



واکه‌های مرکب در زبان فارسی: یک بررسی صوت‌شناختی

گلناز مدرسی قوامی^۱

چکیده

واکه‌ها در بافت همخوانی به لحاظ صوت‌شناختی از دو جزء اصلی هدف (بسامد ثابت سازه‌ها) و گذر سازه‌ای (تغییر بسامد سازه‌ها) تشکیل می‌شوند که به ترتیب نماینده وضعیت ثابت مجرای گفتار در تولید واکه و تغییر وضعیت آن در حرکت از/ به همخوان هستند. این دو جزء در واکه‌های ساده و مرکب دیده می‌شوند، اما واکه‌های مرکب پیچیدگی درونی بیشتری دارند و بر اساس الگوی تغییرات بسامدی سازه‌ها به انواعی تقسیم می‌شوند. هدف پژوهش حاضر مشخص کردن اجزاء تشکیل دهنده واکه‌های مرکب و تقسیم‌بندی آنها بر اساس این اجزاء بود. بدین منظور، واکه‌های مرکب زبان فارسی در هجای باز تکیه‌بر در گفتار ۱۴ زن و مرد فارسی‌زبان به شیوه لهیسته و پیترسون (۱۹۶۱) بررسی شدند. نتایج نشان داد که می‌توان واکه‌های مرکب فارسی را بر اساس تغییرات بسامدی سازه‌ها به دو گروه تک هدفه و دو هدفه تقسیم کرد. تنها این گروه آخر را می‌توان واکه دوگانه نامید.

کلیدواژه‌ها: واکه مرکب، واکه دوگانه، هدف، گذر سازه‌ای، غلت.

مقدمه

واک‌ها را می‌توان در یک تقسیم‌بندی اولیه به دو گروه ساده (Simple) و پیچیده یا مرکب (Complex) تقسیم کرد. در تولید واک‌های ساده مجرای گفتار در وضعیت تولید یک واکه است، در حالی که در تولید واک‌های مرکب از وضعیتی به وضعیت دیگر تغییر شکل می‌دهد. واک‌های مرکب به نوبه خود بسته به اینکه در تولید آنها مجرای گفتار یک یا دو بار تغییر شکل دهد به ترتیب به دو گروه واکه مرکب دوگانه (Diphthong) و واکه مرکب سه‌گانه (Triphthong) تقسیم می‌شوند. وضعیت مجرای گفتار در تولید واک‌ها به لحاظ صوت‌شناختی (Acoustic) براساس بسامد سازه‌ها (Formant Frequency) در طیف‌نگاشت (Spectrogram) قابل تشخیص است. در طیف‌نگاشت واک‌های ساده، بسامد سازه‌ها در مدت زمان خاصی ثابت است، اما در واک‌های مرکب دچار تغییر می‌شود. پژوهش‌های صورت‌گرفته در حوزه ویژگی‌های صوت‌شناختی واک‌های مرکب در زبان انگلیسی نشان داده است که می‌توان این واک‌ها را با در نظر گرفتن تغییرات بسامدی سازه‌های آنها به انواعی تقسیم کرد. در مقاله حاضر ابتدا مروری خواهیم داشت بر محدود آثاری که در زبان فارسی به ویژگی‌های صوت‌شناختی واک‌های مرکب پرداخته‌اند. سپس به شیوه کار رفته در اثر لیهیسته و پیترسون (I. Lehiste & G.E. Peterson, 1961) برای اندازه‌گیری و تعیین انواع واک‌های مرکب خواهیم پرداخت تا با استفاده از آن ویژگی‌های صوت‌شناختی واک‌های مرکب و انواع آنها را در زبان فارسی مشخص کنیم.

پیشینه بررسی ویژگی‌های صوت‌شناختی واک‌های مرکب در زبان فارسی

منابعی که به بحث واک‌های مرکب فارسی از دیدگاه واجی پرداخته و استدلال کرده‌اند که به لحاظ واج‌شناختی در این زبان واکه مرکب مشاهده نمی‌شود، متعدّدند، اما بررسی صوت‌شناختی واک‌های مرکب تنها در چند اثر انگشت‌شمار دیده می‌شود. شاید دلیل نپرداختن به این موضوع این باشد که محققان بنا به دلایل واجی جزء دوم واک‌های مرکب را یک همخوان تلقی کرده‌اند و بحث ویژگی‌های صوت‌شناختی آن را جدا از بحث واکه بررسی نموده‌اند (ن.ک. سپنتا، ۱۳۷۷؛ بی‌جن‌خان، ۱۳۹۲ و علیزاده و حسینی بالام، ۱۳۹۲). حال آنکه حق‌شناس (۱۳۵۶: ۷۶) در بحث تفاوت واکه و همخوان در آواشناسی و واج‌شناسی با مطرح کردن دو مثال [meil] و [mouz] گفته است: «... عناصر [i] و [u] در این دو واژه از نظر تولید و طبیعت آوایی طوری هستند که در چارچوب ضوابط آواشناسی بدون شک در شمار واکه‌ها قرار می‌گیرند، زیرا جوهر آوایی هر دو واکه است و این جوهر آوایی در عبور اندام‌های گویایی در هر دو مورد با آوای تازه‌ای آمیخته نمی‌شود...». یارمحمدی (۱۳۶۴: ۱۱۷) نیز بر این باور است که جزء دوم واک‌های دوگانه یعنی i یا y و u یا w «... دارای همه ویژگی‌های تولید یک واکه است، بدین معنی که در هنگام تولید آنها هیچ‌گونه گرفتگی یا تنگی که موجب سایش شود در دستگاه گفتار وجود ندارد و در ضمن تولید هر دو آوا همراه با ارتعاش تارآواها و نتیجتاً ایجاد واک می‌باشد. بنابراین دو آوای مورد بحث را از دیدگاه آواشناسی می‌توان واکه به حساب آورد و بدین ترتیب هر یک از مجموعه‌های دوصدایی ... را بر طبق تعریف واکه مرکب - حرکت پیوسته اندام‌های

گفتار از یک واکه به سوی واکه دیگر - می‌توان واکه مرکب دانست». همچنین ثمره (۱۳۷۸: ۹۶-۹۷) جزء دوم واکه‌های دوگانه را (که در ۵ مورد y/i و در یک مورد w/u است) به این دلیل که دارای کلیه ویژگی‌های یک واکه است، یعنی در هنگام تولید آن هیچ‌گونه گرفتگی و یا تنگی که موجب سایش شود در دستگاه گفتار وجود ندارد و در عین حال تولید آن با واکه همراه است، از دیدگاه آواشناسی یک واکه به حساب آورده است. به عبارت دیگر، تولید این واکه‌های دوگانه طبق تعریف واکه مرکب با حرکت پیوسته اندام‌های گفتار از یک واکه به سوی واکه دیگر همراه است. همچنین ناتل خانلری (۱۳۶۷: ۱۲۷) که برای نخستین بار از ابزارهای آزمایشگاهی برای بررسی واکه‌های زبان فارسی بهره برده، می‌گوید: «مصوت‌های مرکبی که در فارسی امروز وجود دارد عبارتند از: $o+u$ - ۱ ... هنگام تلفظ این حرف در قسمت اول وضع اعضای گفتار درست همچنان است که در تلفظ مصوت ساده o باید باشد. اما در قسمت آخر، این اعضا در وضعی قرار می‌گیرند که برای ادای مصوت u باید داشته باشند ... $e+i$ - ۲ ... قسمت اول این حرف از حیث وضع اعضای گفتار و صوتی که شنیده می‌شود درست مانند e و قسمت دوم نیز از هر دو جهت با i یکسان است».

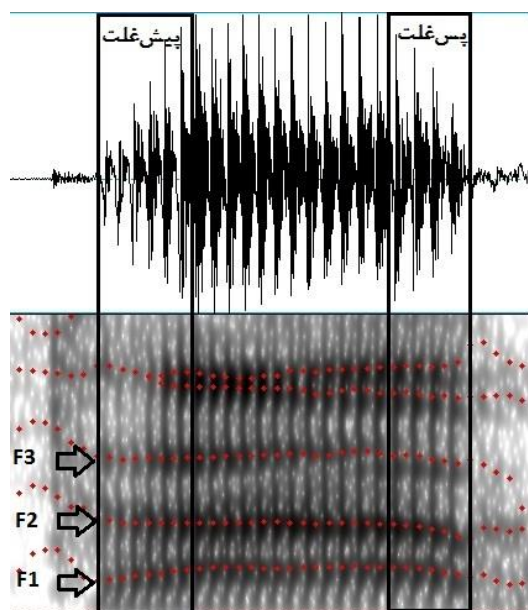
همان‌طور که اشاره شد، آثاری که به ویژگی‌های صوت‌شناختی واکه‌های مرکب به‌عنوان یک واحد آوایی در زبان فارسی پرداخته‌اند انگشت شمارند. یارمحمدی (۱۹۶۴: ۳۷) تغییر بسامد سازه‌های اول ($F1$) و دوم ($F2$) شش واکه مرکب [ei, ai, oi, ou, ui] را با استفاده از طیف‌نگاشت‌هایی که از یک‌بار ضبط کردن واژه‌های «بایگان»، «بیت»، «صیاد»، «خوی»، «دو» و «کوی» به‌دست آمده بود اندازه‌گیری کرده است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که واکه‌های موردنظر در زبان فارسی به لحاظ آوایی مرکبند، زیرا سازه‌های آنها از ابتدا تا انتها بسامد ثابتی ندارند.

مدرسی قوامی (۲۰۰۲ و ۱۳۸۷) با بررسی صوت‌شناختی حدود ۵۰۰ واژه در نمونه‌های گفتار رسمی (شامل اخبار و سخنرانی علمی) زنان و مردان فارسی‌زبان نشان داده است که برخلاف نتایج یارمحمدی (۱۹۶۴) در فارسی رسمی به صورت یک واکه ساده که اندکی از $[o]$ بسته‌تر است تولید می‌شود. اندازه‌گیری دیرش واکه مورد نظر و مقایسه آن با واکه $[o]$ نشان داد که دیرش آن (۱۱۸ هزارم ثانیه) به طرز معناداری از دیرش واکه $[o]$ (۹۶ هزارم ثانیه) بیشتر است.

ویژگی‌های صوت‌شناختی واکه‌های مرکب

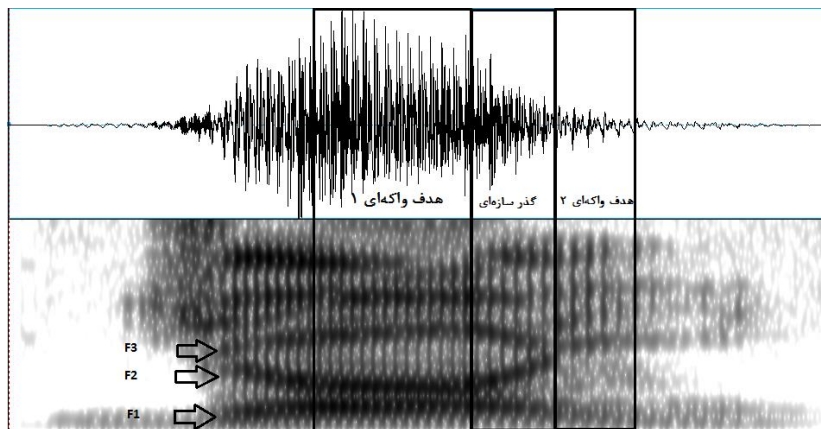
یکی از آثار مهم در زمینه ویژگی‌های صوت‌شناختی واکه‌های ساده و مرکب در زبان انگلیسی مقاله‌ای است از لهیسته و پیترسون (۱۹۶۱) که در آن با بررسی الگوی گذر سازه‌ای ($\text{Formant Transition}$) در طیف‌نگاشت واکه‌ها به طبقه‌بندی دقیقی از واکه‌های زبان انگلیسی دست یافته‌اند. در طیف‌نگاشت هر واکه ساده دو بخش اصلی گذر سازه‌ای و هدف (Target) قابل تشخیص است. آنجا که سازه‌ها تغییر قابل توجهی در بسامد ندارند هدف نامیده می‌شود. هدف بازنمایی‌کننده وضعیت اندام‌های گفتار هنگام تولید واکه بدون تأثیرپذیری از همخوان‌های قبل و بعد است. گذر سازه‌ای نشان‌دهنده حرکت اندام‌های گفتاری از همخوان به واکه یا از واکه به همخوان است. به عبارت دقیق‌تر، گذر سازه‌ای در CV عبارت است از حرکت سازه واکه

(تغییر بسامدی آن) از ابتدای واکه تا هدف واکه‌ای که آن را اصطلاحاً پیش‌غلت (On glide) می‌نامند. در VC گذر سازه‌ای عبارت است از حرکت سازهٔ واکه از هدف واکه‌ای تا انتهای واکه که اصطلاحاً پس‌غلت (Offglide) نامیده می‌شود. برای مثال در طیف‌نگاشت شکل ۱ از واژهٔ «تب»، یک پیش‌غلت از همخوان نخست به هدف واکه‌ای و یک پس‌غلت از هدف واکه‌ای به همخوان پایانی مشاهده می‌شود. در بخش پیش‌غلت، سازهٔ سوم (F3) نسبت به وسط واکه که هدف واکه‌ای را تشکیل می‌دهد از ابتدا تا انتها تغییر بسامدی قابل‌توجهی ندارد، سازهٔ دوم (F2) نیز تنها در تکانهٔ اول واکه بسامدی بالاتر از هدف واکه‌ای دارد. عمدهٔ تغییر بسامدی در سازهٔ اول (F1) مشاهده می‌شود که از بسامدی نسبتاً پایین آغاز می‌شود و به تدریج به بسامد هدف واکه‌ای می‌رسد. سازهٔ اول متأثر از میزان باز بودن دهان است. طبیعتاً هنگامی که مجرای دهان از وضعیت بست کامل در تولید همخوانی مانند [t] در «تب» [tab] به سمت واکه‌ای باز مانند [a] حرکت می‌کند، باز شدن تدریجی دهان در افزایش بسامد سازهٔ اول از همخوان به سمت واکه مشاهده می‌شود. به همین ترتیب، در بخش پس‌غلت نیز آنگاه که دهان از وضعیت باز واکه به سمت بست کامل برای یک همخوان انسدادی مانند [b] حرکت می‌کند، بسامد سازهٔ اول از هدف واکه به سمت همخوان کاهش می‌یابد. این کاهش در پس‌غلت تحت تأثیر بست دولبی همخوان [b] در بسامد سازه‌های دوم و سوم نیز مشاهده می‌شود.



شکل ۱: شکل موجی و طیف‌نگاشت واژهٔ «تب» شامل پیش‌غلت، هدف و پس‌غلت در تولید واکهٔ [a]

مشاهدات لهیسته و پیترسون (۱۹۶۱) از بررسی واکه‌های ساده زبان انگلیسی نشان داد که تفاوت عمده واکه‌های کوتاه [ɪ, ε, ə, ʊ] و بلند [i, æ, a, ɔ, u] در دیرش هدف و گذر سازه‌ای آنهاست. واکه‌های کوتاه هدف نسبتاً کوتاه و پس‌گلت نسبتاً طولانی و واکه‌های بلند هدف نسبتاً طولانی و پس‌گلت نسبتاً کوتاهی دارند. پیش‌گلت در واکه‌های بلند همواره نسبت به واکه‌های کوتاه دیرش بیشتری دارد. آنان نتیجه گرفتند واکه‌هایی که به طور سنتی نرم (Lax) خوانده می‌شوند واکه‌هایی هستند که در تولید آنها زبان برای مدت زمان کوتاهی در وضعیت هدف باقی می‌ماند. در مقابل واکه‌هایی که سخت (Tense) خوانده می‌شوند آنها هستند که در تولیدشان اندام‌های گفتاری برای مدتی نسبتاً طولانی در وضعیت هدف قرار می‌گیرند. بنابراین، مشاهده می‌شود که در تولید واکه‌های ساده سازه‌های واکه همواره از ابتدا تا انتها بسامد واحدی ندارند، بلکه بسته به اینکه قبل و بعد از آنها چه همخوانی قرار داشته باشد، تغییر بسامد دارند. در تولید واکه‌های مرکب نیز چنین ویژگی مشاهده می‌شود با این تفاوت که گاه در طیف‌نگاشت آنها دو هدف واکه‌ای مشاهده می‌شود و علاوه بر پیش‌گلت و پس‌گلت یک گذر سازه‌ای بین دو هدف واکه‌ای نیز قابل مشاهده است. این گذر سازه‌ای میانی عبارت است از حرکت سازه از یک هدف واکه‌ای به هدف واکه‌ای دیگر. برای مثال، در طیف‌نگاشت شکل ۲ از واژه «جای» [dʒai] گذر سازه‌ای میانی به صورت حرکت سازه‌ها و به‌خصوص سازه دوم از هدف واکه [a] به هدف واکه [i] مشاهده می‌شود.



شکل ۲: شکل موجی و طیف‌نگاشت واژه «جای» شامل هدف واکه‌ای ۱، گذر سازه‌ای و هدف واکه‌ای ۲

لهیسته و پیترسون بین /e^l, o^u, ɜ/ از یک سو و /aɪ, aʊ, ɔɪ/ از سوی دیگر تمایز قایل شدند. واکه‌های گروه /eɪ, oʊ, ɜ/ هر یک تنها یک هدف داشتند که به عقیده لهیسته و پیترسون نباید قاعدتاً واکه دوگانه تلقی شوند. در طیف‌نگاشت /e^l/ حالت ثابتی برای بخش نخست (/e/) دیده نمی‌شد، بلکه یک گلت تدریجی (سازه‌های متغییر در واحد زمان) به سمت هدف وجود داشت. به عبارت دیگر، گلت از هدف طولانی‌تر بود. معمولاً در توصیف این واکه بخش نخست را «واکه کامل» (Full Vowel) و بخش دوم را نیم‌واکه

نامیده‌اند. اما در پژوهش لهیسته و پیترسون، مشاهدات صوت‌شناختی نشان داد که بخش اول یک غلت یا نیم‌واکه و بخش دوم یک هدف واکه‌ای است.

برخلاف /e¹/ که پیش‌غلت طولانی داشت، /o⁰/ با یک هدف کوتاه واکه‌ای شروع می‌شد و به یک پس‌غلت طولانی خاتمه می‌یافت. /ɜ/³ نیز از یک هدف کوتاه و پس‌غلت طولانی تشکیل شده بود. از نظر لهیسته و پیترسون، ویژگی مشترک /e¹, o⁰, ɜ/³ حرکت کُند اندام‌های تولید هنگام فراگویی این واکه‌ها است. آنان این واکه‌ها را واکهٔ پیچیدهٔ تک‌هدفه (Single-target Complex Vowel) نامیدند، زیرا در تولید آنها فقط یک هدف واکه‌ای مشاهده شده بود.

گروه دوم، یعنی توالی‌های /aɪ, aʊ, oɪ/ دارای دو هدف بودند و بر این اساس واکهٔ پیچیدهٔ دو هدفه (Double-target Complex Vowel) نامیده شدند. در داده‌های این پژوهش، هدف نخست هر یک از این واکه‌ها معمولاً طولانی‌تر از هدف دوم بود، اما گذر بین دو هدف از هر یک از دو هدف طولانی‌تر بود. هیچ‌یک از اجزاء تشکیل‌دهندهٔ این واکه‌ها با هیچ‌یک از واکه‌های سادهٔ زبان انگلیسی در جایگاه تکیه‌بر از نظر آوایی مشابهتی نداشت. برای مثال، بخش نخست /aɪ/ از نظر آوایی نه به /a/ شبیه بود و نه به /æ/ بخش دوم نیز نه /i/ بود و نه /ɪ/.

لهیسته و پیترسون نتیجه گرفتند که می‌توان واکه‌های انگلیسی آمریکایی را به دو گروه کوتاه و بلند تقسیم کرد. واکه‌های بلند نیز به نوبهٔ خود به دو گروه ساده و پیچیده به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

واکهٔ کوتاه: [ɪ, ε, ə, ʊ]

واکهٔ بلند:

(۱) ساده: [i, æ, a, ɔ, u]

(۲) پیچیده:

الف) تک‌هدفه: [eɪ, oʊ, ɜ]

ب) دوهدفه: [aɪ, aʊ, oɪ]

مدرسی قوامی (۱۳۹۳) نیز با در نظر گرفتن شیوهٔ اندازه‌گیری واکه‌ها توسط لهیسته و پیترسون (۱۹۶۱) واکه‌های سادهٔ زبان فارسی معیار را بررسی کرده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که می‌توان واکه‌های سادهٔ این زبان را به دو دستهٔ واکه‌های کوتاه و بلند تقسیم کرد. واکه‌های کوتاه دارای هدف واکه‌ای کوتاه و گذر ساده‌ای طولانی هستند. از سوی دیگر، واکه‌های بلند هدف واکه‌ای طولانی و گذر ساده‌ای کوتاه دارند. در این پژوهش، واکه‌های مرکب آوایی زبان فارسی به پیروی از شیوهٔ لهیسته و پیترسون مورد بررسی قرار خواهند گرفت تا دیدی دقیق‌تر از ویژگی‌های صوت‌شناختی واکه‌های مرکب در این زبان به‌دست آید.

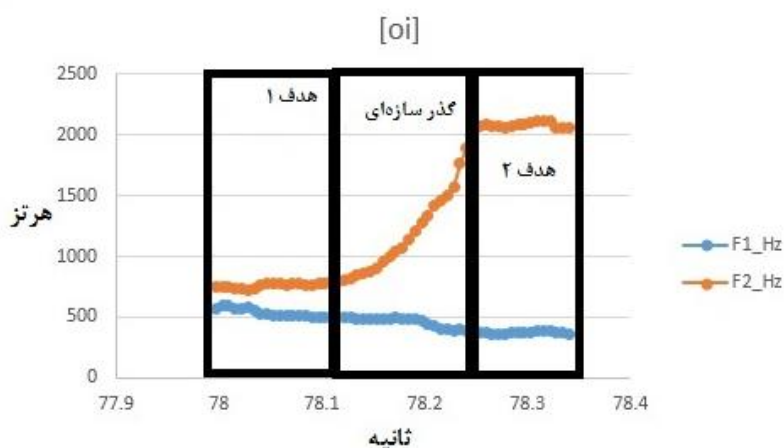
روش پژوهش

جامعهٔ آماری پژوهش حاضر را ۱۴ گویشور فارسی معیار (۷ مرد و ۷ زن) در بازهٔ سنی ۲۰-۴۰ سال و از طبقهٔ تحصیل‌کرده تشکیل می‌دادند. برای ضبط داده‌های این پژوهش از یک دستگاه رایانه، میکروفن و

نرم‌افزار پرت (Praat) (نسخه ۵۱۳۲) استفاده شد. همین نرم‌افزار جهت اندازه‌گیری واژه‌های مرکب به کار گرفته شد. جهت رسم نمودار فضای واژه‌ای از نرم‌افزار برخط نرم (NORM) و برای رسم دیگر نمودارها از نرم‌افزار آماری اکسل (Excel) استفاده شد.

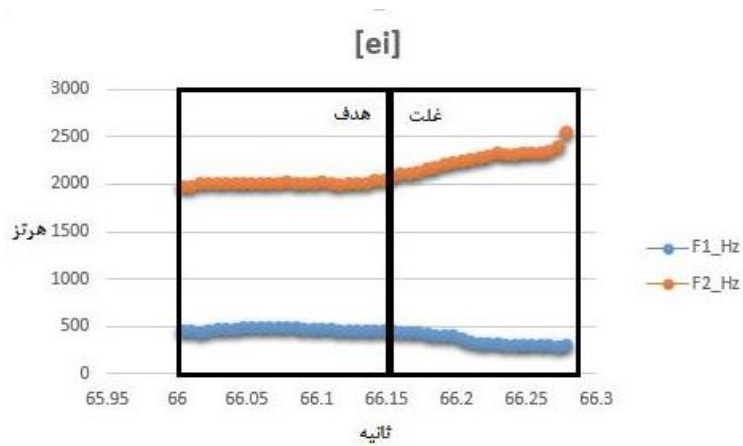
برای بررسی ویژگی‌های صوت‌شناختی واژه‌های مرکب فارسی معیار فهرستی از واژه‌های تک‌هجایی (دی، جو، خوی، جوی، حی و جای) حاوی واژه‌های مرکب آوایی شامل [ei, ou, oi, ui, ai, ai] در هجای باز تکیه‌بر تهیه گردید. این فهرست با استفاده از یک میکروفن که تا حد امکان به دهان گویشور نزدیک بود سه بار توسط هر گویشور خوانده شد و مستقیماً بر روی نرم‌افزار پرت ضبط و ذخیره گردید. در مجموع از هر گویشور ۱۸ نمونه واژه مرکب (۶ واژه \times ۳ تکرار) به دست آمد. از آنجا که تعداد گویشوران ۱۴ نفر بود، کل داده‌های این پژوهش بالغ بر ۲۵۲ واژه می‌شود که در آنها بسامد سازه یک (F1)، سازه دو (F2) و سازه سه (F3) جهت رسم نمودار فضای واژه‌ای و دیرش پیش‌گلت، هدف واژه‌ای اول، گلت (گذر سازه‌ای) میانی و هدف واژه‌ای دوم با بکارگیری نرم‌افزار پرت اندازه‌گیری شدند.

برای اندازه‌گیری بسامد سازه‌های واژه‌های مرکب و دیرش هدف‌های واژه‌ای و گذر سازه‌ای میانی از طیف‌نگاشت و شکل موجی (Waveform) واژه‌های حاوی واژه‌های مرکب (شکل ۲) استفاده شد. لازم به ذکر است که گذر سازه‌ای میانی تنها در واژه‌های دوگانه واقعی (True Diphthongs) یعنی واژه‌هایی که دو هدف واژه‌ای دارند مشاهده می‌شود (شکل ۳) و قابل اندازه‌گیری است. پیش‌گلت و پس‌گلت نیز در همه واژه‌ها و همه بافت‌های همخوانی مشاهده نمی‌شوند. نکته دیگر آنکه برای تعیین بخش‌های مختلف در تولید واژه مرکب به تغییر بسامد سازه دو توجه شده است، زیرا ممکن است سازه اول به لحاظ بسامدی تغییر قابل توجهی نشان ندهد.

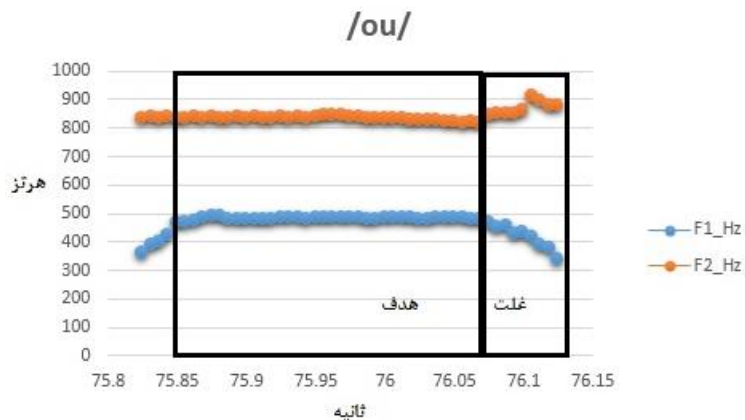


شکل ۳: هدف‌های واژه‌ای و گذر سازه‌ای میانی در یک واژه مرکب واقعی (گویشور مرد)

در توالی‌هایی مانند [ei] و [ou] گذر سازه‌ای میانی قابل مشاهده نیست، زیرا تفاوت دو جزء تشکیل دهنده این توالی‌ها به لحاظ تولیدی بسیار اندک است. در واقع این توالی‌ها در بسیاری از موارد تنها از یک هدف واکه‌ای و یک غلت تشکیل می‌شوند (شکل ۴ و شکل ۵). بخش دوم به این دلیل غلت محسوب می‌شود که بسامد سازه دوم (و تا حدودی سازه اول) در حین تولید آن ثابت باقی نمی‌ماند.



شکل ۴. هدف واکه‌ای و غلت در توالی [ei] (گویشور مرد)



شکل ۵: هدف واکه‌ای و غلت در توالی [ou] (گویشور مرد)

نتایج

در بخش نتایج، ابتدا نمودار فضای واکه‌ای زبان فارسی شامل واکه‌های ساده و واکه‌های مرکب با استفاده از داده‌های این پژوهش و پژوهش‌های پیشین ارائه می‌شود. سپس نتایج حاصل از بررسی الگوی تغییر بسامد سازه دوم برای مشخص کردن انواع واکه‌های مرکب در این زبان مطرح می‌شود.

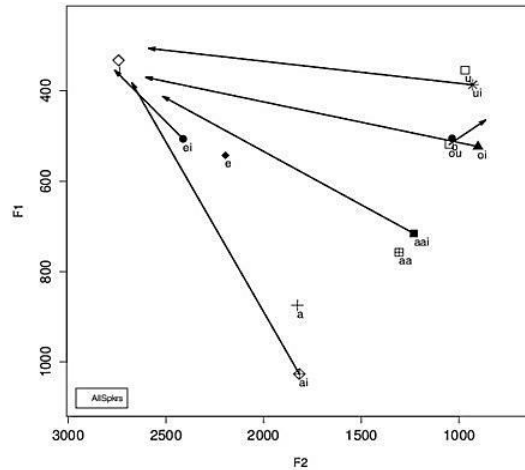
نمودار فضای واک‌های مرکب زبان فارسی

نمودار فضای واک‌ای در تولید واک‌های مرکب توسط گویشوران زن و مرد شرکت‌کننده در این پژوهش با استفاده از اندازه‌گیری سه سازه نخست واک‌های مرکب در نرم‌افزار نرم رسم گردید. برای تعیین جایگاه واک‌های ساده زبان فارسی در فضای واک‌های مرکب از داده‌های طرح پژوهشی مدرسی قوامی (۱۳۹۱) که بخشی از آن در مدرسی قوامی (۱۳۹۲) نیز به چاپ رسیده است، استفاده شد. میانگین بسامد سازه‌های واک‌های مرکب در تولید گویشوران زن در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: میانگین بسامد سازه‌های اول تا سوم واک‌های مرکب گویشوران زن (هرتز)

واک دوم			واک نخست			
سازه ۳	سازه ۲	سازه ۱	سازه ۳	سازه ۲	سازه ۱	
۳۳۸۲	۲۷۶۰	۳۵۵	۳۰۱۸	۲۴۱۱	۵۰۶	[ei]
۳۱۳۹	۸۶۴	۴۶۵	۲۸۰۵	۱۰۵۱	۵۱۹	[ou]
۳۰۲۰	۲۵۸۸	۳۰۶	۲۹۴۷	۹۳۰	۲۸۷	[ui]
۳۰۰۶	۲۶۰۲	۳۷۰	۳۱۴۵	۹۰۳	۵۲۳	[oi]
۳۲۷۵	۲۶۷۳	۳۸۲	۲۶۳۷	۱۸۱۷	۱۰۲۷	[ai]
۳۰۵۷	۲۵۱۶	۴۱۲	۲۸۰۱	۱۲۳۱	۷۱۶	[ai]

نمودار ۱ فضای واک‌ای در تولید واک‌های مرکب تولیدشده توسط گویشوران زن را در مقایسه با واک‌های ساده آنان نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کلیه واک‌ها در گفتار زنان مرکب‌اند، زیرا سازه‌های آنها یک بسامد ثابت ندارند که خود نشان‌دهنده تغییر شکل مجرای گفتار حین تولید آنهاست. در این میان ویژگی مرکب بودن در [ou] از دیگر واک‌ها کمتر است. سازه‌های این واک نشان می‌دهند که زبان به‌طور کلی از وضعیت تولید [o] به وضعیتی اندکی افزایش یافته و اندکی پسین‌تر حرکت می‌کند، ولی هیچ‌گاه به وضعیت [u] نزدیک نمی‌شود. بررسی بسامد سازه‌های واک‌هایی که جزء دوم آنها [i] است نشان می‌دهد که زبان کاملاً در وضعیت [i] قرار نگرفته و این امر در مورد واک‌هایی که جزء نخست آنها یک واک پسین است بیشتر صدق می‌کند. به نظر می‌رسد که هرچه تفاوت جزء اول واک مرکب به لحاظ ارتفاع و جایگاه زبان از [i] بیشتر باشد (برای مثال در مقایسه [ai] با [ei])، احتمال اینکه زبان در تولید واک مرکب به وضعیت ایده‌آل برای تولید این واک برسد کمتر است.



نمودار ۱: فضای واکه‌ای در تولید واکه‌های مرکب در مقایسه با واکه‌های ساده (گوشوران زن)

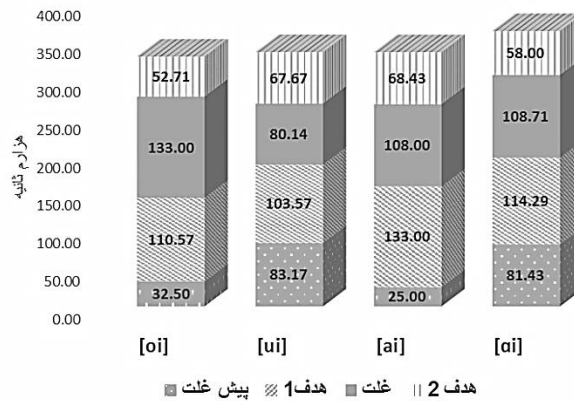
میانگین بسامد سازه‌های واکه‌های مرکب در تولید گوشوران مرد در جدول ۲ آمده است. مقایسه بسامد سازه‌های دو جزء تشکیل‌دهنده هر واکه مرکب نشان می‌دهد که مجرای دهان از یک واکه به واکه دیگر تغییر ارتفاع و یا جایگاه داده است و بنابراین می‌توان این واکه‌ها را به لحاظ آوایی مرکب دانست.

جدول ۲: میانگین بسامد سازه‌های اول تا سوم واکه‌های مرکب گوشوران مرد (هرتز)

واکه دوم			واکه نخست			
سازه ۳	سازه ۲	سازه ۱	سازه ۳	سازه ۲	سازه ۱	
۳۰۱۴	۲۲۱۷	۲۷۰	۲۷۰۹	۲۰۳۱	۴۳۷	[ei]
۲۶۸۹	۷۸۲	۳۹۴	۲۴۹۵	۹۴۸	۴۳۰	[ou]
۲۷۵۶	۲۲۷۱	۲۵۳	۲۳۸۸	۹۲۶	۳۱۹	[ui]
۲۷۰۱	۲۱۳۸	۳۱۳	۲۶۱۷	۹۳۲	۴۷۳	[oi]
۲۹۴۳	۲۲۳۶	۳۱۴	۲۴۰۵	۱۵۳۶	۸۳۳	[ai]
۲۷۸۹	۲۱۵۴	۳۲۴	۲۴۴۵	۱۱۰۲	۵۸۶	[ai]

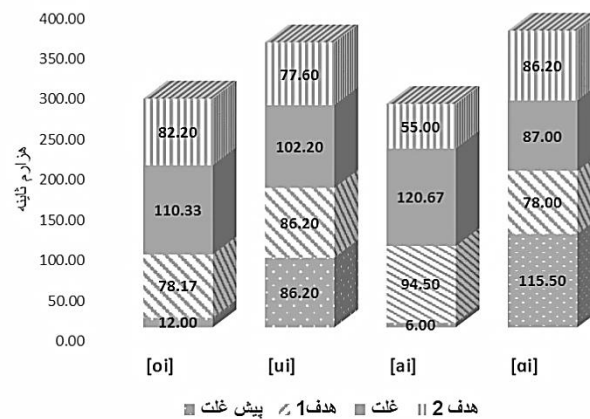
نمودار ۲ فضای واکه‌های مرکب تولیدشده توسط گوشوران مرد را در مقایسه با واکه‌های ساده آنان نشان می‌دهد. مانند داده‌های گوشوران زن، بسامد دو سازه نخست واکه‌های مرکب در این نمودار نشان می‌دهد که در واکه‌هایی که جزء دوم آنها [i] است، به جز توالی [ui]، زبان کاملاً در وضعیت [i] قرار نگرفته است. در داده‌های گوشوران مرد، [ou] نسبت به دیگر واکه‌ها از ویژگی مرکب بودن کمتری برخوردار است و در آن زبان از وضعیت تولید واکه [o] به وضعیتی اندکی افراشته‌تر و پسین‌تر حرکت کرده است، اما در وضعیت [u] قرار نگرفته است.

واکلهای نخست از دیرش هدف واکلهای دوم یعنی [i] بیشتر بود. گذر سازه‌های میان دو هدف واکلهای نیز دیرشی بیشتر از هدف واکلهای دوم داشت.



نمودار ۳: دیرش پیش‌غلط، هدف واکلهای اول، غلط (گذر سازه‌های) میانی، هدف واکلهای دوم در تولید واکلهای مرکب دوهدفه به هزارم ثانیه (گوشوران زن)

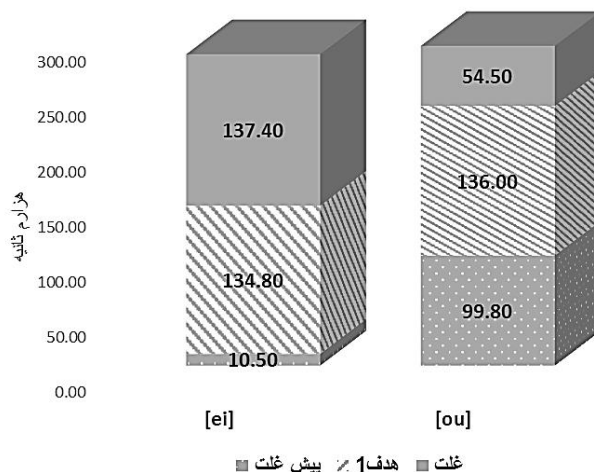
میانگین دیرش پیش‌غلط، هدف واکلهای نخست، گذر سازه‌های میانی (غلط) و هدف واکلهای دوم در تولید واکلهای مزبور در نمونه‌های گفتاری گوشوران مرد در نمودار ۴ آمده است.



نمودار ۴: دیرش پیش‌غلط، هدف واکلهای اول، غلط (گذر سازه‌های) میانی، هدف واکلهای دوم در تولید واکلهای مرکب دوهدفه به هزارم ثانیه (گوشوران مرد)

در داده‌های مردان دیرش [ui] و [ai] به‌طور کلی از دیرش [oi] و [ai] بیشتر است. به عبارت دیگر، واکه‌هایی که جزء اول آنها یک واکه بلند است، دیرش بیشتری دارند. مانند داده‌های گویشوران زن، دیرش پیش‌غلت در [oi] و [ai] به دلیل انتخاب واژه‌هایی که با همخوان غیرتیغه‌ای آغاز می‌شدند، بسیار اندک بود (به ترتیب ۱۲ و ۶ هزارم ثانیه). دیرش هدف واکه‌ای نخست در [ui] و [ai] (به ترتیب ۸۶ و ۹۴ هزارم ثانیه) از دیرش هدف واکه‌ای دوم آنها (به ترتیب ۷۸ و ۵۵ هزارم ثانیه) بیشتر بود. عکس این الگو در تولید [oi] و [ai] مشاهده شد، یعنی دیرش هدف واکه‌ای نخست آنها (به ترتیب ۷۸ و ۷۸ هزارم ثانیه) از دیرش هدف واکه‌ای دوم آنها (به ترتیب ۸۲ و ۸۶ هزارم ثانیه) کمتر بود. در کلیه موارد، دیرش غلت میانی از دیرش دو هدف واکه‌ای بیشتر بود.

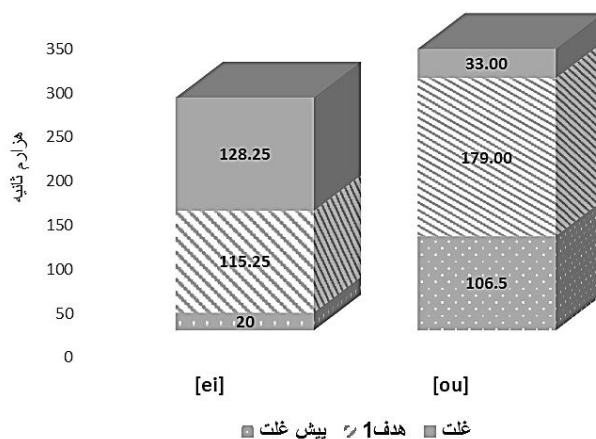
در نمونه‌های گفتاری اکثریت گویشوران زن این پژوهش (۵ نفر از ۷ نفر)، [ei] و [ou] تک‌هدفه بودند. به عبارت دیگر، در تولید آنها تنها بخش نخست یک وضعیت ثابت (هدف واکه‌ای) داشت و بخش دوم یک غلت بود، یعنی بسامد سازه دوم در بخش دوم آنها ثابت نبود. نمودار ۵ دیرش پیش‌غلت، هدف واکه‌ای اول و غلت را در تولید این دو واکه در گفتار زنان فارسی‌زبان نشان می‌دهد.



نمودار ۵: دیرش پیش‌غلت، هدف واکه‌ای اول و غلت پایانی در تولید واکه‌های مرکب تک‌هدفه به هزارم ثانیه (گویشوران زن)

همان‌طور که در این نمودار مشاهده می‌شود، دیرش پیش‌غلت در تولید [ei] بسیار اندک (۱۰٫۵ هزارم ثانیه) و دیرش هدف واکه‌ای اول و غلت تقریباً یکسان بود (به ترتیب ۱۳۵ و ۱۳۴ هزارم ثانیه). در تولید [ou]، پیش‌غلت (۱۰۰ هزارم ثانیه) و هدف واکه‌ای اول (۱۳۶ هزارم ثانیه) نسبتاً طولانی و غلت نسبتاً کوتاه (۵۴٫۵ هزارم ثانیه) بودند.

در نمونه‌های گفتاری اکثریت گویشوران مرد (۵ نفر از ۷ نفر) نیز، [ei] و [ou] تک‌هدفه بودند. یعنی در تولید آنها تنها بخش نخست یک وضعیت ثابت (هدف واکه‌ای) داشت و بخش دوم یک غلت بود، یعنی بسامد سازهٔ دوم در بخش دوم آنها ثابت نبود. نمودار ۶ دیرش پیش‌غلت، هدف واکه‌ای اول و غلت را در تولید این دو واکه در گفتار گویشوران مرد فارسی‌زبان نشان می‌دهد.



نمودار ۶: دیرش پیش‌غلت، هدف واکه‌ای اول و غلت پایانی در تولید واکه‌های مرکب تک‌هدفه به هزارم ثانیه (گویشوران مرد)

دقت در نمودار ۶ نشان می‌دهد که در نمونه‌های گفتار مردان فارسی‌زبان دیرش پیش‌غلت در تولید [ei] بسیار اندک (۲۰ هزارم ثانیه) و دیرش هدف واکه‌ای اول (۱۱۵ هزارم ثانیه) از دیرش غلت (۱۲۸ هزارم ثانیه) کمتر بود. دیرش پیش‌غلت در تولید [ou] (۵، ۱۰۶ هزارم ثانیه) نسبتاً طولانی بود. هدف واکه‌ای نخست بسیار طولانی (۱۷۹ هزارم ثانیه) و غلت بسیار کوتاه (۳۳ هزارم ثانیه) بود.

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی صوت‌شناختی واکه‌های مرکب در هجاهای باز تکیه‌بر زبان فارسی در نمونه‌های گفتاری زنان و مردان فارسی زبان نشان داد که در تولید [ei, ou, oi, ui, ai, ai] مجرای دهان از وضعیت تولید یک واکه به واکه‌ای دیگر تغییر شکل می‌دهد و بر این اساس می‌توان این توالی‌ها را از نظر آوایی مرکب دانست، هرچند که تغییر شکل مجرای دهان در تولید [ou] بسیار اندک است. این یافته با نتایج پژوهش‌های مدرسی قوامی (۲۰۰۲؛ ۱۳۸۷؛ ۱۳۸۹) که نشان داده بود واکهٔ مورد نظر در واژه‌هایی مانند «نو»، «روشن» و نظایر آن مرکب نیست و یک واکهٔ سادهٔ کشیده است هماهنگی ندارد. دلیل این امر را می‌توان در سبک گفتاری مورد بررسی جستجو کرد. در پژوهش‌های پیشین واکهٔ مورد نظر در نمونه‌های گفتاری به‌دست آمده از اخبار رسمی

راديو بررسی شده بود. داده‌های پژوهش حاضر در شرایط آزمایشگاهی گردآوری شده بود که در آن گویشوران واژه‌ها را با دقت بیشتری تولید می‌کنند و احتمال اینکه این واکه به صورت مرکب تلفظ شود بیشتر است.

نمودار فضای واکه‌ای در نمونه‌های گفتاری زنان و مردان فارسی‌زبان نشان داد که زبان در تولید بخش دوم این واکه‌ها به وضعیت زبان برای [i] و [u] نمی‌رسد و از آنها در وضعیت بازتری قرار می‌گیرد. ثمره (۱۳۷۸: ۸۴) به این نکته اشاره می‌کند که در تولید واکه مرکب، اندام‌های گفتار معمولاً از موقعیت یک واکه در جهت واکه دوم حرکت می‌کنند، ولی اغلب به‌طور کامل در وضعیت تولیدی واکه دوم قرار نمی‌گیرند. به اعتقاد ثمره، بخش دوم واکه‌های دوگانه [ai], [ui], [oi] از نظر ارتفاع زبان بسته‌تر از [i] است. در حالی که در واکه‌های دوگانه [ei] و [ou] بخش دوم به ترتیب بازتر از [i] و [u] تولید می‌شود. به عبارت دیگر، در تولید جزء دوم [ei] زبان در ارتفاعی بین [e] و [i] و در تولید جزء دوم [ou] زبان در ارتفاعی بین [o] و [u] قرار می‌گیرد. یافته‌های پژوهش حاضر، این نکته ثمره را که جزء دوم واکه‌های دوگانه [ai], [ui] و [oi] از نظر ارتفاع زبان بسته‌تر از [i] است تأیید نمی‌کند، ولی با این مشاهده وی که در واکه‌های دوگانه [ei] و [ou] جزء دوم به ترتیب بازتر از [i] و [u] تولید می‌شود هماهنگ است.

واکه‌های مرکب آوایی ویژگی‌های صوت‌شناختی یکسانی ندارند. بررسی دقیق‌تر هر یک از واکه‌ها با در نظر گرفتن تغییرات بسامد سازه دوم نشان داد که در فارسی نیز مانند زبان انگلیسی می‌توان آنها را به دو گروه واکه‌های مرکب تک هدفه [ei, ou] و واکه‌های مرکب دو هدفه [oi, ui, ai, ai] تقسیم کرد.

در داده‌های زنان فارسی‌زبان، در همه موارد دیرش هدف واکه‌ای نخست در [oi, ui, ai, ai] از دیرش هدف واکه‌ای دوم یعنی [i] بیشتر بود. گذر سازه‌ای میان دو هدف واکه‌ای نیز دیرشی بیشتر از هدف واکه‌ای دوم داشت. این یافته‌ها تا حدود زیادی مشابه یافته‌های لهیسته و پیترسون (۱۹۶۱) در مورد واکه‌های دو هدفه زبان انگلیسی یعنی [ai, au, oi] است. در پژوهش آنان نیز هدف واکه‌ای نخست از هدف واکه‌ای دوم دیرش بیشتری داشت. در این زبان، دیرش گذر میان دو واکه از هر دو هدف واکه‌ای بیشتر بود. اما در داده‌های مربوط به زنان فارسی‌زبان این ویژگی تنها در [oi] مشاهده شد. در داده‌های مربوط به مردان فارسی‌زبان، تنها دیرش هدف واکه‌ای نخست در [ui] و [ai] از دیرش هدف واکه‌ای دوم آنها بیشتر بود. عکس این الگو در [oi] و [ai] مشاهده شد، که الگوی یکدست مشاهده‌شده در گویشوران زبان انگلیسی و زنان فارسی‌زبان را نشان نمی‌دهد. اما در اینجا همان یافته پژوهش لهیسته و پیترسون (۱۹۶۱) در مورد بیشتر بودن دیرش غلت میانی از دیرش دو هدف واکه‌ای مشاهده شد.

واکه [ei] در گفتار زنان از یک هدف واکه‌ای به‌عنوان بخش اول و یک غلت با دیرش تقریباً مساوی تشکیل شده بود. در مقابل، [ou] یک هدف واکه‌ای نسبتاً طولانی به‌عنوان بخش اول و یک غلت نسبتاً کوتاه به‌عنوان بخش دوم داشت. در داده‌های مربوط به مردان فارسی‌زبان، همانند زنان [ei] و [ou] تک هدفه بودند. در تولید [ei] دیرش هدف واکه‌ای اول از دیرش غلت کمتر بود. [ou] نیز هدف واکه‌ای بسیار طولانی و غلتی کوتاه داشت. این یافته‌ها با نتایج لهیسته و پیترسون (۱۹۶۱) در مورد زبان انگلیسی مطابقت ندارد. در مشاهدات آنان، [ei] از یک غلت طولانی به‌عنوان بخش اول و یک هدف کوتاه به‌عنوان بخش دوم

تشکیل شده بود و [ou] الگوی عکس آن را داشت. ویژگی مشترک در دو زبان این است که در هر دو [ei] و [ou] تنها یک هدف واک‌های (حالت ثابت) دارند و همان‌طور که لهیسته و پیترسون (۱۹۶۱: ۲۷۵) اشاره کرده‌اند منطقاً در طبقه واک‌های دوگانه قرار نمی‌گیرند.

با توجه به یافته‌های این پژوهش و یافته‌های پژوهش مدرسی قوامی (۱۳۹۳) می‌توان طبقه‌بندی زیر را از واک‌های ساده و مرکب زبان فارسی به شرح زیر به دست داد:

واک کوتاه: [a, o, e]

واک بلند:

۳) ساده: [i, u, a]

۴) پیچیده:

الف) تک هدفه: [ei, ou]

ب) دو هدفه: [ai, ai, ui, oi]

واک‌های کوتاه یک هدف واک‌های کوتاه و گذر سازه‌ای طولانی از/ به همخوان دارند. در مقابل، واک‌های بلند از یک هدف واک‌های طولانی و گذر سازه‌ای کوتاه از/ به همخوان تشکیل می‌شوند. بنابراین مشخص می‌شود که تمایز واک‌های کوتاه و بلند تنها در دیرش کلی آنها نیست، بلکه تفاوت عمده آنها در نسبت زمانی هدف و گذر سازه‌ای است. واک‌های پیچیده خود بر دو نوع‌اند: دسته نخست که تک‌هدفه نامیده می‌شوند، یک هدف واک‌های طولانی و یک غلت کوتاه یا بلند و گذر سازه‌ای از/ به همخوان دارند. دسته دوم واک‌هایی هستند که از دو هدف واک‌های، یک غلت طولانی و گذر سازه‌ای از/ به همخوان تشکیل می‌شوند. هر دو دسته به این دلیل پیچیده‌اند که از بیش از یک هدف و یک گذر سازه‌ای تشکیل یافته‌اند، اما تنها دسته دوم است که می‌توان آن را واک دوگانه نامید.

منابع

- بی‌جن‌خان، محمود (۱۳۹۲)، نظام آوایی زبان فارسی، تهران: سمت.
- ثمره، یدالله (۱۳۷۸)، آواشناسی زبان فارسی: آواها و ساخت آوایی هجا (ویرایش دوم)، تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- حق‌شناس، علی‌محمد (۱۳۵۶)، آواشناسی (فونیک)، تهران: انتشارات آگاه.
- سپینا، ساسان (۱۳۷۷)، آواشناسی فیزیکی زبان فارسی، اصفهان: نشر گلها.
- علی‌نژاد، بتول و حسینی‌بالام، فهیمه (۱۳۹۲)، مبانی آواشناسی آکوستیکی، اصفهان: دانشگاه اصفهان.
- مدرسی قوامی، گلناز (۱۳۸۷)، ویژگی‌های آکوستیکی واک‌های مرکب در زبان فارسی معیار، سخنرانی در نخستین همایش بین‌المللی زبان‌ها و گویش‌های ایران، زاهدان: دانشگاه سیستان و بلوچستان.

- مدرسی قوامی، گلناز (۱۳۸۹)، نگاهی دیگر به واژه مرکب در زبان فارسی: ملاحظات آوایی، تاریخی و صرفی. مجموعه مقالات نخستین کارگاه آموزشی و پژوهشی صرف (به کوشش ویدا شقاقی). اسفند ۱۳۸۹. تهران: انجمن زبان‌شناسی ایران. ۷۱-۴۹.
- مدرسی قوامی، گلناز (۱۳۹۱)، بررسی ویژگی‌های آکوستیکی واژه‌های زبان فارسی معیار، طرح پژوهشی درون-دانشکده‌ای، تهران: دانشگاه علامه طباطبائی.
- مدرسی قوامی، گلناز (۱۳۹۲)، تأثیر تکیه واژگانی بر ویژگی‌های کیفی واژه‌های ساده زبان فارسی، علم زبان، سال ۱، شماره ۱: ۵۵-۴۱.
- مدرسی قوامی، گلناز (۱۳۹۳)، نگاهی دیگر به ویژگی‌های صوت‌شناختی واژه‌های کوتاه و بلند در زبان فارسی، پژوهش‌های زبان‌شناسی تطبیقی، سال چهارم، شماره ۸: ۹-۱.
- ناتل خانلری، پرویز (۱۳۶۷)، وزن شعر فارسی، تهران: توس.
- یارمحمدی، لطف‌الله (۱۳۶۴)، درآمدی به آواشناسی، تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- Lehiste, I. and Peterson, G.E. (1961), Transitions, Glides, and Diphthongs. *Journal of the Acoustical Society of America*, 33: 3, 268-277.
- Modarresi Ghavami, G. (2002), The Status of [ow] in Modern Standard Persian, paper presented at the 4th Biennial Conference on Iranian Studies. Bethesda, Maryland.
- Yarmohammadi, L. (1964), A Contrastive Study of Modern English and Modern Persian. Ph.D. Dissertation: Indiana University.