

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۱/۲۱

تاریخ پذیرش نهایی: ۹۱/۴/۱۱

اتابک الیاسی<sup>۱</sup>، آرش آرامش نژاد<sup>۲</sup>

### شیوه‌های بکارگیری مجموعه‌های صوتی در موسیقی آتنال<sup>۳</sup>

#### چکیده

ایجاد روش‌های نوین برای هدایت اصوات موسیقایی که با سیستم‌های قدیمی به‌جا مانده از دوره‌های کلاسیک و رمانتیک متفاوت باشد، همواره دغدغه اصلی آهنگ‌سازان قرن بیستم بوده است. تلاش برای رسیدن به صداهندگی جدید برای بیان مواردی که زائیده این قرن بوده‌اند باعث شده است که سیستم‌های تازه‌ایی از طرف آهنگ‌سازان ایجاد شود و در خلق آثار بکار برده شوند. بعضی از این روش‌ها با استقبال گسترده‌تری از طرف آهنگ‌سازان و شنوندگان آثار موسیقی مواجه شده‌اند. یکی از این روش‌ها که در ابتدای قرن بیستم رواج یافت و سپس بعد از جنگ دوم جهانی دوباره مورد توجه قرار گرفته است، ایجاد ساختارهایی از اصوات براساس ایجاد مجموعه‌های صوتی بوده است. به کمک این سیستم، آزادی عمل گسترده‌ایی در اختیار آهنگ‌ساز قرار می‌گیرد تا بتواند افکار خود را در قالب اثر موسیقایی بیان کند. ایجاد ساختارهای پایه‌ایی یک اثر مثل موتیف‌ها یا بافت همراهی به دور از نگرانی بابت رعایت قوانین هارمونی یا کنترپوان اجازه می‌دهد که مسیر ساخت یک قطعه موسیقی از مسیر خلاقیت آهنگ‌ساز بگذرد. میانی مجموعه‌های صوتی امکان گسترش اثر را در اندازه‌های بزرگ فراهم می‌کند. این مهم، همواره از دغدغه‌های اصلی آهنگ‌سازان است چراکه با بیشتر شدن مدت زمان یک اثر کنترل موارد مختلف و ایجاد رابطه منطقی بین آنها عموماً به یک چالش جدی بدل می‌شود. مقاله‌ایی که پیش‌رو دارید کوشش می‌کند که به زبان ساده قوانین ساختار مجموعه‌ها را بررسی کند.

**کلیدواژه‌ها:** ساختار مجموعه‌ها، مفهوم مجموعه، فرم اولیه، مجموعه‌های مادر، تغییرناپذیرها، ارتباطات مکمل

۱. مدیر گروه آهنگ‌سازی دانشکده موسیقی دانشگاه هنر، استان تهران، شهر تهران (نویسنده مسئول)

E-mail: Elyasi@art.ac.ir

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد آهنگ سازی دانشکده موسیقی دانشگاه هنر، استان تهران، شهر تهران

E-mail: Arasharameshnezhad@yahoo.com

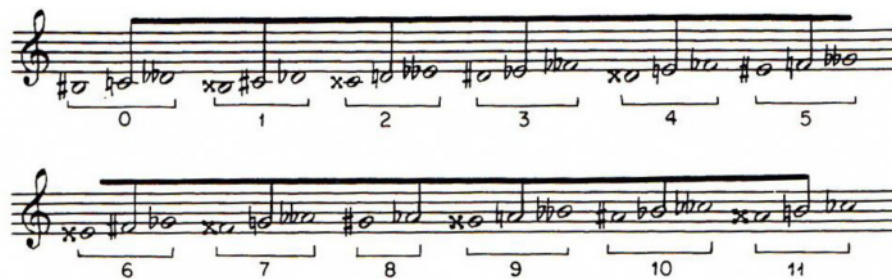
۳. این مقاله برگرفته از پایان نامه آرش آرامش نژاد با همین عنوان به راهنمایی آقای اتابک الیاسی در دانشکده موسیقی دانشگاه هنر است.

### مقدمه

کوشش برای ایجاد یک چهارچوب تئوریک به نام ساختار مجموعه‌ها تلاشی برای آنالیز آثاری بوده است که با سیستم تنال و یا ۱۲ نت سرریل امکان‌پذیر نبوده است. ساخت این آثار از نیمه اول قرن بیستم آغاز شده است و عموماً بدون آنکه این آثار بررسی شوند، صرفاً زیر یک عنوان کلی یعنی آتنال طبقه‌بندی شده‌اند. از آهنگ‌سازان مکتب دوم وین گرفته تا آهنگ‌سازان همدوره‌شان مانند *استراوینسکی* یا *آیزن‌هاور* یا *اسکریابین*، این گونه آثار به چشم می‌خورد. در ادامه کوشش بر این بوده است که با شناخت مفهوم مجموعه و روابط بین مجموعه‌ها راه بهتری برای درک این گونه آثار باز شود.

### عضوهای یک مجموعه

مفهوم عضو در موسیقی آتنال زمانی تعریف می‌شود که دربارۀ دوازده نت کروماتیک صحبت می‌شود. وجود گام دوازده نتی در محدوده یک اکتاو بدین معناست که هر دوازده عضو مختلف برای حضور در یک مجموعه [۱] امکان حضور دارند و اینکه می‌توان برای هر کدام از آنها عددی را تعریف کرد که اعداد سمبل اعضای یک مجموعه باشند.

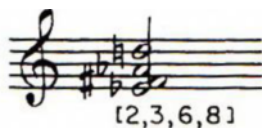


مثال ۱. شماره اعضا

همانطور که در مثال بالا ملاحظه می‌شود نت‌های کروماتیک به همراه آنهارمونیک‌هایشان به وسیله شماره‌های عددی از همدیگر متمایز شده‌اند. شماره‌های ۰ تا ۱۱، شماره هر عضو را تعیین می‌کنند و به نام شماره اعضا شناخته می‌شوند. مثلاً شماره ۷ مربوط به یکی از نت‌های فا دوپل دیز یا سل یا لا دوپل بمل می‌شود. باید توجه داشت که این شماره‌گذاری‌ها مفاهیمی همچون رجیستر صدا یا تمبر صوتی یا مدت زمان و دیگر نشانه‌ها را مشخص نمی‌کنند.

### مفهوم مجموعه

هرگاه تعدادی عضو در کنار همدیگر در ساخت یک آکورد یا یک فراز ملودیک شرکت کنند تشکیل یک مجموعه می‌دهند. اعضای یک مجموعه را در داخل براکت می‌گذارند و با کما از هم جدا می‌کنند.



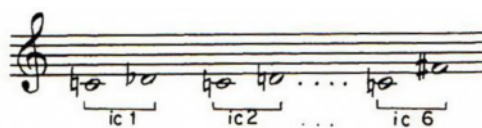
مثال ۲

عضوهایی که از گام کروماتیک گرفته می‌شوند تا مجموعه‌ها را شکل دهند به ۲۲۰ حالت مختلف می‌توانند در کنار یکدیگر قرار گیرند. همانطور که در مثال شماره ۲ مشاهده می‌شود ترتیب نوشتن شماره‌ها ربطی به اینکه صداها از بم به زیر قرارگیرند یا برعکس ندارند. ترتیب نوشتن اعداد در یک مجموعه از کوچک‌ترین عدد به بزرگ‌ترین است که از چپ به راست نوشته می‌شود. به این ترتیب نوشتن، فرم طبیعی یک مجموعه می‌گویند. برای خود مجموعه نیز یک عدد در نظر گرفته می‌شود که تعداد عضوه‌های مجموعه را تعیین می‌کند. به این عدد [۲] کاردینال نامبر (Cardinal number) گفته می‌شود که می‌تواند بین ۱ تا ۱۲ بر اساس گام کروماتیک تعریف شود.

### اسامی مجموعه‌ها

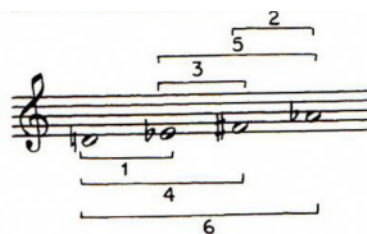
همانطور که پیشتر اشاره شد ۲۲۰ مجموعه مختلف وجود دارد که هر کدام تعداد اعضای متفاوتی دارند. همه این ۲۲۰ حالت مختلف در یک جدول به نمایش درآمده‌اند که در آن مجموعه‌ها به وسیله شماره کاردینال خود از هم جدا می‌شوند. مجموعه‌هایی که تعداد عضوه‌های یکسانی دارند نیز در یک دسته دوباره به ترتیب شده‌اند که این بار هم اعداد آنها را از هم متمایز می‌کنند. به این [۳] اعداد (Ordinal number) یا عدد ترتیبی گفته می‌شود.

اسامی مجموعه‌ها به وسیله cardinal و ordinal number تعریف می‌شوند. بنابراین، هنگامی که مجموعه ۳-۹ مثال زده می‌شود منظور نهمین مجموعه سه عضوی درون جدول است. بعضی از مجموعه‌ها درون خود حرف Z را به همراه دارند مثلاً 4-Z15 که نشان می‌دهد منظور پانزدهمین مجموعه چهار عضوی در جدول است. اما حرف Z معنای ویژه‌ای دارد. برای دست یافتن به آن ابتدا باید مفهوم شماره فاصله‌ای تعریف شود. اختلاف عددی بین اعدادی که نتها را مشخص می‌کنند شماره فاصله‌ای نامیده می‌شود. شماره فاصله‌ای بین اعداد ۱ تا ۶ محدود می‌شود. اعداد ۶ تا ۱۲ وارونه اعداد قبلی هستند و به همین دلیل حذف شده‌اند.



مثال ۳

مجموعه‌هایی می‌توانند حرف Z را به همراه داشته باشند که از هر فاصله‌ای حداقل یکی را درون خود داشته باشند. یعنی باید بتوان از فاصله ۱ تا ۶ را بین اعضایشان محاسبه و پیدا کرد. به مثال زیر توجه کنید که مجموعه 4-Z15 را به نمایش می‌گذارد.

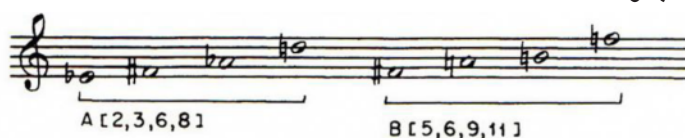


مثال ۴

در بین مجموعه‌های چهارتایی فقط دو مجموعه چنین خاصیتی را دارند، 4-Z15 و 4-Z29. برای نمایش شماره فواصل یک مجموعه از یک ردیف عددی شش تایی استفاده می‌شود که از سمت چپ به راست خوانده می‌شود و اولین عدد نشان دهنده تعداد فاصله‌های یکم موجود در مجموعه است و آخرین عدد تعداد فواصل ششم موجود در مجموعه را مشخص می‌کند. برای نمونه، شماره فواصل مجموعه‌های 4-Z15 و 4-Z29 شبیه به هم و بدین شکل است. [۱۱۱۱۱۱] که نشان می‌دهد این دو مجموعه از هر فاصله‌ای، یکی درون خود دارند.

### مجموعه‌های جابه‌جا شده همسان

در مثال زیرین دو مجموعه A و B با همدیگر همسان و برابر 4-Z15 هستند. در واقع مجموعه B جابه‌جا شده مجموعه A است.



مثال ۵

به مجموعه‌های مثال بالا [۴]مجموعه‌های یکسان یا Ordered Set نیز می‌گویند چرا که اولین عضو مجموعه B سه شماره بالاتر از اولین عضو مجموعه A است. دومین عضو مجموعه B سه شماره بالاتر از دومین عضو مجموعه A است و به همین ترتیب روند کار به شکل منظم ادامه می‌یابد. اما مجموعه‌های دیگری نیز وجود دارند که از نظر جابه‌جایی همسان هستند اما [۵] غیر یکسان یا Un ordered Set هستند. به مثال زیر توجه کنید:

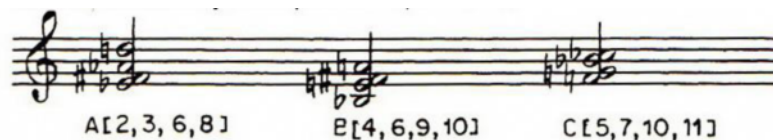


مثال ۶

مجموعه B از طریق جابه‌جایی با مجموعه A همسان است اما یک‌به‌یک از الگوی مجموعه A تبعیت نمی‌کنند. مجموعه B به اندازه سه شماره بالاتر از مجموعه A قرار دارد. عدد جابه‌جایی را با t نمایش می‌دهند و در این مورد بدین شکل نوشته می‌شود: t=۳

### مجموعه‌های وارونه شده همسان

مثال زیر مجموعه‌های همسانی را نشان می‌دهد که یکی، وارونه شده دیگری است:



مثال ۷

اعداد ۰ تا ۱۲ که گام کروماتیک را نشان می‌دهند از شماره ۶ روی هم تا می‌شوند و برابر همدیگر قرار می‌گیرند.

۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶

هر جفت از اعداد درون یک ستون وارونه همدیگر هستند. بنابراین، مجموعه‌های A و B در مثال پیشین وارونه هم هستند:

A:	۲	۳	۶	۸
B:	۱۰	۹	۶	۴

مجموعه C نیز جابه‌جا شده مجموعه B است با  $t=1$ .

### فرم اولیه

فرم اولیه [۶] یکی از ابزارهای مناسب برای مقایسه مجموعه‌ها با یکدیگر است. برای به دست آوردن فرم اولیه ابتدا باید مجموعه را به شکل نرمال درآورد یعنی کوچک‌ترین عدد در سمت چپ قرار می‌گیرد و به ترتیب به سمت راست افزایش می‌یابد، آنگاه آن را به صورتی جابه‌جا می‌کنیم که اولین عدد سمت چپ برابر صفر شود. به این کار، کاهش به عدد صفر، گفته می‌شود. مجموعه‌هایی که فرم اولیه یکسان داشته باشند باهم برابر هستند. مثلاً مجموعه  $A: [۲, ۳, ۶, ۸]$  را در نظر بگیرید که در حالت نرمال خود قرار گرفته است. کل مجموعه را از عدد ۲ کم می‌کنیم تا بدین صورت درآید:  $[۰, ۱, ۴, ۶]$  و این فرم اولیه مجموعه A است. حال مجموعه دیگری را در نظر بگیرید:  $B: [۶, ۷, ۱۰, ۱۲]$  و این مجموعه نیز در حالت نرمال خود قرار دارد. آن را از عدد ۶ کم می‌کنیم تا کاهش، به عدد صفر برسد، چنین نتیجه‌ای حاصل می‌شود:  $[۰, ۱, ۴, ۶]$  و این همان فرم اولیه مجموعه قبلی است. پس مجموعه‌های A و B باهم برابر هستند.

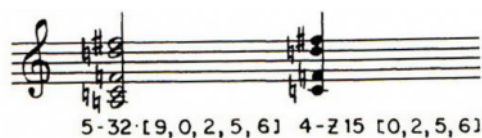
### ارتباط مجموعه‌های مادر و زیرمجموعه‌ها

این نوع ارتباط یکی از انواع جالب ارتباطات در آثار آتنال است. برای مثال، مجموعه 4-Z15 از ۴ عضو تشکیل شده است.  $[۲, ۳, ۶, ۸]$  و می‌توان گفت که [۷] مجموعه 4-Z15 چهار زیر مجموعه تک عضوی دارد.



مثال ۸. زیرمجموعه‌های سه عضوی 4-Z15

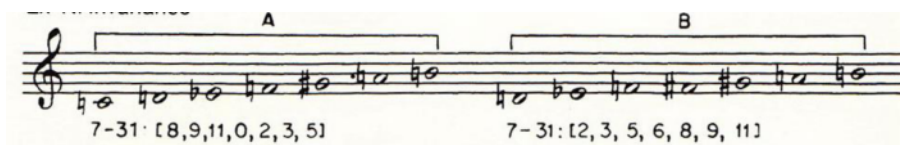
همانطور که در مثال بالا دیده می‌شود مجموعه 4-Z15 چهار زیر مجموعه سه عضوی دارد. همانطور که مجموعه 4-Z15 دارای زیرمجموعه است، خود این مجموعه زیر مجموعه‌ایی برای مجموعه‌هایی با تعداد عضوهای بیشتر است. مثال بعدی مجموعه ۵-۳۳ را نشان می‌دهد که مجموعه 4-Z15 را درون خود دارد. در واقع مجموعه ۵-۳۳، مجموعه مادر برای 4-Z15 است.



مثال ۹. 4-Z15 زیرمجموع زیرمجموعه ۳۲-۵

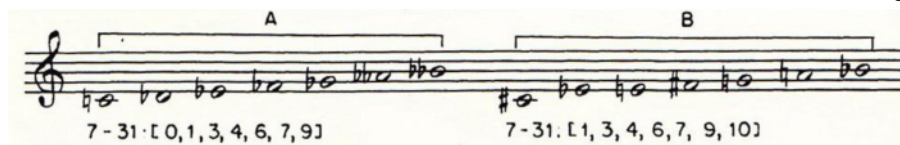
### تغییرناپذیرها

پیشتر به دو موضوع جابه‌جایی مجموعه‌ها و وارونه کردن آنها اشاره شد. در جریان یکی از این دو فرایند ممکن است تعدادی از اعضای مجموعه‌ها بدون تغییر باقی بمانند. به این مفهوم [۸] تغییرناپذیرها گفته می‌شود. مثال پایین مجموعه ۷-۳۱ را بررسی می‌کند.



مثال ۱۰. تغییرناپذیرها

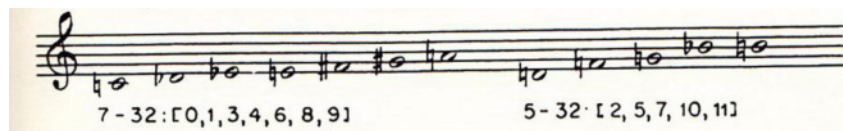
شکلی از مجموعه ۷-۳۱ که با B مشخص شده است جابه‌جا شده A با  $t=6$  است. در نتیجه این جابه‌جایی شش عضو بدون تغییر باقی مانده‌اند. شماره‌های ۸، ۹، ۱۱، ۲، ۳، ۵ شامل این حالت می‌شوند.



مثال ۱۱. تغییرناپذیرها به همراه وارونگی

همانطور که در این مثال دیده می‌شود مجموعه B، شش عضو را بدون تغییر در خود نگه داشته است. این مجموعه [۹] وارونه شده و سپس جابه‌جا شده مجموعه A است با  $t=10$ . در آثار آنتال بخش‌های تغییرناپذیر معمولاً پیش از استفاده از اصل مجموعه‌ها کاربری دارند.

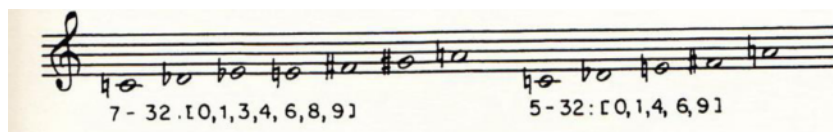
### ارتباطات مکمل



مثال ۱۲. مجموعه‌های مکمل

در این مثال ابتدا مجموعه ۷-۳۲ آورده شده است و سپس پنج عضوی که در این مجموعه حضور ندارند با نام ۵-۳۲ نشان داده شده است. در واقع، مکمل [۱۰] یک مجموعه، مجموعه‌ای است که از اعضای غایب در مجموعه اصلی تشکیل شده باشد. توجه داشته باشید که اسامی این مجموعه‌ها همانند یکدیگر است. مثلاً ۷-۳۲ مکمل ۵-۳۲ است یا ۸-Z15 مکمل 4-Z15 است. هریک از جفت‌های مکمل می‌توانند که جابه‌جا یا وارونه شوند و این گستردگی زیادی را ایجاد می‌کند. هرگاه بر اثر

جابه‌جایی یا وارونگی حالتی پیش آید که مجموعه بزرگ‌تر مکمل خود را درون خود داشته باشد بدان شکل، جاسازی شده یک مکمل گفته می‌شود.



مثال ۱۱. مکمل جاسازی شده

همانطور که می‌بینید تمامی اعضای ۳۲-۵ درون مجموعه ۳۲-۷ دیده می‌شود. ۳۲-۷ مکمل بزرگ‌تر و ۳۲-۵ مکمل کوچک‌تر هستند. مجموعه‌های شش عضوی که ارتباط  $Z$  نداشته باشند خودشان مکمل خودشان هستند. برای مثال، مکمل مجموعه ۲۷-۶ خود همین مجموعه می‌شود. در مورد مجموعه‌هایی شش عضوی که ارتباط  $Z$  دارند چون دارای تعداد اعضای یکسانی هستند مکملی ندارند بلکه به ترتیب لیست فرم‌های اولیه، مجموعه‌های دارای ارتباط  $Z$  را که در یک راستا قرار گرفته‌اند را مکمل همدیگر می‌دانیم. مثلاً مجموعه ۶-Z12 و 6-Z41 در یک راستا قرار دارند و آنها را مکمل همدیگر فرض می‌کنیم.

### مجموعه مخلوط K و Kh

یک [۱۱] مجموعه مخلوط در واقع، گروهی از زیرمجموعه‌ها و مجموعه‌های مادر در ارتباط با دو مجموعه مکمل را شامل می‌شود. به هرکدام از این دو مجموعه مکمل مجموعه رابط گفته می‌شود. دو گونه از مجموعه مخلوط وجود دارد: اولی که محدودیت کمتری را دارد و  $K$  نامگذاری شده است و دومی که با محدودیت بیشتر همراه است و  $Kh$  نام دارد. اگر دو مجموعه  $A$  و  $B$  را فرض کنیم که مکمل همدیگر هستند، مجموعه مخلوط  $K$  مجموعه‌ای خواهد بود که تمامی مجموعه‌های مادر و زیر مجموعه‌های مرتبط با  $A$  و  $B$  را شامل می‌شود. برای روشن شدن موضوع مجموعه ۳۲-۵ و مکملش ۳۲-۷ را در نظر بگیرید. مجموعه 6-Z44 مجموعه مادر ۳۲-۵ است. اما این مجموعه زیرمجموعه ۳۲-۷ نیست اما چون با ۳۲-۵ در ارتباط قرار دارد جزئی از مجموعه مخلوط  $K$  است.

اما برای اینکه مجموعه‌ای در ارتباط  $Kh$  با یک جفت مجموعه مکمل قرار بگیرد باید با هر جفت مجموعه ارتباط داشته باشد. برای نمونه، مجموعه ۲۷-۶ زیر مجموعه ۳۲-۷ و همچنین مجموعه مادر برای ۳۲-۵ است. از آنجایی که با هر جفت این مکمل‌ها در ارتباط قرار گرفته پس می‌توان گفت که ۲۷-۶ دارای ارتباط  $Kh$  با مجموعه‌های ۳۲-۵/۳۲-۷ است.

### ارتباطات متشابه

[۱۲] ارتباطات متشابه بین مجموعه‌هایی با تعداد اعضای یکسان برقرار می‌شود و شامل مشابهت در عضوهای مشترک یا فواصل مشترک می‌شود. در نمونه پیش‌رو فرم اولیه و اعداد فاصله‌ای دو مجموعه ۱۶-۵ و ۳۲-۵ باهم مقایسه شده‌اند:

اعداد فاصله‌ایی	فرم اولیه	
[۲۱۳۲۱۱]	[۰,۱,۳,۴,۷]	۵-۱۶
[۱۱۳۲۲۱]	[۰,۱,۴,۶,۹]	۵-۳۲

همانطور که مشاهده می‌کنید هر دو مجموعه اعضای مشترک ۰ و ۱ و ۴ دارند. همینطور هر دو مجموعه یک فاصله دوم، سه فاصله سوم و دو فاصله چهارم دارند.

### نتیجه‌گیری

با توجه به آنچه در این مقاله درباره‌اش سخن گفته شد آشکار است که آهنگسازان تا چه اندازه دست بازی برای انتخاب اصوات و هدایت آنان دارند. آهنگساز می‌داند که چگونه این دانش و فرم در موسیقی را باهم به خدمت بگیرد تا آنچه مدنظر اوست برآورده شود. رویکرد دوباره آهنگسازان بعد از جنگ‌های جهانی به این سیستم نشان می‌دهد که مجموعه‌های نئی ظرفیت‌های بالایی برای خلق اثر دارند. در آثار آهنگسازان بزرگی همچون بریتن، شوستاکوویچ، اشنیتکه، لوتوسلافسکی می‌توان استفاده گسترده‌ای از تکنیک مجموعه‌ها مشاهده کرد. آماده کردن اصوات جدید به‌عنوان یکی از مصالح مهم کار آهنگسازی چیزی است که این روش به شکل شایسته‌ای در اختیار آهنگساز قرار می‌دهد.

### پی‌نوشت‌ها

۱. مجموعه : Pitch Class Set
۲. تعداد اعضای یک مجموعه: Cardinal Number
۳. اعداد ترتیبی : Ordinal Number
۴. مجموعه‌های یکسان : Ordered Set
۵. مجموعه‌های غیر یکسان : Un Ordered Set
۶. فرم اولیه : Prime Form
۷. مجموعه مادر و زیر مجموعه: Super set and Subset
۸. تغییرناپذیرها : invariant
۹. مجموعه وارونه و جابجا شده : Inversion Set and Transfer by
۱۰. مجموعه‌های مکمل : The Complement of Pitch Class Set
۱۱. مجموعه مخلوط : Set Complex
۱۲. ارتباطات متشابه : Similarity Relations

### منابع

- Forte, Allen, 1973, *The Structure of Atonal Music*, Yale University Press  
Copyright, ISBN: 978-0-300-02120-2
- Understndg Post-Tonal Music, University of Cincinnati McGraw-Hill Higher education, Copyright,  
2008, ISBN: 978-0-07-293624-7