

طراحی مقرنس نو با الهام از ساختار پوسته انار

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۴/۳۱

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۵/۳۰

کد مقاله: ۲۹۶۵۷

آزینا بلالی اسکویی^{۱*}، میرعلی آیدینی^۲، صبا پورصوتی^۳

چکیده

بشر همواره به دنبال جستجوی پاسخ تمامی سوالات خود، بهترین پاسخ را از طبیعت دریافت کرده است چرا که طبیعت بصورت کاملاً هوشمندانه تمامی عناصر دارای نقص را در طول زمان از چرخه حیات حذف کرده و بهینه ترین گزینه ها را نگه می دارد. از این رو، محققان در حوزه های علمی متعدد، طبیعت را منبع قوی مطالعه و الهام برای رسیدن به کشفیات جدید دانسته اند. معماران متعددی در طراحی های خود از ساختارهای موجود در طبیعت، که به جرات می توان گفت کاملاً بهینه و بی نقص می باشند، الهام گرفته اند. حال سوال این است که چگونه می توان از ساختار پوسته خارجی انار در راستای طراحی مقرنس نو در یک پوسته بهره برد؟ برای فرض، به نظر می رسد از ویژگی های فیزیکی و هندسی پوسته انار (mesocarp)، می توان الگویی به دست آورد که در عین ارائه الگوی هندسی بدیع، در ایفای نقش سازه ای، عملکرد بهینه ای داشته باشد. این تحقیق از نوع تحقیق کاربردی می باشد. در این مقاله به روش توصیفی تحلیلی با مطالعه ویژگی های پوسته ها و مقرنس ها و نیز ویژگی های فیزیکی و هندسی پوسته انار و تحلیل آن ها به الگوی بهینه ای برای ایجاد یک هندسه مقرنس نو که در عین حال می تواند در بردارنده نقش سازه ای نیز برای پوسته باشد، دست یافتیم. در الگوی پیشنهادی، نمونه ای از مقرنس بدیع نامنتظم بر روی پوسته ای دارای دندان های سخت کننده با الهام از ویژگی های بررسی شده ساختار پوسته انار ارائه شده است.

واژگان کلیدی: بیونیک، پوسته، مقرنس، هندسه، انار.

۱- دانشیار دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه هنر اسلامی تبریز (نویسنده مسئول) a.oskoyi@tabriziau.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد فناوری معماری دیجیتال، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه هنر اسلامی تبریز

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد فناوری معماری دیجیتال، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه هنر اسلامی تبریز

۱- مقدمه

از آنجایی که طبیعت همواره بهینه ترین گزینه ها را پیش روی بشر گذاشته است، بهترین منبع الهام برای بشر بوده است. از این روست که بشر از تمدن های پیشین تا کنون توجه ویژه ای به طبیعت داشته است. در این مقاله ابتدا به صورت بسیار خلاصه به مبحث بیونیک پرداخته شده است. سپس پوسته و انواع آن مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. در بخش بعدی، مطالعاتی در رابطه با مقرنس و هندسه آن صورت گرفته است. در ادامه با انتخاب میوه انار به عنوان عنصری از طبیعت به عنوان منبع الهام، به معرفی ویژگی های کلی و عمومی میوه انار و در نهایت به بررسی و تحلیل هندسه انار پرداخته ایم. در انتها با کنار هم قرار دادن و تحلیل و بررسی داده های بدست آمده، الگویی برای طراحی یک نمونه مقرنس نو ارائه شده است. در الگوی پیشنهادی، نمونه ای از مقرنس بدیع نامنتظم بر روی پوسته ای دارای دندانهای سخت کننده با الهام از ویژگی های بررسی شده ساختار پوسته انار ارائه شده است.

۲- روش تحقیق:

نوع تحقیق پیش رو "کاربردی" بوده و به روش توصیفی تحلیلی داده هایی در رابطه با موضوع مورد بحث شامل ویژگی های مقرنس، پوسته ها و هندسه میوه انار جمع آوری شده است. سپس با رویکردی تحلیلی داده های مزبور آنالیز شده و در طراحی و ارائه الگو بکار گرفته شده است.

۳- پیشینه تحقیق:

با نگاهی به پیشینه ی پژوهش های انجام گرفته در مورد این موضوع ملاحظه می گردد که مطالعات متعددی در رابطه با معماری بیونیک و آکوستیک گندها صورت گرفته است (جدول ۱). لیکن در پژوهش های انجام شده در این مورد توجه محققان معطوف به بررسی مقرنس های موجود در بناهای تاریخی بوده است و هندسه و تقسیم بندی انواع آن مورد بحث و تحلیل قرار گرفته است. در منابع مذکور مبحث ارائه هندسه ای نو (متفاوت از نمونه های موجود) به صورت خاص مورد توجه قرار نگرفته است. لذا بداعت شاخص این پژوهش در ساختار شکنی در هندسه منظم مقرنس های موجود و طراحی یک نوع مقرنس نامنتظم می باشد که در عین ایفای نقش تزئینی بدیع، نقش سازه ای برجسته ای نیز ایفا می کند. امید است که این پژوهش اطلاعات مفیدی در رابطه با موضوع مورد بحث در اختیار خوانندگان قرار دهد.

جدول ۱- پیشینه تحقیق (ماخذ: نگارندگان)

عنوان منبع	محتوا	نویسنده
۱	طراحی معماری با رویکرد بیونیک، نمونه موردی طراحی پوسته های معماری با الهام از صدف آبالون [۱]	قارونی فاطمه، عمرانی پور علی و یزدی محمد
۲	Biomimetic in Architecture, Inspiration from Plants[2]	Gruber.P
۳	بررسی نحوه شکل گیری، حفاظت و مرمت مقرنس ها [۳]	پاشایی تقی، احمدیان ماژین عبدالله و زبیری فروغ
۴	الگوشناسی تزئینات مقرنس در معماری ابنیه بازار تاریخی تبریز [۴]	نژادابراهیمی احد سامی مینا

۴- بیونیک

واژه بیونیک^۱ از ترکیب دو واژه بیولوژی^۲ به معنی علم زیست شناسی و تکنولوژی^۳ به معنی خلق سازنده محصولات، ابزارها و فنون ساخت به وسیله استفاده از مصالح، نیروها و قوانین موجود در طبیعت، تشکیل شده است [۲]. این واژه اولین بار توسط چک ای استیل^۴ سرگرد نیروی هوایی ارتش آمریکا در کنفرانسی با عنوان " الگوهای زنده، کلیدی به سوی فناوری های جدید" در سال ۱۹۶۰ برگزار شد. بیونیک را می توان به معنای هنر به کار بردن دانش به دست آمده از ارگانسیم های زنده برای حل مشکلات فنی بیان کرد. این علم در پی کپی کردن یا تقلید صرف از طبیعت نیست، بلکه هدف آن الگوبرداری صحیح از دانسته های برگرفته

1- Bionic

2- Biology

3- Technology

4- Jack E. Steele

از طبیعت است [۵]. طبیعت دارای خصوصیات منحصر به فردی می باشد که آن را تبدیل به یک منبع الهام قوی و قابل اطمینان برای الگوگیری در تمامی شاخه های علوم از جمله علم مهندسی معماری کرده است. برخی از این خصوصیات عبارتند از: بهینه سازی، بازده انرژی، تراکم پذیری، محدودیت، رشد و تطبیق [۵]. طبیعت همواره در حال تغییر و تحول بوده در طی این تغییرات به دنبال حفظ بهینه ترین عناصر و حذف عناصر دارای نقص می باشد.

۵- انواع پوسته ها

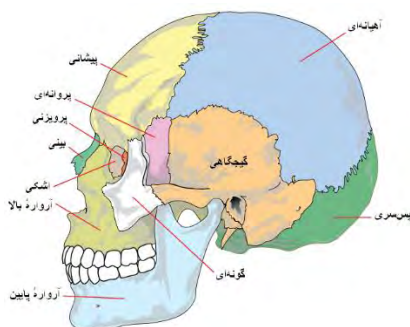
پوسته ها سازه هایی نازک تشکیل یافته از سطوح منحنی شکل هستند که بارها را از طریق کشش، فشار و یا برش به تکیه گاه ها منتقل می کنند. پوسته ها بوسیله ویژگی آنها که می توانند نیروهای کششی را به خوبی تحمل کنند از قوس های سنتی متمایز می شوند [۶]. پوسته ها را می توان با توجه به عواملی همچون نحوه شکل گیری، منحنی پوسته، هندسه و یا سایر عوامل تقسیم بندی کرد [۷] (جدول ۲).

- ≠ نحوه شکل گیری: دورانی، انتقالی
- ≠ نوع انحنا: سین کلاستیک، آنتی کلاستیک
- ≠ هندسی: قابل توسعه، غیر قابل توسعه
- ≠ قابل توسعه: استوانه ای، متقاطع، مخروط و شبه مخروطها
- ≠ سایر: فرم های آزاد، غیر منظم، با فرم پایدار، با انواع انحنا، گنبدی دوار

جدول ۲- انواع سازه های پوسته های (ماخذ: نگارندگان)

فرم آزاد	نوع انحنا		شکل گیری	
	آنتی کلاستیک	کلاسیک	انتقالی	دورانی
				
هندسی (قابل توسعه)				
شبه مخروط	مخروط	متقاطع	استوانه ای	
				

تخم انواع پرندگان و استخوان جمجمه انسان و انواع حیوانات چند نمونه از پوسته های موجود در طبیعت می باشند. [۷] (تصویر ۱ و ۲).



تصویر ۲- جمجمه انسان مثالی از سازه پوسته ای موجود در طبیعت

تصویر ۱. تخم مرغ مثالی از سازه پوسته ای موجود در طبیعت

۶- مقرنس

مقرنس از عناصر تزئینی معماری است که در زیباسازی بناهای ایرانی با کاربری های مختلف نقش مهمی دارد. قابلیت هندسی که در مقرنس وجود دارد موجب شده است تا مورد توجه معماران قرار گیرد و در دوره های مختلف تاریخی توسعه یابد. مقرنس ها از نظر شکل و اجرا تفاوت هایی نسبت به همدیگر دارند و انواع متفاوتی از هندسه ها در شکل گیری مقرنس به کار رفته است [۴].

مقرنس به عنوان زیباترین عنصر تزئینی برای پوشاندن گوشه های خالی گاهی به صورت سقف کاذب و یا روی دیوارها در قسمت بالا به صورت کتیبه و یا روی سرستون ها با مصالح مختلف ساخته می شود [۳]. از لحاظ واژه شناسی در فرهنگ لغت معین کلمه مقرنس بدین صورت معنی شده:

- ۱- آنچه به شکل نردبان و پله پله ساخته شده.
- ۲- بنای بلند مدور ایوان آراسته و مزین با صورت ها و نقوش که بر آن با نردبان پایه روند.
- ۳- قسمتی زینت که در اطاق ها و ایوان ها به شکل های گوناگون گچبری کنند، کنگره دار، قرنیزدار.
- ۴- هر چیز رنگارنگ
- ۵- اسم قسمی عمامه و کلاه [۸].

اساساً مقرنس بخشی از طاق است که با استفاده از دیگر اجزا مشابه یا مرتبط به آن تاثیر تزئینی سه بعدی ایجاد می کند که می توان از آن برای برطرف کردن نیازهای گوناگون از طاقچه های وسیع گرفته یا ورودی ها تا کوچکترین جزئیات ساختمانی یا تزئینی استفاده کرد [۹]. هدف تزئینی مقرنس در درجه اول ایجاد سایه روشن و القا خطوط مختلف و در درجه دوم فراهم کردن سطوح بیشتر برای اجرای تزئینات بنظر می رسد. [۴].

جدول ۳- تقسیم بندی مقرنس از لحاظ شکلی [۴].

تقسیم بندی مقرنس از لحاظ شکلی	توضیحات	تقسیم بندی مقرنس
مقرنس های جلو آمده	مصالح آن آجر، در سطوح داخل و خارج بنا به کار می روند و دارای نیات متوسطی	مسجد جامع اشترجان؛ مأخذ: زمانی، ۱۳۵۰: ۳۱
مقرنس های روی هم قرار گرفته	مصالح آن از خود بنا می باشد (سنگ و گچ) و استحکام آن ها زیاد است.	مقرنس بازار تبریز؛ مأخذ: نگارندگان
مقرنس های معلق	شبه همان منشورهای آهکی (استلاکیت) در غارها می باشد	مدرسه آقا بزرگ کاشان؛ مأخذ: نگارندگان
مقرنس های لانه زنبوری	شبه لانه زنبور و از نظر شکل ظاهری شبه به مقرنس های معلق	مسجد جامع یزد؛ مأخذ: انصاری، ۱۳۶۰: ۲۴

مقرنس عنصری تزئینی سه بعدی متشکل از عناصر عمودی و افقی یا به عبارتی نوعی کاربردی متشکل از طاسه هایی است که در ردیف هایی انتظام می یابند، و هر ردیف خود حامل ردیف دیگری است که از بالای آن بیرون می زند و می تواند نقش سازه ای و تزئینی در بنا را بر عهده گیرد [۴].

۱-۶- شکل مقرنس

مقرنس از لحاظ شکل ۴ دسته است که در دوره های تاریخی متفاوت و در شهرها متناسب با زیبایی و نیازهای بناها به شکل های متفاوت ساخته شده است. مقرنس های لانه زنبوری و معلق بیشتر در دوره صفویه و در استان اصفهان ساخته شدند. در جدول ۳ تقسیم بندی مقرنس از نظر شکلی با ذکر نمونه بناها بیان شده است [۴].

۲-۶- اجزای مقرنس

مقرنس به عنوان عنصری تزئینی و سازه ای از اجزای مختلف تشکیل می شود. این عنصر زیبا با ساختار سه بعدی اش، مفاهیمی هم چون نظم، وحدت در کثرت، عروج از زمین به آسمان را به نمایش می گذارد. در جدول شماره ۴ آلت های مقرنس با توجه به

شکل و موقعیت قرارگیری آن ها دسته بندی شده است. این اجزا با توجه به شکل و جهتی که دارند در محل های متفاوت قرار داده می شوند و از کنارهم قرار گرفتن این اجزا شکل های متفاوت مقرنس به وجود می آید[۴].

جدول ۴- تقسیم بندی مقرنس از لحاظ شکلی [۴].

نام اجزا	شکل	جهت	محل	توضیح
موش پا		شیب دار بین عناصر	قسمت پایین گنبد	آلتی که از قطار اول به دیوار متصل شده و کمی بر روی دیوار امتداد می یابد.
شاپرک		۳ پهلو	مابین قطارها	عامل اتصال آلت های مقرنس و متناسب با محلی که قرار می گیرد از بسیار بسته تا بسیار باز قابل انعطاف است.
تخت منظم		افقی		به دو حالت در مقرنس دیده می شود: (۱) مثلث، مربع، پنج ضلعی و ... (۲) به صورت ستاره های چند پر: سه پر و چهار پر و ...
تخت غیر منظم		افقی	مابین تنوره ها و کنج طاسه ها	مانند تخت گیوه، تخت طبل و یا تخت مثلث، مانند آلت های گره به کار گرفته می شوند.
تخت لوزی		افقی	کمی از حالت افقی خارج	بر روی قطر بزرگ و یا قطر کوچک، کمی تا می شود
طاس		شیب دار و یا افقی		بین دو شاپرک و بین دو ترنج و گاه بین دو آلتی قرار می گیرد و فضاهای فرورفته مقرنس را به وجود می آورد
ترنج		شیب دار		زیر شمشه یا آخر هر کار و یا زیر آلت های تخت و چهار لنگه به کار می رود.
شمشه		شیب دار و یا افقی		در وسط هر چشمه یا نیم کار مانند عرقچین در پایان کار قرار می گیرد.
مدنی		شیب دار و یا افقی		هر گاه طاسی به جای ارتفاع معادل یک قطار، دارای ۲ یا ۳ ارتفاع شود و طاسی مرتفع را تشکیل دهد به آن مدنی می گویند.
تی		شیب دار و یا افقی		هر گاه ما بین دو طاس شاپرکی قرار نگیرد و در واقع شاپرک صفر درجه باشد دو طاس به یکدیگر می چسبند و ضخامتی معادل دو کاشی پشت به پشت به وجود می آورند

آلت هایی که در ساخت مقرنس بکار می رود از نظر دید ظاهری در تمام مصالح اعم از کاشی و گچ و چوب یکسانند ولی از نظر حجم و مقطع آلت که دیده نمی شود و بیشتر در اجرا مورد استفاده قرار می گیرد، متفاوتند. در اینجا جهت مشخص شدن کامل آلت ها در ساخت مقرنس آنها را به دو دسته تقسیم بندی می نمایم [۳]:

(۱) آلت های مشترک نمایی

(۲) آلت های مورد استفاده در مقرنس چوبی

جدول ۵- آلت های مشترک نمایی [۳].

نمایی مشترک های آلت						
ترنج		شمسه		شاپرک		تخته
ترنج تند یا پاپاریک	ترنج کند	شمسه عرقچین	شمسه	شاپرک	شاپرک ساده	
مدنی		سوسن		تی	طاس	
مدنی یک سو	مدنی دو سو			تخته پنج	طاس عمومی	

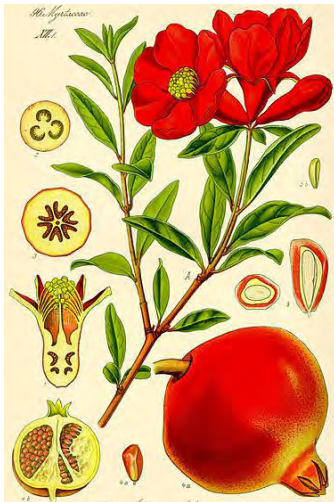
جدول ۶- آلت های مورد استفاده در مقرنس چوبی [۳].

چوبی مقرنس در استفاده مورد های آلت						
چهارلنگه چوبی	ترنج چوبی	لبه تخت	قلمی باریک	طاس و پرک قلمی	طاس ترکه ای کند	طاس تند ترکه ای
دوپرک	شمسه چوبی	طاس دو تو	طاس یک تو	طاس و پرک	طاس مسطح	طاس چوبی

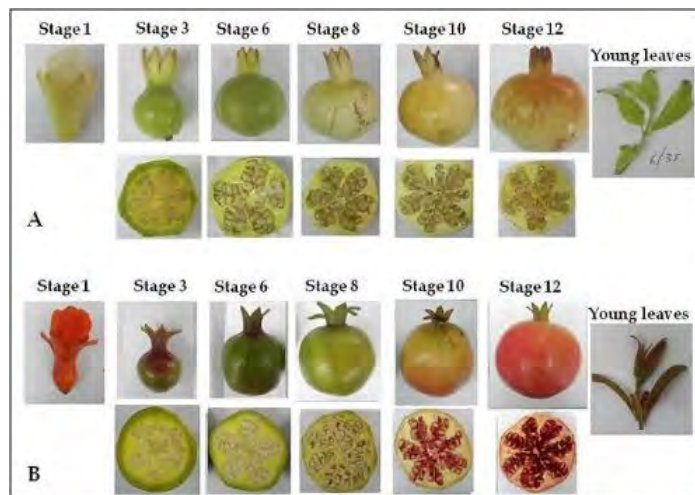
۷- معرفی ویژگی های عمومی انار

انار با نام علمی *Punica granatam L.* درختچه ای بزرگ با شاخه های نامنظم، کم و بیش خاردار و متعلق به تیره انارسنانان می باشد. این گیاه بومی ایران و برخی از نواحی اطراف آن است که به مرور زمان به مناطق دیگر آسیا همچون ترکمنستان، افغانستان، هند، چین و غیره و آفریقای شمالی و نیز اروپای مدیترانه ای گسترش پیدا کرده است. از نظر اقلیمی آب و هوای ایده آل برای رشد خوب درختان انار زمستان های خشک و معتدل و تابستانهای نسبتاً گرم و خشک و حدود ۴۰ درجه سانتی گراد است [۱۰].

میوه انار سرشار از ویتامین ث بوده و دارای خواص دارویی متعددی می باشد، از جمله: پیشگیری از ابتلا به سرطان، آلزایمر، حمله قلبی؛ مفید برای افراد مبتلا به آرتروز، فشارخون؛ تقویت حافظه؛ ضد التهاب؛ ضد ویروس و غیره [۱۱]. مراحل رشد میوه انار به ترتیب در تصویر ۳ نشان داده شده است. گلبرگ های گل که عموماً تعداد آن ها بین ۳ تا ۷ عدد می باشد در مرحله ای از رشد میوه از آن جدا شده و کاسبرگ ها و بخش انتهایی زنگوله مانند گل باقی مانده و تبدیل به میوه انار می شود. (تصویر ۴)



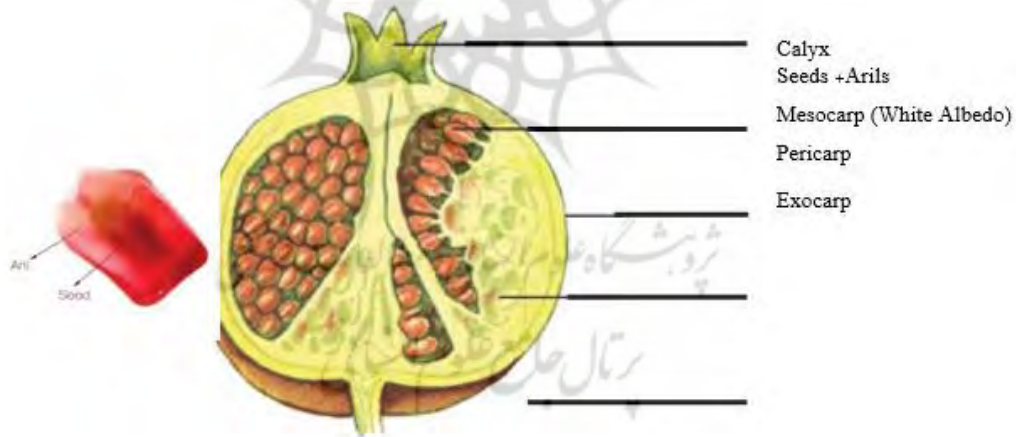
تصویر ۴. تبدیل شدن بخش زنگوله مانند انتهایی به میوه



تصویر ۳. مراحل رشد میوه انار

بخش های مختلف میوه انار شامل موارد زیر می باشد:

۱. تاج انار که بخش باقیمانده از گل انار می باشد و نام علمی آن calyx می باشد.
۲. بخش بیرونی پوست که بافتی مانند چرم دارد و با نام علمی exocarp شناخته می شود [۱۲].
۳. بخش میانی پوست که کمی سخت تر است و با نام علمی pericarp شناخته می شود [۱۳].
۴. بخش درونی پوست که بافت اسفنجی دارد و با نام علمی mesocarp یا white albedo شناخته می شود [۱۳].
۵. دانه های انار که نام علمی قسمت سخت داخلی آن seeds و قسمت ابدار بیرونی آن arils می باشد. پوست انار متشکل از بخش های ۲ و ۳ و ۴ حدود ۵۰ درصد از وزن میوه را شکل می دهند. مابقی وزن میوه را بخش خوراکی (دانه های انار) شکل می دهند که ۸۰ درصد آن متعلق به arils و ۲۰ درصد آن متعلق به seeds می باشد [۱۴].


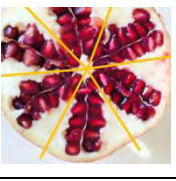












تصویر ۵. بخش های مختلف انار

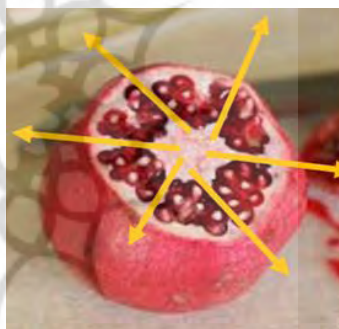
۷-۱- معرفی ویژگی های هندسی انار

با مطالعه بر روی ساختار فیزیکی انار به نکات قابل توجهی دست یافتیم که در ادامه مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت. تعداد گلبرگ های گل انار بین ۴ تا ۷ عدد متغیر است. و تقسیمات داخلی انار نیز بین ۴ تا ۷ قسمت می باشد. با بررسی چند نمونه به صورت عملی، احتمال می رود که این اعداد با یکدیگر تناسبی داشته باشند. به عبارت دیگر تعداد تقسیمات داخلی انار برابر با تعداد گلبرگ های آن در قسمت calyx باشد. (جدول ۷)

جدول ۷- انواع تقسیمات داخلی انار (ماخذ: نگارندگان)

بخشی ۷	بخشی ۶	بخشی ۵	بخشی ۴
			
			
			

≠ بخش های داخلی انار با امتداد دادن خطوط بین گلبرگ های calyx از یکدیگر جدا می شوند.



تصویر ۶. تقسیمات انار

≠ پوسته خارجی انار که با نام علمی mesocarp شناخته می شود، از کنار هم قرارگیری شش و پنج ضلعی های نامنتظم به صورت شبکه منحنی شکل تشکیل شده اند. دانه های انار به صورت خوشه های در کنار هم قرار گرفته و به پوسته خارجی متصل می شوند. (تصویر ۷)

≠ هندسه شش و پنج ضلعی مورد بحث قرار گیری تعداد بیشتر دانه های انار در کنار هم در فضایی کوچک را فراهم کرده است. این امر موجب افزایش بازده و بهینه شدن استفاده از فضا گردیده است.



تصویر ۶. الگوی شش و پنج ضلعی



تصویر ۷. افزایش ضخامت در لبه ها

≠ لبه شش و پنج ضلعی ها کمی ضخیم تر شده تا همچون یک رینگ قوی محافظ دانه انار داخل خود باشد.

≠ هر دانه انار درون محفظه کوچکی قرار می گیرد که لبه های کناری آن کمی مرتفع شده و سبب مقعر (کاسه ای شکل) شدن این محفظه شده است. این افزایش ارتفاع همانند افزایش ممان اینرسی در سازه ها موجب افزایش مقاومت برای حفظ هرچه بهتر دانه های انار می شود.



تصویر ۸. بافت اسفنجی انار (mesocarp)

≠ بافت بیرونی انار (mesocarp)، بافتی اسفنجی دارد که از چند بعد برای انار نقشی حیاتی دارد:

- همچون متریالی انعطاف پذیر (مانند ضربه گیر) از دانه های انار در برابر تنش های وارده از بیرون محافظت می نماید.
- این بافت اسفنجی به واسطه وجود حفره های بسیار ریز بصورت کاملا بهینه باعث صرفه جویی در میزان استفاده از مصالح و هم چنین کاهش وزن انار می شود.

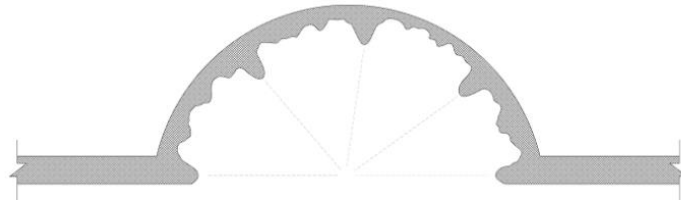
۸- الگوی طراحی شده

با مطالعه و بررسی هندسه پوسته انار و هندسه مقرنس، الگویی بدیع برای یک پوسته متشکل از مقرنس های نو ارائه شد. هندسه الگوی نشان داده شده در تصویر ۱۰، با الهام از هندسه پوسته انار (که از هم نشینی دانه های انار به وجود آمده است) به دست آمده است که در آن خطوط سیاه نمایش دهنده اشکال غیر منتظم شش ضلعی، خطوط سبز رنگ نمایش دهنده اشکال غیر منتظم هفت ضلعی بوده و نهایتاً خطوط قرمز رنگ تاکید بر اشکال نامنتظم پنج ضلعی دارند.



تصویر ۹. الگوی ارائه شده

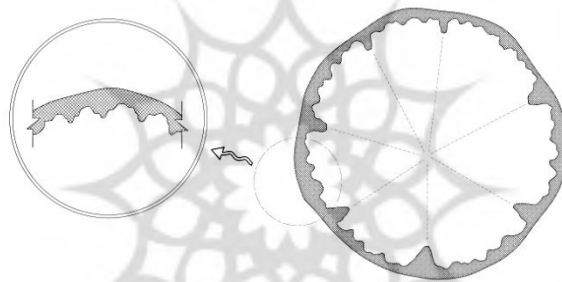
در تصویر ۱۱ الگویی برای مقرنس های موجود بر روی یک پوسته با متریال متخلخل (در مقیاس میکروسکوپی) با الهام گرفتن از هندسه پوست انار و بافت اسفنجی آن طراحی شده است. نکته مهم نهفته شده در هندسه این الگو این است که بر خلاف مقرنس های رایج در بناهای تاریخی، این نوع مقرنس بدیع از اشکالی نامنتظم و به صورت فرمی کاملاً آزاد طراحی شده است به نحوی که هیچ دو مدول مشابهی در این الگو نمی یافت.



تصویر ۱۱. مقطع یک پوسته قوسی شکل

همان طور که در پلان معکوس بخشی از مقطع پوسته طراحی شده که در شکل ۱۲ نشان داده شده است مشخص است، مقطع دایره‌ای پوسته به هفت قسمت نامساوی تقسیم شده است که در هر بخش دندانه‌ای (خط چین‌ها) برای تقویت سازه‌ای پوسته در نظر گرفته شده است. در بخش‌های مابین آن‌ها مقرنس‌هایی با هندسه کاملاً نامنظم ملهم از هندسه پوسته انار طراحی شده است که چند هدف مورد نظر طراحان در آن برآورده شده است:

۱. ایجاد زیبایی بصری به شکلی نو و بدیع (متفاوت از الگوهای منظم پیشین)
۲. نقش سازه‌ای در افزایش ممان اینرسی به کمک افزایش ارتفاع که به مقاومت هرچه بیشتر پوسته در برابر نیروهای خارجی وارد بر آن، کمک شایان توجهی می‌کند.
۳. خالی شدن بخش‌هایی از پوسته، علاوه بر نقش سازه‌ای در سبک‌سازی پوسته، در صرفه جویی در مصرف مصالح نیز نقش قابل توجهی دارد.
۴. از بعد آکوستیکی نیز وجود وجوه فراوان نامنظم با شکستگی‌های متنوع می‌تواند عملکرد قابل قبولی از خود نشان دهد و در بهبود کیفیت صوتی موثر باشد.


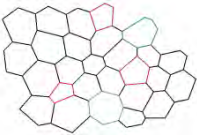

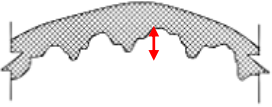

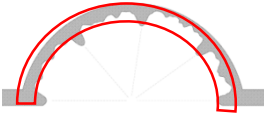

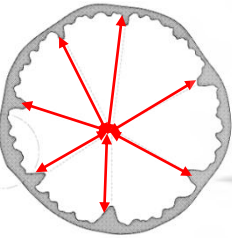
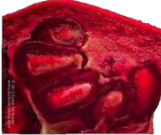



تصویر ۱۲. پلان معکوس ناحیه برش خورده در مقطع

۹- نتیجه‌گیری

بشر همواره طبیعت را به عنوان بهترین الگو برای الهام‌گیری در نظر گرفته است. در تمامی شاخه‌های علوم استفاده‌های بسیار زیادی از قوانین و عناصر موجود در طبیعت شده است. شاخه معماری نیز از این قاعده مستثنی نیست. معماران متعددی با الهام از ساختارهای موجود در طبیعت، دست به طراحی‌های خلاقانه زده‌اند. در این مقاله مطالعاتی بر روی ساختار پوسته میوه انار و انواع پوسته‌ها و مقرنس و ویژگی‌های آن انجام گرفته است. با هدف نگاهی متفاوت و نو به عنصر مقرنس در معماری، تلاش گردیده است تا با الهام از یافته‌های حاصل از مطالعات بر روی ساختار پوسته میوه انار، طرحی برای یک مقرنس نو بر روی یک پوسته ارائه شود. بداعت شاخص این پژوهش در ساختار شکنی در هندسه منظم مقرنس‌های موجود و طراحی یک نوع مقرنس نامنظم می‌باشد که در عین ایفای نقش تزئینی بدیع، نقش سازه‌ای برجسته‌ای نیز ایفا می‌کند. در جدول شماره ۸ جمع‌بندی نحوه الهام از ساختار پوست انار و پیاده‌سازی آن بر روی طرح پیشنهادی ارائه شده است.

جدول ۸- نحوه الهام از ساختار فیزیکی انار در طراحی مقرنس نو بر روی یک پوسته (ماخذ: نگارندگان)

ردیف	انار	ایده	نقش	طرح
۱	 شش و پنج ضلعی های نامنتظم	الگوهای نامنظم	- بداعت طراحی در هندسه نامنظم آن	
۲	 افزایش ارتفاع در لبه ها	ارتفاع مدول های کوچک	- افزایش ممان ایترسی - افزایش مقاومت پوسته در برابر نیروهای خارجی	
۳	 قسمت مقعر برای قرارگیری دانه انار در داخل آن	خالی شدن بخشهایی از پوسته به واسطه ایجاد مقرنس	- نقش سازه ای سبک سازی پوسته - صرفه جویی در مصرف مصالح	
۴	 تقسیم بندی بخش داخلی انار	ایجاد دندانه هایی در مقطع دایره ای پوسته (تقسیم دایره به ۷ قسمت نامساوی)	- تقویت سازه ای پوسته - ایجاد ساختاری مستحکم برای مقرنس ها	
۵	 بافت اسفنجی انار	انتخاب متریال مجوف (بتن با حفره هایی در بافت آن)	- سبک سازی پوسته	

۱۰- مآخذ تصاویر:

- تصویر ۱. تخم مرغ مثالی از سازه پوسته ای موجود در طبیعت <https://www.adabofgluewilldo.com>
- تصویر ۲. حجمه انسان مثالی از سازه پوسته ای موجود در طبیعت <https://fa.wikipedia.org>
- تصویر ۳. مراحل رشد میوه انار <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.014277>
- تصویر ۴. تبدیل شدن بخش زنگوله مانند انتهایی به میوه <https://www.iranboom.ir>
- تصویر ۵. بخشهای مختلف انار <https://en.wikipedia.org/wiki/Pomegranate>
- تصویر ۶. تقسیمات انار <https://pubs.rsc.org>
- تصویر ۷. الگوی شش و پنج ضلعی <https://www.salamati.ir>
- تصویر ۸. افزایش ضخامت در لبه ها <https://www.yjc.ir/fa/news>
- تصویر ۹. بافت اسفنجی انار (mesocarp) <https://www.yjc.ir/fa/news>
- تصویر ۱۰. الگوی ارائه شده نگارندگان
- تصویر ۱۱. مقطع یک پوسته قوسی شکل نگارندگان
- تصویر ۱۲. پلان معکوس ناحیه برش خورده در مقطع نگارندگان

منابع

- [۱] قارونی فاطمه و عمرانی پور علی و یزدی محمد (۱۳۹۲)، طراحی معماری با رویکرد بیونیک، نمونه موردی طراحی پوسته های معماری با الهام از صدف آبالون، مجله معماری و شهرسازی آرمان شهر، دوره ۶ شماره ۱۱، زمستان.
- [2] Gruber P. (2011). *Biomimetics in Architecture, inspiration from plants*, Plants Biomechanics Conference.
- [۳] پاشایی تقی و احمدیان ماژین عبدالله و وزیر فروغ (۱۳۹۴)، بررسی نحوه شکل گیری، حفاظت و مرمت مقرنس ها، کنفرانس بین المللی نوین در عمران، معماری و شهرسازی.
- [۴] نژادابراهیمی احد و سامی مینا (۱۳۹۷)، الگوشناسی تزئینات مقرنس در معماری ابنیه بازار تاریخی تبریز، فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی
- [۵] گلابچی محمود و خرسند نیکو مرتضی (۱۳۹۳)، معماری بیونیک، تهران، چاپ اول، موسسه انتشارات دانشگاه تهران.
- [6] Moore F. (1999). *Understanding structures*. McGraw-Hill, USA.
- [۷] گلابچی محمود و تقی زاده کتابون (۱۳۹۳)، پوسته ها و سازه های ورق تاشده، تهران، چاپ سوم، موسسه انتشارات دانشگاه تهران.
- [۸] فرهنگ لغت معین، ص ۴۲۸۶
- [۹] زمرشیدی حسین (۱۳۷۴)، مسجد در معماری ایران، تهران، چاپ اول، انتشارات کیهان.
- [10] <http://fardayibehtar.com>
- [11] <https://www.medicalnewstoday.com>
- [12] <https://www.slideshare.net/>
- [13] Stover, E.; Mercure, E. W. (2007). "The Pomegranate: A New Look at the Fruit of Paradise". *HortScience*. 42 (5): 1088–1092.
- [14] <https://books.google.nl/books>

