

بیان ارتباط موسیقی و معماری از طریق طراحی گرافیکی یک موتیف معماری بر پایه گام «دُ ماژور»

محمد علی مزینانیان: مدرس گروه عمران و معماری دانشگاه صنعتی شاهرود.

ma_mazinanian@shahroodut.ac.ir

چکیده

در این مقاله به مطالعه‌ی موردی گام «دُ ماژور» و ارائه یک کانسپت و موتیف در طراحی معماری به عنوان الگویی برای ساخت یک بنا بر اساس نسبت ریاضی فواصل این گام در موسیقی با رسم گرافیکی پرداخته شده است. هدف اصلی این تحقیق بیان ارتباط بین دو هنر معماری و موسیقی است که بر این اساس روش تحقیق بر مبنای رویکرد توصیفی، تحلیلی بوده و اطلاعات لازم از طریق گردآوری و مطالعه منابع معتبر با موضوع پژوهش بدست آمده است. برای نشان دادن این طرح به کمک نرم‌افزارهای رایج ابتدا نسبت ریاضی فواصل گام «دُ ماژور» بیان شده و سپس آشکالی هندسی که از بسط و گسترش آن در این گام ایجاد شده به عنوان یک موتیف در طراحی معماری و هنرهای تجسمی معرفی می‌شود. در ادامه با شرح ارتباط بین برخی واژگانی که از عناصر موسیقی و معماری بوده و به صورت مشترک به کار برده می‌شود، در دو حوزه‌ی معماری و موسیقی مقایسه انجام و نتایج حاکی از آن است که همان‌طور که بین بعضی از شاخه‌های هنرهای تجسمی پیوندی وجود داشته بین این دو هنر نیز می‌توان پیوندی از دو دیدگاه «دیداری و شنیداری» ایجاد که شناخت این دو هنر، باعث خلق ایده‌هایی کاربردی بوده و برای طراحی با ساختار موسیقی در معماری و یا ساخت قطعه‌ای بر اساس معماری یک بنا در موسیقی از آن استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: معماری، موسیقی، گام دُ ماژور، طرح معماری، رسم گرافیکی

«شوپنهاور معماری را «موسیقی یخ زده» نامیده است». شکل‌پذیری نیروهای موسیقی (توخ، ارنست، مترجم، الهامیان، محسن (۱۳۵۰، ۱۳۹۹)، این تعریف از معماری و موسیقی را که به «نیچه» هم نسبت داده‌اند و در اکثر مقالات این حوزه دیده می‌شود، می‌تواند سرآغازی برای بیان و اعتباربخشی به ارتباط بین موسیقی و معماری در این پژوهش باشد، همچنین پاسخ به سوالات مطرح شده در پرسش‌های این پژوهش، لزوم این تحقیق را بیان می‌کند، در این مقاله ضمن معرفی این مشخصه‌ها و واژگان مشترک سعی شده با استفاده از نسبت ریاضی فواصل گام «دُ ماژور» کانسپت i و موتیفی ii در طراحی معماری ارائه گردد که می‌تواند بیان‌گر ارتباط بین این دوهنر و پاسخی بر سوال‌های مطرح شده باشد. موضوع ارتباط معماری و موسیقی از گذشته‌های دور تا کنون مورد علاقه‌مندان به پژوهش در این حوزه بوده است و مقالات و کتاب‌هایی به رشته تحریر درآمده است، همچنین سمینارهای مختلفی نیز در این زمینه توسط اندیشمندان و صاحب نظران این حوزه برگزار شده است همانند (سراج، حسام الدین ۱۴۰۱) و همواره نکات مشترکی از این مقایسه‌ها در منابع ذکر شده دیده می‌شود و گاهی انتقادهایی نیز بر این مقالات شده که در بخش پیشینه تحقیق با ذکر منبع به آن پرداخته شده است.

برای نیل به این هدف و ارائه روشی قابل قبول در این تحقیق از نسبت ریاضی فواصل گام «دُ ماژور» در موسیقی استفاده شده است. در این گام که دارای پنج پرده و دو نیم‌پرده می‌باشد و به عنوان یک «مُد» (اشل صوتی، نقش نغمات و ملودی مدل‌ها) در موسیقی کلاسیک غربی بکار برده می‌شود که ساخته‌های زیادی از بزرگان موسیقی بر اساس فواصل این گام و گام‌های ماژور است، از طرفی «فواصل گام دُ ماژور» نیز شباهت نزدیکی به «مُد درآمد دستگاه ماهور و به صورت گام هپتاتونیک iii» در موسیقی دستگاهی کلاسیک ایرانی دارد. آنچه که اهمیت دارد نسبت ریاضی این گام بوده که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است که در قسمت‌های بعدی به طور مشروح به آن پرداخته شده است. از این گام می‌توان موتیفی (نقش مایه) بدست آورد که هم قابل استفاده در هنر مهندسی معماری بوده و هم در هنرهای تجسمی کاربرد داشته باشد و به شکل معکوس آن نیز می‌توان با این نگاه به کشف موسیقی نهفته در درون بناها با تفسیر و نت نگاری آن پرداخت که نمونه‌های آن در قسمت‌های بعدی بیان شده است.

چنانچه از زوایای مختلف به یک بنای معماری بنگریم و یا نگاهی دقیق‌تر به جزئیات آن همانند نقش مصالح به کار برده شده در بنا یا در نمای اکسپوز (نمایان) یا عناصر ساختاری آن می‌توان به بخشی یا تمامی «عناصر معماری» که در طرح یک بنا در نظر گرفته شده است پی برد حال اگر چنانچه این عناصر را با عناصر مشترک هنر موسیقی مقایسه کنیم می‌توان با استفاده از این اشتراک پیوندی بین دو هنر ایجاد و به گونه‌ای بیان کرد که بتوانیم بخشی از ملودی پنهان یک بنا را با زبان موسیقایی (نت نگاری)، نوشته و آنرا با یک ساز اجرا نمائیم. (از دیدار به شنیدار) از طرفی به طریق معکوس نیز می‌توان بر اساس یک قطعه نت نگاری شده طرحی به عنوان موتیف (نقش مایه) ایجاد و با بسط و گسترش آن طرحی بر این اساس خلق کنیم (از شنیدار به دیدار) که حاوی ملودی یک بنا باشد. در این پژوهش نمونه‌هایی از آنچه بیان شد به عنوان تحقیق و نتایج آن ارائه شده است.

روش تحقیق

برای دستیابی به هدف این پژوهش با رویکردی توصیفی و تحلیلی، ضمن مطالعه در کتاب‌ها و بیشتر مقالات نوشته شده در این حوزه و بررسی نتایج حاصل از آنها، از الگوی گام «دُ ماژور»، به عنوان یک «مُد» در موسیقی، با ارائه یک کانسپت و موتیف در طراحی معماری، برای بیان اشتراک و پیوند این دو هنر استفاده شده است.

پرسش‌های پژوهش

- ۱- لزوم شناخت رابطه بین دو هنر معماری و موسیقی.
- ۲- دلایل ارزش و اعتبار علمی و اجرایی در حوزه‌ی کاربردی دو هنر معماری و موسیقی.
- ۳- تعامل دو هنر معماری و موسیقی در عناصر مشترک آن دو.

روش پژوهش

برای دستیابی به هدف این پژوهش با رویکردی توصیفی و تحلیلی، ضمن مطالعه در کتاب‌ها و بیشتر مقالات نوشته شده در این حوزه و بررسی نتایج حاصل از آنها، از الگوی گام «دُ ماژور»، به عنوان یک «مُد» در موسیقی، با ارائه یک کانسپت و موتیف در طراحی معماری، برای بیان اشتراک و پیوند این دو هنر استفاده شده است.

پیشینه پژوهش

تاکنون مقالات و کتاب‌هایی همچون، معماری و موسیقی، (جمعی از نویسندگان ۱۳۶۹)، و از گذر گل تا دل (حسام الدین سراج، ۱۳۹۰)، همچنین، مقالاتی مثل، تعبیر عناصر موسیقی و معماری با زبان مشترک نمونه موردی موسیقی و معماری سنتی ایران، (تیمن سمیع پور و سیدعلی سیدیان، ۱۳۹۴)، شکل‌گیری فضا در اثر پیوند مفهومی «موسیقی - ریاضی» و معماری، مطالعه‌ی موردی: جلوخان و آسمانه گنبدخانه مسجد شیخ لطف الله اصفهان، (علی تخمچیان، احمد نژاد ابراهیمی، ۱۳۹۶)، نگاه و نقدی ساختاری و محتوایی به مقاله «شکل‌گیری فضا در اثر پیوند مفهومی «موسیقی - ریاضی» و معماری (مطالعه موردی: جلوخان و آسمانه گنبدخانه مسجد شیخ لطف الله اصفهان)، (علی بکان ۱۴۰۰)، باز خوانش عمل‌کرد موسیقی و ماهیت آن به شکل موسیقی منجمد در معماری، (سید مهدی رسولی و حامد احمدی ۱۴۰۲)، در ارتباط بین معماری و موسیقی به رشته تحریر درآمده است، که در اکثر آنها واژگان مشترک بین این دوهنر با هم مقایسه شده است و سعی بر آن شده است بین این دو هنر اشتراک و پیوندی بیابند که در بعضی موارد هم از این مقالات انتقاد شده است. در این پژوهش سعی شده این دو هنر در چارچوب ریاضی با هم مقایسه شود.

مبانی نظری پژوهش

روند این پژوهش شامل سه بخش زیر است.

۱. معرفی واژگان مهم کاربردی در دو هنر معماری و موسیقی.

۲. بررسی عناصر مشترک این دو هنر با هم.

۳. معرفی گام «دُ ماژور» در موسیقی و بیان نسبت ریاضی این گام.

معرفی واژگان مهم کاربردی در دو هنر معماری و موسیقی

موسیقی

موسیقی «هنر بیان احساسات انسانی بوسیله صداهاست». تئوری موسیقی (مصطفی کمال پورتراب، ۱۷، ۱۳۹۸).

معماری

معماری یکی از شاخه‌های مهندسی است که هنر و علم طراحی ساختمان موضوع اصلی آن است. «معماری اشغال فضای خالی در طبیعت به وسیله عوامل ساختمانی با فناوری خاص خود و به وجود آوردن یک فضای ساخته و پوشش شده به منظور رفع نیاز انسان‌هایی که می‌خواهند از آن استفاده کنند، معماری دو رسالت و هدف دارد: یکی برآوردن نیازهای فیزیکی و طبیعی انسان‌هایی که می‌خواهند از این بنا و ساختمان و این فضای اشغال شده استفاده کنند، دیگری برآوردن نیازهای معنوی انسان‌ها، اعم از زیبایی، هنر، نوازش احساس و دید و حتی نوازش گوش آن‌ها». مصاحبه دکتر علی فراستی با مهندس هوشنگ سیحون (هوشنگ، سیحون ۱۳۹۱) برگرفته از: https://www.iiiwe.com/article/architecture/hoshang_seihoon

عناصر تشکیل دهنده موسیقی

«مهمترین عوامل تشکیل دهنده موسیقی، صدا و ریتم هستند»، تئوری موسیقی (مصطفی کمال پورتراب، ۱۷، ۱۳۹۸) و بعد از این دو عنصر مهم بایستی از عناصر دیگری چون، ملودی، بافت، رنگ صوتی و فرم نیز یاد کرد.

عناصر تشکیل دهنده معماری

نقطه، خط، صفحه و حجم که تشکیل دهنده عنصر کلی‌تری به نام «فضا» می‌باشند از مهمترین عناصر معماری است و بعد از آن بایستی به عناصر دیگری مثل، فرم، بافت، نور و تناسب نیز اشاره کرد.

بررسی عناصر مشترک این دو هنر با هم

برخی عناصر مشترک بین معماری و موسیقی

در جدول زیر عناصر پرکاربرد و مشترک این دو هنر با هم مقایسه شده است که از برخی آنها در این پژوهش با مفاهیم ذکر شده استفاده شده است.

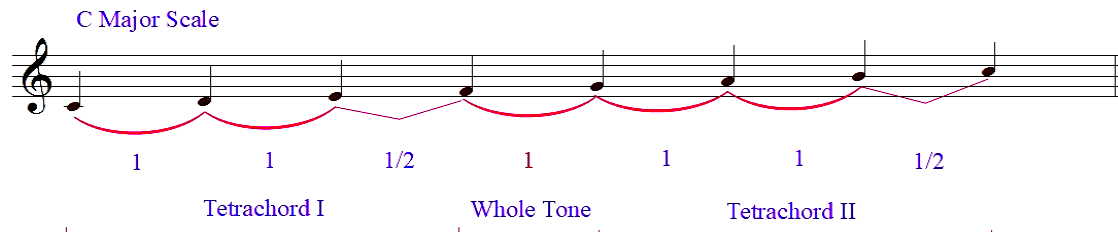
جدول شماره ۱- مقایسه واژگان معماری و موسیقی (ماخذ: نگارنده)

عناصر	معماری	توضیحات	موسیقی	توضیحات
صدا	مجازی	موسیقی منجمد «دیداری»	حقیقی	موسیقی حقیقی «شنیداری»
حواس پنج‌گانه	دیداری و قابل لمس	چشم و لامسه	شنیداری است	گوش
زمان و فضا	دیداری و تصویر سازی ذهنی و عینی است	سبک معماری و عمر یک بنا	فضا سازی با نغمات «ذهنی» است و زمان عامل حرکت در موسیقی	شیوهی آهنگسازی
حرکت و سکون	درک بصری (پویایی و ایستایی) در کالبد فضاهای معماری	«دیداری»	حرکت افقی پشت سر هم نغمات (نت‌ها) و سکوت‌ها	ملودی «شنیداری»
ایجاز و تجرید	انتزاع‌گرایی هندسی	«دیداری»	انتزاع‌گرایی ریاضی	انتزاعی
تناسبات	در هندسه طرح (خط، صفحه و حجم) (استفاده از نسبت طلایی در بنا)	«دیداری»	در زمان (مترهای مختلف)، تناسبات ریاضی و استفاده از هارمونی، نسبت ریاضی بین فواصل در موسیقی	«شنیداری»
فضا	مادی و معنوی (قابل حس یا دیدن یا لمس کردن عناصر کوچک فضا)	«دیداری»	معنوی (قابل حس یا گوش دادن)	«شنیداری»
ریتم	تکرار در عناصر معماری	«دیداری»	تکرار در عناصر موسیقی	«شنیداری»
هارمونی	هماهنگی در تم‌ها و موتیف‌ها	تعادل و توازن	هماهنگی در نغمات (نت‌ها) و موتیف‌ها	هم‌زمانی تنها (نت در مقابل نت)
فرم	فرم در معماری (نقطه، خط، سطح، حجم)	تاکید، کنتراست، تناسب، وحدت، بافت، رنگ، جهت، شکل	فرم در موسیقی (تأثیر متقابل زیرایی، رنگ صوتی، شدت صدا، ریتم، ملودی، و بافت)	با متر مشخص در موسیقی
ملودی	حرکت در فضاها بوسیله چشم یا راه رفتن (سیرکولاسیون)	«دیداری»	حرکت رو به بالا یا پایین نغمات (نت‌ها) (ترکیب زیر و بمی نغمات)	«دیداری» (خط نت) و «شنیداری»
موتیف	یک تصویر کوچک (سطح یا حجم)، معنی‌دار	«دیداری»	یک جمله‌ی کوچک موسیقایی، معنی‌دار	«شنیداری»

در جدول شماره ۱) برخی واژگان مشترک بین دو هنر معماری و موسیقی بیان شد که اگرچه این واژگان دارای اشتراک هستند اما معانی و کاربرد آنها در این دو هنر کاملاً «متفاوت» است ولی می‌توان بین آنها پیوندی یافت.

معرفی گام «دُ ماژور» در موسیقی و بیان نسبت ریاضی این گام

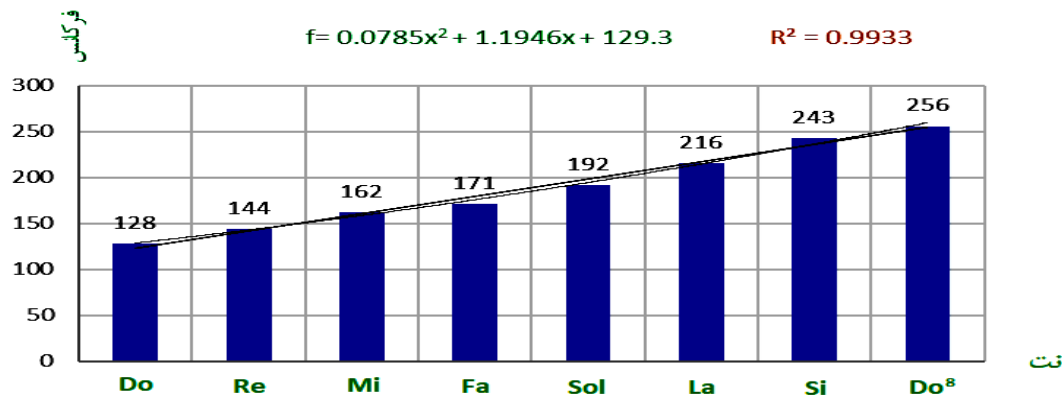
«گام عبارت است از صداها یا نت‌هایی که به صورت متصل، میان فاصله اکتاو قرار دارند، و هرگاه یکی از نیم پرده‌های گامی بین درجات سوم و چهارم و دیگری بین هفتم و هشتم واقع شوند، آن گام را گام بزرگ (ماژور تئریک) گویند». تئوری موسیقی (مصطفی کمال پورتراب، ۹۵، ۹۷، ۱۳۹۸). در تصویر شماره (۱) گام «دُ ماژور» در موسیقی و فواصل آن مشاهده می‌شود و نسبت ریاضی این فواصل در جدول شماره (۲) آورده شده است. در ادامه به ارائه این پیوند با استفاده از فواصل گام «دُ ماژور» در موسیقی و نسبت ریاضی فواصل این گام می‌پردازیم.



تصویر شماره ۱- گام «دُ ماژور» در موسیقی و فواصل آن (ماخذ: نگارنده)

در تصویر (۱) نغمات گام «دُ ماژور» با ذکر فواصل آن (پرده‌ها و نیم پرده‌ها) نوشته شده است و در جدول شماره (۲) مشخصات گام «دُ ماژور» آورده شده است. فرکانس نت Do برابر با نت Do₁ پیانو 128Hz در نظر گرفته شده است. برای بیان ریاضی گام «دُ ماژور» با استفاده از نرم‌افزار اکسل نمودار فواصل رسم شده است و با تقریب خوبی به معادله‌ی فرکانسی به روش رگرسیون چند جمله‌ای^{۱۷} رسیدیم.

نمودار میله‌ای گام «دُ ماژور» - رگرسیون چند جمله‌ای



نمودار ۱- نمودار میله‌ای گام «دُ ماژور» - رگرسیون چند جمله‌ای (ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۴، ۶)

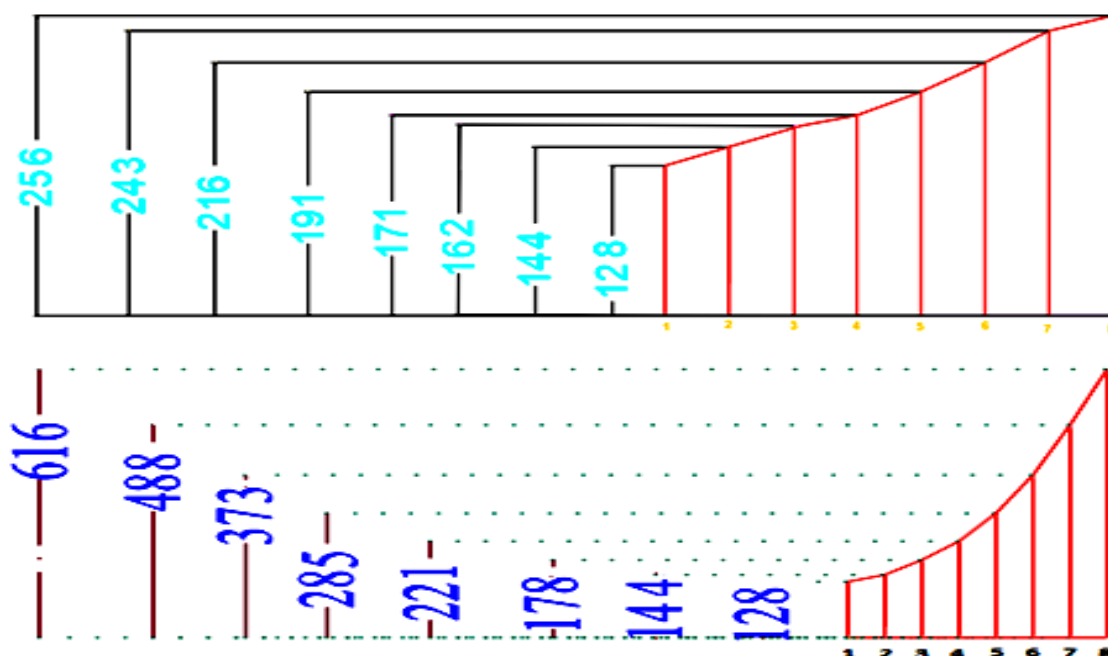
معادله نسبت فرکانسی (رگرسیون چند جمله‌ای) طول سیم مرتعش $f = 0.0785x^2 + 1.1946x + 129.3$, $R^2 = 0.9933$
 f = فرکانس نت بدست آمده از فاصله مورد نظر برحسب Hz.
 x = فاصله از نت مبنا در طول سیم مرتعش برحسب Cm.
 R = ضریب رگرسیون (همبستگی).

بین فواصل درست شامل «یکم، چهارم، پنجم و هشتم (اکتاو)» تناسب ریاضی حاکم است که در بخش تناسب در موسیقی از آن استفاده شده است و در جدول شماره (۲) بیان شده است.

جدول شماره ۲- مشخصات گام دُ ماژور (ماخذ: نگارنده)

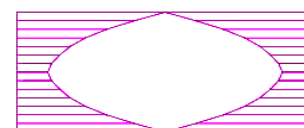
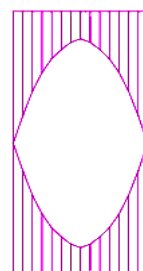
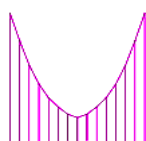
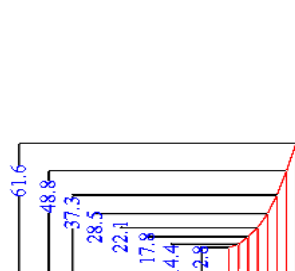
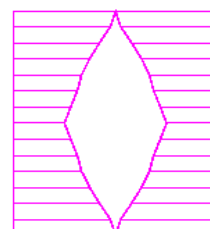
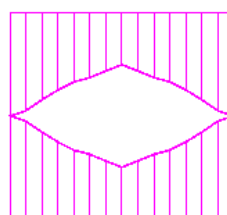
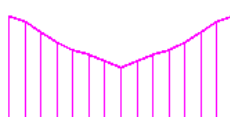
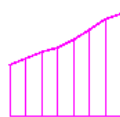
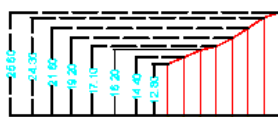
ردیف	عدد فاصله	1	2	3	4	5	6	7	8
۱	نام الفبایی	C	D	E	F	G	A	B	C
۲	نام هجایی	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do ^۲
۳	فاصله	0	1	1	$\frac{1}{2}$	1	1	1	$\frac{1}{2}$
۴	جمع فواصل (برده و نیم برده)	0	1	2	2.5	3.5	4.5	5.5	6
۵	نشانه فاصله	----	⌒	⌒	⌒	⌒	⌒	⌒	⌒
۶	نسبت طولی در سیم مرتعش	$\frac{1}{1}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{1}{2}$
۷	بسامد بر حسب Hz	128	144	162	171	192	216	243	256
۸	اختلاف بسامد فواصل از نت پایه بر حسب Hz	0	16	34	43	64	88	115	128
۹	جمع اختلاف بسامد بر حسب Hz	128	144	178	221	285	373	488	616

در تصویر شماره (۲) شکل هندسی گام «دُ ماژور» در موسیقی با استفاده از فرکانس (فواصل و اختلاف فواصل) از نت پایه رسم گردیده است.



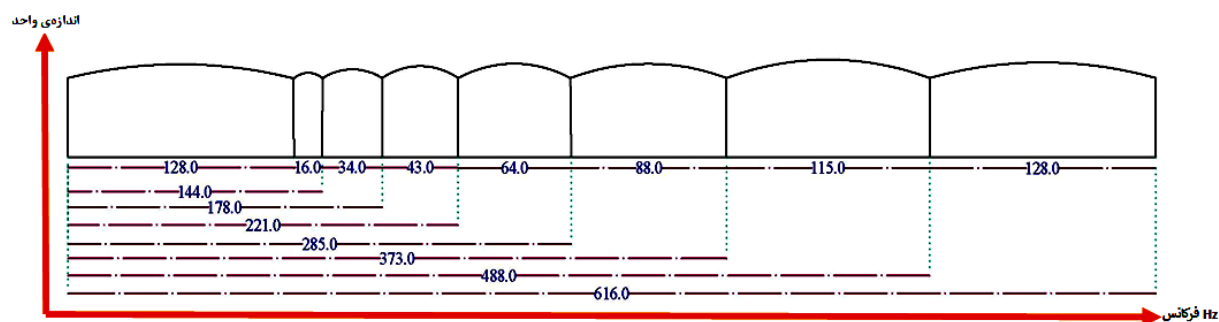
تصویر شماره ۲- شکل هندسی گام «دُ ماژور» در موسیقی با استفاده از فرکانس (فواصل و اختلاف فواصل) از نت پایه (ماخذ: نگارنده)

در تصویر شماره (۲) با استفاده از فرکانس (فواصل و اختلاف فواصل) از نت پایه در گام «دُ ماژور» نمودار آن رسم گردیده است که در این شکل با رنگ قرمز مشخص شده است و آن را به عنوان یک موتیف (نقش مایه) در نظر می گیریم که شبیه به نمودار یک معادله سهمی در ریاضیات است. حال اگر این موتیف را بسط و گسترش دهیم اشکال هندسی زیبایی با این نسبت بدست می آید که می تواند به عنوان کانسپت یک طرح، یا موتیف در معماری و همچنین هنرهای تجسمی از آن استفاده کرد. اعداد محور قائم (فرکانس نغمات) به صورت گام بالا رونده از نت Do شروع شده تا فاصله اکتاو نت پایه گام و اعداد محور افقی (درجات گام) در نظر گرفته شده است. با استفاده تصویر شماره (۳) که با بسط، گسترش و تکرار بوجود آمده است می توان به عنوان یک موتیف (نقش مایه) در معماری و هنرهای تجسمی از آن استفاده کرد.



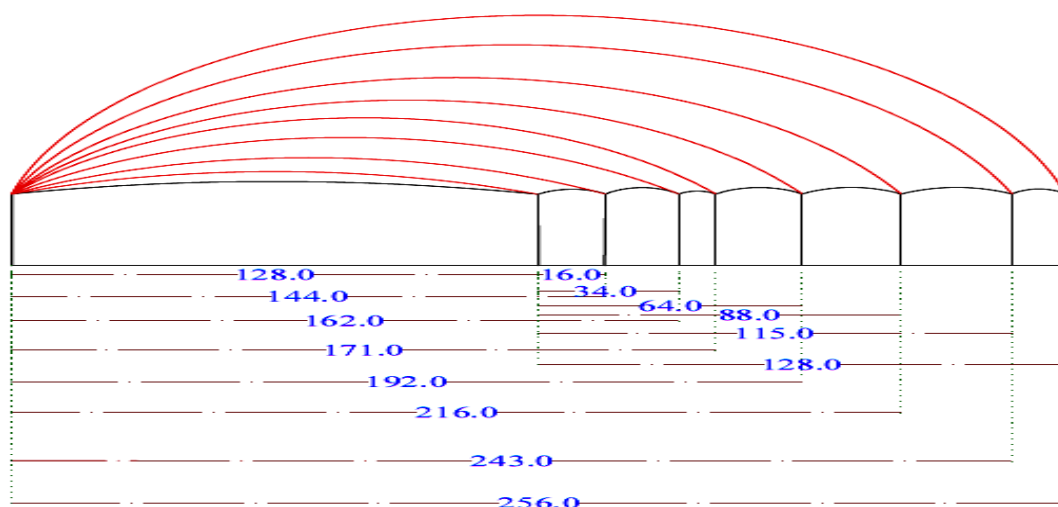
تصویر شماره ۳- اشکالی با تکرار منحنی حاصل از شکل هندسی گام «دُ ماژور» در موسیقی به عنوان یک موتیف (نقش مایه) (ماخذ: نگارنده)

در تصویر شماره (۴) طرحی بر اساس فرکانس گام «دُ ماژور» در موسیقی با استفاده از فرکانس اختلاف فواصل آن رسم گردیده است، که محور قائم (اندازه‌ی واحد) و محور افقی (فرکانس هر نت)، قوس‌ها نیز با توجه به طول دهانه با شعاع اختیاری رسم شده است.



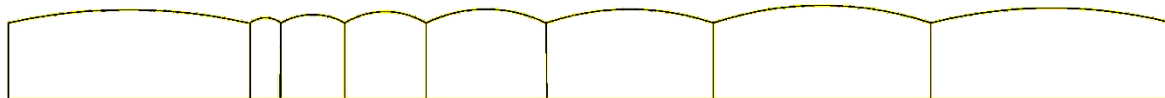
تصویر شماره ۴- طرحی بر اساس جمع اختلاف فرکانس فواصل از نت پایه گام «دُ ماژور» در موسیقی (ماخذ: نگارنده)

حال اگر شعاع هر قوس را بر اساس فاصله مورد نظر ترسیم کنیم تصویر (۵) بوجود خواهد آمد که می‌تواند در یک سازه‌ی سوله‌ای برای پوشش سقف از آن استفاده کرد.



تصویر شماره ۵- تصویر حاصل از هندسه گام «دُ ماژور» در موسیقی با استفاده از اختلاف فواصل آن (ماخذ: نگارنده)

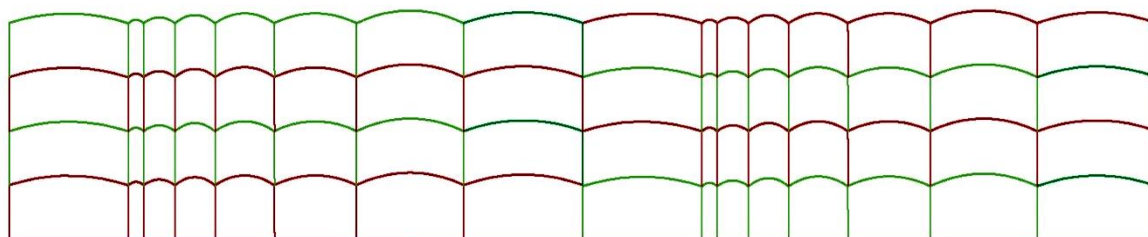
با بسط و گسترش تصویر (۵) به عنوان یک موتیف (نقش مایه)، اشکال زیر بوجود می‌آیند که برای طرح نمای یک ساختمان یا بنا با کانسپت موسیقی می‌توانیم از آنها استفاده کنیم.



تصویر شماره ۶- طرحی بر اساس فرکانس گام «دُ ماژور» در موسیقی (ماخذ: نگارنده)

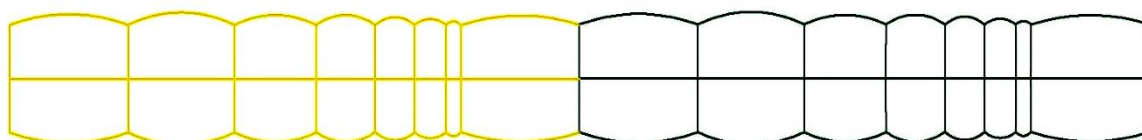


تصویر شماره ۷- بسط و گسترشی بر اساس فرکانس گام «دُ ماژور» در موسیقی (ماخذ: نگارنده)



تصویر شماره ۸- نمای یک ساختمان بر اساس فرکانس گام «دُ ماژور» در موسیقی (استفاده از عنصر ریتم). (ماخذ: نگارنده)

در تصویر شماره (۹) بسط و گسترش بر اساس عناصر «تکرار و تقارن» بوجود آمده است،



تصویر شماره ۹- موتیفی در هنرهای تجسمی یا معماری بر اساس فرکانس گام «دُ ماژور» در موسیقی (ماخذ: نگارنده)

۴. بررسی عناصر مشترک معماری و موسیقی

در هر کدام از تصویرهای (۲) تا (۹) که همگی از یک موتیف (فرکانس طبیعی گام «دُ ماژور») تبعیت می‌کنند و تنها با بسط، گسترش و تکرار آن بوجود آمده اند که می‌تواند در هنرهای تجسمی یا طراحی معماری از آن استفاده شود. اگر عناصر مشترک این موتیف را در هر دو حوزه هنر موسیقی و معماری در نظر بگیریم مشاهده می‌شود در موارد زیر تشابهاتی همانند وجود دارد که در جدول شماره (۳) بیان شده است.

جدول شماره ۳- عناصر مشترک بین معماری و موسیقی در این پژوهش (ماخذ: نگارنده)

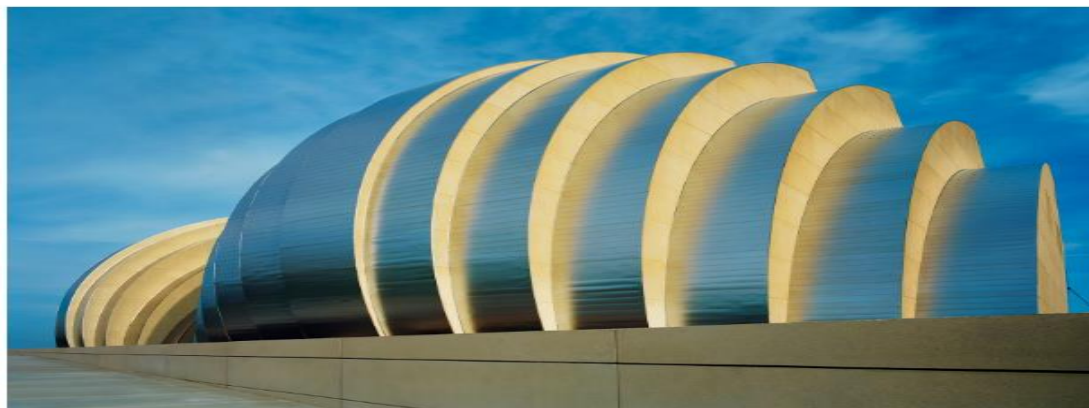
عناصر مشترک	معماری	توضیحات	موسیقی	توضیحات
ریتم	احساس حرکت «تکرار منظم، خط، شکل، فرم و رنگ»	«دیداری»	احساس حرکت بالا و پایین رونده در اجرای گام «دُ ماژور»	«شنیداری»
هارمونی	«تعال و توازن» هماهنگی با عناصر تشکیل دهنده موتیف	«دیداری»	اجرای نت در برابر نت با قواعد هارمونی و کنترپوان	«شنیداری»
فرم	شکل، ساختار و نظم یک ساختمان	«دیداری»	ساختار یک مد یا ملودی مد	«شنیداری»
ملودی	تصویر و ساختاری بصری	«دیداری»	اجرای چند نت که مجموعه واحدی را تشکیل دهد	«شنیداری»
تناسبات	رابطه بین اجزاء و کل (مثل نسبت طلایی)	«دیداری»	نسبت ریاضی فرکانس تنها (مثل نسبت ریاضی فواصل درست (یکم، چهارم، پنجم و اکتاو)	«شنیداری»
موتیف	«الگوی کوچک و معنی دار» تکرار شونده و جزئی از کل اثر	«دیداری»	«کوچکترین جمله معنی دار در موسیقی» و الگوی تکرار شونده و جزئی از کل اثر	«شنیداری»
بافت	بافت مصالح و اجزای ساختمان (داخلی و خارجی)	«لامسه و دیداری»	ساختار صداها در هم تنیده (رنگهای صوتی مختلف)	«شنیداری»
تقارن	قرینگی در بناها	«دیداری»	قرینگی در گام فروشو و برشو (پایین و بالا رونده)	«شنیداری»

در جدول شماره (۳) با بررسی عوامل مشترک بین معماری و موسیقی با تعاریف ارائه شده به این نتیجه می‌رسیم که در بعضی از عناصر بیان شده تشابهاتی وجود دارد که نشان از یک پیوند در مفاهیم معماری و موسیقی است که همیشه بایستی دو جنبه «دیداری» و «شنیداری» بودن این دو هنر در کنار هم را در نظر بگیریم آنگاه می‌توان پیوند بین این دو هنر را درک کرد در ادامه با ذکر مثالهایی به بررسی و توضیح موضوع مطرح شده می‌پردازیم.

۱.۴. عنصر «ریتم» در معماری

تصویر (۱۰الف) اثر تِ اورو اثر آرکی مدیا، گلن اینس، اوکلند در نیوزیلند می‌باشد، تِ اورو، که به خاطر صدای ایجاد شده توسط وزش باد در دهانه باز آتشفشان کوه ولینگتون نامگذاری شده است، یک فضای موسیقی اختصاص داده شده به جوانان محلی است. این سازه با موقعیت مکانی خود در یک پارکینگ حومه شهر، با طرحی که به منظور تداعی یک سایبان درختی طراحی شده است، متمایز می‌شود و به ریشه‌های طبیعی و میراث سنتی موسیقی سازی در جامعه اشاره دارد. گرافیک‌های مائوری بر روی سطوح زمین نقش بسته‌اند و پوسته بیرونی طرح‌دار، وحدت بین رشته‌های مختلف اجرا را منعکس می‌کند. برگرفته از: <https://architizer.com/blog/inspiration/collections/expressionist-music-spaces>

در این تصویر با تکرار یک موتیف در «گرافیک مائوری»^۷ عنصر ریتم در معماری «تکرار و احساس حرکت» بیان شده است.

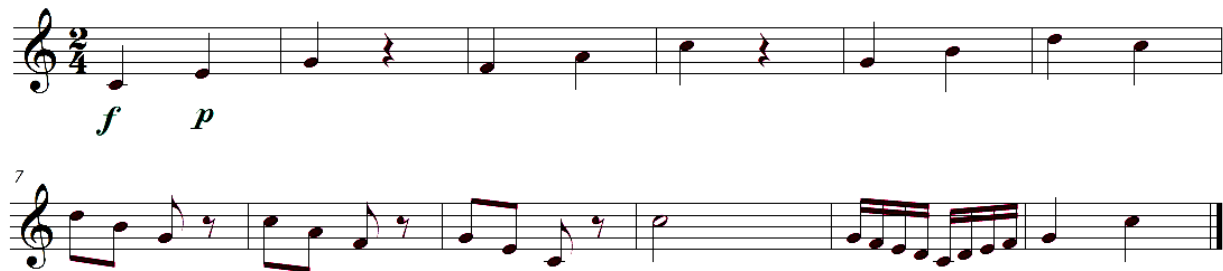


تصویر ۱۰الف- تِ اورو اثر آرکی مدیا، گلن اینس، اوکلند، نیوزیلند. (ماخذ وبسایت ¹architizer.com)

۲.۴. عنصر «ریتم» در موسیقی

«ریتم عبارت است از تناسب زمانی بین صداها و سکوت‌ها در یک مجموعه صوتی»، رساله ریتم در موسیقی، (انجیری استرکی، امیر، ۱۳۹۲، ۳۳). عنصر «ریتم» یکی از مهمترین عناصر در موسیقی است که عامل احساس حرکت است که با دیرندهای (کشش‌های) مختلف نغمات (نت‌ها) و سکوت‌ها با تاکیدهای منظم یا نامنظم شکل می‌گیرد، در تصویر (۱۱ب) میزان نما (کسر میزان یا متر) $\frac{2}{4}$ بوده که یک میزان ساده با ریتم دو ضربی و کشش هر ضرب (نت سیاه) می‌باشد، که با فیگورهای ریتمیک متنوعی نوشته شده است چنانچه ضرب‌های اول هر میزان قوی و ضرب‌های دوم هر میزان ضعیف اجرا گردد عنصر «ریتم» به خوبی بیان می‌شود، آنچه که در این قطعه بیانگر ساختار ریتم است تکرار ضرب‌آهنگ دوتایی است که با تاکید ضرب اول اجرا شود.

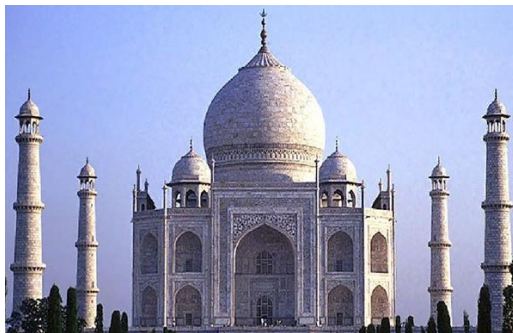
¹ <https://architizer.com/blog/inspiration/collections/expressionist-music-spaces>



تصویر ۱۰-ب- عنصر ریتم در میزان دوضربی با متر $\frac{2}{4}$ (ماخذ: نگارنده)

عنصر «هارمونی» در معماری:

در تصویر شماره (۱۱ الف) که آسمانه (سقف) مسجد وکیل شیراز و بنای بیرونی بنای تاج محل در هندوستان را نشان می‌دهد، علاوه بر عنصر «تقارن» عنصر «هارمونی» (هماهنگی) باعث زیبایی و جلوه‌ای خاص در این دو بنا شده است. این «هارمونی» هم درانتخاب مصالح، رنگ، هندسه و تناسبات این بناها به خوبی مشهود است.



تصویر شماره ۱۱ الف- عنصر «هارمونی» در معماری سقف مسجد وکیل شیراز و تاج محل.

«معماری تاج محل و دیگر مساجد معروف بر اساس عناصر تقارن و هارمونی مطلق بنا شده است. هر عنصر از ساختمان به طور هماهنگ در ساختار مجموعه معبد جای می‌گیرد، فضای داخلی نیز تابع هماهنگی است و ظاهری منحصر به فرد از بناهای معماری جهان ایجاد می‌کند،» (تصویر ۱۱ الف). بر گرفته از:

- (Irina Mayatskaya*, Batyr Yazyev, and Svetlana Yazye (Harmony and disharmony as the architectural appearance features of the city) E3S Web of Conferences 281, 02004 (2021)

عنصر «هارمونی» در موسیقی

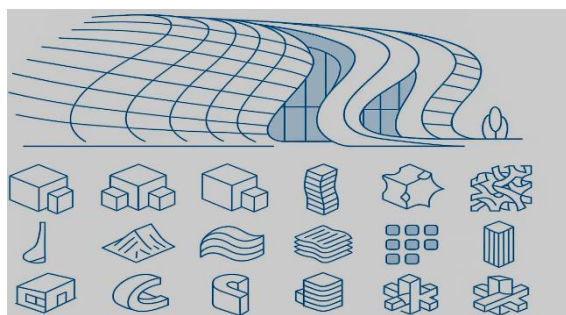
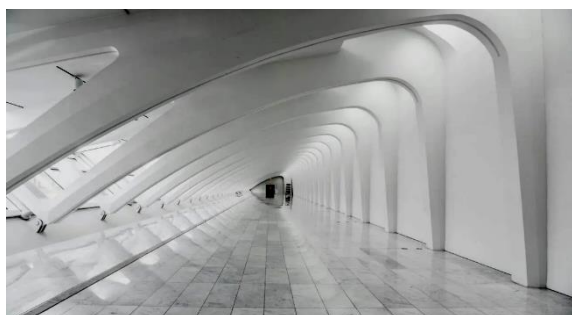
«کلمه‌ی هارمونی به تأثیر کلی ترکیب چند خط موسیقی یا به هر ترکیب یک‌پارچه و منسجم چند صدا اشاره دارد، در معنای دوم از هارمونی اغلب به آکورد تعبیر می‌کنند». عناصر موسیقی (تیورک، لُرف، ۱۳۹۹، ۷۶) در تعریف دیگری داریم، «هارمونی واژه‌ای فنی برای هم‌زمانی سه یا تعداد بیشتری زیرایی‌های متفاوت است، مجموعه‌ای که با آن آکورد گفته می‌شود». شکل‌پذیری نیروهای موسیقی (توخ، ارنست، مترجم، الهامیان، محسن، ۱۳۹۹، ۱۱). از هارمونی برای غنی‌تر کردن فضای موسیقی استفاده می‌کنیم که برای رسیدن به این مهم بایستی از قواعد هارمونی اطلاع کافی داشته باشیم. نمونه‌ای از عنصر «هارمونی» در موسیقی در تصویر (۱۱ ب) با استفاده از آکوردهای «دُ و سل» و خط زیرین برای گروه‌هم‌خوان با همراهی ساز پیانو نت نگاری شده است مشاهده می‌شود.



تصویر شماره ۱۱-ب- عنصر «هارمونی» در موسیقی (ماخذ: نگارنده)

عنصر «فرم» در معماری

«فرم» در معماری به ساختار (پیکربندی) بیرونی و درونی یک بنا اطلاق می‌شود که در تصویر شماره (۱۲الف) نشان داده شده است.



تصویر شماره ۱۲الف- عنصر «فرم» در معماری گنبد سفید در میلواکی.

در تصویر شماره (۱۲الف)، «فضای داخلی گنبد سفید در میلواکی که با نوردهی طولانی گرفته شده است، نشان می‌دهد که چگونه فرم هندسی از طریق فضای باز، تقارن و جریان نور طبیعی، عملکرد را افزایش می‌دهد». فرم طرح این بنا در تصویر سمت راست دیده می‌شود. بر گرفته از:

<https://www.architecturecourses.org/design/architectural-form-examples-how-shape-defines-function>

عنصر «فرم» در موسیقی

درمورد فرم بعضی مراجع ژانرهای مختلف مثل قطعات ضربی (پیش‌درآمد، تصنیف، چهارمضرب و رنگ) را فرم دانسته‌اند که موارد یاد شده نوعی «ژانر» یا گونه در طبقه بندی موسیقی کلاسیک ایرانی محسوب می‌شوند و به نظر نگارنده فرم محسوب نمی‌شوند، در مورد موسیقی کلاسیک غربی با تعریف، «فرم در موسیقی نحوه‌ی سامان عناصر موسیقایی طی زمان است، تاثیر متقابل زیری، رنگ صوتی، شدت صدا، ریتم، ملودی، و بافت در اثر موسیقایی به آن شکل و ساختار می‌دهد». درک و دریافت موسیقی، (کیمی‌ین، راجر، ۱۳۹۷، ۱۱۰). هم‌چنین در تعریف دیگری داریم «فرم برسه نوع است، فرم گسترش موزاییکی یا طرح موزاییکی، فرم قرینه‌سازی و فرم‌های قدیم ایران». بازگشت به اصل، فنون یک زبان موسیقایی، گفتگو با رضا والی، (توکل، احسان، ۱۴۰۰، ۶۹۰) و در تعریفی دیگر نیز داریم، «فرم به طور کلی، «الگو و یا طرحی برای ساخت صورت» است، روابط میان اجزا «ساختار» و چگونگی در کنار هم آمدن شان «آرایش و تکرار آنها» گاه تکرار عینی و گاه با تغییرات و دگر سازی و ایجاد «تبادل/ تناسب/ انسجام میان اجزا» که گاه از منظرى باهم در تضاد، تقابل یا تباین‌اند (از موضوعات و مختصات فرم است) این تعریف مربوط به پدیده‌هایی است که تفکر انسانی در تولید آن نقش دارد». پیش‌درآمد، چهارمضرب، رنگ و تصنیف و موضوع فرم و گونه (ژانر)، (خضری، بابک، ۱۳۹۵). در تصویر (۱۲ب) نمونه‌ای از «فرم» در موسیقی کلاسیک ایرانی نشان داده شده است و ساختار یک گوشه در ردیف دستگاهی به عنوان یک «فرم موسیقایی» معرفی شده است که ساختار آن با رنگ‌های مختلف مشخص شده است با جملات: «آغازین، معرف، گسترشی، تکمیلی و پایانی»، می‌باشد. تحلیل ردیف (طلایی، داریوش، ۱۳۹۴، ۳۴، ۴۲). لازم به ذکر است به کار بردن واژه‌ی «فرم» در گوشه درآمد دستگاه شور زمانی معنا پیدا می‌کند که از این «فرم» برای خلق آثار جدید با همین ساختار استفاده کرد. با در نظر گرفتن روند شکل گیری این گوشه به عنوان یک گوشه مدال در دستگاه شور شامل موارد ذکر شده و فونکسون درجات (نقش نغمات «آغاز، شاهد، متغیر، ایست و خاتمه») می‌تواند قطعه‌ای در این فضا ایجاد بشود با نام «درآمد» که از «فرم» و ساختار ذکر شده ساخته شده باشد.

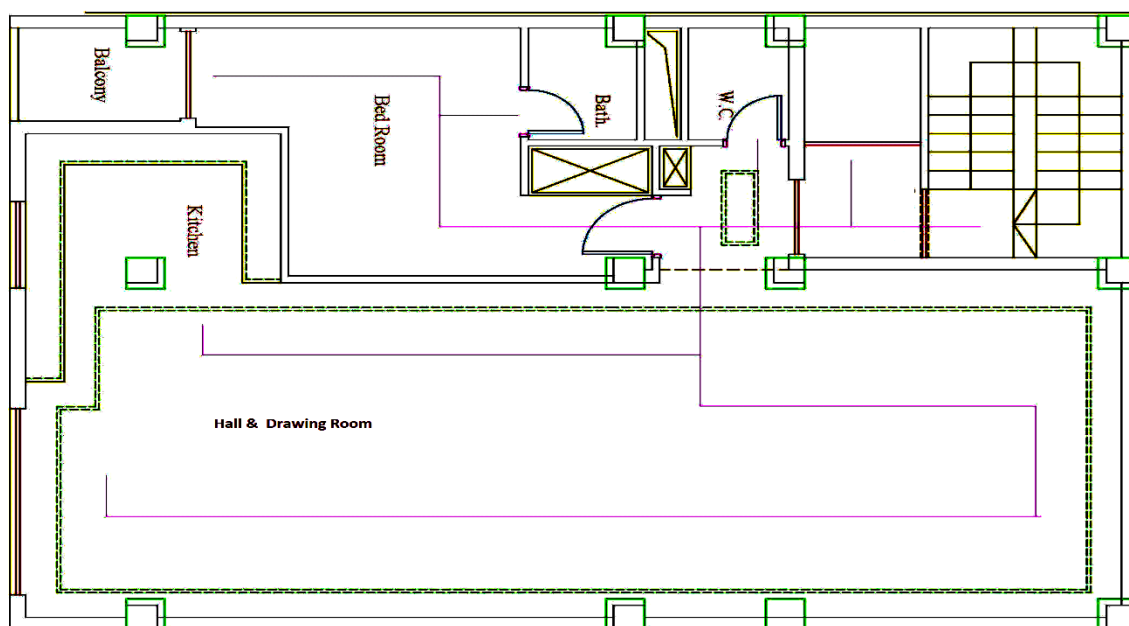
درآمد
Darâmad

پایانی

تصویر شماره ۱۲-ب- عنصر «فرم» در موسیقی کلاسیک ایرانی، گوشه درآمد شور از کتاب تحلیل ردیف داریوش طلایی (ماخذ: کتاب تحلیل ردیف داریوش طلایی مشخصه جمله بندی نگارنده)

عنصر «ملودی» در معماری

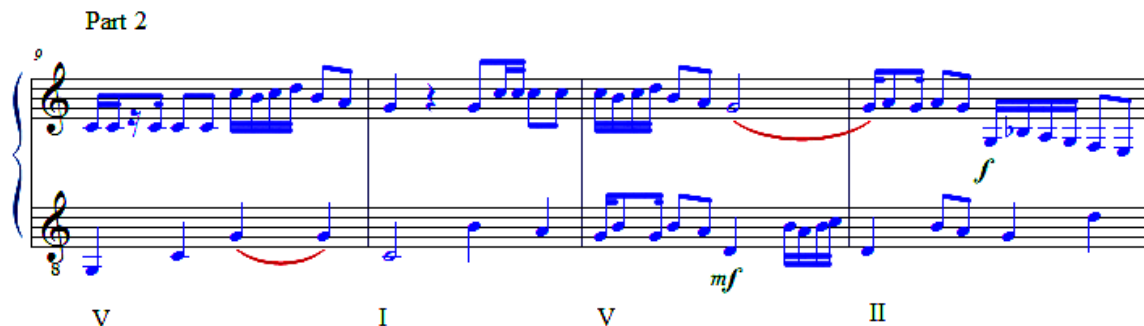
در معماری «ملودی» را به حرکت و جریان (سیرکولاسیون) در فضاهای داخلی ساختمان می توان تعبیر کرد، که شامل چیدمان فضاها و ارتباط هر فضا با فضای دیگر است. در تصویر شماره (۱۳الف)، مسیر حرکت در یک پلان ساختمان مسکونی با رنگ **بنفش** نشان داده شده است، این فرم حرکت می تواند یک آهنگ خاص «ملودی» در این بنا باشد که برای ارتباط با هر فضا مسیری متفاوت داشته باشد و بستگی به فرد مورد نظر (عضو خانواده یا مهمان) و با توجه به دسترسی به عرصه های عمومی و خصوصی در هر بنا کاملاً متفاوت خواهد بود. برای مثال در طرح ارائه شده تصویر شماره (۱۴الف) حرکت یک مهمان از ورودی به سمت راهرو و سپس داخل پذیرایی یک «ملودی» حرکت است و برای یک عضو خانواده ی مالک این بنا، حرکت به ترتیب از ورودی به راهرو، اتاق خواب و سپس آشپزخانه «ملودی» دیگری را بوجود می آورد.



تصویر شماره ۱۳الف- عنصر «ملودی» در معماری یک بنای مسکونی

عنصر «ملودی» در موسیقی

ملودی عبارت است از «گروهی از نغمه‌ها «نت‌ها» که هر یک به نوبت پس از دیگری می‌آیند». تجزیه و تحلیل موسیقی برای نوجوانان (برنستاین، لئونارد، ۱۱، ۱۳۹۲)، در تعریف دیگری «ملودی زنجیره‌ای از تک نغمه‌هاست که در کنار یکدیگر یک کل قابل تشخیص را بوجود می‌آورد». درک و دریافت موسیقی، (کیمی، ین، راجر، ۹۱، ۱۳۹۷). در تصویر شماره ۱۳ (ب) بخشی از یک قطعه که در آن عنصر «ملودی» در موسیقی را به صورت خط ملودیک (خط بالا) و خط هارمونیک (خط پایین) با حرکت بالا و پایین رونده بیان شده مشاهده می‌شود.



تصویر شماره ۱۳: عنصر «ملودی» در یک قطعه موسیقی (ماخذ: نگارنده)

عنصر «تناسبات» در معماری

تناسبات به نسبت اندازه‌ی اجزای یک بنا به کل آن گفته می‌شود، در تصویر شماره ۱۴ (الف) که این نسبت با عدد طلایی و سری فیبوناچی سنجیده شده است یک نسبت طلایی در طراحی می‌باشد، این نسبت در طبیعت به چشم انسان‌ها زیبا بوده و چنانچه ابعاد یک بنا را با نسبت طلایی محاسبه و اجرا کنیم به دلیل رعایت تناسبات هندسی، چشم‌نوازتر خواهد بود.



تصویر شماره ۱۴ الف - عنصر «تناسبات» در معماری بنای تاج محل و پارتئون (ماخذ: وب سایت <https://illustrarch.com>)^۱

«اهمیت تناسب و مقیاس در معماری را می‌توان در بناهای تاریخی که در طول زمان پابرجا مانده‌اند، مشاهده کرد، پارتئون در آتن، یونان، نمونه‌ای عالی از اهمیت تناسب و مقیاس در معماری است، ستون‌ها کاملاً متناسب هستند و ابعاد ساختمان با یکدیگر هماهنگ است و ساختاری زیبا و چشم‌نواز ایجاد کرده است». برگرفته از (وب سایت <https://illustrarch.com>)^۱

عنصر «تناسبات» در موسیقی

در موسیقی تناسبات در طول سیم مرتعش و فرکانس نتها وجود دارد که بطور خلاصه در زیر آمده است.

۱- نسبت طولی $\frac{L}{2L} - \frac{2L}{3L} - \frac{3L}{4L} - \frac{L}{1}$ برای مثال این طول در ساز سه‌تار $L = 66cm$ است، (فاصله از خرک تا شیطانک).

۲- نسبت فرکانسی، فواصل درست «یکم، چهارم، پنجم و هشتم» با نسبتهای هارمونیک صداها، $\{\frac{2L}{1} - \frac{3L}{2} - \frac{4L}{3} - \frac{L}{1}\}$ که از نخستین و روشن‌ترین هارمونیک‌های یک صوت بدست می‌آیند. «علت نام گذاری کلمه‌ی (درست) نیز به همین دلیل است»، و فواصل درست با تعریف فواصلی که در طول تاریخ موسیقی ضمن خاصیت صوتی (فرکانسی) خود به عنوان فواصل پایدار و خوش صدا (کنسونانس)، «ملایمتهای کامل شامل، آنیسون درست، چهارم درست، پنجم درست، و اکتاو درست» در

^۱ https://illustrarch.com/articles/۱۶۰۳۳-the-importance-of-proportion-and-scale.html#google_vignette

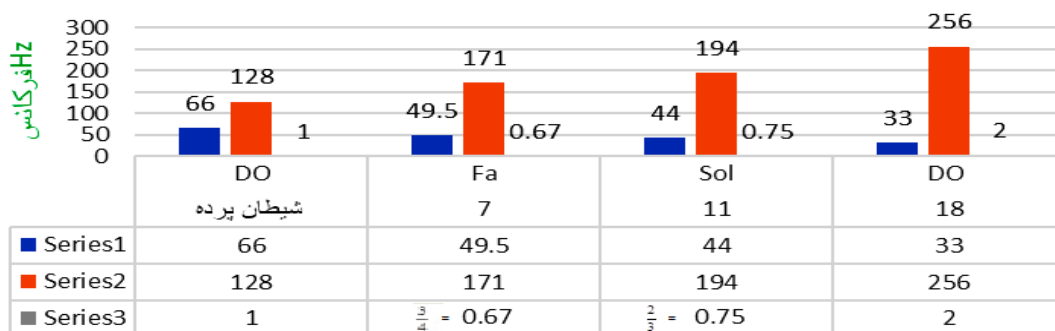
نظر گرفته شده‌اند. عناصر موسیقی، (تیورک، لُرف (۷۶،۱۳۹۹) می‌باشد. در جدول شماره (۴) نمونه‌ای از این تناسبات در طول دسته‌ی ساز سه‌تار (۲۸ پرده) برای فواصل «درست» آورده شده است.

جدول شماره ۴- عنصر تناسبات در موسیقی برای ساز سه‌تار ۲۸ پرده (ماخذ: نگارنده)

شماره پرده	نغمه (نت)	فاصله خُرک تا شیطانک (Cm)	فرکانس Hz	نسبت فرکانسی
شیطان پرده	DO	66	128	$\frac{1}{1}$
7	Fa	49.5	171	$\frac{3}{4}$
11	Sol	44	194	$\frac{2}{3}$
18	DO	33	256	$\frac{1}{2}$

در تصویر شماره (۱۴ب) این تناسبات به صورت یک گراف بیان شده است، که بیانگر تناسب در طول سیم مرتعش و فرکانس فواصل «درست» (یکم، چهارم، پنجم و اکتاو) در موسیقی کلاسیک ایرانی است.

تناسبات در موسیقی

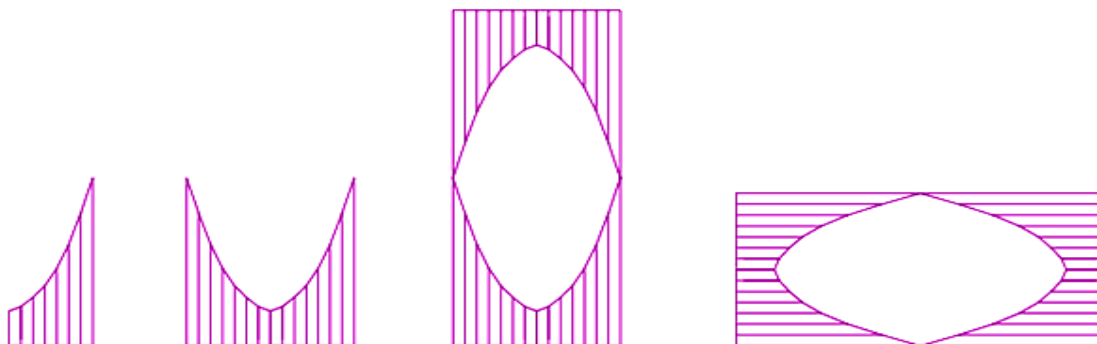


نت (نغمه)

تصویر شماره ۱۴ب- عنصر «تناسبات» در موسیقی با (فواصل درست) (ماخذ: نگارنده)

عنصر «موتیف» در معماری

«موتیف» یا «نقش‌مایه» در معماری نقش یا الگویی کوچک که با تکرار آن نقشهای دیگری بوجود می‌آید، در تصویر (۱۵الف) نمونه‌ای از آن ارائه شده است که چگونگی ترسیم آن بیان شد.



تصویر شماره ۱۵ الف- موتیف حاصل از اختلاف فرکانس فواصل گام «دُ مازور» و تکرار آن (ماخذ: نگارنده)

عنصر «موتیف» در موسیقی

این چند نت یک جمله‌ی کوتاه در موسیقی را تشکیل می‌دهد که به آن «موتیف» گویند چنانچه به صورت بالا رونده و یا پایین رونده آن را بسط و گسترش دهیم ملودی تصویر شماره (۱۵) حاصل می‌شود.



تصویر شماره ۱۵- قطعه‌ای حاصل از بسط و گسترش «موتیف» نشان داده شده (ماخذ: نگارنده)

عنصر «بافت» در معماری

یکی از ویژگیهای مهم یک بنا بافت آن می‌باشد که ناشی از نوع مصالح به کار برده شده در آن بنا می‌باشد، بافت عنصری است که می‌تواند برای مثال حس نرم، یا خشن بودن یک عضو از بنا را ایجاد کند. در تصویر (۱۶ الف) نمونه‌ای از بافت در مصالح ساختمانی و ملات‌های سیمانی را مشاهده می‌کنید.



Textured finish

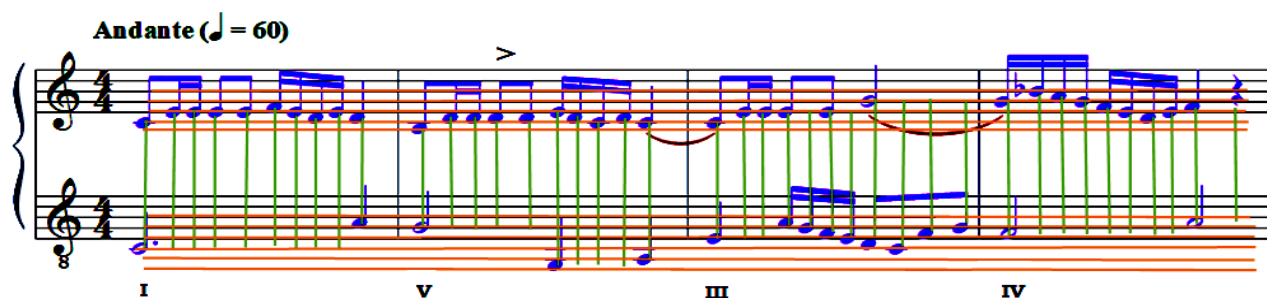
Dry-dash

Tyrolean finish

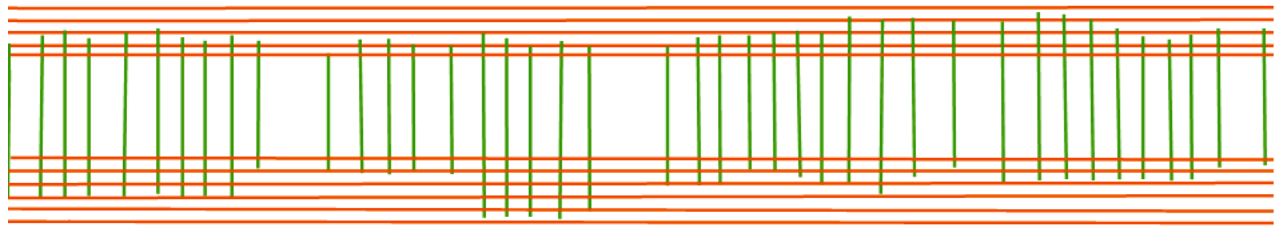
تصویر ۱۶ الف: نمونه‌ای از بافت در مصالح ساختمانی در نمای ساختمان، ماخذ: (Lyons, Arthur, (2010). Materials for Architects and Builders. Fourth edition Published by Elsevier)

عنصر «بافت» در موسیقی

«یکی از عناصر مهم در آفرینش فرم موسیقی (بافتار) یا «بافت» است، اصطلاح «بافتار» عموماً به طرز چفت و بست و ارتباط میان دو بُعد ملودیک و هارمونیک قطعه اشاره دارد و شامل بافتهای، مونوفونیک (تک‌صدایی)، هوموفونیک (دو‌صدایی) و پولیفونیک (چندصدایی) است»، عناصر موسیقی، (تیورک، آرف، ۱۳۹۹، ۴۳۶). تصویر (۱۶) نمونه‌ای از بافت هوموفونیک در تنالیت «دُ ماژور» را نشان می‌دهد که حرکت عمودی با رنگ سبز و حرکت افقی با رنگ نارنجی نشان داده شده و بافت به خوبی قابل مشاهده است.



تصویر ۱۶- نمونه‌ای از بافت در تنالیت «دُ ماژور» (ماخذ: نگارنده)



تصویر ۱۶ج- بافتار تُنالیته «دُ ماژور» در تصویر (۱۶ب) (ماخذ: نگارنده)

از بررسی های انجام شده می توان چنین نتیجه گرفت که تاثیر موسیقی در معماری برای خلق فضاهایی با کانسپت موسیقی وجود دارد همانطور که در گذشته هم نمونه هایی از آن را در آثار لوکوبوزیه به صورت «موسیقی شکل گرا» می توان مشاهده کرد. بر گرفته از، بوطیقای معماری، (آنتونیادس، آنتونی سی، ۱۳۹۹، ۴۵۲، ج ۲).

عنصر «تقارن» در معماری

تقارن در معماری به معنی استقرار دو قسمت مختلف به صورت قرینه در کنار هم در تعریف می شود در تصویر شماره (۱۷الف) عنصر «تقارن» به خوبی دیده می شود.



تصویر شماره ۱۷الف- عنصر «تقارن» در معماری مسجد وکیل شیراز (ماخذ: دانشنامه ویکی پدیا)^۱

عنصر «تقارن» در موسیقی

تصویر شماره (۱۷ب) قرینگی در گام «دُ ماژو» برشو و فروشو (بالا و پایین رونده) را نشان می دهد چنانچه بخواهیم با تصویر شماره (۱۷الف) آن را مقایسه کنیم سمت چپ شکل از نت دُ با کشش سیاه شروع شده و در وسط به نت دُ با کشش سفید می رسد که در مرکز تقارن شکل قرار دارد و سپس به صورت پایین رونده به انتهای شکل مورد نظر می رسد که در این بیان فرضی با گام دُ ماژور از دیدگاه دیداری بیان شده است.



تصویر شماره ۱۷ب- عنصر «تقارن» در موسیقی (ماخذ: نگارنده)

از بررسی های انجام شده می توان چنین نتیجه گرفت که تاثیر موسیقی در معماری برای خلق فضاهایی با کانسپت موسیقی وجود دارد «همانطور که در گذشته هم نمونه هایی از آن را در آثار لوکوبوزیه به صورت «موسیقی شکل گرا» می توان مشاهده کرد». بر گرفته از، بوطیقای معماری، (آنتونیادس، آنتونی سی، ۱۳۹۹، ۴۵۲، ج ۲).

¹https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b3/Vakil_mosque_Panorama.jpg

نمونه‌هایی از ارتباط موسیقی و معماری و خلق آثاری براساس عناصر مشترک این دو هنر

سازهی راه پله در معماری

در تصویر (۱۸)، حرکت بالارونده از پله را نشان می‌دهد، که پاگرد پله را به عنوان (طی مسیر بدون آهنگ بالا روندگی = سکوت در موسیقی) و کف‌پله‌ها را به عنوان حرکت بالا رونده (اجرای نتهای درجات یک گام موسیقی به صورت بالارونده در موسیقی) در نظر می‌گیریم که در شکل سمت راست نت‌نگاری آن با گام «دُ ماژور» بالارونده نشان داده شده است.





دیوار با پیوند کله - راسته



تصویر ۲۰- بیان ارتباط موسیقی و معماری در استفاده از اجزای آجر با پیوند «کله - راسته» در دیوارچینی آجری (ماخذ: نگارنده)

با توجه به بخش‌های ارائه شده و در نظر گرفتن عناصر مشترکی نظیر «ریتم، هارمونی، فرم، ملودی، تناسب، موتیف و بافت» به نمونه‌هایی از ارتباط موسیقی و معماری با دو دیدگاه «دیداری و شنیداری» پرداخته شد که همگی بیان ارتباط این دو هنر با هم می‌باشد و پاسخی به سولات مطرح شده در این تحقیق.

نتیجه‌گیری

عناصر مشترک بین دو هنر «معماری و موسیقی» در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت، نکته‌ی اساسی در عناصر موسیقی عنصر «صدا» است که اولین و مهم‌ترین عنصر در موسیقی است که در معماری چنین عنصری وجود ندارد، ممکن است بنایی ایجاد گردد که در شرایطی خاص مثل وزیدن باد صدایی ایجاد گردد (مانند یک ساز) ولی همه‌ی بناها چنین مشخصه‌ای ندارند و بناهای معماری فاقد عنصر صدا هستند یا به عبارتی به قول «شوپنهاور» یا «نیچه» معماری «موسیقی یخ زده» است. که صدایی در درون دارد، هنر موسیقی و معماری همانند سایر هنرهای تجسمی در مواردی دارای اشتراکاتی می‌باشند، برای بیان اشتراک دو هنر «موسیقی» و «معماری» عناصر مشترکی چون «ریتم، هارمونی، فرم، ملودی، تناسب، موتیف و بافت» مورد بررسی قرار گرفت و اشتراکات آن‌ها بررسی شده و نتیجه‌گیری شد که عناصر مشترک این دو هنر در ادراکات حسی انسان از جنبه «دیداری» و «شنیداری» و مفاهیم با هم متفاوت هستند ولی همواره این پیوند در بین این دو هنر برقرار است و می‌توان بین آن‌ها به عنوان پل مشترک با نگاه «هندسه» در معماری با «دیدار» و «ریاضیات» در موسیقی با «شنیدار» استفاده کرد از این پیوند در معماری به عنوان یک کانسپت یا موتیف در طراحی استفاده کرد که نمونه آن ذکر شد، همچنین با در نظر گرفتن جنبه «دیداری و شنیداری» این دو هنر برای بعضی از فضاهای معماری که احتمال بیان موسیقی آن‌ها با استفاده از عناصر مشترک این دو هنر وجود دارد پرداخت که نمونه آن‌ها در سازه‌ی راه‌پله و دیوار چینی آجری با پیوند «کله - راسته» در معماری بیان شد.

تشکر و قدردانی

با تشکر از دوست ارجمندم آقای دکتر مهدی اردبانی^۱.

پی‌نوشت‌ها

- Conceptⁱ
- Motifⁱⁱ
- Heptatonic scaleⁱⁱⁱ
- Polynomial Regression^{iv}
- Maori Graphics^v

^۱ مدرس دانشگاه

مراجع

۱. توخ. ارنست. (۱۳۹۹). شکل پذیری نیروهای موسیقی. مترجم. الهامیان. محسن. تهران: نشر افکار.
۲. پورتراب. مصطفی کمال. (۱۳۹۸). تئوری موسیقی. تهران: نشر چشمه.
۳. مزینانین. محمد علی. (۱۴۰۴). بررسی فواصل به کار برده شده (برده بندی) بر روی دسته‌ی ساز سه‌تار با رسم گرافیکی. تشریح فواصل مهم در موسیقی کلاسیک ایرانی و ذکر روابط ریاضی. مجله آنلاین گفتگوی هارمونیک. <https://www.harmonytalk.com/>
۴. سیحون. هوشنگ. (۱۳۹۱). مصاحبه دکتر علی فراستی با مهندس هوشنگ سیحون. روزنامه شرق.
۵. انجیری استرکی. امیر. (۱۳۹۲). رساله ریتم در موسیقی. تهران: انتشارات دستان.
۶. تیورک. لُرف. (۱۳۹۹). عناصر موسیقی. ترجمه‌ی سید احمدیان. علیرضا. تهران: انتشارات موسسه‌ی فرهنگی هنری ماهور.
۷. برنستاین. لئونارد. (۱۳۹۲). تجزیه و تحلیل موسیقی برای نوجوانان. ترجمه کمال پورتراب. مصطفی. تهران: نشر زاوش.
۸. کیمی ین. راجر. (۱۳۹۷). درک و دریافت موسیقی. ترجمه. یاسینی. حسین. تهران: نشر چشمه.
۹. توکل. احسان. (۱۴۰۰). بازگشت به اصل، فنون یک زبان موسیقایی. گفتگو با رضا والی. تهران: نشر کارگاه موسیقی.
۱۰. طلایی. داریوش. (۱۳۹۴). تحلیل ردیف. تهران: نشر نی.
۱۱. آنتونیادس. آنتونی سی. (۱۳۹۹). بوطیقای معماری. ترجمه. آی. احمد رضا. تهران: نشر سروش جلد دوم.
۱۲. سراج. حسام الدین. (۱۳۹۰). از گذر گل تا دل، تهران: نشر نیستان هنر.
۱۳. جمعی از نویسندگان. (۱۳۶۹). معماری و موسیقی. تهران: نشر فضا.
۱۴. تخمچیان. علی. نژاد ابراهیمی. احمد. (۱۳۶۹). تعبیر عناصر موسیقی و معماری با زبان مشترک نمونه موردی موسیقی و معماری سنتی ایران. دوفصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات تطبیقی هنر.
۱۵. سمیع پور. تیمن و سیدیان. سیدعلی. (۱۳۹۴). شکل‌گیری فضا در اثر پیوند مفهومی «موسیقی-ریاضی» و معماری. مطالعه‌ی موردی: جلوخان و آسمانه گنبدخانه مسجد شیخ لطف الله اصفهان. فصلنامه پژوهش‌های معماری اسلامی / شماره پانزدهم / تابستان ۱۳۹۶ / سال پنجم.
۱۶. بکان. علی. (۱۴۰۰). نگاه و نقدی ساختاری و محتوایی به مقاله «شکل‌گیری فضا در اثر پیوند مفهومی «موسیقی-ریاضی» و معماری (مطالعه موردی: جلوخان و آسمانه گنبدخانه مسجد شیخ لطف الله اصفهان). مجله هنر و تمدن شرق سال نهم. شماره ۳۳. پاییز ۱۴۰۰.
۱۷. رسولی. سید مهدی و احمدی. حامد. (۱۴۰۲). باز خوانش عمل‌کرد موسیقی و ماهیت آن به شکل موسیقی منجمد در معماری. فصلنامه رویکردهای نوین در علوم پایه فنی و مهندسی. سال ششم شماره ۲۱. تابستان ۱۴۰۲.
18. https://www.iiiwe.com/article/architecture/hoshang_seihoon.
19. <https://architizer.com/blog/inspiration/collections/expressionist-music-spaces/>.
20. Irina Mayatskaya*, Batyr Yazyev, and Svetlana Yazze (Harmony and disharmony as the architectural appearance features of the city) E3S Web of Conferences 281, 02004 (2021).
21. (Lyons, Arthur, (2010). Materials for Architects and Builders. Fourth edition Published by Elsevier).