

واج‌آرایی کلمات فارسی با ساخت هجایی (C)V.CVC(C)

عالیه کرد زعفرانلو کامبوزیا^{۱*}، فرزانه تاج‌آبادی^۲، زهرا اسماعیلی متین^۳،
سارا خوردبین^۴

۱. دانشیار زبان‌شناسی همگانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲. دانشجوی دکتری زبان‌شناسی همگانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد زبان‌شناسی همگانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۴. دانشجوی کارشناسی ارشد زبان‌شناسی همگانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

پذیرش: ۹۳/۳/۲۱

دریافت: ۹۲/۱۲/۱۹

چکیده

موضوعات مربوط به ساختار هجا و همچنین سازماندهی واحدهای واجی در درون هجا و فراتر از آن یعنی در مرز بین دو هجا، از جمله مباحث مطرح در حوزه واج‌شناسی محسوب می‌شوند. در این مقاله، تلاش شده است که با تکیه بر زبان فارسی و با نگاهی نو موضوع ساخت هجا و واج‌آرایی بررسی شود. زبان فارسی دارای ساختار هجایی (C)V(C)(C) است. هدف کلی مقاله حاضر این است که نشان دهد که اولاً آیا تفاوتی میان واج‌آرایی یک هجا به صورت مستقل و واج‌آرایی همان ساختار هجایی در ترکیب با هجاهای دیگر وجود دارد و ثانیاً آیا می‌توان به وجود یک رابطه معنادار بین واج‌آرایی کلمات از یک سو و نوع و مقوله واژگانی آن‌ها از سوی دیگر قائل بود. به منظور پاسخگویی به سؤالات بالا، مجموعاً ۴۰۷۵ واژه دوهجایی با ساختار هجایی (C)V.CVC(C)، از دو فرهنگ لغت زبان فارسی یعنی فرهنگ الفبایی-قیاسی زبان فارسی (شامل ۴۰۰۰ واژه) و لغت‌نامه متوسط دهخدا (شامل ۶۰۰۰ واژه) استخراج و نوع (بسیط، مشتق، مرکب، مشتق-مرکب) و مقوله واژگانی (اسم، فعل، صفت، قید، حرف) هر واژه و همچنین واج‌آرایی آن تعیین شد. نتایج این تحقیق به طور کلی بیان می‌کند که عوامل متعددی، از جمله نوع واژه هسته و همخوان‌های پایانه یک هجا، روی واج‌آرایی هجای مجاور تأثیرگذار هستند. همچنین، به نظر می‌رسد که رابطه مشخصی بین ساختار هجایی کلمات با نوع و مقوله واژگانی آن‌ها وجود دارد.

واژگان کلیدی: زبان فارسی، واج‌آرایی، میزان رسایی، هجا، مقوله واژگانی.

۱. مقدمه

هجاهای زبان‌های بشری از لحاظ واج‌آرایی با یکدیگر فرق دارند. برخی زبان‌ها تنها به توالی CV محدود هستند؛ درحالی که برخی دیگر ساختارهای پیچیده‌تری در قسمت هسته و حاشیه هجا دارند. در تمامی زبان‌ها، واحدهای واجی برپایه اصول جهانی (همگانی) توالی واحدهای واجی مرتب می‌شوند که به شکل‌گیری توالی‌های خوش‌ساخت منجر می‌شود. سازماندهی واحدهای واجی در درون هجا و فراتر از آن، یعنی در مرز بین دو هجا، از اصول رسایی برگرفته شده است. برپایه این اصول، واحدهای واجی براساس میزان رسایی در یک سلسله‌مراتب قرار می‌گیرند. تعدادی از گرایش‌های قوی زبان‌گذر در رابطه با توزیع و توالی واحدهای واجی را توسط اصل سلسله‌مراتب رسایی^۱ توضیح می‌دهند. اصولی همچون اصل توالی رسایی^۲ که در اوایل قرن نوزدهم ابتدا از سوی سیورس^۳ (۱۸۸۱) و بعدها از سوی یسپرسن^۴ (۱۹۰۴) مطرح شد، بیان می‌کنند که در درون یک هجا این گرایش وجود دارد که واحدهای واجی رساتر در مقایسه با واحدهای دیگر، در جایگاه نزدیک‌تری به هسته قرار می‌گیرند. هریس^۵ (۱۹۸۳) اصل فاصله رسایی کمینه^۶ را مطرح کرد که براساس آن ترکیب همخوان‌ها در خوشه‌های هر زبان برپایه فاصله نسبی آن‌ها از مقیاس رسایی صورت می‌گیرد. اصول مربوط به رسایی به حوزه درون هجا محدود نمی‌شوند و مرز بین هجاها را هم دربرمی‌گیرند؛ مانند اصل مجاورت هجا^۷ که از سوی مورای^۸ و ونمان^۹ (۱۹۸۳) مطرح شد. این اصل بیان می‌کند که بهترین شکل مجاورت دو هجا زمانی است که واحد زبانی که در انتهای هجای اول قرار دارد، از واحد زبانی آغازین هجای دوم رساتر باشد. با توجه به ساخت هجا در زبان فارسی به صورت (C)V(C)(C)، در این مقاله تلاش می‌کنیم با بررسی داده‌هایی از زبان فارسی با ساختار هجایی (C)V.CVC(C)، به سؤالات ذیل پاسخ دهیم:

۱. چه محدودیت‌هایی بر واج‌آرایی کلماتی با ساخت هجایی (C)V.CVC(C)، حاکم است؟
 ۲. آیا رابطه معناداری بین ساختار هجایی (C)V.CVC(C) و نوع (بسیط، مشتق، مرکب و مشتق-مرکب) و مقوله واژگانی (اسم، فعل، صفت، قید و حرف) واژه مرتبط با آن وجود دارد؟
 ۳. آیا در ساختار هجایی (C)V.CVC(C) زبان فارسی، قانون مجاورت هجا رعایت می‌شود؟
 ۴. آیا تفاوتی بین واج‌آرایی و رعایت اصل توالی رسایی هجای VCC(C) در واژه‌های بسیط تک‌هجایی با این آرایش و کلمات دوهجایی با آرایش (C)V.CVCC وجود دارد؟
- برای پاسخگویی به پرسش‌های بالا، پس از مرور پیشینه تحقیق، داده‌هایی از زبان فارسی را بررسی می‌کنیم.

۲. پیشینه تحقیق

در چند دهه اخیر، تحقیقات متعددی با رویکردهای مختلف در مورد واج‌آرایی زبان‌های بشری انجام و از ابعاد مختلفی این موضوع بررسی شده است؛ با این حال، پژوهش‌های انگشت‌شماری ازسوی محققان ایرانی و غیرایرانی در مورد واج‌آرایی زبان فارسی انجام شده است که در ادامه مهم‌ترین آن‌ها را معرفی می‌کنیم.

کرامسکی^{۱۱} اولین مطالعه گسترده در مورد واج‌آرایی زبان فارسی را انجام داد. وی در این پژوهش^{۱۱}، کلمه را واحد مطالعه خود قرار داد و توزیع واج‌ها را در جایگاه آغازی، میانی و پایانی کلمات تک‌هجایی بررسی کرد. کرامسکی برای این کلمات، شش نوع ساختار هجایی CV، VC، V، VCC، CVC و CVCC را در نظر گرفت. وی این کلمات را از نظر ریشه‌شناسی به دو گروه کلمات فارسی و عربی تقسیم کرد (Kramsky, 1939: 79). کرامسکی در سال ۱۹۸۴، تحقیقی مشابه، ولی با جزئیات بیشتر انجام داد^{۱۲}. وی در این زمان، سه ساختار هجایی دیگر، یعنی CVV، CVVC و VVC را به فهرست قبل افزود و معتقد بود که این ساختارها تنها به واژه‌های عربی متعلق هستند. تحقیق وی بر پایه تحلیل‌های آماری انجام شده است. کرامسکی با بررسی واژه‌های یک‌هجایی و دوهجایی نتیجه گرفت که پربسامدترین واژه دارای ساختار هجایی CVCVC است و فراوانی انواع ساختارهای تک‌هجایی به شرح زیر است:

نوع هجا	ریشه فارسی	ریشه عربی	مجموع
CV	۴۷	۱۴	۶۱
CVC	۴۱۶	۲۱۴	۶۳۰
CVCC	۱۸۴	۵۷۵	۷۵۹

نیه^{۱۳} در رساله دکتری خود^{۱۴} تحقیق بسیار مختصری در مورد واج‌آرایی زبان فارسی انجام داد که حوزه آن نیز بسیار محدود بود. وی در این پژوهش، ساخت هجایی CVCCC را به شش هجای برشمرده ازسوی کرامسکی (۱۹۳۹) افزود. وی در این تحقیق، نتیجه گرفت که این نوع ساخت تنها به وام‌واژه‌های فرانسوی، از جمله واژه «تمبر»، متعلق است (Nye, 1954: 17).

جزایری و پاپر^{۱۵} (۱۹۶۱) مطالعه خود را به بررسی ساختار خوشه‌های همخوانی فارسی محدود کردند و تعداد هجاهای زبان فارسی را به سه نوع هجایی CV، CVC، CVCC یا به بیان دیگر، به CV(C)(C) تقلیل دادند. آن‌ها در این تحقیق، تمایزی میان واژه‌های فارسی سره و وام‌واژه‌ها قائل

نشدند.

اسکات^{۱۶} (۱۹۶۴) نیز در مقاله خود همان رویکرد جدید جزایری و پاپر (۱۹۶۱) را گسترش داد و با آوردن نمونه‌هایی آن را تأیید کرد. وی در این تحقیق، به وجود همخوان چاکنایی در جایگاه آغازین هجاهای فارسی معتقد است. در دهه‌های بعد، ثمره (۱۳۵۰، ۱۳۶۴) تحقیقات مشابهی را انجام داد که نتایج کار وی را تأیید می‌کنند.

ثمره (۱۳۵۰) در کتاب خود، واج آرایه زبان فارسی را بررسی کرد. تحقیق وی نقطه عطفی در مطالعات واج آرایه زبان فارسی به‌شمار می‌رود. وی در این تحقیق، برپایه روش پیشنهادی اُکانر^{۱۷} و تریم^{۱۸} (۱۹۷۳) ساختار هجا و کلمه را بررسی کرد.

ثمره (۱۳۶۴) در کتاب دیگر خود، ساختمان هجا و ویژگی‌های توزیعی آواهای فارسی در درون کلمات تک‌هجایی را بررسی کرد. این کتاب همان صورت بازنگری‌شده کتاب قبلی وی است. وی رابطه بین مرکز هجا و عضو اول و دوم خوشه پایانی و همچنین رابطه همخوان آغازی هجا و رشته آوایی پس از آن را توضیح داد و در ادامه، رابطه بسامد وقوع واکه‌ها و همخوان‌های مختلف را در ساختمان هجای CVCC محاسبه کرد. وی بیان کرد که در زبان فارسی، در مجموع ۷۲۳ هجا از نوع CVCC وجود دارد و بسامد وقوع واکه‌ها در آن به‌ترتیب عبارت‌اند از: $a > e > o > \alpha > u > i$. در ساختمان این نوع هجاها، واکه‌های کوتاه و پیشین بیشترین بسامد را دارند. وی در مورد محدودیت‌های حاکم بر هم‌نشینی اعضای مختلف هجا نیز نتایجی را ارائه کرد.

مجیدی (۱۹۸۶) واج آرایه زبان فارسی را بررسی کرد و تفاوت اصلی کار وی با تحقیق ثمره به نوع هجاها و نوع واکه‌ها مربوط است. وی تحقیق خود را برپایه یک نظام هجایی (C)V(C)(C) و شش‌واکه‌ای /a, i, u, \alpha, e, o/ بنا کرده بود که همین موضوع باعث شد نتایج تحقیق وی با نتایج ثمره فرق داشته باشد. کارهای آماری تحقیق وی در مقایسه با ثمره بیشتر است. مجیدی برخلاف ثمره، معتقد است که هجای زبان فارسی ممکن است تنها از یک واکه تشکیل شده باشد و وجود همخوان آغازی زیرساختی الزامی نیست. وی ساختارهای هجایی ممکن را با هریک از شش واکه موجود بررسی کرد.

نجفی براساس نظام هجایی CV(C)(C) ارائه‌شده از سوی جزایری و پاپر (۱۹۶۱)، شش نوع ساختار هجایی برای کلمات زبان فارسی در نظر گرفت (نجفی، ۱۳۷۵: ۶۵). تفاوت کار وی با آن‌ها این است که وی کشش واکه‌ای را نیز در نظر می‌گیرد و برای هر نوع آرایش هجایی، دو صورت متفاوت ارائه می‌کند؛ یکی با واکه کوتاه و دیگری با واکه کشیده.

علم‌الهدی (۲۰۰۰) مطالعه خود را به ساخت درونی هجا محدود کرده است. وی در تحقیق خود، کلمات فارسی سره را از واژه‌های قرضی متمایز کرد. کار وی کاملاً آماری است و تلاش کرده است

که نشان دهد در کلمات تک‌هجایی با هجاهای مختلف CV، CVC و CVCC، هر جایگاه با چه واجی پر می‌شود و همچنین، در بین واج‌هایی که می‌توانند یک جایگاه را اشغال کنند، کدامیک ارجح است. علم‌الهدی در ادامه، محدودیت‌های موجود را با قاعده‌ای بیان می‌کند که در آن، کاهش میزان رسایی به سمت حاشیه هجا انطباق می‌یابد. وی در پایان، نتایج حاصل از بررسی واژه‌های فارسی سره و قرصی را با هم مقایسه کرده و نتیجه گرفته است که هجای بهینه در زبان فارسی CVC است که بسامدش از همه هجاها بیشتر است و هجای سنگین CVCC کمترین بسامد را دارد. از نظر واج‌آرایی، وی معتقد است که نوع هجا هیچ تأثیری بر انتخاب آغاز ندارد و تنها بر پایانه تأثیر می‌گذارد. در هجای CV، حدود ۹۹ درصد ترکیبات ممکن دیده می‌شود و بسامد واژه‌ها تقریباً یکسان است. در هجای CVC، آغاز و پایانه تاحدودی متفاوت عمل می‌کنند. در این نوع آرایش، فراوانی همخوان‌های [پیوسته] در آغاز بیشتر از پایانه است و سهم واژه‌های کشیده از واژه‌های کوتاه بیشتر است. در هجای سنگین CVCC، به دلیل وزن هجا، واژه‌های کوتاه ارجحیت حضور دارند. در این ساختار، ۲۰۹ ترکیب مختلف در خوشه پایانی دیده شده است. نبودن شباهت بین اعضای خوشه و کاهش میزان رسایی به سمت پایانه هجا، از ویژگی‌های این نوع هجا هستند که به نظر می‌رسد مورد اول ارجحیت بیشتری دارد. همخوان‌های دارای مشخصه [پیوسته] تمایل دارند که جایگاه عضو اول خوشه را اشغال کنند؛ اما همخوان‌های [پیوسته] بیشتر تمایل دارند که به عنوان عضو دوم ظاهر شوند. از مجموع کل داده‌های فارسی و سایر زبان‌ها، حدود ۹۶ درصد واژه‌هایی که ساختار CV دارند، فارسی سره هستند. هرچه ساختار هجا پیچیده‌تر می‌شود، این درصد واژه‌های فارسی سره کاهش می‌یابد. در ساختار CVC، این مقدار به ۵۶ درصد و در آرایش CVCC، به ۳۵ درصد تقلیل می‌یابد که بیشترین سهم داده‌های باقی‌مانده به وام‌واژه‌های زبان عربی متعلق است.

بی‌جن‌خان (۱۳۸۴) ضمن معرفی نظریه بهینگی، ساخت هجا و محدودیت‌های حاکم بر آن در زبان فارسی را بررسی کرده است. وی با استناد به شواهدی از محدودیت‌های واج‌آرایی زبان فارسی، نتیجه گرفته است که ساخت هجای هماهنگ با الگوی تجزیه دوگانه در دو سطح قابل تبیین است. بی‌جن‌خان در ادامه، درباره رده‌شناسی فاکتوریل بحث کرده است تا پس از تولید جایگشت‌های ممکن محدودیت‌ها، جایگشت بهینه را به عنوان نظام سلسله‌مراتبی محدودیت‌ها یا بخشی از دستور نظام آوایی زبان فارسی به دست آورد.

کرد زعفرانلو کامبوزیا و ذوالفقاری سریش (۲۰۰۶) واج‌آرایی خوشه‌های پایانی کلمات تک‌هجایی با آرایش واجی CVCC را توصیف کرده‌اند. آن‌ها علاوه بر بررسی توزیع و آرایش همخوان‌های خوشه پایانی، رابطه آن‌ها را با هسته هجا مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که اصل سلسله‌مراتب رسایی در خوشه‌های همخوانی هجاهایی با واژه کشیده رعایت می‌شود؛ اما در هجاهایی با واژه

کوتاه این امر الزاماً صادق نیست.

کرد زعفرانلو کامبوزیا و هادیان (۱۳۸۸) واژه‌های زبان فارسی و تفاوت‌های واج آرای آن‌ها را بررسی کرده‌اند. آن‌ها با استفاده از واج آرای زبان فارسی و ترتیب قرار گرفتن واژه‌ها و همخوان‌ها و آرایش آن‌ها در هجای CVCC زبان فارسی، نشان دادند که آرایش همخوان‌ها در خوشه پایانه با توجه به واژه هسته هجا متفاوت است و در ادامه، با توجه به واج آرای هجای CVCC، یازده دلیل واج‌شناختی ارائه کردند و به این ترتیب، دو طبقه بودن واژه‌های زبان فارسی را تأیید نمودند.

کرد زعفرانلو کامبوزیا و خیرآبادی (۱۳۹۱) رابطه ساخت هجایی با میزان زایایی وندهای اشتقاقی فعل‌افزای زبان فارسی را بررسی و بیان کردند که ساخت هجا و عوامل واجی در میزان زایایی یک وند تأثیر دارند. آن‌ها در ادامه، نتیجه گرفتند که وجود یک واژه در آغاز ساختمان هجایی یک وند، عامل زایایی آن در زبان فارسی محسوب می‌شود و دو واژه پیشین [e] و [a] پربسامدترین واژه‌های قرارگرفته در جایگاه هسته این پسوندهای اشتقاقی هستند؛ به سخن دیگر، ساخت هجا و واج آرای یک پسوند نقش مؤثری در میزان زایایی آن ایفا می‌کند.

شاوردی شهرکی (۱۳۹۱) ساختار هجا، چگونگی توزیع هجا، بسامد تعداد مورا، بسامد انواع هجاهای سبک و سنگین و فرآیندهای واجی موجود در واژه‌های مشتق (۴۰۳۴ مورد) و مرکب (۱۴۶۴ مورد) را مطالعه کرده است. نتایج تحقیق وی به شرح زیر است:

الف. بالاترین درصد وقوع هجا در واژه‌های مشتق به هجای باز CV: و پایین‌ترین درصد به هجای بسته CV:C مربوط است. بسامد انواع ساخت هجایی در واژه‌های مشتق، از پربسامد به کم- بسامد به ترتیب زیر است:

CV: > CVC > CV > CV: C > CV:C

پربسامدترین هجا در واژه‌های مرکب به ساختار CV: و کم‌بسامدترین ساختار هجایی به CV:CC متعلق است. بسامد انواع ساخت هجایی در واژه‌های مرکب، از پربسامد به کم‌بسامد به ترتیب زیر است:

CV: > CVC > CV > CV:C > CVCC > CV:CC

ب. در واژه‌های مشتق، فرآیند واجی درج رایج است؛ ولی در واژه‌های مرکب، حذف یک فرآیند واجی رایج به‌شمار می‌رود.

ج. از لحاظ وزن هجا، ساختار بهینه در واژه‌های مشتق دوهجایی و سه‌هجایی، توالی هجاهای هم- وزن دومورایی است. در مورد کلمات مرکب دوهجایی و سه‌هجایی، بیشترین بسامد به واژه‌هایی مربوط است که هجای اول آن‌ها سبک‌تر از هجای دوم و هجای دوم آن‌ها سبک‌تر از هجای سوم است.

د. در واژه‌های مشتق، تعداد کلماتی که به هجای باز ختم می‌شوند، یک‌ونیم برابر واژه‌هایی است

که به هجای بسته ختم می‌شوند. همچنین، درمیان هجاهای باز، تعداد واژه‌هایی که به واکه کشیده ختم می‌شوند، سه‌ونیم برابر تعداد واژه‌های با واکه کوتاه است. در کلمات مرکب، تعداد واژه‌های مختوم به هجاهای بسته چهار برابر تعداد واژه‌های مختوم به هجای باز است.

ه. در واژه‌های مرکب، واکه‌های کشیده و کوتاه بسامد تقریبی یکسانی در پایان واژه دارند.

و. بالاترین درصد واژه‌های غیربسیط به واژه‌های مشتق سه‌هجایی و پایین‌ترین درصد به واژه‌های مشتق شش‌هجایی اختصاص دارد (شاوردی شهرکی، ۱۳۹۱: ۱۳۱-۱۳۸).

۳. روش تحقیق

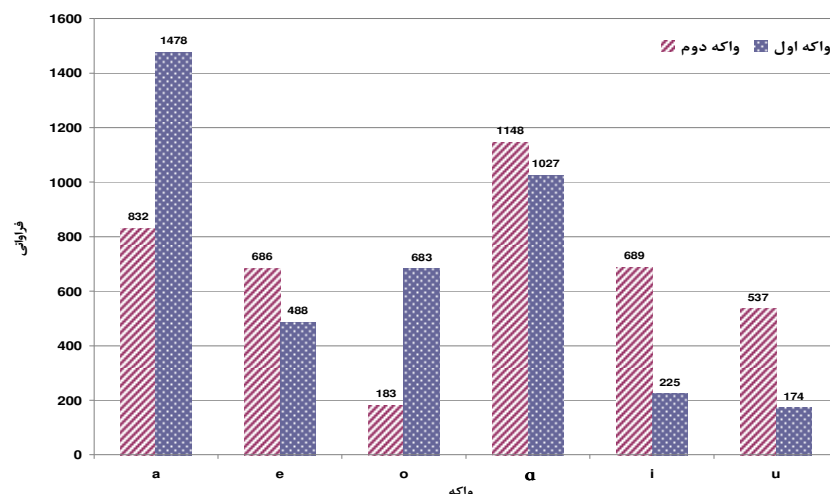
تحقیق حاضر را به‌شیوه پیکره‌بنیاد و با استفاده از دو فرهنگ لغت زبان فارسی، یعنی فرهنگ لغت مشیری (شامل ۴۰۰۰۰ واژه) و لغت‌نامه متوسط دهخدا (شامل ۶۰۰۰۰ واژه) انجام دادیم. برای گردآوری داده‌های این پژوهش، همه واژه‌های دارای ساختار هجایی (C)V.CVC(C) (مجموعاً ۴۰۷۵ داده) را استخراج و نوع (بسیط، مشتق، مرکب و مشتق-مرکب) و مقوله واژگانی هر واژه (اسم، فعل، صفت، قید و حرف) و همچنین واج‌آرایی آن را تعیین کردیم. در ادامه، بسامد هریک از شاخص‌های ذکرشده در سؤالات تحقیق را محاسبه نمودیم. گفتنی است که از آنجا که هر هجای زبان فارسی ضرورتاً آغازهای دارد که یک عنصر همخوانی جایگاه آن را پر می‌کند، در مواردی که تکواژ یا کلمه-ای در زبان فارسی با واکه آغاز شود، این جایگاه آغاز تهی با یک انسداد چاکنایی پر می‌شود. به‌منظور تمایز بین همخوان انسداد چاکنایی زیرساختی از روساختی، همخوان انسداد چاکنایی حاصل از درج در آغاز واژه را درون پرانتز قرار دادیم.

۴. نتایج حاصل از تحلیل آماری داده‌ها

در این بخش، می‌کوشیم که با توصیف و محاسبه آماری شاخص‌های موردنظر، تحلیلی درست از واژه‌هایی با ساختار هجایی (C)V.CVC(C) در زبان فارسی ارائه کنیم.

۴-۱. هسته هجا

برای پاسخگویی به این سؤال که آیا رابطه معناداری بین هسته دو هجای متوالی کلماتی با ساختار (C)V₁.CV₂C(C) وجود دارد یا نه، ابتدا نوع هسته هر هجا را مشخص و سپس فراوانی هر واکه در هریک از دو جایگاه هسته، یعنی V₁ و V₂ را محاسبه کردیم (شکل ۱).



شکل ۱ فراوانی حضور واکه‌های شش‌گانه زبان فارسی در جایگاه V_1 و V_2 واژه‌هایی با ساختار هجایی $(C)V_1.CV_2C(C)$

در رابطه با جایگاه اول (V_1)، آمار موجود در شکل ۱ نشان می‌دهد که فراوانی حضور واکه‌های شش‌گانه در کلماتی با آرایش هجایی $(C)V_1.CV_2C(C)$ به شرح زیر است:

$$a > a > o > e > i > u$$

این پیوستار به‌خوبی نشان می‌دهد که در جایگاه اول این نوع ساختار هجایی، واکه‌های کوتاه نسبت به جفت کشیده خود، ارجحیت دارند. از طرفی، اگر از دیدگاه رسایی به پیوستار فوق بپردازیم، نتیجه زیر به دست می‌آید:

(درمورد واکه‌های کوتاه): واکه‌های افتاده < واکه‌های میانی

(درمورد واکه‌های کشیده): واکه‌های افتاده < واکه‌های افراشته

این اولویت‌بندی کاملاً بر مقیاس رسایی منطبق است. براساس مقیاس رسایی، واکه‌های افتاده با عدد رسایی ۱۰ رساترین واحدهای زبانی هستند و واکه‌های میانی و افراشته به ترتیب با عدد رسایی ۹ و ۸ در مرتبه‌های بعدی قرار دارند.

اما در رابطه با جایگاه دوم، به نظر می‌رسد که قضیه کمی فرق می‌کند. شکل ۱ به‌خوبی نشان می‌دهد که فراوانی حضور واکه‌ها در جایگاه دوم (V_2) به شکل زیر است:

$$a > a > i, e > u > o$$

این توالی نشان می‌دهد که به‌طور کلی، در آرایش هجایی $(C)V_1.CV_2C(C)$ ، واکه‌های کشیده نسبت به واکه‌های کوتاه متناظر خود، در جایگاه دوم حضور پررنگ‌تری دارند. همچنین، از نظر

رسایی، اولویت‌بندی زیر مشاهده می‌شود:

(درمورد واکه‌های کوتاه): واکه‌های افتاده < واکه‌های میانی

(درمورد واکه‌های کشیده): واکه‌های افتاده < واکه‌های افراشته

همان‌طور که گفتیم، این اولویت‌بندی کاملاً بر مقیاس رسایی منطبق است.

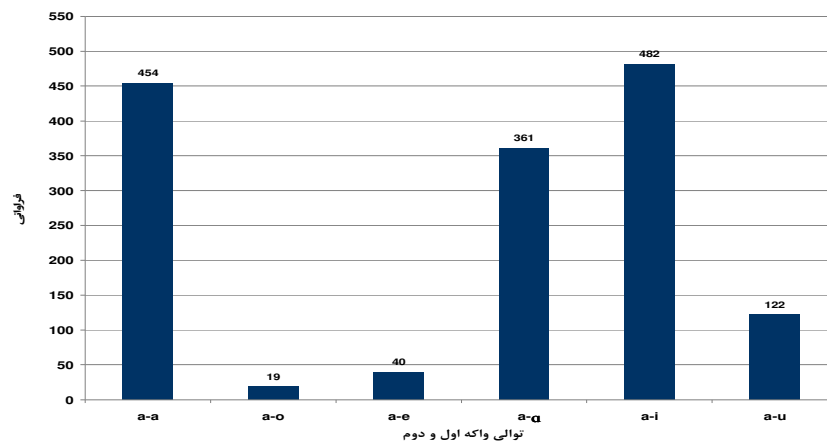
پس به‌طور خلاصه می‌توان گفت: الف. در ساختار هجایی $CV_1.CV_2C$ (C)، واکه‌های کوتاه بیشتر تمایل دارند که در جایگاه اول حاضر شوند؛ درحالی که واکه‌های کشیده بیشتر به سمت جایگاه دوم گرایش دارند و ب. در هر دو جایگاه V_1 و V_2 ، میزان رسایی نقش برجسته‌ای در انتخاب واحد زبانی دارد؛ یعنی واکه‌های رساتر در اولویت هستند.

۲-۴. توالی واکه‌ها

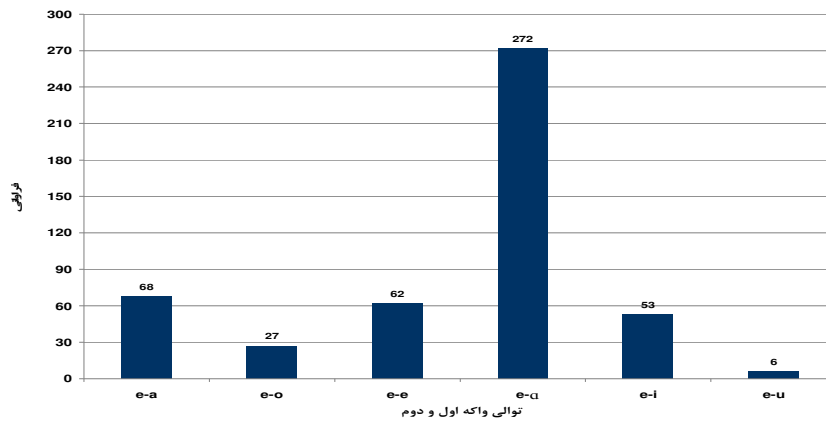
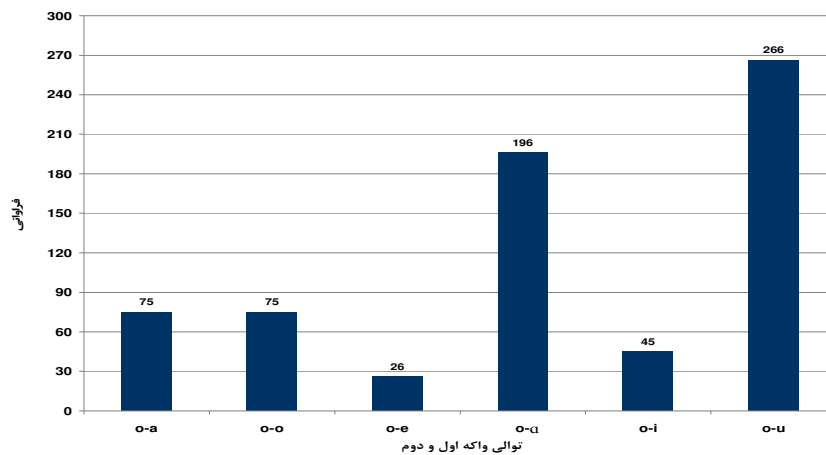
در این بخش، انواع توالی‌های ممکن V_1V_2 (شکل‌های ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷) تعیین و نسبت حضور واکه‌های مختلف با یکدیگر مقایسه می‌شود.

۲-۴-۱. توالی یک واکه کوتاه در جایگاه اول با واکه‌های دیگر

شکل‌های ۲، ۳ و ۴ فراوانی انواع توالی‌هایی را نشان می‌دهند که در آن‌ها، یک واکه کوتاه در جایگاه اول قرار گرفته است.



شکل ۲ فراوانی توالی $a-V_2$ در واژه‌هایی با ساختار هجایی $CV_1.CV_2C$ (C)


 شکل ۳ فراوانی توالی v_2 e- در واژه‌هایی با ساختار هجایی $(C)V_1.CV_2C$ (C)

 شکل ۴ فراوانی توالی v_2 o- در واژه‌هایی با ساختار هجایی $(C)V_1.CV_2C$ (C)

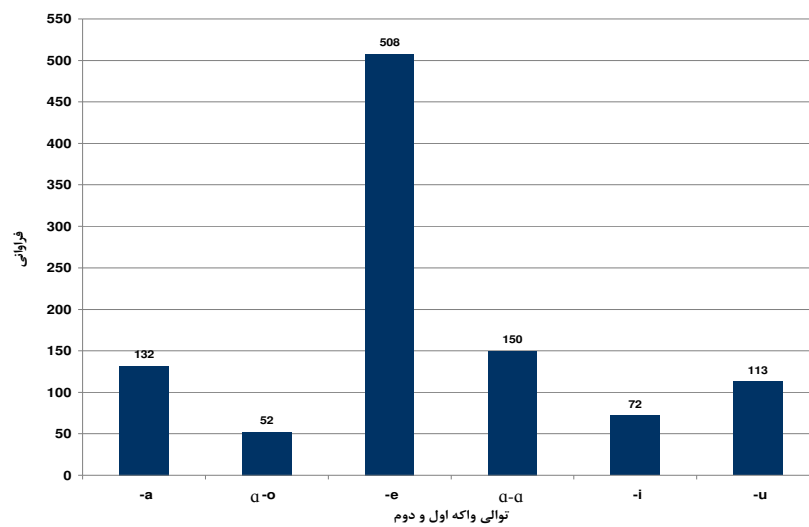
با بررسی داده‌هایی با توالی یک واکنه کوتاه در جایگاه V_1 ، نتایج زیر به دست می‌آید:

از مجموع ۴۰۷۵ داده موجود، در ۲۶۴۹ نمونه، شاهد حضور واکنه کوتاه در جایگاه اول هستیم که از این میان، ۸۵۶ مورد دارای توالی واکنه کوتاه-کوتاه و ۱۸۰۳ مورد دارای توالی واکنه کوتاه-کشیده هستند. بیشترین فراوانی به توالی **ai** (۴۸۲ مورد) و کمترین فراوانی به توالی **eu** (۶ مورد) مربوط است. در میان توالی‌های یکسان (۵۹۱ مورد)، توالی **aa** (۴۵۴ مورد) بیشترین و توالی **ee** (۶۲ مورد) کمترین میزان را به خود اختصاص می‌دهند. همچنین، مجموع ترکیبات واکنه کوتاه **a** (۱۴۷۸

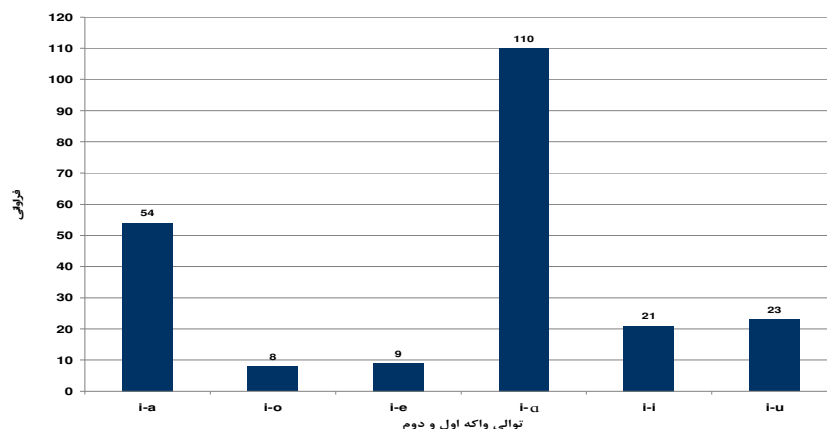
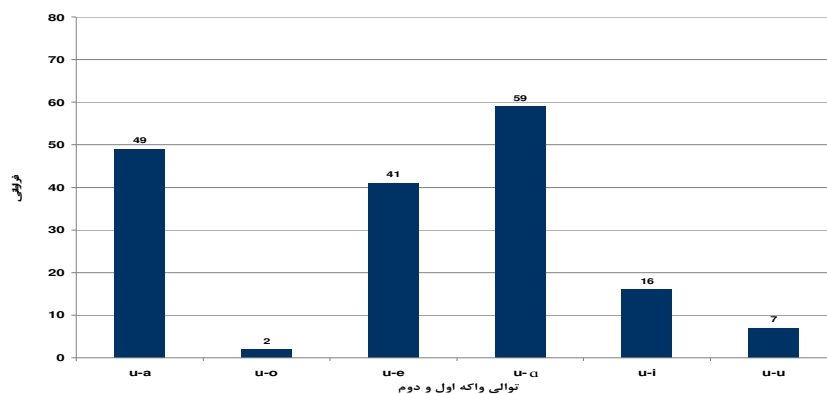
مورد) از مجموع ترکیبات واکه کوتاه e (۴۸۸ مورد) و واکه کوتاه o (۶۸۳ مورد) بیشتر است.

۲-۲-۴. توالی یک واکه کشیده در جایگاه اول با واکه‌های دیگر

شکل‌های ۵، ۶ و ۷ فراوانی انواع توالی‌هایی را نشان می‌دهند که در آن‌ها، یک واکه کشیده در جایگاه اول قرار گرفته است.



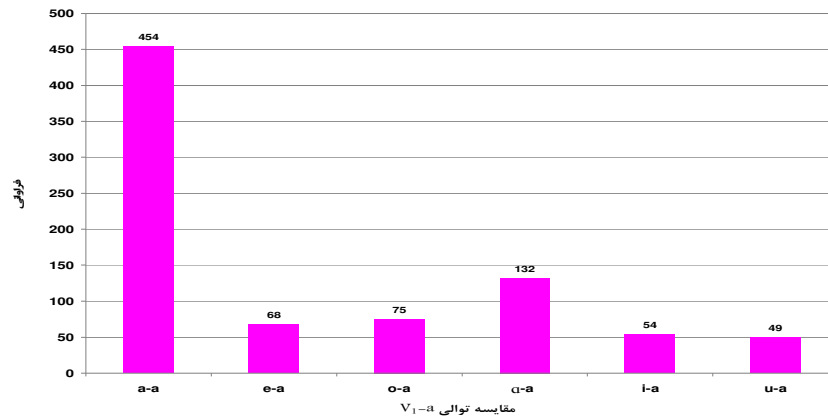
شکل ۵ فراوانی توالی $\alpha - \nu_2$ در واژه‌هایی با ساختار هجایی (C)V₁.CV₂CC(C)


 شکل ۶ فراوانی توالی $v_2 - i$ در واژه‌هایی با ساختار هجایی $(C)V_1.CV_2C$ (C)

 شکل ۷ فراوانی توالی $v_2 - u$ در واژه‌هایی با ساختار هجایی $(C)V_1.CV_2C$ (C)

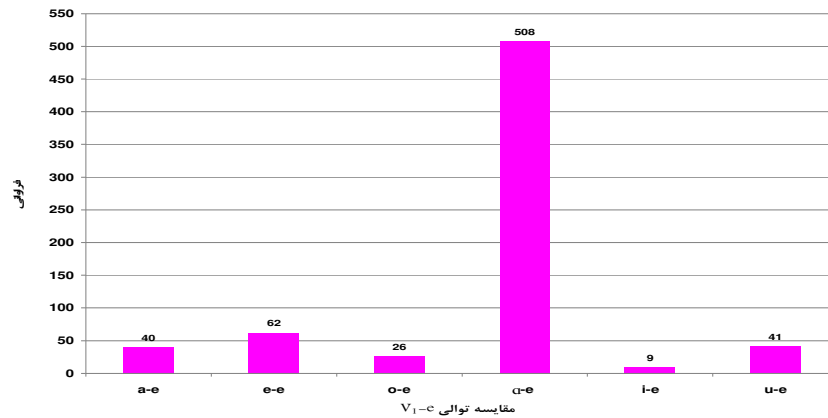
از مجموع ۴۰۷۵ داده موجود، در جایگاه اول ۱۴۲۷ نمونه واکنه کشیده قرار دارد که از این میان، ۸۵۵ مورد دارای توالی واکنه کشیده-کوتاه و ۵۷۲ مورد دارای توالی واکنه کشیده-کشیده هستند. بیشترین فراوانی به توالی ae (۵۰۸ مورد) و کمترین فراوانی به توالی uo (۲ مورد) مربوط است. در میان توالی‌های یکسان (۱۷۸ مورد)، توالی aa (۱۵۰ مورد) بیشترین و توالی uu (۷ مورد) کمترین میزان را به خود اختصاص می‌دهند. همچنین، مجموع ترکیبات واکنه کشیده a (۱۰۲۷ مورد) از مجموع ترکیبات واکنه کشیده i (۲۲۵ مورد) و واکنه کشیده u (۱۸۴ مورد) بیشتر است.

۳-۲-۴. توالی یک واکه در جایگاه اول با واکه کوتاه در جایگاه دوم

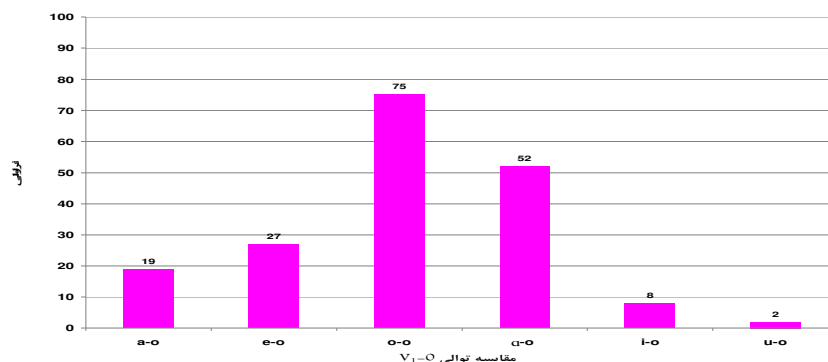
شکل‌های ۸، ۹ و ۱۰ توالی‌های واکه‌ای را نشان می‌دهند که عضو دوم آن‌ها را واکه کوتاه تشکیل می‌دهد.



شکل ۸ فراوانی توالی $v_1 - a$ در واژه‌هایی با ساختار هجایی (C) $V_1.CV_2C$



شکل ۹ فراوانی توالی $v_1 - e$ در واژه‌هایی با ساختار هجایی (C) $V_1.CV_2C$

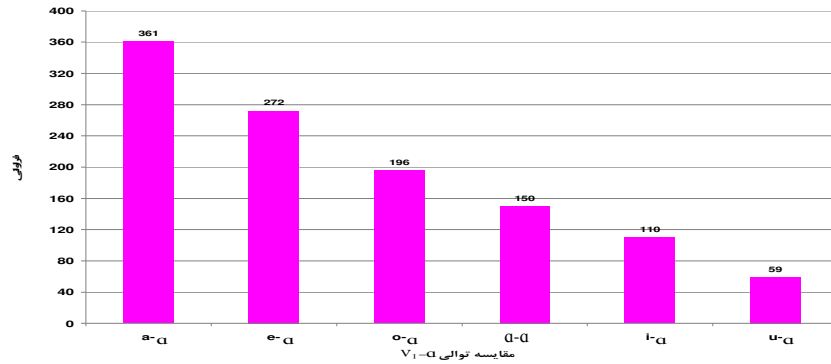
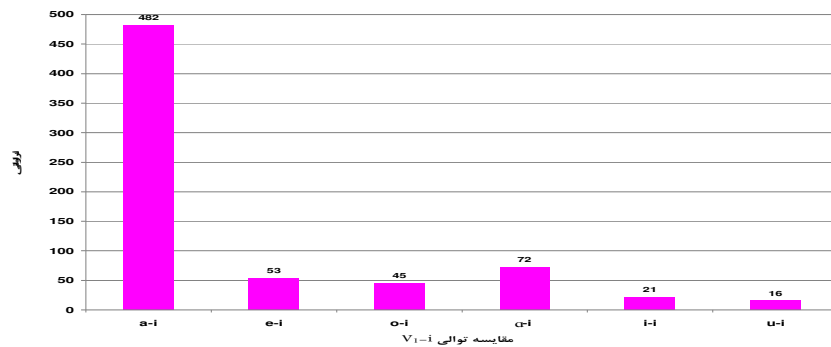
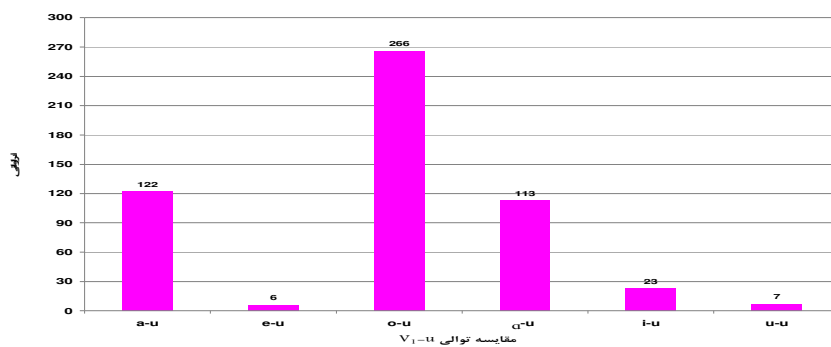


شکل ۱۰ فراوانی توالی V_1-O در واژه‌هایی با ساختار هجایی (C)V₁.CV₂C (C)

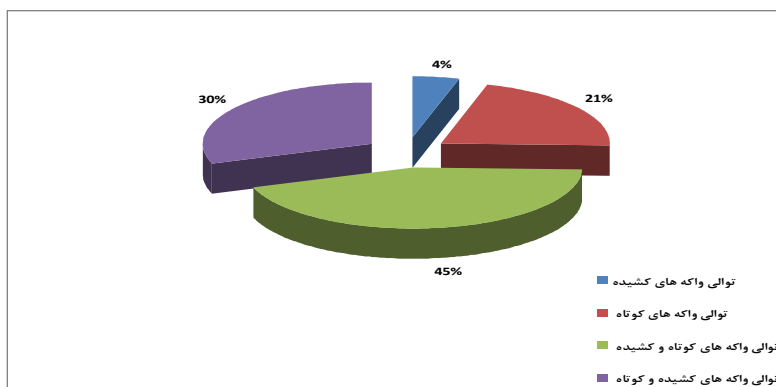
از مجموع ۴۰۷۵ داده موجود، در جایگاه دوم ۱۷۰۱ مورد واکه کوتاه دیده می‌شود که از این میان، ۸۵۵ مورد دارای توالی واکه کشیده-کوتاه و ۸۶۴ مورد دارای توالی واکه کوتاه-کوتاه هستند. بیشترین فراوانی به توالی **ae** (۵۰۸ مورد) و کمترین فراوانی به توالی **uo** (۲ مورد) مربوط است. در میان توالی‌های یکسان (۵۹۱ مورد)، توالی **aa** (۴۵۴ مورد) بیشترین و توالی **ee** (۶۲ مورد) کمترین میزان را به خود اختصاص می‌دهند. همچنین، مجموع ترکیبات واکه کوتاه **a** (۸۳۲ مورد) از ترکیبات واکه کوتاه **e** (۶۸۶ مورد) و واکه کوتاه **o** (۱۸۳ مورد) بیشتر است.

۴-۲-۴. توالی یک واکه در جایگاه اول با واکه کشیده در جایگاه دوم

شکل‌های ۱۱، ۱۲ و ۱۳ توالی‌های واکه‌ای را نشان می‌دهند که عضو دوم آن‌ها واکه کشیده است. از مجموع کل داده‌ها، در جایگاه دوم ۲۳۷۴ مورد واکه کشیده حاضر می‌شود که از این میان، ۱۸۰۳ مورد دارای توالی واکه کوتاه-کشیده و ۵۷۱ مورد دارای توالی واکه کشیده-کشیده هستند. بیشترین فراوانی به توالی **ai** (۴۸۲ مورد) و کمترین فراوانی به توالی **eu** (۶ مورد) مربوط است. در میان توالی‌های یکسان (۱۷۸ مورد)، توالی **aa** (۱۵۰ مورد) بیشترین و توالی **uu** (۷ مورد) کمترین میزان را به خود اختصاص می‌دهند. همچنین، مجموع ترکیبات واکه کشیده **a** (۱۳۲۶ مورد) از مجموع ترکیبات واکه کشیده **i** (۶۸۹ مورد) و واکه کشیده **u** (۵۳۷ مورد) بیشتر است.

شکل ۱۱ فراوانی توالی $V_1 - C$ در واژه‌هایی با ساختار هجایی $(C)V_1.CV_2C(C)$ شکل ۱۲ فراوانی توالی $V_1 - i$ در واژه‌هایی با ساختار هجایی $(C)V_1.CV_2C(C)$ شکل ۱۳ فراوانی توالی $V_1 - u$ در واژه‌هایی با ساختار هجایی $(C)V_1.CV_2C(C)$

به طور خلاصه، درصد فراوانی توالی‌های مختلف را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

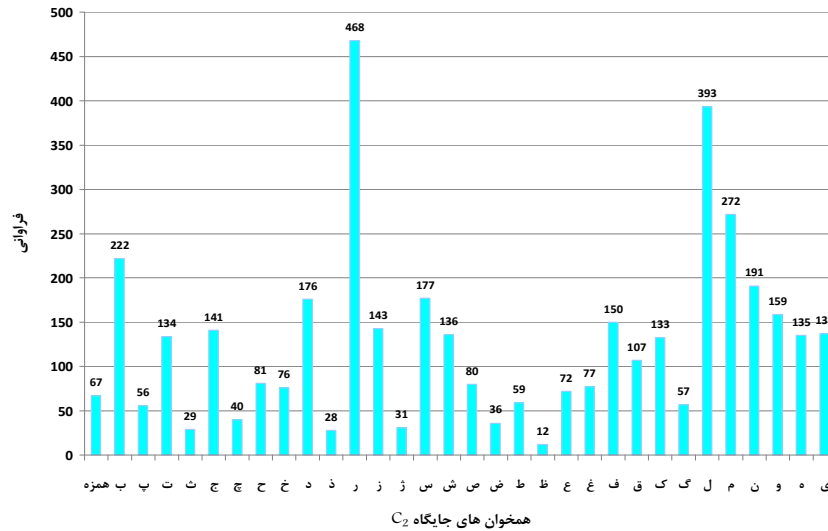


شکل ۱۴ درصد فراوانی توالی‌های مختلف واکه‌ای

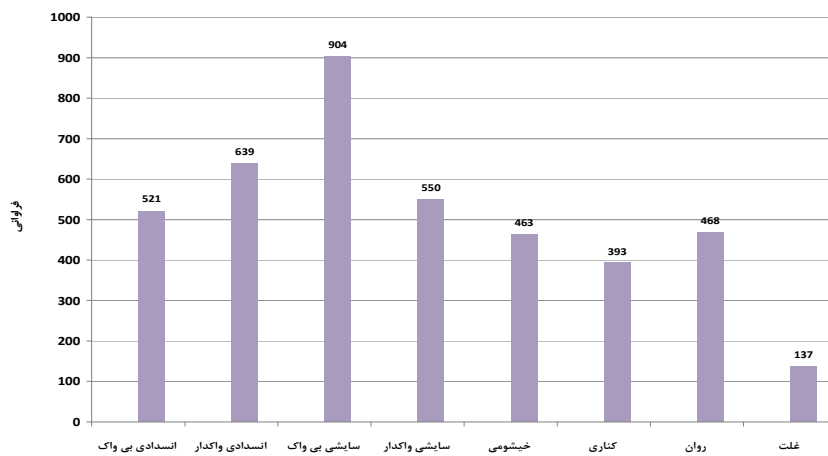
نتایج بررسی توالی واکه‌ها در شکل‌های ۲ تا ۱۳ به خوبی نشان می‌دهند که در توالی واکه‌ها، میزان رسایی اهمیت دارد؛ زیرا همان‌طور که مشاهده می‌شود، برای نمونه بیشترین فراوانی در توالی‌های یکسان زمانی دیده می‌شود که واکه دارای بالاترین میزان رسایی است. عکس این قضیه نیز صادق است و توالی دو واکه یکسان با کمترین میزان رسایی، کمترین فراوانی را دارند. همچنین، در توالی‌های ناهمسان، تعداد ترکیبات واکه **a** و **ā** از واکه‌های دیگر بیشتر است؛ بنابراین، واکه‌های رساتر در میدان رقابت برنده هستند.

۳-۴. همخوان‌های آغازۀ هجای دوم

اهمیت بررسی همخوان‌های آغازین هجای دوم در رابطه با تعیین عدد رسایی، در مرز دو هجا مشخص می‌شود. شکل ۱۵ فراوانی همخوان‌های مختلف در این جایگاه را نشان می‌دهد. شکل ۱۶ نیز این فراوانی را برحسب شیوۀ تولید همخوان‌ها نشان می‌دهد.



شکل ۱۵ فراوانی همخوان‌های مختلف در جایگاه آغازۀ هجای دوم



شکل ۱۶ فراوانی همخوان‌های مختلف در جایگاه آغازۀ هجای دوم براساس شیوۀ تولید

در شکل بالا، همخوان‌هایی با شیوۀ تولید سایشی بی‌واک و غلت‌ها، به ترتیب بیشترین و کمترین فراوانی را به خود اختصاص می‌دهند. با در دست داشتن این اطلاعات، میزان رسایی براساس الگوی

ارائه شده از سوی گوسکوا^{۱۹} (۲۰۰۴)، در مرز دو هجا مشخص می‌شود. گوسکوا معتقد است که در مرز دو هجا، به نظر می‌رسد که بهترین حالت موردی است که پایانه هجای اول رساترین و آغاز هجای بعدی کم‌رساترین واحد واجی باشد که در این صورت، قانون مجاورت هجا در حد اعلاى خود رعایت می‌شود. با توجه به اینکه رساترین همخوان‌ها غلت‌ها و کم‌رساترین آن‌ها انسدادی‌های بی‌واک هستند، می‌توان توالی بهینه زیر را برای همخوان‌های پایانه و آغاز در نظر گرفت:

همخوان پایانه

$w > r > l > n > z > d > s > t$

انسدادی بی‌واک > سایشی بی‌واک > انسدادی واکدار > سایشی واکدار > خیشومی > کناری

> روان > غلت

$v > ɸ > ɕ > ɥ > ɰ > ɹ > ʁ > ʷ$

همخوان آغاز

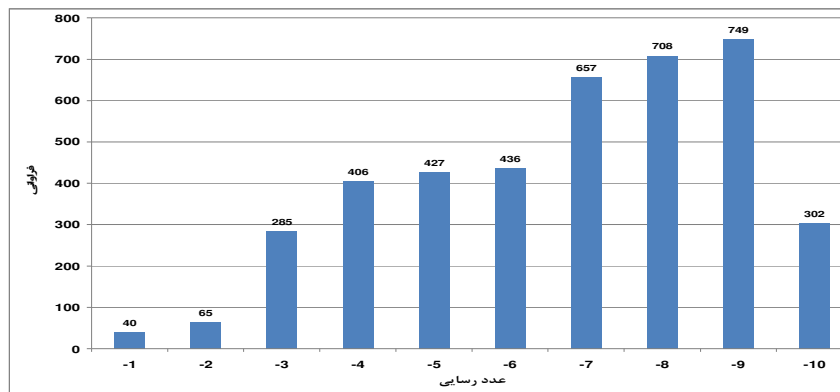
$t > s > d > z > n > l > r > w$

غلت > روان > کناری > خیشومی > سایشی واکدار > انسدادی واکدار > سایشی بی‌واک >

انسدادی بی‌واک

$ɔ < ɪ < ʏ < ɛ < ɜ < ɘ < ɚ < ɞ$

با توجه به آنچه گفتیم، عدد رسایی در مرز دو هجا در داده‌های موجود به شرح زیر است:



شکل ۱۷ میزان رسایی در مرز دو هجا

با توجه به نتایج ارائه شده در شکل ۱۷، گستره عدد رسایی در کلماتی با ساختار هجایی

(C)V.CVC (C) در محدوده (-۱) تا (-۱۰) تغییر می‌کند. این موضوع به‌خوبی نشان می‌دهد که در بیشتر موارد، قانون مجاورت هجا در بهینه‌ترین شکل ممکن خود برآورده شده است.

۴-۴. ساختار هجایی

بررسی داده‌های موجود نشان می‌دهد که از مجموع ۴۰۷۵ داده، ۲۸۶۲ داده دارای ساختار هجایی (C)V.CVC هستند و تنها ۲۱۳ مورد باقی‌مانده آرایش هجایی (C)V.CVCC را دارند. این موضوع به‌خوبی نشان می‌دهد که زبان فارسی بیشتر تمایل دارد که از هجای مطلوب و بهینه CVC در ساخت کلمات خود بهره‌بردارد و از هجای سنگین CVCC کمتر استفاده می‌کند. هجای CV یک هجای جهانی بی‌نشان است که در آن هجا فاقد پایانه است. افزوده شدن هرگونه همخوان به ساختار CV باعث نشان‌داری آن می‌شود؛ بنابراین، از بین گزینه‌های مختلف، هجایی مطلوب‌تر است که کمتر از صورت هجای جهانی تخطی کند.

۴-۵. مقوله واژگانی

اهمیت بررسی مقوله واژگانی داده‌های موجود در راستای پاسخگویی به این پرسش مطرح می‌شود که آیا رابطه معناداری بین ساختار و آرایش هجایی یک واژه و مقوله واژگانی آن وجود دارد؛ به سخن دیگر، آیا اطلاعات مرتبط با ساختار هجایی یک واژه می‌تواند به‌عنوان معیاری در تشخیص نوع مقوله واژه به‌کار رود. نتایج حاصل از بررسی داده‌های این تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ فراوانی انواع واژه از نظر مقوله واژگانی

مقوله واژگانی کلمه	فراوانی
اسم	۳۰۷۶
فعل	۰
صفت	۹۳۷
قید	۳۹
حرف	۴
صوت	۴
وند	۱

در جدول بالا، مقوله اسم بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده‌است؛ درحالی که فراوانی

مقوله فعل در این میان صفر است. همچنین، به دلیل تعداد اندک حرف، صوت و وند، می توان آن‌ها را در مجموع نادیده گرفت و ادعا کرد که این نوع ساختار هجایی در فارسی بیشتر با اسم و صفت مرتبط است.

۴-۶. ساختمان واژه

واژه‌های زبان فارسی از نظر ساختمانی، به واژه‌های بسیط، مشتق، مرکب و مشتق-مرکب تقسیم می‌شوند. در اینجا این سؤال مطرح می‌شود که آیا می‌توان بین ساختار هجایی واژه و ساختمان یا نوع واژه، رابطه‌ای برقرار کرد. برای پاسخ به این پرسش، همه داده‌های این تحقیق را از نظر ساختمانی بررسی کردیم. نتایج تحلیل داده‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. در این میان، واژه‌های بسیط بیشترین میزان را به خود اختصاص دادند. نکته مهم این است که در بین داده‌هایی با ساختار هجایی موردنظر، هیچ واژه مشتق-مرکبی یافت نشد؛ زیرا در ساختمان واژه‌های مشتق-مرکب، حداقل وجود دو ستاک به همراه یک وند اشتقاقی ضروری است و هریک از این تک‌واژه‌ها حداقل از یک هجا تشکیل شده است که در مجموع دست‌کم باید دارای سه هجا باشد. با توجه به این نتایج، شاید بتوان ادعا کرد که با بررسی انواع ساختارهای هجایی ممکن در هر زبان، رابطه بین دو عامل کشف می‌شود. البته دستیابی به چنین نتیجه‌ای مستلزم مطالعه دقیق و همه‌جانبه داده‌های یک زبان است.

جدول ۲ فراوانی انواع واژه از نظر ساختمان

فراوانی	ساختمان واژه
۳۷۹۳	بسیط
۲۱۶	مشتق
۶۷	مرکب
۰	مشتق-مرکب

در مجموع، با مقایسه جدول ۱ و ۲ می‌توان ادعا کرد که واژه‌هایی با ویژگی اسم بسیط بیشترین سهم را در میان واژه‌هایی با ساختار هجایی (C)V.CVC(C) به خود اختصاص می‌دهند؛ در حالی که سهم کلماتی با ویژگی ساختمانی مشتق-مرکب و مقوله فعل در این میان صفر است.

۷-۴. ویژگی خوشه پایانی

همان‌طور که گفتیم، از مجموع ۴۰۷۵ داده، تنها ۲۱۳ داده دارای آرایش هجایی CVCC.V (C) هستند. از نظر ریشه‌شناختی، برخلاف واژه‌هایی با ساختار CVC.V (C) که اکثراً عربی هستند و سهم کلمات فارسی در آن‌ها اندک است، اکثر این واژه‌ها کلمات فارسی هستند؛ ولی وام‌واژه‌هایی از زبان‌های عربی، فرانسوی، انگلیسی و یونانی نیز در آن‌ها دیده می‌شود. نتایج تحقیق علم‌الهدی نیز این موضوع را تأیید می‌کند (Alamolhoda, 2000: 195). در این داده‌ها، خوشه دوهمخوانی در درون یک هجا و در انتهای واژه حضور دارد. درمورد خوشه‌های درون‌هجایی، حداکثر محدودیت تولیدی اعمال می‌شود و در نتیجه، تعداد و تنوع خوشه‌ها کاهش می‌یابد. به این ترتیب، به‌نظر می‌رسد که برای ارزیابی جامع کلماتی با این نوع ساختار هجایی، تحلیل و توصیف ویژگی خوشه پایانی داده‌های موجود ضروری است؛ بنابراین، در این قسمت ویژگی‌های خوشه‌های مذکور را شرح می‌دهیم:

الف. از مجموع ۲۱۳ واژه، تنها در ۳۲ نمونه، واکه هسته (واکه دوم) کشیده است؛ به سخن دیگر، مجموع داده‌هایی با واکه کوتاه ۷ برابر داده‌هایی با واکه کشیده است (جدول ۳).

جدول ۳ فراوانی انواع واکه در جایگاه هسته هجای دوم

نوع واکه دوم	a	E	o	ɑ	i	u
فراوانی	۱۲۹	۳۳	۱۹	۲۰	۹	۳

ب. در ۲۱۳ داده مورد بررسی، مجموعاً ۵۱ خوشه زبانی تشخیص داده شد که از نظر میزان فراوانی، با یکدیگر متفاوت هستند. تنوع این خوشه‌های دوهمخوانی به‌همراه فراوانی کلی آن‌ها و همچنین فراوانی هر خوشه با در نظر گرفتن واکه هسته، در جدول ۴ نشان داده شده است. آمارها نشان می‌دهند که چهار خوشه $st < nd < nj$ ، به ترتیب بیشترین میزان فراوانی را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین، بیشترین میزان ترکیب این خوشه‌ها با واکه کوتاه و پیشین a است.

جدول ۴ تنوع و فراوانی خوشه‌های همخوانی در کلماتی با ساختار هجایی (C)V.CVCC

	nn	nd	ndj	ndst	nnk	nn3	nnb	mm	rr	rrm	rrn	rrs	rrt	rrv	rrx	rrz	rrd	rrf	rrg	rrh	rrj	rrk	rrl	rrm	rrn	rrp	rrr	rrs	rrt	rrv	rrx	rrz	rrd	rrf	rrg	rrh	rrj	rrk	rrl	rrm	rrn	rrp	rrr	rrs	rrt	rrv	rrx	rrz										
a	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲					
ā	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱			
e	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳				
o	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱		
d	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴			
i	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳			
u	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
=	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
∑	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	

با مقایسهٔ تنوع خوشه‌های همخوانی بالا با خوشه‌های موجود در کلمات بسیط تک‌هجایی با آرایش هجایی CVCC نتایج جالبی به دست می‌آید. علم‌الهدی در بررسی ۷۷۲ واژهٔ بسیط تک‌هجایی با آرایش CVCC (Alamothoda, 2000: 234)، ۲۰۹ خوشهٔ همخوانی متمایز را تشخیص داد؛ در حالی که تعداد این خوشه‌ها در کلمات دوهجایی با ساختار هجایی (C)V.CVCC به ۵۱ خوشهٔ متفاوت تقلیل یافت (چیزی حدود یک‌چهارم). در این میان، تنها دو خوشهٔ همخوانی $fd\check{g}$ و nZ که در کلمات دوهجایی وجود داشت، در کلمات تک‌هجایی دیده نشد. گفتنی است که این دو خوشه در دو کلمهٔ قرضی (فلنژ) و مهجور (کلفج) یافت شد. این موضوع به‌خوبی نشان می‌دهد که تنوع خوشه‌های

همخوانی در کلمات دوهجایی زیرمجموعه خوشه‌های همخوانی کلمات تک‌هجایی است. تنوع و فراوانی خوشه‌های همخوانی از نظر محل تولید و شیوه تولید در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵ تنوع و فراوانی خوشه‌های همخوانی از نظر شیوه تولید در کلمات دوهجایی با ساختار V.CVCC (C)

شیوه تولید	فراوانی	شیوه تولید	فراوانی	شیوه تولید	فراوانی
nasal + affricates	۱	fricatives + stop	۱۰	stop + liquid	۲
nasal + stop	۵	fricatives + fricatives	۳	stop + liquid(l)	۱
nasal + nasal	۱	fricatives + affricates	۲	stop + fricatives	۱
nasal + fricatives	۳	fricatives + nasal	۳	stop + Stop	۲
liquid + stop	۳	fricatives + liquid(l)	۲	glide + stop	۲
liquid + nasal	۱	fricatives + liquid	۱	glide + nasal	۱
liquid + fricatives	۵	glide + liquid	۱	glide + liquid(l)	۱

نتایج بررسی داده‌ها از منظر رعایت اصل توالی رسایی در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۶ میزان رسایی خوشه پایانی

میزان رسایی	فراوانی خوشه
کاهش میزان رسایی	۱۹۱
افزایش میزان رسایی	۱۷
میزان رسایی یکسان	۵
مجموع	۲۱۳

نکته مهم این است که از مجموع ۲۱۳ داده، به جز ۱۷ مورد، در بقیه موارد اصل توالی رسایی رعایت شده است. با بررسی دقیق‌تر موارد نقض به‌خوبی مشخص می‌شود که این کلمات یکی از ویژگی‌های زیر را دارند:

- الف. کلمه موردنظر یک وام‌واژه است؛ مانند فاشیسم، کالیبر، فلوکس، زیراکس و تلکس.
 - ب. کلمه موردنظر یک واژه مشتق پیشوندی است که از ترکیب یک پیشوند فارسی یا عربی با یک واژه عربی یا فارسی ساخته شده است؛ مانند بی‌رحم، نااهل، نااصل، ناشکر، نجسب، ماقبل و مابعد.
 - ج. کلمه موردنظر به دوره فارسی باستان یا پهلوی مربوط است که از نظر ساختار هجایی، با فارسی امروز متفاوت است؛ مانند سپهر و ستبر.
- اگر نتیجه به‌دست‌آمده بالا را با نتایج پژوهشی که علم‌الهدی در رابطه با کلمات بسیط با آرایش

CVCC انجام داده مقایسه کنیم، به نتایج جالبتری دست می‌یابیم. مطالعات علم‌الهدی نشان می‌دهد که از مجموع ۲۰۹ واژه بسیط با ساختار هجایی CVCC، در ۹۳ مورد کاهش رسایی و در ۷۸ مورد افزایش میزان رسایی دیده می‌شود و در ۳۸ مورد باقی‌مانده، میزان رسایی یکسان است (Alamolhoda, 2000: 185)؛ به سخن دیگر، با اینکه این کلمات الزاماً اصل توالی رسایی را رعایت نمی‌کنند، نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که در کلمات بسیط دوهجایی با آرایش ساختاری CVCC (C)، در تمام حالت‌ها (چه واکه کوتاه باشد و چه واکه کشیده باشد) اصل توالی رسایی رعایت می‌شود.

د. محاسبه عدد رسایی همخوان‌های خوشه نشان می‌دهد که دامنه عدد رسایی بین عدد ۰ تا ۷- تغییر می‌کند؛ اما در کلماتی که اصل توالی رسایی را نقض می‌کنند، این دامنه بین عدد ۱+ تا ۶+ متغیر است (جدول ۷).

جدول ۷ دامنه عدد رسایی و فراوانی آن در خوشه پایانی کلماتی با ساختار هجایی CVCC (C)

عدد رسایی	-۷	-۶	-۵	-۴	-۳	-۲	-۱	۰	+۱	+۲	+۳	+۴	+۵	+۶
فراوانی	۱	۲	۶	۱۳	۱۲	۷۵	۷۹	۵	۸	۲	۴	۴	۱	۱

۵. نتیجه‌گیری

نتایج بررسی ۴۰۷۵ داده با ساختار هجایی CVCC (C)، به‌طور کلی بیان می‌کنند که این نوع ساختار هجایی در فارسی معمولاً با اسم و صفت مرتبط است. در این ساختار هجایی، واکه‌های کوتاه بیشتر تمایل دارند که در جایگاه اول حاضر شوند؛ درحالی که واکه‌های کشیده بیشتر به جایگاه دوم گرایش دارند. در هر دو جایگاه، میزان رسایی نقش برجسته‌ای در انتخاب واحد زبانی دارد؛ یعنی واکه‌های رساتر در اولویت هستند و بسامد بیشتری دارند. همچنین، تنها حدود پنج درصد از مجموع داده‌ها آرایش هجایی CVCC (C) دارند که این موضوع به‌خوبی نشان می‌دهد که زبان فارسی بیشتر تمایل دارد که از هجای مطلوب و بهینه دومی‌رای در ساخت کلمات خود بهره ببرد. در کلمات بسیط دوهجایی با آرایش ساختاری CVCC (C)، در همه حالت‌ها (چه واکه کوتاه باشد و چه واکه کشیده باشد)، اصل توالی رسایی رعایت می‌شود و طیف رسایی بین عدد ۰ تا ۷- تغییر می‌کند. بررسی تنوع خوشه‌های همخوانی نیز نشان می‌دهد که خوشه‌های همخوانی در کلمات دوهجایی با ساختار CVCC (C) زیرمجموعه خوشه‌های همخوانی کلمات تک‌هجایی با آرایش CVCC هستند.

۶. پی‌نوشت‌ها

1. sonority hierarchy principle
2. sonority sequencing principle
3. Sievers
4. Jespersen
5. Harris
6. the minimum sonority principle
7. Murray
8. Vennemann
9. syllable contact law
10. Kramsky
11. a study in phonology of Persian
12. analysis of Persian monosyllables
13. Nye
14. the phonemes and morphemes of modern Persian
15. Paper
16. Scott
17. O'Connor
18. Trim
19. Gouskova

۷. منابع

- بی‌جن‌خان، محمود (۱۳۸۴). *واج‌شناسی نظریه بهیگی*. تهران: سمت.
- ثمره، ی‌الله (۱۳۵۰). «ساختمان واجی وند در فارسی تهران». *مجله دانشکده ادبیات دانشگاه تهران*. د ۲. ش ۷۷. صص ۲۹-۳۸.
- ----- (۱۳۶۴). *آواشناسی زبان فارسی: آواها و ساخت آوایی هجا*. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- دهخدا، علی‌اکبر (۱۳۸۶). *فرهنگ متوسط دهخدا*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- کرد زعفرانلو کامبوزیا، عالیه و رضا خیرآبادی (۱۳۹۱). «بررسی رابطه ساخت هجایی با میزان زیایی وندهای اشتقاقی فعل‌افزای زبان فارسی». *پژوهش‌های زبان و ادبیات تطبیقی (جستارهای زبانی)*. د ۳. ش ۳. صص ۱۴۳-۱۵۶.
- کرد زعفرانلو کامبوزیا، عالیه و بهرام هادیان (۱۳۸۸). «طبقات طبیعی در واکه‌های زبان فارسی». *پژوهش زبان و ادب فارسی*. ش ۱۵. صص ۱۱۷-۱۴۴.
- شاوردی شهرکی، فاطمه (۱۳۹۱). *بررسی واج‌آرایی واژه‌های مشتق و مرکب زبان فارسی*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زبان‌شناسی همگانی. دانشگاه تربیت مدرس. دانشکده علوم انسانی.
- مشیری، مهشید (۱۳۸۴). *فرهنگ الفبایی-قیاسی زبان فارسی*. تهران: سروش.
- نجفی، ابوالحسن (۱۳۷۵). *مبانی زبان فارسی*. تهران: نیلوفر.



References:

- Alamolhoda, S.M. (2000). *Phonostatics and Phonotactics of the Syllable in Modern Persian*. Helsinki: The Finnish Oriental Society.
- Bijankhan, M. (2005). *Phonology: Optimality Approach*. Tehran: SAMT [In Persian].
- Dekhoda, A.A. (2006). *Dekhoda Dictionary*. Tehran: Tehran University Press [In Persian].
- Gouskova, M. (2004). "Relational hierarchies in Optimality Theory: the case of syllable contact". *Phonology*. 21. pp 201-205.
- Jazayery, M.A. & H. Paper (1961). *A Reference Grammar of Modern PERSIAN*. Unpublished: University of Michigan.
- Jespersen, O. (1904). *Lehrbuch der Phonetik*. Leipzig / Berlin: B.G. Teubner.
- Kord-e Zafaranlu Kambuziya, A. & B. Hadian (2010). "Natural classes in Persian vowels". *Persian Literature and Language Research*. 15. Pp. 117-144 [In Persian].
- -----, & M. Zolfaghari Serish (2006). "Sonority hierarchy principle in CVCC syllable of Persian". *Humanities*. 13(1). pp 107-122.
- -----, & R. Kheirabadi (2012). "The impact of syllable structure on the productivity of verbal derivational suffixes in Persian". *Comparative Language & Literature Research (Language Related Research)*. 3 (11).Pp. 143-156 [In Persian].
- Kramsky, J. (1939). "A study in the phonology of Persian". *Archiv Orienta'lni'*. Vol. 11-12. pp 66-83.
- Majidi, M. R. (1986). *Strukturelle Grammatic des Neupersischen, I: Phonologie*. Hamburg: Helmut Buske Verlag.
- Moshiri, M. (2004). *Persian Dictionary (Alphabetical & Analogical)*. 5th ed. Tehran: Soroush.[In Persian].
- Murray, R.TW. & T. Venemann (1983). "Sound change and syllable structure in Germanic phonology". *Language*. 59. pp 514-528.
- Najafi, A. (1996). *Mabani-ye Zabane Farsi*. Tehran: Nilufar Publication [In Persian].
- Nye, G. E. (1954). *The Phonemes and Morphemes of Modern Persian*. Ph.D. Dissertation. University of Michigan.
- Samareh, Y. (1977). *The Arrangement of Segmental Phonemes in Farsi*. Tehran: Tehran University Press.[In Persian]

- Samareh, Y. (1985). *Avashenasi-ye Zaban-e Farsi*. Tehran: Tehran University Press.[In Persian]
- Scott, C.T. (1964). "Syllable structure in Persian". *Anthropological Linguistics*. 6. pp 27-30.
- Shaverdi Shahraki, F. (2013). *Phonotactics of Persian Complex and Compound Words*. M.A Dissertation. Tarbiat Modares University [In Persian]
- Sievers, E. (1881). *Grundz ge der Phonetik*. Leipzig: Breitkopf and Hartel.