

Analyzing the Rhythm of Quranic Verses through a Computational Approach to Revelation Chronology

Hamed Shahbazi ¹  Mojtaba Ghorbanian ² 

1. Assistant Professor, Department of Mechatronics, Faculty of Engineering, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Quranic Sciences and Hadith, Faculty of Quranic Sciences, University of Quran and Hadith Sciences, Qom, Iran (Corresponding Author).

Corresponding Email: m.ghorbanian@quran.ac.ir

 <https://doi.org/10.22034/jksl.2024.482286.1398>

Article History:

Received: 2024-10-08

Revised: 2024-11-21

Accepted: 2024-12-04

Online First: 2025-03-09

Keywords

Holy Quran,

Rhythm,

Harmony,

Audio Processing,

Revelation Chronology.

Type of Article:

Research

Abstract: This study presents a novel interdisciplinary method for analyzing the content of the Holy Quran by examining the rhythm of the verses' sounds using computational techniques. The sound harmonies within the Quranic verses are extracted using a mathematical method called Fast Fourier Transform (FFT) through specialized computer software. The relationships between these harmonies are then analyzed using mathematical models. The research is situated within a specific field known as phonosomatics, which aims to discover and establish connections between auditory signs and the semantic meanings derived from them. The authors adopt an engineering perspective, combining a literature review with computational studies to explore the relationship between sounds or the articulation of words and their embedded meanings. In this study, the rhythm of the Quranic verses – defined as the art of creating a pleasant auditory experience through the melody of words, the harmony of phrases, and the use of literary devices – is analyzed and categorized using an innovative method. The research aims to classify different rhythmic patterns within various surahs and infer their internal meanings. The outcome of this research is the development of an engineering software tool that provides a structured categorization of verses based on their meanings. This tool can assist in determining the chronological order of revelation, dating the verses, distinguishing between Meccan and Medinan verses, and delineating thematic boundaries to uncover the *siāq* (context) of different verses.


How to cite:


Shahbazi, H & Ghorbanian, M. (2025). Analyzing the Rhythm of Quranic Verses through a Computational Approach to Revelation Chronology. *Quran, Culture And Civilization*, 6 (1), 111 -134.

doi: 10.22034/jksl.2024.482286.1398

بررسی و تحلیل ضرب آهنگ آیات قرآن کریم با رویکرد تاریخ‌گذاری نزول به روش رایانشی



حامد شهبازی^۱ 

مجتبی قربانیان^{۲*} 

<https://doi.org/10.22034/jksl.2024.482286.1398> 

مقاله: پژوهشی

دریافت: ۱۷-۰۷-۱۴۰۳

بازنگری: ۰۱-۰۹-۱۴۰۳

پذیرش: ۱۴-۰۹-۱۴۰۳

انتشار آنلاین: ۱۹-۱۲-۱۴۰۳

چکیده

این پژوهش یک روش نوین میان‌رشته‌ای جهت تحلیل محتوای قرآن کریم بر اساس بررسی ضرب آهنگ اصوات آیات با روش رایانشی ارائه می‌کند. هارمونی‌های صوتی تشکیل‌دهنده آیات قرآن، از طریق یک روش ریاضی به نام «تبدیل فوریه سریع» در یک نرم‌افزار رایانه‌ای استخراج می‌شود و شیوه ارتباط آن‌ها با یکدیگر، از طریق روابط ریاضی تحلیل می‌گردد. موضوع بحث، زیرمجموعه‌ای از مطالعات خاص تحت عنوان فنوسمانتیک است که به کشف و ایجاد ارتباط میان نشانه‌های آوایی و متغیرهای حاصل از آن با مضامین معنایی می‌پردازد. نویسندگان در این پژوهش، ضمن مطالعه کتابخانه‌ای و با نگاه مهندسی و استفاده از مطالعات رایانه‌ای، به دنبال یافتن ارتباط میان اصوات یا شیوه بیان الفاظ با معانی نهفته در آن‌ها هستند. بر این اساس، ضرب آهنگ آیات قرآن که همان هنر به وجود آوردن احساس خوشایند با استفاده از آهنگ واژگان و هماهنگی عبارات و استفاده از آرایه‌های ادبی است، به روش نوینی تحلیل و دسته‌بندی می‌شود و سعی خواهد شد تا انواع مختلف ضرب آهنگ درون سوره‌های مختلف دسته‌بندی و معانی درونی آن‌ها استنباط گردد. حاصل این پژوهش، دستیابی به یک ابزار مهندسی نرم‌افزاری جهت دسته‌بندی مشخص بر اساس مفهوم آیات است که می‌تواند به فهم زمان نزول آیات، تاریخ‌گذاری نزول آن، کشف مکی یا مدنی بودن آیات و مرزبندی جهت کشف سیاق آیات گوناگون کمک کند.

واژگان کلیدی: قرآن کریم، ضرب آهنگ، هارمونی، پردازش صوت، تاریخ‌گذاری نزول.

استناد به مقاله:

شهبازی، حامد؛ و قربانیان، مجتبی. (۱۴۰۴). بررسی و تحلیل ضرب آهنگ آیات قرآن کریم با رویکرد تاریخ‌گذاری نزول به روش رایانشی. فصلنامه قرآن، فرهنگ و تمدن، ۶(۱)، ۱۱۱-۱۳۴.

Doi: <https://doi.org/10.22034/jksl.2024.482286.1398>



۱. مقدمه

یکی از مهم‌ترین جنبه‌های اعجاز کتاب آسمانی مسلمانان، اعجاز بیانی است که در همان ابتدا توجه مخاطبان این کلام را به خود جلب می‌کند. در طول تاریخ، داستان‌های متفاوتی از ایمان آوردن افراد گوناگون در حین شنیدن اصوات این کلام آسمانی رخ داده است که نمایانگر قدرت بالا و جاذبه حیرت‌انگیز کلام وحی است. یکی از موضوعات پژوهش در این حوزه آن است که «چگونه ضرب‌آهنگ آیات قرآن متناسب با مفاهیم موجود در آیات تغییر می‌کند و پیام آیات در بستری متفاوت به ذهن و گوش مخاطبان منتقل می‌گردد؟» به‌عنوان مثال، ضرب‌آهنگ در برخی آیات که از جهان پس از مرگ صحبت می‌کند، کاملاً محکم و کوبنده است، اما درجایی که از بهشت و نعمت‌های آخرت سخن به میان می‌آید، شکل ضرب‌آهنگ نرم و ملایم می‌شود و هنگامی که بیان داستانی مدنظر است، ضرب‌آهنگ نرمی و روانی تغییر می‌کند.

در این پژوهش، اعجاز قرآن از نظر ارتباط محتوا با ضرب‌آهنگ و بسامد صوتی آیات با تحلیل هارمونی‌های اصوات بررسی می‌شود. هر هارمونی صوتی یک موج با یک بسامد مشخص و یک میزان دامنه و اختلاف‌فاز است که سازنده یک‌شکل موج صوتی است. فرضیه پژوهش آن است که یک ارتباط معنادار بین محتوای هر آیه یا سوره با بسامد ضرب‌آهنگ‌های صوتی آن وجود دارد و می‌توان بر اساس ضرب‌آهنگ‌های مذکور، آیات مختلف را دسته‌بندی کرد یا محدوده سیاق آیات یک سوره را مشخص نمود.

۲. پیشینه تحقیق

موضوع ضرب‌آهنگ و موسیقی آیات از مسائلی است که توجه پژوهشگران مختلفی را در طول تاریخ به خود جلب کرده است. از اولین افرادی که به پاسخ این سؤال اندیشیده‌اند، خلیل بن احمد فراهیدی است (بواس، ۱۳۸۷). از افراد دیگری که در این حوزه سخن رانده‌اند، سیوطی در کتاب الائقان در موضوع «ائتلاف لفظ و معنا» است (السیوطی، ۱۹۷۴م، ج ۳، ص ۲۹۹). نویسندگان کتاب‌های پرتویی از قرآن، الإعجاز والبلاغه النبویة و التصوير الفني في القرآن به نقش آواها در قرآن پرداخته‌اند. بیشتر تمرکز این پژوهش‌ها بر مضمون زیباشناسی آوا بوده، اما در برخی پژوهش‌های جدید به نقش انتقال معنا و مفهوم در قرآن توجه شده است (فلاح، ۱۳۹۴).

داغله تناسب لفظ و معنا در واژه‌گزینی قرآن و اثر موسیقی درونی و بیرونی آن در القاء معانی را بررسی کرده است (داغله، ۱۳۹۳). در اینجا ارتباط معناشناسی گفتاری با سایر پدیده‌های زبان‌شناسی و شناخت انواع موسیقی و اثر آن در القای معانی بحث شده است. از دیگر مطالعاتی که در این حوزه وجود دارد، مقاله ضیایی است که به بررسی واژگان دارای مد در قرآن و موضوع موسیقی کلام پرداخته است (ضیایی، ۱۳۹۲). نگارنده مد را به‌عنوان ابزاری جهت القای معانی‌ای چون احساس کثرت، فزونی، وسعت، تعدد و عظمت معرفی می‌کند.

اندرخو معناشناسی آوایی الفاظ را برای توصیف اوضاع و احوال قیامت بررسی کرده است (اندرخو، ۱۳۹۵). در اینجا میان معناشناسی و آواشناسی، تلفیقی صورت گرفته و ارتباط آوایی واژگان توصیفی قیامت با موسیقی کلام بررسی شده است. در این تحقیق ادعا می‌شود الفاظی که دارای موسیقی سنگینی است، معنای رعب‌انگیزی ایجاد می‌کند و در این سوره‌ها سبک موسیقی سنگین و کوبنده حاکم است. آسوده در مطالعه خود، مسئله مطابقت لفظ و معنا در برخی مفردات جزء سی‌ام را بررسی کرده است (آسوده، ۱۳۹۰). این مسئله که یکی از ابعاد مهم اعجاز بیانی است، از طریق توجه به کاربرد الفاظ مفرد و مشتقات آن‌ها و مطالعه نقش برخی عوامل ساختاری بررسی شده است. در اینجا سه بعد متفاوت، شامل تأثیر بافت بر رابطه لفظ و معنا، نقش بلاغت در این رابطه و همچنین تأثیر کاربرد اصول زبان‌شناسی بررسی شده است. این مطالعه، جهت تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار سلسبیل و همچنین نظریه‌های مختلف ساختارگرایی سوسور

و نقش‌گرایی هالیدی استفاده کرده است و نشان می‌دهد موسیقی موجود در آیات و کلمات قرآن، با معانی هر آیه و کلمه هماهنگ است. ساقی در تحقیق خود، به بررسی رابطه پایان آیات با سایر اجزا در سوره آل‌عمران و مسئله زیباشناسی می‌پردازد (ساقی، ۱۳۹۶) و به این نتیجه می‌رسد که ساختار صوتی در جملات پایانی آیات، به سبب هماهنگی صامت‌ها و مصوت‌ها با تأثیر صوتی خاص بر روان آدمی، رنگ و بوی الهام به خود می‌گیرد و جمله پایانی هر آیه، حامل محور کلی آیه است که آیه حول محور آن حرکت می‌کند. قنبری در تحقیق خود، به‌طور خاص به سبک‌شناسی سوره شعراء و نحل و قصص می‌پردازد و سه سطح زبانی و بلاغی و محتوایی را بررسی می‌کند. او به این نتیجه می‌رسد که واژه‌ها در مسیر معنایی سوره و کاملاً منطبق با اهداف آن است (قنبری، ۱۳۹۵). طاهری در مطالعه خود، به‌طور عمیق مسئله موسیقی آیات در جزء سی‌ام را مطالعه کرده است (طاهری، ۱۳۹۴). در این تحقیق، آهنگ‌های صوتی قرآن به دسته‌های مختلفی از جمله جهری و شدید و آرام تقسیم شده و به تقسیم‌بندی مکی مدنی آیات در این حوزه نیز اشاره کرده است. شکوریان تأثیر صوت بر معنا در آیات انذار و تبشیر را واکاوی می‌کند (شکوریان، ۱۳۸۸). محقق تلاش دارد اسرار معانی کلمات در آیات انذار و تبشیر را با توجه به اصوات آیات تحلیل کند. این مطالعه اختلاف صفات و مخارج و حرکات در آیات انذار و تبشیر و اثرات آن بر مخاطب را در مورد جزء سی‌ام بررسی می‌کند. موسوی در تحقیق خود، دلالت‌های آوایی سوره‌های مؤمل و مدثر را مطالعه می‌کند (موسوی، ۱۳۹۵). در این پژوهش، با توجه به دانش آواشناسی مفاهیم آیات استخراج و در موضوعات مختلف بخش‌بندی شده و در گام سوم، آواهای موجود در هر دسته از آیات، با توجه به اسلوب تکرار تحلیل گردیده است. سلیمی در مقاله خود (سلیمی، ۱۳۹۷)، به تحلیل نشانه‌شناسی با رویکرد معناشناسی در قرآن می‌پردازد. این نوع تحلیل، یکی از روش‌های تحلیل کیفی است که نشانه‌ها را در یک متن، در راستای رسیدن به معنای اصلی تحلیل می‌کند. از آنجایی که آیات قرآن کریم لایه‌های متعددی دارد که حامل معنای باطنی است، پیگیری نشانه‌های زبانی در قالب دانش معناشناسی بسیار مهم است. این تحقیق به مطالعه این نشانه‌ها در فواصل قرآن پرداخته است. فلاح در تحقیق خود (فلاح، ۱۳۹۴)، به مبحث معناشناسی آوایی پرداخته است. نویسنده در این مقاله، به کارگیری نشانه‌های آوایی در نظام معنایی در قرآن را به سه دسته تقسیم کرده است: ۱. شناخت لحن در سطح افقی، ۲. فهم دقیق مدلول، ۳. تصویرسازی ذهنی مفاهیم برای مخاطب. متقی‌زاده در مقاله خود (متقی‌زاده، ۱۳۹۶)، اعجاز قرآن را از دیدگاه ضرب‌آهنگ و موسیقی بررسی می‌کند. تأکید پژوهش بر مطالعه موردی دو سوره نازعات و تکویر است. نکته اصلی در این تحقیق آن است که ضرب‌آهنگ فقط به زیبا کردن لفظ قرآن توجه نکرده است؛ بلکه در انتقال مفاهیم هم نقش اساسی بازی می‌کند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد فاصله‌های متمائل و متوازی و آواهای خیشومی روان، ضرب‌آهنگی دل‌نشین ایجاد کرده است. حاجی‌زاده در پژوهش خود (حاجی‌زاده، ۱۳۹۵)، به بررسی معناشناسی گفتمانی در قرآن پرداخته است. نشانه‌معناشناسی به‌منزله یکی از شیوه‌های نقد ادبی جدید، حاصل ترکیب نشانه‌شناسی ساختارگرا و نظام گفتمان‌روایی است و می‌تواند تولید معنا را با شرایط حسی ادراکی پیوند دهد. این تحقیق با رویکرد توصیفی تحلیلی، چگونگی شکل‌گیری فرآیند تثنی را در جز سی‌ام قرآن کریم بررسی و موسیقی حاصل از آیات و تأثیر آن در معانی را واکاوی می‌کند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در برخی آیات، قرآن به‌طور مستقیم وارد فضای گفته‌پردازی می‌شود و عامل ایجاد فشار عاطفی می‌گردد. در این حالات، آیه با سرعت بیشتری بیان می‌شود. اما گاهی سبک بیانی از فضای گفته‌پردازی خارج و به فضای گفته‌ای وارد می‌شود و ایجاد گستره‌شناختی می‌کند که در نتیجه، آن آیات با کندی ادا می‌شود. شریف در تحقیق خود (شریف، ۱۳۹۶)، اعجاز قرآن از نقطه‌نظر نظم موسیقایی را بررسی کرده است. نکته جدیدی که این تحقیق به آن می‌پردازد، عبارات موزونی است که وزن آن‌ها بر اوزان عروضی قابل تطبیق است و در بسیاری از آیات قرآن کریم به چشم می‌خورد. در اینجا عبارات‌هایی از جزء‌های آغازین آمده است که بدون نیاز به هیچ‌گونه دخل و تصرف، موزون

هستند و این آیات را بر اساس ارکان عروضی دسته‌بندی می‌کند. خرقانی در پژوهش خود [\(خرقانی، ۱۳۹۶\)](#)، با این پیش‌فرض که ریتم یا ایقاع در قرآن به‌عنوان یک نمونه‌والای ادبی به‌طور برجسته وجود دارد، به این مسئله می‌پردازد که قرآن از چه ابزاری برای ایجاد ضرب‌آهنگ یا ریتم استفاده کرده است و چه عواملی باعث آهنگین شدن قرآن می‌شود. نتیجه‌ای که این پژوهش به آن دست یافته آن است که پنج عنصر نظام، توازی و توازن، تناسب، تکرار و تغییر، مهم‌ترین عوامل پدیدآورنده ضرب‌آهنگ قرآنی هستند. قاسم‌نیا در مقاله خود [\(قاسم‌نیا، ۱۳۹۶\)](#)، موسیقی قرآن را با دو نگاه برون‌متنی و درون‌متنی تحلیل کرده است. در نگاه موسیقی بیرونی قرآن، صفات و مخارج حروف، ترکیب زیبای حروف و اعراب، مد حروف، زیادت و حذف حروف، ترکیب حکیمانه واژگان، نقش فواصل و اسلوب خاص قرآن بررسی می‌شود. در موسیقی درونی قرآن، پیوند تنگاتنگ لفظ با معنا کنکاش می‌شود. این تحقیق به این نتیجه می‌رسد که ویژگی‌های ساختاری و تألیفی الفاظ قرآن، بر شکل‌گیری موسیقی متن تأثیر دارد و همچنان موسیقی الفاظ و کلمات نیز بر معنای واژگان تأثیرگذار است. شهبازی در پژوهش خود [\(شهبازی، ۱۳۹۴\)](#)، بازتاب موسیقی بر اندیشه و احساس مخاطب در قرآن را تحلیل و تصویرآفرینی آیات قیامت و زندگی اخروی در بستر موسیقی قرآنی را واکاوی می‌کند. بررسی این مقاله نشان می‌دهد که موسیقی واژگان در آیات مربوط به معاد، خیزش و خرامی خاص دارد که تداعی‌گر نوعی هشدار و ترس بر جان‌هاست. علاوه بر آن بیان می‌کند که موسیقی قرآن در این آیات، در تصویر حالت روحی دوزخیان، کیفیت عرضه تصاویر و کندی یا سرعت نمایش صحنه‌ها نقش مهمی دارد. فلاح در مقاله خود [\(فلاح، ۱۳۹۵\)](#)، به سبک‌شناسی سوره زمر پرداخته است. مطالعه او شامل تحلیل و بررسی شاخصه‌های متن از جهت گزینش کلمات و ساخت عبارات و اغراض بلاغی است و به این نتیجه می‌رسد که آوای حروف با معنای آیات تناسب کامل دارد؛ همچنین در سطح نحوی، به بررسی جملات خبری (تأکید خبری) و جملات انشایی (امر و استفهام و ندا) می‌پردازد. خسروی در پژوهش خود [\(خسروی، ۱۳۹۱\)](#)، با تکیه بر دانش آواشناسی و بلاغت که با سبک‌شناسی رابطه‌ای عمیق دارد، کوشیده است رابطه بین واژگان اسم‌های مفرد، جمع، معرفه و نکره، تکرارها، ساختارهای صرفی و نحوی را تحلیل کند. او در این تحقیق به این نتیجه رسیده است که تعبیر سوره‌های جز سی‌ام هدفمند است و هر واژه با ساختار صرفی‌اش در جایگاه خود در جمله قرار گرفته است. نتیجه به‌دست‌آمده آن است که در جز سی‌ام، چیدمان کلمات و عبارات و نظم و موسیقی آن‌ها با معنا و مفهوم آیات متناسب است؛ به‌طوری‌که با خواندن این سوره‌ها می‌توان تصویر برخی از حوادث را دریافت. سلیمی در مطالعه خود [\(سلیمی، ۱۳۹۳\)](#)، به بررسی عملی موضوع فنوسمانتیک پرداخته است. دانش فنوسمانتیک یا معناشناسی آوایی یک دانش کاملاً جدید در حوزه‌های بررسی قرآنی است که به ایجاد ارتباط میان آواها و متغیرهای حاصل از آن‌ها با دلالت‌های معنایی می‌پردازد. این بررسی با هدف ایجاد سطوح مختلف معنایی و تصویرسازی ذهنی برای مخاطب از مراد جدی و حالات و صفات گوینده صورت می‌گیرد. معناشناسی آوایی در قرآن، به بررسی آوای بیرونی و درونی می‌پردازد. در بحث درون‌آوایی، تحلیل با استفاده از صنایع بدیع لفظی و ترکیب واژه با واژگان دیگر به وجود می‌آید، انجام می‌شود. آن‌چنان‌که بررسی شد، تحلیل ضرب‌آهنگ از مسائل موردتوجه پژوهشگران علوم قرآنی جهت کشف معانی است؛ اما این مسئله تاکنون به شکل تحلیل ریاضی اصوات قرآن بررسی نشده است. در بخش بعدی، روش جدیدی برای بررسی ضرب‌آهنگ با استفاده از مفاهیم ریاضی و محاسبات عددی ارائه خواهیم کرد.

۳. روش تحقیق

در این مقاله، علاوه بر مطالعه کتابخانه‌ای با نگاه مهندسی (با کمک مطالعات رایانه‌ای روی آیات)، هارمونی آیات و ترکیب آن‌ها با یکدیگر تحلیل و رابطه بین مضامین مختلف مانند دعا، انذار، تنبیه، تبشیر و مانند آن، با ترکیب ضرب‌آهنگ‌ها بررسی خواهد شد. در

تحلیل محتوای صوتی به کمک رایانه نشان می‌دهیم که ماهیت اصوات، مرکب از ذات لفظ و ویژگی‌های الحان قاری است؛ ولذا می‌توان ویژگی‌های الحان قاری مشخص را تا حد زیادی حذف کنیم، تا به فرکانس‌های ذاتی صوت دست یابیم. این فرکانس‌های صوتی مبنای پردازش و مقایسه قرار می‌گیرد. این کار از طریق نرم‌افزار تولیدشده با تبدیل فوریه اصوات به حوزه فرکانس و قرار دادن فیلترهای میان‌گذر و بازگرداندن به حوزه زمان انجام می‌گیرد.

۴. ادبیات تحقیق

۴-۱. معناشناسی آوایی (فونوسمانتیک)^۱

دانش معناشناسی آوایی (فونوسمانتیک) از سه بخش آوا و معنا و رابطه میان معنا و آوا تشکیل شده است. این دانش ارتباط میان نشانه‌های آوایی و متغیرهای حاصل از آن، با مضامین معنایی را کشف و تحلیل می‌کند. آواها بخش‌هایی صوتی است که از مجموعه‌ای از مختصات صوتی تشکیل شده و بخشی از دنباله‌های گفتار را شکل می‌دهد که به اجزای کوچک‌تر قابل شکست نیست (فراستخواه، ۱۳۷۶، ص ۷۶). واج‌شناسی نخستین سطح از پدیدار شدن گفتار است که توسط آواها و قواعد ترکیب‌کننده آن‌ها ایجاد می‌شود. معناشناسی آوایی به دو بخش مهم می‌پردازد که یکی کشف نشانه‌های آوایی و ارتباط آن‌ها با معانی است که سبب فهم یک مضمون نوین می‌شود و دیگری آوای واژگان و جملات است که نوعی تصویرسازی ذهنی از معانی و قصد به‌کارگیری هر آوا در ذهن مخاطب را هدف گرفته است؛ یعنی متغیرهای آوایی، علاوه بر نقش صوتی خود در انتقال معنا و مفاهیم پیچیده، رموز و حالات و وضعیت‌گوینده نیز مورد استفاده قرار می‌دهد. معناشناسی آوایی به نوعی زیرمجموعه دانش نشانه‌شناسی (سمبل‌شناسی) است که در ارتباط با کشف تعبیر با تصویر صوتی، مطالعه و تحقیق می‌کند. یکی از مهم‌ترین کارکردهای معناشناسی آوایی در قرآن کریم، شناخت لحن مخاطب در سطح افقی است. منظور از لحن، «کیفیت تلفظ و ویژگی‌های گفتاری و چگونگی انتخاب و استفاده از آواها و ترکیب آن‌هاست».

وحی قرآن در سطح افقی، یعنی گسترش قرآن از ناحیه پیامبر ﷺ به دیگران، کاملاً مطابق با سطح نزول عمومی بر قلب مقدس پیامبر ﷺ بوده است. محتوای قرآن که ماهیتی صوتی داشته، همواره در مراحل نشر و گسترش افقی، نسبت به ویژگی‌های آوایی بی‌تفاوت نبوده و ویژگی‌های صوتی ذاتی خود را در سطح افقی حمل کرده است. بر این اساس، متن کتاب مقدس مسلمانان، برخلاف سایر کتب مقدس، کلامی زنده است که مخاطب خود را با لحن اصلی نازل‌شده بر پیامبر ﷺ همراه می‌کند و او را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این ویژگی اساسی باعث حذف فاصله زمانی و مکانی گوینده با شنوندگان می‌شود و اعجاز خارق‌العاده این کتاب آسمانی را به رخ می‌کشد. لحن در کلام یک پارامتر بسیار مهم جهت انتقال معناست که در زندگی روزمره انسان‌ها نیز مثال‌های فراوانی در ارتباط با آن یافت می‌شود (فلاح، ۱۳۹۴، ص ۴۷). کشف کردن لحن قرآن، یک مسئله اساسی در تفسیر هر بخش از آن محسوب می‌شود و امری بسیار دشوار و تا حدی ناممکن است؛ چراکه محتوای در دسترس نوشتاری قرآن، فاقد ویژگی‌های توصیف‌کننده لحن است. راه‌حل‌های فعلی جهت کشف لحن، یافتن دلالت‌های آوایی است که جریان اصوات یا ضرب‌آهنگ را می‌سازد. ریتم یا ضرب‌آهنگ یک کلام، نوعی وزن و قاعده در هنجار یا حرکت متناوب در فاصله‌های منظم است. در مطالعات مختلف، جریان آوایی یا ضرب‌آهنگ از تعدادی متغیر آوایی مثل واکه و مد، هم‌خوان، تقطیع، تقدیم و تأخیر آواها، ابدال و ادغام، فاصله و جناس در متن تشکیل شده است.

۴-۲. ضرب آهنگ

ضرب آهنگ «هنر به وجود آوردن احساس خوشایند با استفاده از آهنگ واژگان و هماهنگی عبارات و استفاده از آرایه‌های ادبی چون سجع» است. ضرب آهنگ همواره بر اساس تعادل و تناسب بین دو قسمت آوا و معنا شکل می‌گیرد و دو نوع بیرونی و درونی دارد. ضرب آهنگ بیرونی از وزن عروضی و قافیه به وجود می‌آید و نوع درونی آن از همگن و آهنگین بودن آواها و تکرار و معنارسانی آن‌ها تولید می‌شود (عبدالنور، ۱۹۸۶م، ص ۱۳۸؛ صدقی و بیانلو، ۲۰۰۹م، ص ۶۵).

در قرآن مفهوم فاصله مشابه ردیف در شعر تعریف شده که به نوعی ضرب آهنگ بیرونی را شکل داده است. فاصله به معنای حد و مرز بین دو چیز است؛ اما در تعریف اصطلاحی، فاصله را به ردیف تشبیه کرده‌اند که بخش پایانی آیه را شامل می‌شود. انواع ضرب آهنگ در قرآن مجید به دسته‌های زیر تقسیم‌بندی می‌شود (رک. متقی‌زاده، ۱۳۹۶، ص ۱۰۲؛ میسه، ۲۰۱۲م، ص ۷):

الف) ضرب آهنگ نرم: از این نوع از ضرب آهنگ معمولاً در حالت دعا و راز و نیاز استفاده می‌کنند. در هنگام استفاده از این ضرب آهنگ، به فراوانی از واژه‌های کشیده، مد لین، هم‌خوانی نرم و آرام، پیوستگی آوایی و جناس استفاده می‌شود. واژه‌های کشیده و مد لین باعث کاهش سرعت متن و نرم شدن آن می‌شود و نوعی حس آرامش را القا می‌کند. مثلاً در آیه «وَسَلَامٌ عَلَيْهِ يَوْمَ وُلِدَ وَيَوْمَ يَمُوتُ وَيَوْمَ يُبْعَثُ حَيًّا» (مریم: ۱۵)، استفاده پشت سرهم از حروف لین در واژه‌های «علیه، یوم، یوم، حیا» و هم‌خوان‌های نرم، آوای دل‌نشین و نرمی به آن می‌دهد و به خوبی القا می‌کند که این آیه در مورد یکی از بندگان خداوند حضرت عیسی مسیح عَلَيْهِ السَّلَام است که نرمی و لطافت در وجودش موج می‌زد.

ب) ضرب آهنگ کند و منقطع: این شکل از ضرب آهنگ در مواردی که لحن کلام آهسته و منقطع است استفاده شده و حامل معنایی کنایی و طعنه‌آمیز، یا توصیف‌کننده کلامی پرصلابت و مهم است. در این ضرب آهنگ، گوینده به دنبال انتقال کامل معنا جهت تفهیم دقیق موضوع است. بیشتر آیات الاحکام با چنین ضرب آهنگی بیان شده است. از ویژگی‌های آوایی چنین ضرب آهنگی، واژه‌های کشیده و بلند، مد و غنّه فراوان، استفاده فراوان از سکون در هم‌خوان‌ها، طول بلند آیات، هم‌خوان‌هایی با مخارج دور از هم و تقطیع پلکانی (استفاده از حروفی مثل همزه که همراه با قطع نفس) است. استفاده از مد و سکون سبب کند شدن سرعت قرائت متن می‌شود و ریتم و ضرب آهنگ را به شدت آرام می‌سازد. مثلاً در آیه ارث: «يُوصِيكُمُ اللَّهُ فِي أَوْلَادِكُمْ لِلذَّكَرِ مِثْلُ حَظِّ الْأُنثِيَيْنِ فَإِنْ كُنَّ نِسَاءً فَوْقَ اثْنَتَيْنِ فَلَهُنَّ ثُلُثَا مَا تَرَكَ وَإِنْ كَانَتْ وَاحِدَةً فَلَهَا النِّصْفُ وَلِأَبَوَيْهِ لِكُلِّ وَاحِدٍ مِّنْهُمَا الشُّدُّسُ مِمَّا تَرَكَ إِنْ كَانَ لَهُ وَلَدٌ فَإِنْ لَمْ يَكُنْ لَهُ وَلَدٌ وَوَرِثَهُ أَبَوَاهُ فَلِأُمِّهِ الثُّلُثُ فَإِنْ كَانَ لَهُ إِخْوَةٌ فَلِأُمِّهِ الشُّدُّسُ مِنْ بَعْدِ وَصِيَّةٍ يُوصِي بِهَا أَوْ دِينِ آبَائِكُمْ وَأَبْنَاؤِكُمْ لَا تَذُرُونَ أَيُّهُمْ أَقْرَبُ لَكُمْ نَفْعًا فَرِيضَةٌ مِنَ اللَّهِ إِنْ اللَّهُ كَانَ عَلِيمًا حَكِيمًا» (نساء: ۱۱) این ویژگی‌ها به وضوح دیده می‌شود.

ج) ضرب آهنگ سریع: این شکل از ضرب آهنگ بیشتر برای توصیف حوادث قیامت استفاده شده است. به صورت کلی، در مواردی که قرآن دستور سرعت در امور یا هیجان و تحقیر را مدنظر دارد، از این نوع استفاده می‌کند. ویژگی مهم این سبک، واک‌های کوتاه و پشت سرهم و واک‌های بلند اندک است که سبب تند شدن و سرعت اصوات می‌شود. این سبک، از سکون کمتر استفاده می‌کند و از هم‌خوان‌ها با مخرج نزدیک و طول کم آیات بهره می‌برد. مثلاً در آیه «أَفَرَأَيْتُمُ اللَّاتَ وَالْعُزَّىٰ * وَمَنَاةَ الثَّالِثَةَ الْأُخْرَىٰ * أَلَكُمُ الذَّكَرُ وَلَهُ الْأُنثَىٰ * تِلْكَ إِذًا قِسْمَةٌ ضِيزَىٰ» (نجم: ۱۹-۲۲)، ضرب آهنگ تند عبارات، نشانه پست و بی‌ارزش بودن عمل کافران است.

د) ضرب آهنگ کوبنده: این شکل از ضرب آهنگ معمولاً جهت تهدید و توبیخ یا نشان دادن شدت در عمل استفاده شده است. این ضرب آهنگ، از هم‌خوان‌های انفجاری، تشدید زیاد، واک‌های کوتاه و هم‌خوان‌های سنگین بهره می‌برد. مثلاً در آیه «ثُمَّ إِنَّكُمْ أَيْهَا

الصَّالُّونَ الْمُكَذَّبُونَ» (واقعه: ۵۳) یا آیات سورهٔ مرسلات که توصیف روز جدایی است، بیشتر از ضرب آهنگ سریع و کوبنده استفاده شده که حاوی تهدید شدید دروغ‌گویان است و این تهدید ده بار در طول سوره به‌طور مکرر استفاده شده است.

۳-۴. تحلیل هارمونی‌های ضرب آهنگ

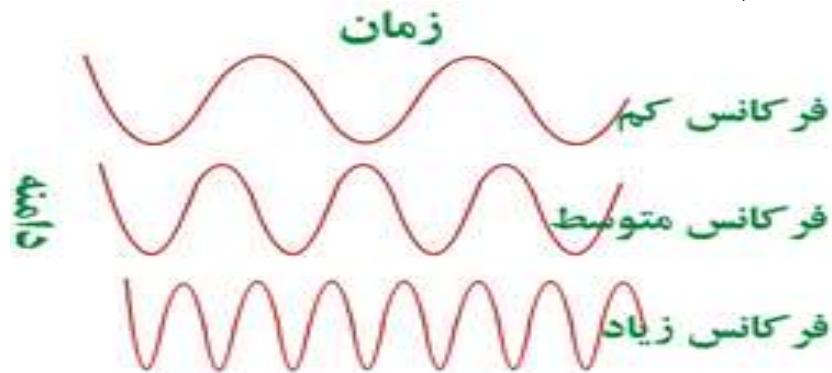
کلام شفاهی از اصواتی تشکیل شده است که به گوش انسان می‌رسد و معانی مختلف را تولید می‌کند. اصوات در اثر خروج هوا از گلو و لرزش تارهای صوتی تولید می‌شود و این لرزش‌ها به نوبهٔ خود، عاملی برای جابه‌جایی و تولید امواجی صوتی است که به گوش مخاطب برخورد می‌کند. امواج صوتی برخوردکننده به گوش مخاطب، عاملی برای لرزش پردهٔ گوش و تولید فرکانس‌هایی از نوسانات حاصل شده است که آواها و معانی هر آوا در پشت آن را حاصل می‌کند.

در صورتی که شکل نوسانات امواج صوتی را در طول زمان به شکل یک تابع ریاضی در نظر بگیریم، مفهومی تحت عنوان سیگنال صوتی ایجاد می‌شود که شکل موج صوت حاصل شده در طول زمان را به همراه تغییرات نهفته در آن به نمایش می‌گذارد. به عبارت دیگر، به هر کمیت متغیری در زمان یا مکان که بتوان آن را اندازه‌گیری کرد، سیگنال گویند. مثلاً صوت کمی است که متغیر در زمان و قابل اندازه‌گیری است؛ پس صوت یک سیگنال است. در صورتی که بخواهیم چنین سیگنال صوتی را در رایانه‌های رقمی پردازش کنیم، لازم است آن را به یک سیگنال الکتریکی تبدیل نماییم. تبدیل سیگنال‌های صوتی به سیگنال‌های الکتریکی، از طریق سخت‌افزاری به نام میکروفون انجام می‌شود. در ساختار یک میکروفون، مکانیسمی شبیه پردهٔ گوش انسان وجود دارد که در اثر برخورد امواج صوتی، امواج الکتریکی مشابه با تغییرات موجود در امواج صوتی را ایجاد می‌کند. این سیگنال الکتریکی که تغییرات ولتاژ در طول زمان را به نمایش می‌گذارد، وارد یک سیستم پردازش رایانه‌ای می‌شود تا تحلیل و بررسی گردد. در تحلیل سیگنال‌های الکتریکی حاصل از امواج صوتی، یک مرحلهٔ میانی نیز صورت می‌پذیرد. در این مرحله، سیگنال صوتی دیجیتال‌سازی و نمونه‌برداری می‌شود. در مرحلهٔ نمونه‌برداری، از سیگنال پیوسته (آنالوگ)، نمونه‌هایی گسسته در طول زمان برداشته می‌شود؛ به نحوی که اطلاعات سیگنال اصلی به‌طور کامل حفظ گردد. در مبحث پردازش سیگنال، قضیهٔ نایکوئیست^۱ ثابت می‌کند اگر از یک سیگنال با نرخ معادل دوبرابر بیشترین فرکانس به‌کاررفته در آن نمونه‌برداری شود، همهٔ اطلاعات شکل موج سیگنال در مرحلهٔ گسسته‌سازی حفظ خواهد شد. قضیهٔ نایکوئیست یک اصل مهم در پردازش سیگنال‌های دیجیتال است که می‌گوید برای اینکه بتوان یک سیگنال (مثلاً صدا یا تصویر) را به‌درستی دیجیتال‌سازی کرد و سپس آن را به شکل اصلی‌اش بازگرداند، باید آن سیگنال را با تعداد مشخصی از نمونه‌ها در هر ثانیه ثبت نمود. این تعداد نمونه‌ها باید حداقل دوبرابر بالاترین فرکانس موجود در سیگنال باشد. دلیل اینکه در قضیهٔ نایکوئیست، تعداد نمونه‌ها باید حداقل دوبرابر بالاترین فرکانس سیگنال در نظر گرفته شود این است که برای ثبت درست هر نوسان یا تغییر سریع در سیگنال، لازم است دست‌کم دو نقطه از آن در هر چرخه ثبت گردد. سیگنال به‌عنوان یک موج که بالا و پایین حرکت می‌کند، در نظر گرفته می‌شود. اگر فقط یک نقطه از هر موج ثبت شود، امکان تشخیص سرعت حرکت موج وجود نخواهد داشت و احتمال از دست رفتن اطلاعات مهم وجود دارد؛ اما با ثبت دو نقطه از هر نوسان، امکان درک درست حرکت موج فراهم می‌شود و در نتیجه، سیگنال اصلی بدون از دست رفتن اطلاعات، بازسازی خواهد شد. اگر نمونه‌برداری با سرعتی کمتر از دوبرابر بالاترین فرکانس انجام شود، ممکن است سیگنال به‌درستی ثبت نشود و هنگام بازسازی، اشتباهاتی مانند مخلوط شدن فرکانس‌های مختلف، یا ایجاد تحریفاتی در سیگنال رخ دهد. برای درک ساده‌تر، تصور کنید آهنگی از روی صفحهٔ گرامافون به فایل دیجیتال تبدیل می‌شود. اگر تعداد دفعاتی که از آهنگ نمونه‌برداری می‌شود، کافی نباشد، وقتی دوباره پخش

۱. قضیهٔ نایکوئیست اساسی‌ترین قضیه در پردازش سیگنال دیجیتال و مخابرات دیجیتال است. این قضیه، شرط امکان بازیابی سیگنال اولیه از نمونه‌های آن را بیان می‌کند و پلی بین سیگنال‌های دیجیتال و آنالوگ می‌سازد.

می‌شود، به درستی پخش نخواهد شد و صداها به هم می‌ریزد. طبق قضیه نایکوئیست، برای جلوگیری از این مشکل، باید از هر صدای سریع یا فرکانس در آهنگ، دست‌کم دوبار نمونه‌برداری شود. لذا این قضیه کمک می‌کند تا سیگنال‌ها به درستی ذخیره شود و در زمان پخش مجدد، کیفیت و دقت اصلی آن‌ها حفظ گردد.

پس از مرحله نمونه‌برداری و رقمی‌سازی سیگنال الکتریکی، صوت به مجموعه‌ای از اعداد متوالی تبدیل می‌شود که توسط یک رایانه عددی قابل پردازش خواهد بود. تغییرات سیگنال عددی شده حاصل از اصوات، تابعی پیوسته در طول زمان ایجاد می‌کند که بر طبق قضیه فوریه، قابل تبدیل به مجموعه‌ای از توابع سینوسی کسینوسی با دامنه‌ها و فرکانس‌ها و فازهای مختلف است. هرکدام از این توابع سینوسی را که یک دامنه مشخص و یک فرکانس و فاز معین دارد، یک هارمونی صوتی می‌نامیم. در واقع یک سیگنال صوتی بر طبق قضیه فوریه، به تعدادی عامل سازنده سینوسی قابل تجزیه است که هرکدام مشخصه‌های دامنه و فاز و فرکانس منحصر به فردی دارد. در هر نوسان، بزرگی کمیت متغیر نوسان عوض می‌شود و دامنه موج از همین‌جا به دست می‌آید. هرچه شدت صوت بیشتر باشد، دامنه موج صوتی بیشتر است. مقدار دامنه به‌طور مستقیم باید از نمودار موج به دست آید و هیچ محدودیت خاصی ندارد. فرکانس موج، تعداد نوساناتی است که توسط موج در هر واحد زمان انجام می‌شود و واحد آن هرتز (Hz) است و با f نشان داده می‌شود. در واقع تعداد دره‌های ارتعاشی یا نوساناتی که در هر ثانیه توسط ذرات ارتعاش‌کننده انجام می‌شود، یا تعداد کلی دوره‌های مشخصی که ذره در هر ثانیه کامل طی می‌کند، فرکانس نام دارد. وقتی موجی از محیطی عبور می‌کند، در برخورد با محیط، باعث ارتعاش اولین ذره آن می‌شود. این ذره نیز، نزدیک‌ترین ذره به خود را با همان فرکانسی که از موج دریافت کرده است، به ارتعاش درمی‌آورد؛ بنابراین انتقال فرکانس موج رسیده به تک‌تک ذرات محیط، باعث انتقال انرژی موج و انتشار آن می‌شود. فاز در یک تابع سینوسی یا در موج زاویه اولیه تابع (نوسانگر) در نقطه مبدأ است که به آن اختلاف فاز هم می‌گویند.



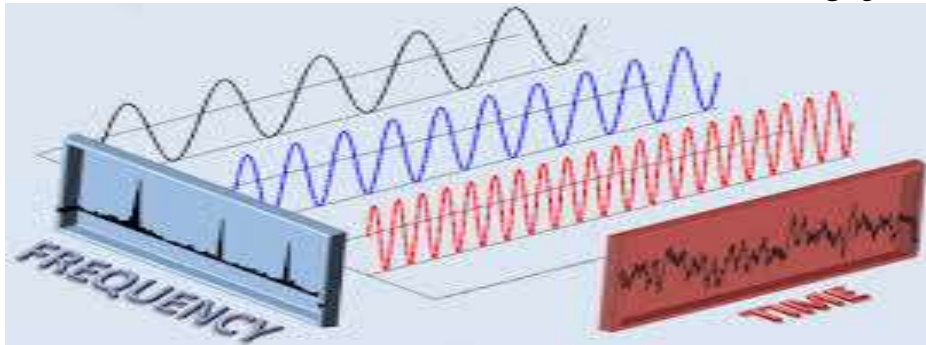
شکل ۱: تأثیر فرکانس در شکل موج

۴-۳-۱. تبدیل فوریه

ایده نمایش یک تابع برحسب مجموعه کاملی از توابع، اولین بار توسط ژوزف فوریه^۱، ریاضی‌دان و فیزیک‌دان فرانسوی، بین سال‌های ۱۸۰۲-۱۸۰۶ میلادی، طی رساله‌ای در آکادمی علوم درباره انتشار حرارت، برای نمایش توابع به کار گرفته شد. در واقع برای آنکه یک تابع $f(x)$ به شیوه‌ای ساده و فشرده نمایش داده شود، فوریه اساساً ثابت کرد که می‌توان از محورهای استفاده کرد که به کمک مجموعه‌ای نامتناهی از توابع سینوس وار ساخته می‌شود. پایه‌های فوریه به صورت ابزارهایی اساسی، با کاربردهای فوق‌العاده متواتر در علوم درآمده

1. Joseph Fourier

است؛ زیرا برای نمایش انواع متعددی از توابع و در نتیجه، کمیت‌های فیزیکی فراوان به کار می‌رود. شکل ۲ نمایی از تجزیه یک سیگنال در حوزه فرکانس را نمایش می‌دهد.



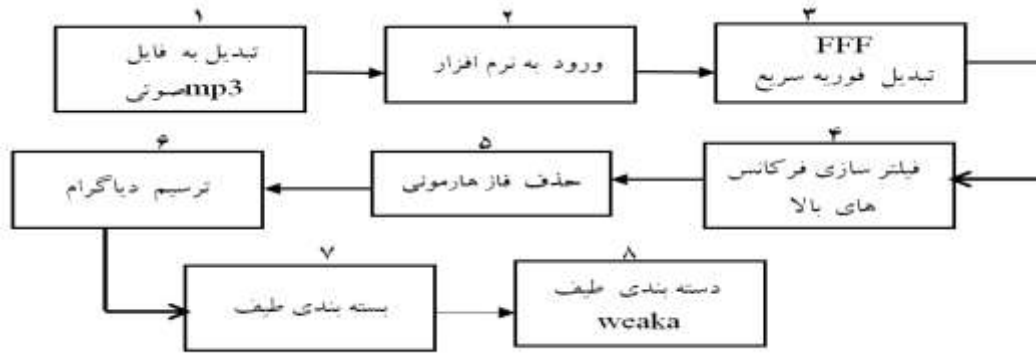
شکل ۲: تجزیه سیگنال‌ها در تبدیل فوریه

به هریک از موج‌های سینوسی یا کسینوسی سازنده سری فوریه، یک هارمونیک می‌گویند. فرکانس هریک از موج‌های سینوسی این مجموعه، ضریب صحیحی از فرکانس موج تناوبی اولیه یا پایه است. هر جمله این سری، به‌عنوان یک هارمونیک فرکانس پایه تعریف می‌شود و فرکانس این جمله همان فرکانس پایه است. هارمونیک، «اول» یا بعضی اوقات «پایه» نامیده می‌شود و جمله‌ای را که فرکانس آن دو برابر فرکانس پایه است، «هارمونیک دوم» می‌خوانند. بقیه هم به همین صورت نام‌گذاری می‌شوند. فرکانس ۶۰ هرتز به این معناست که ۶۰ بار بر ثانیه نوسان دارد و شکل موج افزایش می‌یابد و تا ماکزیمم مقدار بالا می‌رود؛ سپس تا صفر کاهش پیدا می‌کند و در ادامه این کاهش تا ماکزیمم، مقدار منفی کاهش می‌یابد و سپس دوباره به صفر برمی‌گردد.

هر موج صوتی، به تعدادی هارمونی صوتی سازنده قابل تفکیک است که هرکدام مشخصه‌های سازنده خود را دارد. در واقع هر هارمونی صوتی یک مؤلفه از سیگنال صوتی است که بخشی از ویژگی‌های کلی صوت را شکل می‌دهد. بخشی از هارمونی‌ها مرتبط با ویژگی‌های ذاتی آواهای صوتی است که کلمات و معانی درونی آن‌ها را شکل می‌دهد، و بخشی مرتبط با ویژگی‌های خاص تارهای صوتی فرد گوینده است. در پردازش سیگنال‌های صوتی برای درک کلام، سعی می‌کنند تا هارمونی‌های مرتبط با شخص گوینده را حذف و هارمونی مختص به ذات کلام را استخراج کنند. این دو نوع هارمونی معمولاً از طریق ویژگی فرکانسی از یکدیگر تفکیک می‌شود؛ به عبارت دیگر، هارمونی‌های مربوط به تارهای صوتی یک شخص گوینده، معمولاً فرکانس‌های کاملاً متفاوتی نسبت به هارمونی‌های ذاتی مربوط به ذات کلام دارد که با حذف آن‌ها می‌توان هارمونی‌های اصلی سازنده معنا را از درون سیگنال صوتی استخراج کرد. هارمونی‌های سازنده معنا معمولاً فرکانس کمتری نسبت به هارمونی‌های فردی دارد، و از طریق فیلترسازی روی سیگنال صوتی می‌توانیم این دودسته هارمونی را از هم تفکیک کنیم و هارمونی‌های ذاتی کلام را به دست آوریم.

۴-۴. نرم‌افزار تحلیل هارمونی‌ها

پایه‌سازی این نرم‌افزار در هشت مرحله انجام می‌گیرد. شکل زیر مراحل پایه‌سازی این نرم‌افزار را به تصویر می‌کشد. در مرحله ابتدایی، لازم است اصوات قرآنی توسط قاری تلاوت و توسط میکروفون ضبط شود و به شکل فایل‌های صوتی mp3 به رایانه منتقل گردد. معمولاً در این مرحله، از اصوات ضبط‌شده توسط قاریان مشهور استفاده می‌کنیم.



شکل ۳: مراحل طراحی نرم افزار

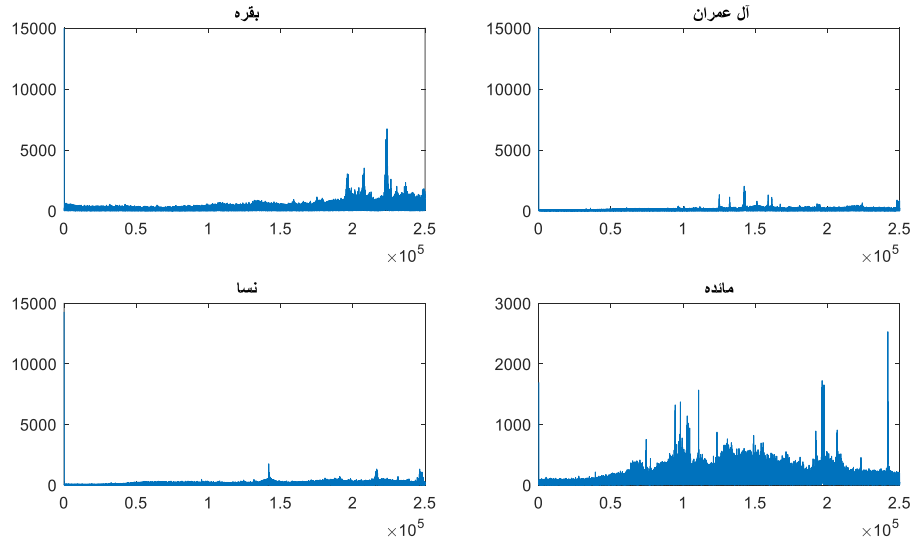
در این پژوهش، غالباً از ترتیل استاد منشاوی و پرهیزگار استفاده شده است. فایل های صوتی ترتیل قرآن، به عنوان ورودی صوتی جهت استخراج و تحلیل هارمونی ها، وارد نرم افزار می شود و نرم افزار پس از طی چندین مرحله پردازش، نمودار مخصوص مرتبط با آن صوت را ترسیم می کند. در مرحله دوم لازم است فایل های mp3 صوتی به نرم افزار وارد و به ماتریس های عددی تبدیل شود. در این تحقیق از نرم افزار MATLAB و جعبه ابزار پردازش سیگنال آن استفاده شده است. جهت ورود اصوات قطعه، کدی به زبان متلب نگاشته شده است که فایل صوتی را در شکل mp3 دریافت و آن را به شکل ماتریس های عددی ذخیره سازی می کند. در مرحله سوم، نرم افزار عمل تبدیل فوریه سریع را انجام می دهد.

یکی از جعبه ابزارهای پرکاربرد متلب، جعبه ابزار پردازش سیگنال است که مجموعه ای غنی از توابع مفید برای پردازش سیگنال را دربردارد. از این جعبه ابزار می توان در تشخیص صدا و پردازش صوت استفاده کرد. جعبه ابزار پردازش سیگنال، مجموعه ای از ابزارهای موجود در محیط محاسباتی عددی متلب است که محدوده وسیعی از اعمال پردازش سیگنال، از تولید موج تا طراحی و پیاده سازی فیلتر و مدل سازی پارامتری و تحلیل های طیفی را شامل می شود. این جعبه ابزار دو نوع مختلف ابزار را معرفی می کند. یکی توابع مورد استفاده در پنجره دستورات که شامل تحلیل فیلترهای آنالوگ و دیجیتال، پیاده سازی فیلترهای دیجیتال، طراحی فیلترهای دیجیتال طراحی فیلترهای آنالوگ، گسسته سازی فیلترها، تبدیلات پنجره های طیفی، آنالیز طیف و پردازش آماری سیگنال، مدل سازی پارامتری، پیشگویی خطی و تولید موج است. اساس جعبه ابزار پردازش سیگنال، تبدیل فوریه سریع یا FFT است که همان تبدیل فوریه گسسته است که زمان اجرای آن کاهش یافته است. از توابع fft و $ifft$ برای محاسبه تبدیل فوریه گسسته و معکوس آن استفاده می شود.

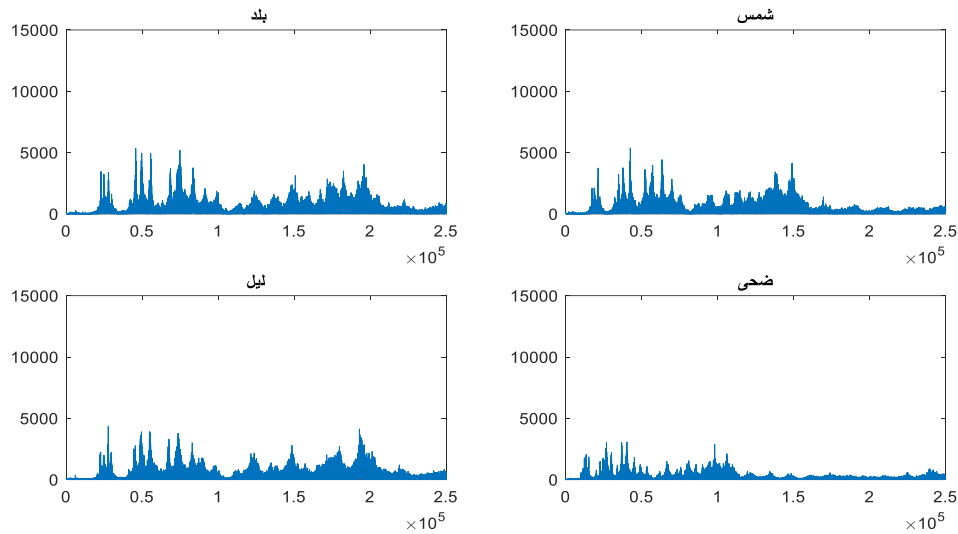
همان طور که در بخش قبلی تشریح شد، تبدیل فوریه سریع، شکلی از نگاشت ماتریس های حوزه زمان به حوزه فرکانس است که قادر به استخراج هارمونی های مختلف تشکیل دهنده سیگنال است. هارمونی های سازنده در تبدیل فوریه، از دو بخش اندازه و فاز تشکیل شده است. جهت سادگی و کاهش پیچیدگی تحلیل ها، در این پژوهش صرفاً از قسمت اندازه تبدیل فوریه جهت تحلیل آیات استفاده می کنیم و بخش فاز را نادیده می گیریم. بخش اندازه طیف فرکانسی بزرگ، اندازه هر هارمونی در هر فرکانس را نمایش می دهد. برای حذف اثرات ناشی از حنجره (اوصاف صوتی قاری)، بخش هایی از این طیف فرکانسی را که مربوط به فرکانس های بالای ۲۵۰۰۰۰ هرتز است، فیلتر سازی می کنیم. این کار در چهارمین بخش کدهای برنامه انجام می گیرد. در شکل ۲، این فیلتر سازی و دستورات عمل های مرتبط با آن مشخص شده است. در انتهای کار، دیاگرام حاصل از فیلتر سازی و حذف هارمونی طیف فرکانسی ترسیم و پس از ترسیم و نمایش طیف فرکانس اصوات، نوبت به تحلیل و مقایسه نمودارها توسط متخصص می رسد.

جهت تحلیل و مقایسه، به کمک روش‌های یادگیری ماشین و داده‌کاوی، مرحله هفتم را اجرا می‌کنیم. در این مرحله، طیف فرکانسی بسته‌بندی می‌شود. بسته‌بندی طیف بدان معناست که میزان بزرگی طیف فرکانسی در بازه‌های مشخص شده، در ۵ درصد بسته مختلف معین می‌گردد. طیف کل فرکانس که از محدوده «۰-۲۵۰۰۰۰» است، به ۵ بسته «۵۰۰۰۰ و ۰» و «۱۰۰۰۰۰ و ۵۰۰۰۰» و «۱۵۰۰۰۰ و ۱۰۰۰۰۰» و «۲۰۰۰۰۰ و ۱۵۰۰۰۰» و «۲۵۰۰۰۰ و ۲۰۰۰۰۰» تقسیم می‌شود. سپس در هر بسته، مجموع اندازه همه هارمونی‌های به‌کاررفته در آن بسته به دست خواهد آمد. در واقع یک طیف گسترده از یک صوت را به ۵ عدد نگاشت می‌کنیم (یک بردار ۵ عددی) که هر عدد میزان بزرگی کل هارمونی‌های به‌کاررفته در یک محدوده را معین می‌سازد. این بردار ۵ عددی در مرحله بعد، نرم‌افزار معیاری جهت کلاس‌بندی و خوشه‌بندی آیات و سوره خواهد بود و توسط نرم‌افزارهای یادگیری ماشینی از آن استفاده خواهد شد. به عبارت دیگر، نرم‌افزارهای خوشه‌بندی، مبنای ۵ پارامتر به‌کاررفته در هر سوره یا آیات این سوره یا آیات را در یک خوشه خاص جای می‌دهد. این خوشه‌بندی امکان یافتن آیات و سوری را که از این نظر مشابه است، فراهم می‌کند تا در کاربردهای مختلف موردنظر از آن استفاده نماید.

به‌عنوان اولین بررسی، شکل طیف فرکانسی هارمونی‌های سازنده سوره مکی و مدنی را با هم مقایسه می‌کنیم. این مقایسه می‌تواند به یک دسته‌بندی کلی از سوره‌های قرآنی (مکی و مدنی) کمک کند و تا حدی اختلافات موجود بین شکل سوره مکی و مدنی را که مضامین کاملاً مجزایی دارد، از لحاظ هارمونی معین سازد. در شکل ۴، نموداری از طیف فرکانسی سوره‌های مدنی بقره، آل عمران، نساء و مائده به تصویر در آمده است.



شکل ۴: مقایسه فرکانس‌های صوتی سوره بقره، آل عمران، مائده و نساء



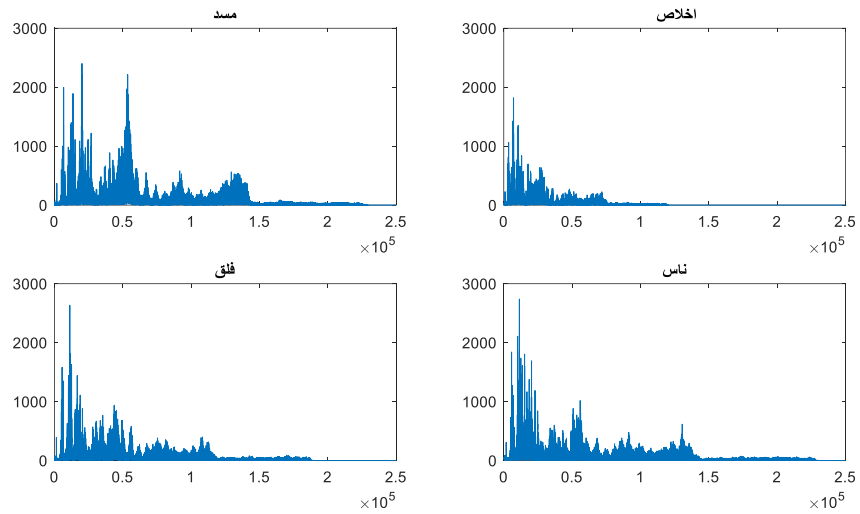
شکل ۵: مقایسه فرکانس های صوتی سور بلد، شمس، لیل و ضحی

مقایسه این چهار سوره مدنی و چهار سوره مکی نمایان می کند که شکل دیاگرام طیف فرکانسی سور مکی کاملاً با سور مدنی متفاوت است. در تشریح این تفاوت می توان گفت سور مدنی عمدتاً لحن آرامی دارد و فرکانس های هارمونی ها در طول طیف پخش شده است؛ اما سور مکی از الحان کوبنده و ریتم تند استفاده می کند و معمولاً مضامینی درباره آخرت و معاد و اوصاف قیامت دارد و در نتیجه، از طیفی کاملاً متغیر و متلاطم برخوردار است. سوره مانده به عنوان یک سوره خاص، طیف متفاوتی نسبت به سه سوره مدنی دیگر دارد که خود می تواند نشانه ای از وجود ضرب آهنگی خاص در زمانی خاص با مضامین خاص باشد. در ادامه، چهار سوره مکی انتهای قرآن (مسد، اخلاص، فلق و ناس) با یکدیگر مقایسه شده است. شکل ۶ این چهار طیف را نمایش می دهد. برای کشف میزان مشابهت فرکانسی این چهار سوره، ضریب همبستگی بین آن ها در جدول ۱ درج شده است.

ضریب همبستگی ابزاری آماری برای تعیین نوع و درجه رابطه یک متغیر کمی با متغیر کمی دیگر است و یکی از معیارهای مورد استفاده در تعیین همبستگی دو متغیر شمرده می شود. ضریب همبستگی شدت رابطه و همچنین نوع رابطه (مستقیم یا معکوس) را نشان می دهد. این ضریب بین ۱ تا -۱ قرار دارد و در صورت نبود رابطه بین دو متغیر، برابر صفر است. به عبارت دیگر، اگر ضریب همبستگی دو پارامتر با یکدیگر مثبت باشد، به این معناست که در فضایی که مطالعه و بررسی انجام شده، افزایش یک پارامتر با افزایش پارامتر دیگر و نیز کاهش آن پارامتر با کاهش پارامتر دیگر همراه است. اگر ضریب همبستگی دو پارامتر با یکدیگر منفی باشد، به این معناست که در فضای مطالعه و بررسی، افزایش یک پارامتر با کاهش پارامتر دیگر و کاهش آن پارامتر با افزایش پارامتر دیگر همراه است. صفر بودن ضریب همبستگی به این معناست که دو پارامتر در فضای مورد بررسی، مستقل از یکدیگر بوده اند و بر اساس اطلاعات موجود از کاهش یا افزایش یکی، نمی توان در مورد کاهش یا افزایش دیگری اظهار نظر کرد. گفتیم که ضریب همبستگی بین منفی یک و مثبت یک است. هرچه این ضریب از صفر دورتر شود و به مثبت یا منفی یک نزدیک تر گردد، می توان نتیجه گرفت که روند هم جهت بودن یا مخالف بودن دو پارامتر مورد بررسی، جدی تر است.

آن چنان که در جدول آمده است، ضریب همبستگی بین این سوره ها مثبت است و این نمایانگر مشابهت بالای بین آن ها است. در شکل ۷، همین مقایسه بین سوره های مدنی آل عمران و نساء و سوره های مکی فلق و ناس انجام شده است. ضرایب همبستگی این مقایسه در

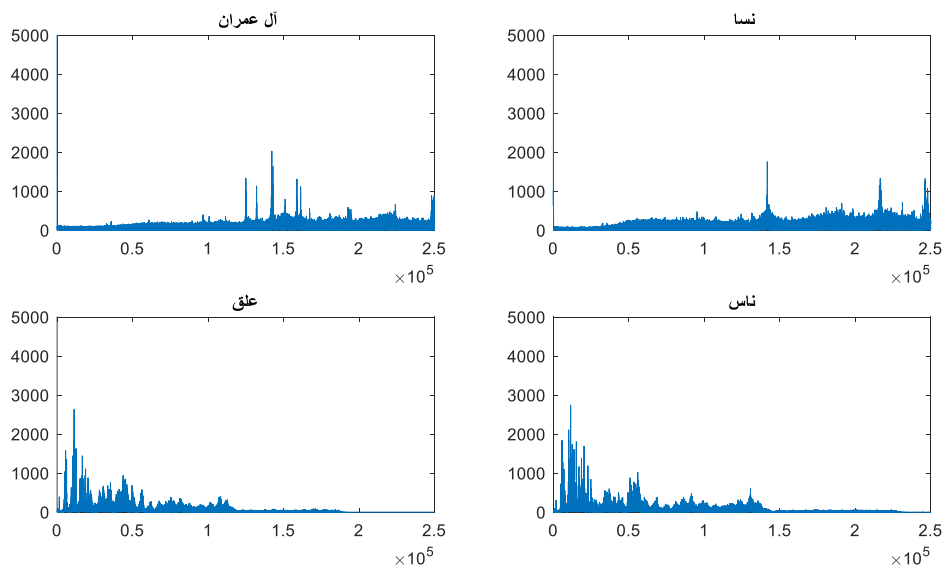
جدول ۲ آمده است. این جدول به خوبی نشان می‌دهد که همبستگی بین سوره‌های مکی، بالا و بین سوره‌های مدنی نیز بالاست؛ اما همبستگی بین سوره‌های مدنی و مکی بسیار کم است.



شکل ۶: مقایسه فرکانس‌های صوتی سوره مسد، اخلاص، فلق، ناس

جدول ۱: محاسبه میزان همبستگی فرکانس‌های صوتی سوره تین، علق، قدر و بینه

ناس	فلق	اخلاص	مسد	
۰٫۵۳۳۸	۰٫۳۱۸۶	۰٫۳۲۴۹	۱	مسد
۰٫۳۸۱۵	۰٫۳۷۵۵	۱	۰٫۳۲۴۹	اخلاص
۰٫۴۷۸۰	۱	۰٫۳۷۵۵	۰٫۳۱۸۶	فلق
۱	۰٫۴۷۸۰	۰٫۳۸۱۵	۰٫۵۳۳۸	ناس

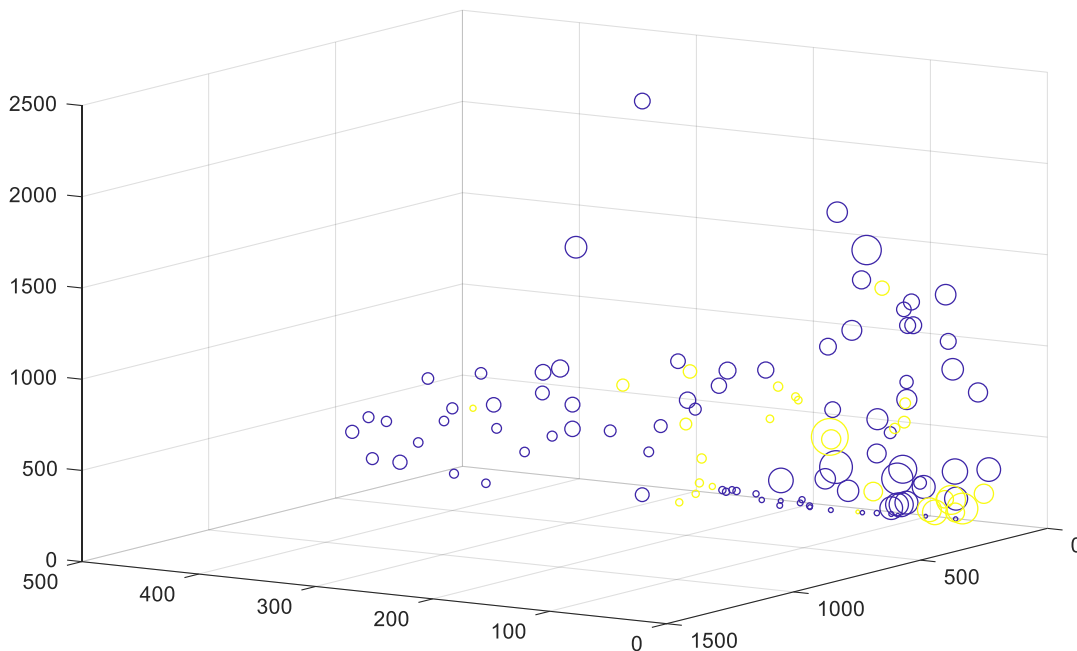


شکل ۷: مقایسه فرکانس های صوتی سور آل عمران، نساء، فلق و ناس

جدول ۲: محاسبه میزان همبستگی فرکانس های صوتی سور آل عمران، نساء، فلق و ناس

ناس	فلق	نساء	آل عمران	
-۰٫۱۹۰۲	-۰٫۲۰۷۷	۰٫۳۶۴۲	۱	آل عمران
-۰٫۲۵۰۲	-۰٫۲۷۱۸	۱	۰٫۳۶۴۲	نساء
۰٫۴۷۸۰	۱	-۰٫۲۷۱۸	-۰٫۲۰۷۷	فلق
۱	۰٫۴۷۸۰	-۰٫۲۵۰۲	-۰٫۱۹۰۲	ناس

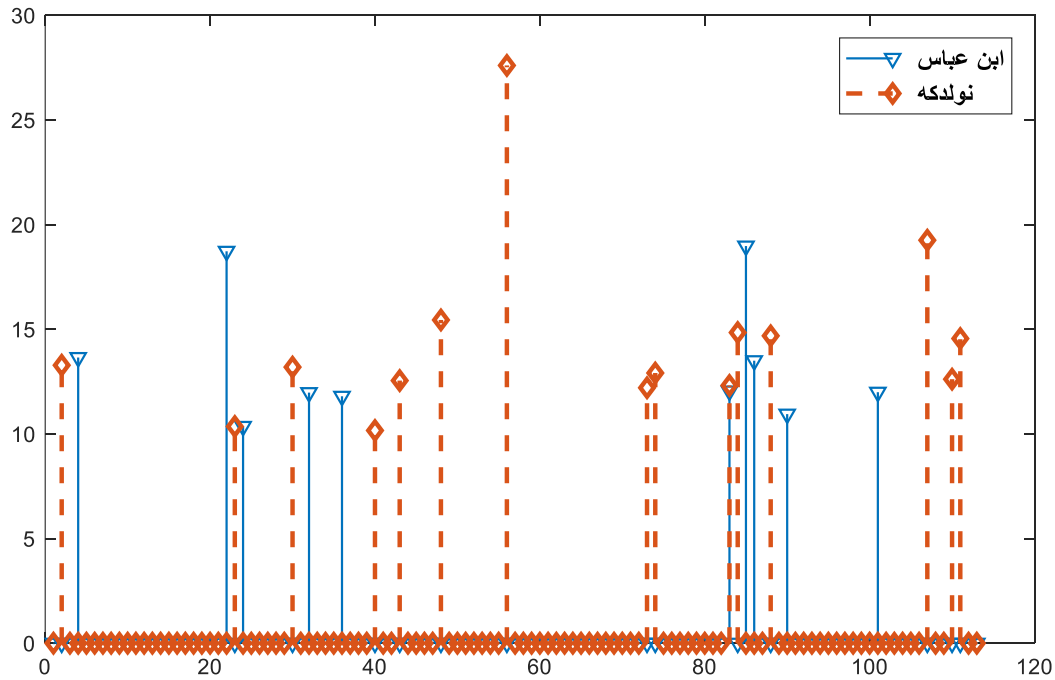
در ادامه، مرحله آخر نرم افزار را اجرا می کنیم. در این مرحله، طیف فرکانسی هر سوره به پنج بخش تقسیم می شود و در هر بخش، میانگین و واریانس آن بخش را محاسبه می کنیم تا به یک مجموعه ویژگی عددی جهت خوشه بندی سوره ها بر این اساس دست یابیم. در شکل ۸، نمودار سه بعدی ویژگی های میانگین و واریانس سه دسته ای آورده شده است. در این نمودارها، هر نقطه نمایانگر ویژگی های یک سوره است که پس از استخراج فرکانس های صوتی آن، طیف فرکانسی به سه بخش تقسیم و از هر بخش میانگین یا واریانس گرفته ایم. همان طور که مشاهده می شود، توزیع سوره ها از این نظر، به خوبی در فضای سه بعدی انجام شده است و این واقعیت را ثابت می کند که سوره ها از این نظر به دسته های مختلف تفکیک پذیر است. ما این تفکیک را به دست آورده و به رابطه معنایی بین هر دسته با مضامین مشترک آن دسته پرداخته ایم.



شکل ۸: توزیع سوره ها از نظر میانگین فرکانس سه دسته ای (اشکال پررنگ سوره مکی و اشکال کم رنگ مدنی است)

۴-۵. شباهت سنجی ضرب آهنگ

در این بخش قصد داریم با کمک روش ارائه شده، به نوعی تاریخ گذاری بر مبنای شباهت ضرب آهنگ ها دست یابیم. برای این کار، از دو فهرست تاریخ گذاری سوره ها که بر اساس تحقیقات روایی و علمی به دست آمده است، استفاده می کنیم و احتمال درستی روش تاریخ گذاری آن دورا به کمک این نرم افزار بررسی خواهیم کرد. فهرست اول، فهرست معروف ابن عباس و فهرست دوم حاصل کار نولدکه است. روش کار، سنجش شباهت ضرب آهنگ بین سوره های متوالی است. بدین ترتیب هر دو سوره پشت سرهم را از نظر ضرب آهنگ، با دو معیار ضریب همبستگی و نزدیکی خصوصیات پنج گانه با فاصله اقلیدسی می سنجیم و اختلاف دو سوره متوالی را به دست می آوریم. با این روش، میزان خروج از نظم ضرب آهنگ را در فهرست های متوالی می سنجیم تا به ترتیب بهتر دست یابیم. فرض بنیادین این است که سوره های نزدیک به هم از نظر زمان نزول، سبک محتوایی شبیه تری به هم دارند. در واقع این فرض تلاش دارد تا به هر برهه از زمان، یک سبک ضرب آهنگ خاص متناظر کند و خطای تاریخ گذاری یک فهرست را بر اساس خروج سبک ضرب آهنگ از ضرب آهنگ متداول آن دوره از زمان تعبیر نماید. برای محاسبه محل سوره هایی که اختلاف ضرب آهنگ قابل توجهی با سوره های اطراف خود دارند، از دو معیار ضریب همبستگی و فاصله اقلیدسی استفاده می کنیم. سوره هایی که فاصله اقلیدسی آن ها با سوره های مجاور زیاد است و از نظر ضرب آهنگ همبستگی کمی با سوره های اطراف دارد، شناسایی شده است. نمودار محل فرارگیری این سوره ها در شکل ۹ ترسیم شده است.



شکل ۹: محاسبه محل سوره هایی با اختلاف بالای ضرب آهنگ در ترتیب نزول ابن عباس و ترتیب نزول نولدکه

در ترتیب ابن عباس، به ترتیب سوره های ۴، ۲۲، ۲۴، ۳۲، ۳۶، ۸۳، ۸۵، ۸۶، ۹۰ و ۱۰۱ و در ترتیب نولدکه سوره های ۲، ۲۳، ۳۰، ۴۰، ۴۳، ۴۸، ۵۶، ۷۳، ۷۴، ۸۳، ۸۴، ۸۸، ۱۰۷، ۱۱۰ و ۱۱۱ به کار رفته است. این سوره ها در ترتیب ابن عباس سوره های مدثر، اخلاص، عبس، طارق، انشقاق، عنكبوت، مطففین، احزاب و حشر و در ترتیب نولدکه مدثر، مزمل، عادیات، طور، الرحمن، فاتحه، شعراء، نحل، روم، شوری، یونس، احقاف، حج، ممتحنه و نصر است. در اینجا لازم است بر اساس روایات تاریخ گذاری و تحلیل محتوا، مقایسه ای بین این نتایج صورت گیرد. در هردوی این نتایج، سوره مدثر بر اساس ضرب آهنگ، یک سوره خارج از ترتیب شناخته شده است. این

سوره در ترتیب ابن عباس شماره ۴ و در ترتیب نولدکه شماره ۲ است. محتوای این سوره نیز نمایانگر آن است که این سوره اساساً نمی‌توانسته جزء اولین سوره‌ها در ترتیب نزول باشد. در آیات ۲۱ تا ۲۵ این سوره به ماجرای ولید بن مغیره اشاره شده است که مدت‌ها بعد از نزول بخشی از قرآن و همه‌گیر شدن آن اتفاق افتاده است. این آیات، طعنه‌زندگان قرآن که آن را سحر می‌خواندند و بعضی از حقایق آن را استهزا می‌کردند، به شدت تهدید شده‌اند. این آیات حال ولید را که بعد از تفکر و تقدیر او نشان می‌دهد و با لطیف‌ترین و درعین حال رساترین تمثیلی مجسم می‌کند. در این آیات آمده است: «فَقَالَ إِنَّ هَذَا إِلَّا سِحْرٌ يُؤْتَرُ» (مدثر: ۲۴). این یعنی بخش قابل توجهی از قرآن تا این زمان نازل شده که در مورد قرآن و سحر بودن آن نظر می‌دهند؛ وگرنه اگر جایگاه این سوره طبق ترتیب‌های روایی بالا، دوم یا چهارم باشد، این اظهار نظر معنایی ندارد. نمونه دیگر سوره حج است. ابو محمد مکی بن ابی طالب این سوره را مکی دانسته و استدلال خود را مبتنی بر آیه ۵۲ قرار داده که درباره افسانه غرانیق نازل شده است. البته این نظر به دو دلیل صحیح نیست: اولاً افسانه غرانیق جزء افسانه‌های ساختگی است، ثانیاً محتوای سوره با مکی بودن سازگار نیست. مورد سوم تعارض سوره مطفین است که یعقوبی می‌گوید: «این سوره اولین سوره‌ای است که در مدینه نازل شد. برخی نیز نزول آن را در بین راه مکه و مدینه دانسته‌اند»؛ ولی روایات ترتیب بالاتفاق آن را آخرین سوره مکی شمرده است. در ادامه، بر اساس فاصله اقلیدسی به دست آمده، نزدیک‌ترین سوره‌ها از نظر ضرب آهنگ را به دست آورده‌ایم که می‌تواند مبنایی برای تاریخ‌گذاری و دسته‌بندی سوره‌ها و فهم نزدیکی مفاهیم به کاررفته در آن‌ها باشد. به عنوان مثال، نزدیک‌ترین سوره به سوره مائده، سوره توبه است. این دو سوره گزینه‌هایی برای آخرین سوره‌های نازل شده هستند و در فهرست‌های مختلف، گاهی توبه و گاهی مائده به عنوان آخرین سوره‌های نازل شده ذکر شده است. این مسئله می‌رساند که سبک ضرب آهنگ هر دو سوره متعلق به یک دوره زمانی خاص (سال پایانی بعثت) است. بدین ترتیب برخی از مجموعه سوره‌هایی که از نظر ضرب آهنگ در یک دسته قرار می‌گیرند، یعنی با معیار ارائه شده، در فاصله اقلیدسی کمی از هم قرار گرفته است، به شرح زیر است:

دسته اول: همزه، عادیات، ضحی

دسته دوم: کهف، یونس، آل عمران، نساء، انفال، مائده، توبه

دسته سوم: عصر، کوثر، فلق

دسته چهارم: انشراح، تکاثر، فیل

دسته پنجم: بلد، انفطار، اعلی

نتیجه‌گیری

حل بسیاری از مسائل در سیستم‌های پیچیده به کمک رایانه‌هایی است که می‌توانند فرایند تفکر و استنتاج انسانی را مدل‌سازی کند. توانایی بالای ماشین‌های پردازشی در محاسبات عددی سریع، آن‌ها را قادر می‌سازد با جست‌وجوهای گسترده و فراگیر و به کمک زیرساخت ریاضیات، فلسفه، روان‌شناسی و منطق، زبان‌های طبیعی را تحلیل و ادراک کنند. قرآن کریم به عنوان یک زبان متعالی، حاوی اسرار و رموز فراوانی است که تاکنون از ادراک بشر دور مانده است. امروزه ماشین‌های هوشمند با قابلیت‌های محاسباتی بالا، می‌توانند به شناخت و کاوش معانی و مضامین نهفته در این کتاب مقدس بپردازد. بدین ترتیب، اسرار پنهان در ارتباط ظریف معانی و کلمات و ضرب آهنگ آیات قرآن کریم، از طریق رایانه قابل کشف است.

به‌عنوان گام اول در این مقاله، تلاش شده است تا از تکنیک‌های یادگیری ماشین جهت قرآن‌کاوی رایانشی استفاده شود. نگاه کلی در این مقاله بر آن بوده است که بر اساس تحقیقات انجام‌شده، مابین ضرب‌آهنگ و سبک صوتی یک سوره و محتوای درونی و مضامین آن هماهنگی مشخصی وجود دارد و می‌توان از این هماهنگی، جهت تاریخ‌گذاری قرآن کریم، دسته‌بندی سوره‌ها، معناشناسی یا کشف ترتیب نزول آیات استفاده کرد. نکته بعدی آن است که شکل ضرب‌آهنگ عمومی سوره‌ها را می‌توان در قالب خاص طیف هارمونی‌های فرکانسی تشکیل‌دهنده اصوات بررسی کرد و همواره می‌توان الفاظ را از الحان قاری درون محتوای صوت تفکیک نمود. در دسته‌بندی‌های ارائه‌شده در این مقاله، صرفاً از معیار اندازه طیف فرکانسی‌ها استفاده شده است.

منابع

قرآن کریم .

- آسوده، زهرا. (۱۳۹۰). بررسی مطابقت لفظ و معنی در برخی مفردات جزء ۳۰ قرآن کریم [پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند]. پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج).
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/0636f5fdb0b50f9fdeb1141e3f246c80>
- اسکندرلو، محمدجواد. (۱۳۷۸). اعجاز قرآن و مصونیت از تحریف. نشر المصطفی.
- احمدی، ابوالحسن. (۱۳۷۷). آهنگ در آیات قرآن کریم [پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اصول دین]. پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج).
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/584fd4c0057f246357d607537d9098a6>
- اندرخور، وحید. (۱۳۹۵). معناشناسی آوایی الفاظ توصیفی قیامت در قرآن کریم [پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه یاسوج]. پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج).
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/e0d7504c6b884cb7371ee77387b6e591>
- بوآس، جی و همکاران. (۱۳۷۶). سیر زبان‌شناسی در جهان اسلام: دیرینه زبان‌شناسی عربی (سید علی میرعمادی، مترجم). قم، رهنما.
- بخشیان، علیرضا. (۱۳۸۹). بررسی اسلوب سجع در قرآن [پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه قم]. پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج).
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/626fa9a610340ab10a2ca73b4c8969fe>
- حیدری، حمیده. (۱۳۸۸). بررسی تأثیر فاصله (کلمه اخیر آیه) بر آهنگ قرآن [پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان]. پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج).
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/5c28d684e294942d5f132f426bee6ee2>
- حاجی، محسن. (۱۳۹۱). بررسی آهنگ درونی و آهنگ بیرونی قرآن [پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه معارف قرآنی اصفهان]. پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج).
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/cfce70c33923e91f3d1b83248c437f55>
- حاجی‌زاده، مهین؛ قهرمانی، علی؛ و پرشور، سولماز. (۱۳۹۵). بررسی فرآیند موسیقی جز سی قرآن کریم از دیدگاه نشانه‌های معناشناسی گفتمانی مبتنی بر الگوی تنش، پژوهش‌های ادبی-قرآنی، ۳ (۱۵)، ۹۱-۱۰۹.
- خسروی، کبری. (۱۳۹۱). سبک‌شناسی جزء سی‌ام قرآن کریم [پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه لرستان]. پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج).
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/928807d67a685969936b322572a8ee48>
- خرقانی، حسن. (۱۳۹۶). عوامل پدید آورنده ضرب آهنگ در قرآن، فصلنامه پژوهش‌های قرآنی، ۳ (۸۴)، ۴-۲۷.
- Doi: [HTTPS://DOI.ORG/10.22081/JQR.2017.46503.1395](https://doi.org/10.22081/JQR.2017.46503.1395)
- سلیمی، فاطمه. (۱۳۹۷). تحلیل نشانه-معناشناختی صفات و مخارج حروف در فواصل قرآن کریم. پنجمین همایش ملی پژوهش‌های نوین در حوزه علوم و مطالعات اجتماعی ایران.
- سلیمی، سیده فاطمه. (۱۳۹۳). ارتباط آوایی - محتوایی (فونسمانتیک) در قرآن [پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و معارف قرآن کریم]. پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج).
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/c17ee29e6b754c11c9ae8104263fd9a5>
- ساقی، حسن. (۱۳۹۶). زیباشناسی انسجام آوایی در خاتمه آیات سوره آل عمران در آیات قرآن (بررسی پایان آیه با سایر اجزای آن در سوره آل عمران) [پایان‌نامه کارشناسی ارشد منتشرنشده]. دانشگاه علامه طباطبائی.
- شکوریان، نرگس. (۱۳۸۸). تأثیر صوت بر معانی آیات انذار و تبشیر [پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهراء]. پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج).
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/7e3d8758dba7f2035bc166a4fff030c7>
- شهبازی، محمود. (۱۳۹۴). کارکرد موسیقی در تصویر آفرینی آیات قیامت در قرآن کریم. فصلنامه تخصصی تفسیر، ۷ (۲۷)، ۲۸-۴۷.
- شریف، بابک؛ و بهرامی، فاطمه. (۱۳۹۵). اعجاز موسیقایی قرآن در آینه عبارت‌های موزون عروضی. پژوهش‌های ادبی-قرآنی، ۳ (۱۵)، ۶۹-۹۰.
- داغله، مهدی. (۱۳۹۳). بررسی تناسب لفظ و معنی در واژه‌گزینی قرآن کریم و اثر موسیقی درونی و بیرونی آن در القاء معانی [پایان‌نامه دکتری، دانشگاه شهید چمران اهواز]. پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج).
- <https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/bafee8c7b29dc69ae04123d6c6ddaf70>
- صدقی، حامد؛ و بیاتلو، صفر. (۲۰۰۹م). عناصر الايقاع في شعر بدر شاکر السياب. مجله اللغة العربية و آدابها، ۵ (۸)، ۶۳-۸۶.
- ضیایی، ثابت. (۱۳۹۲). تحلیل و بررسی واژگان دارای مدّ در قرآن کریم با تأملی در موسیقی کلام [پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی]. پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج).
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/ff356a366fcd89a96081a0c4d8aa6c8b>
- طاهری، غلامرضا. (۱۳۹۴). بررسی موسیقی آیات قرآن در جزء سی [پایان‌نامه دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد]. پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج).
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/02d07b8428028423103a405a7c5deecd>
- عبدالنور، جبور. (۱۹۸۴م). المعجم الادبی. دارالعلم للملایین.

فتاحی، افسانه. (۱۳۹۳). بررسی عوامل تأثیرگذار در نظم آهنگ آیات قرآن [پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و معارف قرآن کریم]. پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج).
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/0842558a7bdb956fce7f41197c6deb5f>

فراستخواه، مقصود. (۱۳۷۶). زبان قرآن. نشر علمی فرهنگی.

فلاح، ابراهیم؛ و شفیع پور، سجاد. (۱۳۹۴). کاربردشناسی نشانه‌های آوایی در نظام معنایی قرآن (تحلیل موردی سوره مرسلات). دوفصلنامه پژوهش‌های قرآنی در ادبیات، ۱ (۳)، ۴۱-۶۳.

قاسم‌نیا، سلمان؛ و قاسم‌نیا، نسرين. (۱۳۹۶). موسیقی قرآن در فرایند ترکیب و آرایش معطوف به معنای واژگان. فصلنامه کتاب قیام، ۷ (۱۶)، ۵۱-۶۸.

قنبری، کیوان. (۱۳۹۵). سبک‌شناسی سوره طواسین [پایان‌نامه کارشناسی ارشد منتشرنشده]. دانشگاه علوم و معارف قرآن کریم.

موسوی، لیلا. (۱۳۹۵). بررسی دلالت‌های آوایی سوره‌های مژمل و مدثر [پایان‌نامه کارشناسی ارشد منتشرنشده]. دانشگاه لرستان.

متقی‌زاده، عیسی و همکاران. (۱۳۹۶). زیبایی‌شناسی ضرب‌آهنگ در سوره‌های نازعات و تکویر، فصلنامه پژوهش‌های ادبی قرآنی، ۵ (۱)، ۱۰۱-۱۲۷.

محمد الصغیر میسه. (۲۰۱۲م). جمالیات الايقاع الصوتی فی القرآن، اشراف: د. عمار شلوای، جامعه جامعه بسکرة.

یوسفی، محمد صدیق. (۱۳۹۴). بررسی و تحلیل تناسب واژگانی کلمات قرآنی در القای معانی [پایان‌نامه کارشناسی ارشد منتشرنشده]. دانشگاه رازی.


Analyzing the Rhythm of Quranic Verses through a Computational Approach to Revelation Chronology

Hamed Shahbazi ¹  Mojtaba Ghorbanian ² 

1. Assistant Professor, Department of Mechatronics, Faculty of Engineering, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Quranic Sciences and Hadith, Faculty of Quranic Sciences, University of Quran and Hadith Sciences, Qom, Iran (Corresponding Author).

Corresponding Email: m.ghorbanian@quran.ac.ir

 <https://doi.org/10.22034/jksl.2024.482286.1398>

Introduction

One of the most significant aspects of the miraculous nature of the Holy Book of Muslims is its eloquence, which immediately captivates the audience. Throughout history, numerous stories have been narrated of individuals embracing Islam upon hearing the sounds of this divine speech, demonstrating the profound power and astonishing appeal of the Word of God. A key research question in this field is how the rhythm of Quranic verses adapts to their conveyed meanings, transferring the message to the minds and ears of the audience within different contexts. This study examines the miraculous nature of the Quran by analyzing the relationship between its content and the rhythm and acoustic frequency of its verses through the analysis of sound harmonies. The research hypothesis posits a meaningful correlation between the content of each verse or chapter and the frequency of its acoustic rhythms, suggesting that it is possible to categorize verses or determine the thematic scope of a chapter based on these rhythmic patterns.

Methodology

This study introduces a novel interdisciplinary approach for analyzing the content of the Holy Quran by examining the rhythm of the verses' sounds through computational methods. The sound harmonies that compose the Quranic verses are extracted using a mathematical method called "Fast Fourier Transform" (FFT) through computer software. The relationship between these harmonies is then analyzed using mathematical correlations. The subject matter falls under a specific area of study known as "phonosomatics," which aims to discover and establish connections between phonetic signs and the resulting variables with semantic themes. In addition to a library-based study, this research employs an engineering perspective and computer-assisted analysis of the verses. It analyzes the harmonies and their compositions, examining the relationship between different themes such as supplication, admonition, warning, and good tidings with the combination of rhythmic patterns.

Findings

The computer-assisted analysis of the Quranic verses' audio content reveals that the nature of the sounds consists of both the intrinsic properties of the words and the specific characteristics of the reciter's melody. Therefore, it is possible to largely eliminate the individual reciter's melodic features to access the intrinsic frequencies of the sounds. These audio frequencies serve as the basis for further processing and comparison. This is achieved through custom-developed software

that transforms audio signals into the frequency domain using the Fast Fourier Transform (FFT), applies band-pass filters, and converts them back to the time domain.

The frequency spectrum diagram of Meccan surahs significantly differs from that of Medinan surahs. The Medinan surahs generally exhibit a calm melody, with harmonic frequencies dispersed across the spectrum. In contrast, Meccan surahs employ intense and fast-paced rhythms, often conveying themes related to the Hereafter, resurrection, and descriptions of the Day of Judgment. Consequently, they display a highly variable and turbulent frequency spectrum. Surah Al-Ma'idah, as a distinctive surah, presents a different spectrum compared to three other Medinan surahs, suggesting a unique rhythm corresponding to specific circumstances and thematic content. Many complex problems are solved using computers that can model human thinking and reasoning processes. The advanced computational ability of machines in rapid numerical calculations enables them to analyze and understand natural languages through extensive and comprehensive searches, supported by mathematical, philosophical, psychological, and logical frameworks. The Holy Quran, as a supreme language, contains numerous secrets and mysteries that have yet to be fully comprehended by humankind. Today, intelligent machines with high computational capabilities can contribute to uncovering the hidden meanings and profound themes within this sacred text. Thus, the subtle connections between meanings, words, and the rhythm of the Quranic verses can be discovered through computational analysis.

Conclusion

As an initial step, this study attempts to utilize machine learning techniques for computational Quranic analysis. The overarching perspective of this research suggests a clear correlation between the rhythm and acoustic style of a surah and its internal content and themes. This harmony can be applied to date the Quran, categorize surahs, conduct semantic analysis, or uncover the chronological order of revelation.

Another key finding is that the general rhythmic pattern of surahs can be examined through the specific spectrum of harmonic frequencies composing the sounds. Moreover, it is consistently possible to separate the intrinsic words from the reciter's melody within the audio content. The categorizations presented in this study are solely based on the measurement of the frequency spectrum.

Keywords

Holy Quran, Rhythm, Harmony, Audio Processing, Revelation Chronology.

Ethical Considerations

Compliance with research ethics. The authors observed the ethical principles in conducting and publishing this scholarly research, and this is confirmed by all of them.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

Funding statement

The authors declare that no funds, grants, or other support were received during the preparation of this manuscript.

References

The Holy Quran.

- Abdulnour, J. (1984). *Al-Mu'jam al-Adabi*. Beirut: Dar al-'Ilm lil-Malayin. [In Arabic]
- Ahmadi, A. (1998). *Melody in the Verses of the Holy Quran* (Master's Thesis, Faculty of Usul al-Din). Iranian Research Institute for Information Science and Technology (GANJ). [In Persian]
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/584fd4c0057f246357d607537d9098a6>
- Andarkhoor, V. (2016). *Phono-Semantics of Descriptive Words of the Resurrection in the Holy Quran* (Master's Thesis, Yasouj University). Iranian Research Institute for Information Science and Technology (GANJ). [In Persian]
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/e0d7504c6b884cb7371ee77387b6e591>
- Asoudeh, Z. (2011). *A Study of the Correspondence between Word and Meaning in Selected Words of the 30th Part of the Holy Quran* (Master's Thesis, University of Birjand). Iranian Research Institute for Information Science and Technology (GANJ). [In Persian]
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/0636f5fdb0b50f9fdeb1141e3f246c80>
- Bakhshian, A. (2010). *A Study of the Style of Rhyme in the Holy Quran* (Master's Thesis, University of Qom). Iranian Research Institute for Information Science and Technology (GANJ). [In Persian]
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/626fa9a610340ab10a2ca73b4c8969fe>
- Boas, J., & Colleagues. (1997). *The Course of Linguistics in the Islamic World: The Ancient Arabic Linguistics* (Trans. Seyyed Ali Mir Emadi). Qom: Rahnama. [In Persian]
- Daghaleh, M. (2014). *A Study of the Correspondence between Word and Meaning in the Lexical Choices of the Holy Quran and the Effect of Inner and Outer Music on Conveying Meanings* (Ph.D. Dissertation, Shahid Chamran University of Ahvaz). Iranian Research Institute for Information Science and Technology (GANJ). [In Persian]
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/bafee8c7b29dc69ae04123d6c6ddaf70>
- Eskandarloo, M. J. (1999). *The Miracle of the Quran and Its Immunity from Distortion*. Tehran: Al-Mostafa Publication. [In Persian]
- Fallah, E., & Shafipour, S. (2015). *Pragmatics of Phonetic Signs in the Semantic System of the Quran (Case Study of Surah Al-Mursalat)*. *Biannual Journal of Quranic Research in Literature*, 1(3), 41-63. [In Persian]
- Farasatkah, M. (1997). *The Language of the Quran*. Tehran: Elmi-Farhangi Publishing. [In Persian]
- Fattahi, A. (2014). *An Analysis of the Factors Influencing the Rhythmic Order of Quranic Verses* (Master's Thesis, University of Quranic Sciences and Teachings). Iranian Research Institute for Information Science and Technology (GANJ). [In Persian]
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/0842558a7bdb956fce7f41197c6deb5f>
- Ghanbari, K. (2016). *Stylistics of Surah Ṭawāseen* (Unpublished Master's Thesis). University of Quranic Sciences and Teachings. [In Persian]
- Ghasemnia, S., & Ghasemnia, N. (2017). *The Music of the Quran in the Process of Composition and Arrangement Oriented to the Meaning of Words*. *Qeem Book Quarterly*, 7(16), 51-68. [In Persian]
- Haji, M. (2012). *An Analysis of the Inner and Outer Melody of the Holy Quran* (Master's Thesis, University of Quranic Sciences and Teachings, Isfahan). Iranian Research Institute for Information Science and Technology (GANJ). [In Persian]
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/cfce70c33923e91f3d1b83248c437f55>
- Haji Zadeh, M., Ghahramani, A., & Parshour, S. (2016). *A Study of the Musical Process of the 30th Part of the Holy Quran from the Perspective of Discourse Semantics Based on the Tension Model*. *Literary-Quranic Researches*, 3(15), 91-109. [In Persian]

- Heidari, H. (2009). *The Impact of the Verse's Final Word on the Melody of the Holy Quran* (Master's Thesis, University of Isfahan). Iranian Research Institute for Information Science and Technology (GANJ). [In Persian] <https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/5c28d684e294942d5f132f426bee6ee2>
- Kharghani, H. (2017). *Factors Creating Rhythm in the Holy Quran*. *Quranic Research Journal*, 3(84), 4-27. <https://doi.org/10.22081/jqr.2017.46503.1395> [In Persian]
- Khosravi, K. (2012). *Stylistics of the 30th Part of the Holy Quran* (Master's Thesis, Lorestan University). Iranian Research Institute for Information Science and Technology (GANJ). [In Persian] <https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/928807d67a685969936b322572a8ee48>
- Mousavi, L. (2016). *An Analysis of the Phonetic Implications of Surahs Al-Muzzammil and Al-Muddaththir* (Unpublished Master's Thesis). Lorestan University. [In Persian]
- Motafizadeh, E., & Colleagues. (2017). *Aesthetic Rhythm in Surahs An-Nazi'at and At-Takwir*. *Journal of Literary-Quranic Researches*, 5(1), 101-127. [In Persian]
- Muhammad al-Saghir Misa. (2012). *Jamaliyat al-Iqa' al-Sawti fi al-Quran* (Supervised by Dr. Ammar Shlouai). University of Biskra. [In Arabic]
- Sadeghi, H., & Bianlou, S. (2009). *Elements of Rhythm in the Poetry of Badr Shakir Al-Sayyab*. *Journal of Arabic Language and Literature*, 5(8), 63-86. [In Arabic]
- Saqi, H. (2017). *Aesthetic of Phonetic Cohesion in the Conclusion of Surah Al-Imran in the Holy Quran* (Unpublished Master's Thesis). Allameh Tabataba'i University. [In Persian]
- Salimi, F. (2018). *A Semiotic-Semantic Analysis of the Characteristics and Exits of Letters in the Quran*. *Fifth National Conference on New Research in the Field of Sciences and Social Studies of Iran*. [In Persian]
- Shahbazi, M. (2015). *The Function of Music in Creating Images of the Resurrection Verses in the Holy Quran*. *Specialized Journal of Interpretation*, 7(27), 28-47. [In Persian]
- Shakourian, N. (2009). *The Effect of Sound on the Meanings of the Verses of Warning and Good News* (Master's Thesis, Al-Zahra University). Iranian Research Institute for Information Science and Technology (GANJ). [In Persian] <https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/7e3d8758dba7f2035bc166a4fff030c7>
- Sharif, B., & Bahrami, F. (2016). *The Musical Miracle of the Quran in the Mirror of Prosodic Rhythmic Phrases*. *Literary-Quranic Researches*, 3(15), 69-90. [In Persian]
- Taheri, G. (2015). *A Study of the Music of Quranic Verses in the 30th Part* (Ph.D. Dissertation, Ferdowsi University of Mashhad). Iranian Research Institute for Information Science and Technology (GANJ). [In Persian] <https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/02d07b8428028423103a405a7c5deecd>
- Yousefi, M. S. (2015). *An Analysis of the Lexical Consistency of Quranic Words in Conveying Meanings* (Unpublished Master's Thesis). Razi University. [In Persian]
- Ziaei, S. (2013). *An Analysis of the Words with Madd in the Holy Quran with a Reflection on the Music of Speech* (Master's Thesis, Razi University). Iranian Research Institute for Information Science and Technology (GANJ). [In Persian] <https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/ff356a366fcd89a96081a0c4d8aa6c8b>

How to cite:

Shahbazi, H & Ghorbanian, M. (2025). Analyzing the Rhythm of Quranic Verses through a Computational Approach to Revelation Chronology. *Quran, Culture And Civilization*, 6 (1), 111 -134. doi: 10.22034/jksl.2024.482286.1398