



Binary Prosody, A Mathematical Method to Name and Classify All Possible Quantitative Meters

Seyyed Naghi Abolhasani¹  Computer Engineer, Tehran, Iran

Abstract

Persian Meters are based on the patterns of long (–) and short (U) syllables. Since ancient times, the most notable problem of Persian prosody has been the coding and classification of meters. Prosodists invented many methods to classify Persian Meters, but their methods aren't perfect. The most significant disadvantages of their methods are complexity, being unscientific, inability to classify all possible meters, and inability to define a unique code for every meter. An ideal classification must be comprehensive, in line with scientific rules, and unique in terms of proving simple codes for all meters.

The present author uses Binary Prosody, as a mathematical method, for coding (Binary Meter Coding) and classifying (Binary Family-Meter) Persian meters. Binary coding converts any meter to a hexadecimal code and then classifies it based on this code. It is a mathematical method based on which one can code and categorize all the meters. For example, the meter of «بنی آدم اعضای یکدیگرند» is “- U - - U - -U - - U” and it can be converted to “10110110110”. This binary string (including 0 and 1) can be converted to the hexadecimal number #5B6. In other words, every meter has a unique code. After that Binary Family-Meter method classifies this string to “#6/3/11” as a Binary Family-Meter Code. Being scientific, relying on a unique code for any meter, enjoying simplicity, and universality (not depending on a unique culture or language) are among the advantages of this method.

1. naghi.abolhasani@gmail.com (Corresponding Author)

2. qaemmaqami@ut.ac.ir

How to cite: Abolhasani, N. (2024). Binary Prosody, A Mathematical Method to Name and Classify All Possible Quantitative Meters. *Language and Linguistics*, 20(40), 249- 276. doi: 10.30465/LSI.2025.45571.1688

Keywords: AI, binary meter, binary Prosody, classification Persian quantitative meter, coding Persian quantitative meter, Persian meter.

1. Introduction

“The most important and difficult issue in Persian prosody, from ancient times to the present day, has been the classification of meters” (Najafi, 2015, p. 9). Persian prosodists, after centuries, are still trying to define a standard and scientific method for naming and classifying quantitative meters. “Science consists of classifying facts. So, if prosody is a science—which it certainly is—it must provide classification of meters” (Najafi, 2015, p.10) This problem is so great that “until these meters are organized and classified, prosody will never reach the level of science” (Najafi, 2015, p. 8)

By defining classification as naming objects and assigning them to different classes based on the characteristics of each object, the following three key questions arise about meter classification.

Research Questions

- 1- How many possible quantitative meters are there in Persian prosody?
- 2- Can all these meters be named scientifically?
- 3- Can all these meters be classified scientifically?

2. Literature Review

Persian meters are based on the patterns of long (–) and short (U) syllables. For example, the meter of “ze dast-e dide vo del har do farjad” (Baba Taher) is (– – U – – – U – – – U). This pattern is very difficult and intangible to remember and use. For this reason, prosodists have been searching for a way to name and classify this long and intangible phrase.

The most important classifications of Persian poetry are as follows: Al-Khalil ibn Ahmad Al-Farahidi (718–786 CE), as a traditional method, was the only system of classifying Persian meters for centuries. In the 20th century, Natel Khanlari (1958) introduced his method in the book “Persian Metrics”. Moreover, Najafi (2018) introduced his method in the book “Classification of Persian Meters”, while Ghahramani Moghbel (2023) introduced his method in the book “Persian Metrics and Rhyme”. In addition, Tabibzadeh (2023) introduced his method in the book “Persian Quantitative Meters”. This article only introduces Najafi’s and Ghahramani Moghbel’s methods and compares them with Binary Prosody.

3. Method

The present study relies on binary prosody in terms of binary meter coding and binary family-meter. In binary meter coding, binary data are considered

as a kind of data that can take exactly two possible states, such as "On" and "Off" for a lamp, or "heads" and "tails" states for a coin. In mathematics, any binary data are labeled with "0" and "1"; for example, for a coin, a "heads" can be labeled as "0" and a "tail" as "1." In quantitative meters, each syllable has only two states, a short syllable with the symbol "U" and a long syllable with the symbol "-", so we can conclude that each syllable is a "binary data," and therefore the value of "U" can be labeled with "0" and the value of "-" with "1." Based on this concept, we can convert each meter into a string of zeros and ones. For example, "- U - - U - - U - - U" is a meter, and it can be converted to a string of "10110110110."

On the other hand, in mathematics, a binary number is a number expressed in the binary numeral system, a method for representing numbers that uses only two symbols for the natural numbers: "0" (zero) and "1" (one). In other words, each meter has a one-to-one relationship with a number. For example, the string "10110110110" is a binary number and it is equivalent to the decimal number 1462. For some technical reasons, in Binary Prosody, using hexadecimal numbers is preferable to decimal numbers. Unlike the decimal system represents numbers using ten symbols, hexadecimal uses sixteen distinct symbols; the symbols "0"–"9" to represent values 0 to 9 and "A"–"F" to represent values from ten to fifteen. For example, the binary number "10110110110" is equivalent to the decimal number 1462 and the hexadecimal number "#5B6" (The symbol "#" only indicates that this is a hexadecimal number, and "5", "B", and "6" are digits).

In this way, we can assign a unique numerical code to each meter and solve the problem of naming meters. (It's easy to find the hex equivalent of a binary number on the Google website with this keyword: "Convert Binary number to hexadecimal number").

With respect to binary family-meter, it can be argued that the most important method of classifying meters is based on the concept of metrical strings (traditionally called *Bahr*). For example, the meter "10110110110" is derived from the metrical string "110". The following can be concluded about this meter and its metrical string:

- * The equivalent hexadecimal number for the metrical string "110" is "#6."
- * The metrical string has three syllables.
- * The meter has 11 syllables.

So, based on these results, we can assign code "#6/3/11" as the Binary Family-Meter Code to meter "10110110110," where "#6" is the hexadecimal number for metrical string "110," "3" is the number of syllables of the metrical string, and "11" is the number of syllables of the meter. In this way, we can assign a unique code, as a Binary Family-Meter Code, to

each meter based on its metrical string(s), and thus we can classify all the meters.

4. Results

The advantages of binary meter coding are 1) being scientific, which is not conventional and is based on the nature of meters, which represent the binary data, 2) presenting a unique coding system in which, unlike other classification systems where a meter sometimes has multiple names, each meter has only one name (code), 3) offering simplicity representing that this code is only a hexadecimal number, 4) enjoying one form; e.g., the form of the code is always “#L”, where “L” is a hexadecimal number, 5) presenting short codes, depicting the codes which are shorter than other methods, for example, a 20-syllable meter can be named with only 5 digits, 6) enjoying the ability to name any meter, 7) relying on fast conversion of meters to codes and vice versa, 8) enjoying universality, signifying that this method can be used as an international and standard method for naming quantitative meters in all languages that have quantitative poetry, and 10) being able to communicate with computers and artificial intelligence. These advantages are also true for the binary family-meter code.

5. Conclusion

Based on math, "Binary Prosody" provides a method for naming and classifying quantitative meters. Binary prosody has two parts: binary meter coding and binary family-meter. In Binary Meter Coding, a unique code is assigned to each meter. This code is a hexadecimal number, and this number (like the National ID) can be used as a basis for the integration of information in various prosody and poetry books. The Binary Family-Meter assigns a unique code to each meter string, taking into account both the meter and its metrical string. Because these codes are a type of binary number, and binary numbers are the basis of computer science, the meters can be easily read and analyzed by software programs and artificial intelligence, and this feature is a tremendous help for researchers. In addition, based on the meter code, "The Encyclopedia of Binary Meters" can be created that contains all the existing meters of Persian poetry in a systematic way. This encyclopedia easily sorts all the meters in ascending order due to the Binary Meter Code's numerical nature.

Acknowledgments

With thanks to Dr. Omid Tabibzadeh who provided valuable suggestions and guidance for writing this article.



عروض دودویی، نام‌گذاری و طبقه‌بندی ریاضی کلیه وزن‌های کمی ممکن

سیدنفق ابوالحسنی  کارشناس کامپیوتر، تهران، ایران

چکیده

قرن‌هاست عروضیان مشغول چالش با طبقه‌بندی وزن شعر هستند و برای حل این مساله، شیوه‌های زیادی را ابداع کرده‌اند. عروض دودویی، روشی مبتنی بر ریاضیات برای طبقه‌بندی وزن شعر ارائه می‌دهد. این روش دو قسمت دارد: قسمت اول «نام‌گذاری دودویی» است که در آن به هر رشته وزنی، یک نام یکتا به اسم «کد وزن» تخصیص داده می‌شود و قسمت دوم «بحر دودویی» است که وزن‌ها را طبقه‌بندی می‌کند. مهم‌ترین ویژگی‌های عروض دودویی عبارت است از: توانایی نام‌گذاری و طبقه‌بندی هر وزن ممکن، شیوه نام‌گذاری و طبقه‌بندی مبتنی بر ریاضیات، یکتا بودن نام هر وزن، تبدیل ساده نام وزن به رشته وزنی و برعکس، مستقل بودن نام‌گذاری از رکن‌بندی (با توجه به قراردادی بودن رکن‌بندی). این روش به دلیل ریاضی بودن می‌تواند به عنوان مبنایی برای پژوهش‌های نرم‌افزاری عروض در نظر گرفته شود، همچنین کد وزنی یکتای آن که یک عدد مبنای شانزده است، توانایی یکپارچه‌سازی اطلاعات راجع به وزن‌ها را دارد. علاوه بر این موارد، می‌توان بر مبنای این کد یکتا، «فرهنگ وزن‌ها» را پدید آورد که مانند یک لغت‌نامه در آن همه وزن‌های موجود در شعر فارسی گردآوری، نام‌گذاری و طبقه‌بندی می‌شوند و هر وزن دارای پرونده‌ای حاوی اطلاعات مرتبط می‌شود.

کلیدواژه: عروض، طبقه‌بندی وزن شعر، عروض دودویی، وزن شعر، نام‌گذاری وزن شعر، کدگذاری وزن شعر.

۱. مقدمه

«مطالعات مربوط به وزن شعر عروضی فارسی را می‌توان به چهار بخش «قواعد تقطیع»، «شیوه تقطیع»، «توصیف نظری» و «طبقه‌بندی وزن» تقسیم کرد.» (طیب‌زاده: ۳) در مورد «طبقه‌بندی وزن» (برخلاف سایر قسمت‌ها) اختلاف بسیاری بین عروضیان وجود دارد. «مهم‌ترین و مشکل‌ترین مسئله عروض فارسی، از قدیم تا امروز، طبقه‌بندی وزن‌ها بوده است.» (نجفی، ۱۳۹۴: ۹) عروضیان فارسی، پس از گذشت قرن‌ها هم‌چنان مشغول تلاش برای تعریف شیوه‌ای استاندارد و علمی برای نام‌گذاری و طبقه‌بندی وزن‌های کمی می‌باشند. «علم اساسا عبارت است از طبقه‌بندی واقعیت‌ها... پس اگر عروض علم است — که حتماً چنین است — ناچار علاوه بر قواعد تقطیع وزن‌ها باید طبقه‌بندی آنها را نیز، چه از جنبه نظری و چه به صورت عملی، به دست دهد.» (نجفی ۱۳۹۴: ۱۰) این مشکل به حدی بزرگ است که «تا زمانی که این وزن‌ها منظم و طبقه‌بندی نشوند، عروض هرگز به مرتبه علم نخواهد رسید.» (نجفی، ۱۳۹۴: ۸) به عبارت دیگر هنوز شیوه‌ای کاملاً علمی که قادر به نام‌گذاری و طبقه‌بندی علمی کلیه وزن‌های عروضی ممکن باشد و مورد پذیرش اکثریت جامعه علمی عروضیان قرار گیرد، ارائه نشده است و باب این مساله هم‌چنان باز است.

با تعریف طبقه‌بندی به شکل «جاگذاری عناصر نام‌گذاری شده در طبقه‌های مختلف بر اساس ویژگی هر عنصر»، سه سوال کلیدی در مورد طبقه‌بندی وزن به این شرح می‌باشد:

۱- تعداد وزن‌های کمی ممکن چه مقدار است؟

۲- آیا می‌توان تمام این وزن‌ها را به شیوه‌ای علمی نام‌گذاری^۱ کرد؟

۳- آیا می‌توان تمام این وزن‌ها را به شیوه‌ای علمی طبقه‌بندی^۲ کرد؟

هدف این مقاله ارائه شیوه‌ای برای پاسخ به این سه سوال کلیدی است. در این متن ابتدا ویژگی‌های یک نظام طبقه‌بندی اصولی طبقه‌بندی وزن شعر تعریف خواهد شد، سپس در بخش پیشینه پژوهش، شیوه استاد ابوالحسن نجفی (نجفی، ۱۳۹۴) و دکتر علی اصغر قهرمانی مقبل (قهرمانی، ۱۴۰۲) معرفی می‌شود. پس از آشنایی با این دو شیوه، در بخش روش، شیوه «عروض دودویی» معرفی می‌شود. عروض دودویی شیوه‌ای برای نام‌گذاری و طبقه‌بندی وزنهای کمی مبتنی بر «اعداد دودویی^۳» است. در عروض دودویی با استفاده از مفهوم اعداد دودویی و اعداد مبنای شانزده^۴ (که مبنای علوم رایانه می‌باشند)، هر رشته وزنی ممکن دارای یک کد

1. coding
2. classification
3. binary number
4. hexadecimal number

یکتا خواهد شد که این روش «نام‌گذاری دودویی» نامیده شده است. در فصل آخر نیز «بحر دودویی» معرفی می‌شود که طبق آن کلیه وزن‌های ممکن طبقه‌بندی خواهد شد. نگارنده امیدوار است این شیوه قدمی کوچک برای حل طبقه‌بندی وزنهای کمی باشد و منتظر نقدهای صاحب‌نظران از زوایای گوناگون در مورد این شیوه است تا نقاط قوت و ضعف آن آشکار شود.

۱-۱. تعریف‌های پایه

اصطلاحات اصلی مقاله به شرح زیر تعریف می‌شود:

رشته^۱ وزنی هجایی: به مجموعه متوالی هجاهای کوتاه و بلند، «رشته وزنی هجایی» یا به اختصار «رشته وزنی» می‌گوییم مثل (U - - U - - U - - U). «وزن» یک مصرع، همان رشته وزنی هجایی است.

نوای وزن: عروضیان پس از تقطیع هجایی یک مصرع، آن را مطابق قواعد خاصی برش می‌زنند و به هر برش نامی اختصاص می‌دهند، مثلاً مصرع «بنی‌آدم اعضای یکدیگرند» با وزن (U -) (U - - U - - U - - U) می‌تواند به عبارت «فعولن فعولن فعولن فعل» رکن‌بندی شود. در این متن به این عبارت «نوای وزن» گفته می‌شود که موسیقی تلفظ آن دقیقاً برابر موسیقی مصرع است. دقت کنید با آنکه «وزن» منحصر به فرد است اما نوای وزن منحصر به فرد نیست و هر سیستم تقطیع می‌تواند به یک رشته وزنی، طبق قواعد خود نوای خاصی را اختصاص دهد، مثلاً نوای این مصرع می‌تواند «فَعْل فاعْلُن فاعْلُن فاعْلُن» یا هر چیز دیگری باشد. در این متن به شکل پیش‌فرض از نوای وزن مطابق تقطیع نجفی (۱۳۹۷) استفاده می‌شود.

۱-۲. سیستم طبقه‌بندی وزن‌ها

با تعریف طبقه‌بندی به صورت «جاگذاری عناصر نام‌گذاری شده در طبقه‌های مختلف بر اساس ویژگی هر عنصر»، هر سیستم طبقه‌بندی وزن‌ها شامل سه فرآیند تعیین وزن‌های ممکن، نام‌گذاری وزن‌ها و طبقه‌بندی وزن‌ها می‌باشد.

۱. در علوم کامپیوتر، به تعدادی نویسه متوالی یک «رشته» (string) می‌گوییم. در اینجا نیز وزن یک رشته است که نویسه‌هایش تنها هجاهای بلند و کوتاه می‌باشند.

۱-۲-۱. فرآیند تعیین وزن‌های ممکن

منظور غالب عروضیان از وزن، یک «وزن اصلی» خوش‌آوا است، در حالی که هدف یک سیستم علمی، باید نام‌گذاری و طبقه‌بندی هر رشته وزنی ممکن باشد^۱. این تعریف، مانع از طرح این پرسش کلیدی در تاریخ عروض شده بود: «تعداد رشته‌های وزن‌های ممکن عروضی (فارغ از خوش‌آوایی یا اصلی بودن یا هر ویژگی دیگر) چه تعداد است؟»

برای پاسخ به این سوال، ابتدا سوال ساده‌تر «تعداد رشته‌های وزنی ممکن یک هجای خاص (مثلاً ۷ هجایی) چه تعداد است؟» بررسی می‌شود. مطابق جدول ۱، هر کدام از هجاهای یکم تا ششم می‌تواند یکی از دو مقدار هجای کوتاه یا هجای بلند باشد، ولی هجای هفتم فقط می‌تواند هجای بلند باشد زیرا در شعر فارسی آخرین هجا هیچ وقت نمی‌تواند هجای کوتاه باشد.

جدول ۱. حالت‌های یک وزن ۷ هجایی

هجای ۱	هجای ۲	هجای ۳	هجای ۴	هجای ۵	هجای ۶	هجای ۷	
- / U	- / U	- / U	- / U	- / U	- / U	-	حالت‌ها
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱	تعداد

پس تعداد وزن‌های ممکن هفت هجایی عبارت است از: $۱ \times ۲ \times ۲ \times ۲ \times ۲ \times ۲ \times ۲ = ۶۴$. اگر به همین ترتیب تعداد وزن‌های ممکن از یک هجایی تا بیست هجایی محاسبه شود، جدول شماره ۲ به دست می‌آید.

طبق این جدول، یک روش اصولی باید قادر به نام‌گذاری و طبقه‌بندی ۱,۰۴۸,۵۷۵ وزن تقطیعی ممکن یک تا بیست هجایی باشد.

• با این که در شعر کلاسیک مصرعی یک هجایی وجود ندارد، دلیل این که جدول ۲ از یک هجا شروع شده است، این است که در تقطیع شعر نیمایی این وزن دیده می‌شود، مثل مصرع اول شعر زیر از اخوان ثالث:

«ما {با وزن (-)}

فاتحان قلعه‌های فخر تاریخیم» {با وزن (-U-|-U-|-U-|-)}

۱. تکیه سیستم طبقه‌بندی باید روی وزن تقطیعی باشد نه وزن اصلی (وزن قالب) زیرا هر رشته وزنی، یکتایی خاص خود را داراست و قسمتی از وزن‌های موجود، وزن اصلی هستند.

- به دلیل این که تعداد شعرهای سروده شده بیست هجایی به بالا بسیار کم است، در جدول ۲، تنها مجموع کل وزن‌های ممکن یک تا بیست هجایی محاسبه شده است، اما امکان محاسبه مجموع وزن‌های ممکن تا هر تعداد هجایی وجود دارد.

جدول ۲. وزن‌های ممکن یک تا بیست هجایی

تعداد هجا	تعداد وزن ممکن	تعداد هجا	تعداد وزن ممکن
۱	۱	۱۱	۰۲۴,۱
۲	۲	۱۲	۰۴۸,۲
۳	۴	۱۳	۰۹۶,۴
۴	۸	۱۴	۱۹۲,۸
۵	۱۶	۱۵	۳۸۴,۱۶
۶	۳۲	۱۶	۷۶۸,۳۲
۷	۶۴	۱۷	۵۳۶,۶۵
۸	۱۲۸	۱۸	۰۷۲,۱۳۱
۹	۲۵۶	۱۹	۱۴۴,۲۶۲
۱۰	۵۱۲	۲۰	۲۸۸,۵۲۴
مجموع کل وزن‌های ممکن یک تا بیست هجایی		۵۷۵,۰۴۸,۱	

۲-۲-۱. فرآیند نام‌گذاری وزن‌ها

نام‌گذاری یعنی «تخصیص نام یکتا به هر عنصر ممکن بر اساس شیوه مشخص علمی». ویژگی‌های یک روش نام‌گذاری اصولی وزن عبارت است از: داشتن یک روش علمی و غیرقراردادی نام‌گذاری، یکتا بودن نام، یکنواختی^۱ نام (نام‌ها با یک الگو ساخته شوند)، قابلیت تبدیل آسان نام وزن به رشته وزنی و برعکس، توانایی نام‌گذاری تمامی وزن‌های ممکن، مستقل بودن از فارسی (رشته وزنی مستقل از فارسی است و چیزی جز تعدادی هجای کوتاه و بلند نیست، بنابراین نام علمی آن هم باید مستقل از فارسی باشد) و مستقل بودن از رکن‌بندی. بسیاری از شیوه‌های موجود، وزن‌ها را بر اساس رکن‌بندی نام‌گذاری می‌کنند، این در حالی است که رکن‌بندی دارای شیوه‌های گوناگون است و هنوز شیوه علمی یکسانی که مورد قبول اکثر عروضیان باشد، برای رکن‌بندی وجود ندارد. «عروضیان همان قدر که در تقطیع هجایی اتفاق نظر دارند، در تقطیع وزن‌ها به ارکان دچار اختلاف نظر هستند.» (قهرمانی، ۱۴۰۲: ۶۳) به عبارت دیگر کارکرد مهم رکن‌بندی، تعیین یک نوای استاندارد و قابل به خاطر سپاری از بین

1. homogeneity

همه رکن‌بندی‌های ممکن برای یک رشته وزنی است نه مبنایی برای نام‌گذاری، پس به این دلیل و با توجه به قراردادی بودن رکن‌بندی، نام‌گذاری باید مستقل از رکن‌بندی باشد.

۱-۲-۳. فرآیند طبقه‌بندی وزن‌ها

هدف از طبقه‌بندی، تقسیم وزن‌ها به گروه‌های مختلف و بررسی ویژگی‌های مشترک آنها در هر گروه است. ویژگی‌های یک طبقه‌بندی اصولی وزن عبارت است از: تعیین هدف طبقه‌بندی، پوشش تمامی وزن‌ها و وضوح تعریف هر طبقه.

۲- پیشینه پژوهش

وزن یک رشته هجایی است مثل (U - - U - - U - -). به عبارت دقیق‌تر وزن فوق عبارت است از «یک هجای کوتاه + دو هجای بلند + یک هجای کوتاه + دو هجای بلند + یک هجای کوتاه + دو هجای بلند + یک هجای کوتاه». به خاطر سپاری و استفاده از این عبارت بسیار سخت و ناملموس است و به همین دلیل عروضیان به دنبال روشی برای نام‌گذاری و طبقه‌بندی این عبارت طولانی بودند تا از آن به عنوان جایگزین رشته وزنی هجایی استفاده کنند.

مهم‌ترین طبقه‌بندی‌های شعر فارسی عبارت است از: شیوه سنتی (شیوه خلیل ابن احمد عروضی - قرن دوم هجری- که تا قرن‌ها تنها نظام طبقه‌بندی شعر فارسی بود)، (خانلری، ۱۳۲۷)، (فرزاد، ۱۳۴۹)، (Elwell-Sutton, 1976)، (صدفی، ۱۳۶۵)، (کابلی، ۱۳۷۶)، (فولادی، ۱۳۸۲)، (صدری، ۱۳۸۷)، (نجفی، ۱۳۹۷)، (طیب‌زاده، ۱۴۰۱) و (قهرمانی، ۱۴۰۲). معرفی کامل و بررسی و نقد شیوه‌های موجود طبقه‌بندی وزن در چهارچوب مباحث این مقاله نمی‌گنجد^۱ و این مقاله تنها به بررسی شیوه‌های نجفی و قهرمانی می‌پردازد.

۲-۱. شیوه نجفی

شیوه نجفی در مقدمه کتاب (نجفی، ۱۳۹۷) توسط طیب‌زاده به شکل مفصل توضیح داده شده است. این شیوه فاقد نام‌گذاری است و تنها وزن‌های مطبوع را بر اساس بحرهای طبقه‌بندی می‌کند. در (نجفی، ۱۳۹۷: ۱۴ - ۱۶) فهرستی شامل ۵۴ رکن عروضی موجود است که بحرهای از تکرار آنها پدید می‌آید. در این شیوه به وزن‌های عضو این بحرهای «وزن اصلی» گفته می‌شود.

۱. برای آشنایی با شیوه‌های یک تا چهار و نقد آنها می‌توانید به (نجفی، ۱۳۹۷) مراجعه کنید. در (کابلی، ۱۳۷۶) شیوه خانلری، فرزاد، الول-ساتن معرفی و نقد شده است. در (ابوالحسنی، ۱۳۹۷) شیوه فولادی، کابلی، صدری و صدفی معرفی و نقد شده است. شیوه طیب‌زاده (۱۴۰۲) توسعه ساخت یافته‌ای از سیستم‌های ساتن، نجفی و قهرمانی است که با سیستمی پیچیده‌تر، توانایی پوشش وزن‌های بیشتری را دارد.

«اگر وزنی را در میان وزن‌های اصلی نیافتیم، باید آن را در ذیل وزن‌های اصلی و در میان وزن‌های فرعی جستجو کنیم... وزن فرعی، وزنی است که بر اثر اعمال اختیار یا قاعده‌ای... بر وزن اصلی تغییر شکل داده و به صورت وزنی متفاوت از آن منشعب شده باشد.» (نجفی، ۱۳۹۷:۲۷) در این حالت نجفی با تعریف «وزن فرعی» و با تبدیل رکنی به رکن دیگر (دقیقا مانند زحافات)، وزن‌هایی را که عضو یک بحر نیستند، به عنوان عضو فرعی آن بحر معرفی می‌کند مانند مثالهای جدول ۳ (نجفی، ۱۳۹۷: ۲۸ - ۲۹):

جدول ۳. نمونه‌هایی از یافتن بحر وزن‌های فرعی

وزن اولیه	رکن تبدیل یافته	وزن تبدیل یافته	بحر
مفاعِلُن مفاعِلُن فاعِلُن	فاعِلُن به فعولُن	مفاعِلُن مفاعِلُن فعولُن	مفاعِلُن
فعَلُن فعَلُن فعَلُن فعَلُن	فعَلُن به فعَلُن	فعَلُن ۴ بار	فعَلُن

بررسی: نجفی با ابداع «دایره نجفی» (نجفی، ۱۳۹۷:۱۲) نقش مهمی در نظم‌دهی به وزن‌های متناوب‌الارکان ایفا می‌کند و با معرفی شیوه خود مبتنی بر ۵۴ رکن، فصلی مهم در تاریخ طبقه‌بندی شعر فارسی ایجاد می‌کند. این شیوه توانایی طبقه‌بندی وزن‌های اصلی و مطبوع شعر فارسی را به شکلی ساخت یافته داراست و علاوه بر آن شیوه نجفی با اعمال قواعدی خاص، قادر به طبقه‌بندی «وزن‌های فرعی» نیز می‌باشد. با این حال شیوه نجفی فاقد نام‌گذاری برای وزن‌ها است و به علاوه در این شیوه هر وزن دارای مکانی یکتا در طبقه‌بندی نیست، مثلا وزن (U-UU-U-UU) یک بار به شیوه (U-UU//U-UU) با نوای «مفاعِلُن مفاعِلُن» تقطیع شده است و عضوی از بحر متفاعِلُن دسته رکن‌های ۵ هجایی دانسته شده‌است (نجفی، ۱۳۹۷:۲۳۹) و یک بار به شیوه (U-UU//U-UU) با نوای «فعَلاتُ فعَلاتُ فعَلاتُ فعَلاتُ» تقطیع شده است و عضوی از بحر «فعَلاتُ فاعلاتُن» دسته رکن‌های معکوس دایره دانسته شده است. (نجفی، ۱۳۹۷:۳۶۹).

۲-۲. شیوه قهرمانی

شیوه قهرمانی در (قهرمانی، ۱۴۰۲: ۱۴۱) به شکل مفصل توضیح داده شده است. اساس نام‌گذاری این شیوه بر اساس بحرهای می‌باشد. در (قهرمانی، ۱۴۰۲: ۱۶۳ - ۱۶۵) ۵۲ رکن عروضی ذکر شده است. اساس روش قهرمانی مبتنی بر تقطیع به شیوه او و جستجوی رکن در جدول بحر مربوطه و یافتن نشانه عددی رکن در آن جدول است. این روش قادر به نام‌گذاری و طبقه‌بندی ۴ گروه وزنی مطابقه جدول ۴ است: گروه وزن‌های غیر دوری، گروه وزن‌های دوری، گروه وزن‌های سیمینه و گروه وزن‌های ایقاعی.

جدول ۴. انواع نام‌گذاری در شیوه قهرمانی

طبقه	نوی وزن	نشانه عددی	نام فارسی وزن
غیردوری	فَعولن فَعولن فَعْل	۱۱.۱.۱	فَعولن ۱۱ هجایی
دوری	مَفْتَعْلن مَفْتَعْل (۲بار)	۷.۴.۴ (۲)	مَفْتَعْلن ۱۴ هجایی دوری
سیمینه	مُسْتَفْعِلَاتُن مَفَاعِلُن (۲بار)	* ۸. ۱. ۹ (۲)	سیمینه مَفَاعِلَاتُن ۱۸ هجایی دوری
ایقاعی	مَفْعُولَاتُن مَفْعُولُن (۲بار)	۷.۱.۱۲ (۲)	مَفْعُولَاتُن ۱۴ هجایی دوری

بررسی: قهرمانی با توسعه روش نجفی و ابداعاتی مثل کدگذاری عددی بحر‌ها و آوردن هجا به عنوان عنصر نظم‌دهنده وزن در نشانه عددی هر وزن، طبقه‌بندی وزن را متحول می‌کند. این روش یک روش ساخت‌یافته است که به راحتی به هدف خود که طبقه‌بندی اوزان اصلی و مطبوع فارسی است می‌رسد. مهم‌ترین ویژگی‌های شیوه قهرمانی عبارت است از: نام‌گذاری ساده وزن‌ها، توانایی نام‌گذاری وزن‌های مطبوع، شکل استاندارد وزن‌ها در قالب نشانه عددی. با این حال در شیوه قهرمانی نیز، هر وزن دارای نشانه عددی یکتا نیست، مثلاً می‌توان وزن (U-UU-U-UU) را به شیوه (U-UU//U-UU) با نوی «مَفَاعِلُن مَفَاعِلُن» تقطیع کرد. در این حالت نشانه عددی وزن «۵.۱.۹ (۲)» می‌شود. علاوه بر تقطیع قبل، می‌توان این وزن را به شیوه (U-UU//U-UU) با نوی «فَعْلن فَعْل فَعْلن فَعْل» تقطیع کرد که در این حالت نشانه عددی وزن «۵.۱.۲ (۲)» می‌شود.

۳- روش

در این بخش با روش «نام‌گذاری دودویی» مبتنی بر اعداد دودویی آشنا می‌شویم.

۳-۱. روش نامگذاری دودویی رشته وزنی هجایی

برای نام‌گذاری دودویی، ابتدا باید با مفهوم «داده دودویی»^۱ آشنا شویم. «داده دودویی» داده‌ای است که فقط شامل دو مقدار است، مثلاً کلید برق (دارای تنها دو حالت روشن و خاموش) یا حالات پرتاب سکه (دارای تنها دو حالت شیر یا خط) داده‌هایی دودویی هستند. در ریاضیات، هر داده دودویی با «0» و «1» برچسب‌گذاری می‌شود، مثلاً می‌توان برای پرتاب سکه، شیر را «0» و خط را «1» برچسب‌گذاری^۲ کرد. با توجه به آن که هر هجا تنها و تنها شامل دو حالت، هجای کوتاه با نماد «U» و هجای بلند با نماد «-» است، پس می‌توانیم نتیجه بگیریم که هر هجا یک «داده دودویی» است و به همین دلیل می‌توان مقدار «U» را با «0» و مقدار «-» را

1. binary data

۲. در این متن، برای تمایز بیشتر این برچسب‌ها را با نماد لاتین نمایش می‌دهیم تا با اعداد «۰» و «۱» اشتباه گرفته نشوند.

با "1" برچسب گذاری کرد. (در این متن از این به بعد هجاهای کوتاه و بلند، تنها با نمادهای "0" و "1" نمایش داده می شود).



- حالا مطابق این تعریف «رشته وزنی هجایی» (U - - U - - U - - U) را می توان به شکل (10110110110) نوشت که به آن «رشته وزنی دودویی» می گوئیم که تنها از نمادهای "0" و "1" تشکیل شده است.
- بین یک رشته وزنی هجایی و معادل دودویی آن «رابطه یک به یک» وجود دارد، یعنی هر رشته وزنی هجایی تنها متناظر یک رشته وزنی دودویی و هر رشته وزنی دودویی تنها متناظر یک رشته وزنی هجایی است.
 - در ریاضیات، اعداد معمول را اعداد دهدهی^۱ یا اعداد در مبنای ده می نامند زیرا هر رقم آن می تواند یکی از ده مقدار {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9} باشد و اعدادی که هر رقم آن تنها یکی از دو مقدار {0,1} باشد، اعداد دودویی^۲ یا اعداد در مبنای دو نامیده می شود. دقت کنید یک «رشته وزنی دودویی» متناظر یک عدد دودویی است.
 - رشته وزنی دودویی، همواره بین دو پرانتز گذاشته می شود تا با عدد دهدهی اشتباه نشود، مثلا (110) یک رشته وزنی معادل «فعولن» است نه عدد صد و ده.
 - رشته وزنی دودویی را نباید مثل یک عدد دهدهی خواند مثلا (1011) را نباید «هزار و یازده» خواند و باید آن را به شکل ارقام متوالی صفر و یک خواند و با آنکه این رشته یک عدد است و عدد از چپ به راست خوانده می شود، پیشنهاد می شود این رشته را به شکل «یک یک صفر یک» (از راست به چپ) خواند.
 - رشته دودویی به دست آمده را چهارتا چهارتا از سمت راست با نویسه "/" جداسازی^۳ می کنیم تا به (101/1011/0110) تبدیل شود و سپس متناظر هر زیر رشته جدا شده را از جدول ۵ می یابیم.

1. decimal number
2. binary number

۳. این کار مطابق قواعد ریاضیات دودویی است و قراردادی نیست.

جدول ۵. کدهای متناظر رشته دودویی

کد	رشته دودویی	عدد دهدهی	کد	رشته دودویی	عدد دهدهی
8	1000	8	0	0000	0
9	1001	9	1	0001	1
A	1010	10	2	0010	2
B	1011	11	3	0011	3
C	1100	12	4	0100	4
D	1101	13	5	0101	5
E	1110	14	6	0110	6
F	1111	15	7	0111	7

طبق جدول فوق، کد (6) متناظر رشته (0110) است و کد (B) متناظر رشته (1011) و کد (5) متناظر رشته (101) است.

- در جدول ۵ رشته دودویی (101) نداریم ولی این رشته متناظر (0101) است. به عبارت دیگر اگر رشته‌ای چهارتایی نبود، می‌توان در سمت چپ آن به مقدار لازم "0" گذاشت تا چهارتایی شود و در جدول یافت شود مثلاً (1) همان (0001) و (10) همان (0010) می‌باشد.^۱ حالا این سه کد را به ترتیب در کنار هم می‌گذاریم و به عبارت "5B6" می‌رسیم. این عبارت کد یکتای رشته دودویی است و آن را «کد وزن» می‌نامیم.
- این عبارت را از این پس به شکل #5B6 نمایش می‌دهیم تا مثلاً کد وزنی #19 با عدد دهدهی ۱۹ یکسان پنداشته نشود.
- کد وزنی #5B6 به شکل «پنج بی شش» خوانده می‌شود. (مثل عدد دهدهی از چپ به راست)

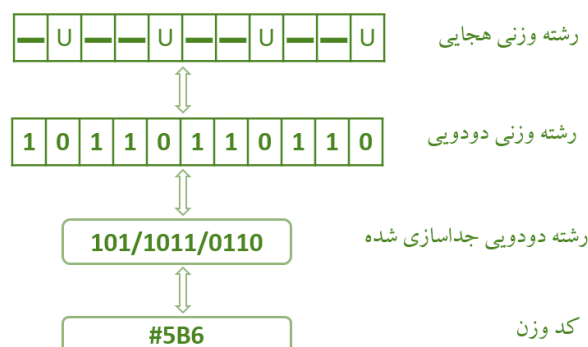
- کل مراحل تبدیل رشته وزنی هجایی به کد وزنی را می‌توانید در شکل ۲ ببینید.
- در ریاضیات اعدادی که هر رقم آنها شانزده مقدار مختلف داشته باشد، اعداد مبنای شانزده^۲ نامیده می‌شوند. این شانزده مقدار عبارت است از: $\{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F\}$ که در این مجموعه A معادل ۱۰، B معادل ۱۱، C معادل ۱۲، D معادل ۱۳، E معادل ۱۴ و به F معادل ۱۵ دهدهی می‌باشد. کد وزنی عروض دودویی، در اصل یک عدد مبنای شانزده می‌باشد.

۱. این کار قراردادی نیست و طبق اصول ریاضی است زیرا در ریاضیات عدد صفر سمت چپ یک عدد خنثی است و مثلاً عدد «۰۱۲» همان «۱۲» است.

2. hexadecimal number

- هر عدد دودویی و دهدهی و مبنای شانزده به یکدیگر قابل تبدیل هستند، مثلا عدد دودویی (10110110110) معادل عدد مبنای شانزده #5B6 و عدد دهدهی ۱۴۶۲ است.^۱

شکل ۲. الگوریتم تبدیل رشته وزنی هجایی به کد وزنی



- در حقیقت تبدیل رشته دودویی به کد وزنی همان عمل تبدیل یک عدد مبنای دو به مبنای شانزده^۲ در ریاضیات است.
- کد وزنی یک کد یکتا است و رابطه یک به یک با رشته وزنی دارد، یعنی هر کد وزنی مربوط به یک رشته وزنی است و هر رشته وزنی تنها یک کد وزنی دارد.
- در این روش از نظر شکلی کد وزن همواره یکسان و در قالب #L تولید می‌شود که L چند رقم مبنای شانزده می‌باشد.
- این روش قادر به نام‌گذاری هر وزن ممکن است مثلا بیت زیرا با وزن خاص (1000/0100/0010/0001/0000) و نوای وزنی «مُتَفَعِّلُن» ۴ بار را در نظر بگیرید:

شکرک از آن دو لبک تو بچشم اگر تو یله کنی

به سرک تو که بزمنت به پدر اگر تو گله کنی (عنصری) (المعجم: ۱۱۳)

این وزن دارای کد وزنی #84210 است.

- کد وزنی در این روش بسیار کوتاه است مثلا شعر زیر که هر مصرع آن بیست هجا دارد را در نظر بگیرید:

۱. در این متن نیازی به دانستن نحوه تبدیل اعداد دهدهی به دودویی یا مبنای شانزده و برعکس آن وجود ندارد.
2. convert binary number to hexadecimal number

به حریم خلوت خود شبی چه شود نهفته بخوانیم
به کنار من بنشینی و به کنار خود بنشانیم (هاتف اصفهانی)

- رشته وزنی این شعر عبارت است از: (1010/0101/0010/1001/0100) و نوای آن «متفاعلن» ۴ بار است و کد وزنی آن برابر است با ¹A5294#.
- این روش مستقل از زبان فارسی است و امکان استفاده از آن به عنوان روشی استاندارد برای نام‌گذاری شعر کمی هر زبان وجود دارد.
 - بدیهی است وزن یک شعر، یک عدد نیست (مثل قد یک انسان که ماهیت عددی دارد)، بلکه متناظر یک عدد دودویی و مبنای شانزده است. در این روش یک عدد مانند کد ملی یا عدد اتمی یک عنصر شیمیایی تنها برای نام‌گذاری به کار رفته است.
 - در این روش کد وزنی بدون هیچ قرارداد شخصی و بر اساس طبیعت ریاضی وزن که یک داده دودویی است، به دست آمده است.
 - کد وزن جایگزین نوای وزن نیست. کد وزن برای نام‌گذاری و طبقه‌بندی وزن به کار می‌رود (مانند استفاده از کد ملی در کارهای اداری) و نوای وزن به علت ملموس بودن موسیقی آن کاربرد معمول (مانند استفاده از نام افراد به جای کد ملی در ارتباطات روزمره) دارد.
 - عروض دودویی هیچ پیشنهادی برای سایر قسمت‌های عروض (مثل رکن‌بندی مناسب) ندارد و تنها برای نام‌گذاری و طبقه‌بندی کارایی دارد.

۳-۲. روش تبدیل کد وزن به رشته وزنی

- در این قسمت می‌خواهیم با یک مثال بینیم چگونه با داشتن یک کد وزن به رشته وزنی برسیم. فرض کنید می‌خواهیم رشته وزنی با کد 1959# را بیابیم.
- برای تبدیل عدد 1959# به عدد دودویی متناظر، تنها کافی است معادل هر رقم این عدد را در جدول ۵ بیابیم. در این جدول معادل 1# عبارت (0001) و معادل 5# عبارت (0101) و معادل 9# عبارت (1001) است، پس می‌توانیم طبق جدول ۶ با چسباندن این رشته‌ها به هم و حذف صفرهای سمت چپ رشته وزنی دودویی را بیابیم.
- با کمی دقت می‌بینیم که نوای رشته فوق «مفتعلن فاعلات مفتعلن فَع» می‌باشد.
- به این فرآیند در ریاضیات، تبدیل یک عدد مبنای شانزده به مبنای دو^۲ می‌گویند.

۱. تمام وزن‌های تا بیست هجایی تنها با حداکثر ۵ نویسه نام‌گذاری می‌شوند.

2. convert binary number to hexadecimal number

جدول ۶. الگوریتم تبدیل رشته وزنی هجایی به کد وزنی

۱	۹	۵	۹	رقم‌های کد وزن
0001	1001	0101	1001	متناظر دودویی هر رقم
(0001/1001/0101/1001)				ادغام رشته‌ها
(1/1001/0101/1001)				حذف صفرهای سمت چپ

۳-۳. نام‌گذاری وزن‌های خاص

۳-۳-۱. وزن دوری

وزن دوری از نظر برخی عروضیان در حقیقت دو مصرع متوالی است که شاعران با آن مثل یک مصرع برخورد کرده‌اند. به عنوان نمونه وزن دوری (1011001//1011001) با نوای «مفتعلن فاعلن» ۲ بار و شاهد زیر را در نظر بگیرید:

سلسله کوی دوست//حلقه دام بلاست
هر که در این حلقه نیست//فارغ از این ماجراست (سعدی)

با چسباندن وزن دو پاره به هم به وزن (10/1100/1101/1001) با کد وزنی #2CD9 می‌رسیم. از روی این کد وزنی دوری بودن وزن نامعلوم است بنابراین می‌توان آن را به شکل #2CD9-7//7 نوشت که نشانگر آن است که این کد وزنی به دو پاره ۷ هجایی دوری تقسیم می‌شود.

۳-۳-۲. وزن قالب مستزاد

وزن قالب مستزاد نیز مشابه وزن دوری، قابل نام‌گذاری است، مثلاً بیت زیر از ملک‌الشعرا بهار که در قالب مستزاد سروده شده است را در نظر بگیرید:

این دود سپه‌فام که از بامِ وطن خاست//از ماست که بر ماست
وین شعله سوزان که برآمد ز چپ و راست//از ماست که بر ماست

وزن مصرع بلند مستزاد (11/0011/0011/0011) با کد وزنی #3333 و نوای «مستفعلُ مستفعلُ فَعْلن» است و وزن مصرع کوتاه آن (11/0011) با کد وزنی #33 و نوای «مستفعلُ فَعْلن» است. حال اگر وزن این دو مصرع را به هم بچسبانیم به رشته (1100/1111/0011/0011/0011) با کد وزنی #CF333 می‌رسیم. از روی این کد وزنی، مستزاد بودن وزن نامعلوم است بنابراین می‌توان آن را به شکل #CF333-6//14 نوشت که نشانگر آن است که این کد وزنی به دو پاره ۱۴ هجایی از راست و شش هجایی از چپ تقسیم می‌شود.

۳-۳-۳. شعر نیمایی

برای نام‌گذاری وزن شعر نیمایی نیز می‌توان هر مصرع را مانند مصرع شکل کلاسیک تقطیع و وزن آن را به دست آورد. مثلاً در شعر زیر از سهراب سپهری:

«کفش‌هایم کو
چه کسی بود صدا زد سهراب»

وزن مصرع اول (1/1101) با کد وزنی 1D# و نوای «فاعلاتن فع» است و وزن مصرع دوم (11/1100/1100) با کد وزنی 3CC# و نوای «فعلاتن فعلاتن فع لن» است.

۳-۴. جدول وزن‌های دودویی

اکنون که نام‌گذاری دودویی می‌تواند به هر وزن یک کد یکتا اختصاص دهد، می‌توان کدهای وزنی کلیه وزن‌های موجود را محاسبه کرد و از آنجا که هر کد وزنی، یک عدد (در مبنای شانزده) است، می‌توان این اعداد را در یک جدول از کوچک به بزرگ مرتب کرد تا کلیه وزن‌های موجود مرتب شوند. (همان گونه که می‌توانیم کل دانشجویان یک کلاس را بر اساس کد ملی از کوچک به بزرگ مرتب کنیم.) با توجه به این که مرتب‌سازی اعداد در مبنای شانزده، شاید در نگاه اول گنگ به نظر برسد، بهتر است معادل دهدهی این کد وزنی هم محاسبه شود، تا مرتب‌سازی این جدول، مثل جدول ۷ راحت باشد.

جدول ۷. قسمتی از جدول وزن‌های دودویی

هجا	رشته دودویی	کد وزنی	عدد دهدهی
۱۶	1111/1111/0101/0011	#FF53	65,363
۱۶	1111/1111/1111/1111	#FFFF	65,535
۱۷	1/0010/1011/0010/1011	#12B2B	76,587
۱۷	1/0011/1110/0111/1101	#13E7D	81,533

• جدول کلیه وزن‌های موجود، حاوی رشته دودویی و عدد دهدهی متناظر در (ابولحسنی: ۴۶۹) موجود است. (در این کتاب از کد مبنای شانزده استفاده نشده است و کد وزنی، عدد دهدهی متناظر در نظر گرفته شده است.)

۳-۵. فرهنگ وزن‌ها

فقدان «فرهنگ وزن‌ها» یکی از بزرگترین مشکلات عروض است، فرهنگی که کلیه وزن‌های موجود به شیوه‌ای علمی در آن طبقه‌بندی شده باشد و حاوی شرحی از هر وزن توسط عروضیان

در زیر هر وزن باشد. عروض فعلی مانند زبانی است که لغت نامه‌ای ندارد که تمام لغت‌های آن زبان در آن گردآوری و شرح داده شده باشد. نبود این فرهنگ باعث کندی تحقیقات در عروض می‌شود. به طور مثال وقتی در شهریور ۱۳۳۳ هوشنگ ابتهاج، شعر «ترانه» را بر وزن «فاعلاتُ فاعلاتُ فاعلاتُ» سرود:

تا تو با منی زمانه با من است بخت و کام جاودانه با من است

این وزن برای جامعه ادبی بسیار تازه به نظر می‌رسید. این وزن «ظاهراً تا آن زمان در شعر فارسی سابقه نداشته است، زیرا نه در دواوین شعرای متقدم و نه ظاهراً در کتب عروض شعری یافت نمی‌شد که مبتنی بر تکرار پایه «فاعلاتُ» باشد... «ترانه» به سرعت در زبانها افتاد و هوشنگ ابتهاج را نه تنها مبدع وزنی تازه بلکه خالق پایه جدید «فاعلاتُ» (به صورت مکرر) در شعر فارسی دانستند. « (نجفی ۱۳۸۱: ۱۷۰) پس از جستجوی فراوان ادیبان، هیچ کس سابقه‌ای از این وزن در تاریخ ادب فارسی پیدا نمی‌کند و همگان می‌پندارند که ابتهاج یک وزن جدید یافته است تا این که ابولحسن نجفی در کتاب معیارالشعار خواجه نصیرالدین طوسی بیت زیر را بر همان وزن می‌یابد:

آنچه از بتم به روی من رسید هیچ آفریده در جهان ندید

اگر فرهنگ وزن‌ها وجود داشت، پژوهندگان به سرعت می‌توانستند سابقه این وزن را بیابند و ابهامی در مورد این مساله وجود نداشته باشد. عروض دودویی با اختصاص کد یکتا به هر وزن به راحتی می‌تواند مبنای تهیه این فرهنگ قرار بگیرد و عروضیان به راحتی می‌توانند کلیه وزن‌های موجود را نام‌گذاری کرده و در یک فرهنگ وزن‌ها گردآوری کنند. اطلاعات هر وزن در این فرهنگ می‌تواند شامل این موارد باشد: کد وزن، رشته وزنی دودویی، نوآگذاری‌های مرسوم آن (مثلاً مطابق شیوه‌های سنتی، نجفی و اتانینی)، نمونه‌هایی از قدیمی‌ترین شعرهای سروده شده به این وزن تا نمونه‌های معاصر و نمونه‌های شعر نیمایی، لیست وزن‌های «مشابه»^۱ با آن، اصلی بودن یا نبودن وزن، شرح برای وزن‌های مهم، بررسی تطبیقی وجود وزن در سایر زبان‌ها (نگارش اولیه این فرهنگ وزن‌ها در (ابولحسنی، ۱۳۹۷) انجام شده است).

۱. هر گاه دو وزن تقطیعی متفاوت دارای آواهای یکسان باشند به طوری که اگر در دو مصرع متفاوت بیابند با خواندن آنها گوش تفاوتی را احساس نکند و آنها را دارای یک موسیقی بداند به آن دو وزن تقطیعی، «وزن‌های مشابه» گفته می‌شود. به همین ترتیب به وزن‌هایی که مشابه نیستند، «متفاوت» خوانده می‌شود.

۳-۵-۱. جاگذاری وزن‌های خاص در فرهنگ وزن‌ها

وزن دوری: اگر یک رشته وزنی را بتوان هم به شکل دوری و هم غیر دوری تقطیع کرد، این دو تقطیع را می‌توان به راحتی در زیر کد وزنی مشترک، جاگذاری کرد، مثلاً وزن #294 هم شکل غیر دوری و هم شکل دوری دارد. شکل غیر دوری آن معادل رشته وزنی (10/1001/0100) با نوای «فعَلن مفاعِلتن فعل» و شاهد زیر است:

رخ تو چو ماه چهار ده دل تو چو سنگ سیاه وه (تحفه الهند: ۱۹۸)

شکل دوری این کد وزنی هم معادل رشته وزنی (10100//10100) با نوای «متفاعِلن متفاعِلن» و شاهد زیر است:

هله ای کیا// نفسی بیا در عیش را // سره برگشا (مولوی)

برای دقت بیشتر، حالت دوری این کد وزنی را می‌توانیم به شکل 294-5//5 بنویسیم.
وزن مستزاد: شبیه وزن دوری قابل جاگذاری در فرهنگ وزن‌ها است.
وزن شعر نیمایی: هر مصرع شبیه مصرع شعر کلاسیک قابل نام‌گذاری و جاگذاری است.

۳-۵-۲. وزن‌های جدید

با استفاده از کد وزنی یکتا به راحتی می‌توان وزن‌های هر دیوان شعر یا کتاب عروض را در فهرستی مرتب کرد و ممکن است با این کار به وزنی جدید رسید، مثلاً اگر کتاب «تحفه الهند» را با این روش مورد پژوهش قرار دهیم به راحتی وزن‌هایی را می‌یابیم که به نظر در شعر فارسی تا به حال نمونه نداشته‌اند، مثل بیت زیر:

با رخ، از همه زیبایی با قد، از همه بالایی (تحفه الهند: ۱۷۹)

که دارای رشته وزنی (1110/0111) با نوای «مفعولن فعلن فع لن» و کد وزنی #E7 می‌باشد. هنگامی که دیدیم این وزن در فرهنگ وزن‌ها فاقد نمونه است یک مدخل جدید ایجاد و وزن جدید و نمونه را در آن جاگذاری می‌کنیم.

۳-۵-۳. فهرست وزن‌های کشف نشده

با مراجعه به جدول فهرست وزن‌های دودویی (ابوالحسنی: ۴۶۹)، به راحتی دیده می‌شود که جای کدام کدهای وزنی خالی است. مثلاً با نگاه به برشی از این فهرست در جدول ۸ می‌بینیم که کد وزنی #1CE (معادل کد دهمی ۴۶۲) در این فرهنگ معادل ندارد.

جدول ۸. برشی از فهرست وزن‌های دودویی

رشته دودویی	کد وزنی	کد دهمی
1 / 1100 / 1011	#1CB	۴۵۹
1 / 1100 / 1100	#1CC	۴۶۰
1 / 1100 / 1101	#1CD	۴۶۱
1 / 1100 / 1111	#1CF	۴۶۳

حال اگر معادل دودویی، کد وزنی #1CE را به دست آوریم به رشته وزنی (1/1100/1110) می‌رسیم که می‌توان نوای وزنی آن را «مفاعیلن فعلاتن فعْلن» نامید که فاقد نمونه کشف شده است. (پیشنهاد می‌شود که تنها وزن‌هایی که بنا به نظر عروضیان و شاعران دارای موسیقی مناسبی باشند در فرهنگ جاگذاری شوند و هر رشته وزنی ممکن، بیهوده جایی را در این فرهنگ پر نکنند.)

۳-۶. دلایل عدم کشف عروض دودویی تا حالا

دلایل مهمی که تا حالا دودویی بودن عروض کشف نشده بود عبارت است از:

- عدم اختراع ریاضیات دودویی (با آن که ریاضیات دودویی ریشه‌هایی در چین و هند باستان دارد، اما ریاضیات دودویی مدرن ریشه در کارهای لایبنیتس^۱ دارد. او در ۱۶۷۹ میلادی مقاله‌ی اولیه خود درباره‌ی اعداد دودویی را نوشت. لایبنیتس از نمادهای “0” و “1” برای اعداد دودویی استفاده کرد و تبدیل اعداد دودویی به دهمی را نیز معرفی کرد).
- عدم عمومیت ریاضیات دودویی قبل از اختراع رایانه‌ها
- عدم آشنایی عروضیان با ریاضیات جدید
- عدم برقراری ارتباط بین نظام هجایی (دارای دو مقدار هجای کوتاه و بلند) با داده دودویی (که دو مقدار را با “0” و “1” نمایش می‌دهد): « برای تنظیم چهارصد وزن شعر فارسی که به هر حال از دو کمیت کوتاه و بلند ساخته شده‌اند هر ضابطه‌ای وضع کنیم چه بسا به نوعی

1. G. W. Leibniz

- از تقسیم بندی برسیم. این کار بی شباهت به بازی اعداد و ارقام در ریاضیات نیست که انواع ترکیبات را با نتیجه واحدی به دست می‌دهد. «(نجفی، ۱۳۹۴: ۶۹)
- تصور آن که طبقه‌بندی وزن‌ها مربوط به علوم انسانی است نه علوم ریاضی و عدم کشف ریاضی بودن مفهوم وزن شعر هجایی. «نمی‌توان در علوم انسانی بر خلاف علوم طبیعی دستگاهی برای طبقه‌بندی تنظیم کرد که هر واحدی جای مشخص و هویت یگانه داشته باشد.» (نجفی، ۱۳۹۴: ۲۷)
 - تلاش در طبقه‌بندی وزن‌های مطبوع و اصلی توسط عروضیان نه تمام رشته‌های وزنی ممکن
 - مطرح نشدن این پرسش پایه که «تعداد کل وزن‌های ممکن چقدر است؟».

۴. بحر دودویی

طبقه‌بندی را می‌توان به شیوه‌های گوناگونی انجام داد مثلاً وزن‌های موجود و ناموجود، وزن‌های اصلی و وزن‌های غیر اصلی اما به نظر می‌رسد طبقه‌بندی بر اساس بحر یکی از مهم‌ترین طبقه‌بندی‌های ممکن باشد. در این قسمت با استفاده از مبانی نام‌گذاری اعداد دودویی به طبقه‌بندی بحر‌ها پرداخته می‌شود.

۴-۱. رکن‌بندی

رکن‌بندی یعنی برش‌زنی یک رشته دودویی طبق قراردادهایی مشخص. «به باور الول-ساتن تقسیم بندی مصراع‌ها به رکن‌ها صرفاً امری قراردادی یا من‌عندی است برای این که وزن‌ها راحت‌تر به خاطر سپرده شوند (الول-ساتن، ۱۹۷۵: ۸۵)» (طیب‌زاده: ۳۴) به عبارت دیگر وقتی رکن اصلی یک رشته طولانی مثلاً ۸ هجایی است، چون در تعریف نواها عبارت‌های هشت‌تایی معادل نداریم، به جای آن عبارت ۸ تایی، دو رکن چهارتایی به کار می‌بریم و این تصور ایجاد می‌شود که آن رشته رکن‌بندی شده است، در حالی که رکن حق شکسته شدن ندارد. به بیان دقیق‌تر رکن «عنصر تکرار شونده در یک رشته وزنی» است و این رکن محدودیت طول ندارد یعنی می‌تواند یک هجایی باشد یا ده هجایی و اگر رشته‌ای فاقد عنصر تکرار شونده بود کل آن رشته یک رکن است. مثلاً در بیت زیر از سیمین بهبهانی با وزن (1010110//1010110):

شبی هم‌رهت گذر// به سوی چمن کنم ز تن جامه برکنم// ز گل پیرهن کنم

نیم‌مصرع فاقد هر رکنی است و در اصل خود یک رکن است، زیرا پایه‌ای برای ساخت وزن شده است و نوای آن باید یک عبارت یکپارچه ۷ هجایی باشد، در حالی که به علت نبود نوای معادل، عروضیان آن را به شکل (101-0110) و نوای «مفاعیلُ فاعلن» رکن‌بندی می‌کنند و آن را دو رکن در نظر می‌گیرند. به عبارتی دیگر، ما در واقعیت شعر فارسی محدودیتی برای هجا در رکن نداریم و تنها به آن دلیل که سیستم نواگذاری، فاقد نام‌گذاری مستقل رکن‌های بلند است، برای به خاطر سپردن آنها را به قطعات کوچکتر می‌شکنیم، در حالی که رکن‌ها اتم و غیر قابل تجزیه هستند.

با این حال اختراع مفهوم رکن، گامی مهم در توسعه عروض بوده است و این مفهوم در جاهایی بسیار کاراست. رکن در حقیقت بیان موسیقایی یک عدد دودویی است، مثلاً رشته وزنی (1001) با کد وزنی #9 همان مفتعلن است یا رشته وزنی (1010/1100) با کد وزنی #AC همان «فعلاتن مفاعلن» است، یعنی عروضیان به ازای هر عدد دودویی، معادلی کلامی ساختند و سعی کردند موسیقی یک رشته دودویی را با آن شبیه‌سازی کنند.

- در این متن، با توجه به آنکه از “/” برای جداسازی چهارتایی اعداد دودویی استفاده می‌شود، برای رکن بندی از “-” استفاده می‌شود.

۴-۲. پایه و پیرو

ابتدا با تعریف‌های اصلی آشنا شویم:

پایه^۱: یک رشته دودویی است که به عنوان مبنای ساخت بحر استفاده می‌شود.

- پایه غیر قابل برش‌زنی است مثلاً رشته ۸ هجایی (10011010) یک پایه است و غیر قابل برش زدن (این پایه را عروضیان به شکل دو رکن «مفاعلن مفتعلن» برش می‌زنند).
- پایه حداقل یک هجایی است اما از نظر تئوری محدودیت طول (برخلاف رکن که حداکثر ۵ هجایی است) ندارد.
- هجای انتهایی پایه می‌تواند هجای بلند یا کوتاه باشد.

پایه ناقص: اگر یک پایه را به دو قسمت بشکنیم به رشته دودویی سمت راست، پایه ناقص می‌گوییم.

- طول پایه ناقص همواره از طول پایه کوچکتر است.
- هجای انتهایی پایه ناقص می‌تواند هجای بلند یا کوتاه باشد.

پیرو: یک رشته دودویی است که یا از تکرار n باره پایه درست شده است ($n > 0$) یا از تکرار m باره پایه و یک پایه ناقص. ($m \geq 0$)

۱. پایه در اصل «رکن بحر دودویی» است اما به علت تفاوت‌هایش با رکن در عروض، دوباره نام‌گذاری شده است.

- هجای انتهایی پیرو باید بلند باشد، مثلاً اگر پایه (1011) یا مستفعلن باشد، پیرو ۷ هجایی آن می‌شود (011-1011) و چون هجای انتهایی پیرو باید بلند باشد، تبدیل به (111-1011) می‌شود یعنی «مستفعلن مفعولن». این نکته همان استثنای بلند بودن آخرین هجا در مصراع طبق قواعد عروض ابوالحسن نجفی است. (نجفی، ۱۳۹۵:۳۳)
- نام‌گذاری پایه‌ها به شکل $\#X/Y$ است که در آن X عدد مبنای شانزده معادل پایه و Y طول پایه است، مثلاً پایه ۴ هجایی (1101) به صورت $\#D/4$ است. دلیل این که طول پایه، باید در کد پایه موجود باشد، این است که رشته‌هایی با هجای کوتاه در انتها با سایر رشته‌ها تداخل ایجاد نکند، مثلاً پایه (0011) با نوای «مستفعل» باید به صورت $\#3/4$ نوشته شود، زیرا اگر این نام‌گذاری فاقد طول رشته باشد یعنی به شکل $\#3$ ، در این صورت معادل (11) با نوای «فع‌لن» می‌شد که اشتباه است.
- برای پیرو علاوه بر کد وزنی، می‌توانیم کد پیرو هم تعریف کنیم. نامگذاری کد پیرو به شکل $\#X/Y/Z$ است که در آن X کد مبنای شانزده پایه و Y طول پایه و Z طول پیرو است. مثلاً کد پیرو (101-1101-1101) با نوای وزنی «فاعلاتن فاعلاتن فاعلن» به شکل $\#D/4/11$ است زیرا پایه آن به شکل (1101) یا همان $\#D$ است، پایه ۴ هجایی و پیرو نیز ۱۱ هجایی است.
- هر رشته دودویی می‌تواند پایه باشد مگر آن که دقیقاً از تکرار یک رشته دودویی پدید آمده باشد، مثلاً (100-100) یا (01-01) نمی‌توانند پایه باشند، چون دقیقاً از تکرار یک زیررشته به وجود آمده‌اند، ولی (1110-0110) می‌تواند پایه باشد، زیرا دقیقاً از تکرار یک زیررشته به وجود نیامده است. (این هم یک تفاوت دیگر پایه با رکن است مثلاً ما رکن (1010) یا مفاعلن نداریم، زیرا این رشته از پایه (10) درست شده است.) دلیل این امر آن است که تمام پیروهای رشته مکرر عیناً توسط رشته اولیه تولید می‌شود.

یافتن کد پایه و پیرو از روی وزن

برای یافتن کد پایه ابتدا پایه (از یک رقمی تا n رقمی) را در وزن بیابید، سپس کد پایه را محاسبه کنید. برای یافتن کد پیرو نیز با اضافه کردن تعداد هجای وزن، می‌توان آن را به دست آورد. در زیر چند مثال مختلف از این موضوع را می‌بینیم:

الف: وزن (1011/0110) با نوای «فعولن فاعولن فعل» به شکل (10-110-110) برش زده می‌شود. پایه این وزن، رشته سه هجایی (110) است، پس کد پایه عبارت است از $\#6/3$ و چون پیرو ۸ هجایی است، کد پیرو این وزن عبارت است از $\#6/3/8$.

ب: وزن (1/0100/1010/1011) با نوای «مستفعلن مفاعلن فعلا تفع» که معمولاً غیرقابل طبقه‌بندی شمرده می‌شود با شاهد زیر را در نظر بگیرید:

روزی بود که عشق تو به سرآیدا
یا آن دلت به مهر من بگرایدا
(معیارالاشعار در نجفی: ۲۴۱) (طیب زاده: ۱۵۶)

مطابق شیوه بحر دودویی این وزن را می‌توان به شکل (1-010010101011) برش زد، پس پایه عبارت است از (0100/1010/1011) با کد پایه #4AB/12 و بر این اساس، کد پیرو عبارت است از #4AB/12/13.
ج: وزن (1000/1000/1000) با نوای «فَعْلَتُن*۳» که معمولاً غیرقابل طبقه‌بندی شمرده می‌شود با شاهد زیر را در نظر بگیرید:

صنم من ز من بنروی دلک من بنبری بنشوی
(معیارالاشعار در نجفی: ۱۵۶) (طیب زاده: ۱۵۶)

این وزن مطابق شیوه بحر دودویی به شکل (1000-1000-1000) برش می‌خورد، پس کد پایه عبارت است از #8/4 و کد پیرو عبارت است از #8/4/12.

۴-۳. بحر دودویی

به مجموعه تمام^۱ پیروهای یک پایه، بحر آن پایه می‌گوییم و کد بحر را همان کد پایه در نظر می‌گیریم. با این تعریف می‌توانیم تمام بحرهای موجود را فهرست کنیم. این فهرست متشکل است از بحرهای یک هجایی + بحرهای مجاز^۲ دو هجایی +...+ بحرهای مجاز n هجایی. با توجه به آنکه کد پایه بحر یک عدد است به راحتی می‌توان این فهرست را بر اساس تعداد هجای پایه بحر و کد پایه مرتب کرد.

با توجه به این فهرست بحرهای دودویی، می‌توان یک «فرهنگ بحرهای دودویی» پدید آورد. این فرهنگ می‌تواند حاوی لیست کلیه بحرهای موجود در شعر فارسی همراه با پیروهای هر بحر باشد. این فرهنگ می‌تواند حاوی اطلاعات مانند لیست کلیه پیروهای موجود یک پایه، کد وزن هر پیرو، شاهد شعری برای هر پیرو و شرحی از پایه توسط عروض دانان باشد. در زیر نمونه‌هایی از بحر دودویی همراه با یک پیرو به طور مثال دیده می‌شود:

۱. در بحر دودویی نمی‌توانیم هیچ رشته وزنی که عضو یک بحر نیست را به آن بحر اضافه کنیم حتی وزن‌های مشابه با آن وزن را.

۲. اگر پایه M از تکرار پایه N ساخته شده باشد، تمام پیروهای M عضوی، پیرو N نیز می‌باشند، بنابراین باید پایه M را غیرمجاز بدانیم.

- بحر یک هجایی (1) با نوای «فَع» - کد بحر: #1/1
پیرو هشت هجایی (1111//1111) - نوای پیرو: «مفعولاتن مفعولاتن»
کد وزنی: #FF - کد پیرو: #1/1/8
چون دَلْ جانا// بنشین بنشین چون جانُ بی جا // بنشین بنشین (مولانا)
- بحر دو هجایی (01) با نوای «فَعْلُ» - کد بحر: #1/2
پیرو یازده هجایی (101/0101/0101) - نوای پیرو: «فاعِلاتُ فاعِلاتُ فاعِلاتُ»
کد وزنی: #555 - کد پیرو: #1/2/11
تا تو با منی زمانه با من است شور و شوق عاشقانه با من است (ابتهاج)
- بحر سه هجایی (101) با نوای «فاعِلن» - کد بحر: #5/3
پیرو ده هجایی (11/0110/1101) - نوای پیرو: «فاعِلن فاعِلن فاعِلن فا»
کد وزنی: #36D - کد پیرو: #5/3/10
ای فسانه خسانند آنانکه فرو بسته ره را به گلزار (نیما یوشیج)
- بحر چهار هجایی (1011) با نوای «مستفعِلن» - کد بحر: #B/4
پیرو سیزده هجایی (1/1011/1011/1011) - نوای پیرو: «مستفعِلن مستفعِلن مستفعِلن مس»
کد وزنی: #1BBB - کد پیرو: #B/4/13
عمری تبه کردم به عشق و آرزویی
چون سرمه در چشمان کشیدم خاک کویی (اخوان ثالث)
- بحر پنج هجایی (1/1001) با نوای «مفتعلاتن» - کد بحر: #19/5
پیرو ده هجایی (1100111001) - نوای پیرو: «مفتعلاتن مفتعلاتن»
کد وزنی: #339 - کد پیرو: #19/5/10
جان منست او، هی مزیدش آن من است او، هی مبریدش (مولانا)
- بحر شش هجایی (10/0101) با نوای «فاعِلن فعِلن» - کد بحر: #25/6
پیرو دوازده هجایی (100101//100101) - نوای پیرو: «فاعِلن فعِلن» ۲ بار

کد وزنی: #965 - کد پیرو: #25/6/12

شد چو نوبت دی // از جهان سپری
گل به طرف چمن // شد به جلوه گری (۴) (نجفی، ۱۳۹۷: ۳۴۴)

• بحر هفت هجایی (111/0011) با نوای « مستفعلُ مستفعلُ »

کد بحر: #73/7

پیرو چهارده هجایی (1110011//1110011) - نوای پیرو: «مستفعلُ مستفعلُ» ۲ بار
کد وزنی: #39F3 - کد پیرو: #73/7/14

وقتی دل سودایی // می رفت به بستان ها
بی خویشتم کردی // بوی گل و ریحان ها (سعدی)

• بحر هشت هجایی (0010/1011) با نوای « مستفعلن مفاعلُ » - کد بحر: #2B/8
پیرو چهارده هجایی (10/1011/0010/1011) - نوای پیرو: «مستفعلن مفاعلُ مستفعلن مفاعلُ»
کد وزنی: #2B2B - کد پیرو: #2B/8/14

بنمای رخ که باغ و گلستانم آرزوست
بگشای لب که قند فراوانم آرزوست (مولانا)

۵. نتیجه گیری

«عروض دودویی» برای نام گذاری و طبقه بندی وزن های کمی، روشی مبتنی بر ریاضیات ارائه می کند. در این روش ابتدا کل وزن های ممکن محاسبه می شود و سپس در «نام گذاری دودویی» به هر رشته وزنی یک کد یکتا تخصیص داده می شود و سرانجام در «بحرهای دودویی» همه وزن ها طبقه بندی می شوند.

کد یکتای این روش، عددی در مبنای شانزده است و می توان از این عدد (مثل کد ملی) به عنوان مبنایی برای یک پارچگی اطلاعات در انواع کتاب های عروضی و شعر استفاده کرد. علاوه بر آن اعداد دودویی مبنای علوم رایانه هستند و بر مبنای کد وزنی این روش، وزن ها قابلیت خوانده شدن و تحلیل توسط برنامه های نرم افزاری و هوش مصنوعی را خواهند داشت. در پایان پیشنهاد می شود با تشکیل «فرهنگ وزن های دودویی» کلیه وزن های موجود شعر فارسی به شکل نظام مند بر اساس کد یکتای دودویی گردآوری شود و برای هر وزن یک پرونده و شرح تشکیل شود.

سیاسگزاری

با سپاس از دکتر امید طبیب زاده، که پیشنهادهای و راهنمایی‌های بسیار ارزنده‌ای برای نوشتن این مقاله نمودند.

منابع

- ابوالحسنی، سید نقی (۱۳۹۷). عروض دودویی. ناشر مؤلف.
- اخوان ثالث، مهدی (۱۳۶۹). بدعتها و بدایع نیما یوشیج. انتشارات بزرگمهر.
- خانلری، پرویز ناتل (۱۳۲۷). تحقیق انتقادی در عروض فارسی. دانشگاه تهران.
- رازی، شمس‌الدین محمد بن قیس (۱۳۸۸). المعجم فی معاییر اشعار العجم (علامه قزوینی، رضوی، و سیروس شمیسا، مصححان). نشر علم.
- شمیسا، سیروس (۱۳۹۰). فرهنگ عروضی (چاپ پنجم). نشر علم.
- صدری، جمال (۱۳۸۷). آهنگ‌شناسی شعر فارسی. انتشارات فرهنگ مردم.
- صدفی، علیرضا (۱۳۶۵). طرح عروض فارسی. انتشارات فروهر.
- طبیب‌زاده، امید (۱۴۰۱). وزن شعر عروضی فارسی: تحلیل و طبقه‌بندی بر اساس تقطیع اتانینی و نظریه واج‌شناسی بنیادی. نشر کتاب بهار.
- فرزاد، مسعود (۱۳۴۹). «مجموعه‌ی اوزان شعر فارسی». مجله خرد و کوشش، بهمن ۱۳۴۹، شماره ۸ (۶۹ صفحه - از ۵۸۳ تا ۶۵۱).
- فولادی، علیرضا (۱۳۸۲). مبانی عروض فارسی. نشر فراگفت.
- قهرمانی مقبل، علی اصغر (۱۴۰۰). «سوغات سیمین بهبهانی به عروض فارسی: قاعده سیمینه (سیمینگی) در وزن‌های فارسی». ادبیات پارسی معاصر، ۱۱ (۲)، ۳۱.
- قهرمانی مقبل، علی اصغر (۱۴۰۲). عروض و قافیه فارسی با رویکرد جدید. نشر نی.
- کابلی، ایرج (۱۳۷۶). وزن‌شناسی و عروض. نشر آگه.
- میرزا خان ابن فخرالدین محمد (۱۳۵۴). تحفه /لهند (نورالحسن انصاری، مصحح). بنیاد فرهنگ ایران.
- نجفی، ابوالحسن (۱۳۸۰). «درباره قاعده قلب». نامه فرهنگستان، ۵ (۲)، ۱۸.
- نجفی، ابوالحسن (۱۳۸۱-۱۳۸۲). معیار الاشعار این اثر ناشناخته. فرهنگ، ۴۴-۴۵.
- نجفی، ابوالحسن (۱۳۹۴). درباره طبقه‌بندی وزن‌های شعر فارسی. انتشارات نیلوفر.
- نجفی، ابوالحسن (۱۳۹۵). وزن شعر فارسی: درس‌نامه. انتشارات نیلوفر.
- نجفی، ابوالحسن (۱۳۹۷). طبقه‌بندی وزن‌های شعر فارسی (امید طبیب‌زاده، همکار). انتشارات نیلوفر.
- Elwell-Sutton, L. P. (1976). *The Persian meters*. Cambridge University Press.

استناد به این مقاله: ابوالحسنی، سیدنقی. (۱۴۰۳). عروض دودویی، نام‌گذاری و طبقه‌بندی ریاضی کلیه وزن‌های کمی ممکن. *زبان و زبان‌شناسی*، ۲۰ (۴۰)، ۲۴۹-۲۷۶.

doi: 10.30465/LSI.2025.50520.1784