



NASTINFO

## درآمدی بر ذخیره و بازیابی اطلاعات موسیقایی:

زمینه‌ها، ضرورت‌ها، و چالش‌ها

لاله صمدی | غلامرضا فدایی

### چکیده

**هدف:** بررسی ضرورت‌های حوزه ذخیره و بازیابی اطلاعات موسیقایی، تفاوت‌های میان ذخیره و بازیابی اطلاعات موسیقایی با اطلاعات متنی، وظایف نظام ذخیره و بازیابی اطلاعات موسیقایی، و چالش‌های مطرح در این حوزه.

**روش‌شناسی:** پژوهش با مراجعه به متون و منابع کتابخانه‌ای انجام شد.

**یافته‌ها:** برای ذخیره و بازیابی اطلاعات موسیقایی، موتورهای جستجو و پایگاه‌های اطلاعاتی مختلفی مانند لست.اف.ام، پاندورا، و موگل در خارج از کشور راه‌اندازی شده است. شباهت، طبقه‌بندی منابع موسیقایی، آوانویسی موسیقی، تشخیص ریتم و گام، و امکان جستجوی زمزمه‌ای از مهم‌ترین وظایف چنین نظامی است.

**نتیجه‌گیری:** ذخیره و بازیابی اطلاعات موسیقایی با نوع متنی متفاوت است؛ زیرا موجودیت منابع موسیقایی با منابع متنی فرق دارد. برای اینکه هر نظام ذخیره و بازیابی اطلاعات موسیقایی عملکرد مناسبی داشته باشد، باید این موارد را مد نظر قرار دهد: مشکلات نادرست خواندن ملودی توسط کاربران در پرس‌وجوهای زمزمه‌ای، دشواری‌های آوانویسی موسیقی پلی‌فونیک، تعلق یک ژانر به چندین طبقه، فقدان نظام معنایی مشخص در میان برچسب‌ها، و شباهت‌های مختلف موجود در قطعه‌های گوناگون موسیقی.

### کلیدواژه‌ها

ذخیره و بازیابی اطلاعات، موسیقی، منابع دیداری شنیداری

## درآمدی بر ذخیره و بازیابی اطلاعات موسیقایی: زمینه‌ها، ضرورت‌ها، و چالش‌ها

لاله صمدی<sup>۱</sup>

غلامرضا فدایی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۶/۲۳

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۷/۲۸

### مقدمه

در سال‌های اخیر، متون بازیابی شده بیشتر بر بازیابی اطلاعات متنی متمرکز بوده و بازیابی منابع دیداری - شنیداری، به‌ویژه موسیقایی، کمتر مد نظر قرار گرفته است. با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از فرهنگ ایرانیان را موسیقی ایرانی تشکیل می‌دهد و از تاریخچه‌ای غنی برخوردار است، انتظار می‌رود متخصصان علم اطلاعات و دانش‌شناسی که در زمینه ذخیره و بازیابی اطلاعات نقشی اساسی و محوری دارند بر مسئله ذخیره و بازیابی این نوع منابع تأکید و تأمل بیشتری داشته باشند. منظور از منابع موسیقایی، نت‌های مربوط به یک قطعه آهنگ، آلبوم هنرمندان، آهنگ‌های بی‌کلام و باکلام، و اطلاعات مربوط به آهنگسازان و نوازندگان است.

سه مرکز اصلی در ایران به کار نگهداری منابع موسیقایی مشغول هستند: (۱) کتابخانه موسیقی دانشکده هنرهای زیبای دانشگاه تهران، (۲) کتابخانه دانشگاه هنر، و (۳) آرشیو صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران. هر کدام از این مراکز در زمینه موسیقی منابع چاپی و غیرچاپی متعددی دارند. کتابخانه موسیقی دانشکده هنرهای زیبای دانشگاه تهران به‌طور اختصاصی در زمینه موسیقی فعالیت می‌کند. دانشگاه هنر نخستین دانشگاه تخصصی هنر در ایران و یکی از بزرگ‌ترین دانشگاه‌های هنر در خاورمیانه است. در کتابخانه این دانشگاه، بیش از ۵۰۰ عنوان کتاب لاتین و ۷۰۰ عنوان کتاب فارسی تخصصی در زمینه موسیقی نگهداری می‌شود (بزرگ‌چمی، ۱۳۸۱). نکته حائز اهمیت این است که هیچ‌یک از مراکز یادشده تلاشی جدی در خصوص سازماندهی و نمایه‌سازی تخصصی منابع موسیقایی (کرد،

۱. دانشجوی دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه تهران؛ بورسیه دانشگاه شاهد (نویسنده مسئول)  
samadi61@gmail.com  
۲. استادگروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه تهران  
ghfadaei@ut.ac.ir

(۱۳۸۱) و بازیابی آنها در ابعاد مختلف انجام نداده‌اند. از این رو، کاربران و پژوهشگران حوزه موسیقی که از این آرشیوها و مراکز استفاده می‌کنند فقط می‌توانند به جستجوی منابع مکتوب در حوزه موسیقی بپردازند و اگر به دنبال ملودی مشخصی باشند، نمی‌توانند آن را از میان منابع موجود بازیابی کنند.

در این زمینه، علی‌محمدی (۱۳۹۲) به شبیه‌سازی یک پژوهش تجربی در حوزه کاربرد همزمان متن و صوت در بازیابی قطعات موسیقایی براساس حس نشأت گرفته از آنها پرداخت. یافته‌های وی نشان داد که کاربرد همزمان متن و صوت در بازیابی قطعات موسیقایی براساس حس نشأت گرفته از آنها زمینه پژوهشی چالش‌برانگیزی در علم اطلاعات است و در محیط وب و پایگاه‌های اطلاعاتی نیز قابل بررسی، آزمون، و تعمیم است. همچنین، گرد (۱۳۸۱) در پایان‌نامه خود ضمن بررسی و شناخت شیوه‌های سازماندهی منابع شنیداری موسیقی در آرشیوهای موسیقی تخصصی و دولتی شهر تهران تأکید می‌کند که منابع شنیداری موسیقی به دلیل وجود عناصر مختلف در یک قطعه موسیقی و نیز حضور نوازندگان و ابزارآلات بسیار زیاد در یک قطعه با انواع دیگر منابع اطلاعاتی تفاوت‌های عمده‌ای دارند و همین ویژگی سبب شده است تا ذخیره و بازیابی آنها پیچیده‌تر از سایر منابع اطلاعاتی باشد.

در خارج از کشور، بوگدانف<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۳) برای تجزیه و تحلیل منابع شنیداری کتابخانه و بازیابی اطلاعات موسیقایی به ارائه نظامی به نام اسنشیآ<sup>۲</sup> پرداخته‌اند.

لی و کانینگ‌هام<sup>۳</sup> (۲۰۱۲) تأثیر مطالعات کاربرمدار برای بازیابی اطلاعات موسیقایی را مطالعه و تأکید کردند درک نیازهای کاربران و رفتارهای اطلاع‌یابی آنها می‌تواند در توسعه نظام‌های بازیابی اطلاعات موسیقی تأثیرگذار باشد. کائو، هائو، و ژو<sup>۴</sup> (۲۰۱۴) نیز نظام پرس‌وجوی زمزمه‌ای مبتنی بر وب ایجاد کردند که هر قطعه موسیقی را در یک پایگاه اطلاعاتی موسیقی براساس حداقل نت‌های زمزمه‌شده ارائه می‌کند.

بنابراین، مطالعات پیشین نشان می‌دهد که تاکنون پژوهشی بنیادی در خصوص نظام‌های بازیابی اطلاعات موسیقایی و چگونگی ذخیره و بازیابی آنها در ایران صورت نگرفته است. شاید کمبود نیروهای متخصص و فقدان پایگاه اطلاعاتی موسیقی و موتورهای جستجوی مختص آثار موسیقایی و ارائه خدمات تخصصی به کاربران از مشکلات اصلی آن باشد.

در بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده در داخل کشور وضعیت موجود در خصوص نحوه سازماندهی و نمایه‌سازی منابع شنیداری در مراکز آرشیوی بررسی شده و تأکید بیشتر آنها بر نبود نیروی متخصص و فقدان نظامی مکتوب برای سازماندهی و نمایه‌سازی اطلاعات شنیداری است، اما هیچ‌کدام به چگونگی ذخیره و بازیابی منابع موسیقایی توجهی نکرده‌اند. به همین دلیل، پژوهش حاضر بر آن شد تا با مطالعه روند تحولات حوزه ذخیره و بازیابی

1. Bogdanov
2. Essentia
3. Lee & Cunningham
4. Cao, Hao, & Zhou

اطلاعات موسیقایی نشان دهد که ذخیره و بازیابی اطلاعات موسیقایی با اطلاعات متنی چه تفاوت‌هایی دارد؛ دارای چه وظایف و ملزوماتی است؛ در این خصوص تاکنون چه اقدام‌هایی صورت گرفته؛ و برای ادامه فعالیت چنین نظامی چه چالش‌هایی مطرح شده است.

## روش شناسی

این پژوهش از نوع نظری است و از آنجا که اطلاعات مورد نیاز از درون متون و منابع استخراج شده است، تلاش شد با استفاده از روش کتابخانه‌ای به پرسش‌های پژوهش پاسخ داده شود.

## یافته‌ها

### • ضرورت‌های ذخیره و بازیابی اطلاعات موسیقایی

همان‌گونه که بسیاری از پژوهشگران در بیشتر حوزه‌ها به دنبال بازیابی اطلاعات متنی هستند، در حوزه هنر، به‌ویژه موسیقی، پژوهشگران و کاربران وجود دارند که به دنبال قطعه‌ای از یک اثر موسیقایی، یک خط از ملودی یک اثر، ارکستراسیون در یک قطعه و مانند آن هستند. اواخر قرن ۲۰ و اوایل قرن ۲۱ در راستای پیشرفت حوزه‌هایی از بازیابی اطلاعات چندرسانه‌ای، مانند عکس و تصویر، بازیابی اطلاعات موسیقایی رشد خود را آغاز کرد (تیپکه<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷). در دهه اول قرن ۲۱ که عصر دیجیتال هم نامیده می‌شود، رایانه‌ها توانستند جنبه‌های مختلف زندگی بشر را تحت تأثیر خود قرار دهند. بدون شک، موسیقی هم که یکی از فعالیت‌های بسیار جذاب در زندگی انسان‌ها محسوب می‌شود، از این تأثیر بی‌بهره نبوده است (زانتکیس<sup>۲</sup>، ۲۰۱۴). اواخر قرن ۲۰ فضای ذخیره‌سازی، فراوان و ارزان شد و فرمت‌هایی از فایل‌ها مانند ام.پی.تری<sup>۳</sup> گسترش یافتند که ذخیره‌سازی حجم زیادی از موسیقی با کیفیت خوب را امکان‌پذیر کردند. این پیشرفت‌ها، هم نیاز به بازیابی خودکار اطلاعات موسیقی را به وجود آوردند و هم امکانات جدیدی را برای مدیریت این نیاز خلق کردند (تیپکه، ۲۰۰۷). بنابراین، دسترسی به میلیون‌ها اثر موسیقایی از طریق اینترنت و وب، بسیاری از کاربران این حوزه (زانتکیس، ۲۰۱۴) یعنی پژوهشگران حوزه موسیقی، دانشجویان موسیقی، آهنگسازان و نوازندگان را که کاربران نهایی بازیابی اطلاعات موسیقایی هستند (مورر<sup>۴</sup>، ۲۰۰۴) با چالش مواجه ساخت. این چالش که به چگونگی سازماندهی و تجزیه و تحلیل اطلاعات و آثار موسیقایی و دسترسی آسان‌تر و سریع‌تر مربوط است، ضرورت به وجود آمدن حوزه بازیابی اطلاعات موسیقی را بیش از پیش آشکار ساخت.

با این حال، پیش از آنکه پژوهشگران چگونگی و چرایی دسترسی به اطلاعات موسیقی

1. Typke
2. Tzanetakis
3. MP3
4. Meurer

را دریابند، باید اشاره کرد که موسیقی به خودی خود یک زبان محسوب می‌شود که نیازمند درک عمیق مطالب نظری، تحلیلی، و رویکردهای علمی آن است. ممکن است این پرسش مطرح شود که با وجود موتورهای کاوش قوی مثل گوگل و آمازون چرا بازیابی اطلاعات موسیقی کماکان به صورت مجزا مورد نیاز است. در پاسخ می‌توان گفت که هر کدام از نظام‌های بازیابی اطلاعات برای اهداف خاصی طراحی می‌شوند. موسیقی نوع پیچیده و پویایی از اطلاعات است و بنابراین، کاربران برای تکمیل جستجوی خود و دسترسی ساده به اطلاعات موسیقی به آن نیازمندند (مورر، ۲۰۰۴).

### • تفاوت‌های ذخیره و بازیابی اطلاعات منابع موسیقایی با منابع متنی

بازیابی اطلاعات موسیقایی تفاوت‌های عمده‌ای با اطلاعات متنی دارد. چندوجهی بودن موسیقی از تفاوت‌های مهم بین بازیابی متن و موسیقی به‌شمار می‌آید. به‌عبارت دیگر، از جنبه چندوجهی بودن، متن در مقایسه با موسیقی بسیار ساده‌تر است. استفان دونیه<sup>۱</sup> (۲۰۰۳) هفت جنبه از یک قطعه موسیقی را شناسایی کرده و معتقد است هر کدام از آنها می‌تواند تأثیر مهمی در چگونگی بازیابی اطلاعات موسیقایی داشته باشد. این هفت جنبه عبارت‌اند از: گام<sup>۲</sup>، سرعت (تمپو)<sup>۳</sup>، ویژگی کیفیت صدا<sup>۴</sup>، هارمونی<sup>۵</sup>، ویراستاری<sup>۶</sup>، اطلاعات متنی<sup>۷</sup>، و اطلاعات کتاب‌شناختی<sup>۸</sup> که می‌توان آنها را در شکل ۱ به صورت دقیق مشاهده کرد.

The image shows a musical score for 'Chichester Psalms' by Leonard Bernstein. The score is for Soprano, Alto, Tenor, and Bass voices, and an Orchestral Reduction. The lyrics are 'Maestoso ma energico ♩=80 U - rah, ha - ne - vel - v - chi - nor u -'. The score is annotated with red boxes and arrows pointing to various elements: 'Timbral' points to the vocal lines, 'Temporal' points to the tempo marking 'Maestoso ma energico ♩=80', 'Textual' points to the lyrics, 'Pitch' points to the vocal lines, 'Editorial' points to the tempo marking, and 'Harmonic' points to the orchestral reduction. The title 'Chichester Psalms' and the composer's name 'LEONARD BERNSTEIN' are at the top. The annotation 'Bibliographical' points to the title and composer information.

1. Stephen Downie
2. Pitch
3. Temporal
4. Timbral
5. Harmony
6. Editorial
7. Textual
8. Bibliographical

شکل ۱. نمایش هفت جنبه از یک قطعه موسیقی بر اساس نظر دونیه برگرفته از مورر (۲۰۰۴).

گام، عنصری ملودیک است و شامل نت‌های مخصوص، فواصل (فاصله بین نت‌ها)، علامت کلید، و تغییر کلید است. سرعت یا تمپو، ریتم یا اطلاعات مبتنی بر زمان است که شامل هر نوع تمپویی می‌شود. هارمونی شامل سه بخش است: اول) گاهی موسیقی همزمان دو گام دارد (پلی فونی)<sup>۱</sup> و گاهی یک گام (مونوفونی)<sup>۲</sup>، دوم) انواع هارمونی که خود شامل ماژور و مینور است، و سوم) الگوهای آکورد که شبیه فواصل در گام‌هاست (مورر، ۲۰۰۴). ویراستاری شامل هر گونه نشانه روی نت یا قطعه است که به منزله دستورالعمل اجرا عمل می‌کند و شامل نشانه‌هایی مانند نرم (p)<sup>۳</sup> یا بلند (f)<sup>۴</sup> است. جنبه متنی شامل هر گونه متن شعر یا نثر می‌شود و بخشی از اجرای یک قطعه موسیقی به‌شمار می‌رود. در نهایت، اطلاعات کتاب‌شناختی که می‌تواند عنوان قطعه، آهنگساز، ناشر، تاریخ، ارکستر، سولیست<sup>۵</sup>، و هر گونه اطلاعات قابل دسترس درباره یک قطعه را دربرگیرد.

جان لارو<sup>۶</sup> (۱۹۹۲) معتقد است پنج وجه از موسیقی در چگونگی بازیابی و تجزیه و تحلیل اطلاعات موسیقایی تأثیرگذار است که عبارت‌اند از: هارمونی، ملودی، ریتم و رشد<sup>۷</sup>، و تنور<sup>۸</sup>. منظور لارو از رشد، جنبه‌ای از موسیقی است که روش‌های تداوم و حرکت کلی در یک قطعه موسیقی را نشان می‌دهد. به‌عنوان مثال، اوج<sup>۹</sup> بخشی از رشد در یک قطعه موسیقی محسوب می‌شود و این جنبه‌ای است که دنیبه به آن اشاره نکرده است.

دوان<sup>۱۰</sup> و همکاران (۲۰۱۴) ضمن تأکید تفاوت موجود میان منابع موسیقایی با متنی اظهار می‌کنند عناصر مختلفی در داده‌های یک منبع موسیقایی وجود دارد که باید هر کدام از آنها در هنگام ذخیره و بازیابی اطلاعات موسیقایی مد نظر قرار گیرند: برگه‌های نت<sup>۱۱</sup>، داده‌های سمبلیک (شامل ایکس.ام.ال.<sup>۱۲</sup> و رابط ابزار دیجیتال موسیقی<sup>۱۳</sup>)، صوت، ابرداده (شامل اطلاعاتی درباره هنرمند، آلبوم، و برچسب‌ها)، و داده‌های مربوط به کاربران (مانند پروفایل مربوط به کاربران، فرمت پخش آهنگ، و تاریخچه شنیدن آهنگ).

1. Polyphony
2. Monophony
3. Piano
4. Forte
5. Solist
6. Larue
7. Growth

۸. Tenor صدای زیر مردانه که در برخی گام‌ها بسیار بالا یا تیزاست.

9. Climax
10. Duan
11. Score sheets
12. Music XML
13. Music Instrument Digital Interface (MIDI)
14. Wiering
15. Metadat-base
16. Content-base

### • وظایف نظام بازیابی اطلاعات موسیقایی

ویرینگ<sup>۱۴</sup> (۲۰۰۷) دو رویکرد اصلی برای نظام‌های بازیابی اطلاعات موسیقایی در نظر می‌گیرد: ابرداده-محور<sup>۱۵</sup> و محتوا-محور<sup>۱۶</sup>. در رویکرد ابرداده-محور، هدف اصلی یافتن دسته‌بندی‌های کارآمد برای توصیف موسیقی است حال آنکه موضوع اصلی در رویکرد محتوا-محور، تشخیص خالق یا نوازنده یک قطعه موسیقی از میان قطعه‌های هنری مشابه یا رکوردهای مختلف و سازماندهی هزاران واژه توصیفگر ژانر است که در موسیقی وجود دارد. این مقوله‌ها به‌صورت متنی بیان می‌شوند و از این رو می‌توان گفت که رویکرد بازیابی اطلاعات متن-محور نیز در بازیابی اطلاعات موسیقایی دخیل است، چون می‌تواند برای

جستجوی این توصیفگرها و دیگر ویژگی‌های مهم محتوای موسیقی مانند متن‌های موسیقی آوازی به‌کار رود.

از نگاهی دیگر، شاید بتوان براساس متون موجود در زمینه بازیابی اطلاعات موسیقایی، مهم‌ترین وظایف یک نظام بازیابی اطلاعات موسیقایی را بازیابی شباهت<sup>۱</sup> (کلیف و فریرن<sup>۲</sup>، ۲۰۰۰؛ ویرینگ، ۲۰۰۷) و ارائه پیشنهاد موسیقی مشابه به کاربر، طبقه‌بندی موسیقی (وینگیت<sup>۳</sup>، ۲۰۰۹)، آوانویسی موسیقی و تشخیص ریتم و گام (کلاپوری<sup>۴</sup>، ۲۰۰۳)، و پرس‌وجوی زمزمه‌ای (QBH)<sup>۵</sup> (کائو، هائو، و ژو<sup>۶</sup>، ۲۰۱۴) دانست. هر کدام از وظایف مذکور در ادامه بررسی می‌شود.

**بازیابی شباهت:** یکی از اولین وظایفی است که برای نظام‌های بازیابی اطلاعات موسیقایی ذکر شده است که شاید بتوان آن را مهم‌ترین و اصلی‌ترین وظیفه این‌گونه نظام‌ها دانست. این موضوع در واقع الهام‌گرفته از بازیابی اطلاعات متنی است (کلیف و فریرن، ۲۰۰۰). در بازیابی اطلاعات متنی تلاش می‌شود تا مدارکی که با نیاز و درخواست اطلاعاتی کاربر مطابقت دارد، به‌همان نحوی که در پرسش<sup>۷</sup> مطرح شده است، بازیابی شود. در بازیابی اطلاعات موسیقایی (محتوا-محور) این نوع بازیابی به‌منظور یافتن مجموعه‌ای از قطعات موسیقی مشابه با درخواست کاربر تعریف می‌شود (ویرینگ، ۲۰۰۷). بنابراین، کاربران درخواست خود را به‌صورت یک قطعه موسیقی به نظام ارائه می‌کنند و نظام در پاسخ به درخواست آنها فهرستی از قطعات موسیقی را بازیابی می‌کند که براساس شباهت آنها با درخواست مورد نظر مرتب شده است. همچنین، اطلاعات ابر داده‌ای افزوده‌تری مانند نام آهنگ، هنرمند، و سال پخش نیز برای هر پاسخ ارائه می‌شود.

زانتکیس (۲۰۱۴) سه رویکرد اصلی برای بازیابی شباهت اطلاعات موسیقایی در نظر گرفت: رویکرد شباهت مبتنی بر محتوا<sup>۸</sup>، رویکرد ابر داده‌ای، و رویکردهای مبتنی بر کاربرد<sup>۹</sup>. در رویکرد شباهت مبتنی بر محتوا، اطلاعات مورد نیاز از طریق تجزیه و تحلیل محتوای اصلی استخراج می‌شود. در رویکرد ابر داده‌ای، منابع اطلاعاتی خارج از محتوای اصلی مانند روابط میان هنرمندان، سبک‌ها، برجسب‌ها<sup>۱۰</sup>، یا حتی منابع اطلاعاتی غنی‌تر مانند بررسی‌های وب<sup>۱۱</sup> و ترانه استفاده می‌شوند. رویکردهای مبتنی بر کاربرد به‌دنبال این هستند که کاربران چگونه منابع موسیقایی مورد نظر را خریداری می‌کنند و به آنها گوش می‌دهند و از این نوع اطلاعات برای محاسبه شباهت استفاده می‌کنند.

**طبقه‌بندی:** طبقه‌بندی<sup>۱۲</sup> به فرایند تعیین و تخصیص یک یا چند برجسب برای مشخص کردن یک قطعه موسیقی از نقطه‌نظرهای مختلف گفته می‌شود از جمله ژانر و سبک، هنرمندان و آهنگسازان و نوازندگان و آلبوم‌ها، حس / مود<sup>۱۳</sup>، ابزارآلات موسیقی، و برجسب‌های

1. Similarity retrieval
2. Cliff & freeburn
3. Wingate
4. Klapuri
5. Query by humming
6. Cao, Hao, & Zhou
7. Query
8. Content-base similarity
9. Usage-base approach
10. Tags
11. Web reviews
12. Classification
13. Mood/emotion

توصیفی<sup>۱</sup> (وینگیت، ۲۰۰۹). ژانر و سبک برای توصیف قطعات موسیقی به کار می‌روند. این ویژگی‌ها در بیشتر موارد و نه همیشه، به محتوای موسیقی مربوط می‌شود. طبقه‌بندی براساس ژانر و سبک برای انتقال تنظیمات موسیقی و سلیقه کاربران استفاده می‌شود. یکی دیگر از گروه‌بندی‌هایی که می‌تواند برای طبقه‌بندی آثار موسیقایی به کار رود، مشخص کردن هنرمند یا گروه نوازندگان یک اثر موسیقایی است. در موسیقی راک و عامه‌پسند، اغلب نوازندگان، آهنگساز هستند و آهنگ‌ها به‌طور معمول به گروه تعلق دارند، اما در موسیقی کلاسیک تمایز آشکاری میان آهنگساز و نوازنده وجود دارد. طبقه‌بندی آثار موسیقایی براساس هنرمندان و نوازندگان نسبت به طبقه‌بندی ژانر از مزیت بیشتری برخوردار است؛ زیرا ژانر بسیار تخصصی‌تر است و کاربران غیرمتخصص نمی‌توانند از آن بهره‌مند شوند (سونو،<sup>۲</sup> ۲۰۰۹).

از طرفی، موسیقی می‌تواند طیف گسترده‌ای از واکنش‌های احساسی را برانگیزد و این یکی از دلایلی است که از موسیقی در طول فیلم استفاده می‌شود. از این رو، تلاش‌هایی برای تشخیص خودکار احساس در موسیقی انجام شده است. طبقه‌بندی براساس حس یا مود می‌تواند نظام را در بازیابی براساس علاقه اصلی کاربر برای گوش کردن به موسیقی و احتمالاً جستجو برای موسیقی در یک مورد مشخص یاری رساند (ویرینگ، ۲۰۰۷).

طبقه‌بندی ابزارآلات موسیقی، به‌طور معمول، برای پایگاه‌هایی به کار می‌رود که نمونه‌های ضبط‌شده را دربردارند. در ساده‌ترین حالت تلاش می‌شود که توصیف‌های مخصوص جداگانه‌ای از ابزارآلات موسیقی تهیه شود. البته شناسایی ابزارآلات موسیقی متشکل از چندین صوت برای نظام مشکل خواهد بود، اما شناخت ابزار مونوفونیک<sup>۳</sup> آسان‌تر است و به پیش‌بینی خودکار نوع/نام یک نمونه ضبط‌شده از یک آلت موسیقی مربوط می‌شود.

برچسب‌های توصیفی نیز می‌توانند در سازماندهی، تورق، و بازیابی موارد در یک مجموعه چندرسانه‌ای بزرگ نقش مهمی ایفا کنند. برای اثبات این گفته می‌توان به وب‌سایت شبکه‌های اجتماعی مانند فلیکر<sup>۴</sup>، پیکاسا<sup>۵</sup>، لست.اف.ام.<sup>۶</sup>، و یوتیوب<sup>۷</sup> اشاره کرد که برچسب‌ها از عناصر مهم آنها به‌شمار می‌روند و امروزه تحت عنوان "وب ۲" نیز مشهور هستند. یکی از وظایف نظام‌های بازیابی اطلاعات موسیقایی استفاده از نظام‌های برچسب‌زن خودکار<sup>۸</sup> از طریق تجزیه و تحلیل محتوای قطعات موسیقایی بدون استفاده از هر گونه توصیف و برچسب‌های کاربران است. این نوع برچسب‌زنی باعث می‌شود اطلاعاتی درباره اشیای چندرسانه‌ای تولید شود که تاکنون برچسب نداشته‌اند یا برچسب‌های ضعیفی داشته‌اند (سونو،<sup>۹</sup> ۲۰۰۹).

آوانویسی موسیقی و تشخیص ریتم و گام: موسیقی در سطوح مختلفی از انتزاع مانند ریتم، گام، ملودی، آکوردها، و کلیدها درک و بازنمون<sup>۱۰</sup> می‌شود. ریتم به ساختار تکراری و

1. Tag annotation
2. Tsunoo
3. Monophonic
4. Flicker
5. Picasa
6. Last.fm
7. Youtube
8. Auto tagger
9. Tsunoo
10. Representation



سلسله‌مراتبی موسیقی در طول زمان مربوط است، با اینکه همه انواع موسیقی ساختار ریتمیک ندارند، اما بیشتر موسیقی‌ها در جهان دارای الگویی از صداها هستند که به صورت مرتب تکرار می‌شوند (کلاپوری، ۲۰۰۳). برای تجزیه و تحلیل خودکار ریتم تلاش می‌شود انواع مختلف اطلاعات ریتمیک از سیگنال‌های شنیداری استخراج شود. در ریتم معمولاً تمپو و ضرب یک قطعه موسیقی ذکر می‌شود. تمپو فرکانس اصلی ریتم آهنگ است. همان فرکانسی که بیشتر افراد به هنگام گوش کردن به یک قطعه موسیقی با پای خود ضرب می‌زنند. علاوه بر این، "کسر میزان" یک قطعه نیز در ریتم مشخص می‌شود. منظور از کسر میزان، تعداد ضرب‌ها در هر میزان است. به عنوان مثال،  $4/4$  یعنی چهار ضرب در هر میزان، یا  $3/4$  سه ضرب در هر میزان. این کار، الگوی ریتم را مشخص می‌کند. ملودی جنبه دیگری از موسیقی است. برای ملودی باید گام مونوفونیک استخراج شود که در نتیجه آن، زمان مختلف فرکانس یک ابزار موسیقی یا صدای انسان مشخص می‌شود و خروجی این فرکانس به حد فاصل گام مربوط است. آوانویسی گام مونوفونیک به فرایند تبدیل ارزش حد فاصل گام به نت‌های مجزا همراه با کشش نت مربوط است. زمانی که موسیقی، پلی فونیک است (یعنی بیش از یک صدا ارائه می‌شود) باید ملودی غالب استخراج شود (پیترز، ۲۰۱۰).

**پرس و جوی زمزمه‌ای:** هر نظام بازیابی اطلاعات موسیقی باید بتواند امکان جستجو به روش طبیعی را برای کاربرانش فراهم کند. جستجوی ملودی از طریق زمزمه توسط کاربر، اولین بار توسط کاگیاما<sup>۲</sup> و همکاران (۱۹۹۳) برای بازیابی اطلاعات از یک پایگاه اطلاعاتی موسیقی پیشنهاد شد. نظام پیشنهادی آنها شامل سه بخش اصلی بود: ماژول خودکار برای آوانویسی، ماژول تطبیق ملودی، و پایگاه اطلاعاتی ملودی. این نظام با استفاده از ماژول آوانویسی خودکار، رابط کاربر دوستانه‌تری نسبت به قبل ارائه می‌کرد و از ماژول تطبیق ملودی برای تشخیص ملودی‌های مشابه و همسان بهره می‌جست. دو سال بعد، یعنی در سال ۱۹۹۵ قیاس<sup>۳</sup> و همکاران نظام مشابهی پیشنهاد کردند. نظام آنها از طریق یک ملودی ساده به عنوان ورودی پایگاه، سیگنال‌های دریافت شده را با چندین کاراکتر برای تعیین حد فاصل گام، استفاده می‌کرد (دموپلوس، کچابو، و مایکل<sup>۴</sup>، ۲۰۰۷). نظام‌های اولیه‌ای که برای این کار طراحی شده بودند به درونداهای کاربران محدود بودند. به عنوان مثال، این نظام‌ها صرفاً درخواست کاربر را از طریق آوازی که با استفاده از هجاهای ثابت خوانده می‌شد مثل لالالا یا خواندن ریتم (یعنی پرس و جو از طریق ضربه زدن) توسط کاربر پاسخ می‌دادند و نتیجه را برای انطباق با مجموعه‌های کوچک موسیقی جستجو می‌کردند. اما نظام‌های کنونی این محدودیت را ندارند و درونداد را به صورت آواز عادی می‌پذیرند و کار تطبیق را در مجموعه‌های بزرگ موسیقی انجام می‌دهند (زانتکیس<sup>۵</sup>، ۲۰۱۴).

1. Peeters
2. Kageyama
3. Ghias
4. Demopoulos, Katchabaw, & Micheal
5. Tzanetakis



طی ۱۵ سالی که از عمر بازیابی اطلاعات موسیقایی می‌گذرد، نظام‌های بسیاری به وجود آمده‌اند، اما تعداد بسیار کمی از آنها کامل، عملکردی، و مبتنی بر نیازهای استفاده‌کنندگان نهایی است. بدون شک، یکی از مشهورترین این نظام‌ها پاندورا<sup>۱</sup> است که بر تطبیق تفسیر ویژگی‌های انسانی متکی است. البته پاندورا مهارت‌های موسیقایی خاصی لازم ندارد؛ زیرا مبتنی بر دستنامه توصیفی آواز است. تم‌فایندر<sup>۲</sup> و موزیپدیا<sup>۳</sup> که موتورهای جستجوی رشته‌ای<sup>۴</sup> هستند، دسترسی به مجموعه بزرگی از ملودی‌ها را فراهم می‌کنند. در دانشگاه اوترخت<sup>۵</sup> پژوهشگران موتور جستجوی اورفئوس<sup>۶</sup> را ساختند که می‌تواند به صورت کارآمدی به جستجو در مجموعه‌های بزرگ موسیقی پردازد و نتایج مناسبی را در اختیار کاربران قرار دهد. این موتور جستجو در حال حاضر در چارچوبی کاربر-محور<sup>۷</sup> که موگل<sup>۸</sup> نام دارد در حال توسعه است (ویرینگ، ۲۰۰۷).

راه‌اندازی نظام بازیابی اطلاعات موسیقایی موزارت<sup>۹</sup> از دیگر اقداماتی است که در حوزه بازیابی اطلاعات موسیقایی صورت گرفته است. موزارت بر اساس الگوریتمی خاص به جستجوی نیاز کاربران می‌پردازد. این نظام به کاربران اجازه می‌دهد که اطلاعات را به روش‌های مختلفی مشاهده کنند. موزارت پیام‌های مشابه را پیدا می‌کند و از طریق یافتن الگوهای مشترک در یک اثر، ملودی‌های موضوعی محتمل‌تر را ثبت می‌کند (مورر، ۲۰۰۴). بسیاری از توسعه‌دهندگان نظام‌های بازیابی اطلاعات موسیقایی از مفهوم «ان-گرام»<sup>۱۰</sup> برای نمایه‌سازی استفاده می‌کنند. «ان-گرام» مفهوم جدیدی در بازیابی اطلاعات نیست و قبلاً در نظام‌های بازیابی متنی به کار می‌رفته است. اولین بار دونه (۲۰۰۳) استفاده از «ان-گرامینگ»<sup>۱۱</sup> را به منزله کلمات موسیقایی که قطعات کوچکی از یک ملودی هستند، تعریف کرد. نظام‌های بازیابی اطلاعات موسیقایی با استفاده از این نوع نمایه‌سازی، درخواستی را که از سوی کاربران دریافت می‌کنند، به چندین قطعه کوچک می‌شکنند و آن قطعات را با «ان-گرام‌های نمایه‌شده» از عناصر موضوعی مطابقت می‌دهند. هنگامی که تطبیق حاصل شد، اثر موسیقی به مجموعه نتایج بازگردانده می‌شود.

### • مشکلات و چالش‌های ذخیره و بازیابی اطلاعات موسیقایی

هر کدام از وظایف ذکر شده برای نظام‌های بازیابی اطلاعات موسیقایی چالش‌ها و مشکلاتی به همراه دارد که در ادامه بررسی خواهد شد.

چالش‌های مربوط به بازیابی شباهت: با اینکه یکی از وظایف اصلی نظام‌های بازیابی اطلاعات موسیقایی بازیابی شباهت است، اما این وظیفه به طور دقیقی تعریف نشده است. علت این امر را شاید بتوان در ویژگی‌های مشترک بسیاری از قطعه‌های موسیقی مانند

1. Pandora (www.Pandora.com)
2. Themefinder (www.themefinder.org)
3. Musipedia (www.musipedia.org)
4. string-based
5. Utrecht
6. Orpheus
7. User-based
8. Muggle
9. Musart
10. N-grams
11. N-gramming

ملودی، ریتم، هارمونی، و آلات موسیقی دانست. به عنوان مثال، اگر چه ممکن است گام‌های دو ملودی شبیه به هم باشند، اما احتمالاً در ریتم با هم فرق دارند. در حالی که ممکن است شنوندگان این دو ملودی را شبیه به هم بدانند (ویرینگ، ۲۰۰۷). ویرینگ (۲۰۰۷) معتقد است انواع مختلفی از شباهت می‌تواند در این موارد وجود داشته باشد:

- دو نوازنده مختلف که از روی یک نت مشابه می‌نوازند، به طور مثال، سمفونی شماره

#### ۵. بتهوون!

- تکرارهای متفاوت ملودی در یک آهنگ!

- آثار خلق شده توسط آهنگساز مشابه؛

- موسیقی‌هایی که به ژانرهای مختلف تعلق دارند، مثل جاز؛

- موسیقی‌هایی که از فرهنگ مشابه ایجاد می‌شوند، مثل غربی، ایرانی، و هندی؛

- موسیقی‌هایی که هویت اجتماعی افراد را منعکس می‌کنند، مثل هیپ‌هاپ<sup>۳</sup> یا متال<sup>۴</sup>؛

- اجراهای مختلف آهنگ‌های پاپ مشابه؛

- موسیقی‌هایی که عملکرد مشابهی دارند، مثل حرکات موزونی که برای موسیقی والس

به کار می‌رود؛ و

- موسیقی‌هایی که در محیط‌های مشابه مثل رمانتیک یا عاشقانه اجرا می‌شوند.

چالش‌های مربوط به طبقه‌بندی اطلاعات موسیقایی: طبقه‌بندی خودکار ژانر یکی از اولین مشکلات طبقه‌بندی در بازیابی اطلاعات موسیقایی است که همچنان به قوت خود باقی است؛ زیرا دسترسی به حقیقت اصلی درباره ژانرها مشکل است. علاوه بر این، هر ژانر می‌تواند به N طبقه تعلق داشته باشد (زانتکیس، ۲۰۱۴). از سوی دیگر، استفاده از برچسب‌زنی برای سازماندهی و طبقه‌بندی منابع موسیقایی، به‌ویژه توسط کاربران، با وجود مزیت‌هایی که برای طبقه‌بندی و سازماندهی منابع موسیقایی دارد پیچیدگی‌ها و مشکلات خاص خود را به همراه خواهد داشت. نخست آنکه بخش اعظم برچسب‌هایی که توسط کاربران به قطعه موسیقی اختصاص داده می‌شود متأثر از قضاوت‌های اخلاقی و نیز مشتمل بر اسامی هنرمندان است. علاوه بر این، به دلیل فقدان نظام معنایی مشخص در میان برچسب‌ها کاربران می‌توانند هر برچسبی را به هر قطعه‌ای نسبت دهند. بنابراین، هرگاه یک برچسب همواره به قطعه‌ای واحد نسبت داده شود، سامانه مبتنی بر یادگیری ماشینی آن برچسب را مرتبط با محتوای قطعه در نظر می‌گیرد. چالش دیگر به زبان به کاررفته برای برچسب‌ها مربوط می‌شود. به طور معمول، از زبانی شخصی و غیررسمی برای طبقه‌بندی اطلاعات موسیقایی استفاده می‌شود. از دیگر مشکلات نظام‌های برچسب‌زنی، مسئله انسداد اطلاعاتی<sup>۵</sup> است؛ به این معنا که آهنگ‌های فاقد برچسب بازیابی نمی‌شوند (علیمحمدی، ۱۳۹۳).

1. Beethoven
۲. Strophic song نوعی آهنگ است که ملودی مشابهی دارد، اما شعرهای گوناگونی برای هر بند و هر قطعه دارد.
3. Hip-Hop
4. Metal
5. Cold start problem

چالش‌های مربوط به آوانویسی موسیقی و تشخیص ریتم و گام: بیشتر چالش‌ها در بازیابی اطلاعات موسیقایی به بررسی محتوای موسیقی مانند گام، ملودی، و ریتم مربوط می‌شود. به عبارت دیگر، دو مشکل صدا و علائم از چالش‌های مربوط به بخش محتوایی در نظام‌های بازیابی اطلاعات موسیقایی است. از آنجا که کاربران توانمندی‌های فراوانی در استخراج ویژگی‌ها و علائم موسیقی دارند و می‌توانند گام‌ها، ملودی‌ها، هارمونی‌ها، ریتم‌ها، و الگوهای ضرب را تشخیص بدهند و حتی در بیشتر موارد ابزار آلات موسیقی را شناسایی کنند، نظام‌های بازیابی اطلاعات موسیقی باید به استخراج این ویژگی‌ها بپردازند تا بتوانند الگوریتمی براساس این ویژگی‌ها تهیه کنند و کاربران را در دسترسی آسان‌تر و سریع‌تر به منبع موسیقی مورد نظر هدایت کنند. مشکل دیگر، تشخیص گام است و آوانویسی مونوفونیک<sup>۱</sup> که درآمدهای گام را در تک‌ملودی مشخص می‌کند به‌عنوان راه‌حل پیشنهاد شده است. اما مشکلات فنی مهندسی صدا همچنان باقی می‌ماند. آوانویسی چندصدایی یا پلی‌فونیک<sup>۲</sup> می‌تواند نشان دهد که موسیقی در کدام یک از چندین گام همزمان می‌تواند اتفاق بیفتد که البته این موضوع هنوز حل نشده است (ویرینگ، ۲۰۰۷).

چالش‌های مربوط به جستجوهای زمزمه‌ای: یکی دیگر از مهم‌ترین چالش‌هایی که نظام‌های بازیابی اطلاعات موسیقایی با آن مواجه هستند جستجوی درخواست‌های کاربران براساس پرس و جوی زمزمه‌ای (QBH) است. شاید بتوان مشکلات مربوط به این بخش را در سه دسته اصلی گنجانند:

۱. نادرست خواندن ملودی توسط کاربران: اغلب مشاهده شده است کاربران نمی‌توانند از نظر موسیقی یک ملودی را به‌طرز صحیحی زمزمه کنند و به اصطلاح "خارج از کوک" می‌خوانند. برخی حتی نمی‌توانند ملودی مورد نظر را درست به‌خاطر بی‌آوردن.

۲. پرس و جوی زمزمه‌ای (QBH) فقط از طریق ملودی امکان‌پذیر است. پژوهشی بوم‌شناختی (لسفر<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۶) در فرمول‌بندی درخواست کاربران نشان داد کاربران تمایل دارند از تمامی انواع تولید صدا از جمله ضرب گرفتن با پا و آواز استفاده کنند. با این روش، بسیاری از عوامل دیگر مانند هارمونی، سازبندی (تنظیم برای ارکستر)، و ابزارشناسی از نظر کاربران که قطعاً از آنها تصویری ذهنی دارند دور می‌ماند.

۳. روش QBH نیاز احساسی کاربران را پاسخ نمی‌دهد. این نیاز به‌طور کلی با مجموعه‌ای از قطعات که این نیاز را تأمین می‌کنند برطرف می‌شود نه با فهرست رتبه‌بندی‌شده یا یک قطعه یا آیتم خاص.

1. Monophonic transcription
2. Polyphonic transcription
3. Lesaffre

همه این مشکلات در روش QBH از آنجا ناشی می‌شود که این روش برخلاف ادعای طبیعی بودن، موسیقی را به‌عنوان اطلاعات در نظر می‌گیرد و آن را از دیدگاه حرفه‌ای مد نظر

قرار نمی‌دهد. اگر از دیدگاه حرفه‌ای به موسیقی نگریسته شود، آشکار خواهد شد که کاربران به آن دسته از اطلاعات موسیقایی نیاز دارند که در بُعد خاصی از موسیقی مثل ملودی، بیان می‌شود (ویرینگ، ۲۰۰۷).

## نتیجه‌گیری

حوزه پژوهشی بازیابی اطلاعات موسیقایی حوزه‌ای نسبتاً جدید است که حدود ۱۵ سال از عمر آن می‌گذرد. هدف از ایجاد این حوزه، استفاده از فناوری، به‌ویژه رایانه و اینترنت، در توانمند ساختن افراد برای بازیابی آثار موسیقایی مضبوط است؛ کاری که حتی در بیست سال گذشته امکان انجام آن وجود نداشت. با به‌وجود آمدن قالب‌های مختلف منابع موسیقایی بازیابی سریع و مناسب این‌گونه منابع کاربران را با عرصه جدیدی مواجه ساخت و نظام‌هایی برای ذخیره و بازیابی آنها ایجاد شد که از جمله آنها می‌توان به نظام‌های تم‌فایندر، موزپدیا، موگل، و پاندورا اشاره کرد.

یافته‌های کرد (۱۳۸۱) نشان داد که منابع اطلاعات موسیقایی به‌دلیل وجود عناصر مختلف در یک قطعه موسیقی و حضور نوازندگان و ابزارآلات بسیار زیاد در یک قطعه با سایر انواع اطلاعاتی تفاوت‌های عمده‌ای دارند و کاربران، انواع مختلفی از اطلاعات موسیقایی را به‌نحو متفاوتی نسبت به سایر کاربران استفاده می‌کنند. پژوهش حاضر نیز با تأیید ادعا تأکید می‌کند که بازیابی اطلاعات موسیقایی از وجوه مختلفی با اطلاعات متنی متفاوت است که ناشی از ماهیت منابع موسیقایی و نیازهای متفاوت کاربران آنهاست. هفت جنبه از هر قطعه موسیقی که لازم است در ذخیره و بازیابی منابع موسیقایی مد نظر قرار گیرد عبارت‌اند از: گام، سرعت (ضرب)، هارمونی، ویراستاری، متن (شعر)، ویژگی کیفیت صدا، و اطلاعات کتاب‌شناختی.

هر نظام بازیابی اطلاعات موسیقایی باید چهار وظیفه اصلی بازیابی شباهت، طبقه‌بندی منابع، آوانویسی و تشخیص ریتم و گام، و در نهایت QBH را دارا باشد. گرچه این نظام‌ها در انجام وظایف خود با چالش‌هایی از قبیل نادرست خواندن ملودی توسط کاربران در پرس‌وجوهای زمزمه‌ای، مشکل بودن آوانویسی موسیقی پلی‌فونیک (چندصدایی)، تعلق داشتن یک ژانر به چندین طبقه، فقدان نظام معنایی مشخص در میان برچسب‌ها، و شباهت‌های مختلفی که در قطعات گوناگون موسیقی می‌تواند وجود داشته باشد مواجه هستند اما برای رفع این اشکالات می‌توان اقدامات زیر را انجام داد و بازیابی این منابع را بهبود بخشید:

۱. استفاده از نظام نمایه‌سازی پارسونز که در آن نیازی به آوانویسی کلیدها و نت‌ها

1. Wiering نیست؛

۲. استفاده از نظام نمایه دیجیتالی ملدکس که درونداهای صوتی را از کاربران دریافت و آنها را به نت‌های معمولی موسیقی برمی‌گرداند؛
  ۳. استفاده از نظام پاندورا که بر تطبیق تفسیر ویژگی‌های انسانی متکی است؛
  ۴. استفاده از موتورهای جستجو تم‌فایندر و موزیپدیا که دسترسی به مجموعه بزرگی از ملودی‌ها را فراهم می‌کنند؛
  ۵. استفاده از موتور جستجوی موگل برای جستجوی مجموعه‌های بزرگی از موسیقی که کاربر محور است؛
  ۶. استفاده از نظام موزارت که از طریق یافتن پیام‌های مشابه و الگوهای مشترک در یک اثر، ملودی‌ها را شناسایی و جستجو می‌کند؛ و
  ۷. استفاده از نظام نمایه‌سازی ان-گرام.
- با اینکه پیش‌فرض تمامی نظام‌های بازیابی اطلاعات موسیقایی جستجو براساس محتوای اطلاعات است، اما بیشتر نظام‌های طراحی شده به موسیقی صرفاً به‌منزله یک واحد اطلاعاتی نگریسته و نیازهای اطلاعاتی دیگر از جمله حس، ریتم، گام، و ملودی را کمتر مد نظر قرار می‌دهند.
- سرانجام، با توجه به اینکه در ایران هیچ‌گونه اقدامی برای ذخیره و بازیابی اطلاعات موسیقایی صورت نگرفته است پیشنهاد‌های زیر قابل تأمل است:
۱. برگزاری همایش‌های سالانه در زمینه بازیابی اطلاعات موسیقایی و دعوت از متخصصان سایر حوزه‌هایی که به‌نحوی با این حوزه در ارتباط هستند، مانند مهندسان برق، متخصصان علم اطلاعات و دانش‌شناسی، و مهندسان رایانه؛
  ۲. توجه گروه‌های علم اطلاعات و دانش‌شناسی در سطح کشور به حوزه بازیابی اطلاعات موسیقایی و در صورت امکان، راه‌اندازی گرایشی در رشته مذکور با عنوان "بازیابی اطلاعات موسیقایی" به‌منظور تربیت نیروی متخصص؛ و
  ۳. انجام پژوهش‌های بنیادی و کاربردی متعدد و امکان‌سنجی راه‌اندازی پایگاه‌های اطلاعاتی بازیابی اطلاعات موسیقایی با اهداف خاص و با قابلیت جستجوهای چندگانه از جمله جستجو از طریق ریتم، گام، ابزارآلات موسیقی، و خواندن ملودی توسط کاربران.

## مآخذ

- بزرگ‌چمی، ویدا (۱۳۸۱). کتابخانه‌های موسیقی، در *دایره‌المعارف کتابداری و اطلاع‌رسانی*، (ج ۱، ص ۱۵۳۳-۱۵۳۵). تهران: سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران.
- علیمحمدی، داریوش (۱۳۹۲). کاربرد متن و صوت در بازیابی حسی موسیقی: شبیه‌سازی یک پژوهش

- تجربی. مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات، ۲۴ (۹۴)، ۱۱۴-۱۳۶.
- علیمحمدی، داریوش (۱۳۹۳). کاربرد برچسب‌زنی اجتماعی در بازیابی اطلاعات موسیقایی: ملاحظه‌ها و ابزارها. ماهنامه کتاب ماه کلیات، ۱۹۶ (۴)، ۸۶-۹۳.
- کرد، لیلا (۱۳۸۱). وضعیت سازماندهی منابع شنیداری موسیقی در آرشیوهای موسیقی شهر تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، ایران.
- میدو؛ چارلز تی؛ و همکاران (۱۳۹۰). نظام‌های بازیابی اطلاعات متنی (نچلا حریری، مترجم). تهران: چاپار.
- Bogdanov, D., Wack, N., G'omez, E., Gulati, S., Herrera, P., Mayor, O., & et al. (2013). ESSENTIA: an audio analysis library for music information retrieval. *14th International Society for Music Information Retrieval Conference Brazil (04-11-2013)* (493-498). Retrieved November 2, 2014, from <http://mtg.upf.edu/node/2793>
- Cao, L., Hao, P., & Zhou, C. (2014). Music radar: A web-based query by humming system. Retrieved November 12, 2014, from <https://www.cs.purdue.edu/homes/pengh/.../547.p>
- Cliff, D., & Freeburn, H. (2000). Exploration of point-distribution models for similarity-based classification and indexing of polyphonic music. In *Proceedings of the 1st International Conference on Music Information*. Retrieved Plymouth (Massachusetts), USA. Retrieved November 20, 2015, from <http://ismir2000.ismir.net/posters/cliff.pdf>
- Demopoulos, R., Katchabaw J., & Micheal, J. (2007). *Music information retrieval: A survey of issues and approaches*. University of Western Ontario (department of computer science). Retrieved October 14, 2015, from <http://www.csd.uwo.ca/~katchab/pubs/tr677.pdf>
- Dowanie, S(2003). Music Information Retrieval. *Annual Review of Information Science and Technology, 1* (37), 295-340.
- Duan, Z., Han, J., Pardo, B. (2014). Multi-pitch streaming of harmonic sound mixtures. *IEEE Trans. Audio Speech Language Processing, 22* (1), 138-150. DOI: 10.1109/TASLP.2013.2285484
- Kageyama, T., Mochizuki, K. & Takashima, Y. (1993). Melody retrieval with humming. *Proceedings of the International Computer Music Conference, (1993)* (349-351). Retrieved Octobr 18, 2015, from <http://quod.lib.umich.edu/cgi/p/pod/dod-idx/melody-retrieval-with-humming.pdf?c=icmc; idno=bbp2372.1993.077>



- Klapuri, A. (2003). Automatic transcription of music. *Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference (SMAC 03) 1-4. Stockholm, Sweden*. Retrieved April 22, 2014, from [http://www.music.mcgill.ca/~ich/classes/mumt621\\_09/transcription/smac2003\\_klapuri.pdf](http://www.music.mcgill.ca/~ich/classes/mumt621_09/transcription/smac2003_klapuri.pdf)
- LaRue, J. (1992). Fundamental analytic considerations. *Guidelines for style Analysis* 2nd ed. (1-22). New York: Harmonie Park Press.
- Lee, J. H., & Cunningham, S. j. (2012). The impact (or non-impact) of user studies. *13<sup>th</sup> International Society for music information retrieval conference*, 105-117. Retrieved November 14, 2014, from [http://ismir2012.ismir.net/event/papers/391\\_ISMIR\\_2012.pdf](http://ismir2012.ismir.net/event/papers/391_ISMIR_2012.pdf)
- Lesaffre, M., Leman, M., De Voogdt, L., De Baets, B., De Meyer, H., & Martens, J.-P. (2006). A user-dependent approach to the perception of high-level semantics of music. In Mario Baroni (Ed.), *Proceedings of the 9th International Conference on Music Perception and Cognition (2006-08-22)*, (pp. 1003-1008). Retrieved April 7, 2014, from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.542.9533&rep=rep1&type=pdf>
- Muerer, W. (2004). *Aspects of music information retrieval*. Retrieved April 20, 2014, from <https://www.yumpu.com/en/document/view/23528041/aspects-of-music-information-retrieval-will-meurer-school-of->
- Peeters, G. (2010). Spectral and temporal periodicity representations of rhythm for the automatic classification of music audio signal. *IEEE Trans. On Audio, Speech and language processing*, 19 (5), 1242 - 1252. DOI: 10.1109/TASL.2010.2089452
- Tsunoo, E. (2009). Audio Genre classification Using Percussive pattern clustering combined with timbral features. *In International Conference on Multimedia and Expo1. (ICME) 28 June-3 July 2009*, (382-385).
- Typke, R. (2007). *Music retrieval based on melodic similarity*. Unpublished doctoral dissertation, Utrecht University, Netherlands.
- Tzanetakis, G. (2014). *Music Information retrieval*. Canada: Victoria University.
- Wiering, F. (2007). Can humans benefit from music information retrieval? *8th International Symposium on Music Information Retrieval (ISMIR), Vienna, Austria, 23-27 September 2007*, (pp. 82-94). Retrieved April 10, 2014, from <http://www.cs.bu>

edu/~snyder/cs591/ Handouts/AMRWiering.pdf

Wingate, C. (2009). Music information retrieval, musicology and musical genre. In *music technology seminar 21 December 2009 MUMT 621*. Retrieved April 20, 2014, from [http://www.music.mcgill.ca/~ich/classes/mumt621\\_11/final%20projects/Final%20project%202009/cedar/Music%20Information%20Retrieval,%20Musicology,%20and%20Musical%20Genre.pdf](http://www.music.mcgill.ca/~ich/classes/mumt621_11/final%20projects/Final%20project%202009/cedar/Music%20Information%20Retrieval,%20Musicology,%20and%20Musical%20Genre.pdf)

### استناد به این مقاله:

صمدی، لاله؛ فدایی، غلامرضا (۱۳۹۵). درآمدی بر ذخیره و بازیابی اطلاعات موسیقایی: زمینه‌ها، ضرورت‌ها و چالش‌ها. *مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، ۲۷ (۳)، ۹۵-۱۱۲.

