

کیفیت واکه در زبان فارسی: مقوله‌ای پایدار یا تغییرپذیر؟: یک مطالعه موردی بر روی گویشوران مرد

وحید صادقی^۱

استادیار دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

نیلوفر منصورى هره‌دشت

استادیار دانشگاه پیام نور

(از ص ۶۱ تا ص ۸۰)

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۱۱/۵؛ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۱۲/۱۶

چکیده

در این تحقیق، پیش‌بینی‌های دو دیدگاه پراکندگی شنیداری درک گفتار و مرکزی‌شدگی در ارتباط با تغییر کیفیت واکه در زبان فارسی به محک آزمون گذاشته می‌شوند. دیدگاه مرکزی‌شدگی قائل به همبستگی بین دیرش و کیفیت واکه است. بر اساس این دیدگاه، هر قدر دیرش یک واکه کوتاه‌تر شود، کیفیت آن کاهش یافته و واکه از نواحی کناری به نواحی مرکزی فضای واکه‌ای نزدیک‌تر می‌شود. در مقابل، دیدگاه پراکندگی شنیداری مدعی است که بین دیرش و کیفیت واکه همبستگی معنادار وجود ندارد و حتی در صورت کاهش دیرش واکه‌ها در بافت‌های زنجیره‌ای و نوایی مختلف، شدت تغییرات کیفی واکه‌ها کم و جهت‌گیری تغییرات به گونه‌ای نیست که موجب همپوشی قابل‌ملاحظه واکه‌ها با یکدیگر شود. تغییرات کیفیت واکه‌های فارسی در موضع فاقد تکیه، به عنوان یک جایگاه نوایی ضعیف، با بررسی الگوی تغییرات دیرش و فرکانس سازه‌های F1 و F2 مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بر خلاف پیش‌بینی‌های دیدگاه مرکزی‌شدگی بین کاهش دیرش و کاهش کیفیت واکه در زبان فارسی همبستگی قوی وجود ندارد. با وجودی که دیرش واکه‌ها در موضع فاقد تکیه به طور معناداری کاهش می‌یابد ولی کیفیت واکه‌ها اغلب ثابت است و واکه‌ها، بر خلاف پیش‌بینی‌های این دیدگاه، به سمت نواحی مرکزی فضای واکه‌ای متمایل نمی‌شوند. در مقابل، نتایج به دست آمده با دیدگاه پراکندگی شنیداری مطابقت دارد. همانگونه که این دیدگاه پیش‌بینی می‌کند تغییرات کیفیت واکه‌ها در زبان فارسی محدود به جایگاه اولیه واکه‌ها در فضای واکه‌ای است. بر این اساس، زبان فارسی به لحاظ رده شناسی الگوی واجی تکیه‌واژگانی جزء زبان‌هایی است که در آنها فرایند کاهش واکه‌ای وجود ندارد.

واژه‌های کلیدی: کیفیت واکه، فضای واکه‌ای، تکیه، مرکزی‌شدگی، پراکندگی شنیداری

۱- مقدمه

نظام واکه‌ای زبان فارسی شامل شش واکه ساده است که بر اساس سه ارزش سطح ارتفاع زبان و دو ارزش پیشین-پسین از یکدیگر متمایز می‌شوند. از نظر پارامتر سطح ارتفاع زبان، واکه‌ها به سه سطح افراشته (/i/، /u/)، نیمه افراشته (/e/، /o/) و افتاده (/a/، /a/) و از نظر پارامتر پیشین-پسین، واکه‌ها به دو طبقه پیشین (/i/، /e/، /a/) و پسین (/u/، /o/، /a/) دسته‌بندی می‌شوند. این واکه‌ها در فضای آکوستیکی از طریق فرکانس سازه‌های F1 و F2 از یکدیگر متمایز می‌شوند. فرکانس F1 همبسته آکوستیکی سطح ارتفاع زبان و فرکانس F2 همبسته آکوستیکی پیشین-پسین بودن است.

واکه‌ها نیز همانند همخوان‌ها در بافت‌های زنجیره‌ای و نوایی مختلف دستخوش تغییر آوایی می‌شوند. از جمله این تغییرات، خیشومی‌شدگی، کشیدگی و لبی‌شدگی است. اما یکی دیگر از مهمترین تغییرات آوایی واکه‌ها، تغییر کیفیت آنها است. تغییر کیفیت یک واکه، به معنای تغییر ساخت فرکانسی سازه‌ها و جابجایی واکه در فضای واکه‌ای است. این وضعیت زمانی روی می‌دهد که اندام‌های گویایی به هدف تولیدی مورد نظر برای تولید واکه نمی‌رسند (فلمینگ^۱، ۲۰۰۴: ۲۳۵؛ موشامر^۲ و گنگ^۳، ۲۰۰۸: ۱۱۸).

توصیف‌های سنتی و برداشت‌گرایانه از تغییرات واکه‌ای در زبان فارسی نشان داده است که واکه‌ها در زبان فارسی در برخی بافت‌های نوایی همچون بافت فاقد تکیه یا گفتار سریع کاهش می‌یابند که این کاهش به صورت تغییر الگوی دیرش، واک‌سازی یا کیفیت واکه است (ثمره، ۱۹۷۷؛ لازار^۴، ۱۹۹۲). ثمره (۱۹۷۷) اشاره کرده است که کیفیت واکه در زبان فارسی در بافت فاقد تکیه به درجات مختلف از واگرفتگی تا کاهش دامنه یا دیرش تغییر می‌کند. لازار (۱۹۹۲) نشان داده است که کیفیت واکه در زبان فارسی در گفتار محاوره‌ای کاهش می‌یابد و میزان کاهش واکه‌ای بسته به عواملی مانند

-
1. Flemming, E.
 2. Mooshammer, C.
 3. Geng, C.
 4. Lazard, G.

جایگاه واکه در سطح کلمه، ساخت هجایی و بافت همخوانی مجاور متغیر است. نکته مهمتر این که وی واکه‌های کوتاه (/o/, /a/, /e/) و بلند (/ɑ/, /u/, /i/) زبان فارسی را از یکدیگر متمایز و چنین بحث کرده است که واکه‌های بلند، کیفیتی ثابت و غیر قابل تغییر داشته و در برابر کاهش واکه‌ای مقاوم هستند ولی واکه‌های کوتاه، کیفیتی ناپایدار و تغییرپذیر داشته و در این فرایند شرکت فعال دارند (لازار، ۱۹۹۲: ۱۷). برخی مطالعات، تغییرات کیفی واکه‌ها را در چارچوب الگوهای هماهنگی واکه‌ای بررسی کرده اند. شیخ‌سنگ تجن و بی‌جن‌خان (۱۳۸۹) با بررسی آزمایشگاهی الگوی تغییرات فرکانسی سازه‌های واکه /a/ در مجاورت واکه /ɑ/ به این نتیجه رسیدند که کیفیت واکه /a/ تحت تأثیر فرایند هماهنگی واکه‌ای به صورت مقوله‌ای با واکه /ɑ/ مجاور همگون می‌شود. بی‌جن‌خان (۱۳۹۲) برخی الگوهای هماهنگی واکه‌ای را در زبان فارسی بر اساس فاصله آکوستیکی بین واکه‌ها در فضای واکه‌ای زبان فارسی، تبیین کرده و نشان داده است که هر قدر فاصله آکوستیکی بین دو واکه در فضای واکه‌ای کمتر باشد، احتمال وقوع الگوهای هماهنگی بین آنها بیشتر است.

کاهش واکه‌ای در زبان فارسی، مستقل از بافت هماهنگی واکه‌ای، به عنوان یک پدیده آوایی نیز مورد بررسی قرار گرفته است. مدرسی قوامی (۱۳۹۲) در یک مطالعه آزمایشگاهی، تأثیر تکیه بر دیرش و ویژگی‌های کیفی واکه‌های ساده فارسی را در هجای باز تکیه‌بر و بی‌تکیه به لحاظ صوت‌شناختی بررسی کرده و نشان داده است که دیرش واکه در هجای باز بی‌تکیه کاهش می‌یابد، اما فضای واکه‌ای نه تنها کوچک‌تر و مرکزی‌تر نمی‌شود، بلکه نسبت به حالت تکیه‌بر گسترده‌تر نیز می‌شود. همچنین، نگارنده در مشاهدات اولیه خود (صادقی، ۱۳۹۴) با بررسی آوایی کاهش واکه‌ای در زبان فارسی دریافت که داده‌های کاهش واکه‌ای در زبان فارسی با دیدگاه پراکندگی شنیداری گفتار^۱ بیش از دیدگاه مرکزی‌شدگی^۲ مطابقت دارند. نتایج حاصل از بررسی الگوی تغییرات فرکانس سازه‌های F1 و F2 واکه‌ها در موضع فاقد تکیه نشان داد تغییرات فرکانسی سازه‌ها تا حد زیادی وابسته به نوع واکه است. بیشتر واکه‌ها تغییرات فرکانسی کمی دارند و تنها واکه /a/ با تغییر الگوی تکیه به سمت نواحی مرکزی فضای واکه‌ای متمایل می‌شود. همچنین، نشان داده شد که کیفیت واکه‌ها نسبت به بافت همخوانی مقاوم

1. Dispersion theory of speech perception
2. Centralization

است و دیدگاه کاهش بافتی در مورد تغییرات کاهش‌ی واژه‌ها در زبان فارسی پیش‌بینی درستی به دست نمی‌دهد در تحقیق حاضر با طرح سوالات و فرضیه‌های جدید و ارائه تحلیل‌های تازه‌تر، پیش‌بینی‌های دو دیدگاه مرکزی‌شدگی و پراکندگی شنیداری گفتار را در ارتباط با تغییرات کیفیت واژه در زبان فارسی بررسی می‌کنیم. هدف از انجام پژوهش حاضر، تبیین تغییرات کاهش‌ی واژه‌ها در زبان فارسی در چارچوب دو دیدگاه مرکزی‌شدگی و پراکندگی شنیداری گفتار است. به طور کلی بر اساس دیدگاه مرکزی‌شدگی، فرض بر آن است که کیفیت واژه‌ها در زبان فارسی در بافت فاقد تکیه به صورت تابعی از کاهش دیرش واژه‌ها به طور قابل‌ملاحظه‌ای تغییر می‌کند و این تغییر باعث کوچکتر شدن فضای واژه‌ای به سمت نواحی مرکزی می‌شود. در مقابل با توجه به پیش‌بینی‌های دیدگاه پراکندگی شنیداری گفتار، انتظار داریم حتی با وجود کاهش دیرش واژه‌ها در جایگاه فاقد تکیه، کیفیت آنها ثبات قابل‌ملاحظه‌ای داشته باشد. در تحقیق حاضر با مطالعه آزمایشگاهی تغییرات آوایی کیفیت واژه‌ها در هجاهای فاقد تکیه در زبان فارسی پیش‌بینی‌های دو دیدگاه مرکزی‌شدگی و پراکندگی شنیداری گفتار را در رابطه کاهش واژه‌ای به محک آزمایش می‌گذاریم. در ادامه دو بخش دیگر ارائه می‌شود. ابتدا دیدگاه‌های دو نظریه مرکزی‌شدگی و پراکندگی شنیداری گفتار درباره ساختار فضای واژه‌ای و کاهش کیفیت واژه مورد بررسی قرار خواهند گرفت. سپس، کیفیت واژه‌های فارسی در دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه به شیوه آزمایشگاهی با یکدیگر مقایسه و تغییرات کیفی واژه‌ها با توجه به پیش‌بینی‌های دیدگاه‌های مورد نظر مورد بحث قرار خواهند گرفت.

۲- ملاحظات نظری: نظریه پراکندگی شنیداری و نظریه مرکزی‌شدگی

نظریه پراکندگی شنیداری درک گفتار و مرکزی‌شدگی، دو دیدگاه نظری متفاوت درباره الگوی توزیع واژه‌ها در فضای واژه‌ای هستند. نظریه پراکندگی شنیداری ادعا می‌کند که نظام واجی زبان بشری بر مبنای اصل تقابل شنیداری بیشینه شکل می‌گیرد به این معنی که توزیع واجها در فضای آوایی یک زبان به گونه‌ای صورت می‌گیرد که تقابل شنیداری آنها با یکدیگر به حداکثر میزان ممکن برسد (لایلین کورتس^۱ و لیندبلاد^۲،

1. Liljencrantz, J.

2. Lindblom, B.

۱۹۷۲: ۸۴۰؛ لیندبلادام و انگسترنند^۱، ۱۹۸۹: ۱۰۸؛ لیندبلادام، ۱۹۸۹: ۴۰۵). بر اساس این نظریه، نظام‌های واکه‌ای زبان‌های بشری تمایل دارند از سطح تمامی فضای آکوستیکی موجود برای ایجاد تمایز شنیداری بیشینه استفاده کنند. این نظریه درباره نحوه انتخاب مدخل‌های واکه‌ای اغلب پیش‌بینی‌های درستی به دست داده است. نظام‌های سه‌واکه‌ای معمولاً از واکه‌های /i/، /a/ و /u/ ساخته می‌شوند؛ نظام‌های پنج‌واکه‌ای از واکه‌های /i/، /e/، /a/، /o/ و /u/ تشکیل می‌شوند و غیره (بردلو^۲، ۱۹۹۵). در این نظریه، ابعاد کلی فضای واکه‌ای به تعداد واکه‌ها در مدخل واکه‌ای بستگی داد. توزیع واکه‌ها نیز به همین ترتیب با توجه به تعداد واکه‌ها یا میزان تراکم فضای واکه‌ای مشخص می‌شود (بردلو، ۱۹۹۵). به علاوه، بین فضاهای واکه‌ای بزرگ و متراکم (با تعداد واکه‌های زیاد) و فضاهای واکه‌ای کوچک و باز (با تعداد واکه‌های کم) یک رابطه نظام‌مند وجود دارد به این معنی که فضاهای بزرگتر از طریق گسترش فضاهای کوچکتر ساخته می‌شوند (دیسنت^۳، ۱۹۸۳؛ لیلین کرتنس و لندبلادام، ۱۹۷۲؛ بردلو، ۱۹۹۵: ۱۹۱۶). فرض اساسی نظریه پراکندگی شنیداری در ارتباط با تغییرات آوایی واکه‌ها این است که میزان تغییرات واکه‌ای محدود است و جابجایی واکه‌ها در فضای واکه‌ای به حدی نیست که باعث همپوشی قابل ملاحظه واکه‌ها با یکدیگر شود. این در حقیقت به معنی آن است که زبان‌ها به اندازه مدخل واکه‌ای خود از فضای واکه‌ای استفاده می‌کنند (کیتینگ^۴، ۱۹۸۴: ۱۹۳؛ موشامر و گنگ، ۲۰۰۸: ۱۱۹). بر این اساس، پیش‌بینی دیدگاه پراکندگی شنیداری در ارتباط با تغییرات کیفی واکه‌ها در زبان فارسی زمانی معتبر خواهد بود که تغییرات سازه‌های فرکانسی واکه‌ها در بافت فاقد تکیه نسبت به بافت تکیه‌بر تفاوت معناداری نداشته باشند. به علاوه، بر مبنای پیش‌بینی‌های این دیدگاه انتظار داریم تغییرات دیرشی واکه‌ها مستقل از تغییرات کیفی آنها باشد و حتی در صورت تغییرات دیرشی واکه‌ها در بافت فاقد تکیه، الگوی فرکانسی سازه‌ها، ثبات قابل ملاحظه‌ای داشته باشند. در مقابل این نظریه، دیدگاه مرکزی‌شدگی قرار دارد که ادعا می‌کند ابعاد کلی فضای واکه‌ای در جایگاه‌های نوایی ضعیف یا برخی بافت‌های آوایی، با گرایش واکه‌ها به سمت نواحی مرکزی به طور قابل ملاحظه‌ای کوچکتر می‌شود (موشامر و گنگ، ۲۰۰۸:

1. Engstrand, O.
2. Bradlow, A.
3. Disnet, S.
4. Keating, P.

۱۱۸). این دیدگاه، کاهش فعالیت یک الگوی واکه‌ای را تابعی از کاهش دیرش واکه در جایگاه‌های نوایی ضعیف می‌داند (لندبلام، ۱۹۷۲). بر این اساس وقتی دیرش یک واکه در اثر عوامل نوایی مختلف از جمله نبود تکیه یا افزایش سرعت گفتار و غیره کاهش می‌یابد، اندام‌های گویایی با توجه به محدودیت زمانی ایجاد شده، به هدف واکه‌ای مورد نظر نمی‌رسند و به این ترتیب کیفیت واکه از هدف تولیدی اصلی خود فاصله می‌گیرد (لندبلام، ۱۹۶۳: ۱۷۷۷؛ لیندبلام و مون، ۱۹۸۸؛ موشامر و گنگ، ۲۰۰۸: ۱۱۸). این دیدگاه، بر خلاف نظریه پراکندگی شنیداری، مدعی است که زبان‌ها صرف نظر از اندازه مدخل واکه‌ای خود می‌توانند از سطح تمامی فضای آکوستیکی موجود استفاده کنند. تغییرات، محدود به فضایی کوچک در اطراف یک واکه نیست و واکه‌ها به درجات مختلف از هدف اصلی خود دور و به سوی نواحی مرکزی فضای واکه‌ای گرایش می‌یابند (موشامر و گنگ، ۲۰۰۸: ۱۱۸). پیامد این مرکزی‌شدگی، همپوشی قابل ملاحظه واکه‌ها در فضای واکه‌ای و کاهش تقابل آکوستیکی-شنیداری آنها با یکدیگر است (بردلو، ۱۹۹۵: ۱۹۱۷؛ فوراکیس^۱، باتینیس^۲ و کاتساتی^۳، ۱۹۹۹: ۳۷؛ دلاتره^۴، ۱۹۶۹: ۱۴). بنابراین با توجه به پیش‌بینی‌های دیدگاه مرکزی‌شدگی انتظار داریم با کاهش دیرش واکه‌ها، کیفیت آنها نیز دستخوش تغییر شود؛ یعنی بین تغییرات دیرشی و فرکانسی واکه‌ها همبستگی قوی وجود داشته باشد. به علاوه، این دیدگاه پیش‌بینی می‌کند که شدت تغییرات واکه‌ای زیاد است طوری که فضای واکه‌ای با کاهش سطح ارتفاع واکه-های افراشته و افزایش سطح ارتفاع واکه‌های افتاده و همچنین گرایش واکه‌ها از کناره‌ها به سمت نواحی مرکزی، به طور قابل ملاحظه‌ای کوچکتر می‌شود.

۳- آزمایش تولیدی

۳-۱ داده‌ها و روش انجام آزمایش

دو گروه کلمه با ساخت هجایی CVC(C).CV شامل توالی آوایی TVT به عنوان داده‌های آزمایش انتخاب شدند به طوری که T یکی از انسدادی‌های تیغه‌ای /t/ یا /d/،

-
1. Fourakis, M.
 2. Botinis, A.
 3. Katsati, M.
 4. Delattere, P.

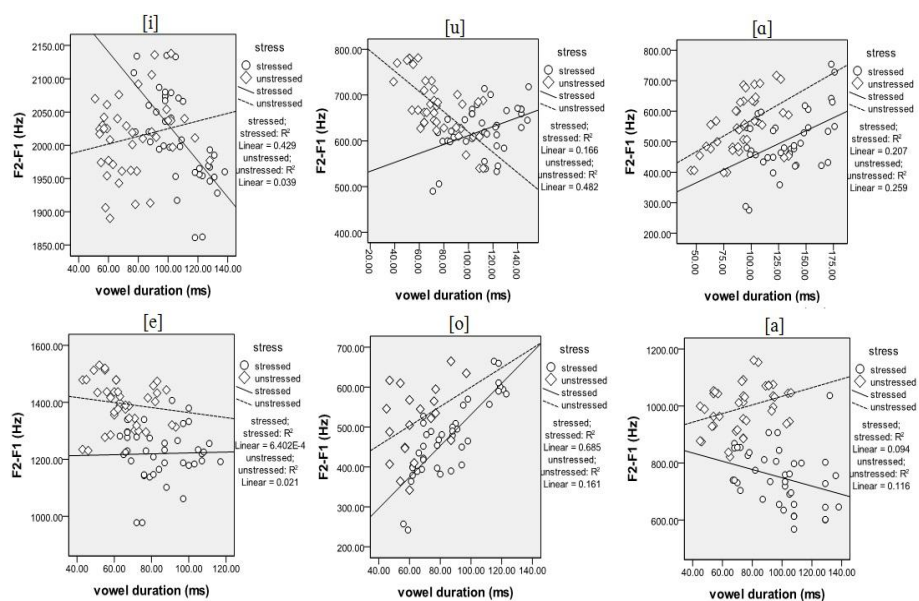
سایشی‌های لثوی /s/ و /z/ و لثوی-کامی /ʃ/ و /ʒ/ و یکی از شش واکه زبان فارسی /i/، /e/، /a/، /u/، /o/ و /a/ را شامل می‌شدند. این کلمات بخشی از داده‌های مطالعه آزمایشگاهی قبلی نگارنده درباره کاهش واکه‌ای در زبان فارسی بودند. در گروه اول کلمات، توالی‌های آوایی هدف در هجای پایانی (هجای دوم) و جایگاه تکیه‌بر (CV(C).CVC)، مانند «رشید» /rafid/ و «اسید» /ʔasid/ و در گروه دوم در هجای اول و جایگاه فاقد تکیه (CVC.CVC)، مانند «زیستن» /zistan/ و «تسمه» /tasme/ قرار داشتند. به ازای هر یک از شش واکه زبان فارسی در هر گروه دو کلمه انتخاب شد. کلمات انتخاب‌شده همگی کلمات طبیعی زبان فارسی بودند. کلمات، سپس درون جمله حامل «او گفت» قرار داده شده و جملات حاصل بر روی صفحه نمایشگر کامپیوتر به خط فارسی برای آزمودنی‌ها نمایش داده شد. از ۱۰ گویشور مرد با دامنه سنی ۱۹-۲۸ سال خواسته شد جملات را هر کدام ۲ بار تولید کنند. به این ترتیب، تعداد کل داده‌های آزمایش، ۴۸۰ داده بود (۶ واکه) × ۲ (تکیه) × ۲ (کلمه) × ۱۰ (گویشور) × ۲ (تکرار). داده‌ها با استفاده از میکروفون شور^۱ مدل SM58 با پاسخ بسامدی ۵۰ تا ۱۵۰۰۰ هرتز بر روی کارت صوتی کریتیو^۲ مدل ساند بلاستر^۳ 5.1 X-Fi یک کامپیوتر شخصی در یک اتاق آرام ضبط شدند.

۲-۳ اندازه‌گیری

برای ضبط دیجیتالی داده‌های آزمایش، از نرخ نمونه‌برداری ۱۱۰۵۰ هرتز و فیلتر پایین-گذر^۴ ۴/۸ کیلوهرتز استفاده شد. تجزیه و تحلیل علامت آوایی توسط نرم افزار پرت^۵ مدل ۵,۲,۱۲ (بورزما^۶ و وینینک^۷، ۲۰۱۰) انجام شد. مقادیر دیرش و فرکانس‌های اول و دوم واکه‌های هدف اندازه‌گیری شدند. دیرش واکه از اولین تناوب چاکنایی پس از

1. Shure
2. Creative
3. Sound blaster
4. Low-pass filter
5. Praat
6. Boresma, P.
7. Weenink, D.

رهش همخوان آغازی تا پایان ارتعاش تارآواها پیش از همخوان گرفته بعد محاسبه شد. برای



شکل ۱: مقادیر اختلاف فرکانس F2-F1 (هرتز) واکه‌های بلند (بالا) و کوتاه (پایین) زبان فارسی به صورت تابعی از دیرش واکه برای واکه‌های تکبیره (دایره) و بدون تکبیه (مربع) اندازه‌گیری فرکانس سازه‌ها جهت تعیین تغییرات کیفیت واکه‌ها (کاهش واکه‌ای)، سیگنال آوایی به ۱۰ ضریب^۱ ال‌پی‌سی^۲ (ال‌پی‌سی با ده فیلتر) با طول پنجره ۲۵ میلی-ثانیه و گام زمانی ۵ میلی‌ثانیه بین پنجره‌ها تجزیه شد که با ترکیب این ضرایب به صورت جفت‌های بازخوانی مرکب ۵ قله طیفی به دست آمد. معیار اندازه‌گیری فرکانس سازه‌ها (و همچنین شدت انرژی)، لحظه به حداکثر رسیدن فرکانس F1 در نظر گرفته شد. پس از اندازه‌گیری فرکانس سازه‌ها بر روی منحنی ال‌پی‌سی، قوی‌ترین همساز^۳ هر سازه، بر روی طیف فرکانسی تبدیل فوریه^۳ تعیین و اندازه‌گیری شد و اگر بین دو محاسبه به اندازه ± 1 همساز، فاصله وجود داشت، ضرایب ال‌پی‌سی و اگر فاصله زیادتر بود، مقادیر تبدیل فوریه، معیار محاسبه آماری قرار گرفتند.

1. coefficient
2. LPC (linear predictive coding)
3. Fast Fourier Transform

برای تحلیل آماری داده‌ها از دو آزمون رگرسیون و t دو گروه مستقل استفاده شد. آزمون تحلیل رگرسیون برای تعیین همبستگی بین دو متغیر فرکانس‌های سازه‌ای و دیرش واکه و آزمون t برای تعیین معنادار بودن اثر تکیه بر تغییرات فرکانسی سازه‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

۳-۳ - نتایج

۳-۳-۱ - اثر دیرش واکه

مطالعات انجام شده بر روی کاهش واکه‌ای در زبان‌های مختلف نشان داده است که بین دیرش و کیفیت واکه همبستگی معنی‌داری وجود دارد: هر قدر دیرش واکه کوتاه‌تر شود، کیفیت واکه ضعیف‌تر شده و واکه از جایگاه صلی خود در فضای واکه‌ای دورتر می‌شود (لیندبلاد، ۱۹۶۳: ۱۷۷۷؛ لیندبلاد و مون، ۱۹۸۸، برای انگلیسی؛ موشامر و گنگ، ۲۰۰۸: ۱۱۸، برای آلمانی؛ نورد^۱، ۱۹۸۶، برای سوئدی). اگر این فرض درست باشد، انتظار داریم با کاهش (یا افزایش) دیرش واکه، فرکانس‌های $F1$ و $F2$ به طور معنی‌داری تغییر کند. شکل ۱ مقادیر اختلاف فرکانس $F2-F1$ (هرتز) (این پارامتر همبسته آکوستیکی کیفیت واکه در نظر گرفته شده است) واکه‌های بلند (بالا) و کوتاه (پایین) زبان فارسی را به صورت تابعی از دیرش واکه برای واکه‌های تکیه‌بر (دایره) و بدون تکیه (مربع) نشان می‌دهد. چنانکه مشاهده می‌شود میزان همبستگی دو عامل $F2-F1$ و دیرش برای واکه‌های مختلف بسته به نوع واکه و الگوی تکیه متفاوت است. برای واکه‌های $[a]$ ، $[e]$ و $[a]$ مقادیر ضریب همبستگی در هر دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه به طور قابل‌ملاحظه‌ای پایین است. ضرایب به دست آمده برای هیچ یک از این واکه‌ها در سطح $\alpha = 0/001$ معنی‌دار نبود ($[a]$ ، $p = 0/13$ ، برای تکیه‌بر و $p = 0/12$ برای بدون تکیه؛ $[e]$ ، $p = 0/48$ ، برای تکیه‌بر و $p = 0/37$ برای بدون تکیه؛ $[a]$ ، $p = 0/62$ ، برای تکیه‌بر و $p = 0/58$ برای بدون تکیه). برای واکه‌های $[i]$ و $[o]$ ضرایب همبستگی در موضع تکیه‌بر نسبتاً بالا و در موضع بدون تکیه پایین است ($[i]$ ، $p < 0/001$ ، برای تکیه‌بر و $p = 0/23$ برای بدون تکیه؛ $[o]$ ، $p < 0/001$ ، برای تکیه‌بر و $p = 0/11$ برای بدون تکیه) و برای واکه $[u]$ ، بالعکس، مقدار ضریب برای موضع بدون تکیه تقریباً بالا و برای

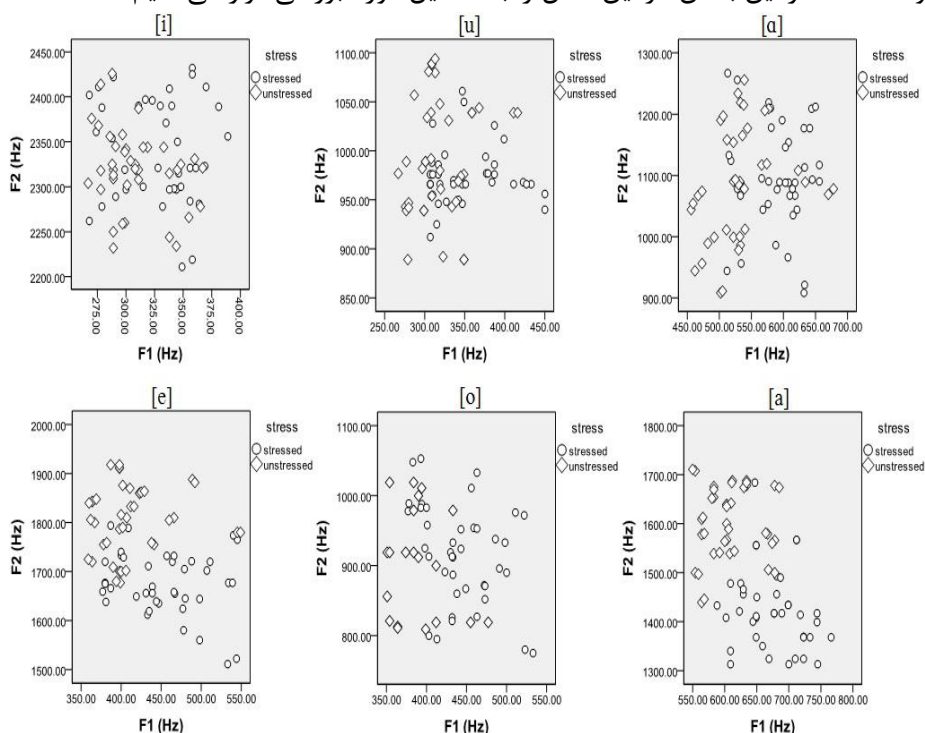
1. Nord, L.

موضع تکیه‌بر پایین است ([u])، $p=0/11$ برای تکیه‌بر و $p<0/001$ برای بدون تکیه). با وجودی که واکه‌های [i]، [o] و [u] ضرایب همبستگی معنی‌داری را در یکی از دو موضع تکیه‌بر یا بدون تکیه نشان می‌دهند، شیب خطوط رگرسیون برای این واکه‌ها از الگوی یکسانی پیروی نمی‌کند. برای [i] و [u] شیب رگرسیون منفی است، یعنی مقادیر اختلاف فرکانس F2-F1 با افزایش دیرش واکه کاهش یافته است. ولی برای واکه [o] مثبت است یعنی با افزایش دیرش، مقادیر F2-F1 نیز بیشتر شده است. به طور کلی این نتایج نشان می‌دهد که بین دو عامل دیرش و کیفیت واکه در زبان فارسی همبستگی قوی وجود ندارد. این رابطه وابسته به واکه یا الگوی تکیه است و قادر نیست به طور منظم و مستقل از نوع واکه یا الگوی تکیه، نظام واکه‌ای زبان فارسی را توصیف کند. بنابراین دیرش واکه در زبان فارسی بر خلاف انگلیسی، آلمانی و سوئدی، عاملی قوی و معتبر برای پیش‌بینی کیفیت واکه نیست.

ذکر چند نکته دیگر در رابطه با این شکل ضروری به نظر می‌رسد. اول این که مقادیر F2-F1 واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه بر روی محور X در دو ناحیه نسبتاً مجزا توزیع شده‌اند. مقادیر واکه‌های تکیه‌بر در نواحی با دیرش بیشتر و مقادیر واکه‌های بدون تکیه در نواحی با دیرش کمتر ظاهر شده‌اند. این واقعیت بیانگر اثر تکیه بر دیرش واکه است. نتایج آماری این مشاهدات را تأیید کرد. نتایج آزمون‌های آماری t دو گروه مستقل نشان داد که اختلاف دیرش تمامی واکه‌ها در دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه با یکدیگر معنی‌دار است (تمامی مقایسه‌ها، $p<0/001$). دوم آن که الگوی توزیع مقادیر بر روی محور Y برای واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه بسته به نوع واکه متفاوت است. برای واکه [a] و تا حدودی واکه [e] مقادیر اختلاف فرکانس F2-F1 برای واکه‌های بدون تکیه بیشتر از واکه‌های تکیه‌بر است. ولی برای دیگر واکه‌ها، تکیه اثر قابل‌ملاحظه‌ای را بر روی الگوی توزیع مقادیر نشان نمی‌دهد. سوم آن که مطابق انتظار، دیرش واکه‌های کوتاه در هر دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه از واکه‌های بلند به طور قابل‌ملاحظه‌ای بیشتر است. نتایج آزمون‌های آماری t دو گروه مستقل نشان داد که اختلاف دیرش واکه‌های کوتاه و بلند در تمامی مقایسه‌ها در سطح $p<0/001$ معنی‌دار است. با این وجود، توزیع مقادیر F2-F1 تفاوت قابل‌ملاحظه و منظمی را بین واکه‌های کوتاه و بلند نشان نمی‌دهد. در بخش بعد این نتایج را بیشتر بررسی خواهیم کرد.

۲-۳-۳- اثر تکیه

مشاهدات اولیه (شکل ۱) نشان داد که اثر تکیه بر الگوی توزیع فرکانس‌ها وابسته به واکه است. در این بخش اثر این عامل را به تفصیل مورد بررسی قرار می‌دهیم.



شکل ۲: مقادیر فرکانس‌های $F1 \times F2$ واکه‌های بلند (بالا) و کوتاه (پایین) زبان فارسی در دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه

شکل ۲ مقادیر فرکانس‌های $F1$ و $F2$ ($F1 \times F2$) واکه‌های بلند (بالا) و کوتاه (پایین) فارسی را به صورت تابعی از الگوی تکیه برای هر واکه به طور جداگانه نشان می‌دهد (موضع تکیه‌بر با علامت دایره و موضع بدون تکیه با علامت مربع مشخص شده‌اند). برای واکه [i] تجمع مقادیر بر روی فرکانس‌های پایین‌تر $F1$ (ناحیه فرکانسی ۲۷۵-۳۲۵ هرتز) در موضع بدون تکیه به طور نسبی از موضع تکیه‌بر بیشتر است که نشان می‌دهد $F1$ این واکه در موضع بدون تکیه در اثر افزایش سطح ارتفاع بدنه زبان تا

حدودی کاهش می‌یابد. F2 [i] تفاوت چندان محسوسی را نشان نمی‌دهد هر چند به نظر می‌رسد توزیع مقادیر بر روی فرکانس‌های پایین‌تر F2 (۲۲۰۰-۲۳۰۰ هرتز) در موضع بدون تکیه تا حدودی از موضع تکیه‌بر بیشتر است. نتایج آزمون‌های آماری t دو گروه مستقل نشان داد اختلاف فرکانس سازه‌های F1 و F2 برای این واژه در موضع تکیه‌بر و بدون تکیه معنی‌دار نیست (F1، $t=2/46$ ($p=0/02$)، F2، $t=1/24$ ($p=0/22$)).

[u] نیز همانند [i] تجمع بیشتری را بر روی فرکانس‌های پایین‌تر F1 در موضع بدون تکیه نشان می‌دهد و تفاوت مقادیر از نظر F2 چندان محسوس به نظر نمی‌رسد. بیشتر مقادیر F2 این واژه در هر دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه بر روی نواحی فرکانسی ۹۳۰-۱۰۰۰ هرتز تجمع یافته‌اند. نتایج آزمون‌های آماری t دو گروه مستقل نشان داد که تغییرات هیچ یک از فرکانس‌های F1 و F2 برای این واژه معنی‌دار نیست (F1، $t=2/63$ ($p=0/012$)، F2، $t=-1/33$ ($p=0/28$)). همین الگو برای واژه‌های [a] و [o] نیز تکرار شده است. برای [a] مقادیر F1 در موضع تکیه‌بر بر روی فرکانس‌های ۵۵۰-۶۵۰ هرتز تجمع یافته‌اند در حالی که تجمع مقادیر برای موضع بدون تکیه بر روی محدوده فرکانسی ۴۵۰-۵۵۰ هرتز است. F2 [a] در هر دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه بر روی فرکانس‌های ۱۰۴۰-۱۱۰۰ هرتز توزیع شده‌اند هرچند توزیع مقادیر بر روی فرکانس‌های پایین‌تر از ۱۰۰۰ هرتز برای موضع بدون تکیه بیشتر از موضع تکیه‌بر است. این مشاهدات نشان می‌دهد F1 [a] در موضع بدون تکیه با افزایش سطح ارتفاع بدنه زبان تا حدودی کاهش می‌یابد ولی F2 تغییرات محسوسی ندارد هر چند به نظر می‌رسد گاه F2 در موضع بدون تکیه با عقب کشیدن بدنه زبان تا حدودی کاهش می‌یابد ولی این کاهش، ناشی از تغییرات درون-فردی یا بینافردی است و نمی‌توان آن را به طور مستقیم به عامل تکیه نسبت داد. برای [o] نیز تجمع مقادیر F1 در موضع تکیه‌بر بر روی فرکانس‌های ۴۰۰-۵۰۰ هرتز است در حالی که در موضع بدون تکیه بیشتر مقادیر بر روی فرکانس‌های ۳۵۰-۴۰۰ هرتز توزیع شده‌اند. توزیع مقادیر F2 تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای را بین دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه نشان نمی‌دهد. پراکندگی مقادیر F2 در هر دو موضع نسبتاً زیاد (حدود ۲۰۰ هرتز، بین فرکانس‌های ۸۰۰-۱۰۰۰ هرتز) است و هیچ ناحیه یا محدوده مشخصی از فرکانس F2 تجمع مقادیر را به نفع یکی از دو موضع تکیه‌بر یا بدون تکیه نشان نمی‌دهد. نتایج آزمون‌های آماری t دو گروه مستقل

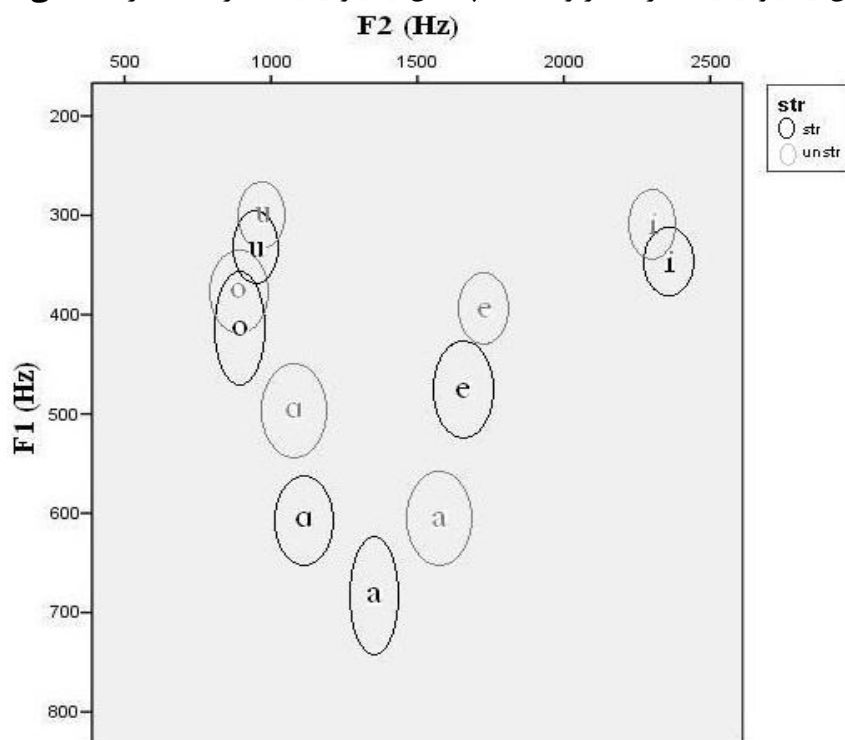
نشان داد اختلاف فرکانس F1 برای هر دو واکه [a] و [o] در موضع تکیه‌بر و بدون تکیه معنی‌دار است ([a], $t=4/47 (p<0/001)$ ؛ [o], $t=4/75 (p<0/001)$) ولی اختلاف فرکانس F2 برای هیچ یک از این دو واکه معنی‌دار نیست ([a], $t=0/38 (p=0/71)$ ؛ [o], $t=0/63 (p=0/54)$).

الگوی توزیع مقادیر برای واکه‌های [a] و [e] نسبت به سایر واکه‌ها تا حدودی متفاوت است. برای هر دو واکه، توزیع مقادیر فرکانس‌های F1 و F2 در دو موضع تکیه-بر و بدون تکیه در نواحی نسبتاً مجزا صورت گرفته است. برای [a] تجمع مقادیر F1 در موضع بدون تکیه بر روی فرکانس‌های ۵۵۰-۶۳۰ هرتز و در موضع تکیه‌بر بر روی فرکانس‌های ۶۵۰-۷۵۰ هرتز است. مقادیر F2 این واکه در موضع تکیه‌بر بر روی فرکانس‌های ۱۳۰۰-۱۴۵۰ هرتز و در موضع بدون تکیه بر روی فرکانس‌های ۱۵۵۰-۱۷۰۰ هرتز توزیع شده‌اند. الگوی توزیع مقادیر برای واکه [e] نیز شبیه به [a] است با این تفاوت که همپوشی مقادیر F2 برای [e] بیشتر از [a] است. در حالی که مقادیر F2 [e] در دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه در محدوده فرکانسی ۱۶۵۰-۱۷۵۰ هرتز با یکدیگر همپوشی دارند، همپوشی مقادیر F2 برای واکه [a] بسیار کم است و مقادیر F2 این واکه در موضع تکیه‌بر و بدون تکیه تقریباً در نواحی مجزا توزیع شده‌اند. بر این اساس F1 واکه‌های [a] و [e] مانند سایر واکه‌ها در موضع بدون تکیه با افزایش سطح ارتفاع زبان کاهش می‌یابد. اما آنچه این دو واکه (به ویژه [a]) را از دیگر واکه‌ها متمایز می‌کند، افزایش فرکانس F2 آنها در موضع بدون تکیه است. نتایج آزمون‌های آماری t دو گروه مستقل نشان داد اختلاف فرکانس سازه‌های F1 و F2 در موضع تکیه‌بر و بدون تکیه برای هر دو واکه [a] و [e] معنی‌دار است (برای [a]: F1, $t=5/11 (p<0/001)$ ؛ F2, $t=-7/69 (p<0/001)$ ؛ برای [e]: F1, $t=3/55 (p<0/001)$ ؛ F2, $t=-6/38 (p<0/001)$).

۳-۳-۳ فضای آکوستیکی واکه‌های فارسی

در این بخش با بررسی و مقایسه الگوی توزیع ترکیبی فرکانس‌های $F1 \times F2$ واکه‌های فارسی در دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه، تغییرات آوایی کیفیت واکه‌ها را در فضای آکوستیکی مورد بررسی قرار می‌دهیم. شکل ۳ فضای آکوستیکی واکه‌های فارسی را در

دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه به صورت تابعی از میانگین و متوسط دامنه تغییرات فرکانس‌های $F1$ و $F2$ نشان می‌دهد (میانگین مقادیر $F1 \times F2$ برای هر واکه با علامت آوایی مربوط به آن واکه و متوسط دامنه تغییرات $F1 \times F2$ با شکل بیضی مشخص شده‌اند). پیش از بحث درباره تغییرات کیفیت واکه‌ها، ابتدا ساختار فضای واکه‌ای زبان فارسی را با در نظر گرفتن موضع تکیه‌بر به عنوان جایگاه اصلی تظاهر آوایی واکه‌ها بررسی می‌کنیم. چنانکه ملاحظه می‌شود توزیع واکه‌ها در موضع تکیه‌بر در هر دو بُعد عمودی ($F1$) و افقی ($F2$) فضای واکه‌ای، یک فضای نامتقارن است. در بُعد عمودی، سطح ارتفاع واکه‌ها در بخش پیشین و پسین فضای واکه‌ای با یکدیگر یکسان نیست. اگرچه واکه‌های $[i]$ و $[u]$ تقریباً هم‌سطح به نظر می‌رسند ولی سطح ارتفاع واکه‌های پسین $[o]$ و $[a]$ به مراتب از واکه‌های پیشین $[e]$ و $[a]$ بیشتر است. در بُعد افقی نیز



شکل ۳: فضای آکوستیکی واکه‌های فارسی در دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه به صورت تابعی از میانگین و متوسط دامنه تغییرات فرکانس‌های $F1$ و $F2$. میانگین مقادیر $F1 \times F2$ برای هر واکه با علامت آوایی مربوط به آن واکه و متوسط دامنه تغییرات $F1 \times F2$ با شکل بیضی مشخص شده‌اند.

فاصله بین بخش پیشین و پسین فضای واکه‌ای بسته به سطح ارتفاع زبان به طور قابل-ملاحظه‌ای با یکدیگر متفاوت است به این صورت که با کاهش ارتفاع زبان فاصله واکه‌ها به یکدیگر نزدیکتر و در نتیجه فضای واکه‌ای کوچکتر شده است: فاصله [a] و [ɑ] با یکدیگر از [e] با [o] و [i] با [u] به طور قابل‌ملاحظه‌ای کمتر است. فاصله [e] با [o] نیز از [i] با [u] کمتر است. گرچه محدودیت‌های فیزیولوژیکی دستگاه گفتار در این مسئله نقش دارند، ولی میزان فاصله‌ها نشان‌دهنده گرایش واکه‌های فارسی به صورت یک ویژگی زبان-خاص به سمت نواحی مرکزی در سطوح پایین‌تر فضای واکه‌ای است. واکه [e] از ناحیه پیشین فضای واکه‌ای فاصله قابل‌ملاحظه‌ای دارد. اگرچه این واکه، ویژگی یک واکه مرکزی نمونه ($F2=1500$) را به طور کامل ندارد، ولی، به هر حال، به ناحیه مرکزی فضای واکه‌ای نزدیکتر از ناحیه پیشین است. این ویژگی در مورد واکه [a] مشهودتر است. این واکه تقریباً در مرکز سطح افقی فضای واکه‌ای قرار گرفته است. بنابراین واکه [a] و تاحدودی واکه [e] در فضای آکوستیکی بیش از آنکه یک واکه پیشین باشند، یک واکه مرکزی هستند، هرچند نسبت دادن ویژگی پیشین به این دو واکه به عنوان یک ویژگی واجی جهت متمایز کردن آنها از واکه‌های پسین [o] و [ɑ] (با توجه به نبود واکه‌های تمایزدهنده در ناحیه پیشین فضای واکه‌ای) نمی‌تواند نادرست باشد. گرایش واکه‌ها به نواحی مرکزی در ناحیه پسین هم اتفاق افتاده است با این تفاوت که این گرایش تنها واکه افتاده [ɑ] را تحت تأثیر قرار داده است ضمن آن که میزان گرایش این واکه به سمت نواحی مرکزی از واکه پیشین [a] (و [e]) به مراتب کمتر است و این واکه همچنان در محدوده ناحیه پسین فضای واکه‌ای قرار دارد. حال به تغییرات کاهشی واکه‌ها در موضع بدون تکیه می‌پردازیم. مطابق انتظار، سه واکه [i]، [u] و [o] تغییرات چندانی را نسبت به موضع تکیه‌بر نشان نمی‌دهند. گرچه سطح ارتفاع هر سه واکه در موضع بدون تکیه با افزایش نسبی $F1$ تا حدودی بالاتر آمده است، ولی این واکه‌ها همچنان با گونه‌های تکیه‌بر خود همپوشی قابل‌ملاحظه‌ای دارند. بنابراین تغییرات کیفی این واکه‌ها محدود به سطح عمودی فضای واکه‌ای، آنهم به میزان ناچیز است. هیچ یک از این واکه‌ها تمایلی به جابجایی در سطح افقی و گرایش به سمت نواحی مرکزی فضای واکه‌ای نشان نمی‌دهد.

برای واکه [a] نیز بیشتر تغییرات در فرکانس F1 و سطح عمودی فضای واکه‌ای اتفاق افتاده است. البته میزان تغییرات F1 برای این واکه از واکه‌های [i]، [u] و [o] به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر است. فاصله قابل توجه بیضی‌های [a] از یکدیگر در سطح عمودی فضای واکه‌ای این واقعیت را به خوبی نشان می‌دهد. F2 [a] نیز تغییراتی دارد ولی همپوشی قابل ملاحظه بیضی‌ها در سطح افقی فضای واکه‌ای نشان می‌دهد که این تغییرات بسیار ناچیز است. اگر فرکانس‌های F1 و F2 واکه مرکزی [ə] را به ترتیب برابر با ۵۰۰ و ۱۵۰۰ هرتز در نظر بگیریم، واکه [a] با افزایش قابل ملاحظه F1 (حدود ۱۳۰ هرتز) در موضع بدون تکیه، در بُعد عمودی فضای واکه‌ای به واکه مرکزی [ə] کاملاً نزدیک شده است، ولی با توجه به عدم افزایش فرکانس F2، این واکه همچنان در بخش عقبی فضای واکه‌ای باقی مانده است.

واکه‌های [a] و [e] نیز همانند دیگر واکه‌ها با افزایش F1 تا حدودی در فضای واکه‌ای بالاتر آمده‌اند. میزان افزایش F1 این واکه‌ها از واکه‌های [i]، [u] و [o] بیشتر و از واکه [a] کمتر است. نکته مهم در مورد [a]، افزایش قابل ملاحظه F2 (حدود ۲۰۰ هرتز) این واکه و جابجایی آن به نواحی مرکزی سطح افقی فضای واکه‌ای است. F2 [e] نیز افزایش یافته ولی میزان افزایش آن از [a] کمتر است، ضمن آن که این افزایش با توجه به جایگاه [e] در فضای واکه‌ای، این واکه را از نواحی مرکزی دورتر کرده است. با توجه به این نتایج به طور خلاصه می‌توان گفت که فرکانس F1 تمامی واکه‌ها در موضع بدون تکیه کاهش می‌یابد که شدت این کاهش برای واکه‌های افراشته و نمیه-افراشته، کم و برای واکه‌های افتاده، به‌ویژه واکه /a/، زیاد است. این کاهش باعث می‌شود که سطح ارتفاع فضای واکه‌ای در موضع بدون تکیه تا حدودی نسبت به موضع تکیه‌بر افزایش یابد. فرکانس F2 نیز در موضع بدون تکیه در بیشتر واکه‌ها (واکه‌های /i/، /u/، /o/ و /a/) تغییرات محسوسی ندارد و فقط در واکه‌های /e/ و /a/ تا حد متوسط افزایش می‌یابد.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده با پیش‌بینی‌های دیدگاه مرکزی‌شدگی مطابقت ندارد. بر اساس این دیدگاه، کاهش واکه‌ای در بافت‌های نوایی ضعیف، تابع کاهش دیرش واکه است (

لیندبلادام و مون، ۱۹۸۸). واکه‌ها در بافت فاقد تکیه به علت کاهش دیرش و نبود مدت زمان کافی به اهداف تولیدی خود نمی‌رسند. این نارسایی تولیدی باعث می‌شود فضای واکه‌ای با گرایش به نواحی مرکزی‌تر به طور قابل‌ملاحظه‌ای کوچکتر شود. بنابراین این دیدگاه پیش‌بینی می‌کند که کاهش دیرش باعث تغییرات قابل‌ملاحظه در حوزه فرکانس سیگنال واکه‌ها می‌شود. نتایج به دست آمده، بر خلاف پیش‌بینی‌های این دیدگاه، نشان داد که کاهش دیرش واکه در زبان فارسی لزوماً باعث تغییر الگوی سازه‌های فرکانسی نمی‌شود. به طور خاص، نتایج آزمون تحلیل رگرسیون نشان داد بین دو عامل دیرش و کیفیت واکه در زبان فارسی همبستگی معنی‌دار وجود ندارد و نمی‌توان بر مبنای میزان دیرش یک واکه، الگوی کیفی آن را در زبان فارسی پیش‌بینی کرد. این نتایج با یافته‌های به دست آمده برای زبان انگلیسی (لیندبلادام، ۱۹۶۳: ۱۷۷۷؛ لیندبلادام و مون، ۱۹۸۸)، آلمانی (موشامر و گنگ، ۲۰۰۸: ۱۱۸) و سوئدی (نورد، ۱۹۸۶) مطابقت ندارد. نتایج به دست آمده برای این زبان‌ها نشان داده است که بین دیرش و کیفیت واکه همبستگی قابل‌ملاحظه‌ای وجود دارد به این صورت که هر قدر دیرش واکه کوتاه‌تر شود، کیفیت واکه ضعیف‌تر شده و واکه از جایگاه اصلی خود به سمت مرکز فضای واکه-ای فاصله می‌گیرد. از سوی دیگر، دیدگاه مرکزی‌شدگی پیش‌بینی درستی از جهت‌گیری تغییرات کیفیت واکه در زبان فارسی به دست نمی‌دهد. /a/ تنها واکه‌ای است که هم در بُعد عمودی و هم در بُعد افقی فضای واکه‌ای به سمت نواحی مرکزی متمایل می‌شود. در بُعد عمودی فضای واکه‌ای، تمامی واکه‌ها به جزء /a/ و /ɑ/ با کاهش نسبی F1 و سطح ارتفاع بدنه زبان تا حدی (هرچند کم) از مرکز فضای واکه‌ای فاصله بیشتری می‌گیرند. در بُعد افقی، نیز تمامی واکه‌ها به جزء /a/ یا تغییرات محسوسی در فرکانس F2 ندارند (مانند /i/، /u/، /o/ و /ɑ/) یا تغییرات F2 آنها در جهت عکس مرکز فضای واکه‌ای صورت می‌گیرد (واکه /e/). بر این اساس، نتایج به دست آمده، یافته‌های مدرسی قوامی (۱۳۹۲) و صادقی (۱۳۹۴) را تأیید می‌کند. مدرسی قوامی (۱۳۹۲) نشان داده است که دیرش واکه‌ها در جایگاه بدون تکیه به طور معناداری کاهش می‌یابد ولی فضای واکه‌ای، کوچک‌تر یا مرکزی‌تر نمی‌شود. صادقی (۱۳۹۴) نشان داده است که میزان تغییرات فرکانس‌های F1 و F2 برای بیشتر واکه‌ها در زبان فارسی کم و غیرمعنادار است ضمن آن که جهت تغییرات نیز متمایل به سمت مرکز فضای واکه‌ای

نیست. صادقی (۱۳۹۴) همچنین نشان داده است که داده‌های کاهش واکه‌ای در زبان فارسی از دیدگاه کاهش بافتی تبعیت نمی‌کند. کاهش بافتی به معنای کاهش قابل-ملاحظه کیفیت واکه در موضع بدون تکیه در اثر هم تولیدی واکه با همخوان مجاور است. به علاوه، نتایج به دست آمده، تفاوت منظم و منسجمی را بین واکه‌های کوتاه و بلند فارسی از نظر الگوی تغییرات کیفی نشان نمی‌دهد. به طور مثال، در حالی که واکه کوتاه [a] و تا حدودی [e] با تغییر مقادیر فرکانس‌های F1 و F2 در موضع بدون تکیه تا حدی در فضای واکه‌ای جابجا می‌شوند، واکه کوتاه [o] جابجایی محسوسی را نشان نمی‌دهد؛ یا در حالی که واکه بلند [ɑ] بیشترین جابجایی عمودی را در بین تمامی واکه‌ها دارد دو واکه بلند دیگر، یعنی [i] و [u]، کمتر از سایر واکه‌ها جابجا شده‌اند. این واقعیت نشان می‌دهد فرض لازار مبنی بر پایداری کیفی واکه‌های بلند در مقابل تغییرپذیری واکه‌های کوتاه فرض معتبری نیست. بلکه به نظر می‌رسد تغییر کیفیت واکه در زبان فارسی بیش از آن که به دیرش واکه وابسته باشد، به جایگاه واکه در فضای واکه‌ای وابسته است. واکه‌های افتاده [a] و [ɑ] بیشترین میزان کاهش F1 و افزایش سطح ارتفاع بدنه زبان را در بین تمامی واکه‌ها دارند. به علاوه واکه [a] تنها واکه‌ای است که با افزایش قابل‌ملاحظه F2 به مرکز فضای واکه‌ای متمایل می‌شود. واکه نمیه-افراشته [e] نیز با تغییرات نسبی فرکانس‌های F1 و F2 تا حدی در فضای واکه‌ای جابجا می‌شود ولی واکه‌های افراشته [i] و [u] در هیچ یک از دو بُعد عمودی و افقی فضای واکه‌ای جابجایی محسوسی ندارند. در مقابل، نتایج به دست آمده با دیدگاه پراکندگی شنیداری درک گفتار مطابقت بیشتری دارد. همانگونه که این دیدگاه پیش-بینی می‌کند، تغییرات کاهش واکه‌ای در جایگاه بدون تکیه در زبان فارسی برای بیشتر واکه‌ها کم است. به علاوه، گرچه واکه‌های /a/ و /ɑ/ (و تا حدودی واکه /e/) بیشتر از واکه‌های دیگر در فضای واکه‌ای جابجا شده‌اند ولی این جابجایی باعث همپوشی این واکه‌ها با واکه‌های دیگر نشده و این واکه‌ها همچنان فاصله خود را با واکه‌های دیگر حفظ کرده‌اند. از سوی دیگر، با وجودی که دیرش واکه‌ها در موضع بدون تکیه به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر شده است، ابعاد کلی فضای واکه‌ای در این موضع، بر خلاف پیش‌بینی دیدگاه مرکزی‌شدگی، کوچکتر نشده است؛ بالعکس، فاصله آکوستیکی واکه‌ها با تغییر الگوی تکیه در اغلب موارد حفظ شده است. این واقعیت در هر دو بُعد عمودی و

افقی فضای واکه‌ای اتفاق افتاده است (شکل ۳). این نتایج در حقیقت نشان می‌دهد که هر گونه تغییر در فضای واکه‌ای زبان فارسی، مطابق با نظریه پراکندگی شنیداری، در جهت حفظ فواصل واکه‌ها از یکدیگر انجام می‌شود. به طور خلاصه، داده‌های کاهش واکه‌ای در این تحقیق نشان می‌دهد که فعالیت اندام‌های گویایی برای تولید اهداف واکه‌ای در بافت بدون تکیه کاهش معناداری ندارند. به بیان دیگر، شدت کاهش واکه‌ای در زبان فارسی به لحاظ آوایی به اندازه‌ای نیست که موجب نارسایی تولیدی واکه‌ها شود. تعبیر واجی این نتایج آن است که در زبان فارسی، فرایند کاهش واکه‌ای وجود ندارد. یعنی تقابل دوگانه الگوی تکیه واژگانی (تکیه بر/ بدون تکیه) در زبان فارسی به تغییرات کیفی واکه‌ها منجر نمی‌شود. از این رو، زبان فارسی، از نظر رده‌شناسی ساخت عروضی زبان‌های تکیه‌ای، مشابه زبان اسپانیایی و متفاوت با زبان‌های انگلیسی و هلندی است (فن در هالست^۱، ۱۹۹۹؛ کاتلر^۲، ۲۰۰۵). در زبان اسپانیایی، تمایز بین سطوح مختلف تکیه واژگانی (تمایز سه‌گانه تکیه اصلی، تکیه دومین و بدون تکیه)، با تغییر کیفیت واکه‌ها همراه نیست. در مقابل، در زبان‌های انگلیسی و هلندی، واکه‌هایی که تکیه اصلی را جذب نمی‌کنند به درجات مختلف (بسته به نوع تکیه مانند تکیه دومین و بدون تکیه) دچار کاهش واکه‌ای می‌شوند.

منابع

- بی‌جن‌خان، محمود (۱۳۹۲). نظام آوایی زبان فارسی، تهران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی.
- شیخ‌سنگ تجن، شهین. و بی‌جن‌خان، محمود (۱۳۸۹). بررسی کاهش واکه‌ای در زبان فارسی محاوره ای. پژوهش‌های زبان‌شناسی. سال دوم، شماره اول، ۳۵-۴۷.
- صادقی، وحید (۱۳۹۴). بررسی آوایی کاهش واکه‌ای در زبان فارسی. جستارهای زبانی. دوره شش، شماره ۳، ۱۶۵-۱۸۷.
- کرد زعفرانلو کامبوزیا، عالیہ (۱۳۷۹). واجشناسی خودواحد و کاربرد آن در فرایندهای واجی زبان فارسی. پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تهران، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه زبان‌شناسی.
- مدرسی قوامی، گلناز (۱۳۹۲). تأثیر تکیه واژگانی بر ویژگی‌های کیفی واکه‌های ساده زبان فارسی. علم زبان. دوره ۱، شماره ۱، ۴۱-۵۷.

1. Van der Hulst, H. G.

2. Cutler, A

- Boresma, P., & D. Weenink. 2010. *Praat: doing phonetics by computer*, version 5.1.27, praat manual. <http://www.fon.hum.uva.nl/praat>.
- Bradlow, A. 1995. A comparative acoustic study of English and Spanish vowels, *Journal of the Acoustical Society of America*, 97(3).
- Cutler, A. 2005. Lexical stress, In D. B. Pisoni & R. E. Remez (Eds.), *The handbook of speech perception* (pp. 390-413), Blackwell.
- Delattre, P. 1969. The general phonetic characteristics of languages. An acoustic and articulatory study of vowel reduction in four languages. *Final Report*, University of California, Santa Barbara, CA, USA.
- Disnet, S. 1983. Vowel quality: The relation between universal and language-specific factors. *UCLA Working Paper in Phonology*, 58: 1-158.
- Flemming, E. 2004. Contrast and perceptual distinctiveness. In Hayes et al. (eds.), *Phonetically-based phonology* (233–276), Cambridge: Cambridge University Press.
- Fourakis, M., A. Botinis, & M. Katsaiti. 1999. Acoustic characteristics of Greek vowels, *Phonetica*: 56: 28-43.
- Keating, P. 1984. Vowel variation in Japanese, *Phonetica*, 41: 191-207.
- Lazard, G. 1992. *Grammar of Contemporary Persian*, Mazda publishers.
- Liljencrants, J. & B. Lindblom. (1972). Numerical simulation of vowel quality systems: The role of perceptual contrast, *Language*, 48: 839-862.
- Lindblom, B. 1963. Spectrographic study of vowel reduction, *Journal of the Acoustical Society of America*, 35: 1773–1781.
- Lindblom, B. 1989. Explaining phonetic variation: A sketch of the H & H theory, In W. Hardcastle and A. Marchal (Eds.), *Speech Production and Speech Modeling*, (pp. 403-439), Dordrecht: Kluwer.
- Lindblom, B. & O. Engstrand. 1989. In what sense is speech quantal? *Journal of Phonetics*, 17: 107-121.
- Lindblom, B. & S. J. Moon. 1988. Formant undershoot in clear and citation-form speech, *Perilus VII*, Stockholm University.
- Mooshammer, C. & C. Geng. 2008. Acoustic and articulatory manifestations of vowel reduction in German, *Journal of the International Phonetic Association*, 38 (2): 118-135.
- Nord, L. 1986. Acoustic studies of vowel reduction in Swedish, *Journal of Quarterly Progress and Status Report*, 27: 19-36.
- Van der Hulst, H. G. 1999. Word accent. In H. van der Hulst (ed.), *Word Prosodic Systems in the Languages of Europe* (pp. 3-116), Berlin/New York: Mouton de Gruyter.