فصلنامهٔ علمی مطالعات هنر و زیباشناسی

دورهٔ چهارم، شمارهٔ۱۱، بهار ۱۴۰۳

بررسی نسبت فواصل گام‌های بالقوهٔ چهارگاه و مقایسه آن با مدل‌های مطبوعیت فواصل

سیّد حسین میثمی[۱]، فرزاد حسین آبادی[۲]

۱. دانشیار دانشگاه هنر ایران (نویسنده مسئول)

۲. کارشناس ارشد آهنگسازی دانشگاه هنر ایران

چکیده

این تحقیق در پی بررسی فواصل موسیقی دستگاهی ایران براساس مدل‌های مطبوعیت است. نبود فواصل مشخّص از یک سو و ملاحظات هارمونیک از سوی دیگر نیاز به اشل‌های دقیق‌تری را سبب شده‌است. در یک اجرای گروهی، به دلیل ثابت و دقیق نبودن فواصل، نوازندگان با اختلاف محسوسی به اجرای نغمات می‌پردازند که این مسئله در قطعات چندصدایی سبب تجمیع خطاها شده و نمود بیشتری می‌یابد. ایجاد گام‌های بالقوه با فواصل کسریِ مشخص، می‌تواند به‌عنوان راهکاری باعث جلوگیری از اختلافات اجرایی شود؛ همچنین بدین‌صورت، میزان مطبوعیتِ میان نغمات، قابل سنجش‌خواهد بود. روش تحقیق به‌صورت تحلیلی–تطبیقی بوده و مطالعهٔ موردی اشل چهارگاه است. با بهره جستن از مطالعات گذشته و براساس مفهوم محدودیت، برای اشل چهارگاه شش گام بالقوه با فواصل کسریِ مشخص و با محدودیّت‌های سه، پنج، هفت، یازده و سیزده در نظرگرفته شده‌است. این گام‌ها بر طبق دو مدل از نظریه‌های مطبوعیت فواصل با نام‌های بی‌نظمی هارمونیک و مدل فاستِر که براساس رویکرد فیزیکی، فیزیولوژیکی، صداروانشناختی و موسیقایی بنا شده‌اند، مورد ارزیابی قرارگرفته‌اند. براساس نتایج به دست آمده، در هردو روش، گام بالقوهٔ چهارگاه شمارهٔ ۳ با محدودیّت هفت و با فواصل ۱۵/۱۴، ۷/۶، ۱۶/۱۵، ۹/۸، ۱۵/۱۴، ۷/۶ و ۱۶/۱۵ بیشترین میزان مطبوعیت را دارا بوده‌است.

واژه‌های کلیدی: دستگاه چهارگاه، فواصل موسیقی ایرانی، گام بالقوه، مدل‌های مطبوعیت، میکروتنالیته.

[1] . meysami@art.ac.ir
[2] . farzadh888@gmail.com

مقدمه

در موسیقی ایرانی، تاکنون رویکرد مبتنی بر چندصدایی بر طبق معیارهای مختلفی مورد بررسی قرارگرفته‌است. افرادی مانند مهدی برکشلی شروع به انجام تحقیقاتی در زمینهٔ فواصل موسیقی ایرانی کرده‌اند. با وجود این، تا به امروز مسائل حل نشده همچنان وجود دارد. به‌طور نمونه، می‌توان به مقدار دقیق فواصل در دستگاه‌های مختلف اشاره کرد. در یک اجرای گروهی، هریک از نوازندگان با اختلاف محسوسی به اجرای نغمات می‌پردازند که اگر چنانچه پس از مدّتی این نغمات به یک ساز غالب (معمولاً سنتور) همگرا شوند، این همگرایی لزوماً بهترین گزینهٔ ممکن برای نوازندگان و شنوندگان نخواهد بود. نمونهٔ دیگر وجود پرده‌بندی‌های با اختلاف قابل ملاحظه در بین نوازندگان برجسته است. در این خصوص، هرمز فرهت نظریه‌ای را با نام "فواصل انعطاف‌پذیر" مطرح کرده و در آن به گونه‌ای از فواصل خنثی اشاره کند که مقدار عددی آن‌ها مابین ۱۲۵ تا ۱۴۵ سِنت نوسان دارد (فرهت, ۱۳۸۸) درصورتی‌که براساس همین نظریه، استفاده از فاصلهٔ ۱۲۵ سنت از لحاظ میزان توافقات هارمونیک با فاصلهٔ ۱۴۵ سنت نتیجهٔ یکسانی در پی نخواهد داشت و از طرف دیگر این فواصل خنثی، در دستگاه‌های مختلف مقادیر گوناگونی را برمی‌گزینند (به‌طور نمونه می‌توان به فاصلهٔ خنثی در شور و ابوعطا اشاره‌کرد). حال چنانچه براساس چنین فواصل متغیّری، قطعه‌ای به‌صورت چندصدایی با ملودی‌هایِ هم‌زمان ساخته شود، امکان بروز ناهماهنگیِ بیشتر، وجود داد.

بررسی دقیق‌تر فواصل موسیقی دستگاهی ایرانی و یافتن گام‌های بالقوه‌ی متناسب با آن، نه تنها به طبقه‌بندی دقیق‌تر موسیقی ایرانی کمک خواهد کرد؛ بلکه به جهت بررسی‌های هارمونیکی نیز مهم به نظر می‌رسد. همچنین این گام‌ها می‌توانند به‌عنوان پیشنهاد معیاری برای نظام دادن به فواصل موسیقایی به‌کار روند. هدف تحقیق، ایجاد گام‌های بالقوهٔ مشخص، دقیق و متناسب با فواصل موسیقی ایرانی است؛ به‌گونه‌ای که از منظر میزان مطبوعیت نیز قابل بررسی باشند. روش تحقیق به‌صورت تحلیلی–تطبیقی بوده و مطالعهٔ موردی، اشل چهارگاه است. فواصل کلی اشل چهارگاه براساس ردیف‌های متداول و تحقیقات گذشته، گردآوری شده؛ بر روی آن‌ها براساس نظریه‌های مطبوعیّت فواصل تحلیل‌های مشخص انجام گرفته‌است و در نهایت خروجی‌ها ارزیابی شده‌اند. پرسش‌های تحقیق بدین‌گونه‌اند: ۱– بر چه اساس می‌توان گام بالقوه‌ای با فواصلِ کسری متناسب برای دستگاه چهارگاه انتخاب کرد؟ ۲– فواصل هر گام بالقوهٔ منتخب، چه هارمونی‌هایی ایجاد کرده و براساس کدام مدل مطبوعیت، ارزیابی بهتری دارد؟

پیشینه تحقیق

فواصل موسیقی ایرانی

مهدی برکشلی در سال ۱۳۴۲ شمسی به انجام آزمایش‌هایی جهت اندازه‌گیری نغمات موسیقی ایرانی پرداخت. به عقیدهٔ وی فواصل موسیقی ایرانی با تقریب قابل قبولی با دانگ گام فیثاغورثی تطابق دارد. درصورتی‌که در ادامه به فواصلی مانند ۱۵/۱۴ و ۱۰/۹ و... اشاره می‌کند که به‌راحتی قابل تفسیر، تطبیق و یا تعدیل با فواصل این گام نیست (برکشلی & معروفی, ۱۳۸۹). داریوش طلائی در کتاب نگرشی نو به تئوری موسیقی ایرانی، چهار دانگ شور، دشتی، چهارگاه و ماهور را منشأ شکل‌گیری اشل‌های دستگاه‌های موسیقی ایرانی می‌داند. وی همچنین به تعدیل فواصل اشاره کرده و خاستگاه آن را انتقال دانگ‌ها می‌داند. براین اساس، چهاردانگ فوق به فواصلِ با نسبت‌های ربع پرده‌ای متعادل می‌شوند. او همچنین سیر جلورفتِ هر دستگاه از بم‌ترین به زیرترین نغمه را براساس الگوی چهاردانگ گفته شده به تصویر کشیده‌است (طلائی، ۱۳۷۲). هرمز فرهت در سال ۱۳۸۰ نغمات را در دو گروه با فواصل نسبتاً ثابت و فواصل انعطاف‌پذیر تفکیک کرده‌است. وی فواصل گروه دوم را میانگین‌گیری کرده و عددی به آن‌ها نسبت داده‌است. براین اساس، فواصل به پنج گروه نیم پرده (۹۰ سِنت)، تن خنثیِ کوچک (حدوداً ۱۳۵ سِنت)، تن خنثیِ بزرگ (حدوداً ۱۶۰ سِنت)، تمام پرده (۲۰۴ سِنت) و تُن اضافی (۲۷۰ سِنت) طبقه‌بندی شده‌اند. او در ادامه براساس این فواصل، الگوی پرده‌بندی مشخصی برای تار و سه‌تار در نظر گرفته‌است. به عقیدهٔ وی هیچ‌گونه سیستمِ گامی در موسیقی امروزی ایران وجود ندارد و هر گوشه در چهارچوب یک تتراکورد یا پنتاکورد شکل می‌گیرد (فرهت، ۱۳۸۸). سید عباس معارف تحقیقاتی برروی کتاب شرح الادوار نوشتهٔ صفی‌الدین اُرموی انجام داده‌است. صفی الدین در قرن هفتم ه.ق پرده‌بندی خاصی را معرفی می‌کند. این‌طور به نظر می‌رسد که تشتّت آراء نزد موسیقیدانان عصر ارموی شدّت گرفته و لذا وی براساس دانسته‌های خود و جهت همبستگی و توافق موسیقیدانان، گامی مشخص ارائه کرده‌است. در این گام تعدادی از فواصل حذف و یا به نزدیک‌ترین صدا همگرا شده‌اند. این گام که بر طبق گام فیثاغورثی تبیین شده‌است، اُکتاو را به ۱۷ قسمت نامساوی تقسیم می‌کند، به‌طوری‌که یک ذی الکل، با در کنار هم قرارگیری فواصل لیما (۲۵۶/۲۴۳) و کما (۵۳۱۴۴۱/۵۲۴۲۸۸) ساخته می‌شود (معارف, ۱۳۸۳).

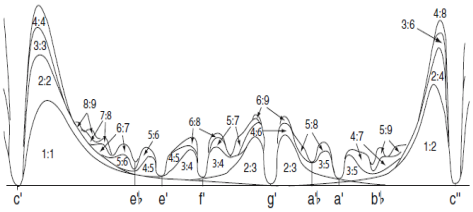
چندصدایی در موسیقی ایرانی

علی‌نقی وزیری فواصل موسیقی ایرانی را در قالب گام تعدیل شدهٔ ۲۴ قسمتی تعریف کرده‌است. وی براساس الگوی تعدیلات موسیقی اروپایی درصدد یافتن آکوردهایی مطابق با اشل‌های دستگاه‌های موسیقی ایرانی بوده‌است (وزیری، ۱۳۹۱). یکی از تفاوت‌های موسیقی اروپایی با موسیقی ایرانی در این است که خاستگاه اشل‌های صوتی تعدیل نشدهٔ موسیقی اروپایی با فواصل دقیقی مشخص بوده و میزان خطای موجود در هر نغمهٔ گام‌های تعدیل شده نسبت به نغمهٔ مشابه اشل تعدیل نشده قابل اندازه‌گیری‌است. برخلاف آن، درخصوص موسیقی ایرانی چنین نیست و فواصل به‌صورت دقیق مشخص نبوده و یا دست‌کم توافق جمعی بر آن وجود ندارد. از طرف دیگر، موسیقی ایران براساس تعداد دستگاه‌های موجود دارای مُدهای به مراتب بیشتر و گوناگونی است که شاید نتوان به‌راحتی دربارهٔ همهٔ آن‌ها به یک نتیجه‌گیری کلی و به یک سیستم تعدیل مساوی یکسانی دست یافت.

محمدتقی مسعودیه به بررسی جنبهٔ هارمونیکی موسیقی نواحی ایران پرداخته‌است. وی چندصدایی حاصله را به شش گروه تقسیم می‌کند. او در ادامه می‌نویسد: *"برخورد یا ترکیب دو صدای مختلف بدین صورت، ناشی از هته‌روفونی است و این دوصدا نسبت به هم به‌هیچ‌وجه در رابطهٔ هارمونیک یا آکوردی قرار ندارند. برخورد دو صدا یا ترکیبات چندصدایی در هته‌روفونی غیرقابل پیش‌بینی است و به علّت اجرای انتزاعی ملودی توسط دو اجراکننده تصادفاً تحقّق می‌یابد و از این رو چندصدایی یا پولیفونی به حساب نمی‌آید"* (مسعودیه، ۱۳۷۷، ۹۵). عاطفه عین‌علی و سیّد حسین میثمی در مقاله‌ای، راهکاری برای هارمونیزه کردن بر مبنای ساختار دستگاه سه‌گاه پیشنهاد داده‌اند. ایشان در مقدمهٔ مقاله می‌نویسند: *"[...] ساخت آکورد براساس میکروتن‌های بزرگ‌تر از نیم پرده و کوچک‌تر از یک پرده امکان‌پذیر است؛ زیرا در هارمونیک‌های طبیعی این میکروتن‌ها وجود دارد و برای گوش بیگانه نیست."* (عین علی & میثمی, پاییز و زمستان ۱۳۹۶, ص. ۱۱۷).

مدل‌های مطبوعیت فواصل

مدل‌های مطبوعیتِ فواصل روش‌هایی هستند که با استفاده از رویکردهای فیزیکی، فیزیولوژیکی، صداروانشناختی و تئوری موسیقی به بررسی فواصل موسیقیایی می‌پردازند. حاصل نظریه‌های محقّقین نمودارهایی است که میزان مطبوعیّت میان نغمات را نشان می‌دهد. روش کار افراد با یکدیگر متفاوت بوده؛ لذا خروجی نمودارها نیز با یکدیگر تفاوت‌هایی دارد. هِرمان هلمهولتز[1] محقّق آلمانی مدل خود را براساس پدیدهٔ ضربان صوتی پایه‌ریزی کرده‌است. هنگامی که دو نغمه خالص (با سری هارمونیک پایه) با اختلاف کم (به‌طور مثال ۳۰۰ و ۳۰۱ هرتز) به صدا درآیند، به دلیل منطبق نشدن دقیق موج سینوسی آن‌ها ضربان صوتی با تناوب مشخص (در این مثال ۱ ضربان در ثانیه به‌صورت صدایی واو مانند) ایجاد می‌شود. مشخصاً ضربان‌های آرام به‌صورت ملایم و خوشایند درک می‌شود و ضربان‌های سریع، زبر و آزاردهنده نمود می‌کند. چنانچه فاصلهٔ دو نغمه از هم‌صدا کم‌کم فاصله گرفته (مانند دو نت ویلن هم‌کوک که یکی ثابت و دیگری به سمت منطقهٔ زیرتر حرکت کند) زبری صوتی[2] نظیربه‌نظیرِ هریک از فراهنگ‌ها از صفر به بیشینهٔ خود (۳۳ هرتز) رسیده و سپس از مقدار آن کاسته می‌شود. جمع کل زبری دو نغمه برابر با جمع زبری فراهنگ‌های نظیربه‌نظیر آن‌دو است. هلمهولتز نامطبوعیت یک فاصله و میزان زبری صوتی آن دو را با یکدیگر مرتبط دانسته و نموداری بر این اساس بر روی گام کوک خالص ارائه می‌دهد (تصویر ۱) (Helmholtz, 1875).



تصویر ۱. نمودار زبری صوتی هلمهولتز(Sethares, 2005, p. 88)

در سال ۱۹۶۵ میلادی پِلامپ و لِوِت[3] به پدیدهٔ پهنای باند بحرانی[4] پرداخته‌اند. مقدار این پهنای باند بحرانی در فرکانس‌های پایین تقریباً ثابت (حدود ۱۰۰ هرتز) بوده و با افزایش فرکانس، بیشتر می‌شود. دو محقّق، آزمایشی درخصوص مکانیزم شنوایی جهت تشخیص میزان مطبوعیت فواصل موسیقایی ترتیب داده‌اند. برای ۸۸ داوطلب مرد با سنّ ۲۰ سال نغمه‌های خالصی (بدون فراهنگ‌ها) پخش شده و سپس میزان مطبوعیّت آن نغمات پرسیده می‌شود. برطبق نتایج به دست آمده، هنگامی که دو نغمهٔ خالص دقیقاً با یکدیگر کوک یکسانی داشته باشند، میزان تداخل حداقل است. با افزایش اختلاف فرکانسی، تداخل به‌صورت ناگهانی افزایش می‌یابد تا در نقطه‌ای حدود ۱/۴ پهنای باند بحرانی به بیشینهٔ خود برسد. محقّقین براین‌اساس به نموداری از میزان مطبوعیّت فواصل نغمات دست‌یافتند. البته که آزمایش‌های انجام گرفته برروی نغمهٔ خالص و بدون هارمونیک انجام گرفته است؛ اما این افراد متذکر شده‌اند که به دلیل آن‌که یک صوت هارمونیک از فراهنگ‌های با ضرایب فرکانسی مشخص ساخته شده‌است، میزان نامطبوعیت دو صوت هارمونیک را می‌توان با جمع کردن (برهم نهی) اختلالات ناشی از پهنای باند بحرانی یک‌به‌یک این فراهنگ‌ها به‌دست آورد. پِلامپ و لِوِلت در محاسبات خود از سری هارمونیک اول تا ششم استفاده کرده‌اند (تصویر۲) (Plomp & Levelt, 1965).

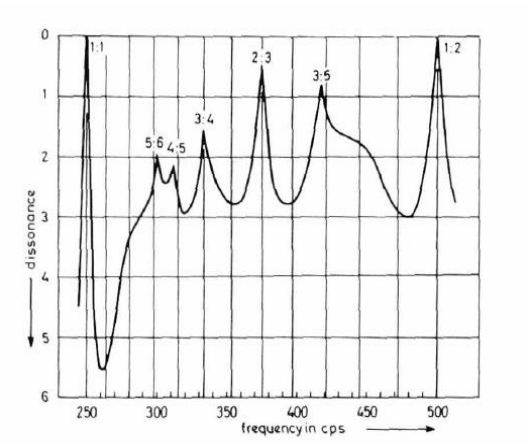
---

[1] . Hermann von Helmholtz (1821-1894)

[2] . Roughness

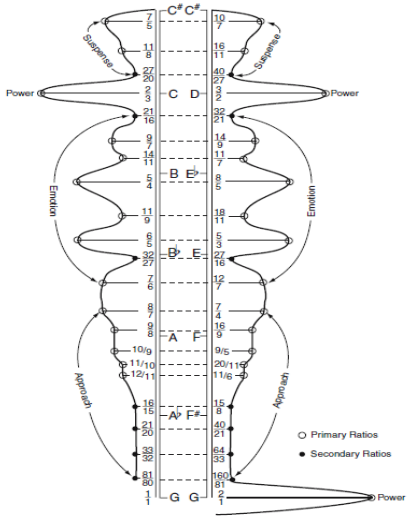
[3] . R Plomp and W.J.M Levelt

[4] . Critical Bandwidth ۴، هنگامی‌که دو نغمه، کوک نزدیکی با یکدیگر داشته باشند، دو تحریک انجام گرفته در قسمتی از اندام شنوایی (Basilar Membrane) عضوی قیفی شکل درون گوش داخلی که وظیفهٔ دریافت ارتعاشات صوتی را برعهده دارد. هنگامی که یک نغمه به گوش می‌رسد، بسته به فرکانس‌های آن، قسمت‌های مختلفی از این عضو را تحریک می‌کند. فرکانس‌های بالا (نغمه‌های زیرتر) توسط قسمت باریک‌تر و فرکانس‌های کمتر (نغمه‌های بم‌تر) توسط قسمت ضخیم‌تر این عضو تحریک شده و تشخیص داده می‌شود) همپوشانی داشته و در دریافت درستِ گوش خلل وارد می‌کند. به ناحیهٔ فرکانسی که در آن ناحیه این اختلال شروع می‌شود، پهنای باند بحرانی گفته می‌شود (Sethares, 2005) .



تصویر ۲. نمودار نامطبوعیت پلامپ و لِوِلت (Plomp & Levelt, 1965, p. 556)

هَری پارچ[1] در کتاب خود مفهومی با نام محدودیّت[2] را معرفی کرده‌است. وی براساس این تعریف، گام ۴۳ قسمت نامساوی که بسط یافتهٔ گام کوک خالص است را ارائه می‌کند. در این گام از محدودیّت ۱۱ استفاده شده‌است. پارچ ابداعاتی در زمینهٔ ساخت سازهای مرتبط با این نظام نیز انجام داده و براساس نظریه و گام ۴۳ نغمه‌ای خود یک نمودار مطبوعیت[3] ترسیم کرده‌است (تصویر ۳). برطبق این نمودار، فواصل یک اکتاو به چهار گروه ناحیه قدرت[4]، ناحیه تعلیق[5]، ناحیه احساسات[6] و ناحیه آستانه[7] تقسیم شده‌است. میزان مطبوعیت هر نقطه از نمودار، به‌صورت نسبی و کیفی بوده و عددِ مشخّصِ کمّی جهت اندازه‌گیری ارائه نشده است (Parch, 1974).

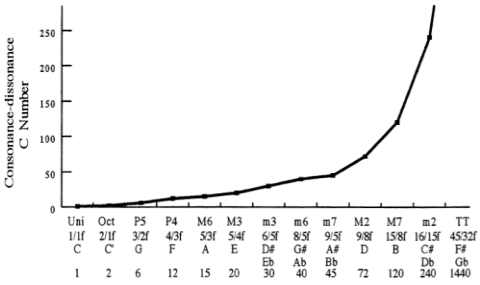


تصویر ۳. نمودار مطبوعیت هری پارچ(Parch, 1974, p. 155)

کمپل دی. فاستِر[8] میزان مطبوعیت فواصل را با حاصل‌ضرب صورت و مخرج آن‌ها در ارتباط مستقیم می‌داند و تابعی با نام C به صورت زیر تعریف می‌کند:

C=r*r’

r و r’ به ترتیب صورت و مخرجِ نسبتِ کسریِ فاصله‌ای دو صوت هستند. مطابق با این نظریه هرچه مقدار C کمتر باشد، آن فاصله مطبوع‌تر خواهد بود (Foster, 1995). به‌طور نمونه عدد مطبوعیت برای فاصله پنجم درست باتوجه به نسبت ۳/۲ برابر ۶ و این عدد برای فاصله تمام پرده با نسبت ۹/۸ برابر ۷۲ است. مطابق با تصویر با پیچیده‌تر شدن نسبت فاصله‌ای دو نغمه، به میزان زیادی از مطبوعیت آن فاصله کاسته می‌شود.



تصویر ۴. تابع مطبوعیت فاستِر (Foster ،۱۹۹۵)

بی‌نظمی هارمونیک[9]، مدل متأخّری بوده که بر پایهٔ پدیدهٔ صوت مجازی بنا شده‌است. هنگامی‌که یک مجموعه نغمهٔ خالصِ سینوسی به گونه‌ای به صدا درآیند که نتوان پایه هارمونیک مشخصی برای آن‌ها یافت، سیستم شنوایی انسان، این پایه را به‌صورت مجازی در مغز

---

[1] . Harry Partch (1901-1974)

[2] . Limit، محدودیّت، بزرگ‌ترین عدد اولی است که باعث تشکیل یک فاصلهٔ کسری می‌شود (به‌طور مثال فاصلهٔ ۱۲/۱۱ از محدودیّت ۱۱ ساخته شده‌است). بزرگ‌ترین عدد اولی که باعث ساخت فواصل یک گام می‌شود نیز معرّف محدودیّت آن گام است (به‌طور نمونه گام کوک خالص از محدودیّت پنج و گام فیثاغورثی از محدودیّت سه ساخته شده‌است).

[3] . نمودار مطبوعیت هری پارچ One-Footed Bride نام دارد.

[4] . Power

[5] . Suspense

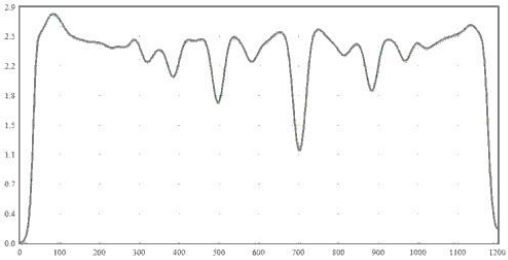
[6] . Emotion

[7] . Approach

[8] . Campbell D.Foster

[9] . Harmonic Entropy (HE)

می‌سازد. ترهارد[1] و همکارانش تحقیقاتی در این زمینه انجام داده‌اند[2] (Sethares, 2005). برهمین اساس چنانچه گوش به‌راحتی رابطهٔ عددی میان دو صوت را بیابد (به عبارت دیگر الگوی سری هارمونیک بر روی قسمتی از این توده منطبق گردد) و صدای پایهٔ هارمونی به‌صورت مجازی در مغز ساخته شود، دو صوت مطبوع تلقّی می‌شود و چنانچه این تشخیص سخت و گیج‌کننده باشد، دو صوت نامطبوع خواهند بود. بر طبق تئوری فوق، میزان عدم قطعیت از الگوی هارمونیک، مقدار نامطبوعیت را تعیین می‌کند. پاول اِرلیچ[3] از این مفهوم جهت کمّی‌سازی میزانِ مطبوعیتِ فواصلِ موسیقیایی استفاده کرده‌است (Erlich, 1997). تصویر این توزیع را در طول یک اکتاو نمایش می‌دهد.



تصویر ۵. نمودار نامطبوعیت بی نظمی هارمونیک (HE) بر حسب سنت، برگرفته از سایت: http://www.mikebattagliamusic.com

بدنه تحقیق

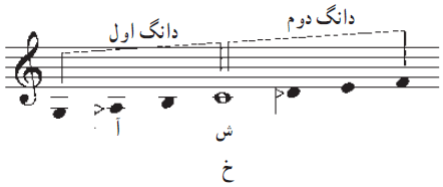
امروزه شیوهٔ آوانگاری اکثر ردیف‌های موجود براساس گام ۲۴ قسمت مساوی (TET24) است که می‌توان آن را مرتبط با نظریهٔ علی‌نقی وزیری دانست. در گذشته اندازه‌گیری فواصل به این‌گونه مرسوم نبوده‌است و امروزه نیز برخی از این فواصل ربع پرده‌ای رعایت نشده، به‌طوری‌که نوازنده‌ها بعضاً به هنگام نواختن هر دستگاه، تغییراتی در پرده‌بندی خود می‌دهند. سیاوش بیضایی در این‌باره می‌نویسد:

"با توجه به اینکه پرده، نیم پرده، ربع پرده، ثلث پرده، سه ربع پرده و دیگر فواصل ریزپرده‌ای میکروتنال[4] در سیستم‌های صوتی طبیعی (تعدیل نشده) اندازه‌های متغیری دارند، باید توجه داشت که این اصطلاحات تنها به‌طور آزادانه و تقریبی و برای سهولت در نام‌گذاری و روشن ساختن برخی مفاهیم تئوریک به کار می‌روند..." (بیضایی، ۱۳۸۱، ۱۱۴).

براین اساس در طول سده‌های اخیر، موسیقیدانان در هر دستگاه از اشل‌هایی که دارای فواصل نزدیک (اما نه یکسان) به فواصلی که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرد، بهره می‌برده‌اند؛ چه بسا این فواصل برطبق کوک‌های گوناگون و برروی سازهای مختلف تغییر کرده و بسته به‌راحتی اجرا و میزان حساسیّت گوش نوازنده و یا خواننده تغییر کرده‌است[5]. هرمز فرهت نیز قائل به ثابت نبودن پرده‌بندی در سازهای ایرانی است (فرهت، ۱۳۸۸، ۳۶).

بنابر توضیحات بالا، می‌توان نغمات استفاده شده برای ایجاد فضای صوتی یک دستگاه را مانند ابری تصوّر کرد که نوازندگان و خوانندگان نقطه‌ای از این ابر را برای هر نغمه خود برمی‌گزینند. لذا جمع انتخاب‌های آن‌ها، گام معینی ایجاد می‌کند که محتملاً با نوازنده و یا خوانندهٔ دیگر یکسان نبوده؛ اما فضای نسبتاً آشنای آن دستگاه را به گوش شنونده می‌رساند. براین اساس گام‌های بالقوهٔ متعدّدی برای هر دستگاه، قابل تعریف است؛ اما از منظر چندصدایی، تعداد محدودی از این گام‌ها مطبوع و قابل استفاده هستند. میزان مطبوعیت هر اشل براساس مدل‌های مطبوعیت قابل بررسی، اندازه‌گیری و رتبه‌بندی است. برخی دستگاه‌ها دارای یک گام بالقوه و برخی دیگر که دارای گوشه‌های متعددی بوده، دارای گام‌های بالقوهٔ بیشتری هستند. بنیهٔ دانگ‌های موسیقی ایران بنابر نظر محقّقین از تعداد معدودی جزء فاصله تشکیل شده است. سعید کردمافی این فواصل را در قالب چهار گروه بقیه (ب)، مجنّب (ج)، طنینی (ط) و مستزاد (ه) طبقه‌بندی کرده‌است. وی اشاره می‌کند که نام این فواصل در گذشته «ثلاثه لحنیه» نام داشته و فاصلهٔ مستزاد بعداً توسط قطب الدین شیرازی به این سه فاصله اضافه شده‌است (کردمافی، ۱۳۹۰). براساس فواصل گام صفی‌الدین و دیگر موسیقیدانان متأخّر می‌توان حدود گستره این چهار فاصله را بدین صورت طبقه‌بندی نمود: ۱- بقیه: هر فاصله کوچک‌تر از ۲۵۶/۲۴۳ (لیما)، ۲- مجنّب: فاصله مابین ۲۵۶/۲۴۳ و ۹/۸، ۳- طنینی: فاصله تقریباً برابر با ۹/۸ و ۴- مستزاد: فاصله بیشتر از ۹/۸.

در این تحقیق اشل مُد دستگاه چهارگاه از دستگاه‌های هفت‌گانه مورد بررسی قرارگرفته‌است. فواصل این اشلِ با شاهد "دو" براساس کتاب مبانی نظری و ساختار موسیقی ایرانی در تصویر آمده‌است.



تصویر ۶. اشل چهارگاه دو (کمال پورتراب، و غیره، ۱۳۹۱، ص. ۵۶)

---

[1] . Terhard et al

[2] . برای مثال ساعت وستمینستر (Westminster quarters) در هر پانزده دقیقه ملودی را اجرا می‌کند که از هارمونی‌های غیر از پایه ساخته شده است. سه صدای با فرکانس ۷۸۰، ۱۰۴۰ و ۱۳۰۰ هرتز به وضوح یک سری هارمونیک را تشکیل نمی‌دهند. در حالی‌که همین سه صدا، به ترتیب اجزای هارمونیکی سوم، چهارم و پنجم صوت با فرکانس پایه ۲۶۰ هرتز هستند. گوش انسان تلاش می‌کند با بازسازی صوت مجازی پایه، رابطه‌ای میان این اصوات ایجاد کند (Sethares, 2005, p. 91).

[3] . Paul Erlich

[4] . Microtonal

[5] . چنانچه در مطالعات برکشلی و دورینگ نیز این تفاوت فواصل و پرده‌بندی‌ها مشهود است (دورینگ، ۱۳۸۹) (برکشلی و معروفی، ۱۳۸۹).

ردیف میرزاعبدالله به تصحیح طلایی، میرزا عبدالله به تصحیح دورینگ و میرزاحسینقلی به تصحیح پیرنیاکان نیز از اشل مشابه (تصویر ۶) استفاده کرده‌اند. (طلایی, ۱۳۸۷)، (دورینگ, ۱۳۸۹)، (پیرنیاکان, ۱۳۸۸). در ردیف صبا نیز همین فواصل با شاهدهای "لا" و "ر" موجود است. (صبا, ۱۳۸۶). در تصویر ۷ فواصل کلی و تقریبی (براساس نظریهٔ ربع پرده‌ای وزیری) هر نغمه نسبت به نغمهٔ قبل از خود آمده‌است.

تصویر ۷. فواصل تقریبی اشل چهارگاه "دو"

سعید کردمافی نیز از دانگ چهارگاه به‌عنوان یکی از هفت دانگ اصلی تشکیل‌دهندهٔ ساختار مدال موسیقی ایران نام برده و فواصل آن را به‌صورت ج، ه، ب (از راست به چپ) می‌داند. (کردمافی, ۱۳۹۰). طلایی نیز به چنین دانگی که یکی از چهار دانگ بنیادی است اشاره می‌کند (طلائی, ۱۳۷۲). برخی از محقّقین مانند مجید کیانی فواصل تتراکورد چهارگاه را به‌صورت ج، ط، ج در نظر گرفته‌اند (کیانی, ۱۳۹۳) و (علیزاده, ۱۳۷۹).

برای ساخت گام بالقوهٔ چهارگاه می‌توان برای هر یک از سه فاصلهٔ دانگ چهارگاه، برطبق میزان بازهٔ مجاز هر فاصله لحنی که پیش‌تر گفته شد، نغمه‌هایی با مقادیر مشخص انتخاب کرده و یک فاصلهٔ طنینی در میان آن دو دانگ، قرار داد. در این تحقیق تفاوت گام بالقوه و اشل صوتی در کسری و مشخص بودن هر فاصله در گام بالقوه است؛ درصورتی‌که اشل از فواصل تقریبی (مانند تصویر و تصویر) ساخته‌شده‌است.

اشل چهارگاه به دلیل داشتن دو دانگ با فواصل مشابه، از نوع همگن (اسعدی, ۱۳۸۲) است. بیشتر گوشه‌ها در گروه اشل‌های ثانویه (اشل مشابه و با ایست و شاهد گوناگون) و یا اشل انتقالی (اشل مشابه از درجه‌ای غیر از شاهد درآمد) قرار می‌گیرند (اسعدی, ۱۳۸۲). لذا در این دستگاه نیاز به استفاده از بستر صوتی و یا گام بالقوه‌ای با بیش از هفت نغمه نیست و می‌توان هر گوشه را جزئی از گام بالقوهٔ هفت نغمه‌ای با شاهد مشخص درنظرگرفت که معمولاً در آن از نغمات کمتر از یک اکتاو استفاده شده‌است. در تابلوی دستگاه چهارگاه که توسط طلائی رسم شده نیز می‌توان اشل گوشه‌های گوناگون چهارگاه را انتقال‌یافتهٔ اشل درآمد دانست (طلائی, ۱۳۷۲, ص. ۵۱). برای بررسی فواصل موسیقی ایرانی در نظر گرفتن یک سیستم بسته به مثابه یک گام، چهارچوب مشخصی ایجادکرده که در این چهارچوب می‌توان گوشه‌های مختلف را مورد ارزیابی هارمونیکی قرار داد؛ اما چنانچه براساس نظریه‌های دیگر که توالی فواصل موسیقی ایرانی را بیش‌اکتاوی، کم‌اکتاوی و یا حتی بدون گام در نظر می‌گیرند نیز می‌توان میزان مطبوعیت نغمات را با این شیوه بررسی کرد.

گام‌های بالقوهٔ متناسب با اِشل چهارگاه

براساس اشل چهارگاه (جدول)، شش گام بالقوه با درنظر گرفتن دانگ مشخص چهارگاه (ج، ه، ب یا ج، ط، ج) در نظر گرفته‌شده‌است.

جدول ۱. حالات شش‌گانه از گام‌های بالقوه‌ی چهارگاه دو (کسر – سِنت[1])

چهارگاه	محدودیّت	واحد	دو	ر کرن	می	فا	سل	لا کرن	سی	دو
۱	۳	کسر تار	۲۴۳/۲۵۶	۱۶۳۸۴/۱۹۶۸۳	۲۴۳/۲۵۶	۸/۹	۲۴۳/۲۵۶	۱۶۳۸۴/۱۹۶۸۳	۲۴۳/۲۵۶
		سنت تجمعی	۹۰۰٫۲	۴۰۷٫۸	۴۹۸٫۰	۷۰۲٫۰	۷۹۲٫۲	۱۱۰۹٫۸	۱۲۰۰٫۰
۲	۵	کسر تار	۱۵/۱۶	۶۴/۷۵	۱۵/۱۶	۸/۹	۱۵/۱۶	۶۴/۷۵	۱۵/۱۶
		سنت تجمعی	۱۱۱٫۷	۳۸۶٫۳	۴۹۸	۷۰۲	۸۱۳٫۷	۱۰۸۸٫۳	۱۲۰۰٫۰
۳	۷	کسر تار	۱۴/۱۵	۶/۷	۱۵/۱۶	۸/۹	۱۴/۱۵	۶/۷	۱۵/۱۶
		سنت تجمعی	۱۱۹٫۴	۳۸۶٫۳	۴۹۸	۷۰۲	۸۲۱٫۴	۱۰۸۸٫۳	۱۲۰۰٫۰
۴	۱۱	کسر تار	۱۱/۱۲	۶/۷	۲۱/۲۲	۸/۹	۱۱/۱۲	۶/۷	۲۱/۲۲
		سنت تجمعی	۱۵۰٫۶	۴۱۷٫۵	۴۹۸	۷۰۲	۸۵۲٫۶	۱۱۱۹٫۵	۱۲۰۰٫۰
۵	۱۱	کسر تار	۱۱/۱۲	۴۸/۵۵	۱۵/۱۶	۸/۹	۱۱/۱۲	۴۸/۵۵	۱۵/۱۶
		سنت تجمعی	۱۵۰٫۶	۳۸۶٫۳	۴۹۸	۷۰۲	۸۵۲٫۶	۱۰۸۸٫۳	۱۲۰۰٫۰
۶	۱۳	کسر تار	۱۲/۱۳	۷/۸	۱۳/۱۴	۸/۹	۱۲/۱۳	۷/۸	۱۲/۱۴
		سنت تجمعی	۱۳۸٫۶	۳۶۹٫۷	۴۹۸٫۰	۷۰۲٫۰	۸۴۰٫۵	۱۰۷۱٫۷	۱۲۰۰٫۰

گام‌های بالقوهٔ چهارگاه ۴ و ۵ هردو دارای محدودیت ۱۱ بوده؛ اما تفاوت آن‌ها در نغمهٔ "می" و "سی" است. چهارگاه ۶ نیز از محدودیّت ۱۳ جهت ساخت فواصل استفاده شده و با داشتن فاصله‌ی مستزادِ ۸/۷ به چهارگاه قدیم نزدیک‌تر است.

براساس جدول ۱، به دلیل وجود محدودیّت‌های مختلفِ سه، پنج، هفت، یازده و سیزده، در هریک از گام‌های بالقوه، کیفیّت صوتی مشخص و متفاوتی ایجاد خواهد شد. برای بررسی میزان مطبوعیت فواصل هر گام، از مدل‌های مطبوعیت فواصل بهره گرفته‌شده‌است. در این میان، روش‌های هِلمهولتز و پِلامپ–لِوِلت به دلیل استفاده از محدودیّت پنج، فقط می‌توانند چهارگاه ۱ و ۲ را مورد بررسی قرار دهند. نمودار هری پارچ نیز به‌صورت نسبی، کیفی و براساس محدودیّت ۱۱ ترسیم شده‌است. لذا در این تحقیق از دو مدل بی‌نظمی هارمونیک و فاسترِ برای مقایسه شش گام فوق استفاده‌شده‌است.

تعیین مطبوعیت براساس مدل بی نظمی هارمونیک (HE)

عدم قطعیت مفهومی آماری و بی‌نظمی هارمونیک مدل آماری است که برای بررسی مقدار عدم قطعیت پدیده‌های آماری مورد استفاده قرار می‌گیرد. به میزانی که صوت حاصله توسط سیستم شنوایی/ مغزی با یک سری هارمونیک منطبق شود، مطبوع‌تر شنیده خواهدشد. این مدل دارای متغیّرهای انحراف معیار (s)، یک ثابت (a) و مقدار جامع آماری (N) است که در این تحقیق این مقادیر به ترتیب s=1%، a=1.0 و N=1000 در نظر گرفته شده‌اند. سری مورد استفاده نیز "سری تِنی[2]" است.

در جدول 3 به‌طور نمونه میزان نامطبوعیت نغمهٔ "سُل" با بقیهٔ نغمه‌ها برای چهارگاه شمارهٔ ۲ آمده‌است. ستون دوم از چپ، مجموع

[1] . Cent، واحد اندازه‌گیری فاصله صوتی است. هر اکتاو از ۱۲۰۰ سنت تشکیل می‌شود.

[2] . Tenney Series

عدد مطبوعیت هر نغمه با نغمات دیگر را نشان می‌دهد. ستون اول از سمت چپ معرّف همان مجموع اما به‌صورت وزنی و با اوزان‌های سه برای فواصل چهارم و پنجم (کوارتال[1] و کوییِنتال[2])، دو برای فواصل سوم و ششم (تیرس[3]) و یک برای فواصل دوم و هفتم (سِکوندال[4]) است. بر طبق نمودار HE، هرچه مقدار خروجی کمتر باشد، فاصله مطبوع‌تر خواهدبود.

جدول 3- مقدار نامطبوعیت نغمه "سُل" با بقیه نغمات چهارگاه شماره‌ی ۲ بر طبق روش HE

نغمه	سل	لا کرن	سی	دو	ر کرن	می	فا	سل	مجموع	مجموع هارمونیک
نسبت با سُل	۱	۱۵/۱۶	۴/۵	۳/۴	۴۵/۶۴	۳/۵	۹/۱۶	۱/۲		
سِنت تجمعی	۰	۱۱۲	۳۸۶	۴۹۸	۶۱۰	۸۸۴	۹۹۶	۱۲۰۰		
مقدار نامطبوعیت (HE)	۰٫۵۳	۳٫۵۵	۲٫۴۴	۱٫۹۴	۳٫۱۰	۲٫۰۷	۳٫۳۳	۰٫۹۰	۱۷٫۶۵	۳۲٫۰۳

با بررسی یک‌به‌یک هر نغمه با بقیه نغمات در هر گام بالقوه میزان نامطبوعیّت آن نغمه به‌دست می‌آید. میزان نامطبوعیت کل یک گام بالقوه، جمع مقدار نامطبوعیت هر نغمه (هر یک از جداول مانند جدول 3) از آن گام است (جدول 4). همچنین به‌مانند جمع وزنی هر نغمه، جمع وزنی کل یک گام نیز با دادن ضرایب تأثیر متفاوت به هر درجه بر حسب اهمیت آن تعریف می‌شود.

جدول 4- مقدار کل نامطبوعیت هر یک از گام‌های بالقوهٔ چهارگاه بر طبق روش HE

چهارگاه	محدودیّت	مجموع کل	مجموع کل با ضریب هارمونیک	مجموع کل با ضریب درجات	مجموع کل با ضریب درجات و هارمونیک
۱	۳	۱۲۷٫۲۴	۳۳۰٫۶۱	۲۷۵٫۳۰	۴۹۶٫۷۵
۲	۵	۱۲۱٫۱۷	۲۱۸٫۵۷	۲۵۸٫۷۷	۶۶۴٫۶۲
۳	۷	۱۲۰٫۶۴	۲۱۷٫۸۱	۲۵۷٫۹۳	۶۶۳٫۱۲
۴	۱۱	۱۳۱٫۲۸	۲۳۹٫۷۴	۲۸۲٫۶۰	۵۱۴٫۳۷
۵	۱۱	۱۲۶٫۰۱	۲۳۱٫۹۹	۲۶۸٫۶۶	۴۹۰٫۸۳
۶	۱۳	۱۲۸٫۵۵	۲۳۶٫۶۲	۲۷۴٫۰۸	۵۰۱٫۴۰

ستون سوم از سمت چپ جدول ۳، (مجموع کل)، مجموع اعداد مطبوعیتِ (ستون دوم از سمت چپ جدول ۲) هریک از هفت نغمهٔ هر گام را نشان می‌دهد. ستون چهارم از سمت چپ (مجموع کل با ضریب هارمونیک)، از مجموع اعداد مطبوعیت هارمونیک هریک از هفت نغمه (ستون اول از سمت چپ جدول 3 که معرّف مطبوعیت با در نظر گرفتن وزن هارمونیک هر فاصله است) حاصل شده‌است. ستون پنجم از سمت چپ جدول ۳ (مجموع کل با ضریب درجات)، مجموع اعداد مطبوعیّت (ستون دوم از سمت چپ جدول ۲) به‌صورت وزنی برای تأثیر بیشتر درجات اصلی گام است و ستون ششم از سمت چپ جدول ۳ (مجموع کل با ضریب هارمونیک و ضریب درجات اصلی) نیز مجموع اعداد ستون اول از سمت چپ جدول ۲ برای هر یک از هفت نغمه به‌صورت وزنی برای تأثیر بیشتر درجات اصلی گام محاسبه شده‌است. براساس نتایج جدول فوق، برطبق تئوری بی‌نظمی هارمونیک، چهارگاه شمارهٔ ۳ مطبوع‌تر از بقیه چهارگاه‌هاست.

تعیین مطبوعیت براساس مدل فاستِر

"از لحاظ تاریخی، فواصل موسیقیایی که از جهت فرکانس پایه‌شان دارای نسبت ساده‌تری هستند، مطبوع، نرم یا خوشایند و فواصل با نسبت‌های پیچیده، نامطبوع یا ناخوشایند در نظرگرفته شده‌اند" (Schellenberg & Trehub, 1994).

این گفته با نظریهٔ فاستِر نیز هم‌راستاست. براساس این مدل، با ضرب صورت و مخرج هر فاصله از گام‌های شش‌گانه، میزان مطبوعیت آن‌ها به‌دست می‌آید. برای طبقه‌بندی و تفسیر میزان مطبوعیت در این روش، فواصل موجود در یک اکتاو به شش گروه زیر تقسیم می‌شوند:

۱) فواصل مطبوع کامل: وجه غالب این گروه محدودیّت ۳ است. براین اساس، بیشینه حاصل‌ضرب صورت و مخرج این فواصل برابر ۱۲ است؛ زیرا با این محدودیّت نامطبوع‌ترین فاصله ۴/۳ است. در این گروه فواصل هم‌صدا، اکتاو، پنجم و چهارم[5] درست قرار می‌گیرند (با ضریب تأثیر ۰).

۲) فواصل مطبوع: وجه غالب این گروه محدودیّت ۵ است. براین اساس، بیشینه حاصل‌ضرب صورت و مخرج این فواصل برابر ۲۷ است؛ زیرا مطبوع‌ترین فاصله با محدودیّت ۷، فاصله‌ی ۷/۴ است. (با ضریب تأثیر ۱)

۳) فواصل مطبوع ناقص وجه غالب این گروه محدودیّت ۷ است. براین اساس، بیشینه حاصل‌ضرب صورت و مخرج این فواصل برابر ۶۵ است؛ زیرا مطبوع‌ترین فاصله با محدودیّت ۱۱، فاصلهٔ ۱۱/۶ است. (با ضریب تأثیر ۲)

۴) فواصل نیمه نامطبوع: وجه غالب این گروه محدودیّت ۱۱ است. براین اساس، بیشینه حاصل‌ضرب صورت و مخرج این فواصل برابر ۹۰ است؛ زیرا مطبوع‌ترین فاصله با محدودیّت ۱۳، فاصله‌ی ۱۳/۷ است. (با ضریب تأثیر ۳)

۵) فواصل نامطبوع ناقص: وجه غالب این گروه محدودیّت ۱۳ است. براین اساس، بیشینه حاصل‌ضرب صورت و مخرج این فواصل برابر ۱۵۲ است؛ زیرا مطبوع‌ترین فاصله با محدودیّت ۱۷، فاصله‌ی ۱۷/۹ است. (با ضریب تأثیر ۴)

[1] . Quartal
[2] . Quintal
[3] . Tertian
[4] . Secondal

[5] . علت مطبوع بودن فاصله ¾ (چهارم درست) بنا به گفتهٔ بیضایی شاید در رشته فروهنگ‌ها باشد که توسط پاول هیندمیت نیز بیان شده است (بیضایی، ۱۳۸۱).

۶) فواصل نامطبوع: حاصل‌ضرب صورت و مخرج این فواصل بیشتر از ۱۵۲ است. (با ضریب تأثیر ۵)

به‌طور نمونه جدول 5 میزان مطبوعیت فواصل چهارگاه شمارهٔ 3 را نشان می‌دهد.

جدول 5– میزان مطبوعیت فواصل چهارگاه شمارهٔ 3 بر اساس روش فاستِر

فا						۲
می					۲	۱۲۰
ر کرن				۲	۸۴	۱۲۶۰
دو			۲	۴۲۰	۴۰	۶
سی		۲	۱۲۰	۲۸	۶	۱۴۴۰
لا کرن		۲	۸۴	۱۲۶۰	۶	۱۵۱۲۰
سل	۲	۴۲۰	۴۰	۶	۳۵	۳۰	۷۲
فا	۱۴۴	۳۰۲۴۰	۲۸۸۰	۱۲	۲۵۲۰	۱۴۰	۱
می	۱۵	۱۲۶	۱۲	۲۰	۴۲	۱	
ر بمل	۷۰	۱۲	۵۶	۲۱۰	۱		
دو	۱۲	۲۵۲۰	۱۴۰	۱			
سی	۲۰	۴۲	۱				
لا کرن	۲۱۰	۱					
سل	۱						
نغمه	سل	لا کرن	سی	دو	ر کرن	می	فا

مجموع میزان مطبوعیت کل هر یک از شش گام بالقوه به روش فاستِر در جدول 6 آمده‌است.

جدول 6– مقایسه تعداد و نوع فواصل موجود در گام‌های بالقوه شش‌گانه چهارگاه به روش فاستِر

گام بالقوه	کیفیت فاصله / ضریب / محتونیت	مطبوع کامل	مطبوع	مطبوع ناقص	نیمه نامطبوع	نامطبوع ناقص	نامطبوع	مجموع با ضرایب
		۰	۱	۲	۳	۴	۵	
چهارگاه ۱	۳	۲۲	۰	۰	۱	۱	۲۲	۱۶۷
چهارگاه ۲	۵	۲۲	۶	۶	۱	۵	۱۶	۱۲۱
چهارگاه ۳	۷	۲۲	۳	۹	۴	۴	۱۴	۱۱۹
چهارگاه ۴	۱۱	۲۲	۰	۵	۸	۶	۱۵	۱۳۳
چهارگاه ۵	۱۱	۲۲	۳	۳	۴	۷	۱۷	۱۳۴
چهارگاه ۶	۱۳	۲۲	۰	۵	۲	۶	۲۱	۱۴۵

براساس مدل فاستِر چهارگاه شمارهٔ ۳ دارای بیشترین میزان مطبوعیت است.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، اشل چهارگاه از دستگاه‌های هفت‌گانهٔ موسیقی ایران مورد بررسی قرار گرفته‌است. برطبق الگوی فاصله‌ای آن و براساس تعریف محدودیت، گام‌های بالقوه‌ای با فواصلِ مشخصِ کسری ساخته شده‌اند. مقدار مطبوعیت این گام‌ها با دو نظریهٔ بی‌نظمی هارمونیک و فاستِر اندازه‌گیری و گامی که دارای بیشترین میزان مطبوعیت است، انتخاب شده‌است. از شش گام بالقوهٔ مورد نظر، چهارگاه شمارهٔ ۳ با فواصل ۱۵/۱۴، ۷/۶، ۱۶/۱۵، ۹/۸، ۱۵/۱۴، ۷/۶ و ۱۶/۱۵، برطبق هردو نظریهٔ بی‌نظمی هارمونیک و فاستِر دارای بیشترین میزان مطبوعیت است.

برخلاف آنکه ابتدا به نظر می‌رسد، گام با محدودیت کمتر (سه یا پنج) مطبوعیت بیشتری داشته‌باشد؛ اما چهارگاه با محدودیت هفت بهترین نتیجه را از خود نشان داده‌است. علّت آن را می‌توان در نحوهٔ توزیع مطبوعیت جست‌وجو کرد. چهارگاه‌های با محدودیت سه و پنج به غیر از چند فاصلهٔ بسیار مطبوع، فواصل نامطبوع بیشتری داشته درحالی‌که چهارگاه با محدودیت هفت، میزانی از مطبوعیت میان تمام فواصل توزیع شده‌است.

برای تعیین مطبوعیت یک گام تنها بررسی فاصلهٔ نغمات با نغمهٔ شاهد ملاک نیست؛ چنان‌که نغمهٔ شاهد چهارگاه شمارهٔ ۲ با بقیه نغمات آن به مراتب دارای فواصل مطبوع‌تری نسبت به چهارگاه شمارهٔ ۳ است؛ اما با در نظر گرفتن رابطهٔ میان همهٔ نغمات با یکدیگر، چهارگاه شمارهٔ ۳ مطبوع‌تر شده‌است.

براساس آن‌که فواصل تعدیل شدهٔ ۱۲ قسمتی موسیقی غرب از تعدیل گام کوک خالص با محدودیّت پنج به‌وجود آمده، طبق نتایج فوق، شاید مطبوع‌ترین گزینه برای هارمونیزه‌کردن چهارگاه، استفاده از تعدیل ۱۲ قسمتی نباشد.

چهارگاه شش با محدودیّت ۱۳ که از کوچک‌ترین فاصلهٔ مستزاد (نزدیک به طنینی) ساخته شده، در هردو مدل چندان مطبوع نبوده‌است.

در روش بی‌نظمی هارمونیک یکی از چهارگاه‌های با محدودیت یازده کمترین مطبوعیت را دارد؛ اما در روش فاستِر چهارگاه با محدودیت سه بدترین است. می‌توان دلیل آن را در نحوهٔ ایجاد هریک از دو مدل دانست. نمودار بی نظمی هارمونیک میزان مطبوعیت را به‌صورت پیوسته نشان می‌دهد؛ لذا چنانچه فاصله‌ای با اعداد صورت و مخرج بزرگ‌تر به یک نسبت ساده نزدیک باشد، به میزانی مطبوع در نظر گرفته می‌شود؛ اما در روش فاستر این فاصله نامطبوع تلقی می‌گردد.

در خصوص مُد حصار، به علت یکسان بودن ساختار گام بالقوه و همچنین درجات اصلی تفاوت میزان مطبوعیت با مُد مبنا (درآمد) وجود ندارد. در مورد گوشه‌های با مدالیته ثانویه (اسعدی, ۱۳۸۲)، مانند زابل و مخالف ساختار گام بالقوه یکسان است؛ اما میزان اهمیت درجات تفاوت می‌کند؛ لذا جمع وزنی (هارمونیک) در این قبیل گوشه‌ها براساس میزان اهمیت درجات، متفاوت و قابل بررسی است. همچنین چنانچه در نظر مصنّف، اهمیّت درجات مثلاً دوم و هفتم بیشتر از درجات سوم و ششم باشد، می‌توان ضرایب این درجات را برحسب میزان اهمیّت تعیین نمود. با مشخص شدن فاصلهٔ دقیق میان هریک از نغمات، آهنگساز/ نوازنده می‌تواند براساس میزان مطبوعیت مدنظر خود (که می‌تواند لزوماً بیشترین مطبوعیّت نباشد) از این فواصل استفاده کند.

فهرست منابع

اسعدی، هومان. (۱۳۸۲)، دستگاه به‌عنوان مجموعه‌ای چند مُدی، *فصلنامه موسیقی ماهور*، ۲۲، ۴۳-۵۶.

برکشلی، مهدی و معروفی، موسی. (۱۳۸۹)، *ردیف هفت دستگاه موسیقی ایرانی (همراه با شرح ردیف موسیقی ایران)*، مؤسسه فرهنگی هنری ماهور.

بیضایی، سیاوش. (۱۳۸۱)، سرچشمه ربع پرده در موسیقی ایران، *فصلنامه هنر*، ۵۱، ۱۱۴-۱۳۴.

پیرنیاکان، داریوش. (۱۳۸۸)، *ردیف میرزا حسینقلی به روایت استاد علی اکبر شهنازی*، مؤسسه فرهنگی هنری ماهور.

دورینگ، ژان. (۱۳۸۹)، *ردیف میرزا عبدالله برای تار و سه تار به روایت نورعلی برومند*، تهران: مؤسسه فرهنگی هنری ماهور.

صبا، ابوالحسن. (۱۳۸۶)، *دوره‌های ویلن ردیف ابوالحسن صبا*، (م. وطنیان، تدوین)، تهران: صفی علیشاه.

طلایی، داریوش. (۱۳۸۷)، *ردیف میرزا عبدالله*، تهران: نی.

طلائی، داریوش. (۱۳۷۲)، *نگرشی نو به تئوری موسیقی ایرانی*، تهران: مؤسسه فرهنگی هنری ماهور.

علیزاده، حسین. (۱۳۷۹)، *دستور تار و سه تار دورهٔ متوسطه*، تهران: مؤسسه فرهنگی هنری ماهور.

عین علی، عاطفه و میثمی، سید حسین. (پاییز و زمستان ۱۳۹۶)، ارائه راهکاری برای هارمونیزه کردن بر مبنای ساختار فواصل دستگاه سه گاه، *نشریه هنرهای زیبا – هنرهای نمایشی و موسیقی*، ۱۱۵-۱۲۳.

فارابی، ابونصر. (۱۳۷۵)، *کتاب موسیقی کبیر*؛ ترجمهٔ آ. آذرنوش، تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.

فرهت، هرمز. (۱۳۸۸)، *دستگاه در موسیقی ایرانی*؛ ترجمهٔ م. پورمحمد، تهران: پارت.

کردمافی، سعید. (۱۳۹۰)، بررسی امکانات ترکیب واحدهای نغمگی و ملایمات آکوستیکی آن‌ها در موسیقی ایران. *مجلّه تاریخ علم*، ۱۰، ۱۰۹-۱۳۱.

کمال پورتراب، مصطفی و دیگران. (۱۳۹۱)، *مبانی نظری و ساختار موسیقی ایرانی*، تهران: دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.

کیانی، مجید. (۱۳۹۳)، *هفت دستگاه موسیقی ایران*، تهران: شرکت انتشارات سوره مهر.

مسعودیه، محمدتقی. (۱۳۷۷)، چندصدایی در موسیقی ایران، *نشریه هنرهای زیبا – هنرهای نمایشی و موسیقی*، ۹۵-۱۰۴.

معارف، سید عباس. (۱۳۸۳)، *شرح ادوار صفی الدّین ارموی*. تهران: انتشارات سوره مهر.

وزیری، علی‌نقی. (۱۳۹۱)، *آرمُنی موسیقی ایران*، تهران: سرود.

Erlich, P. (1997, Sep.). The forms of Tonality. Retrieved from Lumma: http://lumma.org/tuning/erlich/

Foster, C. D. (1995). A Consonance Dissonance Algorithm for Intervals. ICMC Proceeding , 587-588.

Harmonic Entropy Calculator. (2019). Retrieved from mikebattagliamusic: http://www.mikebattagliamusic.com/HE-JS/HE.html

Helmholtz, H. L. (1875). On the Sensation of Tones as a Physiological Basis for the Theory of Music. (Alexander J. Ellis, Trans.) London: Longmans, Green, and Co.

Parch, H. (1974). Genesis of A Music. New York: Da Capo.

Plomp, W., & Levelt, R. (1965). Tonal consonance and critical bandwidth. The Journal of Acoustical Society of America, 548-560.

Schellenberg, E. G., & Trehub, S. E. (1994). Frequency ratios and the perception of tone patterns. Psychonomic Bulletin & Review, 191-201.

Sethares, W. A. (2005). Tuning, Timber, Spectrum, Scale. Springer.

Investigating Musical Interval Ratios of the Modes of Châргâh Compared with the Consonance Models

Abstract

Intervals in Persian music has always been a subject of controversy for musicians. In a band performance, due to the inaccuracy of the intervals, the musicians perform with considerable difference, which results in a multiplication of errors. Creating scales with specified fractional intervals prevent differences in performance and can also measure the amount of concordance in polyphonic music. The research method is analytic-comparative. Radif is a collection of melodies that have been gathered from the past. The Radif is made of various parts called Dastgâh. Modes of each Dastgâh are extracted from the available Radifes. Concordance theories are models based on physical, physiological, psychoacoustic and music theory studies. Phenomena such as virtual sound, acoustic roughness, simple ratios and critical bandwidth have been used to construct the models. The result of each model is a graph that shows the amount of concordance at each musical interval. Based on past studies and general intervals of each mode (the usual quarter tones criterion in Radif and allowable range of ancient tonal intervals), scales with specific tones are constructed. These potential scales have been evaluated according to two concordance theories with harmonic entropy names and the Foster model. Among them, the most consonant scale is chosen. The case study for this paper is the mode of Châргâh. The Châргâh is made of two similar tetrachords that can be described as: less than whole tone, more than whole tone, less than whole tone. Châргâh is one of the main Dastgâhs in Radif of Persian music. This mode is also incorporated in Western music and is known as the Double Harmonic. Although this scale can be considered as a tempered Châргâh, in 12 ET, the intervals in the Radif as well as in older texts differ from that. Six scales with specified fractional intervals with limits of 3, 5, 7, 11 and 13 are nominated. Therefore the intervals created are all part of the microtonal intervals. Based on the results, in both methods, the scale of Châргâh no.3 with 7-limit and intervals of 15/14, 7/6, 16/15, 9/8, 15/14, 7/6 and 16/15 have had the most concordance. While at first it seems that a low-limit scale might be more acceptable, the 7-limit Châргâh has yielded the best result. The reason for this may be due to the distribution of consonance rates. At the 7-limit Châргâh some levels of concordance are distributed across all intervals, but the 3 and 5- limit Châргâh are made up of a few very consonant intervals and a large number of relatively dissonant intervals. In the harmonic entropy method, one of the Châргâh with the 11-limit is the least concordance, but in the Foster method the 3-limit is the least. The reason is how each of the two models was created. The harmonic entropy diagram shows the degree of concordance continuously; therefore, if an interval with a large ratio is close to a simple ratio, this method is considered it as a relatively consonance, but in the Foster method this interval is fully dissonance.

Keywords: Consonance models, Châргâh, Microtonality, Persian Musical Interval, Potential Scale.