

# درک شنیداری تکیه واژگانی در زبان فارسی

وحید صادقی\*

استادیار گروه زبان و ادبیات انگلیسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، قزوین، ایران

دریافت: ۹۰/۵/۱۲

پذیرش: ۹۰/۹/۹

## چکیده

این مقاله به مطالعه درک شنیداری محل تکیه واژگانی در زبان فارسی می‌پردازد. در یک آزمایش ادراکی، جفت‌واژه کمینه تکیه‌ای بی‌معنی «nana-nana» محرک هدف انتخاب شد و مقادیر دیرش هجا، سطح شدت انرژی کل، سطح شدت انرژی فرکانس‌های میانی و بالا و فرکانس پایه واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه، در دو بافت دارای تکیه زیر و بمی و فاقد تکیه زیر و بمی، طی گام‌های مختلف بازسازی شد. سپس محرک‌های بازسازی‌شده در یک آزمون شناسایی، به آزمودنی‌ها ارائه شد که ۲۰ گویشور بومی فارسی معیار بودند و از آن‌ها خواسته شد هجای تکیه‌بر را در محرک‌های هدف مشخص کنند. نتایج، یافته‌های آزمایش تولیدی صادقی (۲۰۱۱) را تأیید کردند. بر این اساس، در بافت دارای تکیه زیر و بمی، درک محل تکیه تا حد زیادی، تابعی از تغییرات فرکانس پایه است؛ اندازه تغییرات زیر و بمی یا اختلاف سطح فرکانس پایه بین دو هجا، باعث تمایز شنیداری محل تکیه واژگانی می‌شود. در این بافت اثر همبسته‌های دیگر بر درک تکیه، افزایشی است؛ به این صورت که این همبسته‌ها اطمینان پاسخ‌های شنیداری را تا حدودی افزایش می‌دهند. در بافت فاقد تکیه زیر و بمی، اثر دیرش هجا بر درک تکیه واژگانی قوی‌تر از همبسته‌های شدت انرژی مانند: سطح شدت انرژی کل؛ سطح شدت انرژی و فرکانس‌های میانی و بالا، است. این نتایج نشان می‌دهد در صورت حذف تغییرات زیر و بمی، شنونده فارسی برای تعیین محل تکیه واژگانی به نشانه‌های دیرشی، وابسته است.

**واژگان کلیدی:** تکیه واژگانی، تکیه زیر و بمی، همبسته ادراکی، توازن طیفی، شدت انرژی کل.

شماره ۲ (پیاپی ۱۰)، تابستان ۱۳۹۱، صص ۱۵۳-۱۷۶  
نصنامه پژوهش‌های زبان و ادبیات تطبیقی

Email: Vsadeghi5603@gmail.com

\*نویسنده مسئول مقاله:

آدرس مکاتبه: قزوین، بلوار امام خمینی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، گروه زبان انگلیسی.

## ۱. مقدمه

تکیه به معنای برجستگی یک هجا در مقایسه با سایر هجاها در سطح کلمه است. در زبان‌های دارای تکیه واژگانی، همچون انگلیسی، هلندی و فارسی، یکی از هجاها در سطح کلمه، برجسته‌تر از هجاهای دیگر درک می‌شود که به آن تکیه واژگانی گفته می‌شود. مهم‌ترین همبسته‌های آوایی تکیه واژگانی در این زبان‌ها عبارت‌اند از: زیر و بمی؛ دیرش؛ بلندای صدا؛ کیفیت واکه (Lehiste, 1970: 15; Beckman, 1986: 51). بیشتر مطالعات نشان می‌دهند زیر و بمی و دیرش، مهم‌ترین همبسته‌های ادراکی تکیه واژگانی هستند و شدت انرژی به‌عنوان همبسته صوت‌شناختی بلندای صدا بر درک شنیداری تکیه واژگانی، اثر کمتری دارد (Fry, 1955: 765). همچنین، کیفیت واکه، کم‌اهمیت‌ترین همبسته ادراکی تکیه واژگانی محسوب می‌شود. وقتی کلمه در محیط فاقد تکیه زیر و بمی قرار می‌گیرد، یعنی زمانی که تکیه زیر و بمی روی هجای تکیه‌بر کلمه ظاهر نمی‌شود، محل تکیه واژگانی باید بر اساس سایر نشانه‌های ادراکی، مانند دیرش و شدت انرژی مشخص شود.

این مقاله با انجام تحقیق آزمایشگاهی، به بررسی درک شنیداری محل تکیه واژگانی در زبان فارسی می‌پردازد. هدف از انجام تحقیق، پاسخ به این سؤال اساسی است که «نشانه‌های مؤثر بر درک تکیه واژگانی در زبان فارسی کدام‌اند؟»؛ به عبارت دیگر، با در نظر گرفتن عوامل فرکانس پایه، دیرش واکه و شدت انرژی سازه‌های فرکانسی به‌عنوان اصلی‌ترین همبسته‌های ادراکی تکیه واژگانی در سطح زبان‌های مختلف، این سؤال مطرح می‌شود که «درک تکیه در زبان فارسی تا چه اندازه وابسته به تغییرات این نشانه‌های صوت‌شناختی است؟» مطالعه حاضر در دو بافت نوایی جداگانه، یعنی بافت دارای تکیه زیر و بمی (حضور عامل فرکانس پایه) و بافت فاقد تکیه زیر و بمی (عدم حضور فرکانس پایه) صورت می‌گیرد و نتایج با یکدیگر مقایسه می‌شوند. همچنین این نتایج با یافته‌های تحقیقات انجام شده روی زبان‌های دیگر مقایسه خواهد شد.

## ۲. پیشینه تحقیق

رویکرد سنتی به تکیه (Glave & Rietveld, 1975) مبتنی بر این واقعیت بود که تکیه ناظر بر افزایش تلاش فیزیولوژیکی دستگاه گفتار است که ماهیتی دینامیکی دارد و با تکیه زیر و بمی

که یک رویداد آهنگی است، متفاوت است. بر اساس این دیدگاه هجاهای تکیه‌بر با تلاش فیزیولوژیکی بیشتر در ناحیه تارآواها و شش‌ها تولید می‌شوند که مابه‌ازای آن در حوزه درک گفتار بلندای بیشتر صدا است. اما با پیدایش تجهیزات و روش‌های سنتز گفتار در صحت این فرضیه، تردید شد. آزمایش‌های تولیدی و ادراکی فرای (1958 & 1955) نشان داد FO قوی‌ترین همبسته تولیدی- ادراکی تکیه وازگانی است و عوامل دیگر مانند دیرش، شدت انرژی و کیفیت واکه تظاهر تولیدی نامنظمی دارند و بر درک تکیه نیز اثر کمتری دارند. آزمایش تولیدی وی (1955) نشان داد که شدت انرژی واکه‌های هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه جفت‌واژه‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند و اگرچه، اختلاف دیرش هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه با یکدیگر معنی‌دار است، ولی مهم‌ترین عامل تمایز تولیدی بین جفت‌واژه‌ها، اختلاف سطح فرکانس پایه بین هجای تکیه‌بر و بدون تکیه است. وی همچنین در یک آزمایش شنیداری نشان داد که درک تکیه تا حد زیادی تابعی از تغییرات FO است. شنونده، هجایی را که قله FO روی آن در مقایسه با هجاهای مجاور بالاتر باشد یا میزان تغییرات فرکانس پایه روی آن در مقایسه با هجای مجاور بیشتر باشد، تکیه‌بر درک می‌کند؛ یعنی شنونده برای درک تکیه وازگانی، به محل وقوع برجستگی نوایی روی منحنی زیر و بمی گفتار، حساس است. هر جا که برجستگی وجود داشته باشد، تکیه‌بر می‌شود؛ از این رو، فرای (همان) نتیجه‌گیری کرد؛ FO قوی‌ترین نشانه ادراکی تکیه وازگانی است و عوامل دیگر مانند دیرش، شدت انرژی و کیفیت واکه در درک تکیه، اثر کمتری دارند. بر این اساس وی چنین بحث کرد که تکیه وازگانی همبسته تولیدی و ادراکی مستقل ندارد و نقش آن این است که جایگاه‌های بالقوه برجستگی نوایی را روی منحنی زیر و بمی گفتار مشخص کند. پس از آزمایش‌های فرای (1958 & 1955) آزمایش‌های دیگری روی زبان‌های مختلف انجام شد که نتایج متفاوتی داشت. هاس با ساخت مصنوعی یک جفت‌واژه اسمی/فعلی زبان انگلیسی در بافت فاقد تکیه زیر و بمی و تغییر دیرش هجاها در گام‌های مختلف، پاسخ ادراکی آزمودنی‌ها را برای محرک‌ها به دست آورد. نتایج نشان داد در غیاب تکیه زیر و بمی (عامل FO) و کیفیت واکه، پاسخ آزمودنی‌ها سطح اطمینان کمی دارد. این نتایج یافته‌های فرای را تأیید کرد (Huss, 1977: 89).

یافته‌های بکمن و ادواردز نیز نشان داد آنچه در اساس باعث تقابل تکیه وازگانی در سطح کلمه می‌شود، تکیه زیر و بمی است. اثر عوامل دیگر مانند دیرش هجا و شدت انرژی تا حد



زیادی وابسته به واکه و گویشور است (Beckman & Edwards, 1994: 29).

اسلویجر و ون‌هاون با انجام آزمایش‌های تولیدی و ادراکی جداگانه روی جفت‌واژه‌های کمینه زبان هلندی نتیجه‌گیری کردند؛ بین بلندای صدا<sup>۱</sup> به‌عنوان همبسته ادراکی شدت انرژی و تکیه واژگانی، رابطه معنی‌داری وجود دارد و علت اینکه در تحقیقات پیشین این مسئله نادیده گرفته شده، این است که همبسته صوت‌شناختی مناسبی برای بلندای صدا در نظر گرفته نشده است. همبسته این ویژگی ادراکی، سطح شدت انرژی در فرکانس‌های بالای ۵۰۰ هرتز است، نه تمامی فرکانس‌ها؛ بنابراین، اگر معیار اندازه‌گیری مناسبی برای بلندای انتخاب شود، این ویژگی ادراکی، مستقل از تغییرات زیر و بمی یکی از نشانه‌های اصلی تکیه واژگانی است (Sluijter and Van Heuven, 1996: 2482; 1997: 510). آن‌ها (1996) در یک آزمایش تولیدی، دیرش و اختلاف سطوح شدت انرژی هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه جفت‌واژه‌های کمینه زبان هلندی را در دو بافت نوایی، یکی دارای تکیه زیر و بمی و دیگری فاقد تکیه زیر و بمی، با یکدیگر مقایسه کردند. اختلاف سطوح شدت انرژی در دو ناحیه فرکانسی جداگانه، یکی فرکانس‌های بالای ۵۰۰ هرتز و دیگری تمامی نواحی فرکانسی از جمله فرکانس‌های زیر ۵۰۰ هرتز، اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که دیرش هجاهای در هر دو بافت نوایی به‌طور معنی‌داری با یکدیگر متفاوت است. سطح شدت انرژی فرکانس‌های بالای ۵۰۰ هرتز برای هجاهای تکیه‌بر در هر دو بافت نوایی به‌طور معنی‌داری از هجاهای بدون تکیه بیشتر است، ولی همین اختلاف برای تمامی نواحی فرکانسی، معنی‌دار نیست. آن‌ها (1997) پیرو این آزمایش، یک آزمایش ادراکی انجام دادند و در آن مقادیر سه پارامتر دیرش هجا، سطوح شدت انرژی فرکانس‌های بالای ۵۰۰ هرتز و سطوح شدت انرژی تمامی فرکانس‌ها را تغییر دادند. آن‌ها این آزمایش را به‌طور جداگانه طی چندین گام مطابق با نتایج آزمایش تولیدی در جفت‌واژه‌های بی‌معنی مصنوعی «*nana/nana*» در بافت فاقد تکیه زیر و بمی انجام دادند. نتایج نشان داد پاسخ ادراکی آزمودنی‌ها به‌طور معنی‌داری تابعی از تغییرات دیرش هجا و شدت انرژی فرکانس‌های بالای ۵۰۰ هرتز است و اثر تغییرات سطوح شدت انرژی تمامی فرکانس‌ها بر درک تکیه، قابل اغماض است. بر این اساس نتیجه گرفتند آنچه در اصل باعث تمایز شنیداری محل تکیه واژگانی می‌شود، تغییرات دامنه فرکانس‌های میانی و بالا یا به عبارت دیگر، تغییرات توازن طیفی<sup>۲</sup> است، نه تغییرات دامنه تمامی نواحی فرکانسی. از نظر آن‌ها این نتایج نشان داد تکیه واژگانی مطابق با دیدگاه سنتی، ماهیتی

دینامیکی دارد که همبسته تولیدی آن افزایش تلاش فیزیولوژیکی تارآواها و شش‌ها است. فعالیت تولیدی بیشتر در ناحیه شش‌ها، تارآواها و محل گرفتگی، از یک سو باعث افزایش دامنه شکل موج حنجره و در نتیجه افزایش شدت انرژی کل<sup>۳</sup> طیف فرکانسی می‌شود و از سوی دیگر باعث نامتقارن شدن «پالس چاکنایی» به صورت کوتاه‌تر شدن مرحله بسته ارتعاش در مقایسه با مرحله باز ارتعاش می‌شود که در نتیجه آن توزیع انرژی روی فرکانس‌ها نامتعادل می‌شود؛ به این صورت که انرژی در فرکانس‌های میانی و بالا بیش از فرکانس‌های پایین متمرکز می‌شود؛ بر این اساس چنین بحث کردند که اگرچه تکیه واژگانی محل بالقوه دریافت تکیه زیر و بمی در سطح پاره‌گفتار است، ولی همبسته‌های صوت‌شناختی و ادراکی مستقل خود را دارد، چون این همبسته‌ها در محیط فاقد تکیه زیر و بمی نیز به روشنی ظاهر می‌شوند.

کمپل و بکمن آزمایش مشابهی را با انتخاب پارامترهای پیشنهادی اسلویجر و ون‌هاون (1996 & 1997) روی جفت‌واژه‌های زبان انگلیسی در بافت فاقد تکیه زیر و بمی انجام دادند که یافته‌های این آزمایش، از نظر سطوح شدت انرژی فرکانس‌های میانی و بالا اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (Campbell and Beckman, 1997: 67-71). این نتایج یافته‌های فرای (1955 & 1958)، هاس (1997) و بکمن و ادواردز (1994) را بار دیگر تأیید کردند. آن‌ها (همان) این اختلاف نتایج برای زبان انگلیسی و هلندی را این‌گونه توجیه کردند که در زبان انگلیسی کیفیت واکه‌های تکیه‌بر در بیشتر مواقع با هجاهای بدون تکیه، متفاوت است که علت آن اعمال فرایند واجی تضعیف یا کاهش واکه‌های بدون تکیه، به واکه مرکزی [↔] است. ولی در زبان هلندی، کیفیت واکه در دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه، تفاوت زیادی ندارد. به این ترتیب برای شنونده انگلیسی تکیه واژگانی از روی کیفیت واکه، یعنی الگوی فرکانس سازه‌ها، قابل درک است؛ حتی اگر پارامترهای دیرش و سطوح شدت انرژی فرکانس‌های بالا برای هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه، نمود آوایی نداشته باشد، درحالی که برای یک شنونده هلندی، درک تکیه واژگانی مستلزم حضور این پارامترها است؛ در غیر این صورت برجستگی شنیداری هجاها در بافت فاقد تکیه زیر و بمی، به یک اندازه خواهد بود. به همین دلیل تغییرات شدت انرژی و دیرش هجا به صورت تابعی از تکیه واژگانی در زبان هلندی به صورت منظم و مستقل از متغیرهای گویشور و نوع واکه و در زبان انگلیسی به صورت نامنظم و وابسته به گویشور و نوع واکه دیده می‌شود.



ارتگا لیبراریا و پیرتیو برای بررسی میزان اعتبار فرضیه مطرح شده توسط کمپل و بکمن (همان) الگوی تولیدی- ادراکی تکیه واژگانی را در دو زبان اسپانیایی کاتالان و کاستیلیان (اولی دارای فرایند کاهش واکه و دومی فاقد این فرایند) با هم مقایسه کردند. نتایج نشان داد که دیرش و اختلاف سطوح شدت انرژی هجاهای تکیه بر و بدون تکیه در غیاب تکیه زیر و بمی، در هر دو زبان، معنی دار است. همچنین آزمایش ادراکی آن‌ها نشان داد که این نتایج در حوزه درک گفتار نیز معتبر است (Ortega-Liberaria and Pierto, 2007: 1121-1124). این نتایج فرضیه کمپل و بکمن (1997) را تأیید نکردند.

بیشتر مطالعات انجام شده درباره تکیه واژگانی در زبان فارسی، به بحث درباره جایگاه تکیه در سطح کلمه و تأثیرپذیری آن از مقوله نحوی کلمه یا وندهای تصریفی و غیره پرداخته‌اند. فرگوسن زبان فارسی را یک زبان تکیه پایانی دانسته و معتقد است تکیه واژگانی در فارسی غالباً روی هجای پایانی کلمات واقع می‌شود. وی همچنین اشاره می‌کند که تکیه واژگانی در بعضی کلمات، جایگاه غیرپایانی دارد؛ از جمله کلمات دارای پیشوندهای تصریفی فعل که تکیه را جذب می‌کنند (پیشوند فعلی «می») یا پسوندهای تصریفی و پی‌چسب‌ها که تکیه روی آن‌ها واقع نمی‌شود (پسوند یای نکره و پی‌چسب «اش») (Ferguson, 1957: 125).

سامعی (۱۳۷۴: ۶-۲۱) درباره تکیه فعل بررسی کرده و دو قاعده برای آن در نظر گرفته است: در صورت‌های مثبت، تکیه روی آخرین هجای سازه نخست قرار می‌گیرد و در صورت‌های منفی، تکیه روی تنها هجای تکواژ نفی واقع می‌شود.

کهنمویی‌پور الگوی تکیه را در زبان فارسی در چارچوب نظریه واج‌شناسی نوایی در سطوح مختلف سلسله‌مراتب نوایی، یعنی کلمه واجی، گروه‌واجی و گروه‌آهنگ بررسی کرده و معتقد است هریک از سطوح نوایی، الگوی تکیه خاص خود را دارد؛ تکیه در سطح کلمه واجی روی هجای واقع در منتهی‌الیه سمت راست کلمه، در سطح گروه‌واجی روی هجای واقع در منتهی‌الیه سمت چپ گروه و در سطح گروه‌آهنگ، روی هجای واقع در منتهی‌الیه سمت راست گروه قرار می‌گیرد (Kahnemuyipour, 2003: 334).

اسلامی (۱۳۸۴) در مطالعه خود بین تکیه واژگانی و تکیه زیر و بمی تمایز قائل شده و معتقد است تکیه واژگانی در سطح واژگان اعمال می‌شود و انتزاعی، قابل پیش‌بینی، ثابت و مربوط به توانش زبانی است، ولی تکیه زیر و بمی در سطح پاره‌گفتار اعمال می‌شود و عینی،

غیرقابل‌پیش‌بینی، متغیر و مربوط به کنش زبانی است.

مطالعات آوایی روی تکیه‌واژگانی فارسی با هدف توصیف جنبه‌های تولیدی (صوت‌شناختی) یا شنیداری این پدیده کمتر صورت گرفته است. صادقی (۲۰۱۱: ۱۷۳۸-۱۷۴۱) در اولین مطالعه آزمایشگاهی روی تکیه‌واژگانی در زبان فارسی، در یک آزمایش تولیدی دیرش هجا، شدت انرژی کل، شدت انرژی فرکانس‌های بالای ۵۰۰ هرتز و فرکانس سازه‌های (به عنوان همبسته کیفیت واکه) واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه را در جفت‌واژه‌های تکیه‌ای زبان فارسی («سازش» /sazeʃ/ به معنی صلح و «سازش» /sazɛʃ/ به معنی ساز او) و معادل بی‌معنی<sup>۷</sup> آن‌ها، /nana/ و /nana/ در دو بافت دارای تکیه‌زیر و بی‌معنی و فاقد تکیه‌زیر و بی‌معنی با یکدیگر مقایسه کرد. نتایج فرضیه مطرح‌شده اسلویجر و ون‌هاون (1996 & 1997) را تأیید نکرد. بر این اساس اختلاف توزیع شدت انرژی در فرکانس‌های میانی و بالا برای واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه فقط در بافت دارای تکیه‌زیر و بی‌معنی، معنی‌دار بود و در بافت فاقد تکیه‌زیر و بی‌معنی، معنی‌دار نبود. این نتایج نشان داد تغییرات شدت انرژی فرکانس‌های میانی و بالا در زبان فارسی، تا حد زیادی تابعی از تغییرات سطح فرکانس پایه و یا حضور یا عدم‌حضور تکیه‌زیر و بی‌معنی روی هجای موردنظر است. نتایج همچنین نشان داد تغییرات شدت انرژی کل نیز وابسته به تغییرات زیر و بی‌معنی است. در بافت دارای تکیه‌زیر و بی‌معنی، اختلاف‌های تکیه‌بر و بدون تکیه از نظر این پارامتر معنی‌دار بود، ولی در بافت فاقد تکیه‌زیر و بی‌معنی این اختلاف معنی‌دار نبود. این نتایج نشان داد در زبان فارسی برخلاف زبان هلندی، الگوی توزیع شدت انرژی طیف فرکانسی، چه در تمامی نواحی فرکانسی و چه در نواحی فرکانسی میانی و بالا، همبسته تولیدی-صوت‌شناختی، تکیه‌زیر و بی‌معنی است؛ نه تکیه‌واژگانی. نتایج صادقی (۲۰۱۱: ۱۷۳۸-۱۷۴۱) با یافته‌های کمپل و بکمن (1997) در مورد زبان انگلیسی مطابقت بیشتری داشت. آزمایش تولیدی آن‌ها نیز اختلاف معنی‌داری را از نظر سطوح شدت انرژی فرکانس‌های میانی و بالا بین هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه نشان نداده بود. همچنین نتایج مربوط به کیفیت واکه در آزمایش تولیدی صادقی (همان) نشان داد که تغییرات فرکانس سازه‌ها در بافت فاقد تکیه‌زیر و بی‌معنی برای هیچ‌یک از واکه‌ها در کلمات هدف، معنی‌دار نبود. همچنین این تغییرات در بافت دارای تکیه‌زیر و بی‌معنی فقط برای واکه «a» معنی‌دار بود. وی چنین نتیجه‌گیری کرد که در زبان فارسی برخلاف زبان انگلیسی (Huss, 1977)، تغییرات کیفیت واکه در بافت دارای تکیه‌زیر و بی‌معنی،



وابسته به واکه است و این عامل به طور منظم و پایدار واکه‌های دارای تکیه زیر و بمی را از واکه‌های فاقد تکیه زیر و بمی متمایز نمی‌کند. یافته‌های صادقی (همان) برای دیرش هجا با دیگر عوامل متفاوت بود. نتایج نشان داد که دیرش هجاهای تکیه‌بر، در سطح هر دو بافت نوایی به طور معنی‌داری از هجاهای بدون تکیه بیشتر است. بر این اساس او نتیجه گرفت که دیرش هجا در زبان فارسی، مستقل از عامل تغییرات زیر و بمی، همبسته تولیدی-صوت‌شناختی تکیه واژگانی است. وی چنین بحث کرد که تکیه واژگانی در زبان فارسی برخلاف زبان انگلیسی فقط یک ویژگی ساختاری برای نشان‌دار کردن یک هجا در سطح واژگان برای دریافت تکیه زیر و بمی در سطوح بالاتر ساخت نوایی گفتار نیست، بلکه همبسته تولیدی-صوت‌شناختی خاص خود را دارد که همان دیرش هجا است.

### ۳. روش تحقیق

این مقاله به بررسی آزمایشگاهی تکیه واژگانی از دیدگاه شنیداری می‌پردازد. در این مقاله قصد داریم با انجام یک آزمایش ادراکی، درک شنیداری محل تکیه واژگانی را در زبان فارسی از طریق تغییر مقادیر فرکانس پایه، دیرش واکه، سطح دامنه تمامی فرکانس‌ها و سطح دامنه محدود فرکانس‌های میانی و بالا بررسی کرده، نتایج حاصل را با یافته‌های آزمایش تولیدی صادقی (۲۰۱۱) مقایسه کنیم. سؤال اصلی این است که «آیا نتایج آزمایش تولیدی در سطح درک گفتار نیز معتبر است؟» فرضیاتی که مورد آزمون قرار می‌گیرند، عبارت‌اند از:

۱. در بافت دارای تکیه زیر و بمی تغییرات فرکانس پایه، اصلی‌ترین نشانه ادراکی تکیه واژگانی است. در این بافت، اثر عوامل دیگر مانند دیرش واکه و سطوح شدت انرژی بر درک تکیه واژگانی افزایشی است؛
۲. در بافت فاقد تکیه زیر و بمی، دیرش واکه عامل اصلی تمایز شنیداری محل تکیه واژگانی است و اثر سطوح شدت انرژی (شدت انرژی کل و شدت انرژی فرکانس‌های میانی و بالا) بر درک تکیه، بسیار ناچیز و قابل‌اغماض است.

#### ۳-۱. داده‌ها

جفت‌واژه کمینه تکیه‌ای بی‌معنی /nana-nana/ داده اولیه آزمایش و محرک هدف از سطح



آزمایش تولیدی صادقی (۲۰۱۱) انتخاب شد. آزمایش‌های شنیداری در اصل بر پایه یافته‌های آزمایش‌های تولیدی و از طریق بازسازی همان داده‌هایی انجام می‌شوند که از قبل در آزمایش‌های تولیدی به‌کار گرفته شده‌اند (Huss, 1977: 89; Beckman & Edwards, 1994: 11; Campbell, & Beckman, 1997: 68; Sluijter, Van Heuven & Pacilly, 1997: 508). گفتار بی‌معنی به ما امکان می‌دهد اثر عوامل صوت‌شناختی مانند دیرش و سطوح شدت انرژی بر درک گفتار را مستقل از ویژگی‌های زنجیره‌ای ذاتی هجاها از جمله دیرش و شدت انرژی ذاتی واژه‌ها بررسی می‌کنیم. گفتار تکراری پیش از این توسط بسیاری از آواشناسان از جمله موتون و جیسیم (1965)، کاتویجک (1974)، برنشتین (1979)، لیبرمن و استیتر (1996)، اسلویجر و ون هاون (1997) و غیره در آزمایش‌های مشابه به‌کار رفته است. فرض بر این است که گفتار بی‌معنی در تمامی جنبه‌های مهم نوای گفتار همانند گفتار طبیعی است (Sluijter, Van Heuven & Pacilly, 1997: 508).

محرك‌های هدف از دو بافت نوایی جداگانه، یکی بافت فاقد تکیه زیر و بمی و دیگری بافت دارای تکیه زیر و بمی انتخاب و بازسازی شده‌اند:

*الف. بافت فاقد تکیه زیر و بمی:* در بافت فاقد تکیه زیر و بمی هجای بدون تکیه «na» از کلمه «mana» در جمله «آنها به دنبال نانا هستند» با تکیه زیر و بمی هسته روی کلمه کانونی شده «آنها» تولید شده توسط یک گویشور زن در آزمایش تولیدی به‌عنوان هجای هدف انتخاب شد. علت انتخاب این بود که مقادیر دیرش هجا، شدت انرژی کل و شدت انرژی فرکانس‌های میانی و بالای واژه این هجا برای این گویشور در مقایسه با دیگر گویشوران به مقادیر میانگین نزدیک‌تر بود. همچنین کیفیت صدای این گویشور در گفتار بازسازی شده بسیار شبیه گفتار طبیعی بود. از با هم‌گذاری دو هجای «na» کلمه بی‌معنی دو هجایی «mana» ساخته شد. سپس مقادیر پارامترهای دیرش هجا، سطوح شدت انرژی کل و سطوح شدت انرژی فرکانس‌های میانی و بالای واژه (توازن طیفی)، هر یک به‌طور جداگانه طی چند گام از «mana» به «mana» تغییر داده شد. دامنه تغییرات دیرش هجا با محاسبه متوسط دامنه تغییرات دیرش هجا برای گفتار بی‌معنی در آزمایش تولیدی به‌دست آمد. به این ترتیب مقادیر دیرش هجا به‌صورت زیر انتخاب شد:

هجای اول طی هفت گام ۱۵ میلی ثانیه‌ای از ۱۷۰ به ۲۶۰ و هجای دوم طی هفت گام ۱۵



میلی‌ثانیه‌ای از ۱۵۰ به ۲۴۰ تغییر داده شدند. گام‌های اول و دوم (۱۷۰ و ۱۸۵ میلی‌ثانیه برای هجای اول و ۱۵۰ و ۱۶۵ برای هجای دوم) و همچنین ششم و هفتم (۲۴۵ و ۲۶۰ میلی‌ثانیه برای هجای اول و ۲۲۵ و ۲۴۰ میلی‌ثانیه برای هجای دوم) را نشان می‌دهند. مقادیر بیشینه و کمینه در دو طرف محدوده مقادیر مشاهده شده در آزمایش تولیدی را نشان می‌دهند. گام میانی یعنی گام چهارم (۲۱۵ میلی‌ثانیه برای هجای اول و ۱۹۵ میلی‌ثانیه برای هجای دوم) به‌عنوان محرک شنیداری مبهم یا خنثی، نشان‌دهنده مقدار مرزی بین جفت‌واژه است و مقادیر سوم و پنجم (۲۰۰ و ۲۳۰ میلی‌ثانیه برای هجای اول و ۱۸۰ و ۲۱۰ برای هجای دوم) بر نواحی نامشخص در اطراف نقطه مرزی ناظر هستند. دیرش بیشتر هجای اول نسبت به هجای دوم منعکس‌کننده نتایج آزمون تولیدی است.

دامنه تغییرات توازن طیفی نیز همچون دیرش هجا با محاسبه متوسط دامنه تغییرات این پارامتر، مطابق با نتایج آزمایش تولیدی به‌دست آمد. نتایج آزمایش تولیدی نشان داد سطوح دامنه سه باند فرکانسی B2، B3 و B4 در جاهای تکیه‌بر در مقایسه با جاهای فاقد تکیه افزایش می‌یابد؛ درحالی که دامنه باند فرکانسی اول با تغییر محل تکیه، تفاوت محسوسی نمی‌کند. بنابراین توازن طیفی واژه‌ها در جاهای اول یا دوم از طریق افزایش سطوح دامنه باندهای فرکانسی بالای ۵۰۰ هرتز، یعنی B2، B3 و B4، طی سه گام، تغییر داده شد. گام‌های توازن طیفی مطابق با نتایج آزمایش تولیدی برای همه باندها یکسان و به میزان 3 dB در نظر گرفته شد. به این ترتیب باندهای B2، B3 و B4 طی گام اول به 3 dB، گام دوم 6 dB و گام سوم 9 dB تغییر داده شدند. بازسازی توازن طیفی طی گام‌های اول تا سوم باعث افزایش سطح شدت انرژی کل به ترتیب به میزان 1، 2 و 3 dB شد. این مقادیر سپس برای بازسازی سطح شدت انرژی کل واژه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه به‌کار رفتند. بر این اساس برای بازسازی سطح شدت انرژی کل، مقادیر این پارامتر در جاهای اول یا دوم محرک هدف به ترتیب در اعداد ۱/۱۲، ۱/۲۶ و ۱/۴۱ ضرب شدند.

برای بازسازی محرک‌ها از نرم‌افزار praat ویرایش ۵/۱/۱۲ استفاده شد. برای بازسازی محرک‌های دیرش، ابتدا علامت آوایی هر پاره‌گفتار از طریق گزینه «دستکاری»<sup>۱</sup> به یک بازنمود دوبعدی از فرکانس پالس‌های حنجره در واحد زمان تبدیل و خروجی «لایه دیرش»<sup>۱</sup> این بازنمود برای بازسازی و تنظیمات مقادیر دیرش استفاده شد. برای بازسازی سطح شدت

انرژی و شدت انرژی فرکانس‌های میانی و بالا، علامت آوایی هر پاره‌گفتار به خروجی «کلات گرید»<sup>۱</sup> تبدیل شد و از این خروجی به وسیله امکان ویرایش واکساز، لایه انحنای «دامنه طیف»<sup>۱</sup> به دست آمد. سپس تنظیمات مربوط به مقادیر شدت انرژی مطابق با آنچه قبلاً توضیح داده شد، روی این لایه اعمال شد.

پس از بازسازی گام‌های هر پارامتر به‌طور جداگانه، گام‌های دیرش هجا یک بار با گام‌های توازن طیفی و یک بار با گام‌های سطح شدت انرژی کل ترکیب شدند و به این ترتیب ۹۸ محرک شنیداری ساخته شد، ولی با توجه به اینکه گام چهارم، یعنی محرک خنثی برای سطح شدت انرژی کل و توازن طیفی یکسان بود، تعداد محرک‌های شنیداری از ۹۸ به ۹۱ عدد کاهش یافت. بخش ابتدایی جمله، یعنی «آنها به دنبال» با کلمه هدف «نانا» و بخش پایانی جمله، یعنی «هستند» هم‌گذاری و سپس به روش «LPC» بازسازی شدند. برای هم‌گذاری و بازسازی، از نرم‌افزار praat ویرایش ۵/۱/۱۲ استفاده شد. جمله حامل مطابق با منحنی زیرویمی جمله اصلی با الگوی زیرویمی پایه افتان با تکیه زیرویمی تقابلی روی هجای دوم کلمه «آنها» بازسازی شد، به طوری که محرک‌های هدف در جایگاه اصلی خود بدون تغییرات فرکانس پایه، روی بخشی از «منحنی زیرویمی پایه افتان»<sup>۲</sup> قرار گرفتند.

ب. بافت دارای تکیه زیرویمی: پس از محرک‌های فاقد تکیه زیرویمی، محرک‌های دیگری در بافت دارای تکیه زیرویمی ساخته شدند تا اثر فرکانس پایه بر درک شنیداری تکیه واژگانی و تعامل آن با عوامل دیگر مانند دیرش هجا و شدت انرژی بررسی شود. در این آزمایش هجای بدون تکیه «na» از کلمه «نانا» با تکیه زیرویمی هسته روی هجای آغازی کلمه، تولید شده که توسط یک گویشور زن در آزمایش تولیدی با کمترین فرکانس پایه بین همه آزمودنی‌ها به‌عنوان هجای هدف انتخاب شد. از هم‌گذاری دو نمونه از این هجا، کلمه بی‌معنی دوهجایی «nana» با حداقل سطح فرکانس پایه در طول کلمه ساخته شد. سپس سطح فرکانس پایه هجاهای هدف، به ترتیبی که در ادامه توضیح داده خواهد شد، طی چندین گام بازسازی و با گام‌های دیرش هجا و سطوح شدت انرژی به‌طور جداگانه ترکیب شد. در این آزمایش عوامل نوایی، مانند محل وقوع قله فرکانس پایه، تغییرات زیرویمی (نواخت افتان، خیزان و غیره) و سرعت شیب نزولی فرکانس پایه پس از قله در طول واژه‌های هدف، ثابت نگه داشته شد و



هرگونه اختلاف بین هجاهای هدف فقط از طریق تغییر سطح فرکانس پایه یکی از واکه‌ها ایجاد شد. علت این است که این عوامل مربوط به تکیه زیرویمی و الگوی آهنگ گفتار هستند و باید در آزمایش‌هایی جداگانه به‌عنوان همبسته‌های محتمل تکیه زیرویمی بررسی شوند. در تمامی مطالعات مربوط به تعیین همبسته‌های ادراکی تکیه واژگانی در بافت دارای تکیه زیرویمی اثر عوامل نوایی بر محرک‌های شنیداری به دو طریق کنترل می‌شود؛ یکی با قرار دادن محرک‌ها در جایگاه نوایی یکسان، مثلاً جایگاه تکیه زیرویمی هسته با نواخت مرزی پایین در جملات خبری ساده و دیگری حذف اثر تغییرات زیرویمی و دیگر عوامل پیچیده نوایی از طریق ثابت نگه داشتن سطح فرکانس پایه یا تولید نواخت تراز در طول هجاهای هدف از طریق افزایش یا کاهش سطح فرکانس پایه در یکی از هجاها (Fry, 1958: 131). در این آزمایش روش دوم انتخاب شد.

برای ساخت محرک‌های فرکانس پایه ابتدا مقادیر کمینه و بیشینه فرکانس پایه به‌عنوان فرکانس‌های مرجع تعیین شد ( Fry, 1955: 766 & 1958: 133). کمترین میزان فرکانس پایه مشاهده‌شده در آزمایش تولیدی در سطح تمامی الگوهای نوایی ۹۵ هرتز بود. این مقدار به‌عنوان فرکانس مرجع پایین در نظر گرفته شد. فرکانس مرجع بالا نشان‌دهنده بیشینه سطح فرکانس پایه است که فراتر از آن، گفتار از شرایط طبیعی خارج می‌شود ( Fry, 1955: 766 & 1958: 130). بازسازی اولیه محرک‌ها نشان داد که افزایش فرکانس پایه بیش از ۹۰ هرتز باعث غیرطبیعی شدن محرک‌ها می‌شود. بنابراین این سطح به‌عنوان فرکانس مرجع بالا یا سطح بیشینه تغییرات فرکانس پایه در نظر گرفته شد. هشت گام شامل مقادیر ۰ (سطح تراز)، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ هرتز به‌عنوان گام‌های تغییرات فرکانس پایه انتخاب شدند. فرکانس‌های پایین ۵ و ۱۰ هرتز در این محدوده، نواحی مرزی بین جفت‌واژه را نشان می‌دهند. فاصله کمتر بین گام‌های پایین در مقایسه با گام‌های بالاتر به این دلیل است که محل دقیق مرز شنیداری جفت‌واژه تعیین شود. این مرز نشان‌دهنده محل تغییرات ناگهانی پاسخ‌های شنیداری در آزمون تشخیص محل تکیه واژگانی است.

برای بازسازی محرک‌های فرکانس پایه، ابتدا علامت آوایی هر پاره‌گفتار در نرم‌افزار *praat* به بازنمود فرکانس پالس‌های حنجره تبدیل شد و خروجی «لایه زیر و بمی»<sup>۱۳</sup> این بازنمود برای اعمال تنظیمات مربوط به فرکانس پایه به‌کار گرفته شد.

فرض بر این است که عامل اصلی تشخیص محل تکیه برای تغییرات فرکانس پایه در سطح هجاهای کلمات هدف است. بر این اساس تغییرات در دو جهت روی محرک‌ها اعمال شد، یکی به صورت کاهش<sup>۱۴</sup> با فرکانس بالاتر واکه اول نسبت به واکه دوم و دیگری به صورت افزایش<sup>۱۵</sup> با فرکانس بالاتر واکه دوم نسبت به واکه اول. به این ترتیب تعداد کل گام‌های تغییرات فرکانس پایه ۱۵ گام ( ۷ گام تراز، ۷ گام کاهش و ۱ گام افزایش) در نظر گرفته شد. هریک از گام‌های تراز، کاهش و افزایش فرکانس پایه، به‌طور جداگانه یک بار با گام‌های دیرش هجا و یک بار با گام‌های سطوح شدت انرژی، شامل سطح شدت انرژی کل و توازن طیفی، ترکیب شدند و به این ترتیب ۳۰۰ محرک بازسازی شد.

محرک‌های بازسازی شده به‌طور مجزا بدون آنکه در جمله حامل قرار داده شوند به آزمودنی‌ها ارائه شدند، زیرا بازسازی الگوی زیرویمی جمله حامل با توجه به عدم وجود تغییرات زیرویمی در سطح محرک‌ها باعث غیرطبیعی شدن خوانش نوایی جمله می‌شد و بر تشخیص محل تکیه، اثر می‌گذاشت و با توجه به الگوی تکیه واژگانی زبان فارسی (فراوانی وقوع کلمات تکیه پایانی در مقایسه با کلمات تکیه آغازی)، قرار دادن محرک‌ها در جملات حامل ممکن بود باعث شود پاسخ‌ها به نفع هجای پایانی سوگیری کنند.

هدف اصلی از انجام این آزمایش پاسخ به سؤالات زیر بود:

۱. آیا در بافت فاقد تکیه زیرویمی، مطابق با نتایج آزمایش تولیدی، اثر دیرش هجا بر درک محل تکیه از سطح شدت انرژی کل و توازن طیفی بیشتر است؟
۲. اثر تعاملی دیرش هجا با هریک از عوامل سطح شدت انرژی کل و توازن طیفی به‌طور جداگانه بر درک محل تکیه چگونه است؛ آیا اثر تعاملی سطح شدت انرژی کل و توازن طیفی با دیرش هجا افزایشی است یا این عوامل با یکدیگر در تعامل رقابتی هستند؟
۳. در بافت دارای تکیه زیرویمی، اختلاف سطح فرکانس پایه بین هجاها بر درک تکیه واژگانی در زبان فارسی تأثیرگذار است؟ اگر این‌گونه است آیا اندازه اختلاف سطح فرکانس پایه بین دو هجا در تشخیص محل تکیه، اثر یکسانی دارد؟
۴. اثر تعاملی این عامل با عوامل دیگر مانند دیرش هجا و سطوح شدت انرژی به‌طور جداگانه چگونه است؟



### ۲-۳. گویشوران و روش انجام آزمایش

محرك‌های فاقد تکیه زیرویمی (۹۱ محرك) و محرك‌های دارای تکیه زیرویمی (۳۰۰ محرك) که به روش آزمایشگاهی بازسازی شده بودند، در دو نوبت به‌طور جداگانه در یک آزمایش شنیداری به آزمودنی‌ها ارائه شدند. در نوبت اول محرك‌های فاقد تکیه زیرویمی در قالب چهار مجموعه (سه مجموعه شامل ۲۲ پاره‌گفتار و یک مجموعه شامل ۲۳ پاره‌گفتار)، که به‌صورت تصادفی آماده شده بودند، به آزمودنی‌ها ارائه شدند. محرك‌های دارای تکیه زیرویمی نیز در نوبت دوم در قالب شش مجموعه (هر مجموعه شامل ۵۰ محرك) به‌طور تصادفی آماده و به آزمودنی‌ها ارائه شدند. فاصله زمانی بین نوبت اول و نوبت دوم آزمایش یک ساعت، فاصله زمانی بین مجموعه‌ها ۱۰ دقیقه و بین محرك‌ها ۵ ثانیه در نظر گرفته شد. ۲۰ آزمودنی با گویش فارسی معیار، بدون آشنایی با دانش زبان‌شناسی با دامنه سنی ۲۰ تا ۴۰ سال در آزمایش شرکت کردند. از آزمودنی‌ها خواسته شد هجای تکیه‌بر محرك هدف را در هر پاره‌گفتار مشخص و پاسخ صحیح را در یک پاسخنامه، شامل دو گزینه هجای اول و دوم، علامت‌گذاری کنند.

### ۳-۳. تحلیل آماری

تعداد پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی به هر محرك شنیداری، محاسبه و به‌صورت درصد پاسخ‌های صحیح مشخص شد. هدف از تحلیل آماری داده‌ها، پاسخ به سؤالات اصلی تحقیق بود؛ یکی اینکه تغییر مقادیر دیرش هجا و سطوح شدت انرژی در بافت فاقد تکیه زیرویمی و فرکانس پایه، دیرش هجا و سطوح شدت انرژی در بافت دارای تکیه زیرویمی تا چه اندازه بر تشخیص محل تکیه اثر می‌گذارد؟ دیگر آنکه آیا تغییر مقادیر دیرش هجا و سطوح شدت انرژی در بافت‌های نوایی دارای تکیه زیرویمی و فاقد تکیه زیرویمی بر درک محل تکیه واژگانی اثر یکسانی دارد؟

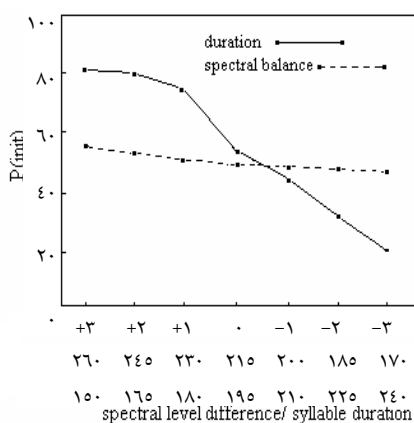
برای محاسبه معنی‌دار بودن اثر عوامل دیرش هجا، سطح شدت انرژی کل و توازن طیفی بر تشخیص محل تکیه در بافت فاقد تکیه زیرویمی، دو آزمون «تحلیل واریانس» دوطرفه، به‌طور جداگانه انجام شد. در آزمون اول، دیرش هجا و سطح شدت انرژی کل به‌عنوان متغیرهای مستقل و پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی به‌عنوان متغیر وابسته تعیین شدند. در آزمون دوم، دیرش هجا و توازن طیفی به‌عنوان متغیرهای مستقل و پاسخ‌های صحیح تکیه

آغازی به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شدند. همچنین برای بررسی آماری اثر عوامل جهت تغییرات فرکانس پایه، اختلاف سطح فرکانس پایه، دیرش هجا، سطح شدت انرژی کل و توازن طیفی بر درک محل تکیه در بافت دارای تکیه زیروبمی چند آزمون تحلیل واریانس انجام شد. در آزمون اول برای تغییرات فرکانس پایه (با سه سطح کاهشی، افزایشی و تراز) به‌عنوان متغیرهای مستقل و پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شدند. هدف آزمون این بود که آیا جهت تغییرات فرکانس پایه بر درک تکیه، اثر معنی‌داری دارد و اثر تغییرات دیرش هجا بر درک محل تکیه برای گام‌های کاهشی، افزایشی و تراز فرکانس پایه با یکدیگر متفاوت است. سپس در دو آزمون جداگانه، اثر اختلاف سطح فرکانس پایه بر درک محل تکیه برای تغییرات افزایشی و کاهشی فرکانس پایه بررسی شد که در هر آزمون، اختلاف سطح فرکانس پایه و دیرش هجا به‌عنوان متغیرهای مستقل و پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شدند. در این آزمون‌ها، اثر تعاملی اختلاف سطح فرکانس پایه و دیرش هجا نیز محاسبه شد، سپس در آزمون‌های دیگر اثر عوامل سطح شدت انرژی کل و توازن طیفی بر تشخیص محل تکیه و اثر تعاملی این عوامل با هر یک از متغیرها جهت تغییرات فرکانس پایه و اختلاف سطح فرکانس پایه بررسی شد.

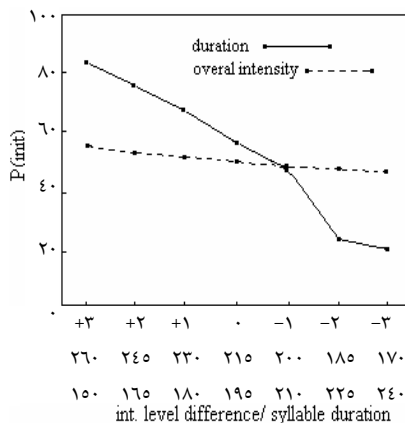
#### ۳-۴. نتایج

شکل ۱، درصد پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی به محرک‌های شنیداری را در بافت فاقد تکیه زیروبمی به‌صورت تابعی از اختلاف دیرش هجاهای اول و دوم و اختلاف سطح شدت انرژی کل واکه‌ها نشان می‌دهد. چنانکه می‌بینیم، دیرش هجا و سطح شدت انرژی کل واکه هجای اول روی محور عمودی، از سمت چپ به راست کاهش می‌یابد و به‌طور همزمان دیرش هجا و سطح شدت انرژی کل واکه هجای دوم بیشتر می‌شود. چنانکه می‌بینیم کل دامنه تغییرات دیرش هجا باعث کاهش درصد پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی از ۸۴ درصد به ۲۰ درصد شده است. «آزمون تخمین پارشال ای‌تی‌ای اسکور<sup>۱۶</sup>» نشان داد که این میزان به تنهایی علت ۸۱ درصد تغییرات پاسخ‌های شنیداری است. این در حالی است که کل دامنه تغییرات سطوح شدت انرژی تنها باعث کاهش درصد پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی از ۵۵ درصد به ۴۷ درصد شده است که این میزان به‌تنهایی علت ۳ درصد تغییرات پاسخ‌های شنیداری است. این عوامل با یکدیگر همراه

با اثر تعاملی شان ۹۳ درصد تغییرات را توجیه می‌کنند. اثر مستقل عامل دیرش هجا بر



شکل ۲ درصد پاسخ‌های صحیح شنیداری به صورت تابعی از اختلاف دیرش هجاها و اختلاف سطح توازن طیفی واکه‌ها



شکل ۱ درصد پاسخ‌های صحیح شنیداری به صورت تابعی از اختلاف دیرش هجاها و اختلاف سطح شدت انرژی کل واکه‌ها

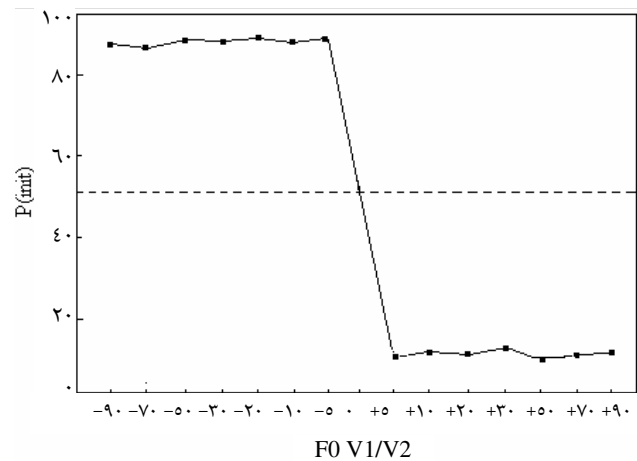
بر درک محل تکیه، معنی‌دار بود [ $F= ۱۰۷/۲۸۱$ ،  $p < ۰/۰۰۰۱$ ]، ولی اثر عامل سطح شدت انرژی کل بر درک محل تکیه، معنی‌دار نبود [ $F= ۱/۶۳۹$ ،  $p= ۰/۲۰۳$ ]، سطح شدت انرژی کل]. همچنین اثر تعاملی دیرش هجا و سطح شدت انرژی کل معنی‌دار نبود [ $p= ۰/۱۳۲$ ،  $F= ۲/۲۳۴$ ]، یعنی اثر تغییرات سطح شدت انرژی کل بر درک محل تکیه برای گام‌های زمانی مختلف در پیوستار دیرش هجا با یکدیگر معنی‌دار نبود. این واقعیت نشان می‌دهد دیرش هجا و سطح شدت انرژی کل با هم تعامل افزایشی دارند؛ یعنی شنونده در بافت فاقد تکیه زیروبمی برای درک محل تکیه تا حد زیادی به دیرش هجا وابسته است، اما سطح شدت انرژی کل بر درک تکیه اثر افزایشی یا تقویتی دارد و باعث افزایش سطح اطمینان پاسخ‌های شنیداری می‌شود.

شکل ۲، درصد پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی به محرک‌های شنیداری را در بافت فاقد تکیه زیروبمی به صورت تابعی از اختلاف دیرش هجاها و اختلاف توازن طیفی واکه‌ها نشان می‌دهد. کل دامنه تغییرات دیرش هجا باعث کاهش درصد پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی از ۸۱ درصد به ۲۱ درصد شده است. این میزان به تنهایی علت ۷۸ درصد تغییرات پاسخ‌های شنیداری است.



کل دامنه تغییرات توازن طیف باعث کاهش درصد پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی از ۵۷ درصد به ۴۶ درصد شده است که این میزان به‌تنهایی عامل ۴ درصد تغییرات پاسخ‌های شنیداری است. اثر مستقل عامل دیرش هجا بر درک محل تکیه، معنی‌دار بود  $[F=96/409, p < 0/0001]$ : دیرش هجا]، ولی اثر عامل توازن طیفی بر درک محل تکیه، معنی‌دار نبود  $[F=1/843, p < 0/151]$ : توازن طیفی]. همچنین اثر تعاملی دیرش هجا و توازن طیفی، معنی‌دار نبود  $[p=0/188]$ :  $[F=1/906]$  که نشان می‌دهد این دو عامل با یکدیگر تعامل افزایشی دارند؛ به این صورت که درک محل تکیه تا حد زیادی به دیرش هجا وابسته است، اما توازن طیفی بر تشخیص تکیه، اثر تقویتی دارد و باعث افزایش سطح اطمینان پاسخ‌های شنیداری می‌شود.

شکل ۳، درصد پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی به محرک‌های شنیداری را به‌صورت تابعی از اختلاف سطح فرکانس پایه واکه اول نسبت به واکه دوم در بافت دارای تکیه زیروبمی نشان می‌دهد. مقادیر منفی فرکانس‌ها روی محور عمودی، گام‌های افزایشی تغییرات فرکانس پایه یا فرکانس پایین‌تر واکه اول نسبت به واکه دوم را نشان می‌دهد و مقادیر مثبت نشانگر گام‌های کاهش تغییرات یا فرکانس بالاتر واکه اول نسبت به واکه دوم است. همان‌گونه که می‌بینیم، تمامی مقادیر گام‌های افزایشی با احتمال بسیار بالایی به‌صورت تکیه پایانی و تمامی مقادیر گام‌های کاهش به‌صورت تکیه آغازی درک شده‌اند. این نشان می‌دهد آنچه در تشخیص محل تکیه تأثیرگذار است، جهت تغییرات فرکانس پایه است، نه میزان تغییرات؛ یعنی شنونده، هجایی را که سطح فرکانس پایه آن از هجای مجاور بالاتر باشد، تکیه بر درک می‌کند، صرف‌نظر از آنکه میزان اختلاف فرکانس آن‌ها کم، در حد ۵ هرتز یا زیاد در حد ۹۰ هرتز باشد. نوسانات کم در پاسخ آزمودنی‌ها به‌طور معمول به اشتباهات افراد در انتخاب گزینه موردنظر نسبت داده می‌شود. محل تغییرات ناگهانی پاسخ‌های شنیداری در این نمودار ۵- و ۵ هرتز است، به این صورت که درصد پاسخ‌های تکیه پایانی پس از ۵- هرتز با شیب بسیار تند، کاهش یافته و در نقطه صفر، یعنی سطح تراز فرکانس واکه اول و دوم به حدود ۵۰ درصد و در نقطه ۵ هرتز به حدود ۱۱ درصد رسیده و تا ۹۰ هرتز در همین حد باقی مانده است.

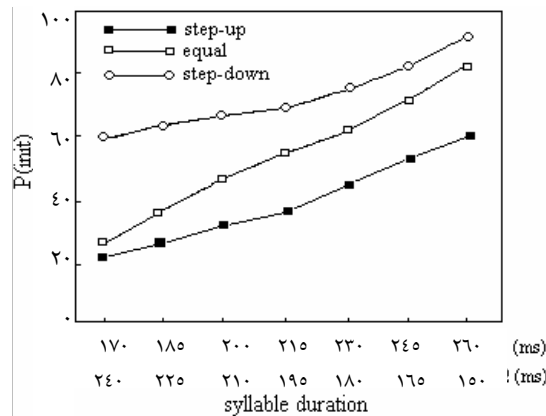


شکل ۳ درصد پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی به صورت تابعی از اختلاف سطح پایه واکه اول نسبت به واکه دوم.

مقادیر منفی، فرکانس بالاتر و مقادیر مثبت، فرکانس پایین‌تر واکه اول را نسبت به واکه دوم نشان

شکل ۴، درصد پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی به محرک‌های شنیداری را در بافت دارای تکیه زیروبمی به صورت تابعی از اختلاف دیرش هجاها برای گام‌های کاهشی، گام‌های افزایشی و سطح تراز فرکانس پایه نشان می‌دهد. نحوه توزیع و پراکندگی منحنی‌های فرکانس پایه نشان می‌دهد جهت تغییرات فرکانس پایه بر درک تکیه، اثر قابل توجهی دارد؛ به این صورت که با تغییر جهت گام‌ها از کاهشی به افزایشی، درصد پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی به طور چشمگیری کمتر می‌شود. چنانکه می‌بینیم درصد پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی برای تغییرات کاهشی فرکانس پایه، زیاد؛ برای تغییرات افزایشی، کم و برای سطح تراز در حد متوسط است. همچنین درصد پاسخ‌ها با افزایش دیرش هجای اول نسبت به هجای دوم برای تمامی جهت‌های فرکانسی، یعنی کاهشی، افزایشی و تراز بیشتر شده است. در سطح خنثی، یعنی وقتی نسبت فرکانس واکه‌ها به یکدیگر تراز است، شنونده بیش از دیگر سطوح فرکانسی به دیرش هجا برای تعیین محل تکیه وابسته است. کل دامنه تغییرات دیرش هجا برای گام‌های کاهشی و افزایشی فرکانس پایه، باعث افزایش درصد پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی به ترتیب از ۵۸ درصد به ۹۲ درصد و از ۲۲ درصد به ۵۹ درصد شده است؛ درحالی که دامنه این تغییرات برای سطح تراز

فرکانس پایه باعث افزایش درصد پاسخ‌های صحیح از ۲۴ درصد به ۸۲ درصد شده است.

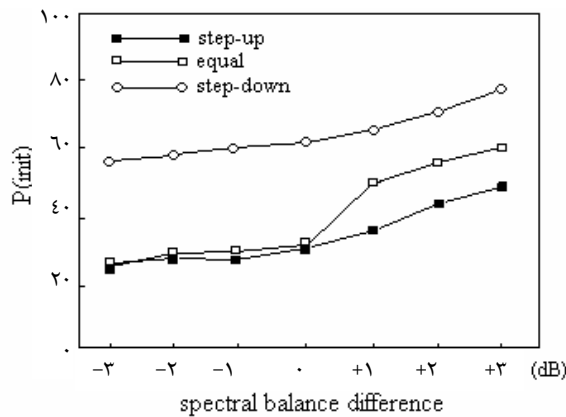


شکل ۴ درصد پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی به صورت تابعی از اختلاف دیرش هجاها برای گام‌های کاهشی، افزایشی و تراز فرکانس پایه

نتایج آماری نشان داد اثر مستقل جهت تغییرات فرکانس پایه بر درک محل تکیه معنی‌دار است [ $F_0: F=339/654, p < 0/0001$ ] و نیز اثر مستقل دیرش هجا بر درک محل تکیه معنی‌دار است [ $F_0: F=69/209, p < 0/0001$ ] و همچنین اثر تعاملی دیرش هجا و جهت تغییرات فرکانس پایه بر درک محل تکیه معنی‌دار است [ $F=9/534, p=0/002$ ]. نتایج آزمون تعقیبی «LSD» نشان داد اثر تغییرات دیرش هجا بر درک محل تکیه برای سطح تراز با سطوح کاهشی و افزایشی فرکانس پایه، تفاوت معنی‌داری دارد، ولی اثر این تغییرات برای سطوح کاهشی و افزایشی با یکدیگر معنی‌دار نیست. این نتایج همچنین نشان داد اثر مستقل اختلاف سطح فرکانس پایه بر درک محل تکیه در سطح هیچ‌یک از جهت‌های تغییر گام‌های فرکانس پایه معنی‌دار نیست [ $F=1/37, p=0/293$ ]; گام‌های کاهشی؛  $F=0/58, p=0/781$ ؛ گام‌های افزایشی. همچنین اثر تعاملی اختلاف سطح فرکانس پایه و دیرش هجا بر درک محل تکیه در سطح هیچ‌یک از جهت‌های کاهشی و افزایشی فرکانس پایه معنی‌دار نبود [ $F=0/84, p=0/572$ ؛ گام‌های کاهشی؛  $F=1/58, p=0/268$ ؛ گام‌های افزایشی]. یعنی اثر تغییرات دیرش هجا بر درک محل تکیه برای نسبت‌های فرکانسی مختلف  $V1/V2$  در هر دو سطح کاهشی و افزایشی فرکانس پایه با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارد.



برای متغیرهای سطح شدت انرژی کل و توازن طیفی نیز نتایج نسبتاً مشابهی به دست آمد. نتایج نشان داد اثر مستقل سطح شدت انرژی کل و توازن طیفی بر درک محل تکیه، معنی‌دار است [  $F=37/319, p<0/0001$ ، سطح شدت انرژی کل؛  $F=51/407, p<0/0001$ ؛ توازن طیفی]. همچنین اثر تعاملی هر دو عامل با جهت تغییرات فرکانس پایه بر درک محل تکیه معنی‌دار است [  $F=6/448, p=0/012$ ، سطح شدت انرژی کل؛  $F=7/728, p=0/007$ ؛ توازن طیفی]. نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان داد اثر تغییرات سطح شدت انرژی کل و توازن طیفی بر درک محل تکیه برای سطح تراز با سطوح کاهشی و افزایشی فرکانس پایه، تفاوت معنی‌داری دارد، ولی اثر این تغییرات برای سطوح کاهشی و افزایشی با یکدیگر معنی‌دار نیست. این نتایج نشان داد اثر تعاملی هر یک از عوامل سطح شدت انرژی کل و توازن طیفی با اختلاف سطح فرکانس پایه بر درک محل تکیه در سطح هیچ‌یک از جهت‌های کاهشی و افزایشی فرکانس پایه معنی‌دار نیست [  $F=0/48, p=0/794$ ، (سطح شدت انرژی کل) گام‌های کاهشی؛  $F=0/625, p=0/46$ ، (سطح شدت انرژی کل) گام‌های افزایشی؛  $F=0/97, p=0/323$ ؛ (توازن طیفی) گام‌های کاهشی؛  $F=1/113, p=0/298$ ؛ (توازن طیفی) گام‌های افزایشی]؛ یعنی اثر تغییرات سطح شدت انرژی کل و توازن طیفی بر درک محل تکیه برای نسبت‌های فرکانسی مختلف واکه اول و دوم در هر دو سطح کاهشی و افزایشی فرکانس پایه با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارد.



شکل ۵ درصد پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی به صورت تابعی از اختلاف سطح توازن طیفی واکه‌ها برای گام‌های کاهشی و افزایشی و تراز فرکانس پایه

شکل ۵، درصد پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی را در بافت دارای تکیه زیروبمی به صورت تابعی از اختلاف توازن طیفی واکه‌ها برای گام‌های کاهشی، افزایشی و سطح تراز فرکانس پایه نشان می‌دهد. چنانکه می‌بینیم، توزیع پاسخ‌ها برای منحنی‌های کاهشی، افزایشی و تراز فرکانس پایه بسیار با یکدیگر متفاوت است که نشانگر اثر قابل توجه جهت تغییرات فرکانس پایه، بر درک محل تکیه است. درصد پاسخ‌ها با افزایش اختلاف سطح توازن طیفی واکه اول نسبت به واکه دوم برای تمامی جهت‌های فرکانسی، یعنی کاهشی، افزایشی و تراز، بیشتر شده است که میزان این افزایش برای سطح تراز بیشتر از سطوح کاهشی و افزایشی است. این مسئله نشان می‌دهد در غیاب فرکانس پایه، شنونده به اختلاف سطح توازن طیفی واکه‌ها برای تعیین محل تکیه، حساس‌تر است. کل دامنه تغییرات دیرش هجا برای گام‌های کاهشی و افزایشی فرکانس پایه، درصد پاسخ‌های صحیح تکیه آغازی را به ترتیب از ۵۶ درصد به ۷۸ درصد و از ۲۴ درصد به ۴۹ درصد افزایش داده است، درحالی که دامنه این تغییرات برای سطح تراز فرکانس پایه باعث افزایش درصد پاسخ‌های صحیح از ۲۳ درصد به ۵۹ درصد شده است.

#### ۴. نتیجه‌گیری

در این مقاله با آزمایش ادراکی، درک شنیداری محل تکیه واژگانی را در زبان فارسی در دو بافت دارای تکیه زیر و بمی و فاقد تکیه زیر و بمی بررسی کرده‌ایم. این آزمایش از طریق بازسازی مقادیر دیرش، سطح شدت انرژی کل، سطح شدت انرژی فرکانس‌های میانی و بالا و فرکانس پایه (فقط در بافت دارای تکیه زیر و بمی) انجام شده است. نتایج یافته‌های آزمایش تولیدی نگارنده (۲۰۱۱) را تأیید کرد. نتایج نشان داد در بافت دارای تکیه زیر و بمی شنونده فارسی برای درک محل تکیه تا حد زیادی به محل وقوع قله یا برجستگی فرکانس پایه، روی منحنی زیر و بمی وابسته است و هرچا برجستگی یا تغییرات فرکانس پایه وجود داشته باشد، صرف‌نظر از اندازه تغییرات، آن را تکیه‌بر درک می‌کند. عوامل دیگر در این بافت، اثر فرکانس پایه را بر درک محل تکیه افزایش می‌دهند یا تقویت می‌کنند. از میان این عوامل، اثر دیرش هجا نسبت به سطوح شدت انرژی بیشتر است. در صورت خنثی شدن اثر تغییرات فرکانس پایه در این بافت (سطح تراز فرکانس پایه)، درک تکیه، تابعی از عوامل دیگر، به‌ویژه دیرش و سطح شدت انرژی فرکانس‌های میانی و بالا است.



در بافت فاقد تکیه زیر و بمی، دیرش هجا همبسته ادراکی اصلی تکیه واژگانی است. نتایج نشان داد این عامل به تنهایی علت ۸۱ درصد تغییرات پاسخ‌های شنیداری است. عوامل دیگر در این بافت بر درک تکیه، اثر افزایشی دارند و تنها سطح اطمینان پاسخ‌ها را افزایش می‌دهند. این نتایج نشان می‌دهند که در صورت حذف تغییرات زیر و بمی، شنونده فارسی به نشانه‌های دیرشی برای تعیین محل تکیه واژگانی وابسته است.

## ۵. پی‌نوشت‌ها

1. loudness
2. spectral balance
3. overall intensity
4. phonological word
5. phonological phrase
6. intonational phrase
7. reiterent
8. manipulation
9. duration tier
10. Klatt Grid
11. spectral tilt tier
12. falling declination line
13. pitch tier
14. step-down
15. step-up
16. Partial Eta-Square estimates

## ۶. منابع

- اسلامی، محرم. (۱۳۸۴). *واج‌شناسی: تحلیل نظام آهنگ زبان فارسی*. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی.
- سامعی، حسین. (۱۳۷۴). «تکیه فعل در زبان فارسی: بررسی مجدد». *فصلنامه فرهنگستان زبان و ادب فارسی*. س ۱، ش ۴، صص ۶-۲۱.
- Beckman, M. E. (1986). *Stress and nonstress Accent*. Foris: Dordrecht.
- Beckman, M. & J. Edwards. (1994). "Articulatory evidence for differentiating stress categories". in: Keating, P. A. (ed). *Papers in laboratory phonology*. Vol 3,

pp. 7-33. Cambridge: Cambridge University Press.

- Berinsein, A. E. (1979). "A cross-linguistic study on the perception and production of stress". *Working papers in phonetics*. California, Los Angeles. No.47, pp. 13-32.
- Campbell, N. & M. Beckman. (1997). "Stress, prominence and spectral tilt". in: Botinis, A, Kouroupetroglou, G, Carayiannis, G., (eds). *Intonation: Theory, Models and Applications*. ESCA: pp. 67-70.
- Ferguson, C. (1957). "Word stress in Persian". *Language* 33, pp. 123-135.
- Fry, D. B. (1955). "Duration and intensity as physical correlates of linguistic stress". *J. Acoust.Soc.Am.* 27, pp. 765-768.
- Fry, D. B. (1958). "Experiments in the perception of stress". *Language and Speech* 1, pp. 126-152.
- Glave, R. D., & A. C. M. Rietveld. (1975). "Is the effort dependence of speech loudness explicable on the basis of acoustical code". *J. Acoust. Soc.Am*, 58, pp. 875-879.
- Huss, V. (1977). *English word stress in post-nuclear position*. *Phonetica* 35, pp. 86-105.
- Kahnemuyipour, Arsalan. (2003). "Syntactic categories and Persian stress". *Natural Language and Linguistic Theory*. Vol.21, No.2: pp. 333-379.
- Katwijk, A. (1974). "Accentuation in Dutch; An experimental linguistic study". Amsterdam: Van Gorcum.
- Lehiste, I. (1970). *Suprasegmentals*. MIT. Cambridge: MA.
- Liberman, M. Y., & L. A. Steeter. (1978). "Use nonsense-syllable mimicry in the study of prosodic phenomena". *J. Acoust. Soc. Am.*, 63, pp. 231-233.
- Morton, J., & W. Jassem. (1965). "Acoustic correlates of stress". *Language and speech* 8, pp. 148-158.
- Ortega-Liberaria, M.; P. Pierto & M. Vanrell. (2007). "Perceptual evidence for direct acoustic correlate of stress in Spanish". *The International Congress on*



*Phonetic Sciences XVI*, Saarbrucken, Germany, pp. 1121-1124.

- Sadeghi, V. (2011). "Acoustic Correlates of lexical stress in Persian". *The International Congress on Phonetic Sciences XVII*, Hong Kong, pp. 1738-1741.
- Sluijter, A., & V. Van Heuven. (1996). "Spectral balance as an acoustic correlate of linguistic stress". *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol.100, No.4: pp. 2471-2485.
- Sluijter, A.; V. Van Heuven & J. Pacilly. (1997). "Spectral balance as a cue in the perception of linguistic stress". *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol.101, No.1: pp.503-513.