معرض تغییر می‌باشد. وقتی به یک آجر نگاه می‌کنیم شاید خلل و فرج آن را نبینیم ولی این اطلاعات به صورت یک دیتا در ناخودآگاه ما نشسته است. یعنی ممکن است آگاهانه آن را ندیده باشید ولی قطعاً آن را دیدید و در ناخودآگاهتان وجود دارد.

دیتاهایی که از آجر (تایل طبیعی) در مغز انسان است از کامپوزیت (تایل مصنوعی) بیشتر است و هر چه ذهن دیتای بیشتری از موضوعی دریافت کند نسبت به آن احساس بهتری دارد. به همین دلیل است که در معماری ایرانی عقب و جلوبردن نما برایمان مهم است و سایه روشن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. به عنوان مثال خانه‌های کاشان و فلورانس به هیچ عنوان با هم قابل قیاس نیستند. اطلاعات و دیتاهایی که بدنه‌های حیاط مرکزی خانه‌های کاشان به ما می‌دهد با اطلاعات خانه‌های فلورانس بسیار متفاوت است به این دلیل که لبه‌ها به خاطر سلول های میله‌ای چشم ارزشمندند.

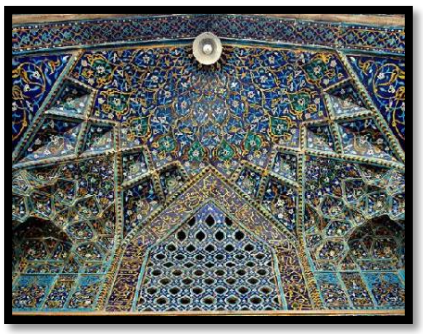
پس وقتی ما با فرم یا بدنه ساختمان مواجه می‌شویم که عقب رفتگی، جلو آمدگی و سایه اندازی‌های زیادی دارد، به دلیل تفاوت زاویه تابش آفتاب در زمان‌های مختلف، نمای آن در هر لحظه با لحظه قبل تفاوت دارد. به عنوان مثال نما در ساعت هشت صبح با نما در ساعت نه صبح متفاوت است و همراه با تغییر زاویه تابش آفتاب تغییر می کند و این همان چیزی است که برای مغز مطلوب است.

نمای طبیعی به دلیل اینکه در معرض فرسایش می‌باشد زنده و متغیر است به همین جهت مطلوب است و از دیدن آن خسته نمی‌شویم. مثلاً اگر پنجره محل کارتان رو به نمای آجری باشد از آن خسته نمی‌شوید، چون در حال تغییر است ولی اگر آن نما از جنس کامپوزیت و یا هر متریال مصنوعی دیگر باشد کسالت آور است زیرا دیتای جدیدی به مغز ما نمی‌دهد.

هندسه فراکتال ایرانی، دیتاهایی که به مغز ما می‌دهد زیاد است و در نتیجه برایمان مطلوب است، بعنوان مثال کسی نیست که از مقرنس لذت نبرد، حتی کسی که خاطره و ذهنیتی هم از آن ندارد آن را زیبا می بیند، چون از لحاظ هندسی از طبیعت پیروی می‌کند، برخلاف هندسه اقلیدسی که نمودی در طبیعت ندارد و در معماری مدرن از آن استفاده شده است.

کسی را نمی شناسید که به کوه بنگرد و از منظره آن خوشش نیاید، کسی نیست که از گل و گیاه حظ بصری نبرد، مگر آنکه عامل بیرونی–مثل یک اتفاق ناخوشایند در آن مکان– در فرایند شناخت او تأثیر گذار باشد.

پیتر جی لو دانشجوی دکترای فیزیک دانشگاه هاروارد برای ارائه یک سخنرانی به ترکمنستان دعوت شد و بعد وقتی به عنوان یک توریست، مساجد اسلامی متعلق به قرن شانزدهم میلادی در ازبکستان را می‌دید، شباهت بعضی از کاشیکاری‌های آن به الگوی پنروز توجهش را جلب کرد.



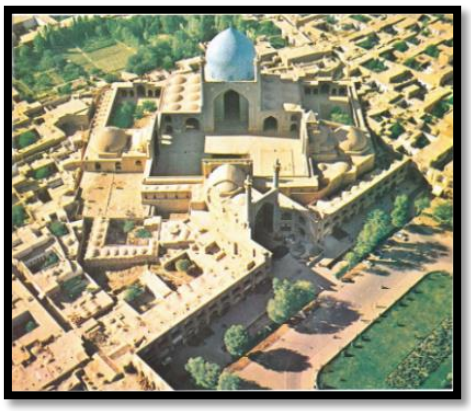
راجر پنروز ریاضیدان و کیهان شناس معروف، اولین کسی بود که در سال ۱۹۷۳، الگوریتمی برای پوشاندن یک سطح با دو قطعه لوزی شکل پیشنهاد کرد. الگوریتمی که صفحه را بدون تکرار هیچ الگوی خاص به طور کامل می‌پوشاند و به نام خود او کاشیکاری پنروز نامیده می‌شود.

نتیجه پژوهش پیتر جی لو نشان می‌دهد که کاشی‌کارهای اصفهان ظاهراً سال‌ها قبل، با شکل پیچیده‌تری از این الگوریتم آشنایی داشته‌اند.

حال اگر به هندسه ایرانی نگاه کنیم، در مقیاس کل بسیار ساده است. اما در مقیاس انسانی، آنجا که چشم می‌نگرد پر از اطلاعات است. یعنی متناسب با سرعت حرکت و طریقه مواجه شدن مخاطب

با بدنه کالبدی، اطلاعاتی که به مخاطب می‌دهد تغییر می کند. مانند مسـجد امام اصـفهان که کلیات و هندسـه‌ای بسـیار سـاده دارد اما در زمان ورود به سـاختمان، پیش ورودی زیبا و اطلاعات مقرنس‌های آن بیداد می کند. بازی رنگ‌ها، عقب رفتگی و جلو آمدگی‌ها، سـایه روشـن ها و ... بسـیار چشم نواز هستند. در بازارهای سنتی قدیمی نیز سادگی نمای آنها نمود حرفهای زیاد درونش بوده است.

در راسته های بازار، اطلاعاتی که به مخاطب داده می‌شود همان کاربندی‌هاست ولی به محض رسیدن به چهارسوق که همان فضای مکث بازار است، شما با حجم زیادی از اطلاعات مانند تزئینات، رنگ، بازی نور و سـایه و... روبرو می‌شـوید. و این نشـان از اهمیت فراوان چگونگی مواجه مخاطب با نما و ساختمان دارد.



ویژگی‌های هندسه ایرانی شامل موارد ذیل می باشد:

- هندسه ایرانی، هندسه فراکتال است.
- تعین در مقیاس کل دارد.
- پیش بینی ناپذیری در مقیاس جزء از خصوصیات هندسه ایرانی است.
- خودمانایی دارد.
- نوسان پیرامون تعادل دارد.
- هم افزایی اطلاعات دارد.
- دارای سلسله مراتب و پیوستگی اطلاعات می باشد.
- تغییر حجم اطلاعات متناسب با چگونگی مواجه مخاطب با کالبد معماری برای کنش پذیر کردن فضای معماری را دارا می باشد.

مسـأله اینست که چرا هندسه ایرانی در معماری معاصر ادامه پیدا نکرده است؟ آموزش معماری چقدر در این قضیه سهیم است؟ دانشجویان معماری چقدر با معماری ایرانی و هندسه معماری ایرانی آشنا می‌شوند؟

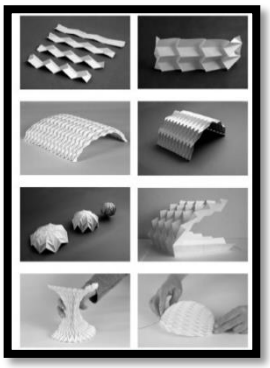
اگر ما به نسـل اول معماری ایرانی به ویژه آقای سـیحون و به نسل دوم معماران معاصر مانند آقای میرمیران، صفامنش و ... توجه کنیم در خواهیم یافت که در نسـل دوم بازیابی هندسـه ایرانی کم رنگ تر بوده یا اصلاً وجود نداشته است و مثلاً آقای میرمیران معتقد بودند که ما اصلاً کاری با فرم نداریم و به دنبال شـفاف سـازی، سـلسـله مراتب و ... هستیم. ولی در نسل اول در آرامگاه خیام اثر آقای سیحون بازیابی هندسه ایرانی به بهترین وجه دیده می‌شود. امروزه به دلیل وجود نرم افزارهایی چون گرس هاپر این امر به سـادگی امکان پذیر است ولی در گذشته آقای سیحون با این نمونه بسیار موفق به بازیابی معماری ایرانی پرداخته است. در نمونه‌ای دیگر هندسه ساختمان دایره المعارف آقای دکتر محمودی، این بازیابی هندسه ایرانی را بخوبی به تصویر کشیده است و در برج آزادی از آثار موفق دیگر آقای امانت به خوبی مشهود است.

این بحث همیشـه در محافل معماری مطرح است که معماری در کجا هنر است و در کجا علم؟ خیلی‌ها معتقدند که در حوزه دیزاین و طراحی هنر است و در حوزه ساخت، علم است.

می‌توان گفت که معماری در حوزه دیزاین و طراحی هم جزء علم دسته بندی می‌شود چون در کارهای هنری هم یک محصول هنری وابسته به فاعل آن اسـت. آدم بی سـواد می‌تواند شعر بگوید ولی دکتری ادبیات می‌تواند شاعر نباشد، علم متکی برتجربه و یافتن تجارب دیگرانی است که در این زمینه کار کردند. نمی‌شود کسی تجربه معماری نداشته باشد و طرح معماری خوبی انجام دهد، پس بعد علمی معماری را نمی توانیم انکار کنیم.

سخنران دوم: مهندس فاطمه حقی

چگونه اریگامی و هندسه اریگامی بر روی فرم‌های معماری اثر گذاشته است؟ هدف این نیست که وارد حیطه‌های غیرمعمارانه اریگامی شویم، که اکنون بسیار گسترده است، از رشته هوا و فضا و طراحی صنعتی گرفته تا ریاضیدان‌ها و هندسه‌دان‌های بسیاری روی این قضیه مانور می‌دهند و اکنون ما فقط روی قسمت‌های معماری متمرکز خواهیم شد. تصویر مقابل یک سری احجام کاغذی هستند که به وسیله آنها هندسه اریگامی ساخته شده‌اند. این اولین جرقه‌ایی بود که من فهمیدم اریگامی می‌تواند مبحث کاملاً علمی باشد.



اریگامی در معماری در سه حیطه بصورت کامل وارد شده و تأثیرگذار است: یکی در حجم معماری است، دوم در نما و پوسته‌هایی که در معماری است و سوم هم در معماری‌های متحرک متبلور شده است.

اریگامی احجام معماری که به اسم فولدرپلیت (folder plate) شناخته شده و استفاده می‌شود دو نوع است: اولی که به آن خود ایستا نیز گفته می‌شود، در آن حجم‌ها می‌تواند علاوه بر اینکه می‌ایستند، بار نیز تحمل کنند. دیگری احجام اریگامی هستند که فقط یک فرم هستند و دیگه بارور نیستند و توان باروری هم ندارند.

به عنوان مثال برای همه واضح است که یک ورق در حالت عادی نمی‌ایستد و حداقل کاری که برای مقاومت آن انجام می‌دهیم این است که کمی به آن ارتفاع دهیم که به این ارتفاع، افزایش اینرسی می‌گویند، با افزایش اینرسی آن کاغذ می‌ایستد و اگر بخواهیم بهتر بایستد باید کاغذ را تا کنیم، در صورتی که در حالت عادی این کاغذ توانایی ایستادن ندارد. با تا کردن کاغذ شما به ضخامت بسیار نازک مصالح می‌توانید باروری خوبی دهید که می‌تواند خودش خود ایستا باشد یا فقط به عنوان یک پوسته استفاده شود و خود ایستا نباشد. علاوه بر اینکه از نظر سازه‌ایی تاکردن یک کاغذ قابلیت‌های بسیاری به آن اضافه می‌کند، از نظر بصری نیز شما را به حجم‌های متنوعی می‌رساند که با فرم‌های مکعب مستطیلی تفاوت‌هایی دارد.

در احجام گاهی هندسه اریگامی به شکل پوسته روی فریم‌های فلزی بارور قرار می‌گیرد، در نما مدل‌های مختلفی از هندسه اریگامی استفاده می شود. یکی از هندسه‌های رایج در اریگامی، ران راش است که در آن مثلث‌هایی مختلفی وجود دارد که اینها می‌توانند حرکت کنند. از حرکت این مثلث‌ها می‌توان در پوسته نما استفاده کرد که به صورت موانعی جلوی پنجره‌های شیشه‌ای قرار می گیرد و با توجه به نیاز استفاده کننده امکان باز و بسته کردن آن وجود دارد، تا شدت تابش نور به داخل ساختمان را کنترل کند.

سومین استفاده از هندسه اریگامی در سازه‌های معماری در ساخت معماری متحرک است که به عناوین مختلف از آن استفاده می‌شود. سازه‌های تا شونده(deployable) سازه‌های پیوسته‌ای هستند که تحت مکانیزمی باز و بسته می‌شوند و سازه‌های جدا شونده (demountable) سازه‌هایی هستند که قابل باز و بسته شدن می‌باشند و می‌توان آنها را جدا و در جایی دیگر با یک سری اتصالات سوار کرد.

همان اتفاقی که برای سازه‌های صلب در معماری رخ می‌دهد بر سازه های متحرک تیز اتفاق می‌افتد. یعنی سازه شما می‌تواند خود ایستا باشد در عین حال باز و بسته شود یا یک فرمی وجود داشته باشد که نقش سازه را انجام دهد و سازه تا شده روی آن به عنوان پوشانه قرار بگیرد. به طور مثال در مسکن‌های موقت استفاده می‌شوند و در این سازه امکان این وجود دارد که کل سازه جمع و بسته بندی شود و در جاهایی که سانحه‌ایی به وجود می‌آید این خانه‌ها برده و نصب شود. یعنی وسایل نصب شده تا می‌شوند و به مکانی دیگر برده می‌شوند و دوباره باز و به هم وصل می‌شوند و مکانی برای اسکان می‌شوند. از مصادیق این سازه، سازه ای جمع شونده در دانشگاه شهید

بهشتی است که به کمک مقوا و به شکل گنبد شبیه سازی شده است. در یکی از دانشگاه های هلند نیز سازه های جمع شونده مدولار ساخته شده است.

یکی از پیشکسوتان سازه‌های اریگامی فردی ژاپنی به نام توموهیروتاچی است که یکی از پوسته‌های پیچیده را به نام خودش ثبت کرده است. این پوسته با اینکه از مصالح کلفت ساخته شده، متحرک و تا شونده است، طراح فاصله بین مصالح را خالی کرده و آن را با مصالح نازک و پارچه‌ای پر کرده است و اکنون در مرحله‌ای است که با متریال جدی تر و ساختمانی تر ساخته شود.

حال بحث این است که ما این سازه‌ها را دیدیم و شناختیم، چگونه می‌توانیم از آنها در طراحی‌ها و ساختمان‌ها استفاده کنیم؟ در تئوری‌هایی که در طراحی مطرح می‌شود ایده ای وجود دارد، اینکه شما اول باید الگوهای رایج را بشناسید و هندسه حاکم بر آنها را بفهمید و سپس آنها را ویرایش کنید و در قاموس هندسه تغییراتی ایجاد کنید و فرم های جدیدی بسازید.

یکی از مهم‌ترین فرم‌ها الگوی تا زدن میورا اوری است. الگویی است که از تا کردن یک صفحه کاملاً تخت به وجود می‌آید و چند قابلیت دارد، یکی اینکه تا می‌شود و نهایتاً به شما یک سطح صاف غیر منحنی می‌دهد و قابلیت دوم در راستای طولش می‌تواند کاملاً جمع شود و هیچ اتفاقی برای فرم نیفتد. یعنی این فرم‌ها می‌تواند کاملاً جمع، بسته بندی و به جای دیگر برده شوند. این از ویژگی‌های این فرم می‌باشد و ضخامتی که بواسطه این تا شدن پیدا می‌کند ضخامتی است که از بالا تا پایین‌ترین نقطه این فاصله را دارد و می‌تواند وزن زیادی را تحمل کند.

دومین الگو، الگوی یوشیمورا پترن یا همان الگوی الماس است که یک سری الگوهای لوزی شکل می باشند که یکی از قطرهای آنها ترسیم می شوند و روی این قطر تا می شوند و می‌توانند کاملاً جمع، بسته وبه جایی دیگر فرستاده شوند. حال هر چقدر تعداد این لوزی‌ها بیشتر شود، سطح نزدیک به استوانه می‌شود.

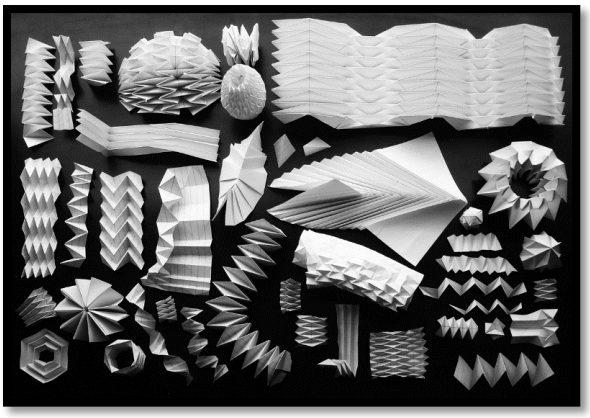
الگوی بعدی الگوی قطری است که از همان الگوی یوشیمورا گرفته شده است با این تفاوت که در این الگو به جای لوزی و ترسیم قطر آن، قطر مستطیل ترسیم می‌شود. این الگو به دلیل وجود نرم افزار گرس هاپر یا سایر نرم افزارهایی که ریاضیدانان روی آن کار میکنند، بسیار قابل بحث است. یک ویژگی جالب این الگو اینست که وقتی تا می‌شود مثلث‌های رنگ شده از تصویر بیرون می‌زند و به آن (portrait pattern) و یا سطوح برآمده می‌گوییم. در واقع زمانی که تا انجام می‌شود الگو پیچشی پیدا می‌کند که باعث می‌شود مثلث بالا بیاید و بخوبی دیده شود.

چهار الگوی فوق مبنای اریگامی هایی هستندکه با خطوط صاف شکل می‌گیرند و در اینجا ما به اریگامی‌هایی با مبنای منحنی نمی‌پردازیم. در واقع چهار الگوی مذکور روی خط های تا، سرشاخه‌های اصلی شناخت اریگامی هستند و به ما کمک می‌کنند تا با الهام گرفتن از هندسه آنها به طرح‌های جدید برسیم. این تغییرات را مثلاً می‌توانیم با برهم زدن نظم اعمال کنیم، یعنی اگر الگوی ما در راستای محور X است آنرا تغییر دهیم و با زاویه آلفا (مثلاً حدود ۳۰ درجه) بچرخانیم، خواهیم دید که حجم آن نیز می‌چرخد.

می‌توانیم در الگوی میورا خط‌های تا را از حالت صاف به خط‌های زاویه دار تغییر دهیم، فرم‌های ما و حتی نام آن عوض خواهد شد و مثلاً فرم زیگزاگ حاصل می‌شود. در آوردن زوایا از حالت توازی نیز می‌تواند در فرم ها تنوع ایجاد کند.

اتفاق دیگر این که وقتی یک الگوی ساده را ترسیم می‌کنید می‌توانید گره‌های حاصل از برخورد خطوط را –که در نرم افزارها به آن ورتکس می گویند– به راحتی جابجا کنیم. اگر x، yو یا z آنرا جابجا کنیم به فرم‌های جدید می‌رسیم. مبحث دیگر هندسه گره (node geometry) است. تقاطع همه اضلاع باهم گره‌ها را تشکیل می‌دهند که برای معماران بسیار تعیین کننده است و در هندسه اریگامی به آن نود (node) می‌گوییم. برای ما معمارها دانستن دو نکته کافی است: اول اینکه اگر ما گره‌ای داشته باشیم که از آن چهار ضلع خارج شده باشد گره‌ای چهار نقطه‌ای خواهیم داشت که حجمی مسطح به ما می‌دهد. اگر از گره شش ضلع خارج شده باشد مثل الگوی الماس یا یوشیمورا، حجم حاصل شده حجمی کرو یا منحنی است که می‌توان انحنای آن را تغییر داد و به ارتفاع های متفاوت رسید.

نکته اول اینکه ما روی گره چهار نقطه‌ای و شش نقطه‌ای تمرکز بیشتری داریم و نکته بعدی، اگربخواهیم قابلیت تا شدن در نقطه‌ها برقرار باشد باید قائده هندسی بسیار ساده را در موردش رعایت کنیم و آن این است که باید زوایایی که بین این خطوط تا می‌افتد را بررسی کنیم و ببینم چه زوایایی



حاصـل می‌شود که در ریاضی Flat foldability نام دارد. به این معنا که حجم وقتی ساخته می‌شود نیزخم شود و حالت آکاردئونی آن حفظ شود.

حالت های متفاوت flat foldability را در اریگامی مورد بررســی قرار داده‌ام، اگر گره چهـارتایی داشـــته باشـــیم باید زاویه آلفا و بتا آن با هم مساوی باشند، و اگر گره شش تایی داشته باشیم کمی سخت‌تر است، مفهوم آن اینســـت کـه هر زاویـه‌ای کـه داریم منهای زاویه مجاورش، بعلاوه زاویه کناریش، یعنی جمع زوج ها منهای فردها باید مسـاوی صـفر شـود. و این از هندسـه‌ای کاملاً فضـایی نشـأت می‌گیرد که مجموع زوایا در فضـا باید ۳۶۰ درجه باشد تا حجم کاملاً جمع شود.

حال گره چهار تایی چگونه می‌تواند شش تایی شود و چطور می‌توان از آن حجم استخراج کرد؟ اگر یک گره ۴ تایی داشته باشیم کافی است دو خط به آن اضافه کنیم تا به یک گره شش تایی حاصل شود. ولی در هنگام تا کردن، باید آن منها و مثبت‌های مفهوم flat foldability را اعمال کنیم و مفهومش این اســت که یکی باید تا به رو و یکی تا به زیر باشــد. نتیجه‌اش این اســت که از یک حجم مســطح(flat) به یک حجم منحنی(curve) می‌رسیم. اتفاق بعدی که در طراحی می‌افتد، استفاده از نوارهای اریگامی و فرم دادن به این نوارها می باشد. یکی از فرم های بسیار ساده که می توان به این نوارها داد فرم‌های هفت هشتی است. با یک نوار ساده و با شکل دادن یک گره ساده فرم‌های متنوعی از آن به دست می‌آید.

اگر این نوار را تا کنیم اولین اتفاق هفت و هشتی در فرم برای شما به وجود می‌آید. برای هر نقطه‌ایی در طول این نوار می توانیم تصمیم بگیریم که به بالا یا پایین خم شـود وکافی اسـت یک گره را تشـکیل دهیم. باید یک نقطه مشـخص کنید دو رأس را یکی پایین و یکی بالا درونش شکل دهید. هر نقطه‌ایی که بخواهیم ایجاد کنیم، آن گره را می‌شکنیم و دوباره آن را تا می‌کنیم و حجم‌های مختلف را از آن می‌گیریم.

هندسـه اریگامی که توضـیح داده شـد در واقع همان هندسـه است که در معماری سنتی آن را به نام کاربندی می‌شناسیم، که در آن پوسته‌ها بارور نیستند.

با دانسـتن این مطالب که گره چهار تایی فرمی مسطح به ما می‌دهد و گره شش تایی فرمی منحنی، می‌توان با ترکیب گره چهار تایی با شش تایی انحنای آن را تعدیل بخشید. این همان تکنیکی است که آقای تاچی در آثارش از آن بهره جست. در واقع می‌توان انحنای فرم ها را مدیریت کرد.

آقای تاچی که مدرس دانشـگاه توکیو نیز می‌باشـند نرم افزاری به نام اریگامی طراحی کرده اسـت که در آن نحوه اریگامی کردن یا به قول ایشان روند اریگامایز (origamis) طرح های آزاد دانشـجویان مشخص خواهد شد و پس ازشبیه سازی، دانشجویان به راحتی قادر خواهند بود به کمک کاغذ، ماکت آن را بسازند.

مطالب فوق در واقع مقدمه‌ای برای ورود به مبحث اریگامی است که به صورت ساده بیان شده است.