Pazand Quarterly, vol. 17, No. 63-64-65, Summer-Autumn-Winter 2023-2024, 107-132

Comparison of Language and Music from Neuro-Psycholinguistic Perspective

Shima Nabifar[1]
Zahra Jahanbani[2]

The present study compares the music and the language cognitive systems. The studying these two systems is important in terms of their complexities and helps us understand how the brain and the mind work. In this study, language and music systems are first defined; then, they are compared based on psycholinguistic and neurolinguistic considerations. First, the two systems are compared from the point of view of psycholinguistics in terms of processing (comprehension and learning), the phenomenon of categorical perception, stages of learning and growth, information processing, memory performance, processing levels, and writing systems. The examining the stages of learning language and music in two systems showed that in both, the stages of growth and learning are relatively similar and synchronized. The regarding the information processing system and memory, the syntactic working memory and the phonological loop play an important role in both systems. The comparison of language and music according to different processing levels such as phonetic, syntactic, and semantic levels show that there are common processing paths and factors in the phonetic processing level for language and music, and rhythm in language affects musical rhythm. At the syntactic level, in tonal music, like language, it is possible to consider hierarchical structures/generative theory and the phenomenon of expectancy and structural rules. However, in music, unlike language, tonal hierarchical structures are non-categorical and asymmetric. At the level of meaning, semantic processing in language is mainly related to the conceptual system, but in music, it is related to the system of emotions and feelings. Regarding the comparison of the

[1] Ph.D. in linguistics, Allame Tabatabai University. snabifar3@gmail.com
[2] Ph.D. student in linguistics. Shiraz University. jahanbanizahra5@gmail.com

writing systems of the two systems, the examination of eye movements shows that the time of fixations and the nature of saccades in reading the text and reading notes are different. Finally, from the point of view of neurolinguistic considerations, the two systems have been investigated according to the neurological processing pathways, processing and organization areas in the brain, and disorders related to the two systems. The results show that there may not be a single area for language and music in the brain, but at least some processing and perception areas of music and some areas involved in understanding and language acquisition overlap. However, in addition to some common areas in the brain for processing language and music, there are also some specific neural areas for them. The results of this study, taking into account the psycholinguistic and neurolinguistic considerations, indicate that the two systems have differences but especially similarities. In terms of the general processing and cognitive function of the mind, as well as its neurocognitive function and organization, these differences and similarities can be a way to clarify the issues related to how human cognitive function works.

Keywords: Cognitive system, Language, music, Neurolinguistics, Psycholinguistics

مقایسه زبان و موسیقی از دیدگاه عصب–روان‌شناسی زبان

شیما نبی‌فر[۱]
زهرا جهانبانی[۲]

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

چکیده

در مقاله حاضر قصد بر آن است تا موسیقی و زبان به عنوان نظام‌های شناختی بررسی شود. مقایسه این دو نظام به لحاظ پیچیدگی‌های آن حائز اهمیت است و به شناخت چگونگی عملکرد مغز و ذهن کمک می‌کند. علاوه بر این، مطالعه مقایسه‌ای می‌تواند به عنوان نوعی آزمون جهت ارزیابی نظریه‌های مربوط به چگونگی عملکرد ذهن و در نهایت عملکرد مغز عمل کند و در نتیجه، به لحاظ کاربردی، به حل مسائل آموزش و درمان کمک نماید. در مقاله حاضر، ابتدا تعریف نظام‌های زبان و موسیقی ارائه، سپس دو نظام مذکور بر پایه ملاحظات روان‌شناختی و آنگاه بر اساس پایه‌های عصب‌شناختی مقایسه می‌شوند.

[۱] دکترای زبان‌شناسی همگانی، دانشگاه علامه طباطبایی. snabifar3@gmail.com
[۲] دانشجوی دکتری زبان‌شناسی، دانشگاه شیراز. jahanbanizahra5@gmail.com

در این بررسی، دو نظام زبان و موسیقی از نظر روان‌شناسی‌زبان به لحاظ پردازش (درک و یادگیری)، پدیده ادراک مقوله‌ای، مراحل فراگیری و رشد، پردازش اطلاعات، عملکرد حافظه، سطوح پردازش و نظام‌های نوشتاری بررسی و مقایسه می‌شوند. از نظر ملاحظات عصب‌شناختی نیز دو نظام با توجه به مسیرهای پردازشی عصب‌شناختی، مناطق پردازش و سازمان‌دهی در مغز و اختلالات مربوط به دو حوزه بررسی می‌شوند. نتایج این بررسی با در نظر گرفتن ملاحظات روان‌شناختی و عصب‌شناختی، نشانگر آن است که دو نظام دارای تفاوت‌ها و به ویژه شباهت‌هایی هستند که به لحاظ عملکرد کلی پردازشی و شناختی ذهن و همچنین، عملکرد عصب‌شناختی و سازمان‌دهی آن می‌تواند راه‌گشایی جهت روشن‌شدن مسائل مربوط به چگونگی عملکرد شناختی انسان باشد.

کلیدواژه‌ها: نظام شناختی، زبان، موسیقی، عصب‌شناسی زبان، روانشناسی زبان.

۱– مقدمه

مطالعه زبان به عنوان نظام شناختی از دهه ۹۰ همواره مورد توجه قرار گرفته‌است. پس از انقلاب چامسکی[1] و با شکل‌گرفتن علوم شناختی[2]، زبان به عنوان نظام شناختی پیچیده مطرح شده است که مطالعه آن به درک چگونگی عملکرد ذهن و شناخت انسان کمک می‌کند. در این راستا، همیشه مقایسه زبان با نظام‌های دیگری صورت گرفته است که گاهی به عنوان نظام‌های شناختی مطرح می‌شوند. یکی از این نظام‌ها نظام موسیقی است که در وهله اول به عنوان نظام هنری و رسانه‌ای مطرح می‌گردد، اما به دلیل شباهت‌هایی که به زبان دارد، به‌کرات با زبان مقایسه شده و بارها به عنوان زبان مطرح شده است. در ساختار موسیقی نیز مانند زبان، علاوه بر شباهت‌های صوتی مانند زیر و بمی، واحدهایی مانند جمله، فراز[3] (گروه) و موتیف[4] (نظیر واژه) نیز مطرح می‌شوند. با در نظر گرفتن ملاحظات روان‌شناختی و عصب‌شناختی، بررسی این دو نظام به لحاظ پیچیدگی‌هایی که دارند حائز اهمیت است. از سوی دیگر، مقایسه این دو نظام می‌تواند به شناخت عملکرد مغز و ذهن کمک کند و همچنین به عنوان نوعی آزمون جهت ارزیابی نظریه‌های مربوط به چگونگی عملکرد ذهن و در نهایت عملکرد مغز عمل کند و در نهایت به لحاظ کاربردی به حل مسائل آموزش و درمان کمک نماید. در مقاله حاضر، ابتدا نظام‌های زبان و موسیقی بررسی و سپس دو نظام مذکور بر پایه ملاحظات روان‌شناختی و آنگاه بر اساس پایه‌های عصب‌شناختی مقایسه شده‌اند. بنیان و پایه مقایسه دیدگاه زبان‌شناختی است. در بررسی زبان و موسیقی از نظر روان‌شناسی زبان، مسائل پردازشی (درک و یادگیری)، پدیده ادراک مقوله‌ای[5]، مراحل رشد،

---

[1] Chomsky
[2] Cognitive science
[3] Phrase
[4] Motif
[5] Categorical perception

عملکرد حافظه فعال[6]، سطوح پردازش و نظام‌های نوشتاری در دو نظام مقایسه می‌شوند. از نظر ملاحظات عصب‌شناختی نیز دو نظام با توجه به مسیرهای عصب‌شناختی، مناطق پردازش و سازمان‌دهی در مغز و اختلالات مربوط به دو حوزه بررسی شدند. قبل از پرداختن به این مباحث، ابتدا تعریف دو نظام ارائه و دلیل مقایسه آنها را به روشنی بیان می‌شود.

۲- تعریف زبان و موسیقی

زبان و موسیقی را می‌توان بر اساس شباهت‌هایشان به سه طریق مختلف تعریف نمود. به عبارت دیگر، هر دو، نظام‌های ارتباطی/رسانه‌ای، نشانه‌شناختی و شناختی تلقی می‌شوند. از سوی دیگر، موسیقی نظام هنری است و زبان نیز در بعد ادبی و شعر، هنر کلامی محسوب می‌شود. در ابتدا زبان و موسیقی را می‌توان با توجه به نظریه «ارتباط» به عنوان نظام‌های ارتباطی یا به صورت کلی‌تر نظام‌های رسانه‌ای مطرح کرد؛ زیرا در هر دوی آنها پیامی از سوی فرستنده به گیرنده ارسال می‌شود و این کلیدی‌ترین و بنیادی‌ترین شباهت میان این دو نظام است، هرچند ماهیت پیام و ساختار آنها و همچنین پردازش و جنس پیام در هر دو نظام بسیار متفاوت است. از نگاه زبان‌شناسی ساختگرا، زبان به مثابه نظامی از نشانه‌ها است که روی دو محور همنشینی و جانشینی در تقابل با هم قرار می‌گیرند. بدین لحاظ می‌توان گفت که موسیقی نیز از یک سو به عنوان نظام ارتباطی و به عبارت بهتر، رسانه‌ای و از سوی دیگر به عنوان نظام هنری مانند سایر هنرها نظام نشانه‌شناختی محسوب می‌شود. همچنین، ماهیت نشانه‌ها در موسیقی با آنچه در زبان به عنوان نشانه مطرح می‌شود متفاوت است و ارتباط دال و مدلول و همچنین معنا در موسیقی نیز متفاوت است. با توجه به اینکه بعد ادبی زبان نیز جنبه هنری دارد و هنر کلامی محسوب می‌گردد از این جنبه نیز می‌توان آن را با هنر موسیقی مقایسه نمود. یکی از مسائلی که در مورد بعد ادبی زبان مطرح می‌شود، مسئله خلاقیت است که پایه و اساس تمام نظام‌های هنری است و در مقابل آن زایایی که ویژگی زبان روزمره و عادی است، مطرح می‌شود. اصولاً آزادی عمل و خلاقیت همانند زبان ادبی در حوزه موسیقی نسبت به زبان روزمره و عادی بیشتر است. در حوزه موسیقی، مانند ادبیات، با خلاقیت[2] سروکار داریم. حال‌آنکه، همان طور که گفته شد، در نظام زبان با زایایی[3] سروکار داریم (نبی‌فر، ۱۳۹۳: ۱۸۶). وجه مشترک موسیقی و جنبه ادبی زبان این است که در هر دوی آنها برای تعبیر معنای پیام هنرمند که همان شاعر یا موسیقی‌دان است، دارای فضای معنایی باز یا تعبیرپذیری باز هستیم و در هر دو تعبیر معنا با احساسات در آمیخته است. حال‌آنکه در زبان روزمره معنای نشانه‌ها و کلمات نسبتاً ثابت‌تر و فضای تعبیر معنایی کاملاً محدود است. تعریف دیگر از زبان و موسیقی در نظر گرفتن آنها به عنوان نظام‌های ذهنی و شناختی است که مبنای مقاله حاضر است. نظام شناختی نظامی است که ساختار دانش را دربرمی‌گیرد و بخشی از ساختار روان‌شناختی یا ذهنی انسان را تشکیل می‌دهد. از آنجا که دو نظام زبان و موسیقی این ویژگی‌ها را دارا هستند، به عنوان نظام‌های شناختی مطرح می-

---

[6] Working memory
[1] Creativity
[2] Productivity

شوند. در بررسی نظام‌های شناختی، ابعاد روان‌شناختی و مسائلی از قبیل ساختار، فراگیری، نحوه پردازش (درک و تولید) و بازنمایی آنها در ذهن و مغز حائز اهمیت است.

۳- ابعاد روان‌شناختی: مقایسه پردازش زبان و موسیقی

زبان و موسیقی را می‌توان به لحاظ پردازش از سه جنبه درک، تولید و یادگیری مقایسه کرد.

۳-۱- بررسی درک در زبان و موسیقی

دو سطح پردازش در ادراک زبان و موسیقی که قابل مقایسه هستند، عبارت‌اند از سطح درک صداها یا آوایی و سطح درک ساختار یا درک نحوی. در سطح آوایی، دو مقوله درک ریتم و ادراک مقوله‌ای بررسی می‌شود. در سطح نحوی نیز ساختار سلسله‌مراتبی[۱]، قابلیت انتظار و پیش‌بینی[۲] و تشخیص خوش‌ساختی و بدساختی بررسی می‌شود که در پردازش هر دو نظام وجود دارند.

در سطح آوایی، هم گفتار و هم موسیقی به پردازش صوت/ آوا متکی هستند و در پردازش هر دو به تعبیر و پردازش ویژگی‌های صوتی مانند طنین[۳]، زیروبمی[۴]، دیرش[۵] و تعامل این عوامل نیاز است. به عبارت دیگر، زبان و موسیقی در سطح پردازش آکوستیکی و شناختی بسیار شبیه‌اند و در سطح آوایی هر دو دارای مشخصه‌های اصلی شامل زیروبمی، زمان‌بندی، کیفیت صدا و... هستند (محمدزاده و قادری، ۱۳۹۷: ۲۷۱). از دیگر ویژگی‌های مشترک در سطح پردازش آوایی مسئله ریتم است. برای پردازش ریتم در زبان و موسیقی مسیرهای پردازشی یکسانی وجود دارد. مطالعات نشان می‌دهند که ریتم زبانی به نوعی بر ریتم موسیقایی اثر می‌گذارد. گریب[۶] و لو[۷] (۲۰۰۲) نشان دادند بین ریتم گفتار در زبان انگلیسی و زبان فرانسه تفاوت‌های فاحشی وجود دارد. در همین راستا، پتل[۸] و دانیل[۹] (۲۰۰۳) نیز نشان دادند در موسیقی بی‌کلام[۱۰] مشابه این تفاوت ریتمی موجود است.

یکی از مسائل بسیار مهمی که در پردازش و ادراک آواهای زبان مطرح می‌شود، ادراک مقوله‌ای است. ادراک مقوله‌ای یعنی پدیده‌هایی که به صورت پیوستاری در یک پیوستار وجود دارند، به شکل پدیده‌هایی درک می‌شوند که متعلق به یک مقوله خاص و مشخص‌شده، با یک نام مشخص هستند (هارلی[۱۱]، ۲۰۰۱: ۲۸۱ و فیلد[۱۲]، ۲۰۰۴: ۵۱). این مسئله در مورد ادراک همخوان‌ها در زبان صادق است.

---

[1] Hierarchical structure
[2] Expectancy
[3] Timbre
[4] Pitch
[5] Duration
[6] Grab, E.
[7] Low, E.L.
[8] Patel, A.D.
[9] Daniele, J.R.
[10] Instrumental music
[11] Harly, T.
[12] Field, J.

یعنی اگر آواهای ساختگی را به افراد ارائه کنیم که به صورت پیوستاری بین ویژگی‌های آکوستیک /b/ و /p/ قرار دارند و از آنها بخواهیم صدای مورد نظر را تشخیص دهند، افراد، بسته به اینکه آوای مورد نظر به لحاظ ویژگی‌های آکوستیکی به کدام آوا نزدیک‌تر ساخته شده است، آنها را یا به صورت مقوله /b/ و یا /p/ تشخیص می‌دهند و معمولاً اظهار نمی‌کنند که صدایی مابین /b/ و /p/ شنیده‌اند. در حقیقت، شناسایی همخوان‌ها به صورت مقوله‌هایی کاملاً مجزا و مشخص در مورد تمام شنونده‌ها وجود دارد. به نظر می‌رسد که ادراک مقوله‌ای به صورت عادی و بدون آموزش در موسیقی وجود نداشته باشد. با این حال، در مورد واحدها و عوامل دیگر موسیقایی، شواهد نشان می‌دهند پدیده ادراک مقوله‌ای تنها مربوط به گفتار نیست، بلکه موسیقی‌دانان نیز فواصل موسیقیایی را به صورت مقوله‌ای درک می‌کنند. سیگل[1] و سیگل[2] (۱۹۷۷) نشان می‌دهند که ادراک مقوله‌ای برای درک فواصل نواختی در موسیقی برای برای افراد موسیقی‌دان وجود دارد. همچنین، شواهد نشان می‌دهند که ادراک مقوله‌ای در درک زیروبمی در موسیقی وجود دارد و دریافت زیروبمی موسیقایی برحسب مقولات، احتمالاً هم در موسیقی‌دانان و تا حدی در افراد غیرموسیقی‌دان نیز وجود دارد (دلیگی[3] و اسلوبودا[4]، ۱۹۷۷: ۱۷۸) که البته با آموزش و تربیت شنوایی بسیار حاصل می‌گردد. بنابر این، به طور خلاصه می‌توان گفت که ادراک مقوله‌ای در زبان در مورد همخوان‌ها وجود دارد و در تمام گویشوران طبیعی زبان بدون نیاز به تربیت و آموزش به عنوان بخشی از آگاهی و توانش زبانی موجود است. اما، در موسیقی به طور عمده در مورد دریافت زیروبمی و در مورد تشخیص فواصل نواختی وجود دارد. در مورد تشخیص نت‌ها با تربیت شنوایی حاصل می‌گردد و افراد با تمرین‌های بسیار و از طریق فواصل موسیقایی می‌توانند مقولات نت‌ها را تشخیص دهند (نبی‌فر، ۱۳۹۳: ۱۹۰).

تا بدینجا پردازش در زبان و موسیقی در سطح آواها مقایسه شد. اکنون به مقایسه پردازش ساختاری و نحوی در زبان پرداخته می‌شود. در سطح نحو، شباهت این دو نظام شناختی را می‌توان در مورد ویژگی‌های نحوی «ترکیب‌پذیری»، «تشخیص خوش‌ساختی و بدساختی»، «قابلیت پیش‌بینی و انتظار»، «ساختار سلسله‌مراتبی» و«تکرارپذیری»[5] و در نهایت مسیرها و منابع پردازشی مشترک مشاهده کرد. یکی از مسائل مهم در ساختار زبان مسئله ترکیب‌پذیری است. ترکیب‌پذیری هم در زبان (به ویژه در سطح نحو) و هم در موسیقی وجود دارد. ترکیب‌پذیری یعنی قرارگرفتن واحدها در کنار هم و تشکیل واحدهای بزرگ‌تر بر اساس تعداد محدودی از قواعد. نحو در زبان، به زبان ساده، قواعد حاکم بر کنار هم قرارگرفتن واژه‌ها و گروه‌های نحوی و تشکیل سازه‌های نحوی بزرگ‌تر و جملات است و در موسیقی قواعدی است که تعیین می‌کند زیروبمی چطور سازمان‌دهی می‌شود تا ملودی و هارمونی ساخته شوند.

---

[1] Siegel, J.
[2] Siegel, W,
[3] Deliege, I.
[4] Sloboda, A.
[5] Recursiveness

نحو موسیقایی جنبه هارمونیک و ریتمیک دارد (فیچ[۱]، ۲۰۱۳). هم در زبان و هم در موسیقی نمی‌توان نحو را از معنا جدا کرد، اما تفاوت فاحش معنا در این دو نظام این است که در زبان، معنا گزاره‌ای[۲] است، اما در موسیقی جنبه احساسی و عاطفی[۳] دارد.

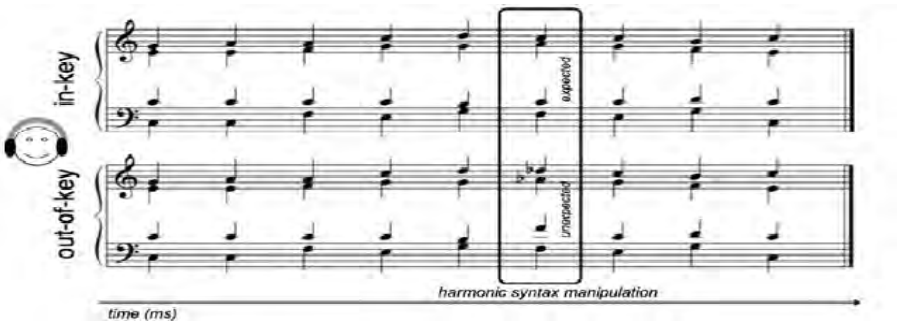
همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، به جز مسئله ترکیب پذیری، تشخیص ساختارهای خوش‌ساخت و قابلیت پیش‌بینی و انتظار نیز از ویژگی‌های مشترک بین دو نظام است. مانند زبان که در آن گویشوران به واسطه توانش زبانی، دارای توانایی قضاوت دستوری و تشخیص جملات خوش‌ساخت از بدساخت و غیردستوری هستند، در موسیقی نیز توانایی تشخیص موسیقی بدساخت (خارج)[۴] و فواصل موسیقایی مطبوع[۵] و نامطبوع[۶] وجود دارد. قابلیت پیش‌بینی و انتظار پدیده مشترکی است که هم در پردازش جملات زبان و هم در پردازش موسیقی مشاهده می‌شود. برای مثال، در جمله (۱) یک ساخت مورد انتظار برای گویشوران زبان انگلیسی ''advised that'' است. وقتی گویشوران به این جمله گوش می-دهند، انتظار دارند که پس از فاعل ''the attorney'' این ساخت ظاهر شود. در آزمایشی که این جمله را برای افراد انگلیسی‌زبان پخش کردند، به جای ''advised that'' صرفاً ''advised'' و بدون به‌کارگیری متمم‌نمای ''that'' استفاده شد که برای گویشوران غیرقابل انتظار بود و واکنش آزمودنی‌ها به لحاظ پردازشی شبیه زمانی بود که فرد به بخشی از یک قطعه موسیقی که با پیانو نواخته می‌شود، گوش می‌دهد و انتظار شنیدن ساختار هارمونیکی را دارد که در شکل یک خط اول مشاهده می‌شود، اما ساختار غیرهارمونیکی را که در خط دوم دیده می شود و غیرقابل انتظار است، می‌شنود و بدین‌ترتیب آن را خارج یا فالش دریافت می‌کند (جونگ[۷]، سونتگ[۸] و پارک[۹]، ۲۰۱۵).

expected ⟶ advised

1. After the trial the attorney the defendant was likely to commit more crimes.

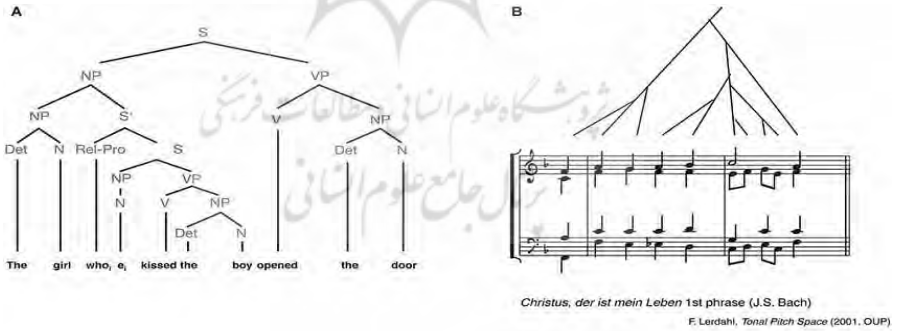
Un*expected* ⟶ advised

[1] Fitch, W.T.
[1] Propositional
[2] Affect
[3] Out of key
[4] Consonant
[5] Dissonant
[7] Jung, H.
[8] Sontag, S.
[9] Park, Y.



شکل ۱. نمایش ساختار غیرقابل انتظار (غیرهارمونیک) در بخشی از قطعه نواخته شده با پیانو

از جمله شباهت‌های دیگری که بین زبان و موسیقی وجود دارد می‌توان به نظریه زایشی موسیقی تونال[1] (موسیقی که بر اساس گام‌های بزرگ/ماژور و گام‌های کوچک/مینور ساخته شده باشد) اشاره کرد کرد نظریه زایشی در مورد موسیقی هم صادق است. لردال[2] و جکندوف[3] در سال ۱۹۸۳ نظریه زایشی موسیقی تونال را مطرح کردند. در برخی از رویکردهای زبان‌شناختی نیز پیشنهاد می‌شود که موسیقی و زبان از محاسبات مشابهی برای ساختن ساختارهای سلسله‌مراتبی استفاده می‌کنند. هم در موسیقی و هم در زبان از ساختارهای گروهی دارای هسته استفاده می‌شود و نمودارهای درختی نیز در موسیقی تونال غربی وجود دارند که در آنها هر سازه دارای یک هسته و وابسته‌هایی است که یا وابسته پیشین هستند و یا متمم و بسط‌دهنده هسته. جکندوف معتقد است ساختارهای نحوی موسیقایی مانند نحو زبانی دارای سلسله مراتب‌هایی هسته‌دار اما غیرمقوله‌ای هستند، یعنی مقولات هسته‌ای مانند اسم و فعل و صفت و حرف تعریف در آنها وجود ندارد (جکندوف، ۲۰۰۹).



شکل ۲. بخشی (فراز) از یکی از قطعات سباستین باخ به همراه درخت نحوی نشان‌دهنده الگوی سلسله‌مراتبی (برگرفته از پتل[4]، ۲۰۰۳).

[1] Generative Theory of Tonal Music
[2] Lerdahl, F.
[3] Jackendoff, R.
[4] Patel, A.D.

بین ساختار سلسله‌مراتبی در زبان و موسیقی تفاوت‌هایی وجود دارد: اول، نمی‌توان ساختارهای سلسله‌مراتبی موسیقایی را که هسته‌دار هستند و بر مبنای ثبات نواختی، ریتمیک و هارمونیک و همچنین زیروبمی سازمان‌بندی شده‌اند، به صورت یک‌به‌یک با ساختارهای سلسله‌مراتبی زبان که دارای هسته هستند و بر پایه مقولات نحوی و معنای گزاره‌ای صورت‌بندی شده‌اند و واحدهای ترکیبی واژگانی هستند، مقایسه کرد. دوم، در زبان ساختارهای سلسله‌مراتبی و نمودارهای درختی دارای تقارن هستند، ولی در موسیقی چنین تقارنی وجود ندارد. در نهایت، در زبان ساختارهای سلسله‌مراتبی در یک نظام مفهومی قرار داده شده‌اند که باعث رسیدن به معنای ترکیبی می‌شود، اما در موسیقی ساختارهای سلسله‌مراتبی در نظام مفهومی قرار ندارند، بلکه با نظام عاطفی-اشاره‌ای/حرکتی[1] ارتباط تنگاتنگی دارند و همچنین با یک نظام اجتماعی-نیتی[2] در ارتباط هستند.

علاوه بر موارد بالا، تکرارپذیری که یکی از ویژگی‌های شاخص زبان به ویژه در سطح نحو است، در نظام موسیقی نیز مشاهده می‌شود. هر نت می‌تواند نمایانگر ضرب‌های چندگانه باشد. هر ضرب نیز می‌تواند به وسیله نت‌های چندگانه تقسیم شود. در حقیقت، امکان درونه‌دار شدن ضرب‌ها در درون ضرب‌ها وجود دارد (جکندوف، ۲۰۰۹: ۱۹۱). البته، در واج‌شناسی هر ضرب به یک هجا اختصاص داده می‌شود و امکان تقسیم آن به واحدهای کوچک‌تر وجود ندارد (آسانو[3] و بوئکس[4]، ۲۰۱۵).

۳-۲- مقایسه فراگیری و مراحل رشد در زبان و موسیقی

تمام کودکان طبیعی در فراگیری زبان، مراحل نسبتاً مشخصی را طی می‌کنند. در درک ساختارها و پردازش موسیقایی نیز کودک انسان مراحل نسبتاً مشخصی را طی می‌کند. کودکان از سنین کم قادر به تمیز دادن حالات هیجانی و ریتم گفتار هستند که ویژگی‌های موسیقایی محسوب می‌شود. رشد زبان و گفتار و توانایی‌های موسیقایی همگام با هم اتفاق می‌افتد. پژوهش‌ها نشان می‌دهند توانایی شنیداری موسیقایی برای فراگیری زبان ضروری است (برانت[5]، گبرین[6] و اسلوک[7]، ۲۰۱۲). برانت، گبرین و اسلوک اسلوک (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای که در آن رشد و فراگیری زبان و موسیقی را از ۶ ماهگی تا ۱۲ سالگی مقایسه کردند، نشان دادند رشد زبان و موسیقی دارای مراحل نسبتاً مشابهی است.

۳-۲-۱- مقایسه رشد زبان و موسیقی از ۶ ماهگی تا ۲ سالگی

بر اساس مطالعه برانت، گبرین و اسلوک (۲۰۱۲)، در مراحل رشد توانایی موسیقایی، کودک در ۶ ماهگی بین تمامی صداها در تمام نظام‌های موسیقی تمایز می‌گذارد. بررسی رشد نظام زبان نیز نشان می‌دهد که مانند موسیقی، کودک در ۶ ماهگی و قبل از آن بین تمامی صداها در تمامی نظام‌های زبانی تمایز می-

---

[1] Affective-gestural
[2] Socio-intentional
[3] Asano, R.
[4] Boeckx, C.
[5] Brandt, A.
[6] Gebrian, M.
[7] Slevc, L.

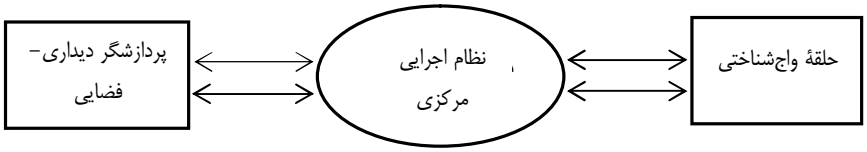
گذارد. پس از ۶ ماهگی تا حدود ۸ ماهگی، توانایی کودک به گونه‌ای است که می‌تواند برخی تمایزهای آوایی را تشخیص دهد، اما برخی تمایزها را تشخیص نمی‌دهد. در مورد موسیقی نیز پس از ۶ ماهگی تا ۸ ماهگی کودک می‌تواند بین برخی تقابل‌های هارمونیک در موسیقی تمایز بگذارد، اما برخی تقابل‌ها را هم تشخیص نمی‌دهد. از ۸ ماهگی به بعد تا ۱۰ ماهگی توانایی تمایزگذاری بین اصوات موسیقیایی غیربومی/غیرمحیطی در کودک کاهش می‌یابد، حال‌آنکه توانایی تمایزگذاری بین اصوات موسیقی بومی افزایش می‌یابد و در نهایت در ۱۲ ماهگی، توانایی تمایزگذاری بین اصوات موسیقی غیربومی محو خواهد شد. از ۷ تا ۹ ماهگی کودک یاد می‌گیرد ویژگی‌های وزنی و ریتمیک زبان محیط خود را شناسایی کند. در بازه سنی ۸ تا ۱۰ ماهگی توانایی تمایزگذاری بین آواهای زبان‌های غیربومی/زبان‌های دیگر کاهش می‌یابد، حال‌آنکه توانایی تمایزگذاری بین آواهای زبان مادری افزایش می‌یابد. از حدود ۱۰ تا ۱۲ ماهگی کودک توانایی تمیز آواهای زبان‌های دیگر یا به عبارتی زبان‌هایی که در محیط او صحبت نمی‌شوند را از دست می‌دهد.

۲-۲-۳- مقایسه رشد زبان و موسیقی از ۲ سالگی تا ۱۲ سالگی

بر اساس مطالعه برانت، گبرین و اسلوک (۲۰۱۲)، مقایسه رشد زبان و موسیقی از ۲ تا ۱۲ سالگی نشان می‌دهد که در سنین ۲ تا ۳ سالگی، گفتار کودک ساده اما شامل مهم‌ترین و کلیدی‌ترین واحدهای بنیادین و ساختاری و شامل دانش نحوی پایه است. در مورد نظام موسیقی نیز کودک ۲ ساله دارای توانایی آوازخواندن است. این توانایی نیز خود شامل وجود مهم‌ترین واحدهای بنیادین و سازنده ساختار موسیقی است. در خصوص نظام موسیقی در ۳ سالگی دانش پایه نحوی موسیقی در کودکان ظهور پیدا کرده و تا ۴ سالگی گسترش می‌یابد. در بازه سنی ۴ تا ۶ سالگی در فراگیری نظام موسیقی، توانایی‌های نحوی و ساختاری به بافت و محیط یادگیری بستگی دارد. در خصوص رشد نظام زبان نیز حدود ۵ سالگی توانایی‌های نحوی زبان به بافت محیطی بستگی دارند. از ۶ سالگی به بعد، در رشد دو نظام زبان و موسیقی تفاوت‌های زمانی مشاهده می‌شود؛ به طوری‌که از ۶ تا ۷ سالگی کودک در مقایسه با بزرگسالان توانسته ظرایف ساختاری/نحوی زبان محیط خود را فرا بگیرد و بر آنها مسلط شود، اما در خصوص موسیقی این مرحله دیرتر، یعنی در ۷ سالگی، اتفاق می‌افتد و تا ۸ سالگی گسترش می‌یابد. به - عبارت دیگر، کودک در بازه سنی ۷ تا ۸ سالگی ظرایف ساختاری/نحوی دانش موسیقایی بومی خود را فرا می‌گیرد. از حدود ۸ تا ۱۰ سالگی، سطح توانایی تمایزگذاری و تشخیص زیروبمی در کودکان به سطح توانایی بزرگسالان می‌رسد. در خصوص رشد زبان، تا ۱۰ سالگی نظام نحو و معنا در توانش کودک از هم مستقل می‌شود و از حدود ۱۱ سالگی تا ۱۲ سالگی نیز حساسیت و آگاهی نحوی کودکان به سطح توانایی بزرگسالان می‌رسد. این در حالی است که فرایند رشد آگاهی از ساختارهای هارمونیک در موسیقی زودتر و از حدود ۱۰ سالگی آغاز می‌شود و مانند زبان، در آستانه ۱۲ سالگی به سطح توانایی بزرگسالان می‌رسد. بنابراین، توانایی ساختاری و نحوی درمورد هر دو نظام در ۱۲ سالگی تقریباً به سطح بزرگسالان می‌رسد.

۳-۳- مقایسه نظام پردازش اطلاعات در زبان و موسیقی: عملکرد حافظه فعال

در مورد مقایسه عملکرد حافظه فعال در زبان و موسیقی این پرسش‌ها مطرح می‌شود: عملکرد نظام پردازش اطلاعات یا حافظه فعال در این دو نظام چگونه است؟ آیا شباهت‌ها و تفاوت‌هایی دیده می‌شود؟ آیا هر دو از منابع حافظه‌ای یکسان و مشابه استفاده می‌کنند؟ چه ویژگی‌ها، منابع و بخش‌های مشترکی در پردازش دو نظام دخیل‌اند؟ برای پاسخ به این پرسش‌ها عملکرد دو نظام مدل حافظه فعال بدلی–هیچ[۱] و حافظه فعال نحوی[۲] در نظام‌های شناختی زبان و موسیقی در ادامه بررسی می‌شود. مدل حافظه فعال بدلی–هیچ (۱۹۷۴) شامل مؤلفه‌هایی است که در شکل ۲ نشان داده شده‌است.



شکل ۳. مدل حافظه فعال/کاری بدلی–هیچ (۱۹۷۴) برگرفته از کارول (۲۰۰۸)

نظام اجرایی مرکزی[۳] مسئول کنترل و تقسیم منابع توجه است؛ یعنی تعیین می‌کند در حین انجام چندین کار، چه مقدار از منابع حافظه باید به چه کاری اختصاص داده شود. دو نظام دیگر، یعنی حلقه واج‌شناختی[۴] و پردازشگر یا بستر دیداری فضایی[۵] مسئول ذخیره، تقویت و دستکاری بازنمایی‌های ادراکی ادراکی هستند. حلقه واج‌شناختی مکانی برای ذخیره واجی و در واقع، نظام تقویت‌کننده گفتاری است. حلقه واج‌شناختی به ما این امکان را می‌دهد که مطالب را به صورت آشکار یا نهان تقویت کنیم و بدین‌ترتیب مدت زمان بیشتری آنها را در حافظه نگه داریم. هم در ارتباط با موسیقی و هم گفتار، به طورکلی می‌توان گفت مؤلفه حلقه واج‌شناختی محرک‌های نواختی و آوایی را پردازش می‌کند. تحقیقات نشان می‌دهند که مهارت‌های فضایی جدای از مهارت‌های زبانی هستند (شا[۶] و میاک[۷]، ۱۹۹۶) و اطلاعات دیداری فضایی در بستر دیداری فضایی پردازش می‌شوند. در بستر دیداری فضایی، اطلاعات دیداری و فضایی نگهداری می‌شوند. این پردازشگر به ما این امکان را می‌دهد که تصاویر را تشکیل دهیم، آنها را در ذهن خود بچرخانیم، تصاویر را به کلمات و کلمات را به تصاویر تبدیل کنیم و شکل و ابعاد فضایی اشیاء را نگاهداری کرده و به خاطر بسپاریم.

با توجه به مؤلفه‌های حافظه فعال در مورد دو نظام زبان و موسیقی این پرسش‌ها مطرح می‌شود: آیا عملکرد این مؤلفه‌های حافظه فعال در پردازش (درک) زبان و موسیقی مشابه است؟ کدام مؤلفه (حلقه واج‌شناختی یا بستر دیداری–فضایی) در فرایند پردازش (درک) در هر یک از این دو نظام مهم‌تر است؟

---

[1] Baddely-Hitch
[2] Syntactic working memory
[3] Central executive system
[4] Phonological loop
[5] Visuo-spatial sketchpad
[6] Shah, P.
[7] Miyake, A.

در این ارتباط پژوهش‌های فنل[1] و همکاران (۲۰۲۰) و پتل (۲۰۰۳ و ۲۰۱۳) نشان می‌دهند موسیقی و زبان از منابع مشترکی از حافظه فعال استفاده می‌کنند و عملکرد و به‌کارگیری حافظه فعال در پردازش موسیقی شبیه پردازش زبان است (پتل، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۳). در واقع، حلقه واج‌شناختی مؤلفه مهم در پردازش زبان و موسیقی است. پردازش موسیقی نیز مانند زبان به مؤلفه زبانی نظام حافظه فعال، یعنی حلقه واج‌شناختی، متکی است و بر محرک‌های دیداری فضایی متکی نیست. به طورکلی، عملکرد موسیقی‌دان‌ها در تکالیف حافظه فعال بهتر است و این افراد به طورکلی در مورد حافظه موسیقیایی و کلامی نسبت به افراد عادی بهتر عمل می‌کنند. تفاوت عملکرد افراد موسیقی‌دان و غیرموسیقی‌دان در آزمون‌های عملکرد حافظه بیشتر مربوط به آزمون‌های موسیقایی و کلامی است و در آزمون‌های مربوط به بخش دیداری فضایی حافظه عملکردشان یکسان است. این امر نشان می‌دهد برتری افراد موسیقی‌دان نسبت به افراد عادی مربوط به بخش خاص فرایندهای کلامی و زبانی حافظه است و به بخش دیداری فضایی حافظه مربوط نیست که این مسئله خود مؤید عدم اهمیت نقش پردازشگر دیداری فضایی در پردازش موسیقی است (فنل و همکاران، ۲۰۲۰).

در مدل‌های جدید حافظه فعال یک مؤلفه جداگانه نحوی به نام حافظه فعال نحوی پیشنهاد شده که اطلاعات نحوی در آن نگهداری می‌شوند (فیباچ[2]، شلوسکی[3] و فردریک[4]، ۲۰۰۱). حافظه فعال نحوی از از مدل حافظه فعال بدلی جداست اما مربوط به آن است. در حقیقت، هر دو نظام زبان و موسیقی در پردازش نحو به حافظه فعال نحوی متکی است. درحالی‌که بخشی از جمله در زبان یا توالی موسیقایی در موسیقی در حال پردازش‌شدن از طریق حافظه فعال است، اطلاعات نحوی نیز در حافظه فعال نحوی نگهداری می‌شوند (کلاجویک[5]، ۲۰۱۰). آزمایش فیویش[6] و پامر[7] نشان می‌دهد وقتی جمله‌ای پیچیده و و هم‌زمان با آن بخشی از موسیقی که دارای پیچیدگی نحوی موسیقیایی است به افراد ارائه می‌شود، حافظه آنها در پردازش جمله دچار نقصان می‌شود. در مقابل، در تکلیف به خاطرسپاری هم‌زمان فهرستی از واژه‌ها و پردازش موسیقایی پیچیده، این مداخله و نقصان در حافظه دیده نمی‌شود. این یافته نیز نشان می‌دهد که نحو زبان و موسیقی از منابع حافظه‌ای یکسانی استفاده می‌کنند (فیویش و پامر، ۲۰۱۴: ۲۰۰).

۳-۴- مقایسه پردازش نظام‌های نوشتاری در زبان و موسیقی

[1] Fennell, A.
[2] Fiebach, C.J.
[3] Schlesewsky. M.
[4] Friederici, A.D.
[5] Kljajevc, V.
[6] Fiveash, A.
[7] Pammer, K.

نظام نوشتاری زبان و علایم نوشتاری موسیقی[۱] دو نظام نمادین کاملاً متفاوت‌اند. با این وجود، شباهت‌هایی در چگونگی پردازش و رمزگشایی آنها دیده می‌شود. این دو نظام نوشتاری را می‌توان با توجه به سه عامل ماهیت درونداد و برونداد، ماهیت حرکات چشم در هنگام خواندن و عامل محدودیت زمانی پردازش مقایسه کرد. اگر ماهیت درونداد و برونداد را در نظر بگیریم، در زبان در هنگام خواندن، دروندادی که از صفحه دریافت می‌شود از جنس دیداری و زبانی است و فرد پس از پردازش آن در ذهن، به برونداد آوایی و معنایی (تلفظ و معنا) دست می‌یابد. حال‌آنکه در موسیقی، درونداد دریافت‌شده از یک صفحه نت، دیداری و غیرزبانی است و برونداد حاصل از آن معنایی و مفهومی نیست، بلکه بسته به اینکه فرد در حال خواندن یا نواختن باشد، می‌تواند آوایی، شنیداری و غیرزبانی و در ارتباط با نظام عواطف باشد. در واقع، این برونداد به نوعی حسی و عاطفی است.

از نظر بررسی حرکات چشم می‌توان گفت که در بررسی رمزگشایی و مطالعه حرکات چشم به هنگام خواندن، در هر دو نظام از روش‌های مشابهی استفاده می‌شود و در هر دو حرکات چشم شامل توقف‌ها یا تثبیت‌ها[۲] و جهش‌هایی[۳] است که در طول صفحه و به منظور دریافت و پردازش معنای علایم نوشتاری صورت می‌گیرد. ماهیت تثبیت‌ها و توقف‌ها و جهش‌های چشم در هر دو نظام متفاوت است؛ به طوری که در زبان، حرکت چشم افقی و اکثر جهش‌ها پیشرو است، اما در رمزگشایی نت‌های موسیقی، حرکات چشم در خطوط حامل برای خواندن نت‌ها به صورت عمودی نیز صورت می‌گیرد. مدت زمان تثبت‌ها و جهش‌ها روی نشانه‌ها در دو نظام متفاوت و در موسیقی بیشتر است. از سوی دیگر، در پردازش علایم موسیقی نوعی محدودیت زمان پردازش وجود دارد. برونداد‌ی که در رمزگشایی علایم موسیقی تولید می‌شود تحت یک محدودیت زمانی مداوم، پیوسته و غیرقابل‌انعطاف قرار دارد و با استفاده از جریانی پیوسته از دستورالعمل‌های رمزگذاری‌شده تولید می‌شود. در حقیقت، این محدودیت سخت و مطلق زمانی است که باعث می‌شود حرکات چشم و مشاهده و بررسی آنها در رمزگشایی علایم موسیقی نسبت به بررسی حرکات چشم در خواندن مشکل‌تر شود (فرنیوکس[۴] و لند[۵]، ۱۹۹۹). حال‌آنکه در مورد زبان در هنگام خواندن با صدای بلند هم که مانند اجرای موسیقی است و شامل تبدیل اطلاعات رمزگذاری‌شده به حرکت‌های عضلانی–اسکلتی یعنی حرکت اندام‌های گفتار است، پردازش نسبتاً از محدودیت زمانی آزاد است.

۴- ملاحظات عصب‌شناختی در زبان و موسیقی

یکی از مباحث مطرح در مورد نظام زبان و موسیقی و عملکرد سیستم عصبی این است که ادراک زبان و موسیقی در کجای مغز صورت می‌گیرد و هرکدام از نیمکره‌ها چه نقشی را در فرایندهای زبان و موسیقی

---

[7] Notation
[1] Fixations
[2] Saccades
[4] Furneaux, S.
[5] Land, F.

به عهده دارند. موسیقی و زبان از ظرفیت‌های مختص انسان است. بسیاری از متخصصان بر این باورند که دستگاه عصبی کودک تازه تولد یافته فاقد نواحی زبانی کاملاً تکامل یافته است و این در حالی است که گفته می‌شود مغز انسان از بدو تولد برای درک موسیقی برنامه‌ریزی شده‌است (مدنی‌فرد، ۱۳۹۸). در مورد مقایسه این دو نظام از منظر ملاحظات عصب‌شناختی مطالعاتی انجام شده که شباهت‌ها و تفاوت-های عملکرد مغز در پردازش این دو نظام را تا حدی مشخص می‌کند.

۱-۴- مطالعات مربوط به شباهت‌ها و تفاوت‌های عصب‌شناختی زبان و موسیقی

تا سال ۱۹۸۰ مطالعه درباره رابطه مغز و زبان بر اساس مطالعه آسیب‌های مغزی بوده؛ اما پس از آن، روش‌های مطالعه علوم اعصاب بسیار بهبود یافته‌است. در سال‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی در مورد درک، تولید، پردازش و اختلالات زبان و موسیقی در مغز و همچنین ویژگی‌های عصب–روان‌شناختی کودکان فراگیر موسیقی انجام شده است. یکی از ویژگی‌های کودکان موسیقی‌دان عملکرد بهتر آنها در کارکردهای اجرایی و توجه، در مقایسه با کودکان عادی است. از جمله محققانی که به بررسی این ویژگی پرداخته‌اند می‌توان به مورنو[۱] و همکاران (۲۰۱۱) و لی[۲] و همکاران (۲۰۰۹) اشاره کرد. پژوهشگران دیگری، ازجمله اسکولز[۳]، مولر[۴] و کولش[۵] (۲۰۱۱) و هو[۶]، چونگ[۷] و چان[۸] (۲۰۰۳) نیز نشان نشان دادند که برخی مهارت‌های زبانی از جمله آگاهی واج‌شناسی، نام‌گذاری سریع و خودکار، تولید گفتار و پردازش بینایی– فضایی در دانش‌آموزان فراگیر موسیقی بهتر از کودکان عادی است.

در پژوهشی که با هدف بررسی و مقایسه ویژگی‌های عصب‌روان‌شناختی دانش‌آموزان فراگیر موسیقی و عادی دوره دبستان انجام شد، مشخص شد که بین دو گروه در حالت مجسمه و کوبیدن و ضربه‌زدن تفاوت معناداری دیده نمی‌شود؛ اما در حیطه پردازش واج‌شناختی و نامیدن سریع تفاوت معنادار وجود دارد و کودکان فراگیر موسیقی عملکرد بالاتری داشتند. نتایج نشان داد که دانش‌آموزان فراگیر موسیقی در جنبه‌های عصب‌روان‌شناختی شامل کارکردهای اجرایی و توجه، زبان، پردازش بینایی فضایی، حافظه و یادگیری به طور معنادار دارای عملکرد بالاتری بودند (اکبری مطلق، ۱۳۹۴).

طبق پژوهش مدنی‌فرد (۱۳۹۸)، احتمال دارد که فواصل زمانی در گفتار نسبت به فواصل زمانی در موسیقی بیشتر باشد. سرعتی که واحدهای موسیقی با آن به شکل یک ملودی درمی‌آیند، حتی به شکل یک فراز، نسبت به اینکه صداهای گفتار به شکل یک کل معنی‌دار درآیند، سریع‌تر است. در مورد

---

[1] Moreno, S.
[2] Lee, M.
[3] Schulze, K.
[4] Mueller, K.
[5] Koelsch, S.
[6] Ho, YC.
[7] Cheung, MC.
[8] Chan, A.S.

ملودی‌ها، برای اکثر ما دشوار است که بفهمیم خرده اجزاء و فرازها دقیقاً چه زمانی شروع و چه زمانی به پایان می‌رسند؛ اما در مورد گفتار این‌چنین نیست. به علاوه، ارتباطات مناطق زیرقشری با مناطق قشری مربوط به موسیقی ممکن است نسبت به مناطق زبانی، وسیع‌تر و پراکنده‌تر باشد.

در پژوهشی تأثیر تمرین موسیقی بر دو گروه بررسی شد. یک گروه شامل نوازنده‌های ماهر با ۵ سال سابقه تمرین بودند. گروه دیگر نوازنده نبودند. نتایج نشان داد که نوازنده‌های ماهر، ملودی را با گوش راست، اما غیرنوازنده‌ها ملودی را با گوش چپ بهتر تشخیص می‌دادند. یعنی هر دو نیمکره در پردازش موسیقی، عملکرد تقابلی دارند، نیمکره چپ مغز نوازنده‌های ماهر و نیمکره راست غیرنوازنده‌ها بیشترین دخالت را در پردازش موسیقی دارند (لویتین[1] و منون[2]، ۲۰۰۳).

۲-۴- مناطق پردازش زبان و موسیقی در مغز

بررسی‌ها نشان می‌دهد منطقه مغزی واحدی برای زبان و برای موسیقی وجود نداشته باشد، اما حداقل برخی نواحی مشترک بین پردازش زبان و موسیقی در مغز وجود دارد. علاوه بر نواحی مشترک، برخی نواحی عصبی اختصاصی هم برای آنها وجود دارد (کولش و همکاران، ۲۰۰۴).

۱-۲-۴- مناطق پردازش زبان در مغز

به طورکلی، نیمکره چپ مغز زبان و گفتار را مدیریت می‌کند و به عنوان نیمکره غالب برای زبان و گفتار شناخته می‌شود، اما درصورتی‌که مغز در کودکی دچار آسیب شود، این وظیفه را نیمکره راست انجام خواهد داد. مدنی‌فرد (۱۳۹۸)، به نقل از کندل و جسل (۲۰۰۰)، می‌گوید پیام صوتی، پس از تبدیل به تکانه عصبی در حلزون گوش، از طریق جزء حلزونی عصب زوج هشت به صورت دوطرفه به هسته‌های حلزونی در بصل‌النخاع انتقال می‌یابد و در آنجا پس از برقراری سیناپس به هسته‌های زیتونی فوقانی و پس از آن به هسته‌های نوار خارجی در پل مغزی انتقال می‌یابد. این هسته‌ها به صورت دوطرفه پیام عصبی را به اجسام دوقلوی تحتانی انتقال می‌دهند که خود به صورت دوطرفه با جسم زانویی داخلی در تالاموس و از آنجا با قشر اولیه شنوایی واقع در شکنج هشل در لوب گیجگاهی و در عمق شیار طرفی ارتباط برقرار می‌کند. سپس، قشر اولیه و ثانویه در این ناحیه مجموعه‌ای از بسامدها که در واحد زمانی با ریتم خاصی بیان می‌شوند، مفهوم واج و مفهوم واژه را در مغز شکل می‌دهند. پس از آن، اطلاعات به منطقه ورنیکه واقع در ناحیه ۲۲ برودمن در لوب گیجگاهی در نیمکره غالب زبانی منتقل می‌شود. ورنیکه محل پردازش زبان به خصوص از نظر معنایی است. محل پردازش دستور زبان و برنامه‌ریزی حرکتی جهت ادای واژه‌ها در ناحیه بروکا است. به طورکلی، دو ناحیه بروکا و ورنیکه نقش مهمی در گفتار و زبان دارند. ناحیه بروکا و ناحیه ورنیکه حاوی نورون‌های حرکتی هستند. هر دو ناحیه توسط راه کمانی که دسته‌ای از اعصاب است به هم متصل شده‌اند و در آن اطلاعات پردازش‌شده از ناحیه ورنیکه به ناحیه بروکا بازمنتقل می‌شود.

---

[1] Levitin, D.J.
[2] Menon, V.

در یک تحقیق بررسی شده که برای پردازش واژه‌ها و شبه‌واژه‌ها و همچنین اصوات گفتار و غیرگفتار، چه مناطقی در مغز فعال می‌شود. در این تحقیق نشان داده شده که برای همه انواع اصوات، چه گفتاری و چه غیرگفتاری، شکنج هشل و صفحه گیجگاهی فعال می‌شوند. در نتیجه، احتمالاً شکنج هشل مسئول تحلیل حسی اولیه است. همچنین، گفتار، در مقایسه با اصوات غیرگفتاری، شبکه وسیع‌تری از قشر گیجگاهی و قشر مخ شنوایی را فعال می‌کند. علاوه بر این، چون بین کلمات، شبه‌کلمات و گفتار وارونه تفاوتی مشاهده نشد، این نتیجه حاصل شد که احتمالاً این نواحی مسئول پردازش واج‌شناختی هستند، نه پردازش معنایی (بایندر[1]، ۲۰۰۰).

۲-۲-۴- مناطق پردازش موسیقی در مغز

در تجزیه و تحلیل اطلاعات موسیقی هم بخش‌های مختلفی از مغز دخیل‌اند. مطالعات و آزمایشات نشان داده که هر دو نیمکره مغز در موسیقی فعال‌اند. لوب‌های گیجگاهی هر دو نیمکره عمدتاً در ادراک موسیقی نقش دارند. لوب‌های پیشانی هر دو نیمکره در خروجی و جلوه موسیقی مشارکت دارند (استوارت[2] و همکاران، ۲۰۰۶)؛ اما، به طورکلی، می‌توان گفت نیمکره چپ بیشتر به درک تنظیم سرعت و ریتم و نیمکره راست به درک زیروبمی صدا و طنین صدا می‌پردازد. با این حال، هنوز هیچ منطقه مغزی واحد و خاصی برای ترکیب و ساخت آهنگ شناخته نشده است (زاتور[3]، ۲۰۰۳). علاوه بر این، مقایسه بین نوازندگان و غیرنوازندگان نیز نشان می‌دهد که نیمکره چپ نقش مهم‌تری در پردازش‌های موسیقی دارد. در ارتباط با ریتم نیز شواهد زیادی از تصویربرداری‌های عصبی از اوایل دهه ۱۹۹۰ به تخصص‌یافتگی نیمکره چپ اشاره دارند (شلاگ[4]، ۲۰۰۱). به طورکلی، نیمکره چپ مغز با شنیدن موسیقی به تجزیه و تحلیل اصوات موسیقی می‌پردازد و نیمکره راست هماهنگی و گشتالت صدا و عواطف را درک می‌کند. در واقع، نیمکره راست در دریافت کلی پیام‌های موسیقی، ترکیب فضایی روابط و درک مدت فضایی موسیقی مؤثر است (زاده‌محمدی، ۱۳۸۱). در خواندن بدون کلام، درک الگوهای بلندی صدا، ساختار هارمونی صداها و جنبه‌های غیرکلامی آن نیز نیمکره راست نقش دارد (استراتلون[5] و زالانوسکی[6]، ۱۹۸۴).

پردازش موسیقی قسمت‌های گسترده‌ای را در هر دو نیمکره درگیر می‌کند. لوب آهیانه فوقانی و شیار درون آهیانه‌ای در تفسیر نت‌های موسیقی مشارکت دارند. منطقه پیش‌حرکتی در لوب پیش‌پیشانی، لوب آهیانه، مخچه و عقده‌های پایه برای تشخیص قسمت‌هایی که با سازهای مختلف نواخته می‌شود، فعال می‌شوند. شواهد پت اسکن در غیرنوازندگان نشان داده که هنگام تصورکردن یک آهنگ در ذهن یا در ادارک موسیقی، لوب گیجگاهی راست و قشر پیش‌پیشانی بیش از همه فعال بودند؛ اما وقتی آهنگ

---

[1] Binder, J.
[2] Stewart, L.
[3] Zatorre, R.J.
[4] Schlaug, G.
[5] Stratlon, V.N.
[6] Zalanowski, A.H.

دارای شعر هم باشد، مناطق پیش‌پیشانی چپ فعال می‌شود (کمپبل، ۱۳۸۰). درک نت، آکورد و ریتم در قشر شنوایی ثانویه و درک مفاهیم پیچیده‌تر از قبیل جملات موسیقایی و یا دستور زبان موسیقی در نواحی ارتباطی که همپوشانی زیادی با مناطق زبانی دارند، صورت می‌گیرد (سامل‌ر[1]، کولش و فردریکی[2]، ۲۰۱۱). موسیقی، به جز قشر شنوایی مغز، نواحی بسیار دیگری را در مغز تحریک می‌کند که با بسیاری از مناطق پردازش زبانی نظیر نواحی پیشانی-گیجگاهی چپ همپوشانی دارند؛ نحو جملات موسیقایی در همان مناطقی پردازش می‌شود که نحو جملات زبانی پردازش می‌شود (مدنی‌فرد، ۱۳۹۸). به طورکلی، مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که نواحی پردازشی و ادراکی موسیقی با نواحی درگیر در درک و دریافت زبانی همپوشانی دارند.

۳-۴- اختلالات درک و تولید زبان و موسیقی در مغز

در این بخش ابتدا اختلالات درک و تولید زبان و سپس موسیقی بررسی می‌شود.

۱-۳-۴- اختلالات زبان

گاهی مراحل فراگیری زبان به دلایلی روند طبیعی خود را طی نمی‌کند و اختلالاتی در گفتار و زبان پدید می‌آید (گلپور، نیلی‌پور و روشن، ۱۳۸۵). برخی از دلایل تأخیر گفتار و زبان در کودکان، عقب‌ماندگی ذهنی، فلج مغزی، کم‌شنوایی، اختلالات طیف اتیسم، اختلال یکپارچگیِ حسی و آسیب ویژه زبانی است (وامقی و همکاران، ۱۳۹۴). اختلال آسیب شنوایی به عنوان مهم‌ترین علت تأخیر زبان در کودکان، نابهنجاری یا کاهش میزان حساسیت شنوایی است که اثرات آن بر گفتار و زبان به میزان، نوع، ثبات و زمان شروع کم‌شنوایی بستگی دارد. اگر نقص شنوایی در سال‌هایی که کودک در حال فراگیری زبان است ایجاد شده باشد، تأثیر آن بسیار شدیدتر خواهد بود؛ اما، اگر پس از اینکه فرد در گفتار مهارت پیدا کرد پدید آید، بعید است که توانایی‌های تولیدی او چندان دچار اختلال شود. چنین نقص اکتسابی می‌تواند در طول زمان منجر به تغییراتی در گفتار فرد شود، ازجمله تغییر در زیروبمی و بلندی صدا، تغییرات کیفی در برخی همخوان‌ها و یا حذف همخوان‌های آخر واژه.

آفازیا[3] یا زبان‌پریشی نوع دیگری از اختلال زبانی است که عمدتاً در اثر آسیب به مغز یا سکته مغزی به وجود می‌آید و در آن فرد در بیان گفتار، درک، خواندن و نوشتن دچار مشکل می‌شود. بسته به محل آسیب در مغز، انواعی از آفازیا وجود دارد. این نواحی اغلب شامل نواحی مرتبط زبانی در منطقه قشری لوب گیجگاهی و آهیانه‌ای، منطقه بروکا، ورنیکه و در مسیر ارتباطات عصبی بین آنها است که در اکثر بیماران در نیمکره چپ و عمدتاً در نواحی مربوط به توانایی تولید و درک قرار دارد.

به طورکلی، اختلالات درک گفتار را می‌توان به سطوح مختلفی تقسیم کرد: ۱) اختلال درک در سطح واجی و واژگان زبان؛ ۲) اختلال درک در سطح روابط منطقی دستوری؛ ۳) اختلال درک ساختار زنجیری گفتار؛ ۴) اختلال در درک مضمون و زیرمتن گفتار (اصغری و زندی، ۱۳۹۲).

---

[1] Sammler, D.
[2] Friederici, A.D.
[1] Aphasia

انواع اختلال‌های ناشی از آسیب‌های مغزی نیز عبارت است از زبان‌پریشی پویا (عدم کوشش برای ایجاد ارتباط گفتاری فعال؛ گفتار فاقد نقص دستوری، اما به شکل تکرار پژواک‌گونه پرسش مطرح‌شده و یا بازگویی پاسخ قبلی)، بی‌ربط‌گویی معنایی، نابه‌جاگویی معنایی و زبان‌پریشی معنایی (تکلم به ظاهر روان، اما از نظر معنایی دچار مشکل)، نام‌پریشی (گفتار روان و درک خوب، اما دچار ضعف در نامیدن)، نوشتارپریشی (ناتوانی در نوشتن صحیح کلمات به دلیل ناتوانی در تشخیص مشخصه‌های واجی)، زبان‌پریشی واجی (بی‌ربط‌گویی واجی و اختلال در تکرار کلمات)، زبان‌پریشی انتقالی (گفتار روان و درک خوب، اختلال در تکرار کلمات)، زبان‌پریشی فراموشی (فراموشی کلمات)، زبان‌پریشی بروکا (تکلم غیرروان، *مکث در آغاز جمله* و در بین کلمات، اختلال در تولید واج‌ها)، دستورپریشی (ناتوانی در کاربرد الگوهای دستوری) و زبان‌پریشی فراگیر (درک گفتاری اندک و نهایتاً تولید برخی توالی‌های گفتاری کلیشه‌ای و تکراری) (اصغری و زندی، ۱۳۹۲).

۲-۳-۴- اختلالات موسیقی

یکی از اختلالات مربوط به موسیقی آگنوزیا[1] است. آگنوزیا یا ادراک‌پریشی ناتوانی در درک و دریافت موسیقی است که به علت آسیب مغزی رخ می‌دهد. آگنوزیا در موسیقی یعنی فرد نمی‌تواند اطلاعاتی از عناصر موسیقی را که قبلاً می‌دانسته، دریافت کند و یا در دریافت آن با تأخیر مواجه می‌شود و قادر به تشخیص اصوات موسیقی نیست. البته، از آنجایی‌که بررسی ادراک موسیقی دشوار است، به سختی می‌توان پی برد کدام یک از ویژگی‌های موسیقی در بیمار از بین رفته‌است (چن[2]، پنون[3] و زاتور[4]، ۲۰۰۸). آگنوزیا به دو دسته اصلی تقسیم می‌شود: ۱) عدم حساسیت به صدای موسیقی: فرد نمی‌تواند در یک مقیاس موسیقی بین صداها تمایز قائل شود و از نظر او همه صداها یکسان هستند. ۲) عدم حساسیت به ملودی: فرد نمی‌تواند ملودی را به خاطر آورد. این نوع آگنوزیا انواع متفاوتی دارد؛ به عنوان مثال، ممکن است فرد نتواند نام ملودی را به خاطر آورد، ممکن است نتواند با آن زمزمه کند، یا حتی ممکن است نتواند آن را در ذهن خود بخواند (ساملر و همکاران، ۲۰۰۷).

احتمالاً آفازیا و آگنوزیا هر دو به علت آسیب به نیمکره چپ است؛ شاهد آن اینکه برخی بیماران مبتلا به آفازی، به آگنوزیا هم مبتلا هستند (کولش و سیبل، ۲۰۰۵). اما، همان‌طور که گفتار ممکن است صرفاً در نواحی مغزی مشخص پردازش شود، موسیقی هم ممکن است در نواحی مغزی مشخصی پردازش شود (کولش، ۲۰۰۰). برخی شواهد آن عبارت است از: برخی بیماران مبتلا به نقایص زبانی، توانایی موسیقی کمی نشان می‌دهند؛ برخی بیماران مبتلا به آفازی بروکا می‌توانند آواز بخوانند و کلماتی را بخوانند که در شرایط معمول قادر به گفتن آن نیستند (کولش و سیبل[5]، ۲۰۰۵)؛ برخی افراد دچار

---

[1] Agnosia
[2] Chen, L.
[3] Penhune, B.
[4] Zatorre, R.
[5] Siebel, W.A.

آسیب مغزی در ادراک زیروبمی یا ملودی دچار مشکل هستند، اما ادراک ساختار زمانی در آنها سالم است، یا برعکس، برخی افراد در ادراک زمانی دچار مشکل هستند، اما ادراک زیروبمی آنها سالم است (پرتز[۱] و همکاران، ۲۰۰۹).

آموزیا[۲] یا موسیقی‌پریشی یکی دیگر از اختلالات مربوط به موسیقی است که به ناتوانی شدید در درک صحیح یا تولید صحیح موسیقی اشاره دارد که ناشی از ناتوانی شناختی، ادراکی یا حرکتی نیست (شیوونن[۳] و سارکامو[۴]، ۲۰۲۲). دو نوع آموزیا وجود دارد: ۱) آموزیای مادرزادی: یک اختلال ادراکی رشدی که تقریبا ۴ تا ۵ درصد افراد به آن مبتلا هستند و منجر به مشکلات مادام‌العمر عمدتاً در درک و گاهاً در تولید صداهای موسیقی می‌شود (پرتز و ووان، ۲۰۱۷). ۲) آموزیای اکتسابی: یک نقص عصبی موسیقایی ناشی از اثرات بیماری مغزی و به ویژه سکته (کلارک[۵] و همکاران، ۲۰۱۵) که به ندرت در مراقبت‌های استاندارد تشخیص داده می‌شود (شیوونن و سارکامو، ۲۰۲۲).

افراد مبتلا به آموزیا در تشخیص الگوی آهنگ استخراج‌شده از گفتار مشکل دارند، که نشان می‌دهد تفکیک بین درک زیروبمی در گفتار و موسیقی در این افراد به دلیل نقص در سطوح بالاتر است، نه صرفاً تشخیص تغییر زیروبمی (پتل، فوکستون[۶] وگریفیث[۷]، ۲۰۰۵). شواهد تصویربرداری عصبی پتل (۲۰۰۳) نشان می‌دهد که چندین فرد مبتلا به آفازیا و در عین حال غیرمبتلا به آموزیا، نوازندگان حرفه‌ای هستند. پژوهش سان[۸] و همکاران (۲۰۱۸) نشان داده که افراد مبتلا به آموزیای مادرزادی در مراحل اولیه پردازش، پردازش، نقص‌های صرفی– نحوی نشان می‌دهند. همچنین، اختلالات مربوط به آموزیای مادرزادی نه تنها منجر به نقص‌های موسیقی– نحوی، بلکه منجر به اختلال در پردازش زبانی– نحوی در سطح عصبی نیز می‌شود.

به طورکلی، زبان و موسیقی نظام‌های شناختی و عصبی نزدیکی هستند که مجموعه‌های پیچیده‌ای از فرایندهای فرعی مرتبط دارند که برخی از آنها مشترکند و برخی دیگر مشترک نیستند. داده‌های نوروفیزیولوژیک که پردازش معنایی و نحوی مشابه به همراه شباهت‌هایی در توسعه دو حوزه زبان و موسیقی در مغز نوزاد را نشان می‌دهند، از این دیدگاه حمایت می‌کنند که زبان و موسیقی اشتراکات زیادی دارند و یکدیگر را تکمیل می‌کنند (یوهانسون[۹]، ۲۰۰۸).

۵- بحث و نتیجه‌گیری

---

[1] Peretz, I.
[8] Amusia
[3] Sihvonen, A.
[4] Särkämö, T.
[5] Clark, H.L.
[6] Foxton, J.M.
[7] Griffiths, T.D.
[8] Sun, Y.
[9] Johansson, B.

با توجه به آنچه گفته شد، می‌توان در خصوص شباهت‌ها و تفاوت‌های دو نظام زبان و موسیقی گفت که زبان و موسیقی مختص گونه انسان است و هر دو نظام‌های ارتباطی، نشانه‌شناختی و شناختی هستند. این دو نظام با توجه به ملاحظات روان‌شناختی زبان بررسی و مقایسه شدند. مقایسه پدیده ادراک مقوله-ای در دو نظام نشان داد که در پردازش زبان این پدیده در مورد همخوان‌ها در تمام گویشوران طبیعی مشاهده می‌شود، حال‌آنکه در پردازش موسیقی ادراک مقوله‌ای در تشخیص فواصل نواختی و همچنین درک و تشخیص نت‌های موسیقی با تعلیم و آموزش در مورد افراد موسیقی‌دان و با کسب دانش موسیقی حاصل می‌شود. بررسی مراحل فراگیری زبان و موسیقی نشان داد که در هر دو نظام، مراحل رشد و فراگیری، به ویژه درمورد عوامل آوایی و نحوی، نسبتاً مشابه و همگام است. در خصوص نظام پردازش اطلاعات و حافظه نیز پژوهش‌ها نشان دادند که در هر دو نظام حافظه فعال نحوی و حلقه واج‌شناختی دارای نقش مهمی هستند و در پردازش ساختار موسیقی نیز مانند ساختار زبان، حافظه فعال نحوی نقش مهمی دارد. مقایسه زبان و موسیقی با توجه به سطوح پردازشی مختلف مانند سطح آوایی، سطح نحوی و سطح معنایی نشان می‌دهد که در سطح پردازش آوایی برای زبان و موسیقی مسیرهای پردازشی و عوامل مشترکی وجود دارد و ریتم در زبان بر ریتم موسیقایی تأثیر می‌گذارد. در سطح نحوی در موسیقی تونال نیز مانند زبان، می‌توان به ساختارهای سلسله مراتبی/نظریه زایشی و پدیده قابلیت انتظار و قواعد سازه‌ای قائل شد؛ اما، در موسیقی، برخلاف زبان، ساختارهای سلسله‌مراتبی نواختی غیرمقوله‌ای و نامتقارن هستند. در سطح معنا و پردازش معنایی نیز، پردازش معنا در زبان عمدتاً در ارتباط با نظام مفهومی است، اما در موسیقی پردازش معنایی در ارتباط با نظام عواطف، احساسات و تداعی‌ها است. در خصوص مقایسه رمزگشایی نظام نوشتاری الفبایی زبان و نظام نوشتاری موسیقی یا نت‌خوانی، نیز بررسی حرکات چشم نشان می‌دهد زمان تثبیت‌ها و ماهیت جهش‌ها در خواندن متن و نت‌خوانی متفاوت و تثبیت‌ها و جهش‌های چشمی در پردازش علایم موسیقی شدیداً تحت تأثیر عامل محدودیت زمانی در پردازش است.

در نهایت، بررسی نتایج پژوهش‌های مربوط به مقایسه زبان و موسیقی با در نظرگرفتن ملاحظات عصب‌شناختی نشان داد که شاید منطقه مغزی واحدی برای زبان و برای موسیقی وجود نداشته باشد، اما حداقل برخی نواحی پردازشی و ادراکی موسیقی با برخی نواحی درگیر در درک و دریافت زبانی همپوشانی دارند. یافته‌های تصویربرداری عصبی هم نشان می‌دهد که هنگام گوش دادن به موسیقی، ناحیه بروکا فعال است و ادراک ساختار یا نحو و نیز معنای موسیقی در همان نواحی مغزی صورت می‌گیرد که مربوط به پردازش زبان است. با این‌حال، علاوه بر وجود داشتن نواحی مشترک در مغز برای پردازش زبان و موسیقی، برخی نواحی عصبی اختصاصی هم برای آنها وجود دارد. در نهایت، به لحاظ پیدایش، موسیقی و زبان از یک منشأ شناختی اولیه پدید می‌آیند؛ سپس زبان به ابزار قدرتمند بیان اندیشه و موسیقی به محمل عواطف و احساسات بدل می‌شود (افراشی و رشیدی، ۱۳۹۸).

منابع

اصغری، فیروزه و بهمن زندی(۱۳۹۲). «عصب‌شناسی زبان؛ حوزه مطالعاتی بین‌رشته‌ای در زبان‌شناسی». فصلنامه *مطالعات میان‌رشته‌ای در علوم انسانی*، ۵ (۳): ۷۷– ۷۹.

افراشی، آزیتا و صادق رشیدی(۱۳۹۸). *نشانه‌شناسی موسیقی*. تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی.

اکبری مطلق، مریم(۱۳۹۴). «مقایسه ویژگی‌های عصب‌روان‌شناختی کودکان فراگیر موسیقی و عادی دوره دبستان». فصلنامه *علمی–پژوهشی عصب‌روان‌شناسی*، ۱ (۱):۶۶– ۷۴.

زاده‌محمدی، علی(۱۳۸۱). *کاربردهای موسیقی درمانی در روان‌پزشکی، پزشکی و روان‌شناسی*. تهران: انتشارات اسرار دانش.

کمپبل، دان(۱۳۸۰). *اعجاز موسیقی: موسیقی درمانی «تأثیر موسیقی موزارت»: اثر موسیقی در درمان بیماری‌های تن و روان*. ترجمه منیژه شیخ‌جوادی. تهران: انتشارات محمد.

گلپور، لیلا؛ نیلی‌پور، *رضا* و بلقیس روشن(۱۳۸۵). «تحلیل مقایسه‌ای برخی ساختارهای صرفی–نحوی گفتار کودکان کم‌شنوای شدید–عمیق در حال آموزش با کودکان عادی ۵–۴ ساله فارسی زبان». شنوایی‌شناسی– دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۱۵(۲): ۲۳– ۲۹.

مدنی‌فرد، مهدی(۱۳۹۸). «زبان، موسیقی و مغز». *مجله علوم اعصاب شفای خاتم*، ۷ (۳)، ۱۰۲– ۱۰۷.

محمدزاده، علی و ربین قادری(۱۳۹۷). «تأثیر فراگیری موسیقی بر افزایش مهارت‌های شنیداری». فصلنامه علمی–پژوهشی *طب توانبخشی*، ۶ (۴): ۲۶۸– ۲۷۷.

نبی‌فر، شیما(۱۳۹۳). «مقایسه زبان و موسیقی: نقش عوامل پردازشی، روان‌شناختی و نشانه‌شناختی». مجموعه مقالات نخستین همایش *عصب–روان‌شناسی زبان*، تهران: نشر نویسه پارسی.

وامقی، روشنک؛ ساجدی، فیروزه؛ یادگاری، فریبا؛ ظریفیان، طلیعه؛ شهشهانی‌پور، سهیلا؛ حاتمی‌زاده، نیکتا؛ فرازی، مرتضی؛ دارویی، اکبر؛ سلیمانی، فرین؛ آذری، نادیا؛ مهدی‌پور، نیره؛ اشتری، عطیه و رباب تیموری (۱۳۹۴). «تدوین پروتکل مداخلات به هنگام تأخیر در تکامل گفتار و زبان کودکان خردسال: یک تجربه منحصر به فرد در کشور». فصلنامه *آرشیو توانبخشی*، ۱۶ (۴): ۳۷۴– ۳۸۱.

Afrashi, A. and S. Rashidi (2018). *Music Semiotics*. Tehran: Scientific and Cultural Publishing Company. (In Persian)

Akbari Motlagh, M. (2014). "Comparison of Neuropsychological Characteristics of Music-Savvy and Normal Elementary School Children". Journal of *Neuropsychology,* 1 (1): 66-74. (In Persian)

Asghari, F. and B. Zandi (2012). "Neurolinguistics; Interdisciplinary field of study in Linguistics". Journal of *Interdisciplinary Studies in Humanities*, 5 (3): 77-79. (In Persian)

Asano, R. and C. Boeckx (2015). "Syntax in Language and Music: What is the Right Level of Comparison?". *Frontiers in Psychology,* 2 (6): 924.

Baddeley, A. (1992). "Working Memory". *Science*, 255(5044): 556–

559.
Binder, J. (2000). "The New Neuroanatomy of Speech Perception". *Brain*. 123: 2371-2372.
Brandt, A., Gebrian, M., and L. Slevc (2012). "Music and Early Language Acquisition". *Frontiers in Psychology*, 3 (327): 1-17.
Campbell, Don (2008). *The Miracle of Music: Music Therapy of "Mozart's Music Effect": The Effect of Music on the Treatment of Physical and Mental Diseases*. Translated by Sheikh Javadi, M. Tehran: Mohammad Publications. (In Persian)
Carroll, D. (2008). *Psychology of Language*. Canada: Thomson Wadsworth Publishing.
Chen, L.; Penhune, B.; and R. Zatorre (2008). "Listening to Musical Rhythms Recruits Motor Regions of the Brain". *Cereb Cortex*, 18 (12): 2844-54.
Clark, H. L.; Camilla, N.; Golden, J. and D. Warren (2015). *Handbook of Clinical Neurology*. 129: 607-631.
Deliege, I.; and A. Sloboda (1997). *Perception and Cognition of Music*. London: Psychology press.
Fennell, A. M.; Jennifer, A. B.; Payne, B. R. and E. R. Schotter (2020). "Music is Similar toL in Terms of Working Memory Interference". *Psychonomic Bulletin & Review*, 28: 512–525.
Fiebach, C J.; Schlesewsky, M. and A. D. Friederici (2001). "Syntactic Working Memory and the Establishment of Filler-Gap Dependencies: Insights from ERPs and fMRI". *J Psycholinguist Res*, 30 (3): 321-338.
Field, J. (2004). *Psycholinguistics: the key Concepts*. London: Routlege.
Fitch, W. T. (2013). "Rhythmic Cognition in Humans and Animals: Distinguishing Meter and Pulse Perception". *Front. Syst. Neurosci*, 7 (68).
Fiveash, A. and K. Pammer (2014). "Music and Language: Do they Draw on Similar Syntactic Working Memory Resources?". *Psychology of Music*, 42 (2): 190 –209.
Furneaux, S. and F. Land (1999). "The Effects of Skill on the Eye-Hand Span During Musical Sight Reading". *Proc Biol Sci*, 266 (1436): 2435–2440.
Golpour, L.; Nilipour, R. and B. Roshan (2008). "Comparative Analysis of Some Morpho-Syntactic Structures of the Speech of Children with Severe-Profound Hearing Loss with Normal 4–5

Years Old Persian Speaking Children". *Audiology* – School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, 15 (2): 23-29. (In Persian)

Grabe, E. and E. L. Low (2002). "Durational Variability in Speech and the Rhythm Class Hypothesis". In C. Gussenhoven & N. Warner. Laboratory phonology. Berlin: *Mouton de Gruyter*, 515–546.

Harley, T. (2001). *Psychology of Language*. New York: Psychology Press Ltd.

Ho, YC.; Cheung, MC. and A. S. Chan (2003). "Music Training Improves Verbal not Visual Memory: Cross - Sectional and Longitudinal Explorations in Children". *Neuropsychology*, 17:439-450.

Jackendoff, R. (2009). "Parallels and Nonparallel between Language and Music". *Music Perception*, 26 (3): 195–204.

Johansson, B. (2008). "Language and Music: What do They Have in Common and How do They Differ? A Neuroscientific Approach". *European Review*, 16 (4): 413–427.

Jung, H.; Sontag, S.; and Y. Park (2015). "Rhythmic Effects of syntax Processing in Music and Language". *Frontiers in psychology*, 6 (1762): 1-10.

Kandel, K. and T. Jessell (2000). *Principles of Neural Science*. The United States: McGraw-Hill Medical.

Kljajevc, V. (2010). "Is Syntactic Working Memory Language Specific?". *Psihologija*, 43 (1): 85-101.

Koelsch, S. (2000). *Brain and Music: A Contribution to the Investigation of Central Auditory Processing with a New Electro-Physiological Approach*. Leipzig: Risse.

Koelsch, S.; Kasper, E.; Sammler, D.; Schulze, K.; Gunter, T. and A. Friederici (2004). "Music, Language and Meaning: Brain Signatures of Semantic Processing". *Nat Neurosci*. 7 (3): 302-307.

Koelsch, S. and W. A. Siebel (2005). "Towards a Neural Basis of Music Perception". *Trends Cogn*. Sci, 9 (12): 578-84.

Lee, M.; Skoe, E.; Kraus, N. and R. Ashley (2009). "Selective Subcortical Enhancement of Musical Intervals in Musicians". Journal of *Neuroscience*, 29: 5832-5840.

Lerdahl, F. and R. Jackendoff (1983). *A Generative Theory of Tonal Music*. USA: MIT Press.

Levitin, D. J. and V. Menon (2003). "Musical Structure is Processed

in “Language” Areas of the Brain: a Possible Role for Brodmann Area 47 in Temporal Coherence”. *Neuroimage*, 20 (4): 2142-2152.

Madanifard, M. (2018). “Language, Music and Brain”. The Neuroscience Journal of *Shafaye Khatam*, 7 (3): 102-107. (In Persian)

Mohammadzadeh, A. and R. Qaderi (2017). “The Effect of Learning Music on Increasing Listening Skills”. Scientific Journal of *Rehabilitation Medicine*, 6 (4): 277-268. (In Persian)

Moreno, S.; Bialystok, E.; Barae, R.; schellenberg, E.; Cepeda, N. J. and T. Chou (2011). “Short–Term Music Training Enhances Verbal Intelligence and Executive Function”. *Psychological Science*, 22: 1425-1433.

Nabifar, Sh. (2013). “Comparison of Language and Music: the Role of Processing, Psychological and Semiotic Factors”. Proceedings of the First Conference on Neuro-Psycholinguistics, Tehran: *Neveeseh Parsi Publications*. (In Persian)

Patel, A. D. (2003). “Language, Music, Syntax and the Brain”. *Nature Neuroscience*, 6 (7): 674–681.

Patel, A. D. (2013). “Sharing and Nonsharing of Brain Resources for Language and Music”. In M. A. Arbib (Ed.), *Language, Music, and the Brain (Strüngmann Forum Reports)*, Vol. 10, J. Lupp, Series ed. Cambridge, MA: MIT Press.

Patel, A. D. and J. R. Daniele (2003). “An Empirical Comparison of Rhythm in Language and Music”. *Cognition*, 87 (1): 35–45.

Patel, A. D.; Foxton, J. M. and T. D. Griffiths (2005). “Musically Tone-Deaf Individuals Have Difficulty Discriminating Intonation Contours Extracted from Speech”. *Brain and Cognition*, 59: 310–313.

Peretz, I., Gosselin, N., Belin, P., Zatorre, R. J., Plailly, J. and B. Tillmann (2009). “Music Lexical Networks: The Cortical Organization of Music Recognition”. *Ann N Y Acad Sci*., 1169: 256-65.

Peretz, I., and D. T. Vuvan (2017). “Prevalence of Congenital Amusia”. European Journal of *Human Genetics*, 25: 625–630.

Sammler, D.; Grigutsch, M.; Fritz, T.; and S. Koelsch (2007). “Music and Emotion: Electrophysiological Correlates of the Processing of Pleasant and Unpleasant Music”. *Psychophysiology*, 44 (2): 293-304.

Sammler, D.; Koelsch, S. and A. D. Friederici (2011). “Are Left

Frontotemporal Brain Areas a Prerequisite for Normal Music Syntactic Processing?". *Cortex*, 47 (6): 659-73.

Schlaug, G. (2001). "The Brain of Musicians: A Model for Functional and Structural Adaptation". *Ann N Y Acad Sci*., 930: 281-299.

Schulze, K.; Mueller, K. and S. Koelsch (2011). "Neural Correlates of Strategy Use During Auditory Working Memory in Musicians and Non – Musicians". European Journal of *Neuroscience,* 33: 189-196.

Shah, P. and A. Miyake (1996). "The Separability of Working Memory Resources for Spatial Thinking and Language Processing: An Individual Differences Approach". Journal of *Experimental Psychology*: General, 125 (1): 4.

Siegel, J. and W. Siegel (1977). "Categorical Perception of Tonal Intervals: Musicians Can't Tell Sharp from Flat". *Perception & Psychophysics*, 21: 399-407.

Sihvonen, A. and T. Särkämö (2022). "Music Processing and Amusia". In *Handbook of Clinical Neurology*. (187: 55-67). London, *Elsevier*.

Stewart, L.; von Kriegstein, K.; Warren, J. D. and T. D. Griffiths (2006). "Music and the Brain: Disorders of Musical Listening". *Brain*, 129 (10): 2533-2553.

Stratlon, V. N. and A. H. Zalanowski (1984). "The Relationship between Music, Degree of Liking and Self-Reported Relaxation". Journal of *Music Therapy*, 21 (4):184-192.

Sun, Y.; Lu, X.; Ho, H. T.; Johnson, B. W., Sammler, D. and W. F. Thompson (2018). "Syntactic Processing in Music and Language: Parallel Abnormalities Observed in Congenital Amusia". *Neuro Image : Clinical*, 19: 640–651.

Vameghi, B.; Sajedi, F.; Yadegari, F.; Zarifian, T.; Shahshahanipour, S.; Hatamizadeh, N.; Farazi, M.; Darouei, A.; Soleimani, F.; Azari, N.; Mahdipur, N.; Ashtari, A.; and R. Teimoori (2014). "Developing a Protocol for Interventions during the Delay in Speech and Language Development of Young Children: a Unique Experience in the Country". *Archives of Rehabilitation*, 16 (4): 381-374. (In Persian)

Zadehmohammadi, A. (2008). *Applications of Music Therapy in Psychiatry, Medicine and Psychology*. Tehran: Israr Danesh Publications. (In Persian)

Zatorre, R. J. (2003). "Absolute Pitch: A Paradigm for Understanding

the Influence of Genes and Development on Cognitive Function". *Nat Neurosci*. 6 (7): 692-5.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی