

بررسی آوایی غلت نرمکامی [w] در زبان فارسی

۱- وحید صادقی*، ۲- بنفشه مردان**

۱- دانشیار زبان انگلیسی و زبان شناسی، دانشگاه بین المللی امام خمینی، قزوین، ایران

۲- کارشناسی ارشد دانشگاه بین المللی امام خمینی، قزوین، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱)

چکیده

غلت نرمکامی [w] بر خلاف غلت سخت کامی [j] در نظام آوایی زبان فارسی نقش تمایزدهندگی ندارد، زیرا توزیع آن در مواضع واجی ناقص است؛ یعنی تنها در تعداد معدودی از کلمات فارسی آن هم فقط بعد از واکه [o] ظاهر می شود (مانند شوق، حول، دور). به همین دلیل، [w] در فارسی صرفاً به عنوان واج گونه ای از واج /v/ در نظر گرفته شده است. همچنین، فرض شده است که غلت نرمکامی [w] در روساخت آوایی کلمات مورد نظر، گاه به کلی از زنجیره آوایی حذف شده و به جبران آن واکه [o] قبل از آن کشیده می شود که در این حالت توالی آوایی [ow] به صورت [o:] تلفظ می شود. در تحقیق حاضر، میزان اعتبار فرضیه های واجی مطرح شده در پیشینه مطالعات فارسی درباره صورت آوایی کلمات حاوی غلت نرمکامی [w] را در یک مطالعه آزمایشگاهی بررسی کردیم. نتایج تحلیل های فرکانس، دامنه انرژی و دیرش زنجیره های آوایی هدف نشان داد که [w] بعد از واکه [o] تظاهر آوایی تضعیف شده دارد. با کاهش فعالیت [w] در توالی آوایی [ow]، شکل هندسی حفره دهان و الگوی واک سازی حنجره تغییر می کند و باعث می شود دامنه انرژی برای فرکانسها تا حدود قابل توجهی تقویت شود، مقادیر فرکانس سازه ها تا حدی افزایش یابد و پهنای نوار سازه ها تا حدی باریکتر شود. براینده تمامی این تغییرات صوتی، شباهت آوایی بیشتر غلت [w] به واکه [o] و در نتیجه دیرش بیشتر واکه [o] است.

کلید واژه ها: غلت نرمکامی [w]، توزیع واجی، تغییرات صوتی، دیرش، تضعیف.

* E-mail: vsadeghi5603@gmail.com (نویسنده مسئول)

** E-mail: banafsheh.mardan92@gmail.com

۱. مقدمه

غلت‌ها دسته‌ای از همخوان‌های رسا هستند که در تولید آنها میزان گرفتگی و انقباض بدنهٔ زبان و لب‌ها بیشتر از واژه‌های افراشته است. غلت‌های /j/ و /w/ متداول‌ترین غلت‌ها در نظام آوایی زبان‌ها هستند. غلت سخت‌کامی /j/ در زبان فارسی امروز تمایزدهنده است، زیرا در واژه‌های فارسی می‌توان جفت‌های کمینه یا تقریباً کمینه یافت که در آغاز، وسط و پایان آنها، /j/ وجود داشته باشد. اما توزیع غلت لبی - نرم‌کامی [w] در مواضع واجی بسیار ناقص است. این همخوان در آغاز و پایان کلمات فارسی تظاهر آوایی ندارد. تنها در تعداد اندکی از کلمات، آن هم فقط بعد از واژهٔ /o/ ظاهر می‌شود. /w/ در دوره‌های اولیه زبان فارسی، حداقل در سه قرن اول هجری، در شمار واج‌های زبان فارسی بوده و سپس، در ادوار بعد بر اثر یک تحول و در اثر فراز و نشیب زمان دگرگون شده و به نزدیک‌ترین همخوان از نظر جایگاه و نحوهٔ تولید، یعنی همخوان /v/ تبدیل شده است (ثمره، ۱۳۷۸: ۱۰۰). براین اساس، اغلب زبان‌شناسان معتقدند که [w] در زبان فارسی با توجه به توزیع ناقص واجی، نقش تمایزدهندگی ندارد و صرفاً واجگونه‌ای از واج /v/ است (ثمره، ۱۳۷۸: ۱۰۰؛ یارمحمدی، ۱۳۶۴؛ بی‌جن‌خان، ۱۳۹۲: ۱۸۹). بنابراین، صورت واجی و آوایی کلماتی مانند شوق، قوم، روشن و دوره به- ترتیب به صورت /ʃovG/، [ʃovG]، /Govm/، [Govm]، /rovʃan/، [rovʃan] /dovre/، [dovre] بازنویسی می‌شود.

تحقیق حاضر دو هدف مهم را دنبال می‌کند. هدف اول بررسی رفتار آوایی غلت نرم‌کامی [w] در پایانهٔ هجا در زبان فارسی است و هدف دوم، بررسی شباهت رفتار آوایی غلت نرم‌کامی [w] و همخوان‌های چاکنایی در پایانهٔ هجا است. اگر مطابق با یافته‌های به دست آمده از مطالعهٔ رفتار صوتی همخوان‌های

غلت در زبان‌های مختلف (Stevens & Hanson, 2009; Hon Hunt, 2009) تغییرات فرکانس و شدت انرژی سازه‌های فرکانسی را به‌عنوان هم‌بسته‌های صوتی همخوان‌های غلت در نظر بگیریم، سوالی که مطرح می‌شود این است که تظاهر /v/ بعد از /o/ در روساخت آوایی کلماتی مانند /GOVM/، /JOVG/ و غیره به چه صورت است؟ اگر نمود آوایی سایشی واکدار /v/ را در این کلمات، مطابق با استدلال واج‌شناسان فارسی‌زبان، [w] در نظر بگیریم و روساخت آوایی این کلمات (با ساخت واجی /COVC/) را به صورت [COWC] بازنویسی کنیم، در آن صورت دو سوال مهم مطرح می‌شود: اول آن که آیا [w] در [COWC] که تنها بافت آوایی ممکن برای تظاهر آن در کلمات فارسی است، به صورت واج‌گونه اصلی خود تظاهر می‌یابد یا تضعیف می‌شود یا حتی از زنجیره آوایی کلمات حذف می‌شود؟ دوم آن که آیا واکه [o] در [COWC] کشیده می‌شود یا دیرش آن بدون تغییر باقی می‌ماند؟ بنابراین، مسأله اصلی تحقیق حاضر، مطالعه خوانش آوایی تغییر واجی /ov/ [ow] یا [o:] در زبان فارسی است. همچنین، مسأله اساسی دیگر در این تحقیق بررسی شباهت‌های آوایی و واجی همخوان‌های چاکنایی و غلت نرمکامی [w] در پایانه هجا در زبان فارسی است. سوالی که در این رابطه مطرح می‌شود، این است که آیا چاکنایی‌های /ʔ/ و /h/ و غلت [w] در پایانه هجا رفتار آوایی یکسانی دارند؟ آیا تغییر آوایی غلت [w] در پایانه هجا از الگویی مشابه با کشش جبرانی همخوان‌های چاکنایی در زبان فارسی تبعیت می‌کند یا خیر؟

۲. پیشینه مطالعات آوایی درباره همخوان‌های غلت

تولید غلت‌ها مستلزم افراشتگی سطح ارتفاع بدنه زبان برای ایجاد یک گرفتگی سخت‌کامی (/j/) و یا نرم‌کامی (/w/) است. میزان این گرفتگی به اندازه‌ای است که موجب تضعیف دامنه طیف فرکانسی غلت نسبت به واکه مجاور می‌شود، اما این گرفتگی آنقدر زیاد نیست که باعث ایجاد ناپیوستگی صوتی در مرز بین همخوان غلت و واکه گردد (Stevens, 2000: 487). بنابراین، آنچه به لحاظ تولیدی باعث تمایز بین همخوان‌های غلت از یک سو و واکه‌ها و سایر همخوان‌ها از سوی دیگر می‌شود، میزان گرفتگی دستگاه گفتار است: گرفتگی همخوان‌های غلت از واکه‌ها بیشتر است، اما از دیگر همخوان‌ها از جمله همخوان‌های رسا و به ویژه همخوان‌های گرفته کمتر است (Hon Hunt, 2009: 16).

رفتار آوایی غلت‌ها بیشتر شبیه به واکه‌ها است، تا آنجا که برخی واج‌شناسان برای توصیف این طبقه آوایی از اصطلاح نیم‌واکه به جای غلت استفاده می‌کنند (Ladefoged & Maddieson, 1996: 108). برخی وجود هرگونه تمایز آوایی بین غلت‌ها و واکه‌ها، به خصوص واکه‌های افراشته /i/ و /u/ را رد کرده و تنها تفاوت این دو طبقه آوایی را مربوط به رفتار توزیعی‌شان می‌دانند، مثلاً کتفورد معتقد است که غلت‌ها، واکه‌های بسیار کوتاه یا لحظه‌ای هستند (Catford, 2001: 71-72)؛ یعنی /j/ همان /i/ و /w/ همان /u/ است که فقط تولید آنها از حالت ممتد به لحظه‌ای تبدیل شده است. به عبارت دیگر، از نظر وی، [j] و [w] اگر به طور ممتد تولید شوند، به ترتیب به واکه‌های [i] و [u] تبدیل می‌شوند و برعکس، [i] و [u] اگر به طور لحظه‌ای تولید شوند، به ترتیب به غلت‌های [j] و [w] بدل می‌شوند (Catford, 2001: 71-72). در چارچوب نظام واجی رسایی-بنیاد سلکرک (Selkirk, 1984)، میزان رسایی عامل اصلی تمایز غلت‌ها از واکه-

های افراشته است. سلکرک معتقد است که بین غلت‌های /j/ و /w/ و واکه‌های /i/ و /u/ هیچ‌گونه تمایز تولیدی - صوتی وجود ندارد (Selkirk, 1984: 124). از نظر او تمایز واکه‌های /i/ و /u/ از غلت‌های /j/ و /w/ با توجه به بافت واجی یا الگوی توزیعی‌شان در ساختمان هجا مشخص می‌شود. اگر /i/ و /u/ قبل از واکه‌های دیگر (که رساتر از آنها هستند) قرار بگیرند، به صورت /j/ و /w/ درک می‌شوند، ولی اگر در مرکز هجا قرار بگیرند، به صورت واکه درک می‌شوند.

جایگاه توزیعی همخوان‌های غلت، اغلب در آغازه هجا است، ولی ممکن است در پایانه هجا هم قرار بگیرند. مهمترین ویژگی آوایی همخوان‌های غلت این است که گذار از همخوان‌های غلت (G) به واکه (V)، یا از واکه به همخوان‌های غلت، گذاری نرم و پیوسته است. بین عناصر غلت و واکه در یک هجا، ناپیوستگی تولیدی - صوتی قابل ملاحظه‌ای وجود ندارد و همچنین تغییرات صوتی در دو بعد فرکانس و دامنه انرژی، به‌هنگام گذار همخوان غلت به واکه و بالعکس، نرم و پیوسته انجام می‌شود (Sun, 1996: 46). این تغییرات نرم ناشی از فعالیت منظم تارآواها و تحریک فرکانس‌های بازخوانی دستگاه گفتار یعنی (سازه‌های فرکانسی صفر تا هشت کیلوهرتز) در بخش ایستای همخوان‌های غلت است.

از نظر صوت‌شناختی، گرفتگی فوق حنجره‌ای بیشتر در تولید غلت‌ها باعث می‌شود فرکانس اول آنها کاهش یابد، چون گرفتگی غلت‌ها بیشتر از واکه‌های افراشته است، پس F1 آنها از واکه‌ها کمتر است. در /w/ با توجه به گرفتگی همزمان عقب زبان و لب‌ها، F1 کمترین میزان ممکن را دارد (Stevens, 2000: 23; Hon Hunt, 2009: 489). از سوی دیگر، پهنای نوار فرکانس اول در تولید غلت‌ها به علت گرفتگی بیشتر حفره فوق حنجره نسبت به واکه‌ها بزرگتر است. گرفتگی بیشتر باعث مقاومت صوتی دیواره‌های دستگاه گفتار و افت انرژی در این

ناحیه می‌شود. استیونس اختلاف پهنای نوار غلت‌ها و واکه‌های افراشته را در حدود ۲۰ تا ۷۰ هرتز پیش‌بینی کرده است (Stevens, 2000: 488). همچنین، چون فشار جریان هوای زیر حنجره در طول مرحله بازچرخه ارتعاش کاهش می‌یابد و پهنای نوار فرکانس F1 در اثر مقاومت صوتی دیواره‌های دستگاه گفتار بیشتر می‌شود، دامنه انرژی سیگنال و طیف فرکانسی غلت‌ها در مقایسه با واکه‌ها ضعیف‌تر است (Hon Hunt, 1962: 1593; Stevens, 2000:494; Fant, 1962: 1593; Stevens, 2000:24). استیونس کاهش دامنه انرژی فرکانس‌های پایین را (فرکانس‌های ۰-۳۰۰۰ هرتز) در رشته‌های آوایی GV (= همخوان غلت) همبسته صوتی اصلی همخوان‌های غلت می‌داند (Stevens, 2000: 495). طرفداران نظام‌های واجی رسایی‌بنیاد معتقدند که الگوی شدت انرژی طیف فرکانسی عامل اصلی تمایز غلت‌ها از واکه‌ها است. براین اساس، چون غلت‌ها در حاشیه هجا قرار می‌گیرند، دامنه طیف فرکانسی آنها نسبت به واکه‌های مجاور ضعیف‌تر است. به همین دلیل، با رسایی یا بلندای کمتری نسبت به واکه‌ها در مرکز هجا درک می‌شوند (Selkirk, 1984: 122). افزون‌براین، چنین فرض شده است که فشار هوای فوق‌حنجره‌ای بیشتر در تولید غلت‌ها باعث تأخیر در شروع چرخه باز ارتعاش و در نتیجه، انحنای شکل موج (سیگنال) حنجره می‌شود. پیامد صوتی این وضعیت، افزایش اختلاف دامنه همساز اول (H1) نسبت به همساز دوم (H2) است. براین اساس، انتظار می‌رود H1-H2 در غلت‌ها بیشتر از واکه‌های افراشته باشد (Stevens & Hanson, 2009: 19). فرکانس پایه غلت‌ها (F0) با توجه به گرفتگی بیشتر حفره دهان از واکه‌های مجاور کمتر است. البته، چون F0 تا حد زیادی تابع بافت نوایی است، اختلاف F0 واکه‌ها و غلت‌ها در بافت‌های نوایی مختلف متفاوت است (Hon Hunt, 2009: 25).

ویژگی‌های تولیدی - صوتی همخوان‌های غلت فارسی در آثار برخی زبان‌شناسان ایرانی مورد بررسی قرار گرفته است. ثمره (۱۳۷۸: ۷۷) معتقد است که هنگام تولید همخوان‌های غلت فارسی، هیچ نوع گرفتگی در مجرا که عبور هوا را ملایم با سایش سازد، وجود ندارد و از این حیث، غلت‌ها بسیار شبیه واکه‌ها هستند. نقطه آغازی برای تولید غلت‌ها همان نقطه آغازی برای تولید واکه‌های افراشته است و نقطه پایانی تولید آنها، محل تولید واکه پس از آن است. بین این دو نقطه آغازی و پایانی، یک یا دو قسمت از زبان تغییر موضع می‌دهند که به آن غلت گفته می‌شود. چون در اثنای تغییر موضع، تارآواها در حال ارتعاش و تولید واک هستند، غلت سخت کامی /z/ یا غلت نرمکامی [w]، درواقع غلت آوایی یا اکدار است که از واکه افراشته /i/ یا /u/ به واکه دیگر تغییر موقعیت می‌دهد.

ثمره همچنین درباره بازنمود واجی و آوایی کلماتی مانند قوم، شور، روشن و غیره بحث کرده است (ثمره، ۱۳۷۸: ۷۷). وی معتقد است که این کلمات در سطح آوایی حاوی یک واکه مرکب به صورت ou/w هستند که نقطه شروع برای تولید این واکه مرکب، جایگاه تولید واکه /o/ و جایگاه پایانی‌اش، جایگاه تولید واکه /u/ است. وی اشاره می‌کند که در گذشته‌های دور، /w/ جزو واجگان زبان فارسی بوده که در اثر یک تحول تاریخی به نزدیکترین همخوان از نظر جایگاه و نحوه تولید، یعنی همخوان /v/ تبدیل شده است (مانند xosrow+i novin :now+in). اما گاهی این تبدیل صورت نمی‌گیرد و واکه مرکب به صورت بسیط، گاهی با کشش و گاهی بدون آن تلفظ می‌گردد، مانند (rowʃan ro:ʃan ;zelow zelo). ثمره توضیح می‌دهد که چنانچه [w] را واج‌گونه‌ای از واج /v/ بدانیم و آن را در آوانویسی به صورت [ow] و در واج‌نویسی به صورت /ov/ نمایش دهیم، مشکلی بوجود نخواهد آمد،

زیرا [w] و /v/ در توزیع تکمیلی با یکدیگر هستند و در تقابل با هم قرار نمی‌گیرند. وی همچنین استدلال می‌کند که چون وقوع خوشه سه‌همخوانی در ساخت هجایی زبان فارسی ممکن نیست و توالی [ow] نمی‌تواند به عنوان واکه مرکزی در هجای CVCC قرار بگیرد، بنابراین، عضو دوم این توالی باید حتماً یک همخوان باشد. در این حالت، توزیع [w]، مانند توزیع /j/، به عنوان عضو اول خوشه دوهمخوانی به‌وفور در واژه‌های فارسی یافت می‌شود (ثمره، ۱۳۷۸: ۷۷). اینگونه است که می‌توان به یک نوع تقارن توزیعی برای غلت‌های سخت‌کامی و نرم‌کامی زبان فارسی دست یافت. در مقابل، اگر /ow/ واکه مرکب باشد، در آن صورت واج‌آرایی زبان فارسی امروز فاقد هجای CVCC با مرکزیت /ow/ خواهد بود، زیرا پس از واکه مرکب، هرگز خوشه دوهمخوانی در هجاهای فارسی یافت نمی‌شود. ثمره (۱۳۷۸) معتقد است که توالی [ow] در زبان فارسی از دیدگاه آوایی، یک واکه مرکب و از نظر واجی یک رشته آوایی مرکب از یک واکه و یک همخوان است.

حق‌شناس در بحث تفاوت واکه و همخوان در آواشناسی و واج‌شناسی با مطرح کردن دو مثال [meil] و [mouz] توضیح می‌دهد که 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 جوهره آوایی هر دو واکه است و هنگام عبور از اندامهای گویایی، این جوهره آوایی در هر دو مورد با آوای تازه‌ای آمیخته نمی‌شود. او همچون ثمره (۱۳۷۸)، استدلال کرده است که توالی آوایی [ow] در زبان فارسی به لحاظ واجی نمی‌تواند یک واکه مرکب باشد، بلکه ترکیب یک واکه و همخوان است (حق‌شناس، ۱۳۷۰: ۷۶-۸۰).

یارمحمدی نیز بر این باور است که عضو دوم واکه‌های دوگانه، یعنی *i* یا *y* و *u* یا *w*، دارای تمام ویژگی‌های تولید یک واکه است، 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 (حرکت پیوسته اندام‌های گفتار از یک واکه به سوی واکه دیگر) می‌توان واکه مرکب برشمرد (یارمحمدی، ۱۳۶۴: ۱۱۷). وی تغییر فرکانس سازه‌های اول (F1) و دوم (F2) شش واکه مرکب [ei, ui, oi, ai, ei, ai] را با استفاده از طیف‌نگاشت‌هایی که از یک بار ضبط کردن واژه‌های بایگان، بیت، صیاد، خوی، دو و کوی به دست آمده است، اندازه‌گیری کرد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که واکه‌های مورد نظر به لحاظ آوایی مرکب اند، زیرا سازه‌های آنها از ابتدا تا انتها فرکانس ثابتی ندارند (یارمحمدی، ۱۳۶۴: ۳۷).

بی‌جن‌خان با بررسی ویژگی‌های صوتی غلت سختکامی [j] و واکه افراشته [i] در سه حوزه زمان، فرکانس و دامنه انرژی، شباهت‌ها و تفاوت‌های صوتی [j] و [i] را در نظام آوایی زبان فارسی به دست آورده است. وی نشان داده است که سازه‌های F1، F2 و F3 در [j] شباهت زیادی با همین سازه‌ها در واکه [i] دارند: فاصله زیاد F2 از F1 و فاصله کم F3 از F2، اما به طور کلی، مقدار سازه‌های F1 و F2 در غلت [j] قدری کمتر از واکه متناظر با آن، یعنی [i] است. علاوه بر این، در گذار از [j] از میزان انرژی کلی به تدریج کاسته می‌شود. این وضعیت به خصوص در کاهش میزان انرژی F1 در مقایسه با سازه‌های دیگر بیشتر مشاهده می‌شود (بی‌جن‌خان، ۱۳۹۲: ۱۹۱-۱۹۶). او معتقد است که وجه تمایز واکه از غلت، همین کاهش معنادار انرژی F1 در غلت‌ها نسبت به واکه است که علت آن، ارتفاع و انقباض بیشتر زبان در تولید غلت‌ها است. وی همچنین نشان

داده است که مدت زمان تولید غلت [j] به مراتب کمتر از [i] است، زیرا [i] یک آوای ممتد است ولی غلت‌ها آوای غیرممتد هستند (بی‌جن‌خان، ۱۳۹۲: ۱۹۱-۱۹۶).

همچنین، بی‌جن‌خان درباره‌ی بازنمایی واجی و آوایی کلماتی مانند قوم و شوق، بحث کرده است. وی اعتقاد دارد که /v/ در این کلمات در گفتار رسمی و محافظه‌کارانه به صورت [w] تلفظ می‌شود، درحالی‌که همین [w] در تلفظ محاوره‌ای و سریع حذف می‌شود و به جبران آن /o/ به صورت اختیاری کشیده می‌شود: [O:]. یعنی در این بافت، با نوعی فرایند کشش جبرانی مواجه هستیم (بی‌جن‌خان، ۱۳۹۲: ۱۹۰). بنابراین، از نظر او غلت [w] در پایانه‌ی هجا همانند چاکنایی‌های /ʔ/ و /h/ از یک الگوی واجی واحد، یعنی کشش جبرانی، تبعیت می‌کند (بی‌جن‌خان، ۱۳۹۲: ۱۹۰). بی‌جن‌خان استدلال می‌کند که نقش غلت‌ها و چاکنایی‌ها به‌عنوان همخوان میانجی برای جلوگیری از التقای واکه‌ها به‌مراتب بیشتر از سایر همخوان‌هاست. از نظر وی، فرایندهای کشش جبرانی و درج غلت در زبان فارسی امروز شواهدی هستند بر اینکه چاکنایی‌ها و غلت‌ها می‌توانند یک طبقه‌ی واجی واحد تشکیل بدهند (بی‌جن‌خان، ۱۳۹۲: ۱۹۰). بر این اساس، بی‌جن‌خان، به پیروی از چامسکی و هله (1968) در تعریف آوایی طبقات عمده‌ی واجی، چاکنایی‌های /h/ و /ʔ/ را در کنار /w/ و /j/ در یک طبقه‌ی واجی تحت عنوان غلت‌ها قرار داده است.

مدرسی قوامی (2002) با بررسی صوت‌شناختی واکه‌های مرکب در هجاهای باز تکیه‌بر کلمات در نمونه‌های گفتاری زنان و مردان فارسی‌زبان نشان داده است که در تولید واکه‌های [ei,ou,oi,uiai,ai] مجرای دهان از وضعیت تولید واکه به واکه‌ای دیگر تغییر شکل می‌دهد و براین اساس، می‌توان این توالی‌ها را از نظر

آوایی مرکب دانست، هرچند که تغییر شکل مجرای دهان در تولید [ou] بسیار اندک است. وی در مطالعات دیگری (۱۳۸۹، ۱۳۹۵) واکه‌های مرکب فارسی را مانند واکه‌های انگلیسی به دو گروه واکه‌های مرکب تک‌هدفه [ei, ou] و واکه‌های مرکب دوهدفه [oi, ui, ai, ai] تقسیم کرده است. واکه‌های مرکب تک‌هدفه، یک هدف واکه‌ای طولانی و یک غلت کوتاه یا بلند و گذار سازه‌ای از/ به همخوان دارند. واکه‌های مرکب دوهدفه از یک غلت طولانی و گذار سازه‌ای از/ به همخوان تشکیل می‌شوند. هر دو دسته به این دلیل مرکب هستند که از بیش از یک هدف و یک گذار سازه‌ای تشکیل یافته‌اند، اما تنها دسته دوم است که می‌توان آن را واکه دوگانه نامید.

مدرسی قوامی (۱۳۹۵) همچنین واکه‌های ساده فارسی را به دو دسته کوتاه و بلند تقسیم کرده است. واکه‌های کوتاه یک هدف واکه‌ای کوتاه و گذار سازه‌ای طولانی از/ به همخوان دارند. در مقابل، واکه‌های بلند از یک هدف واکه‌ای طولانی و گذار سازه‌ای کوتاه از/ به همخوان تشکیل می‌شوند. بنابراین، تمایز واکه‌های کوتاه و بلند تنها در دیرش کلی آنها نیست، بلکه تفاوت در نسبت زمانی هدف و گذار سازه‌ای است.

۳. روش‌شناسی تحقیق

این تحقیق در چارچوب واج‌شناسی آزمایشگاهی انجام شده است. برای این منظور ابتدا، داده‌هایی متناسب با سوالات و فرضیه‌های تحقیق انتخاب شدند. سپس، تعدادی شرکت‌کننده بومی فارسی معیار، داده‌ها را در محیط آزمایشگاهی تولید کردند. در مرحله بعد، پارامترهای صوتی هدف، آنگونه که در پیشینه مطالعات آوایی همخوان‌های غلت مطرح شده‌اند، بر روی داده‌ها اندازه‌گیری شدند. سپس،

مقادیر اندازه‌گیری شده در نرم‌افزار آماری، تحلیل استنباطی شده و بر مبنای نتایج به دست آمده درباره میزان اعتبار فرضیه‌ها بحث شده است.

۳-۱. داده‌ها و شرکت‌کنندگان تحقیق

داده‌های این تحقیق شامل ۲۴ کلمه به صورت ۱۲ جفت کلمه تک‌هجایی است که در تمامی آنها واکه /o/ در مرکز هجا قرار دارد (جدول ۱). در هر جفت کلمه، کلمه اول دارای ساخت هجایی CVC (مثل قم /Gom/) و کلمه دوم دارای ساخت هجایی CVCC است که عضو اول پایانه هجا در این گروه اخیر در سطح بازنمود واجی، مطابق با استدلال‌های واج‌شناسان فارسی، همخوان سایشی لبی - دندان‌ی واکدار /v/ است، مثل قوم (/Govm/) که در بازنمایی آوایی به صورت [w] ظاهر می‌شود. در ادامه این تحقیق، کلمات نوع اول را به صورت /COC/ و کلمات نوع دوم را به صورت /COVC/ نشان داده شده است. سعی نگارندگان بر آن بود که جفت‌های کمینه برای این تحقیق انتخاب شود، اما چون در بعضی موارد جفت کمینه مناسبی یافت نشد، از کلماتی با حداکثر شباهت آوایی استفاده گردید. شرکت‌کنندگان پژوهش حاضر، ده گویشور بومی فارسی، شامل پنج زن و پنج مرد بودند که همگی به لهجه فارسی تهرانی امروزی تکلم می‌کردند. متوسط سن شرکت‌کنندگان ۳۵ و در بازه سنی ۲۵ تا ۴۵ سال بودند. شایان ذکر است که هیچیک از شرکت‌کنندگان از موضوع و هدف آزمایش اطلاعی نداشتند.

جدول (۱): داده‌های تحقیق شامل دو دسته کلمات با ساخت هجایی CVC و CVCC

کلمات با ساخت هجایی CVC	بازنمایی آوایی	بازنمایی واجی	کلمات با ساخت هجایی CVCC	بازنمایی آوایی	بازنمایی واجی
شُل	[ʃol]	/ʃol/	شوق	[ʃowG]	/ʃovG/
لُر	[lor]	/lor/	لوح	[lowh]	/lovh/
حُر	[hor]	/hor/	حوض	[howz]	/hovz/
غُل	[gol]	/gol/	قول	[gowl]	/govl/
خُرخر	[xorxor]	/xorxor/	خوف	[xowf]	/xovf/
قَم	[gom]	/gom/	قوم	[gowm]	/govm/
دُر	[dor]	/dor/	دور	[dowr]	/dovr/
هُل	[hol]	/hol/	حول	[howl]	/hovl/
جُل	[zol]	/zol/	جور	[zowr]	/zovr/
شُر	[ʃor]	/ʃor/	شور	[ʃowr]	/ʃovr/
قُر	[gor]	/gor/	غور	[gowr]	/govr/
فُک	[foc]	/foc/	فوت	[fowt]	/fov/

کلمات انتخاب شده که در جدول ۱ نشان داده شده‌اند، همگی در جمله ثابت «علی گفت ... دوباره» قرار داده شدند. جملات سپس به شکل نامنظم و با ترتیبی تصادفی چینش شده و در اختیار شرکت کنندگان قرار گرفتند.

ضبط داده‌ها در محیطی کاملاً آرام و بدون هیچ گونه صدای اضافی انجام شد. از شرکت کنندگان خواسته شد جملات را هر کدام یک بار به صورت طبیعی و سرعت معمولی، با مکثی کوتاه بین هر جمله بخوانند. برای ضبط داده‌ها از میکروفونی با پاسخ فرکانسی مناسب استفاده شد. داده‌ها در نرم‌افزار پرت (نسخه ۵،۲،۳۲) ضبط و به صورت فایل‌های txt ذخیره‌سازی شدند.

۲-۳. اندازه‌گیری و تحلیل آوایی داده‌ها

پارامترهای صوتی دیرش، دامنه انرژی کل، فرکانس سازه‌های F1 و F2 و پهنای نوارهای B1 و B2 بر روی داده‌ها اندازه‌گیری شدند. برای تحلیل و اندازه‌گیری این پارامترها از نرم‌افزار پرت، ویرایش ۶/۰/۴۳ (بورزما و وینینک، ۲۰۱۸)، استفاده شد. همه اندازه‌گیری‌ها به طور همزمان بر روی سیگنال آوایی و طیف‌نگاشت انجام شد.

واکه /o/ در تمامی جفت‌کلمات اعم از کلمات نوع اول (/coc/) و نوع دوم (/covc/) بر روی سیگنال آوایی و طیف‌نگاشت برچسب‌دهی شدند. برای اندازه‌گیری دیرش واکه /o/ در جفت‌کلمات هدف آزمایش، فاصله زمانی بین اولین تناوب چاکنایی قوی بر روی پهنای نوار فرکانسی F2 در طیف‌نگاشت تا آخرین تناوب چاکنایی قوی بر روی همین سازه فرکانسی محاسبه گردید. فرکانس سازه‌های F1 و F2، پهنای نوار این سازه‌ها B1 و B2 و دامنه انرژی کل به صورت خودکار از طریق اندازه‌گیری متوسط مقادیر این پارامترها در طول دو نیمه آغازی و نیمه پایانی واکه /o/ در کلمات /coc/ و /covc/ اندازه‌گیری و با یکدیگر مقایسه شدند تا امکان بررسی دقیقتر نحوه تظاهر آوایی واکه /o/ در جفت‌کلمات هدف فراهم گردد.

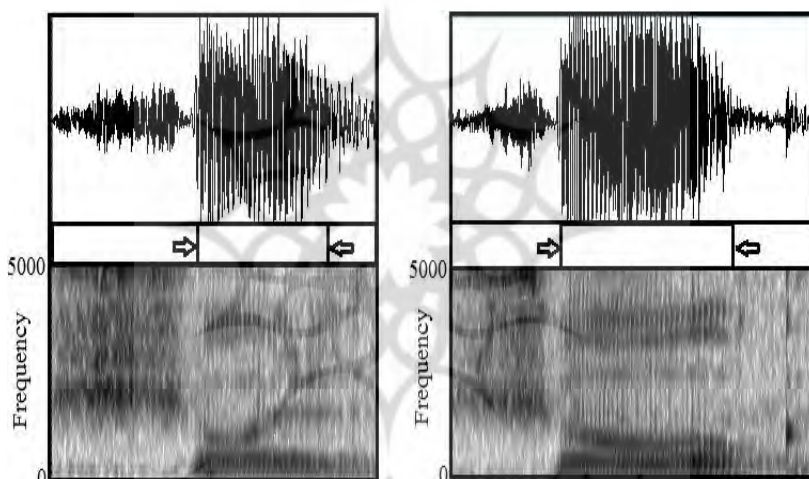
مطابق با استدلال‌های ثمره (۱۳۷۸: ۷۷)، حق‌شناس (۱۳۷۰: ۷۶-۸۰) و بی‌جن‌خان (۱۳۹۲: ۱۹۰) [w] در روساخت آوایی کلمات [cowc] به دلیل توزیع ناقص، موضع غیرواجی داشته و واج‌گونه /v/ در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، زیرساخت واجی این کلمات به صورت /covc/ است. به علاوه، بی‌جن‌خان (۱۳۹۲) بر اساس یک توصیف برداشت‌گرایانه (و نه آزمایشگاهی) بحث کرده است که غلت [w] در [cowc] مانند چاکنایی‌های /ʔ/ و /h/ در پایانه هجا از الگوی

واجی کشش جبرانی تبعیت می‌کند. از نظر بی‌جن‌خان (همان)، کشش جبرانی واکه پیش از غلت [w] یک فرایند اختیاری است به این معنا که تضعیف یا حذف [w] لزوماً با کشش جبرانی واکه قبل همراه نمی‌شود، اما همخوان‌های چاکنایی در صورت حذف یا تضعیف در پایانه هجا باعث کشش اجباری واکه پیش از خود می‌شوند. بنابراین، از نظر بی‌جن‌خان هر یک از صورت‌های آوایی [cowc]، [co:wc] (با هر درجه‌ای از فعالیت غلت نرمکامی [w])، [co:c] و یا [coc] تلفظ‌های صحیح کلمات /COVC/ هستند. به بیان دیگر، بی‌جن‌خان معتقد است که صورت آوایی کلمات /COVC/ شامل توالی [ow] است که در آن [w] به صورت پیوستاری از درجات مختلف (از صفر یعنی فعالیت کامل غلت [w] تا ۱۰۰ درصد یعنی حذف کامل) تضعیف و [o] به صورت پیوستاری از درجات مختلف کشیده می‌شود. این خوانش از نحوه تظاهر آوایی کلمات /COVC/ با دیدگاه بی‌جن‌خان (۲۰۰۰)، صادقی (۱۳۸۹)، صادقی و بی‌جن‌خان (۲۰۰۷) در رابطه با کشش جبرانی واکه در مجاورت چاکنایی‌های /ʔ/ و /h/ هماهنگ است که بر اساس آن همخوان‌های چاکنایی به درجات مختلف در پایانه هجا تضعیف و به جبران آن واکه قبل کشیده می‌شود. هر قدر فعالیت الگوی چاکنایی بیشتر تضعیف شود، به همان اندازه فعالیت الگوی واکه‌ای قبل افزوده می‌شود. این تغییر مدرج در سطح آوایی، حاصل تغییر الگوی فرکانس پایه یا دامنه انرژی همسازها در حوزه فرکانس سیگنال آوایی است (بی‌جن‌خان، ۲۰۰۰: ۵۰۹؛ صادقی، ۱۳۸۹: ۶۰؛ صادقی و بی‌جن‌خان، ۲۰۰۷: ۵۹).

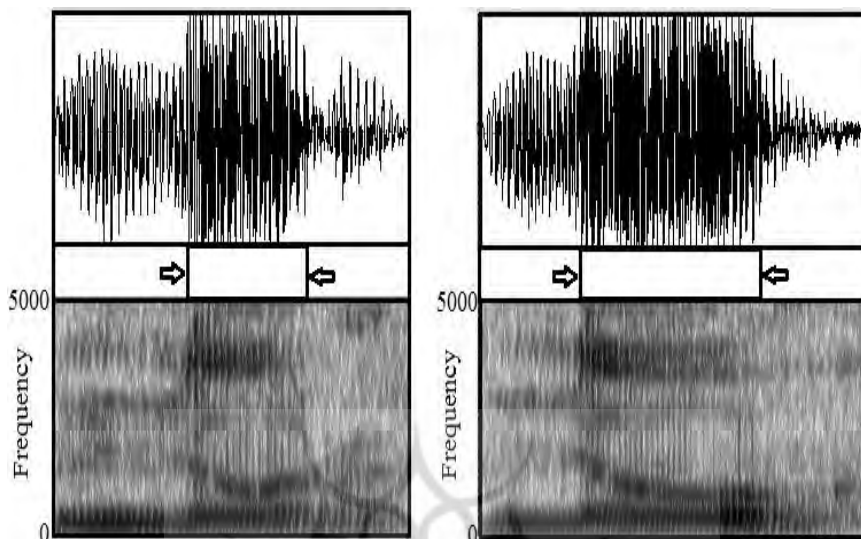
۴. نتایج

شکل‌های ۱ و ۲ طیف‌نگاشت کلمات «شُل/ شوق» و «لُر/ لوح» را که توسط دو گویشور آزمایش (ب.م. و ر.ا.) تولید شده‌اند، نشان می‌دهند. محدوده زنجیره آوایی هدف در این شکل‌ها با دو خطِ پر، نشان داده شده‌اند. این محدوده برای رشته آوایی /COC/ شامل واکه /O/ و برای رشته آوایی /COVC/ شامل توالی آوایی /OV/ است. محدوده متناظر با سایشی واکدار /V/ در توالی آوایی /OV/ با خط چین مشخص شده است. این شکل‌ها دو واقعیت صوتی مهم را در رابطه با ساختار فرکانسی رشته آوایی کلمات /COVC/ نشان می‌دهند. اول آنکه /V/ در رشته‌های آوایی /COVC/ فاقد ویژگی‌های صوتی یک همخوان سایشی است. چنان‌که مشاهده می‌شود، میزان انرژی بر روی فرکانس‌های بالای ۳۰۰۰ هرتز برای /V/ در /COVC/ در یک حد کمینه است. برعکس، توزیع انرژی برای /V/ در این رشته آوایی بر روی فرکانس‌های پایین ۳۰۰۰ هرتز متمرکز شده و ساختاری کاملاً سازه‌ای دارد که باعث شباهت بسیار زیاد /V/ با واکه قبلی، یعنی /O/ شده است. این واقعیت نشان می‌دهد که /V/ در /COVC/ به لحاظ الگوی توزیع انرژی بر روی نوارهای فرکانسی، تظاهر صوتی نزدیک به یک واکه دارد و یک عنصر آوایی واکه‌گونه است. شباهت این عنصر به واکه /O/ قبل به حدی است که نمی‌توان با استفاده از الگوی توزیع انرژی بر روی فرکانس‌ها به راحتی آنها را از یکدیگر متمایز کرد. نکته دیگر آن است که تظاهر صوتی /V/ در /COVC/ به صورت یک عنصر آوایی واکه‌گونه، شبیه به واکه /O/ قبل، باعث شده است که طول واکه /O/ در /COVC/ از طول همین واکه در /COC/ بیشتر به نظر برسد. بنابراین، کیفیت توزیع انرژی و میزان انرژی روی فرکانس‌ها برای /V/ در /COVC/ آنقدر به واکه قبل شباهت دارد که رشته آوایی /OV/ بر روی طیف‌نگاشت به

صورت یک واکه /o/ کشیده به نظر می‌رسد. شباهت زیاد توزیع انرژی فرکانس‌ها در سایشی واکدار /v/ و واکه /o/ قبل دو احتمال را در رابطه با تظاهر آوایی /v/ در /COVC/ مطرح می‌سازد. اول آن که /v/ در روساخت آوایی رشته واجی /COVC/ از زنجیره آوایی حذف شده و واکه قبل از آن کشیده‌تر شده است؛ بر اساس این فرض، /v/ به صورت واکه /o/ ظاهر می‌شود. دوم آن که /v/ در /COVC/ به صورت غلت نرمکامی [w] که ساختار صوتی مشابهی با واکه قبل دارد، تظاهر یافته است.



شکل (۱): طیف‌نگاشت کلمات [شل] (چپ) و [شوق] (راست) تولید شده توسط گویشور س. م.



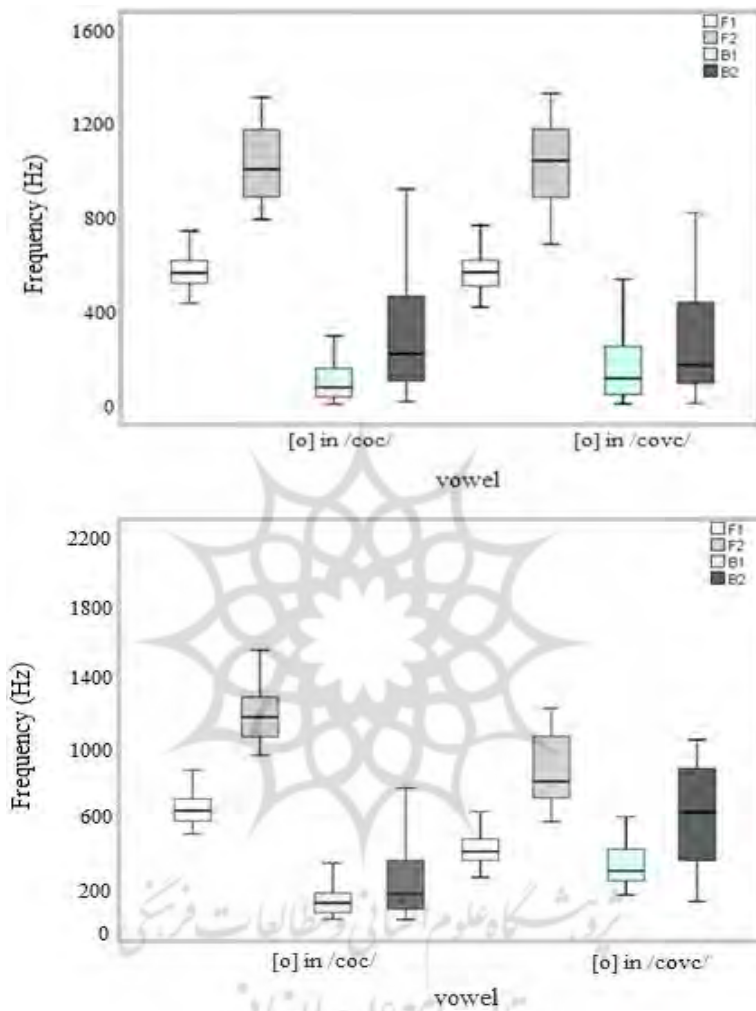
شکل (۲): طیف‌نگاشت کلمات [لر] (چپ) و [لوچ] (راست) تولید شده توسط گویشور ق. ک.

در ادامه، با بررسی دقیق‌تر الگوی تغییرات فرکانس و پهنای نوار سازه‌ها و همچنین دامنه انرژی آنها در محدوده زنجیره آوایی هدف آزمایش، میزان اعتبار هر یک از این فرضیه‌ها را بررسی می‌کنیم. مطابق با یافته‌های صوتی در پیشینه مطالعات مربوطه، فرضیه اول در صورتی معتبر است که مقادیر فرکانس و پهنای نوار سازه‌های فرکانسی و دامنه انرژی این سازه‌ها برای نیمه آغازی و نیمه پایانی واژه /o/ در /COVC/ با مقادیر این پارامترها برای همین واژه در /COC/ تفاوت معنادار نداشته باشد. در مقابل، فرضیه دوم مبنی بر تظاهر /v/ در /COVC/ به صورت غلت نرمکامی [w] در شرایطی معتبر خواهد بود که مقادیر پارامترهای صوتی مورد نظر برای نواحی پایانی توالی آوایی /ov/ در /COVC/ با مقادیر این پارامترها برای همین نواحی زمانی برای /o/ در /COC/ به طور معناداری با یکدیگر متفاوت باشد. به طور مشخص، در صورت تظاهر آوایی /v/ در /COVC/ به صورت غلت [w] مطابق با فرضیه دوم، انتظار می‌رود مقادیر فرکانس سازه‌های

F1 و F2 و همچنین دامنه انرژی سازه‌ها در نیمه پایانی توالی آوایی /ov/ از مقادیر همین پارامترها برای بخش پایانی واکه /o/ در /coc/ به طور معناداری کمتر باشد و برعکس، مقادیر پهنای نوار سازه‌ها برای همین محدوده زمانی در توالی آوایی /ov/ از /o/ در /coc/ به طور معناداری بیشتر باشد.

۴-۱. فرکانس و پهنای نوار سازه‌ها

شکل ۳ نمودار جعبه‌ای فرکانس سازه‌های F1 و F2 و پهنای نوارهای B1 و B2 را در طول نیمه آغازی و پایانی واکه [o] در /coc/ و /covc/ برای تمامی شرکت‌کنندگان آزمایش نشان می‌دهد. چنانکه مشاهده می‌شود در طول نیمه آغازی، تفاوت قابل ملاحظه‌ای از نظر الگوی تغییر فرکانس سازه‌ها و پهنای نوار آنها بین واکه [o] در /coc/ و /covc/ مشاهده نمی‌شود، اما در طول نیمه پایانی، مقادیر F1 و F2 برای واکه [o] در /covc/ کاهش و مقادیر B1 و B2 برای [o] در همین رشته واجی افزایش یافته است.



شکل (۳): نمودار جعبه‌ای فرکانس سازه‌های F1 و F2 و پهنای نوارهای B1 و B2 را در طول نیمه آغازی و پایانی واژه [o] در /coc/ و /cove/ برای تمامی شرکت‌کنندگان آزمایش

این نتایج نشان می‌دهد درحالی‌که فرکانس سازه‌ها و پهناهای نوار آنها در طول مدت زمان تولید واکه [o] در /coc/، تغییرات محسوس و منظمی را نشان نمی‌دهند، همین پارامترهای فرکانسی در طول مدت زمان تولید واکه [o] در /covc/ تغییر می‌کنند، به طوری که F1 و F2 در طول نیمه پایانی این واکه نسبت به نیمه آغازی به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابند، درحالی‌که B1 و B2 طی همین مدت زمان افزایش می‌یابند.

جدول ۲ خلاصه نتایج آزمون آماری *t-test* را با مشاهدات مکرر برای محاسبه معنادار بودن اختلاف مقادیر پارامترهای F1 و F2 و پهناهای نوار B1- B2 در طول نیمه آغازی و نیمه پایانی واکه [o] در /coc/ و /covc/ نشان می‌دهد. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که اختلاف میانگین مقادیر هیچ‌یک از پارامترهای صوتی F1 و F2 و B1 و B2 بین واکه [o] در /coc/ و /covc/ در طول نیمه آغازی واکه معنادار نیست، اما اختلاف میانگین مقادیر این پارامترها بین واکه [o] در /coc/ و /covc/ در طول نیمه پایانی برای تمامی پارامترها معنادار است.

جدول (۲): خلاصه نتایج آزمون آماری *t-test* برای محاسبه معنادار بودن اختلاف مقادیر پارامترهای F1 و F2 و پهناهای نوار B1- B2 در طول نیمه آغازی و پایانی واکه [o] در /coc/ و /covc/

سطح معناداری	درجه آزادی	مقدار <i>t</i>	پارامتر صوتی	محدوده زمانی
.845	238	.195	F1	نیمه آغازی
.661	238	-.439	F2	
.283	238	-1.076	B1	
.863	238	.172	B2	
$p < 0.001$	238	5.133	F1	نیمه پایانی
$p < 0.001$	238	4.865	F2	
.008	238	-2.687	B1	
$p < 0.001$	238	5.232	B2	

۲-۴. دامنه انرژی

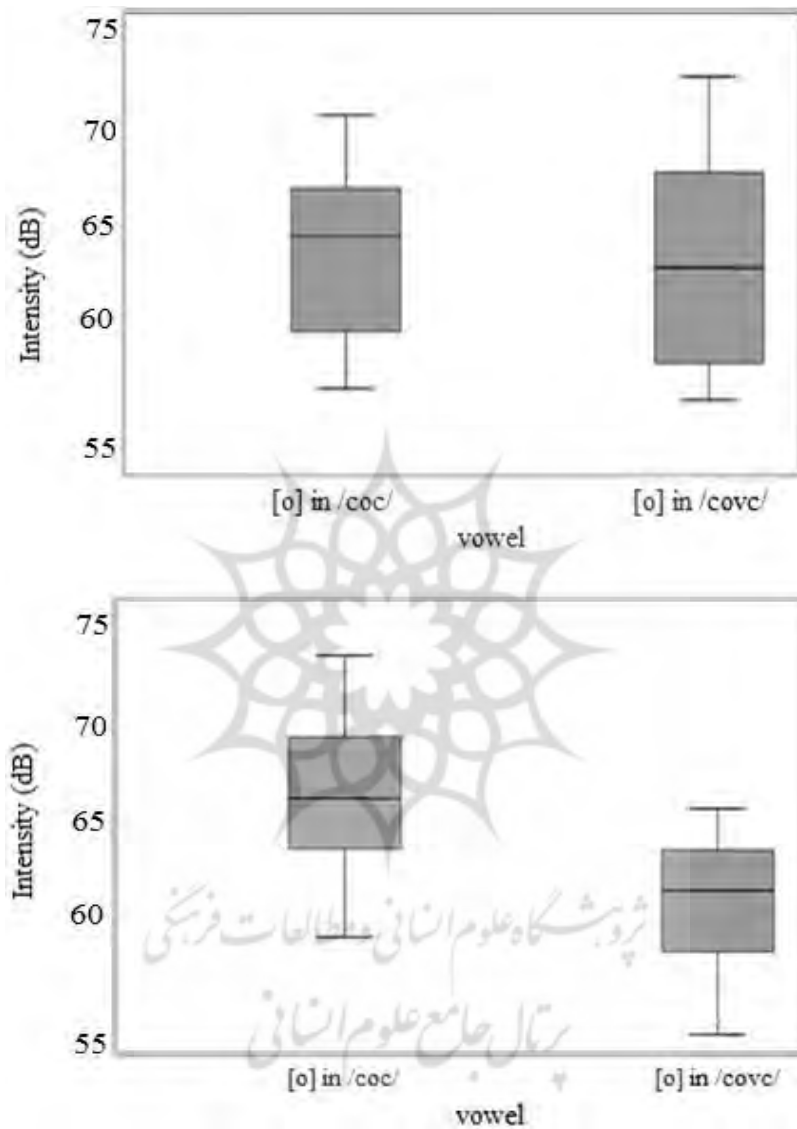
شکل ۴ نمودار جعبه‌ای دامنه انرژی طیف فرکانسی را در طول نیمه آغازی و پایانی واکه [o] در /coc/ و /covc/ برای تمامی شرکت‌کنندگان آزمایش نشان می‌دهد. چنانکه مشاهده می‌شود، الگوی کلی توزیع مقادیر دامنه انرژی طیف فرکانسی برای واکه [o] در /coc/ و /covc/ در طول نیمه آغازی واکه‌ها تفاوت محسوسی با یکدیگر ندارند، اما در طول نیمه پایانی، مقادیر دامنه انرژی برای طیف فرکانسی واکه [o] در /covc/ در مقایسه با واکه [o] در /coc/ به طور قابل توجهی کمتر است. براین اساس، درحالی‌که دامنه انرژی سازه‌های فرکانسی واکه [o] در /coc/ در طول مدت زمان تولید این واکه تقریباً ثابت است، اما مقادیر این پارامتر صوتی برای واکه [o] در /covc/ در بخش پایانی واکه، به طور قابل توجهی نسبت به ابتدای واکه کمتر شده است.

جدول ۳ خلاصه نتایج آزمون آماری t -test را با مشاهدات مکرر برای محاسبه معنادار بودن اختلاف مقادیر دامنه انرژی طیف فرکانسی در طول نیمه آغازی و نیمه پایانی واکه [o] در /coc/ و /covc/ نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که اختلاف میانگین مقادیر دامنه انرژی طیف فرکانسی واکه [o] در /coc/ و /covc/ در طول نیمه آغازی واکه معنادار نیست، اما اختلاف میانگین مقادیر این پارامتر برای واکه [o] در /coc/ و /covc/ در طول نیمه پایانی معنادار است.

جدول (۳): خلاصه نتایج آزمون آماری t -test برای محاسبه معنادار بودن اختلاف مقادیر دامنه انرژی

در طول نیمه آغازی و نیمه پایانی واکه [o] در /coc/ و /covc/

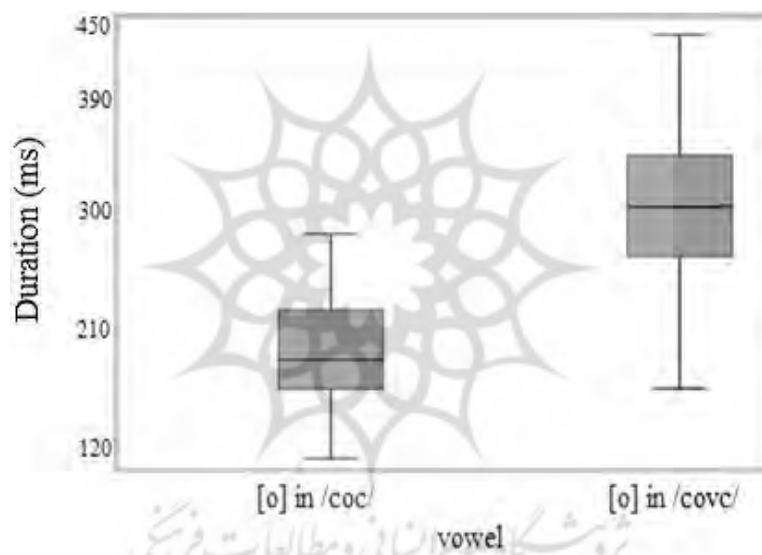
سطح معناداری	درجه آزادی	مقدار t	محدوده زمانی
.407	238	-.831	نیمه آغازی
$p < 0.001$	238	5.309	نیمه پایانی



شکل (۴): نمودار جعبه‌ای دامنه انرژی طیف فرکانسی در طول نیمه آغازی و پایانی واژه [o] در /coc/ و /covc/ برای تمامی شرکت‌کنندگان آزمایش

۳-۴. دیرش

شکل ۵ نمودار جعبه‌ای دیرش واکه [o] را در /coc/ و /covc/ برای تمامی شرکت‌کنندگان آزمایش نشان می‌دهد. این شکل بیانگر آن است که دیرش واکه [o] در /covc/ به طور قابل ملاحظه‌ای از واکه [o] در /coc/ بیشتر است. نتایج آزمون t -test نشان داد که اختلاف میانگین مقادیر دیرش واکه [o] در /coc/ و /covc/ با یکدیگر معنادار است ($t(238) = -11.79, p < 0.001$).



شکل (۵): نمودار جعبه‌ای دیرش واکه [o] در /coc/ و /covc/ برای تمامی شرکت‌کنندگان آزمایش

۵. نتیجه‌گیری

در پیشینه مطالعات فارسی چنین بحث شده است که بازنمود واجی کلماتی مانند شوق، حول، شور، دور، شامل توالی واجی به صورت /ov/ است که در روساخت آوایی به [ow] تبدیل می‌شود. چنین استدلال شده است که غلت نرمکامی [w] بر خلاف غلت سختکامی [j] در نظام آوایی زبان فارسی نقش تمایزدهندگی

ندارد، زیرا توزیع آن در مواضع واجی ناقص است؛ یعنی این همخوان در آغاز و پایان کلمات فارسی تظاهر آوایی ندارد و تنها در تعداد محدودی از کلمات فارسی، آن هم فقط بعد از واکه [o] ظاهر می‌شود. از این‌رو، تظاهر [w] در این کلمات صرفاً به عنوان واج‌گونه‌ای از واج /v/ تلقی شده است.

بی‌جن‌خان فرضیه دیگری را نیز در این زمینه مطرح کرده است و آن این است که غلت نرمکامی [w] در روساخت آوایی کلمات /COVC/ همانند همخوان‌های چاکنایی در پایانه هجا، گاه به کلی از زنجیره آوایی حذف شده و به جبران آن واکه /o/ قبل از آن کشیده می‌شود که در این حالت [ow] به [o:] تبدیل می‌گردد. این فرضیه اساساً قائل به وجود الگوی واجی واحد بین غلت نرمکامی [w] و چاکنایی‌های [ʔ] و [h] در پایانه هجا است که بر اساس آن همخوان‌های چاکنایی و غلت نرمکامی [w] در پایانه هجا به علت عدم ثبات یا پایداری آوایی از زنجیره آوایی کلمات حذف می‌شوند و به جبران این حذف، واکه قبل آنها کشیده می‌شود. البته، بی‌جن‌خان (۱۳۹۲: ۱۹۰) کشیدگی واکه ناشی از حذف غلت نرمکامی در زبان فارسی را فرایندی اختیاری در نظر گرفته است، درحالی‌که کشیدگی واکه در اثر حذف همخوان‌های چاکنایی در پایانه هجا در زبان فارسی فرایندی اجباری است که عدم اعمال آن موجب غیردستوری شدن صورت آوایی مورد نظر می‌شود (بی‌جن‌خان، ۲۰۰۰: ۵۰۷؛ صادقی و بی‌جن‌خان، ۲۰۰۷: ۵۹؛ صادقی، ۲۰۱۱: ۶۲۹).

در تحقیق حاضر برای بررسی میزان اعتبار فرضیه‌های واجی مطرح‌شده در پیشینه مطالعات فارسی درباره روساخت آوایی کلماتی مانند شوق، حول، شور، و نحوه تظاهر آوایی غلت نرمکامی [w] در این کلمات، آزمایش تولیدی انجام دادیم. در این آزمایش، دو دسته کلمه به عنوان کلمات هدف تحقیق انتخاب

شدند. یک دسته از کلمات با ساخت زنجیره‌ای /COC/ مانند /Gom/، /hor/ و /lor/ و دسته دیگر جفت‌های کمینه یا نیمه‌کمینه همان کلمات با ساخت زنجیره‌ای /COVC/ مانند /Govm/، /lovh/ و /hovz/ برای تحلیل آوایی داده‌ها، توالی /OV/ در روساخت آوایی کلمات /COVC/ را با /O/ در روساخت آوایی کلمات /COC/ با یکدیگر مقایسه کردیم. در مشاهدات صوتی اولیه مشخص شد که /V/ در کلمات /COVC/ ساختار صوتی مشابه یک عنصر آوایی واکه‌گونه (-) [CONS] دارد؛ یعنی توالی /OV/ در روساخت آوایی کلمات /COVC/ اساساً توالی واکه + همخوان سایشی نیست، بلکه توالی واکه + واکه (یعنی واکه [O] کشیده) یا واکه + غلت نرمکامی ([OW]) است. برای انجام بررسی‌های دقیق‌تر جهت تعیین ماهیت این عنصر آوایی [-CONS] در پایان کلمات /COVC/ و این که آیا این عنصر آوایی، مطابق با نظام مشخصه‌بنیاد چامسکی و هله (1968)، واکه‌ای با مشخصه‌های آوایی [+vocalic, -consonantal] است و یا غلت نرمکامی [W] با مشخصه‌های آوایی [-vocalic, -consonantal]، الگوی تغییرات فرکانس، پهنای نوار و دامنه انرژی سازه‌ها را در طول محدوده‌های زمانی هدف آزمایش بررسی کردیم. برای این منظور چهار پارامتر صوتی شامل دیرش، فرکانس سازه‌های F1 و F2 و پهنای نوارهای B1 و B2 و دامنه انرژی طیف فرکانسی انتخاب شدند. این پارامترها را در دو ناحیه زمانی مجزا، یعنی نیمه آغازی و نیمه پایانی توالی /OV/ در /COVC/ و /O/ در /COC/ اندازه‌گیری کردیم. نتایج تحلیل‌های فرکانسی نشان داد در حالی که مقادیر فرکانس‌های F1 و F2 و پهنای نوارهای B1 و B2 این فرکانس‌ها در طول نیمه آغازی واکه [O] در /COC/ و /COVC/ با یکدیگر تفاوت معناداری ندارند، اما مقادیر این پارامترها در طول نیمه پایانی واکه با یکدیگر متفاوت است، به این صورت که مقادیر هر یک از فرکانس‌های F1 و F2 برای واکه [O] در /COVC/ از واکه [O] در /COC/ کمتر و

مقادیر پهنای نوارهای B1 و B2 این فرکانس‌ها برای /COVC/ از /COC/ بیشتر است. نتایج مربوط به دامنه انرژی طیف فرکانسی نشان داد که در طول نیمه آغازی، متوسط شدت انرژی طیف فرکانسی واکه [O] در /COC/ و /COVC/ با یکدیگر اختلاف معناداری ندارند، ولی مقادیر این پارامتر صوتی در طول نیمه پایانی [O] در /COVC/ به طور معناداری از [O] در /COC/ کمتر است. به علاوه، نتایج بدست آمده نشان داد که دیرش واکه [O] در کلمات /COVC/ از واکه [O] در کلمات /COC/ به طور معناداری بیشتر است.

این نتایج دو واقعیت مهم را در رابطه با صورت آوایی کلمات با ساخت واجی /COVC/ نشان می‌دهد؛ اول آن که کاهش فرکانس سازه‌های F1 و F2 و افزایش پهنای نوارهای B1 و B2 این سازه‌ها و همچنین کاهش قابل ملاحظه دامنه انرژی طیف فرکانسی در انتهای واکه [O] در /COVC/، مؤید این واقعیت است که در انتهای این واکه غلت نرمکامی [w] تولید شده است. براین اساس، درحالی‌که طیف فرکانسی واکه [O] در /COC/ به لحاظ الگوی فرکانس و دامنه انرژی در طول مدت زمان تولید این واکه وضعیت پایدار و باثباتی دارد، طیف فرکانسی واکه [O] در /COVC/ شامل گذار از شاخصه‌های طیفی واکه [O] در نیمه آغازی این واکه به شاخصه‌های طیفی غلت نرمکامی [w] در نیمه پایانی آن است. نکته دوم آنکه دیرش بیشتر واکه [O] در /COVC/ نسبت به [O] در /COC/ اساساً نشان می‌دهد که غلت نرمکامی [w] در /COVC/ فاقد تظاهر آوایی کامل به صورت واج‌گونه اصلی غلت نرمکامی است. به بیان دیگر، [w] در انتهای واکه [O] در /COVC/ تظاهر آوایی دارد، ولی تظاهر آن به صورت یک گونه خفیف یا تضعیف شده است.

تضعیف [w] در /covc/ با کشش بیشتر واکه [o] در این زنجیره آوایی رابطه مستقیم دارد. با تضعیف [w] در بخش پایانی واکه [o] در /covc/ از میزان گرفتگی فوق حنجره‌ای در دو ناحیه لب‌ها و نرم‌کام کاسته می‌شود. همچنین، الگوی تناوب چاکنایی برای [w] از حالت واک‌سازی برای تولید همخوان غلت به حالت واک‌سازی برای تولید واکه تغییر شکل می‌دهد. این تغییرات اندک در شکل هندسی حفره دهان و الگوی واک‌سازی حنجره باعث می‌شود که دامنه انرژی برای فرکانس‌ها تا حدود قابل توجهی تقویت شود، مقادیر فرکانس سازه‌ها تا حدی افزایش یابد و پهنای نوار سازه‌ها تا حدی باریک‌تر شود. براینده تمامی این تغییرات صوتی، شباهت آوایی بیشتر غلت [w] به واکه [o] و در نتیجه دیرش بیشتر واکه [o] در کلماتی با ساخت زنجیره‌ای /covc/ است.

این نتایج از فرضیه‌ای حمایت می‌کند که بر اساس آن فعالیت غلت نرم‌کامی [w] در پایان کلمات /covc/ تضعیف شده و به جبران آن واکه قبل کشیده‌تر می‌شود. فرضیه دیگر مطرح شده در تحقیق حاضر مبنی بر آن که غلت نرم‌کامی [w] در /covc/ به طور کامل حذف شده و به جبران آن واکه قبلی کشیده می‌شود (یعنی اینکه توالی واجی /ov/ در /covc/ به صورت [o:] تلفظ می‌شود)، با یافته‌های پژوهشی به دست آمده مطابقت ندارد.

این الگوی آوایی برای همخوان‌های چاکنایی [ʔ] و [h] در پایانه هجا نیز اتفاق می‌افتد. مطالعات پیشین (بی‌جن‌خان، ۲۰۰۰؛ صادقی، ۱۳۸۹؛ صادقی و بی‌جن‌خان، ۲۰۰۷) نشان داده است که همخوان‌های چاکنایی در پایانه هجا به درجات مختلف تضعیف و به جبران آن واکه قبل کشیده‌تر می‌شود. بنابراین، نتایج تحقیق حاضر با تأیید ادعای بی‌جن‌خان (۱۳۹۲) مبنی بر آن که چاکنایی‌ها و غلت‌های فارسی می‌توانند یک طبقه واجی واحد تشکیل دهند، ثابت می‌کند که

همخوان‌های چاکنایی و غلت نرمکامی [w] در پایانهٔ هجا از الگوی واجی واحدی پیروی می‌کنند که طبق آن در پایانهٔ هجا از میزان فعالیت همخوان‌های چاکنایی و غلت نرمکامی [w] به طور قابل توجهی کاسته می‌شود. کاهش فعالیت این همخوان‌ها به معنای تغییر الگوی واکسازای حنجره و در نتیجه افزایش شدت انرژی موج صوتی است که پیامد آن افزایش دیرش واکهٔ قبل است.

منابع

- بی‌جن‌خان، محمود. (۱۳۹۲). *نظام آوایی زبان فارسی*. تهران: انتشارات سمت.
- ثمره، یدالله. (۱۳۷۸). *آواشناسی زبان فارسی، آواها و ساخت آوایی هجا*. ویراست ۲. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- حق‌شناس، علی محمد. (۱۳۵۶). *آواشناسی*. تهران: انتشارات آگاه.
- حق‌شناس، علی محمد. (۱۳۷۰). *دستگاه‌های چندگانه مصوت در زبان فارسی، مقالات ادبی - زبان‌شناختی*. تهران: انتشارات نیلوفر.
- مدرسی قوامی، گلناز. (۱۳۸۹). «نگاهی دیگر به واکهٔ مرکب در زبان فارسی: ملاحظات آوایی، تاریخی و صرفی». *مجموعه مقالات نخستین کارگاه آموزشی و پژوهشی صرف*. به کوشش ویدا شقاقی. تهران: انجمن زبان‌شناسی ایران. ۴۹-۷۱.
- مدرسی قوامی، گلناز. (۱۳۹۵). «واکه‌های مرکب در زبان فارسی: یک بررسی صوت‌شناختی». *پژوهش‌های زبان‌شناسی تطبیقی*. ۶ (۱۱). ۱-۱۷.
- صادقی، وحید. (۱۳۸۹). «آواشناسی و واج‌شناسی همخوان‌های چاکنایی». *مجله پژوهش‌های زبان‌شناسی*. سال دوم. شماره اول. ۴۹-۶۲.
- یارمحمدی، لطف‌الله. (۱۳۶۴). *درآمدی به آواشناسی*. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- Bijankhan, M. (2000), "Compensatory Lengthening: An Experimental Approach", *Proceedings of International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP)*, 2, 507-510.
- Boersma, P. & Weenink, D. (2018), *Praat: Doing phonetics by computer* (Version 6.0.43), <http://www.praat.org/>, [Computer program].
- Catford J. C. (2001), *A Practical Introduction to Phonetics*, Oxford, Clarendon Press.

- Chomsky, N. & Halle, M. (1968), *The Sound Pattern of English*, Cambridge ° Massachusetts, MIT Press.
- Fant, G. (1962), "Descriptive analysis of Speech", M. Crocker (ed.), *Encyclopedia of Acoustics*, Vol. 4, John Wiley, 1589-1597.
- Hon Hunt, E. (2009), *Acoustic Characterization of the Glides /j/ and /w/ in American English*, PhD dissertation, Cambridge, MA, Massachusetts Institute of Technology.
- Ladefoged, P. & Maddieson, I. (1996), *The Sound of the Worlds Languages*, Oxford, Blackwell.
- Modarresi Ghavami, G. (2002), "The Status of [ow] in Modern Standard Persian", *Paper Presented at the 4th Biennial Conference on Iranian Studies*, Bethesda, Maryland.
- Sadeghi, V. & Bijankhan, M. (2007), "*Compensatory Lengthening in Persian*", Proceedings of ICPHSXVI Saarbrücken, Germany.
- Sadeghi, V. (2011), "Laryngealization and Breathiness in Persian", *Proceedings of INTERSPEECH*, Florence, Italy, 629-632.
- Selkirk, E. (1984), "On the major Class Features and Syllable Theory", M. Aronoff, & R. T. (eds.), *Language Sound Structure*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 107-136.
- Stevens, K. N. (1998), *Acoustic Phonetics*. Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- Stevens, K. N. & Hanson, H. M. (2009). "Articulatory-acoustic relations as the basis of distinctive Contrasts", W. Hardcastle, & J. Laver (eds.), *Handbook of Phonetic Sciences* (2nd Ed.), Malden, Massachusetts, Wiley- Blackwell.
- Sun, W. (1996), *Analysis and Interpretation of Glide Characteristic in Pursuit of an Algorithm for Recognition*, SM Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Department of Electrical Engineering and Computer Science, Cambridge, Massachusetts.