

Phonetic Distinction between Simple Past and Present Perfect Verbs: A Perception Experiment

Vahid Sadeghi^{1*} , Masoud Sharifi Ateshgah², & Amina Emadi³

Vol. 13, No. 6, Tome 72
pp. 201-224
January & February
2023

Abstract

Stress is a linguistic property of a word that specifies which syllable in the word is stronger than any of the others. Early studies such as Fry (1955, 1958), Lieberman (1960), Beckman (1986), Harrington, Beckman, and Palethorpe (1998) (see also Laver, 1994 for an overview) have shown that there are clear acoustic differences between stressed and unstressed syllables: stressed syllables are realized with higher pitch, higher intensity, longer duration, and more peripheral vowel quality than unstressed syllables. Studies in many stress-accent languages show that the stressed realization of a syllable differs from the unstressed realization of the same syllable by having higher pitch. Also, results have showed that speakers consistently use duration to distinguish between open and central vowels that contrasted in stress at the word level. In contrast with F0 and duration, the relation of intensity variation in the speech signal to word stress is still controversial.

In this paper, we investigated the role of acoustic factors involved in perceptually differentiating simple past from present perfect verbs in Persian, through manipulation of fundamental frequency (F0) and duration. Thus, tokens were resynthesized from the phonetic forms of Persian simple past and present perfect verbs in which F0 and duration were manipulated in several steps. The target tokens were presented to some native Persian participants to identify as simple past or present perfect. Results suggested that Persian listeners' judgements of the tense of the target tokens depend, to a great extent, on the local F0 values of the verbs' syllables as any amount of increase in the local F0 points of the respective syllables can categorically change the listeners' judgements about the temporal reading of the verbs involved. On the other hand, results for duration showed that values of this parameter fail to produce a significant effect on listeners' judgements.

Keywords: simple past, present perfect, stress, perception experiment, local F0

Received: 5 April 2021
Received in revised form: 9 July 2021
Accepted: 31 July 2021

1. Corresponding author: Associate Professor of Linguistics, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. Email: vsadeghi@hum.ikiu.ac.ir

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5816-1769>.

2. Assistant Professor, Faculty of Science and Technology, University of Tehran, Tehran, Iran.

3. M.A in Linguistics, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

1. Introduction

Stress is a linguistic property of words. It specifies the syllable that is stronger than any of the others. Early studies have shown that there are clear acoustic differences between stressed and unstressed syllables: stressed syllables are realized with a higher pitch, higher intensity, longer duration, and more peripheral vowel quality than unstressed syllables (Sluijter and van Heuven, 1996). Studies in many stress-accent languages show that the stressed realization of a syllable differs from the unstressed realization of the same syllable by having a higher pitch. Also, results have shown that speakers consistently used duration to distinguish between open and central vowels that contrasted in stress at the word level, while stress contrast between open vowels at the sentence level was mainly cued by the accompanying intonational prominence contrast. In contrast with F0 and duration, the relation of intensity variation in the speech signal to word stress is still controversial. On the one hand, previous work has generally emphasized that intensity manipulations prove much weaker cues than duration in stress perception. On the other hand, several different operationalizations of intensity such as intensity summed over time (Beckman, 1986) and spectral tilt; i.e., the degree to which intensity changes as frequency increases (Sluijter and van Heuven, 1996a; Sluijter, van Heuven, and Pacilly, 1997), are consistent correlates of stress. For example, Sluijter and van Heuven (1996) argue that previous research which has shown loudness variation to be virtually inconsequential for stress perception is usually based on analyses that do not distinguish between word stress, on the one hand, and prominence resulting from pitch accent on the other. They notice that the traditional account of stress as a local increase in loudness seems justified if a more accurate measure of intensity is chosen.

Simple past and present perfect verbs in Persian are segmentally similar in colloquial speech and only different in terms of the stress position. The morphological structure of present perfect in Persian includes two verbal morphemes: (1) the perfect marker /-e/ and (2) person and number marker. In colloquial speech, the perfect marker /-e/ is deleted and the following vowel

(e.g., the vowel of the person and number marker) is pronounced longer than usual.

The present study is intended to investigate how simple past and present perfect verbs in Persian colloquial speech are acoustically differentiated and to what extent the acoustic cues to verb morphological identity are used in perception. We hypothesized that both F0 and duration can be used as reliable acoustic cues to perceptually distinguish simple past and present perfect verbs in Persian. The research is innovative in that it is the first experimental study that investigates the phonetic differences between simple past and present perfect verbs in Persian.

2. Methodology

In a perception experiment, we investigated the role of acoustic factors involved in perceptually differentiating simple past from present perfect verbs in Persian, through manipulation of fundamental frequency (F0) and duration. Thus, tokens were resynthesized from the phonetic forms of Persian simple past and present perfect verbs in which F0 and duration were manipulated in several steps. The target tokens were presented to some native Persian participants to decide whether they are simple past or present perfect. Twenty speakers of Standard Persian (10 male and 10 female) participated in the perception experiment.

Fundamental frequency and duration were examined in a perception experiment as the potential parameters (based on the production experiment) to distinguish between simple past and present perfect. Two verbs were chosen from the production experiment to be manipulated in three ways through several steps.

The first type of stimuli was created through 5 ten-Hz steps by increasing peak height of syllable A in simple past verbs (from 210 to 250 Hz and from 130 to 170 Hz for the verb /dozdidænd/ “steal-Past-3rd PL” and /dʒængidænd/

“fight- Past-3rd PL”, respectively) (Fig. 2). The second type of stimuli was made by increasing peak height of syllable B in present perfect verbs through 5 steps (from 134 to 184 Hz and from 133 to 173 Hz for the verbs “dozdidænd/ “steal-Past-3rd PL” and /dʒængidænd/ “fight- Past-3rd PL”, respectively (Fig. 2). Finally, the height of peak was kept constant for the respective verbs and the duration of syllable A in simple past verbs was increased through five 12-ms steps. The same procedure was applied for syllable B in present perfect verbs (Fig. 3).

3. Results

Results showed that the stimuli are perceived as simple past where syllable A is at least 15 Hz higher in pitch than syllable B. According to the results, the stimuli are perceived as present perfect where syllable B is at least 10 Hz higher in pitch than syllable A. Finally, the matching judgements for the stimulus pairs based on duration showed that the steps of duration yielded about 50 % identification responses irrespective of the type of stimuli (simple past or present perfect).

4. Conclusion

In general, the results of the perception experiment carried out in this research suggested that Persian listeners’ judgements of the tense of the target tokens depend, to a great extent, on the local F0 values of the verbs’ syllables as any amount of increase in the local F0 points of the respective syllables can categorically change the listeners’ judgements about the temporal reading of the verbs involved. On the other hand, results for duration showed that values of this parameter fail to produce a significant effect on listeners’ judgements.



دوماهنامه بین‌المللی

د ۱۳، ش ۶ (پیاپی ۷۲)، بهمن و اسفند ۱۴۰۱، صص ۲۰۱ - ۲۲۴

مقاله پژوهشی

<http://dori.net/dor/20.1001.1.23223081.1401.0.0.23.5>

تمایز آوایی بین افعال ماضی ساده و نقلی فارسی:

یک آزمایش درکی

وحید صادقی^{۱*}، مسعود شریفی آتشگاه^۲، آمنه عمادی^۳

۱. دانشیار زبان‌شناسی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، قزوین، ایران.

۲. استادیار دانشکده علوم و فنون دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳. کارشناس ارشد زبان‌شناسی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، قزوین، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۰۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۱۶

چکیده

در این پژوهش، نقش عوامل صوتی در تمایز درکی افعال ماضی ساده و نقلی فارسی را از طریق دستکاری مقادیر فرکانس پایه و دیرش واکه مطابق با یافته‌های یک آزمایش تولیدی بررسی کردیم. این پژوهش براساس روش‌شناسی واج‌شناسی آزمایشی در مطالعه درک گفتار انجام شد. هدف این پژوهش آن بود که نشان دهد کدام یک از پارامترهای صوتی نقش تعیین‌کننده‌تری در تمایز درکی افعال ماضی ساده و نقلی فارسی دارند. بر این اساس، تعدادی محرک صوتی شامل صورت آوایی افعال ماضی ساده و نقلی را در گام‌های مختلف به‌طور جداگانه برحسب پارامترهای صوتی فرکانس پایه و دیرش بازسازی و در یک آزمون شناسایی به شنونده‌های بومی فارسی عرضه کردیم تا درباره خوانش زمانی افعال (ماضی ساده/ ماضی نقلی) تصمیم‌گیری کنند. نتایج نشان داد قضاوت شنیداری فارسی درباره خوانش زمانی افعال تا حد زیادی تابع تغییرات فرکانس پایه محلی هجاهاست، زیرا با افزایش گام‌های پیوستار صوتی فرکانس پایه بر روی هر یک از هجاهای هدف آزمایش، خوانش زمانی افعال به‌طور مقوله‌ای تغییر می‌کند، ولی دیرش تأثیر چندانی بر تمایز درکی بین افعال ماضی ساده و ماضی نقلی ندارد.

واژه‌های کلیدی: ماضی ساده، ماضی نقلی، تکیه، آزمایش درکی، فرکانس پایه محلی.

۱. مقدمه

تحلیل آوایی و واجی ساخت نوایی^۱ زبان‌ها مؤید این واقعیت اساسی است که بخشی از فرایند بازشناسی گفتار پیوسته نیازمند پردازش اطلاعات آکوستیکی گفتار در سطح زیرزنجیره‌ای است. شنونده از این اطلاعات به شکل مؤثری برای تشخیص مرز واحدهای نوایی گفتار مانند مرز صوتی کلمات استفاده می‌کند. همین‌طور این اطلاعات به شنونده کمک می‌کند تا کلمات برجسته در ساخت اطلاعی^۲ جمله را از کلمات غیربرجسته متمایز کند.

این پژوهش به بررسی عوامل صوتی مؤثر در ایجاد تمایز درکی بین افعال ماضی ساده و ماضی نقلی فارسی می‌پردازد. در این پژوهش به دنبال پاسخ گویی به این سؤال هستیم که از بین همبسته‌های درکی تکیه، کدام یک باعث تمایز ادراکی بین صورت آوایی افعال ماضی ساده و ماضی نقلی در زبان فارسی می‌شود. بر این اساس، در یک آزمایش درکی، مقادیر همبسته‌های صوتی مهم تکیه مانند دیرش و فرکانس پایه را در محرک‌های صوتی مربوط به صورت آوایی افعال ماضی ساده و نقلی دست‌کاری^۳ و به شنونده‌های فارسی‌زبان عرضه خواهیم کرد تا درباره خوانش زمانی افعال (ماضی ساده/ ماضی نقلی) تصمیم‌گیری کنند. این پژوهش به شیوه آزمایشگاهی انجام می‌شود. فرضیه پژوهش با توجه به پیشینه مطالعات فارسی آن است که هر دو پارامتر فرکانس پایه و دیرش بر تشخیص ادراکی افعال ماضی ساده و ماضی نقلی فارسی مؤثرند. نوآوری این پژوهش از آن جهت است که تاکنون هیچ‌گونه پژوهشی به روش آزمایشگاهی مسئله تمایز درکی افعال ماضی ساده و ماضی نقلی فارسی را بررسی نکرده‌اند و ازاین‌رو، پژوهش حاضر اولین پژوهشی است که در این زمینه انجام می‌شود.

۲. پیشینه پژوهش: همبسته‌های درکی تکیه

آزمایش‌های درکی فرای^۴ (1958) بر روی جفت واژه‌های اسمی/فعلی زبان انگلیسی (مانند ob'ject «اعتراض کردن» و object «شیء؛ موضوع») نشان داد که عامل اصلی تمایز درکی بین جفت واژه‌ها، اختلاف سطح فرکانس پایه بین هجای تکیه‌بر و بدون تکیه است به این معنا که شنونده برای درک تکیه واژگانی^۵ به محل وقوع قله F0 بر روی منحنی زیروبمی^۶ گفتار حساس

است؛ هجایی را که مقدار فرکانس پایه آن در مقایسه با هجا(های) مجاور بالاتر باشد، تکیه بر درک می‌کند. وی همچنین، نشان داد که درک تکیه تا حد زیادی تابعی از تغییرات فرکانس پایه است. فرای (۱۹۵۸) در آزمایش خود ثابت کرد F0 قوی‌ترین نشانه درکی تکیه واژگانی در زبان انگلیسی است و عوامل دیگر مانند دیرش، شدت انرژی و کیفیت واکه اثر ضعیف‌تری بر درک تکیه دارند.

آزمایش‌های یکمن و ادواردز^۷ (۱۹۹۴) نشان داد آنچه اساساً باعث تقابل درکی محل تکیه در کلمات انگلیسی می‌شود، تکیه زیروبمی است. تأثیر عوامل دیگر مانند دیرش هجا و شدت انرژی بر درک تکیه تا حد زیادی وابسته به واکه و گویشور است. نتایج این پژوهش همچنین نشان داد کیفیت واکه که از طریق الگوی فرکانس سازه‌ها اندازه‌گیری می‌شود، نشانه صوتی - درکی دیگری برای تکیه کلمه در زبان انگلیسی است.

اما مطالعات صوتی - درکی اسلویتز و فن‌هافن^۸ (۱۹۹۶) و اسلویتز و همکاران (۱۹۹۷) بر روی زبان هلندی آن‌ها را به یافته‌های تازه‌ای درباره همسبته‌های درکی تکیه رهنمون ساخت. نتایج آن‌ها به‌طور مشخص نشان داد بلندای صدا^۹ اگر بر حسب مقادیر تغییرات انرژی در فرکانس‌های میانی و بالا^{۱۰} اندازه‌گیری شود، در تشخیص درست محل تکیه مؤثر است. آن‌ها به‌طور مشخص نشان دادند سطح شدت انرژی فرکانس‌های بالای ۵۰۰ هرتز برای هجاهای تکیه‌بر به‌طور معنی‌داری از هجاهای بدون تکیه بیشتر است، ولی همین اختلاف برای تمامی نواحی فرکانسی معنی‌دار نیست.

مطالعات انجام‌شده روی زبان‌های دیگر از جمله اسپانیایی (Ortega-Llebaria & Prieto, 2010)، کاتالان (Ortega-Llebaria, & Prieto, 2010) نشان داده است اختلاف شدت انرژی در فرکانس‌های میانی و بالا، آنگونه که اسلویتز و فن‌هافن (۱۹۹۶) و اسلویتز و همکاران (۱۹۹۷) مطرح کرده‌اند، بیش از هر چیز ناشی از تغییر کیفیت واکه یا ساختار فرکانسی سازه‌ها در اثر جابه‌جایی تکیه واژگانی در سطح کلمه است و تنها زمانی که با تغییرات کیفی واکه‌ها همراه باشد می‌تواند همبسته آکوستیکی مناسبی برای تشخیص و درک تکیه در این زبان‌ها به حساب می‌آید.

مطالعات آزمایشگاهی انجام‌شده بر روی تکیه در زبان فارسی یافته‌های متناقضی به‌دست داده

است. برخی پژوهشگران، زبان فارسی را در زمره زبان‌های غیرتکیه‌ای - آهنگی طبقه‌بندی کرده‌اند، زیرا معتقدند برجستگی نوایی در این زبان ناشی از تکیه واژگانی نیست؛ بلکه حاصل اعمال الگوی تغییرات زیروبمی به‌عنوان یک فرایند پساواژگانی است. (Abolhasanizadeh et al., 2012.; Rahmani et al., 2015). در مقابل، برخی دیگر نشان داده‌اند که زبان فارسی یک زبان تکیه‌ای - آهنگی است که هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه در بافت‌های آهنگی با استفاده از مجموعه‌ای از نشانه‌های آکوستیکی مانند فرکانس پایه (F0)، شدت انرژی و دیرش و در بافت‌های غیرآهنگی با استفاده از دیرش از یکدیگر متمایز می‌شوند (صادقی، ۱۳۹۷).

۳. چارچوب نظری پژوهش

این پژوهش در چارچوب نظریه خودواحد عروضی آهنگ^{۱۱} انجام می‌شود. تکیه و آهنگ در این نظریه دو رویداد مهم ساخت نوایی زبان هستند که نقش اساسی در درک گفتار دارند. در بررسی نوای گفتار براساس نظریه خودواحد عروضی، نخستین مقوله‌ای که مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرد تکیه است. تکیه ویژگی‌ای زبان‌شناختی است که به برجستگی نسبی یک هجا نسبت به هجاهای مجاورش در سطح کلمه اشاره می‌کند. تکیه در سطح کلمه یا همان تکیه واژگانی جایگاه بسیار مهمی در فرایند درک گفتار دارد. هجای تکیه‌بر، هسته نوایی کلمه در ساخت سلسله‌مراتبی نوای گفتار است، طوری که تغییرات زیروبمی در منحنی آهنگ گفتار بر روی هجای تکیه‌بر کلمه ایجاد می‌شود. تکیه واژگانی از این منظر، واحد ساختاری انتزاعی در نظر گرفته می‌شود که محل دریافت تکیه زیروبمی در منحنی آهنگ گفتار را تعیین می‌کند (Hyman, 2014). در ساخت آهنگ گفتار، هجای تکیه‌بر کلمات دستخوش تغییرات زیروبمی می‌شود، اما همه هجاهای تکیه‌بر، دچار تغییرات زیروبمی نمی‌شوند؛ پس تغییرات زیروبمی در سطح آهنگ بر روی هجای تکیه‌بر یک کلمه، باعث برجستگی یا وضوح شنیداری بیشتر آن کلمه نسبت به کلمات دیگر می‌شود. این نوع برجستگی که از طریق تغییرات زیروبمی در سطح آهنگ گفتار حاصل می‌شود، تکیه زیروبمی نام دارد. بنابراین تکیه زیروبمی، رویدادی آهنگی است که با استفاده از تغییرات فرکانس پایه باعث برجستگی بیشتر یک کلمه نسبت به کلمات دیگر می‌شود. بر این اساس، طبق نظریه خودواحد عروضی، تکیه واژگانی انتزاعی و مربوط به نظام

زبانی ولی تکیه زیروبمی عینی و مربوط به کنش زبانی است (Sluijter & van Heuven, 1996)؛ اسلامی، ۱۳۸۸؛ صادقی، ۱۳۹۲).

بررسی‌های رده‌شناختی الگوی برجستگی نوایی^{۱۲} کلمات، زبان‌ها را به دو دسته تقسیم می‌کند: (۱) زبان‌هایی که هجای تکیه‌بر در آن‌ها نتیجه تحقق آوایی هم‌زمان نشانه‌های آکوستیکی چندگانه مثل فرکانس پایه، دیرش، شدت انرژی و تغییرات طیفی است و فرکانس پایه تنها پارامتر آکوستیکی شناسایی هجای تکیه‌بر نیست. این زبان‌ها به‌طور هم‌زمان دارای برجستگی واژگانی یا پساواژگانی (آهنگ) هستند و به آن‌ها زبان‌های تکیه‌ای^{۱۳} یا تکیه‌ای - آهنگی^{۱۴} گفته می‌شود (Beckman, 1986, 2009, 2014; Hyman, 2006). این الگوی برجستگی تکیه‌ای - آهنگی برای زبان‌های انگلیسی (Beckman, 1986)، هلندی (van Heuven & de Jonge, 2010)، اسپانیایی (Ortega-Llebari & Prieto, 2010)، کاتالان^{۱۵} (Ortega-Llebaria et al., 2010) و فارسی (Sadighi, 2017) گزارش شده است؛ (۲) زبان‌هایی که در آن‌ها برجستگی نوایی ناشی از تغییرات زیروبمی در سطح آهنگ گفتار است. این زبان‌ها، زبان‌های غیرتکیه‌ای نامیده می‌شوند. در این نوع زبان‌ها تکیه واژگانی محتوای آوایی ندارد و از این‌رو، تمایز بین هجای تکیه‌بر و بدون تکیه در سطح آوایی فقط در صورت حضور تکیه زیروبمی نمایان می‌شود (Hyman, 2014).

۴. تکیه در افعال ماضی ساده و نقلی فارسی

بررسی ساخت و الگوی تکیه نشان می‌دهد که زبان فارسی یک زبان تکیه‌پایانی است که تکیه واژگانی اغلب بر روی هجای پایانی کلمه قرار می‌گیرد (Ferguson, 1957؛ سامعی، ۱۳۷۴؛ اسلامی، ۱۳۸۸). الگوی تکیه‌پایانی در انواع مختلف کلمات مانند اسم، صفت، قید، فعل و حرف اضافه در اغلب موارد برقرار است. با این حال، رفتار تکیه‌ای متفاوت تک‌واژه‌های صرفی گاه موجب تغییر الگوی توزیعی تکیه و قرار گرفتن تکیه در جایگاهی غیر از هجای پایانی کلمات می‌شود. وندهای اشتقاقی و تصریفی بعد از اضافه شدن به ستاک، تکیه کلمه را جذب می‌کنند. به همین دلیل، پیشوندهای تصریفی فعل با جذب تکیه موجب ساخت کلماتی با تکیه آغازی

می‌شوند. واژه‌بست‌ها برخلاف وندهای اشتقاقی و تصریفی، هیچ‌گاه تکیه‌بر نیستند. از این‌رو، وقتی واژه‌بست‌ها به کلمه‌ای اضافه می‌شوند، جایگاه تکیه کلمه تغییر نمی‌کند. اسلامی (۱۳۸۸، ص. ۷) جایگاه تکیه در کلمات فارسی را تبیین کرده است. وی توضیح می‌دهد که واژه‌بست‌ها به‌لحاظ مفهومی بخشی از ستاک خود محسوب نمی‌شوند، بلکه به مفهومی جداگانه اشاره دارند. به همین دلیل، واژه‌بست‌ها عناصری هستند که به کلمه اضافه می‌شوند، درحالی که بخشی از آن نیستند.

اسلامی (۱۳۹۸) در جای دیگری بیان می‌کند که در ساختمان فعل ماضی نقلی فارسی دو نوع تک‌واژ وجود دارد. وند اول یعنی تک‌واژ /e/ نماینده نمود کامل است و یک وند تصریفی به‌شمار می‌آید، زیرا با اضافه شدن /e/ به فعل واژگانی مقوله آن تغییر نمی‌کند و حاصل نیز فعل است، اما یک اطلاع دستوری به پایه فعل اضافه می‌کند. وند دوم نشانگر شناسه فعل است. از طرفی به‌دلیل محدودیت توالی دو واکه در زبان فارسی، یک همزه بعد از تک‌واژ نمود کامل قرار می‌گیرد که تنها یک فرایند واجی است، نه صرفی و نحوی. در محاوره و گفتار سریع، معمولاً تک‌واژ نمود کامل در ماضی نقلی حذف و واکه شناسه کشیده‌تر از حالت معمولی تلفظ می‌شود. در این حالت، همزه یعنی همخوان میانجی بست چاکتایی، به‌دلیل رفع محدودیت توالی دو واکه فرصت ظهور نمی‌یابد.

نمونه‌ای از صورت واجی ماضی ساده (۱)، صورت واجی ماضی نقلی (۲)، قاعده (واژ-واجی) حذف تک‌واژ نمود کامل (۳) و روساخت آوایی ماضی نقلی (۴) در ذیل ارائه شده است:

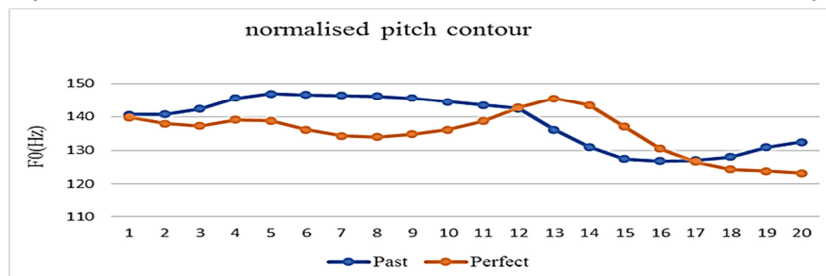
- (1) بُردند = بن ماضی + شناسه فعل ماضی 'bordand = bord + and
- (2) بُرده‌اند = بن فعل ماضی نقلی + تک‌واژ نمود کامل + شناسه فعلی bor'deand = bord + e + and
- (3) [شناسه فعلی] — [بن فعل ماضی] / —> /e/ [بن فعل ماضی] —> /e/
- (4) bor'dand

پس از حذف تک‌واژ نمود کامل فعل، یعنی /e/ مطابق با قاعده (۳)، صورت آوایی افعال ماضی نقلی فارسی در گفتار محاوره‌ای به لحاظ ساخت زنجیری کاملاً شبیه به افعال ماضی ساده

می‌شود. با وجود این، ساخت نوایی افعال ماضی ساده و ماضی نقلی فارسی همچنان با یکدیگر متفاوت است. در ماضی ساده، تکیه، روی هجای پایانی بن فعل ماضی قرار می‌گیرد (۱)، اما در ماضی نقلی، تکیه روی تک‌واژ نمود کامل فعل، یعنی /e/ قرار می‌گیرد (۲). در روساخت آوایی با وجودی که /e/ از زنجیره آوایی گفتار حذف می‌شود، اما تکیه آن در ساخت نوایی فعل باقی می‌ماند و به هجای بعد از آن یعنی شناسه فعلی منتقل می‌شود. بنابراین محل وقوع تکیه در روساخت آوایی ماضی ساده و ماضی نقلی با یکدیگر متفاوت است.

۵. روش تحقیق

برای پاسخ به سؤال پژوهش از روش آزمایشگاهی استفاده می‌شود. برای این منظور، در یک آزمایش درکی، همبسته‌های صوتی نوای گفتار در گام‌های متعدد دست‌کاری و به شرکت‌کنندگان عرضه می‌شوند تا محرک‌های صوتی هدف شامل صورت آوایی دست‌کاری‌شده افعال ماضی ساده و نقلی را از یکدیگر تشخیص دهند. اما پیش از انجام آزمایش درکی، لازم است در یک آزمایش صوتی، پارامترهای صوتی متناظر با الگوی برجستگی نوایی افعال شناسایی شوند. برای این منظور، در یک آزمایش تولیدی پیکره‌ای شامل ۲۴ جمله (۲ مقوله زمانی $\times$ ۱۲ جفت جمله) طراحی شد که در آن‌ها افعال ماضی ساده و ماضی نقلی به‌عنوان کلمات هدف در جایگاه تکیه زیروبمی هسته^{۱۶} قرار داشتند. از تعدادی شرکت‌کننده فارسی معیار خواسته شد که جملات را به‌صورت طبیعی و با سرعت معمولی بخوانند. مقادیر پارامترهای متوسط فرکانس پایه (F0)، دیرش، بیشینه F0، شدت انرژی کل و دامنه زیروبمی (میزان اختلاف مقادیر بیشینه و کمینه F0) در سطح هجاهای جفت‌کلمات هدف آزمایش اندازه‌گیری و با یکدیگر مقایسه شد. نتایج نشان داد که هیچ کدام از پارامترها نمی‌تواند به‌طور منظم و پایدار الگوی نوایی افعال ماضی ساده و نقلی را از یکدیگر متمایز کند. برای بررسی دقیق علت این موضوع، منحنی میانگین تغییرات فرکانس پایه را از طریق هنجارسازی مقادیر فرکانس پایه طی بیست نقطه زمانی (ده نقطه برای هر هجا) در طول هجاهای هدف افعال به‌دست آوردیم (شکل ۱). بررسی‌ها نشان داد علت آن‌که پارامترهای وابسته به F0، یعنی متوسط F0، بیشینه F0 و

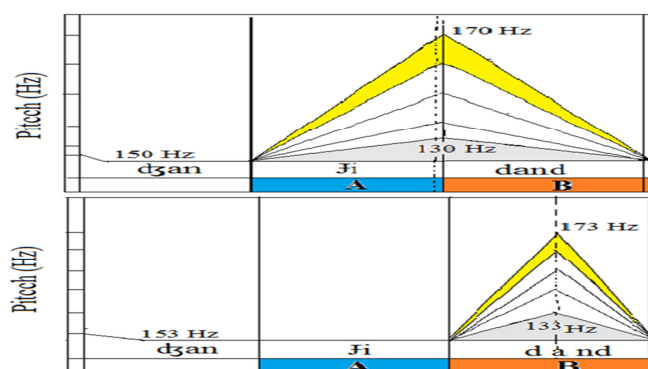


شکل ۱: منحنی‌های هنجارشده دو هجای پایانی افعال ماضی ساده (آبی) و ماضی نقلی (قرمز). منحنی‌ها با محاسبه میانگین مقادیر فرکانس پایه هجاها در سطح تمامی افعال و تمامی شرکت‌کننده به دست آمده‌اند
Figure 1: Normalized F0 of the two final syllables of Simple Past (blue) and Present Perfect (red). The normalized F0 has been obtained by measuring the mean F0 of syllables across all verbs and participants.

دامنه زیروبمی قادر به تمایز صورت آوایی ماضی ساده و ماضی نقلی نیستند، این است که سطح فرکانس پایه در طول هجاهای هدف افعال، به‌ویژه در نواحی آغازی و پایانی این هجاها، تغییرات پیش‌بینی‌نشده‌ای دارد که باعث می‌شود اندازه‌گیری‌های مربوط به پارامترهای متوسط F0، بیشینه F0 و دامنه زیروبمی نتوانند به‌طور پایدار و کارآمد صورت صوتی افعال ساده و نقلی را از یکدیگر متمایز کند. اما دقت در منحنی‌های هنجارشده نشان داد طی ده نقطه زمانی هجای ماقبل پایانی افعال ماضی ساده، یک قله در یک نقطه زمانی خاص واقع شده است که دقیقاً در همان نقطه زمانی طی همین محدوده ده‌نقطه‌ای در منحنی هنجارشده افعال ماضی نقلی یک دره ایجاد شده است (همین‌طور برعکس). این واقعیت نشان داد آنچه اساساً باعث تمایز صوتی صورت آوایی افعال ماضی ساده و نقلی از نظر الگوی تغییرات زیروبمی می‌شود، مقادیر فرکانس پایه محلی در نقاط زمانی مشخص در سطح منحنی تغییرات زیروبمی این افعال است. برای کمی‌سازی این تفاوت بین منحنی زیروبمی افعال ماضی ساده و نقلی، مقادیر فرکانس پایه را در محل وقوع هر قله در یک فعل و دره متناظرش در فعل دیگر اندازه‌گیری کردیم و این پارامتر جدید را فرکانس پایه محلی نامیدیم. مقایسه‌های آماری بر روی دو محور جانشینی و هم‌نشینی نشان داد فرکانس پایه محلی هم‌بسته صوتی معتبری برای تمایز آوایی افعال ماضی ساده و نقلی است.

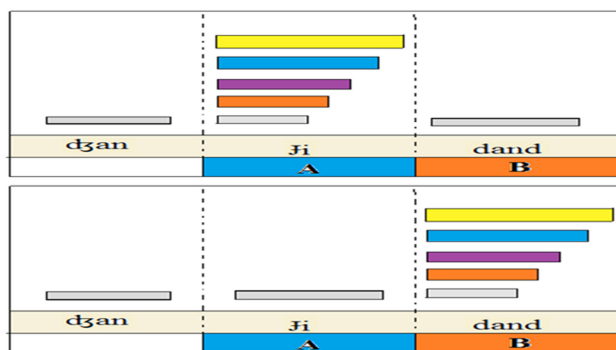
بر همین اساس، برای بررسی شیوه پردازش درکی افعال ماضی ساده و ماضی نقلی در زبان فارسی، مقادیر فرکانس پایه محلی هجاها را به عنوان همبسته اصلی تغییرات زیروبمی افعال در نظر گرفتیم. همچنین، دیرش را نیز به عنوان یکی دیگر از همبسته های نوایی الگوی برجستگی نوایی در آزمایش درکی وارد کردیم. این دو همبسته صوتی در آزمایش درکی، در گام های متعدد دستکاری و به شرکت کنندگان عرضه شدند تا محرک های صوتی هدف (صورت های آوایی دستکاری شده افعال ماضی ساده و نقلی) را از یکدیگر تشخیص دهند.

در مرحله بازسازی صوتی، دو فعل «جنگیدند» و «دزدیدند» به عنوان محرک های هدف از هر دو بافت نوایی ماضی ساده و ماضی نقلی در جفت جملات «از سال شصت تا الان باهم جنگیده اند (ماضی نقلی)؛ دیروز سربازا توی جنگ فرضی باهم جنگیدند (ماضی ساده)» و «رضا پولی توی بساط نداره، یه هفته ایه که کیفش دزدیده اند (ماضی نقلی)؛ رضا از بانک



شکل ۲: سطوح بازسازی شده قله زیروبمی در فعل «جنگیدن». بازسازی این پارامتر صوتی، طی ۵ گام افزایشی، از ۱۳۰ تا ۱۷۰ هرتز برای ماضی ساده (شکل بالا) و از ۱۳۳ تا ۱۷۳ هرتز برای ماضی نقلی (شکل پایین) انجام شد. خط چین نشان دهنده پایان واژه هجای تکیه بر است.

Figure 2: The manipulation levels of pitch accent of the verb “fight”. This acoustic parameter was reconstructed in five incremental stages, from 130 to 170 Hz for Simple Past (top) and from 133 to 173 Hz for Present Perfect (bottom). The dash line represents the end of the vowel in the stressed syllable.



شکل ۳: گام‌های بازسازی شده دیرش در فعل «جنگیدن». بازسازی این پارامتر صوتی، طی ۵ گام ۱۲ میلی ثانیه‌ای افزایشی، بر روی هجای A در خوانش ماضی ساده (شکل بالا) و هجای B در خوانش ماضی نقلی (شکل پایین) انجام شد.

Figure 3: The manipulation steps of duration in the verb “fight”. Manipulation of this acoustic parameter was conducted in five 12-ms incremental steps on syllable A in Simple Past (top) and syllable B in Present Perfect (bottom).

که بیرون می‌آورد کیفیت رو دزدیدند (ماضی ساده)» از گفتار دو نفر از شرکت‌کنندگان آزمایش تولیدی انتخاب و در هر دو بافت زمانی به عنوان محرک‌های هدف آزمایش شنیداری به سه حالت مختلف طی چندگام بازسازی شدند. دامنه تغییرات پارامترهای صوتی با محاسبه متوسط دامنه تغییرات فرکانس پایه و متوسط دامنه تغییرات دیرش هجا به طور جداگانه برای هر مقوله زمانی در آزمایش تولیدی به دست آمد. به این ترتیب، بازسازی مقادیر دیرش و دامنه فرکانسی هجاهای هدف به صورت زیر انجام شد.

در حالت نخست، برای افعال ماضی ساده، سطح ارتفاع قله زیروبمی هجای اول افعال (یعنی ناحیه A براساس تقطیع و مرزگذاری آزمایش تولیدی)، طی پنج گام ۱۰ هرتزی از ۲۱۰ هرتز به ۲۵۰ هرتز برای فعل «دزدیدند» و از ۱۳۰ هرتز به ۱۷۰ هرتز برای فعل «جنگیدند» افزایش داده شد. محرک‌های ساخته شده در این حالت را محرک‌های نوع اول می‌نامیم.

در حالت دوم، برای افعال ماضی نقلی، سطح ارتفاع قله زیروبمی هجای دوم افعال (یعنی ناحیه B براساس تقطیع و مرزگذاری آزمایش تولیدی) طی ۵ گام ۱۰ هرتزی از ۲۳۴ هرتز به ۲۸۴ هرتز برای فعل «دزدیده‌اند»، و از ۱۳۳ هرتز به ۱۷۳ هرتز برای فعل «جنگیده‌اند» افزایش

داده شد. محرک‌های ساخته‌شده در این حالت را محرک‌های نوع دوم می‌نامیم. در حالت سوم، سطح ارتفاع قلّه زیروبمی برای صورت ماضی ساده و ماضی نقلی فعل «دزدیدن» به ترتیب در سطوح ۲۳۰ و ۲۶۴ هرتز و برای فعل «جنگیدن» به ترتیب در سطوح ۱۵۰ و ۱۵۳ هرتز ثابت نگه داشته شد؛ این سطوح به‌عنوان سطوح پایه یا خنثی فرکانس پایه افعال مربوطه برای بازسازی مقادیر دیرش در نظر گرفته شد. سپس، یک بار هجای اول ماضی ساده و بار دیگر هجای دوم ماضی نقلی محرک‌ها طی ۵ گام ۱۲ میلی ثانیه‌ای به‌عنوان داده‌های زمانی (دیرشی) افزایش داده شدند. محرک‌های ساخته‌شده در این حالت را محرک‌های نوع سوم می‌نامیم.

شکل ۲ گام‌های بازسازی‌شده مقادیر فرکانس پایه و شکل ۳ گام‌های بازسازی‌شده مقادیر دیرش هجاها را برای فعل «جنگیدن» نشان می‌دهد. فرض بر آن است که افزایش گام‌های هر یک از دو پارامتر صوتی فرکانس پایه و دیرش بر روی هجای A در آزمون درکی به درک خوانش ماضی ساده و افزایش همین گام بر روی هجای B به درک خوانش نقلی منجر می‌شود. برای بازسازی محرک‌ها از نرم‌افزار پرت (ویرایش ۶/۰/۲۹) استفاده شد. منحنی زیروبمی تمامی کلمات به غیر از محرک‌های هدف (افعال) در جفت‌جملات آزمایش درکی بدون تغییر باقی ماند تا پاسخ‌های شنونده‌ها به‌صورت دو خوانش ماضی ساده و نقلی را بتوان صرفاً به بازسازی پارامترهای صوتی در افعال نسبت داد.

در مرحله بعد در یک آزمون شناسایی، جملات بازسازی‌شده در نرم‌افزار سایکو پای (نسخه ۴.۳) مدل ۲۰۱۹ برای ۲۰ فارسی‌زبان بومی (۱۰ مرد و ۱۰ زن) با دامنه سنی بین ۱۹ تا ۳۰ سال به‌صورت تصادفی پخش و از آن‌ها خواسته شد اگر فعل درون هر جمله را به صورت «ماضی نقلی» درک می‌کنند، گزینه ۱ و اگر آن را به‌صورت «ماضی ساده» درک می‌کنند گزینه ۲ را انتخاب کنند. برای بالا بردن دقت کار و جلوگیری از خطا، هر شرکت‌کننده می‌توانست در صورت نیاز محرک را دو یا سه بار بشنود.

۶. نتایج

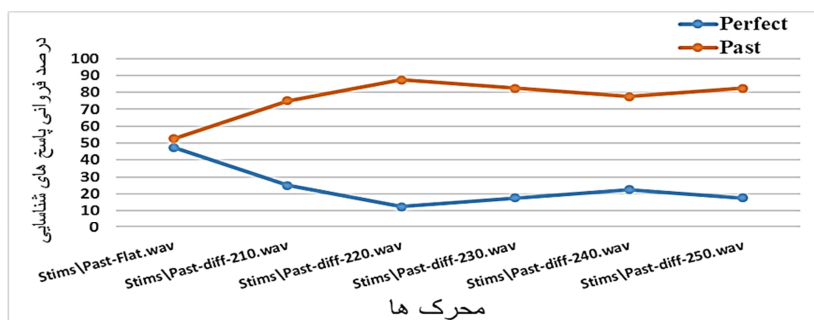
میانگین پاسخ هر شرکت‌کننده به ۴۴ محرک بازسازی‌شده محاسبه و درصد فراوانی نسبی

آن‌ها اندازه‌گیری شد. سپس میانگین پاسخ‌های صحیح شناسایی در شکل‌هایی که در آن محور X گام‌های پیوستار آکوستیکی محرک صوتی و محور Y درصد فراوانی نسبی پاسخ‌های صحیح به کل پاسخ‌ها را نشان می‌داد، نمایش داده شد. در هر شکل، منحنی آبی، درصد پاسخ‌های صحیح خوانش ماضی نقلی و منحنی قرمز، درصد پاسخ‌های صحیح خوانش ماضی را نشان می‌داد.

شکل ۴ میانگین پاسخ‌های صحیح به گام‌های پیوستار آکوستیکی فرکانس پایه محلی را مطابق با نتایج به‌دست‌آمده از آزمون شناسایی برای محرک‌های نوع اول (محرک‌های ساخته‌شده از فعل ماضی ساده) نشان می‌دهد. چنان‌که مشاهده می‌شود، پاسخ‌ها به گام اول که در آن میزان فرکانس پایه هجاهای A و B یکسان است، سطح اطمینان بسیار کمی دارد. در گام دوم، سطح اطمینان پاسخ‌های ماضی ساده با افزایش ۱۰ هرتزی فرکانس پایه هجای A نسبت به هجای B تا حدی بیشتر شده است. سطح اطمینان پاسخ‌ها در گام‌های بالاتر افزایش یافته، طوری که توزیع پاسخ‌های ماضی ساده در گام‌های سوم تا ششم به سطح اطمینان ۸۰ تا ۹۰ درصد نزدیک شده است.

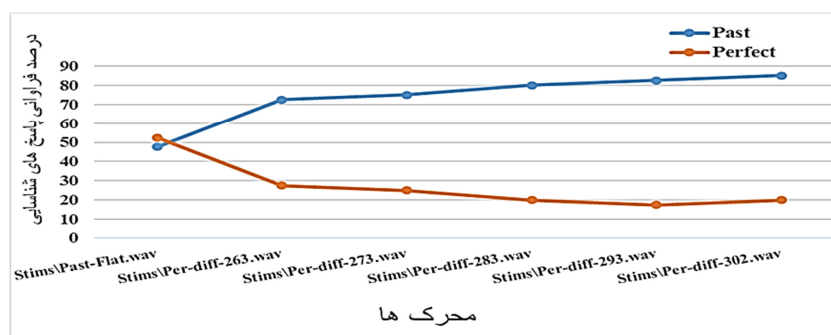
شکل ۵ میانگین پاسخ‌های صحیح به گام‌های پیوستار آکوستیکی فرکانس پایه محلی را مطابق با نتایج به‌دست‌آمده از آزمون شناسایی برای محرک‌های نوع دوم (محرک‌های ساخته‌شده از فعل ماضی نقلی) نشان می‌دهد. الگوی کلی توزیع پاسخ‌ها تقریباً قرینه منحنی‌های شکل ۴ است. چنان‌که مشاهده می‌شود، سطح اطمینان پاسخ‌های ماضی نقلی در گام‌های اول و دوم کم است. اما، به تدریج با افزایش مقدار فرکانس پایه محلی هجای B نسبت به هجای A، توزیع پاسخ‌ها به سطح اطمینان ۹۰ درصد نزدیک شده‌اند.

به‌طور کلی، مطابق دو شکل ۴ و ۵، در رابطه با حساسیت شنیداری شنونده‌ها به تغییرات فرکانس پایه محلی می‌توان گفت که منحنی توزیع پاسخ شرکت‌کننده‌ها در گام اول در هر



شکل ۴: درصد پاسخ‌های صحیح شناسایی به گام‌های فرکانس پایه برای محرک‌های نوع اول (محرک‌های ساخته‌شده از فعل ماضی ساده)

Figure 4: The percentage of correct identification responses to the first type of tokens of fundamental frequency (tokens made of Simple Past).



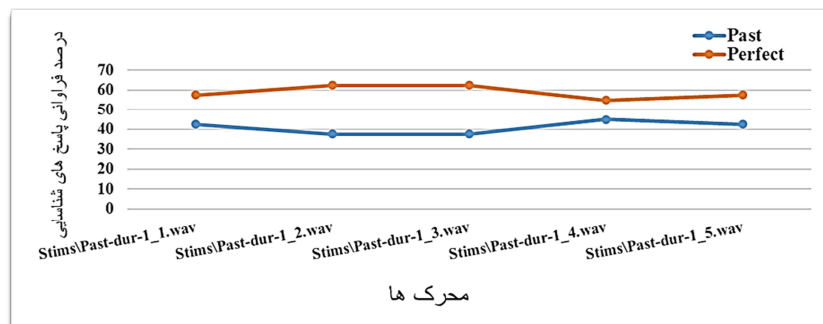
شکل ۵: درصد پاسخ‌های صحیح شناسایی به گام‌های فرکانس پایه برای محرک‌های نوع دوم (محرک‌های ساخته‌شده از فعل ماضی نقلی)

Figure 5: The percentage of correct identification responses to the second type of tokens of fundamental frequency (tokens made of Present Perfect).

دو پیوستار محرک‌های نوع اول و دوم از سطح اطمینان صد درصد و صفر درصد فاصله نسبتاً زیادی دارد و به سطوح ۴۰ تا ۶۰ درصد بسیار نزدیک است. این واقعیت نشان می‌دهد که شنونده‌ها در تشخیص گام اول پیوستار فرکانس پایه محلی با مشکل مواجه بوده‌اند. بر این

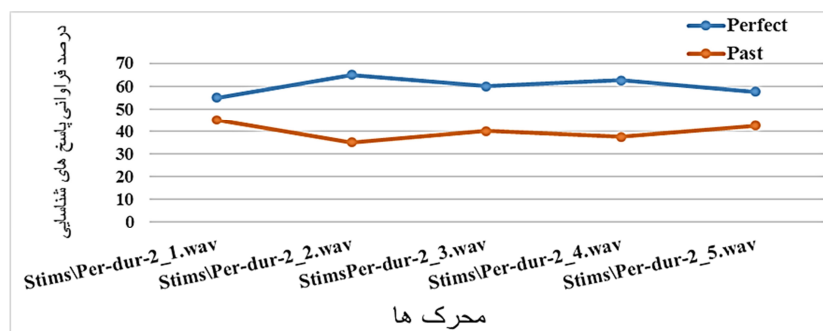
اساس، گام اول، ناحیه مبهم پیوستار صوتی فرکانس پایه در این دو بافت زمانی است که در آن توزیع پاسخ‌های شناسایی، برتری قاطعی را به نفع هیچ‌یک از دو مقوله زمانی ماضی ساده یا ماضی نقلی نشان نمی‌دهد. در گام دوم، با افزایش اختلاف فرکانس پایه محلی‌های A و B (در هر دو جهت) به میزان تنها ۱۰ درصد، سطح اطمینان پاسخ‌ها در هر دو پیوستار محرک‌های نوع اول و دوم به‌طور متوسط بین ۲۰ تا ۲۵ درصد بیشتر شده است. این واقعیت اساساً مؤید آن است که فرکانس پایه محلی نقشی اساسی در درک شنیداری تقابل فعلی ماضی ساده و ماضی نقلی دارد. در گام‌های سوم تا ششم با افزایش ۲۰ تا ۵۰ هرتزی اختلاف فرکانس پایه محلی‌ها سطح اطمینان پاسخ‌ها به‌طور متوسط ۸ تا ۱۰ درصد دیگر افزایش یافته است. این افزایش در پیوستار محرک‌های صوتی نوع دوم به‌شکل نسبتاً تدریجی و در پیوستار محرک‌های صوتی نوع اول به‌صورت نامنظم اتفاق افتاده است. از سوی دیگر با توجه به آن‌که توزیع پاسخ‌های صحیح به محرک‌های صوتی فرکانس پایه در هر دو نوع پیوستار از گام اول به گام دوم به‌یک‌باره به میزان قابل‌توجهی افزایش یافته و بعد از آن تا گام پایانی تغییرات اندکی داشته است، می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که قضاوت‌های شنیداری فارسی‌زبانان به تغییرات آوایی در پارامتر صوتی فرکانس پایه مقوله‌ای و غیرمدرج است؛ یعنی شنونده‌ها خوانش معنایی (ماضی ساده یا ماضی نقلی) این پارامتر را به‌صورت مقوله‌ای تعیین می‌کنند.

شکل‌های ۶ و ۷ میانگین پاسخ‌های صحیح شناسایی به گام‌های پیوستار صوتی دیرش را مطابق با نتایج به‌دست‌آمده از آزمون شناسایی برای محرک‌های ساخته‌شده نوع اول (شکل ۶) و نوع دوم (شکل ۷) نشان می‌دهد. شکل‌ها نشان می‌دهند که میانگین پاسخ‌های صحیح به گام‌های پیوستار صوتی دیرش در هیچ یک از نواحی ابتدایی، میانی یا پایانی پیوستارها سطح اطمینان بالایی ندارد. توزیع پاسخ‌ها روی اغلب گام‌ها در سطح اطمینانی نزدیک به ۴۰ تا ۶۰ درصد قرار دارد که نشان‌دهنده آن است که شنونده‌ها درک روشن و قاطعی از محرک‌های صوتی دیرش ندارند. به بیان دیگر، شنونده‌ها به اختلاف دیرش‌های A و B برای تمایز بین صورت آوایی افعال ماضی ساده و نقلی حساسیت نشان نمی‌دهند و میزان اختلاف دیرش‌ها تأثیری بر نحوه درک شنیداری این تقابل آوایی



شکل ۶: درصد پاسخ‌های صحیح شناسایی به گام‌های دیرش برای محرک‌های نوع اول (محرک‌های ساخته‌شده از فعل ماضی ساده)

Figure 6: The percentage of correct identification responses to the first type of tokens of duration (tokens made of Simple Past).



شکل ۷: درصد پاسخ‌های صحیح شناسایی به گام‌های دیرش برای محرک‌های نوع دوم (محرک‌های ساخته‌شده از فعل ماضی نقلی)

Figure 7: The percentage of correct identification responses to the second type of tokens of duration (tokens made of Simple Past).

ندارد. این یافته درکی با یافته صوتی مربوط به پارامتر دیرش مطابقت دارد که نشان داد تقابل آوایی افعال ماضی ساده و نقلی از نظر دیرش هجا تظاهر آوایی منظم و پایدار ندارد. به‌طور خلاصه نتایج آزمون شناسایی نشان داد که تغییرات فرکانسی جفت‌فعل‌های هدف بر

قضاوت‌های شنیداری فارسی زبانان اثرگذار است و شنونده‌های فارسی‌زبان حساسیت زیادی به تغییرات فرکانس پایه در ایجاد تمایز بین صورت آوایی افعال ماضی ساده و ماضی نقلی نشان می‌دهند، زیرا با افزایش گام‌های پیوستار صوتی فرکانس پایه بر روی هر یک از هجاهای هدف آزمایش، خوانش زمانی افعال به‌طور مقوله‌ای تغییر می‌کند؛ به این صورت که افزایش فرکانس پایه هجای A نسبت به هجای B در آزمون درکی به درک خوانش ماضی ساده و افزایش همین پارامتر بر روی هجای B نسبت به هجای A به درک خوانش نقلی منجر می‌شود. اما نتایج آزمون شناسایی مربوط به دیرش نشان داد که درک شنونده‌ها از این هم‌بسته آکوستیکی در تمامی گام‌ها شبیه درک گام اول فرکانس پایه است که به‌عنوان یک ناحیه مبهم برای پاسخ‌های شناسایی محسوب می‌شود و شنونده‌ها نسبت به آن قضاوت روشنی ندارند.

۷. بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، نقش عوامل صوتی مختلف در تمایز شنیداری افعال گذشته ساده و ماضی نقلی در زبان فارسی را از طریق تغییر و دست‌کاری مقادیر فرکانس پایه و دیرش واکه مطابق با یافته‌های آزمایش تولیدی بررسی کردیم. برای این منظور، محرک‌های هدف آزمایش شامل افعال ماضی ساده و ماضی نقلی را در گام‌های مختلف به‌طور جداگانه برحسب پارامترهای صوتی فرکانس پایه و دیرش بازسازی و در یک آزمون شناسایی به شنونده‌های بومی فارسی عرضه کردیم تا درباره خوانش زمانی افعال (ماضی ساده/ ماضی نقلی) تصمیم‌گیری کنند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که تغییرات فرکانس پایه محلی، قضاوت شنیداری فارسی درباره خوانش زمانی افعال هدف آزمایش را تا حد زیادی تحت‌تأثیر قرار می‌دهد، درحالی‌که تغییرات دیرش تأثیر چندانی بر تمایز درکی بین افعال ماضی ساده و ماضی نقلی ندارد. این نتایج به‌طور مشخص نشان داد تمامی گام‌های افزایشی فرکانس پایه محلی به هر میزان افزایش فرکانس اول نسبت به هجای دوم (گام‌های دوم به بعد) با سطح اطمینان قابل‌قبولی به صورت ماضی ساده و تمامی گام‌های افزایشی فرکانس پایه محلی به هر میزان افزایش فرکانس دوم نسبت به هجای اول (گام‌های دوم به بعد) به صورت ماضی نقلی درک می‌شوند. این یافته درکی نشان می‌دهد آنچه درحقیقت در تشخیص خوانش زمانی افعال، اثرگذار است، جهت تغییرات فرکانس پایه محلی است، نه میزان تغییرات.

درمقابل نتایج مربوط به دیرش نشان داد درصد پاسخ‌های صحیح «ماضی ساده» یا «ماضی نقلی» برای تغییرات دیرشی هجاها اندک است. کل دامنه تغییرات دیرشی هجاها تنها باعث افزایش حدوداً ۱۰ درصدی پاسخ‌های صحیح خوانش‌های «ماضی ساده» یا «ماضی نقلی» می‌شود. این مسئله نشان می‌دهد در غیاب فرکانس پایه، شنونده به اختلاف دیرش هجاها برای تعیین خوانش زمانی افعال فارسی حساسیت نشان نمی‌دهد و از این رو قادر نیست صورت آوایی افعال ماضی ساده و نقلی را به اطمینان قابل‌قبولی از یکدیگر متمایز کند.

یافته‌های این پژوهش با یافته‌های دیگر مطالعات فارسی مانند (Abolhasanizadeh et al., 2012; Sadeghi, 2018) متفاوت است که نشان داده‌اند پارامترهای وابسته به F0 حتی اگر در سطح کل هجا اندازه‌گیری شوند، مانند متوسط F0 یا دامنه زیروبمی، در تشخیص محل وقوع تکیه در سطح کلمه مؤثرند. این در حالی است که یافته‌های این پژوهش (تحلیل‌های صوتی در مرحله اول) نشان داد چنین پارامترهایی قادر به تمایز صورت آوایی ماضی ساده و ماضی نقلی که تنها از نظر محل وقوع تکیه با هم متفاوت‌اند، نیستند و تمایز ادراکی این افعال از یکدیگر توسط شنونده‌های فارسی وابسته به تغییر نسبت سطح فرکانس پایه هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه در نواحی زمانی است که در آنجا قله‌ها و دره‌ها حادث می‌شوند.

همچنین، یافته‌های این پژوهش با رد فرضیه مطرح‌شده در بخش مقدمه نشان می‌دهد که وزن دو پارامتر فرکانس پایه و دیرش در تشخیص ادراکی افعال ماضی ساده و ماضی نقلی فارسی یکسان نیست، زیرا درحالی که شنونده‌ها به اختلاف فرکانس پایه محلی هجاها برای تعیین خوانش زمانی افعال فارسی حساسیت نشان نمی‌دهند، اما تغییرات دیرش هجاها تأثیر محسوسی بر قضاوت‌های ادراکی آن‌ها ندارد.

۸. پی‌نوشت‌ها

1. Prosodic structure
2. Information structure
3. manipulation
4. Fry
5. Lexical stress
6. Pitch contour
7. Edwards

8. Sluijter and van Heuven
9. loudness
10. Mid and high frequency
11. Auto-segmental-metrical theory of intonation
12. Prosodic prominence
13. Stress languages
14. Stress-accent languages
15. Catalan

۱۶. با توجه به ویژگی‌های نوایی زبان فارسی، معیار وجود تکیه زیروبمی در یک کلمه را وجود یک خیز بر روی هجای تکیه‌بر در نظر گرفتیم

۹. منابع

- اسلامی، م. (۱۳۹۸). ساختمان صرفی فعل فارسی در زمان‌های کامل. پژوهش‌های زبان شناسی، ۱۱(۱)، ۱-۱۴.
- اسلامی، م. (۱۳۸۸). تکیه در زبان فارسی. پردازش علایم و داده‌ها، ۱، ۳-۱۲.
- بی جن خان، م. و ابوالحسنی‌زاده، و. (۱۳۹۱). شواهد واجی برای گروه واژه‌بست در سلسله‌مراتب نوایی زبان فارسی امروز. زبان و زبان‌شناسی، ۱۵، ۲۷-۴۲.
- سامعی، ح. (۱۳۷۴). تکیه فعل در زبان فارسی: یک بررسی مجدد. فصلنامه فرهنگستان زبان و ادب فارسی، ۱(۴)، ۶-۲۱.
- صادقی، و. (۱۳۹۲). بررسی آوایی تکیه واژگانی در زبان فارسی. زبان‌پژوهی، ۵ (۹)، ۹۷-۱۲۴.
- صادقی، و. (۱۳۹۷). ساخت نوایی زبان فارسی: تکیه واژگانی و آهنگ. تهران: سمت.

References:

- Abolhasanizadeh, V., Bijankhan, M., & Gussenhoven, C. (2012). The Persian pitch accent and its retention after the focus. *Lingua*, 122(13), 1380-1394.
- Beckman, M.E. (1986). Stress and non-stress accent. Dordrecht: Foris.
- Beckman, M.E., & Edwards, J. (1994). Articulatory evidence for differentiating stress categories. In P. A. Keating (Ed.), *Phoological structure andphonetic from: Papers in laboratory phonology*, Cambridge: Cambridge University Press: 7-33.

- Bijankhan, M., & Abolhasanizadeh, V. (2012). The phonetic evidence for the clitic group in the prosodic hierarchy of contemporary Persian. *Language and Linguistic*, 15, 27-42.
- Campbel, N., & Beckman, M.E. (1997). Stress, Prominence and Spectral Tilt. In A. Botinis, G. Kouroupetroglou, and G. Carayiannis (Eds.), *Intonation: Theory, Models and applications*, ESCA and University of Athens Department of Informatics: 67-70.
- Eslami, M. (2018). Morphological structure of Persian verbs in perfect tenses. *Linguistic Researches*, 11(1), 1-14. [In Persian]
- Eslami, M. (2009). Stress in Persian. *Signal and Data Processing*, 6(1), 3-12. [In Persian].
- Ferguson, C. (1957). Word stress in Persian. *Language*, 33, 123-135. Fry, D.B. (1958). Experiments in the perception of stress. *Language and speech*, 1, 126-152.
- Hyman, L.M. (2014). Do All Languages have Word Accent? In van der Hulst, H. (ed.) *Word stress: Theoretical and typological Issues*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hyman, L.M. (2009). How (not) to do phonological typology: the case of pitch-accent. *Language Sciences*, 31, 213-38.
- Hyman, L.M. (2006). Word-prosodic typology. *Phonology*, 23, 225-257. Jun, S.A. (ed.) (2005). *Prosodic typology: The Phonology of intonation and Phrasing*. Oxford: Oxford University Press.
- Levi, S. V. (2005). Acoustic correlates of lexical accent in Turkish. *Journal of the International Phonetic Association*, 35, 73-97.
- Ortega-Llebaria, M., & Prieto, P. (2010). Acoustic correlates of stress in Central Catalan and Castilian Spanish. *Journal of Language and speech*, 54, 73-97.
- Pierrehumbert, J., & Beckman, M.E. (1988). *Japanese tone structure*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

- Rahmani, H., Rietveld, T., & Gussenhoven, C. (2015). Stress "Deafness" reveals absence of lexical marking of stress or tone in the adult grammar. *PLoS ONE*, 10(12): e0143968.
- Sadeghi, V. (2017). Word-level prominence in Persian: An experimental study. *Journal of Language and speech*, 26(1).
- Sadeghi, V. (2013). The phonetic study of lexical stress in the Persian language. *languageResearch*, 5(9), 97-124. [In Persian].
- Sadeghi, V. (2018). The Prosodic Structure of the Persian Language: Lexical Stress and Intonation. TEHRAN: SAMT. [In Persian].
- Same'i, H. (1995). Verb stress in Persian: A New Review. *Quarteriy Magazine of Persian Language and Literature Academy*, 1(4), 6-21. [In Persian].
- Sluijter, A.M.C., & Van Heuven, V. (1996). Spectral balance as an acoustic correlate of linguistic stress. *Journal of the Acoustical society of America*, 100(4), 2471-2485.
- Sluijter, A.M.C., Van Heuven, V., & Pacilly, J.A. (1997). Spectral tilt as a cue in the perception of linguistic stress. *Journal of the Acoustical Society of America*, 101(1), 503-513.
- Van der Hulst (2010). Representing Accent. *Phonological studies*, 13, 117-128.
- Van Heuven, V., & de Jonge, M. (2010). Spectral and temporal reduction as stress cues in Dutch. *Phonetica*, 68, 120-132.