Language Related Research
E-ISSN: 2383-0816
https://lrr.modares.ac.ir
https://doi.org/10.48311/LRR.16.2.7

Vol. 16, No. 2, Tome 86
pp. 213-252
May & June
2025

Acoustic Account of "R" in Turkish

Vahid Sadeghi[1], *Solmaz Mahmoodi*[2]*

Received: 11 January 2022
Received in revised form: 13 May 2022
Accepted: 25 August 2022

Abstract

In languages, [r] with different manner of articulations (trill, flap, fricative, approximant) has occurred in different positions (alveolar, retroflex, velar). On the other hand, in different languages, the nature of the apical trill [r] in particular, has a great amount of variability in different phonetic contexts and may be affected and changed easily by the surrounding sounds. However, Formants' frequencies, fundamental frequency, intensity and duration are those acoustic parameters analyzed and measured for Turkish [r] in this article. The data collected in this study show that [r] phoneme has various realizations according environment. It is realized differently depending on its position within a word. As an instance, the [r] in before and after voiced consonants, and in the intervocalic positions is approximant sound and in contrast, the manner of articulation of word-final [r] is *voiceless alveolar fricative.* The [r] in after and before voiceless consonants is *voiced alveolar fricative*. The word-initial [r] is also approximant.

Keywords: Sonorant; liquid; approximant; trill; fricative.

[1] Associate Professor, Department of Linguistics, Faculty of Literature and Humanities, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. *Email: vsadeghi5603@gmail.com*;
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5816-1769

[2] Corresponding author: Assistant Professor of Linguistics, Department of Persian Language and Literature, Department of Eastern Languages and Literatures, Faculty of Literature, İstanbul University, İstanbul-Turkey. *Email: solmaz.mahmoodi@istanbul.edu.tr*
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-0914-2286

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

1. Introduction

Turkish language is mainly spoken in Azerbaijan and Iran (Johanson, 2010). After Farsi as the official language, Turkish, with approximately 15–20 million speakers, has the most speakers in Iran (Crystal, 2010). Most of the speakers inhabit in the four provinces of the northwestern part of Iran. In the literature two striking features of Turkic morphology was presented: first, its agglutinative nature (low level of fusion, in Sapir's terminology), i.e. the fact that there is basically one-one correspondence between grammatical categories and their exponents, and second, its highly synthetic nature (high level of synthesis, again using Sapir's terminology), i.e. the fact that a given word can contain a large number of morphemes. Furthermore, the syllable structure of Turkish is consonant-vowel-consonant (consonant). That is, tautosyllabic consonant clusters with the sonority drop are acceptable. In Turkic languages, stress falls into final syllables of all parts of speech (noun, adjectives, adverbs, verbs), most of the derivational and inflectional suffixes carry stress.

Research Questions

The main research question of this study can be formulated as follows:

(1) What is the manner of articulation of [r] in Azeri Turkish language? (2) What is the first, second and third formant structures of [r]?

2. Literature Review

The theoretical framework of this study follows Behrman (2007) and Ladefoged (2006) acoustic studies on the English language [r] that underlines the reduction of F3. In other words, F3 suffers a severe drop in [r] production, that is, it reaches a level lower than 2000 Hz and approaches F2.

3. Methodology

In the study on formant measurements of [r], analysis revealed no significant

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

effect of gender on the variables (stress pattern and syllable position), so the formant values of the male and female participants were pooled and reported one average value of F1, F2 and F3 for [r]. Formant frequency analysis was performed in Praat with its default standard settings (range of 5,000 Hz for five formants). Descriptive statistics were performed to describe mean and standard deviation values for output measures (F1, F2, F3). In this research, participants were recruited from among Turkish speakers aged 20-45 years old. There were 15 subjects including male and female. We had 480 target words for analysis. Participants were asked to read the list of carrier phrases two times.

4. Results

The results revealed that, the Turkish [r] sound has different allophones, two of which are actually trills, they are called voiced alveolar trill and voiceless alveolar trill. The latter occurs at the end of words while the former occurs at everywhere except between vowels, where [r] is a simple voiced alveolar tap. The analysis of F1 and F2 of approximant allophone showed that these formants are changed under the influences of surrounding vowels or consonants. Another important finding was that F3 suffers a severe drop in [r] production, that is, it reaches a level lower than 2000 Hz and approaches F2.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]

[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7] [DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4] [Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]

دوماهنامهٔ بین‌المللی
د۱۶، ش۲ (پیاپی ۸۶)، خرداد و تیر ۱٤۰٤، صص ۲۱۳-۲۵۲
مقاله پژوهشی
http://dorl.net/dor/20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4

ویژگی آکوستیکی ر-آواها در زبان ترکی

وحید صادقی[۱]، سولماز محمودی[۲*]

۱. دکتری تخصصی زبان‌شناسی، استاد گروه زبان‌شناسی، هیئت علمی دانشگاه بین‌المللی‌امام‌خمینی، قزوین، ایران.
۲. دکتری تخصصی زبان‌شناسی، استادیار گروه زبان‌شناسی، هیئت علمی دانشگاه استانبول، استانبول، ترکیه.

دریافت: ۱٤۰۰/۱۰/۲۱ پذیرش: ۱٤۰۱/۰٦/۰۳

چکیده

در زبان‌های دنیا ر-آواها در جایگاه‌های دندانی/لثوی، پس‌لثوی/برگشتی و ملازی و با شیوه‌های لرزشی، زنشی، سایشی، ناسوده و لرزشی‌کناری دیده می‌شوند. از طرفی ماهیت و رفتار واجی همخوان روان لرزشی-لثوی [r] در زبان‌های مختلف به گونه‌ای است که در بافت‌های آوایی متفاوت بسیار تغییرپذیرند و تحت تأثیر عوامل متعددی ممکن است دچار تغییر شوند. در این پژوهش الگوی تغییرات شدت انرژی بر روی طیف فرکانسی واج‌گونه‌های [r] در جایگاه‌های واجی مختلف در زبان ترکی آذری در قالب واج‌شناسی آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، فرکانس سازه‌ها، دیرش همخوان روان [r] اندازه‌گیری و تأثیر محیط واکه‌ای و همخوانی نیز بر این همخوان بررسی شد. نتایج نشان داد در جایگاه‌های واجی آغاز واژه، قبل و بعد از همخوان واکدار و نیز بین دو واکه، شیوهٔ تولید [r] ناسوده است. در جایگاه‌های قبل و بعد از همخوان بی‌واک و عضو اول خوشه همخوانی، شیوهٔ تولید [r]، سایشی واکدار و در پایان واژه، شیوه تولید [r]، سایشی بی‌واک است. اندازه‌گیری میانگین مقادیر فرکانس‌های سازه اول و دوم گونه ناسوده در سه جایگاه آغاز، پایان و میان واژه نشان داد مقادیر پارامتر F1 و F2 تحت تاثیر نوع واکه تغییر می‌کند.

واژه‌های کلیدی: همخوان رسا، همخوان روان، گونهٔ ناسوده، گونهٔ لرزشی، گونهٔ سایشی.

---

* نویسندهٔ مسئول مقاله: Email: solmaz.mahmoodi@istanbul.edu.tr

این مقاله با حمایت صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور تحت قرارداد طرح پژوهشی «بررسی نظام آوایی زبان آذری» با شماره ۹۷۰۱۸۵٤۵ انجام شده است.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

۱. مقدمه

همخوان‌های کناری لثوی /l/ و لرزشی /r/ متداول‌ترین همخوان‌های روان هستند که به‌دلیل باز بودن مجرای دهان در هنگام تولیدشان و داشتن ساختار سازه‌ای در زمرهٔ همخوان‌های رسا قرار می‌گیرند. مسئلهٔ اساسی در طرح این پژوهش این است که مطالعات آوایی درمورد همخوان‌های ترکی به‌خصوص همخوان ر-آوا بسیار اندک است و این تعداد اندک نیز اکثراً در حوزهٔ آواشناسی تولیدی براساس مکانیسم‌های تولید آوا (شیوهٔ تولید، جایگاه تولید و واکداری) انجام شده است. براساس تحقیقات انجام‌شده ر-آواها با شیوه‌های تولید و جایگاه‌های تولید متفاوت در بافت‌های آوایی متفاوتی ظهور می‌کنند. این پژوهش بر آن است تا با تحلیل آوایی همخوان روان [r] در چارچوب آواشناسی آزمایشگاهی، به ویژگی‌های آکوستیکی آن در بافت‌های آوایی متفاوت بپردازد. از این رو در پژوهش حاضر تلاش می‌شود تا به پرسش‌های زیر پاسخ داده شود: (۱) [r] چه شیوهٔ تولیدی در زبان ترکی آذری دارد؟ (۲) تأثیر واکداری همخوان‌های مجاور بر واکداری همخوان روان چگونه است؟ (۳) میزان فرکانس سازه‌های اول، دوم و سوم [r] چقدر است؟ (٤) تأثیر واکه‌ها بر فرکانس سازه‌های [r] در جایگاه آغازین واژه به چه صورت است؟

در این پژوهش ویژگی‌های آکوستیکی-آواشناختیِ همخوان روانِ (r) زبان ترکی آذری براساس گفتار ۱۵ گویشور زن و مرد ترک زبان بررسی می‌شود. گویشوران هر کدام ۱۶ نمونهٔ آوایی حاویِ این واج را در کلمات یک و دوهجایی و در ۸ بافت آواییِ[۱] آغاز واژه **C**VCC, **C**V(C).CV(C)، میان واژه-میان واکه CV.**C**V(C)، میان واژه-آغاز هجا بعد از همخوان واکدار CVC.**C**V(C)، میان واژه-آغاز هجا بعد از همخوان بی‌واک CVC.**C**V(C)، میان واژه-پایان هجا قبل از همخوان واکدار CV**C**.CV(C)، میان واژه-پایان هجا قبل از همخوان بی‌واک CV**C**.CV(C)، عضو اول خوشه CV**C**C و پایان واژه CV(C).CV**C** بعد از واکه، ۲ بار[۲] تولید کردند. در انتخاب کلمات سه نوع بافت شامل بافت همخوانی (واکدار و بی‌واک)، بافت واکه‌ای و بافت نوایی (آغاز، میان و پایان واژه) لحاظ شده است تا تأثیر آن‌ها بر ایجاد تغییرات واجگونه‌ای [r] مشخص شود.

ضبط داده‌ها در شرایط آزمایشگاهی از طریق میکروفون شور[۳] مدل SM58 با پاسخ فرکانسیِ ۵۰ تا ۱۵۰۰۰هرتز بر روی کارت صوتیِ کریتیو[٤] مدل ساند بلاستر X-Fi 5. انجام شد. علائم آوایی به صورت مونو با نرخ نمونه‌برداری ۲۲۰۵۰ هرتز با استفاده از نرم‌افزار ویوادیتور[٥] در سیستم عامل

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

ویندوز ۱۰ ضبط شدند. تحلیل‌های آکوستیکی به طور همزمان بر روی موج صوتی و طیف‌نگاشت نمونه‌های آوایی ۴۸۰ واژه توسط نرم‌افزار PRAAT ویرایش ۶.۱.۰۸ بورزما و وینینک[۶] (2021) انجام شد و پارامترهایی مانند فرکانس سازه‌های اول تا سوم، دیرش، شدت و فرکانس پایه اندازه‌گیری شد. تحلیل داده‌ها و مقادیر به دست آمده از بررسی‌های آکوستیکیِ نمونه‌های آوایی با استفاده از نرم‌افزار اکسل صورت گرفت.

۲. پیشینهٔ پژوهش

ثمره (۱۳۸۶، ص.۷۰) [r] فارسی را همخوانی لرزشی توصیف کرده است که واج‌گونه‌های متعددی دارد. [r] لرزشی (غلتان) در اثر عبور هوا در خلال زنش‌های پی‌درپی نوک زبان بر لثهٔ بالا به خارج دهان و به تبع آن ایجاد برخوردهای تند و پیاپی به شکل ارتعاش یا لرزش نوک زبان به وجود می‌آید. از این جهت واکدار است و در آغاز گفتار مؤکد و قبل از همخوان‌های واکدار واقع می‌شود. گونه واکرفتهٔ آن، یعنی [r̥]، در پایان واژه بعد از واکه‌های پسین و در میان واژه قبل از همخوان‌های بی‌واک ظاهر می‌شود. ثمره (۱۳۸۶، ص.۶۸) همچنین معتقد است هرگاه عبور هوا با یک بار باز و بسته شدن یا یک بار برخورد نوک زبان با لثهٔ بالا انجام شود، گونه زنشی [ɾ] این همخوان پدید می‌آید که محل وقوع آن بین دو واکه به جز /i/ است و هرگاه نوک زبان به جای تماس با لثهٔ بالا در فاصلهٔ اندکی از آن قرار گیرد، مجرای تنگی ایجاد می‌کند که هنگام عبور هوا از این مجرای تنگ، سایش به‌وجود می‌آید. در این صورت گونه سایشی [ɹ̝] تولید می‌شود که محل وقوع آن در پایان واژه و بعد از واکه‌های پیشین و نیز بعد از همخوان است. این گونه معمولاً پس از همخوان‌های بی‌واک واکرفته می‌شود. گونهٔ دیگر این همخوان، از نظر ثمره، گونهٔ واکه‌گونه [ɹ] است. این گونه زمانی تولید می‌شود که نوک زبان در فاصله‌ای از لثهٔ بالا قرار گیرد که هوا بتواند به آزادی و بدون سایش عبور کند. محل وقوع این گونه در آغاز هجا، بعد از واکهٔ /i/ در میان واژه، قبل و بعد از همخوان است.

بی‌جن‌خان (۱۳۹۲، ص.۲۰۵–۲۰۰) معتقد است /r/ لرزشی‌لثوی فارسی در بین دو واکه به صورت زنشی [ɾ] تلفظ می‌شود و در مجاورت همخوان‌های انفجاری و سایشی به صورت سایشی تلفظ می‌شود. به عبارتی، در تولید همخوان لرزشی /r/، نوک زبان در نزدیکی لثه و در وضعیت لرزش قرار می‌گیرد طوری که امکان برخورد مکرر نوک زبان با لثه یا ارتعاش آن فراهم می‌شود. اما ارتعاش نوک

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

زبان با لثه عملاً اتفاق نمی‌اُفتد، یعنی با نزدیک‌شدن نوک زبان به لثه دریچهٔ باریکی به‌وجود می‌آید به نحوی که اگر عبور جریان هوا از این دریچه همراه با ارتعاش تارآواها نباشد، نوفه اغتشاشی/سایشی به گوش می‌رسد.

از نظر مدرسی قوامی (۱۳۹٤، ص.٤٤٥-٤١٥) در فارسی معیار، همخوان «ر» عمدتاً یک همخوان ناسوده است که می‌تواند گونه‌های آزاد سایشی بی‌واک و واکدار، زنشی و به ندرت لرزشی داشته باشد.

شکری (۱۳۹۱، ص.۹۵) در یک آزمایش تولیدی از گفتار ۱۹ شرکت‌کننده زن و مرد فارسی‌زبان به بررسی آماری پارامترهای صوتی ۲۳۳۷ نمونه آوایی لرزشی‌لثوی در جایگاه آغاز، میان و پایان کلمات پرداخت. با اندازه‌گیری مقدار پارامترهای صوتی فرکانس پایه، فرکانس سازه‌ها و شدت انرژی از نمونه‌ها به این نتیجه رسید که شیوهٔ تولید [r] در زبان فارسی امروز نه تنها لرزشی نیست، بلکه ناسوده است و در حقیقت گونهٔ لرزشیِ این همخوان تنها محدود به یک جایگاه خاص و از فراوانی بسیار کمی نیز برخوردار است. به علاوه، ویژگی‌های آوایی ر-آواها متأثر از همخوان‌های مجاور و واکه‌هاست. به عنوان مثال، کیفیت آوایی /r/ در بافت /VCV/ متأثر از نوع واکه مجاور است به طوری که اگر واکه افراشته باشد، لرزشی‌لثوی، سایشی می‌شود. وی در این پژوهش تأثیر شیوهٔ تولید بر دیرش همخوان روان [r] را نیز بررسی کرد.

صادقی (۱۳۹۰، ص.٤٠٤-٤٠٣) همخوان [r] فارسی را لرزشی می‌داند. اما از نظر وی، الگوی آکوستیکیِ این واج در ترکیباتی چون [ɑrɑ]، [oro]، [uru]، [ere]، الگوی زنشی است. وی فرکانس سازه‌های این همخوان را در بافت بین‌واکه‌ای اندازه‌گیری و گزارش کرده است که مطابق آن، F1 [r] در این بافت به طور متوسط بین ۳۵۰ تا ٤٥٠ هرتز، F2 به‌طور متوسط بین ۱۲۰۰ تا ۱٤۰۰ هرتز و F3 به طور متوسط بین ۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰ هرتز است. وی با بررسی الگوی تغییرات شدت انرژی بر روی فرکانس‌ها، فراوانی وقوع گونه‌های مختلف ر-آواها را در جایگاه‌های واجی محاسبه کرد و به این نتیجه رسید که گونه‌های لرزشی-لثوی واکدار و ناسوده، گونه‌های اصلی /r/ در زبان فارسی هستند. این گونه‌ها در سطح وسیعی از بافت‌های واکه‌ای و همخوانی و همچنین جایگاه‌های نوایی مختلف تظاهر آوایی دارند. علاوه بر آن، گونه‌های زنشی، لرزشی بی‌واک، سایشی واکدار و سایشی بی‌واک نیز تظاهر آوایی دارند ولی تولید آن‌ها تا حد زیادی وابسته به بافت آوایی و بافت نوایی گفتار است. درواقع تغییرات واج‌گونه‌ای /r/ در زبان فارسی متأثر از عوامل مختلف، ازجمله گویشور، بافت آوایی و بافت نوایی است.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

احمدی و علی‌نژاد (۱۳۹۶، ص.۱۱۶) در بررسی موج چاکنایی همخوان /r/ فارسی به این نتیجه رسیدند که /r/ در بافت بین دو واکه، به صورت زنشی تولید می‌شود و نیز در پایان واژه، بعد از همخوان‌های بی‌واک و واکدار و در میان واژه، قبل از همخوان‌های بی‌واک و در پایان واژه، بعد از واکه‌ها واکرفته می‌شود و فرایند تولید این همخوان در پایان واژه و بعد از همخوان‌های بی‌واک و واکدار با سایش همراه است.

لویز[۷] (1967, p.197) در بررسی توصیفی همخوان «ر» در زبان ترکی آن را یک همخوان زنشی‌لثوی می‌داند که در جایگاه پایانی دارای شیوهٔ تولید سایشی می‌شود. مشاهدات لویز در تناقض با یافته‌های بلازکویچ[۸] (1964, p.5-10) است از این نظر که او شیوهٔ تولید سایشی را عمدتاً بعد از واکه‌های پیشین توصیف کرده است. گوکسل و کرسلیک[۹] (2005, p.9) نیز در پژوهشی توصیفی اشاره دارند که «ر» در زبان ترکی همخوان زنشی‌لثوی است؛ در جایگاه پایانی واکرفته می‌شود و در گفتار عامیانه خصوصاً در پسوند استمراری /iyor-/ و در حرف تعریف نکره /bir/ حذف می‌شود. برخی از محققان نیز معتقدند «ر» تنها وقتی که در جایگاه آغاز واژه قرار گیرد، سایشی (واکدار) می‌شود و در جایگاه پایان واژه واکرفته می‌شود (Kornfilt, 1997, p.487; Comrie, 1997, p.885; Yavuz and Balcı, 2011, p.25; Kopkallı, 1993, p.29) اما طبق نظر زیمر و اُرگون[۱۰] (2009, p.44) «ر» قبل از همخوان بی‌واک، واکرفته می‌شود.

نیکُولاس[۱۱] (2016, p.1) در تلاش برای حل اختلاف‌نظرها در خصوص ویژگی‌های همخوان «ر» در زبان ترکی به تحلیل آزمایشگاهیِ گونه‌های «ر» در بافت‌های مختلف پرداخته تا از این رهگذر مشخص کند که آیا این همخوان رفتار واجی نظامند و قابل پیش‌بینی دارد و آیا تغییرات در شیوه تولید و واکداری این همخوان ماهیتاً مقوله‌ای هستند یا مدرج. او نشان داد که بیشترین فراوانی وقوع برای گونه‌های سایشی و واکرفته در جایگاه پایانی واژه است. جایگاه‌های دیگر برای هیچ گونه‌ای از «ر» ترجیح قطعی نیست. در واقع، دو گونهٔ مقوله‌ای وجود دارد: یکی گونهٔ سایشی بی‌واک در جایگاه پایانی و دیگری گونهٔ غیرسایشی (مثلاً زنشی و یا ناسوده) در سایر بافت‌ها. از طرفی، سایشی و واکداری مدرج است؛ یعنی در برخی از بافت‌ها (خصوصاً میان دو واکه) کاملاً یا بخشی از این همخوان واکرفته می‌شود و در سایشی بی‌واک در پایان واژه تنوع آوایی وجود دارد به شکلی که دیرش و شدت سایش متغیر است. همچنین، گاه گونه زنشی در بافت پیش از همخوان از واکه قبل خود قابل تقطیع نیست.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

همخوان [r] آواهایِ گوناگونی را شامل می‌شود که به‌دلیل داشتن خصوصیات مشترک در یک طبقه و تحت عنوانِ ر-آواها[۱۲] قرار می‌گیرند (Ladefoged and Maddieson, 1996, p. 215). ر-آواها با شیوه‌های تولید و جایگاه‌های تولید متفاوت در بافت‌های آوایی متفاوتی ظهور می‌کنند: لرزشی دندانی یا لثوی واکدار /r/، زنشی دندانی یا لثوی واکدار /ɾ/، ناسوده دندانی یا لثوی واکدار /ɹ/، زنشی پس‌لثوی واکدار (برگشتی) /ɽ/، ناسوده پس‌لثوی واکدار (برگشتی) /ɻ/، لرزشی ملازی واکدار /ʀ/، ناسوده ملازی واکدار /ʁ/، زنشی دندانی یا لثوی کناری واکدار /ɺ/ (Ladefoged & Maddieson, 1996, p. 216) نمونه‌هایی از ر-آواها هستند. بافت آوایی نقش مهمی در تناوب واجی لرزشی- لثویِ واکدار با گونه‌های سایشی، ناسوده و لرزشی-لثوی بی‌واک دارد (Barry, 1997, p.43; McGowan, 1992, p.2908; Sole´, 2002, p. 383) مطالعات نشان داده است که [r] در پایان پاره‌گفتار به صورت بی‌واک تولید می‌شود. سایشی‌شدگی یا واکرفتگی [r] در پایان واژه بعد از واکه یا همخوان، بعد از همخوان‌های بی‌واک، یک گرایشِ عامِ آواشناختی است (Ladefoged & Maddieson, 1996, p. 241; Lindau, 1985, p.158).

گونهٔ سایشی واکدار [ɹ̝] از جمله آواهایی است که معمولاً وقتی در آغاز گفتار واقع می‌شود، واکرفته می‌شود (Ladefoged & Maddieson, 1996, p. 224). در تولید سایشی واکدار [ɹ̝] و بی‌واک [ɹ̝̥] به دلیل نزدیکی بیشتر اندام‌های فعال و غیرفعال تولید با سایش همراه می‌شود و اگر فاصله بیشتر باشد، همخوانی تقریبی یا ناسوده تولید می‌شود. لده‌فوگد و مدیسون (1996, p. 236) نیز تولید سایشی و ناسوده را از یک نوع دانسته و تفاوت آن‌ها را به میزان تنگیِ مجرایِ گذر هوا نسبت می‌دهند.

در پژوهش حاضر جهت بررسی ویژگی‌های آکوستیکی «ر» در زبان ترکی به تحلیل آزمایشگاهیِ گونه‌های «ر» در بافت‌های مختلف پرداخته شده است تا از این رهگذر شیوهٔ تولید و واکداری آن مشخص گردد و اینکه آیا تغییرات در شیوهٔ تولید و واکداری در جایگاه‌های مختلف، منجر به تغییر در دیرش و شدت این همخوان می‌شود.

۳. ملاحظات نظری

مطالعات آکوستیکی بر روی زبان انگلیسی حاکی از آن است که کاهش F3 مشخصهٔ آکوستیکی بارز [r]است. به عبارتی F3 در تولید [r] دچار افت شدیدی می‌شود، یعنی به سطحی پایین‌تر از ۲۰۰۰ هرتز می‌رسد و به F2 نزدیک می‌شود. به عبارتی با فعال‌شدنِ نوک زبان، دو حفرهٔ بازخوانی، به‌طور

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

متوالی در جلو و عقب محل گرفتگی ایجاد می‌شوند که پیامد آکوستیکی آن کاهش فرکانس سازهٔ F3 و نزدیک‌شدنِ آن به F2 است (Stevens, 1998, p.535). لده‌فوگد و مدیسون (1996)، ژو[۱۳] (2009)، لهیسته[۱۴] (1962)، هگیوارا[۱۵] (1995) کاهش F3 را با سه تغییر در لب‌ها، کام و حلق که در هنگام تولید آن در طول لولهٔ صوتی اتفاق می‌افتد مرتبط می‌دانند.

برمن[۱۶] (2007, p.313) معتقد است طیف فرکانسی همخوان لرزشی [r] در آغاز واژه تفاوت معناداری با طیف فرکانسی همخوان زنشی در بین دو واکه ندارد. تفاوت اصلی در میزان بیشتر شدت انرژی همخوان زنشی در مقایسه با لرزشی با توجه با بافت زنجیری آن است. همچنین، مقدار فرکانس F3 در همخوان لرزشی قدری بیشتر از مقدار این فرکانس در همخوان زنشی است. چون گیرش در ناحیهٔ لثه سبب افزایش سازهٔ دوم و سوم می‌شود، بنابراین انتظار می‌رود که سازهٔ دوم و سوم همخوان لرزشی از گونهٔ زشی بیشتر باشد (با توجه به آنکه میزان گرفتگی دستگاه گفتار در گونهٔ لرزشی از گونهٔ زنشی نسبتاً بیشتر است).

در طیف‌نگاشت، مرحله بستهٔ چرخهٔ ارتعاش نوک زبان، نواحی کم‌رنگی هستند، زیرا انرژیِ سازه در آن ناحیه در اثر بست نوک زبان، ضعیف است. در مقابل، مرحله باز بین دو گرفتگی که ساختار آکوستیکی‌اش شبیه به واکه‌هاست، به‌صورت نواحی پررنگ در اثر تمرکز انرژی در ناحیهٔ سازه‌ها ظاهر می‌شود. لرزشی‌ها بسته به بافت آوایی‌ای که در آن قرار می‌گیرند ممکن است دارایِ چندین چرخهٔ لرزش باشند (Ladefoged & Maddieson, 1996, p.219). فاز بستهٔ لرزشی‌ها، نزدیک به ۲۵ میلی‌ثانیه به طول می‌انجامد و فاز باز نیز همین دیرش را دارد. بنابراین هر چرخهٔ کامل حدود ۵۰ میلی ثانیه از طیف‌نگاشت را اشغال می‌کند. در هر ثانیه ۲۰ چرخه اتفاق می‌اُفتد؛ پس فرکانس پایهٔ این صداها حدود ۲۰ هرتز خواهد بود (Ladefoged & Maddieson, 1996, p.220).

برمن (2007, p.306) در تفاوت دو گونه سایشی و ناسوده معتقد است اگر همخوان ناسوده‌ای در مجاورت یک واکه قرار بگیرد، گذر سازه‌هایِ آن در واکهٔ بعد (زمان شروع واکهٔ تا پایدار شدن سازه‌های آن) بین ۷۵ تا ۲۵۰ میلی‌ثانیه به طول خواهد انجامید و پس از این مدت زمان، سازه‌های واکه به حالت پایدار خود می‌رسند، در حالی که طول گذر سازه‌ها برای گونه سایشی کم‌تر از این مقدار است.

گونهٔ ناسوده [ɪ] گذر سازه‌ایِ تدریجی دارد؛ تمرکز انرژی آن در فرکانس‌های پایین طیف‌نگاشت رخ می‌دهد و کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در سازهٔ اول آن به دلیل گیرش در ناحیهٔ لثه ایجاد می‌شود (Hayward, 2000, p.203). هم‌بستهٔ آکوستیکی تولید ناسودهٔ [ɪ]، کاهش F3 در محدودهٔ گرفتگی

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

است که نمایانگر میزان ر-شدگی[۱۷] این آواست به طوری‌که هرچه میزان فرکانس سازهٔ سوم پایین‌تر باشد میزان ر-شدگی بیشتر خواهد بود.[۱۸]. لده‌فوگد (2006, p.195) معتقد است بارزترین مشخصهٔ [ɹ] میزان فرکانس پایین F2 و F3 و خصوصاً F3 است چون در تولید گونه ناسوده، گیرشی در ناحیهٔ لثه ایجاد نمی‌شود. وی همچنین، طیف سازه‌ای (شبیه به واکه‌ها)، گذر سازه‌ای تدریجی و همین‌طور تمرکز انرژی در فرکانس‌های پایین را از دیگر هم‌بسته‌های آکوستیکی گونهٔ ناسوده [ɹ] تلقی می‌کند.

۳-۱. معیارهای شناسایی واجگونه‌های [r]

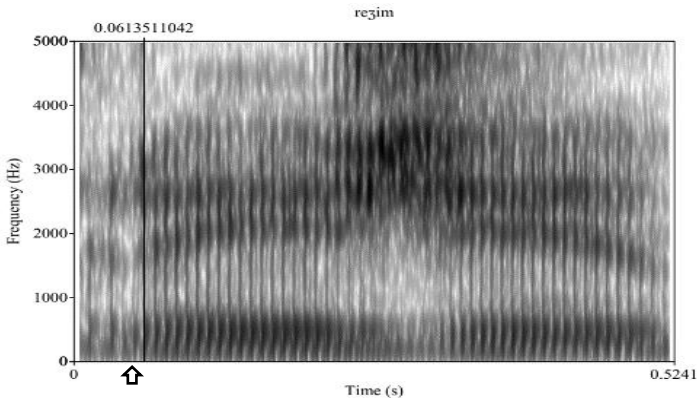
در تحلیل‌های آکوستیکی برای تعیین شیوهٔ تولید همخوان روان از الگوهای سازه‌ای و گذر سازه‌ای استفاده شد. نخست، در پنجرهٔ مربوطه، شروع و پایان تولید همخوان روان را مرزبندی کرده تا پارامترهایی از جمله F1، F2، F3، شدت، دیرش در این محدوده اندازه‌گیری شوند. برای تعیین مرز همخوان روان از سرنخ‌های آکوستیکی همچون گسستگی استفاده شد. گسستگی یا ناپیوستگی طیفی منشأ تولیدی دارد. وجود یا عدم وجود ناپیوستگی طیفی در حوزهٔ فرکانس آواهای گفتار، سرنخ صوتی تمایزدهنده برای دو طبقهٔ واجی [+cons] و [-cons] از یکدیگر است که ناظر به تغییرات قابل‌توجه دامنهٔ نوسان و انرژی فرکانس‌ها در یک بازهٔ زمانی است. در همخوان‌های گرفته و غیررسا با فعالیت اندام‌های گویایی یک گرفتگی از نوع بست کامل یا بست ناقص (سایش) در دستگاه گفتار اتفاق می‌اُفتد و فشار هوا در پشت گرفتگی افزایش می‌یابد که موجب تغییر ناگهانی در سیگنال و طیف فرکانسی می‌شود. در همخوان‌های رسا با گرفتگی از نوع بست کامل در حفره دهان بدون افزایش فشار هوای پشت گرفتگی (به علت بازبودن مسیر عبور جریان هوا از حفره دهان یا بینی) تغییر ناگهانی در سیگنال و طیف فرکانسی به وجود می‌آید. سرنخ صوتی آن‌ها در دو لحظه از زمان تولید آن‌ها یعنی زمان ایجاد گرفتگی و زمان رهش است. به این ترتیب در تولید هر همخوان دو ناپیوستگی طیفی پشت سر هم در حوزهٔ فرکانس آوا اتفاق می‌اُفتد (بی‌جن‌خان، ۱۳۹۲، ص.۱۲٦).

در این بخش معیارهای شناسایی واجگونه‌های [r] براساس مشخصه‌های آکوستیکیِ آن‌ها در طیف‌نگاشت در جایگاه‌های مختلف واجی تبیین می‌شود.

شکل (۱) طیف‌نگاشت واژهٔ rezim را نشان می‌دهد که توسط یک گویشور مرد آزمایش تولید شده است. در این شکل، [r] به صورت گونهٔ لرزشی واکدار تولید شده است. محدودهٔ [r] در این شکل،

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

دارای دو چرخهٔ با دو ناپیوستگی ارتعاش است. توالی مرحلهٔ بسته و بازچرخهٔ ارتعاش بر روی طیف‌نگاشت، به صورت توالی منظم سکوت یا کاهشِ شدت انرژی در نواحی فرکانسی و حضور انرژی متناوب به شکل باندها یا سازه‌های فرکانسی مشخص است. در این توالی ناحیه خاکستری با شدت کم‌تر انرژی ناظر بر وضعیت بسته نوک زبان و ناحیهٔ تیره‌تر با شدت زیاد انرژی ناظر بر وضعیت باز نوک زبان، باعث ایجاد چند ناپیوستگیِ طیفی شده است. یعنی طیف در دو حوزهٔ زمان و شدت انرژی به صورت ناپیوسته و بریده بریده ظاهر شده است. توزیع انرژی بر روی فرکانس‌های زیر ۳۰۰۰ هرتزِ تقریباً به اندازهٔ واکهٔ مجاور است، درحالی که شدت انرژی فرکانس‌های بالاتر به مراتب کم‌تر از فرکانس‌های واکه است.



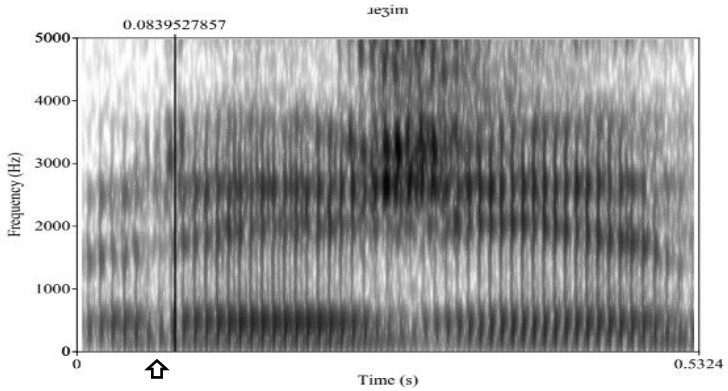
شکل ۱. طیف‌نگاشت واژهٔ «رژیم» که در آن رـآوا به صورت گونهٔ لرزشی تولید شده است.

Figure 1. Spectrogram of the word "reʒim" in which [r] is produced as trill

شکل (۲) نمونه‌ای از تولید گونهٔ ناسوده/واکه‌گونه [ɪ] را در جایگاه آغازین واژه نشان می‌دهد. برخلاف گونهٔ لرزشی که مرحلهٔ اولِ تولید آن با بست ناحیهٔ جلوی زبان همراه است، نوک زبان به لثه نزدیک می‌شود ولی در وضعیت انسداد کامل قرار نمی‌گیرد. به همین دلیل ساختار فرکانسی [ɪ] در محدودهٔ ایستایِ این گونه، همانند واکهٔ مجاور، شامل حضور انرژیِ متناوب و سازه‌ای، عدم حضور ناپیوستگی و عدم حضور سکوت یا افت قابل‌ملاحظهٔ انرژی است. این گونه نیز همانند دیگر گونه‌های [r] و برخلاف واکه‌ها دارای شدت انرژیِ کم‌تر در فرکانس‌های بالاتر ۳۰۰۰ هرتز است. مقادیر فرکانس سازه‌ها به‌دلیل داشتن حالت پایدار تنها در رابطه با [ɪ] معتبر است، از این‌رو اندازه‌گیری‌ها تنها برای

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

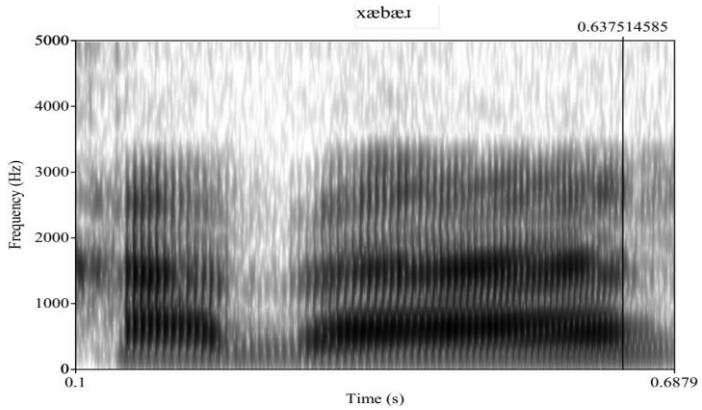
این واج‌گونه گزارش می‌شود.



شکل ۲. طیف‌نگاشت واژهٔ «رژیم» که در آن ر-آوا به صورت گونهٔ ناسوده تولید شده است.

Figure 2. Spectrogram of the word "reʒim" in which [ɹ] is produced as approximant

شکل (۳) نمونه‌ای از تولید گونهٔ ناسودهٔ [r] را در کلمهٔ xæbæɹ در جایگاه پایانی واژه نشان می‌دهد که در آن [r] ساختار سازه‌ای دارد، ولی شدت انرژی سازه‌ها نسبت به جایگاه آغازین کم‌تر است.

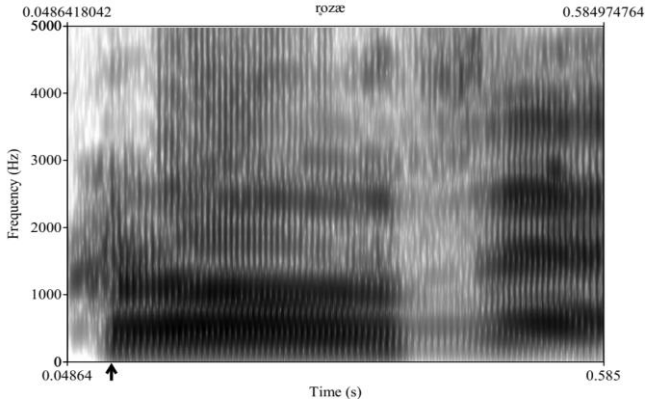


شکل ۳. طیف‌نگاشت واژهٔ «خبر» که در آن ر-آوا به صورت گونهٔ ناسوده تولید شده است.

Figure 3. Spectrogram of the word "xæbæɹ" in which [ɹ] is produced as approximant

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

در شکل (٤) نمونه‌ای از ر-آواهای ترکی را در جایگاه آغازین به صورت گونهٔ لرزشی بی‌واک [r̥] نشان می‌دهد. با توجه به عدم ارتعاش تارآواها در محدودهٔ ایستایِ [r̥]، جریان هوا در مرحلهٔ باز ارتعاش به صورت غیرمتناوب و نامنظم از محل گرفتگی عبور می‌کند که پیامد آن نوفه‌ای‌شدنِ ساختار طیف فرکانسی [r̥] در فرکانس‌های میانی و بالا به‌دلیل تولید نوفه در چاکنای و محل گرفتگی است. در فرکانس‌های پایین (زیر ۱۵۰۰ هرتز) انرژی بیشتر به‌صورت سازه‌ای با شدت کم (به‌دلیل عدم ارتعاش تارآواها) تظاهریافته که ناشی از الگوی گرفتگیِ بازِ جلوی زبان است. با توجه به کوتاه‌بودنِ مرحلهٔ بستهٔ ارتعاش نوک زبان، این ناپیوستگیِ طیفی بر روی طیف‌نگاشت چندان مشخص نیست.

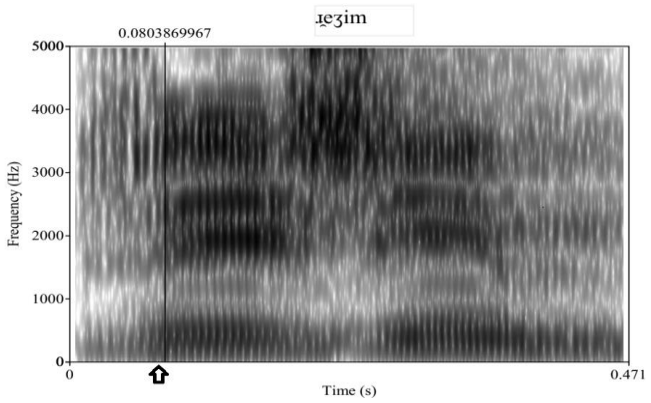


شکل ۴. طیف‌نگاشت واژهٔ «روضه» که در آن ر- آوا به صورت گونهٔ لرزشی بی‌واک تولید شده است. مرز پایان [r̥] با فلش نشان داده شده است.

Figure 4. Spectrogram of the word r̥oza in which [r̥] is produced as voiceless trill

تولید گونهٔ سایشی (واکدار) [ɹ̝] نیز مانند [r̥] با نوفه در محل گرفتگی همراه است. ولی نوفهٔ [ɹ̝]، با توجه به عدم ارتعاش نوک زبان و الگوی گرفتگیِ سایشِ جلوی زبان، پیوسته و شدت آن بیشتر است که پیامد آن در فضای آکوستیکی حضور انرژی نوفه‌ای در فرکانس‌های میانی و بالا (بالای ۱۸۰۰ هرتز) با شدت انرژی زیاد است. با توجه به ارتعاش تارآواها، انرژی (منظم) در فرکانس‌های پایین [ɹ̝] حضور دارد. شکل (٥) نمونه‌ای از تولید واجگونهٔ سایشی [ɹ̝] را در آغاز کلمهٔ [ɹ̝eʒim] نشان می‌دهد.

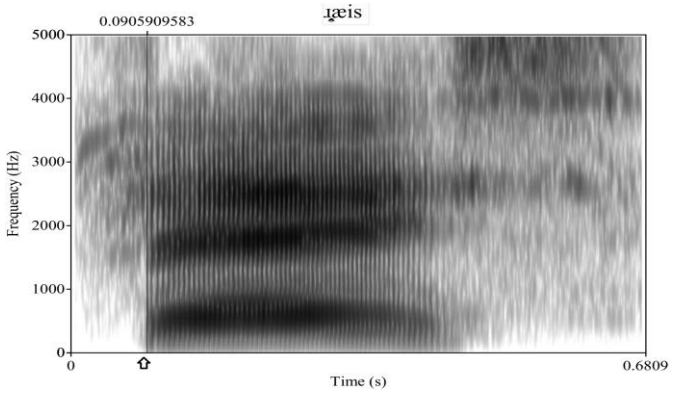
[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]



شکل ۵. طیف‌نگاشت واژهٔ «رژیم» که در آن ر-آوا به صورت گونهٔ سایشی واکدار تولید شده است.

Figure 5. Spectrogram of the word ɹeʒim in which [ɹ̝] is produced as voiced fricative

گونهٔ سایشی بی‌واک [ɹ̝] به لرزشی بی‌واک شباهت دارد. تنها تمایز سایشیِ واکرفتهٔ [ɹ̝] با [ɹ̊] حضور انرژی نوفه‌ای در فرکانس‌های میانیِ [ɹ̝] و شدت بیشتر طیف نوفهٔ فرکانس‌های بالای آن است. شکل (٦) طیف‌نگاشت کلمهٔ ɹæis̪ را نشان می‌دهد که در آن ر-آوای آغازین واژه به صورت گونهٔ سایشی بی‌واک [ɹ̝] تولید شده است.



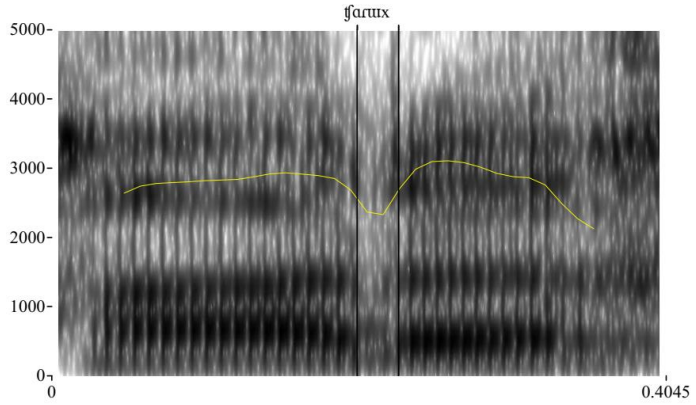
شکل ۶. طیف‌نگاشت واژه «رئیس» که در آن ر-آوا به صورت گونهٔ سایشی بی‌واک تولید شده.

Figure 6. Spectrogram of the word ɹæis̪ in which [ɹ̝] is produced as voiceless fricative

دیگر ر-آوای گونهٔ رایج در ترکی گونهٔ زنشی [ɾ] است که اغلب در جایگاه میان دو واکه دیده می‌شود.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

در تولید [ɾ] در محیط واکه‌ایِ VrV، چون نوک زبان فقط یک برخورد کوتاه و گذرا با لثهٔ بالا دارد (ثمره، ۱۳۸۶، ص.۶۸)، بنابراین تنها با یک چرخهٔ ارتعاش (شامل توالی افت قابل توجه انرژی و انرژی سازه‌ای) تولید می‌شود و از این رو دیرش زمانی آن در مقایسه با گونهٔ لرزشی [r] که با چندین مرتبه ارتعاش نوک زبان با لثه تولید می‌شود، به طور قابل توجهی کم‌تر است. همانند گونهٔ لرزشی، در تولید زنشی [ɾ] نیز انرژی بیشتر در نواحی فرکانسی ۰ تا ۳۰۰۰ هرتز متمرکز می‌شود. شکل (۷)، گونهٔ زنشی [ɾ]را در جایگاه بین‌واکه‌ای در کلمهٔ ʧɑɾɯx نشان می‌دهد. طول گیرش [ɾ] را در این واژه برابر با ۲۴ میلی‌ثانیه است که نشان‌دهندهٔ برخورد سریع دو اندام با یکدیگر است. اما مدت‌زمان بسته‌بودن تارهای صوتی بیشتر از مدت زمان بازبودن تارهای صوتی است. در این طیف‌نگاشت دو ناپیوستگی در حوزهٔ فرکانس برای [ɾ] مشاهده می‌شود که از طریق مرزبندی دو طرف قطعه [ɾ] در طیف‌نگاشت مشخص شده‌اند. وضوح کم‌تر ناپیوستگی‌های [ɾ] به‌دلیل گرفتگی کم‌تر نوک زبان و لثه در تولید آن است. میزان انرژی سازه‌های [ɾ] در مقایسه با انرژی سازه‌های واکهٔ مجاور بسیار کم‌تر است.



شکل ۷. طیف‌نگاشت واژهٔ «چاریخ» که در آن رـآوا به صورت گونهٔ زنشی تولید شده است.

Figure 7. Spectrogram of the word ‘ʧɑɾɯx’ in which [ɾ] is produced as flap

۴. تحلیل داده‌ها

۴-۱. جایگاه آغازین واژه

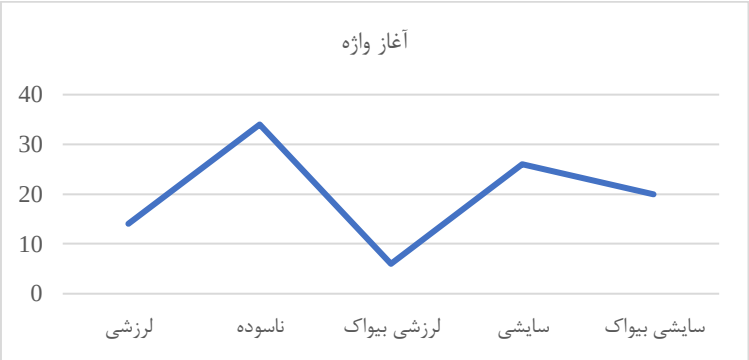
در این جایگاه واجگونه‌های لرزشی واکدار [r]، ناسوده/واکه‌گونه [ɹ]، لرزشی بی‌واک [r̥]، سایشی [ɹ̝] و

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

سایشی بی‌واک [ɹ̥] از این همخوان مشاهده شده است. فراوانی وقوع گونه‌ها، توزیع فرکانس سازه‌ها قبل از واکه‌های پسین و پیشین و نیز افراشته و افتاده و همچنین مقادیر دیرش گونه‌ها در این بخش ارائه می‌شود.

در جایگاه آغازین از ٦٠ نمونهٔ آوایی بیشترین فراوانی مربوط به شیوهٔ تولید ناسوده با فراوانیِ ٣٤ درصد است. تولید سایشی در جایگاه آغازین و قبل از واکه پس از ناسوده‌ها با اختلاف کمی از آن‌ها دارای بیشترین فراوانی (٢٦) است. ١٩/٦ درصد داده‌ها به صورت سایشی بی‌واک، ١١/٧٦ درصد لرزشی و ٥/٩ درصد داده‌ها لرزشی بی‌واک تولید شده‌اند که این گونهٔ آخری کم‌بسامدترین شیوهٔ تولیدی در جایگاه آغازین واژه است. [r] آغازین در هیچ موردی زنشی تولید نشده و از این رو فراوانیِ گونهٔ زنشی در این جایگاه برابر با صفر است.

جایگاه آغازین برای مشخص کردن شیوهٔ تولید جایگاه معتبری است، چرا که در این جایگاه، همانند جایگاه میانی، تأثیر همخوان قبل و بعد وجود ندارد و به علاوه این همخوان در جایگاه آغازین، همانند جایگاه پایانی دچار کاهش تولیدی نمی‌شود. از آنجا که تولید سایشی [ɹ̥] در جایگاه آغازین و قبل از واکه با اختلاف کمی از ناسوده‌ها دارای بیشترین فراوانی است، بنابراین می‌توان شیوهٔ تولید این همخوان در جایگاه آغازین واژه در زبان ترکی آذری معیار را ناسوده و سایشی در نظر گرفت. مطابق شکل (٨) وضعیت واکداریِ چهار شیوهٔ تولید ر-آواها در جایگاه آغازین به این صورت است که گونه‌های ناسوده همگی واکدار، گونهٔ سایشی واکدار و بی‌واک و گونهٔ لرزشی واکدار و بی‌واک هستند.

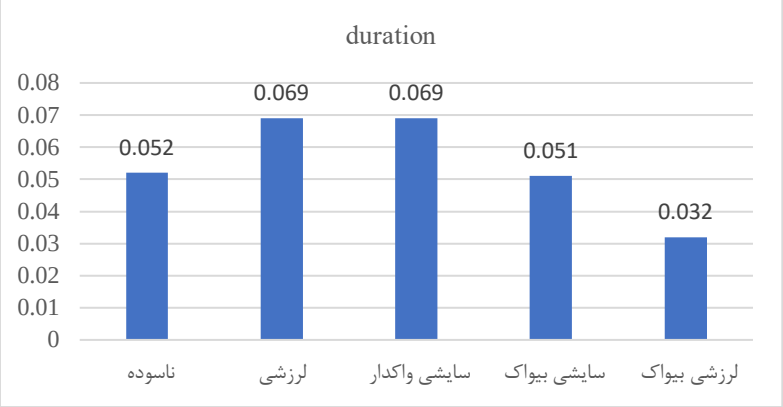


شکل ٨. نمودار خطی فراوانی وقوع واجگونه‌های /r/ در جایگاه آغاز واژه

Figure 8. Graph of the frequency of occurrence of the word-initial [r]

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

شیوه‌های تولید متفاوت ر-آواها در جایگاه آغازین دارای دیرش متفاوتی نیز هستند. شکل (۹) میانگین مدت زمان تولید واجگونه‌های ر-آواها در جایگاه آغازین واژه را نشان می‌دهد. مطابق شکل گونه‌های لرزشی و سایشی واکدار بیشترین میزان دیرش و گونه لرزشی بی‌واک کم‌ترین میزان دیرش را دارند.

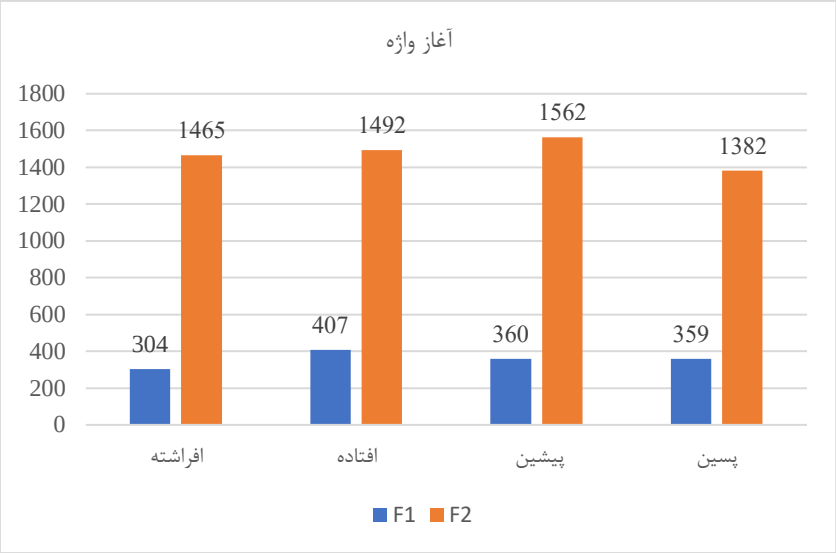


شکل ۹. میانگین مدت زمان تولید گونه‌های ر-آواها در جایگاه آغازین واژه

Figure 9. Average values of rhotic duration in word-initial position

میانگین مقادیر فرکانس سازه‌های اول تا سومِ نمونه‌های آواییِ تولیدشدهٔ [ɪ] در جایگاه آغازین بعد از تمامی واکه‌ها حاکی از آن است که فرکانس اولین سازه حدوداً ۳۵۷ هرتز، فرکانس دومین سازه ۱۵۱۴ هرتز و فرکانس سازهٔ سوم ۲۴۳۲ هرتز می‌باشد. شکل (۱۰) میانگین مقادیر فرکانس سازه‌های F1 و F2 [ɪ] به عنوان هم‌بسته‌های اصلی کیفیت رساها را نشان می‌دهد که میانگین مقادیر پارامتر F1 (هم‌بستهٔ آکوستیکی سطح ارتفاع زبان) [ɪ] در مجاورت واکه‌های افراشته ۳۰۳ هرتز و در مجاورت واکه‌های افتاده ۴۰۷ هرتز است. میانگین مقادیر پارامتر F2 (هم‌بستهٔ آکوستیکی پیشین پسین) [ɪ] در مجاورت واکه‌های پسین ۱۳۸۲ هرتز و در مجاورت واکه‌های پیشین ۱۵۶۲ هرتز است.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]



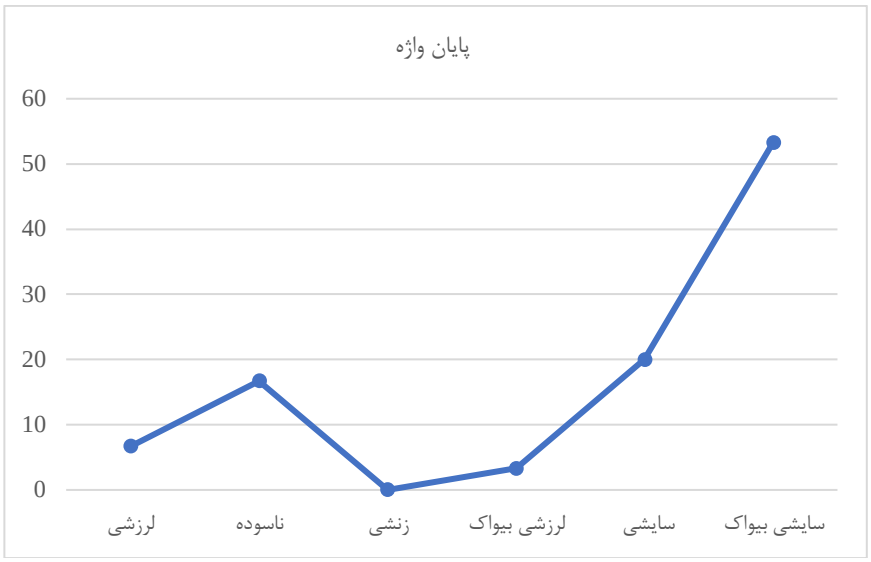
شکل ۱۰: میانگین مقادیر پارامتر F1 و F2 گونهٔ ناسوده [ɹ] در جایگاه آغازین قبل از واکه‌ها

Figure 10: Average values of F1 and F2 parameters of approximant [ɹ] in initial position before vowels

۴-۲. پایان واژه بعد از واکه

ر-آواها در جایگاه پایانی پس از واکه، به سه شیوهٔ تولید سایشی، ناسوده و لرزشی تظاهر آوایی دارند. در این جایگاه، هیچ موردی به صورت زنشی تولید نشده و فراوانیِ این گونه برابر با صفر است. محل وقوع گونهٔ واکرفته در پایان واژه بعد از واکه‌ها و در میان واژه قبل از همخوان‌های بی‌واک و در میان واژه بعد از همخوان‌های واکدار و بی‌واک گزارش شده است (ثمره، ۱۳۸٦؛ احمدی و علی‌نژاد، ۱۳۹٦؛ گوکسل و کرسلیک، ۲۰۰۵؛ لده‌فوگد و مدیسون، ۱۹۹٦). بنابراین انتظار می‌رود ر-آواها در بافت‌های ذکرشده واکرفته باشد. از ٦۰ نمونهٔ آوایی ۳۲ نمونه به شیوهٔ سایشی بی‌واک تولید شدند. در این جایگاه، به طور مشخص، بیش از سه‌چهارم داده‌ها با شیوهٔ تولید سایشی واکدار و بی‌واک تولید شده‌اند. مطابق شکل (۱۱) سه گونهٔ ناسوده، سایشی واکدار و سایشی بی‌واک در این جایگاه به ترتیب با فراوانی وقوع ۱٦/۷، ۲۰ و ۵۳/۳ تظاهر آوایی دارند.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

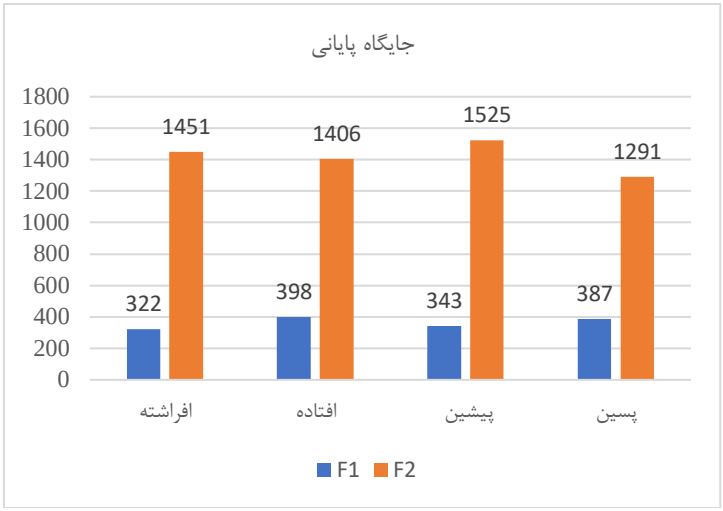


شکل ۱۱: نمودار خطی فراوانی وقوع گونه‌های ر-آواها در جایگاه پایان واژه

Figure 11: Graph of the frequency of occurrence of rhotics in word-final positions

میانگین مقادیر فرکانس سازه‌های اول تا سومِ نمونه‌های آواییِ تولیدشدهٔ [ɹ] در جایگاه پایانی حاکی از آن است که فرکانس اولین سازه به طور متوسط حدود ۳۶۵ هرتز، فرکانس دومین سازه ۱۴۰۸ هرتز و فرکانس سازهٔ سوم ۲۳۰۴ هرتز است. شکل (۱۲) میانگین مقادیر پارامتر F1 و F2 همخوان [ɹ] را در جایگاه پایانی به صورت تابعی از سطح ارتفاع (افتاده و افراشته) و محل قرارگیری بدنه زبان (پسین و پیشین) نشان می‌دهد. چنانکه ملاحظه می‌شود مقادیر فرکانس سازهٔ اول [ɹ] تحت تأثیر سطح ارتفاع زبان و نیز مقادیر فرکانس سازهٔ دوم تحت تأثیر محل قرارگیری زبان به‌طور قابل توجهی تغییر کرده‌اند.

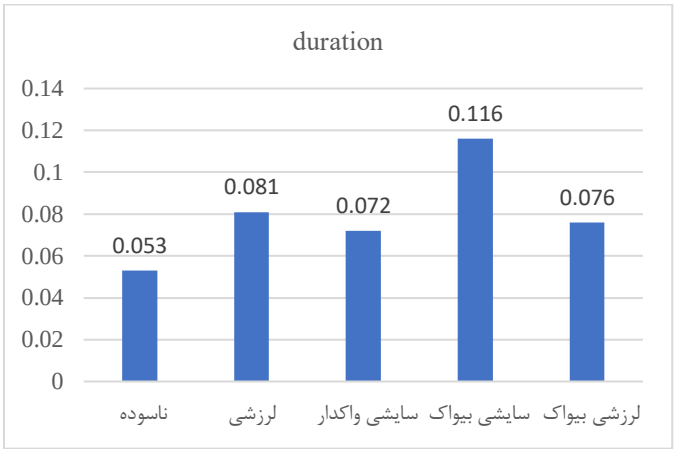
[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]



شکل ۱۲: میانگین مقادیر پارامتر F1 و F2 گونهٔ ناسوده [ɹ] در جایگاه پایانی پس از واکه‌ها

Figure 12: Average values of F1 and F2 parameters of approximant [ɹ] in final position after vowels

شیوه‌های تولید متفاوت [r] دارای دیرش متفاوتی نیز هستند. شکل (۱۳) میانگین مدت زمان تولید گونهٔ‌های همخوان [r] در جایگاه پایانی واژه را نشان می‌دهد. گونهٔ سایشی بی‌واک با مدت زمان تولید ۰.۱۱۶ میلی‌ثانیه بیشترین دیرش و گونهٔ ناسوده با مدت زمان تولید ۰.۰۵۳کم‌ترین دیرش را دارند.



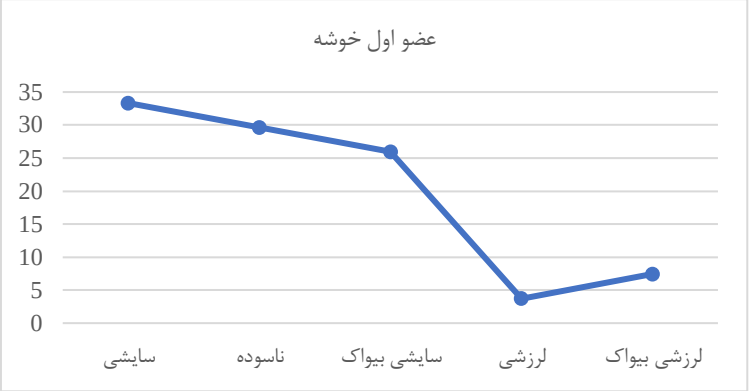
شکل ۱۳. میانگین مدت زمان تولید گونهٔ‌های همخوان [r] در جایگاه پایان واژه

Figure 13. Average duration of production of rhotics in word-final position

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

۴-۳. عضو اول خوشه

در زبان ترکی که ساخت هجایی‌اش هماهنگ با اصل توالی رسایی است همخوان‌های روان همواره عضو اول خوشه دوهمخوانی در پایانه هجا هستند. همانطور که شکل ۱۴ نشان می‌دهد توزیع گونه‌های مختلف ر-آواها در جایگاه پایان واژه پس از واکه و عضو اول خوشهٔ پایانی واژه شباهت دارد. به طوری که در هر دو جایگاه بیشترین مقدار فراوانی وقوع مربوط به گونهٔ سایشی و سپس ناسوده است. و کم‌ترین مقدار مربوط به زنشی و لرزشی واکدار است.



شکل ۱۴. نمودار خطی فراوانی وقوع گونه‌های /r/ ر-آواها در جایگاه پایان واژه، عضو اول خوشه

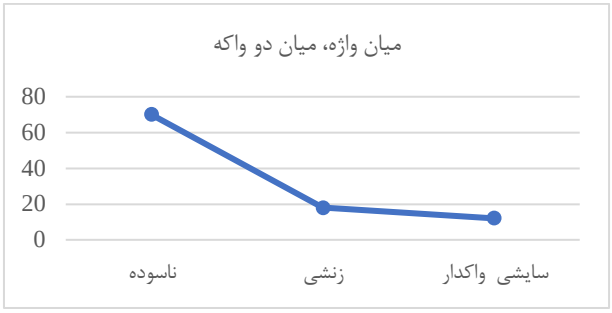
Figure 14: Graph of the frequency of occurrence of rhotics in word-final positions, the first consonant of the cluster

۴-۴. جایگاه میانی

۴-۴-۱. بافت میان واکه

همانطور که شکل (۱۵) نشان می‌دهد ر-آواها در جایگاه میان دو واکه، سه شیوهٔ تولید ناسوده، زنشی و سایشی واکدار تظاهر آوایی دارند. بیشترین درصد شیوهٔ تولید ر-آواها در جایگاه بین واکه‌ای مربوط به شیوهٔ تولید ناسوده با فراوانی ۷۰ درصد است. و کم‌ترین درصد شیوهٔ تولید مربوط به شیوهٔ تولید سایشی واکدار با فراوانی ۱۲ درصد است.

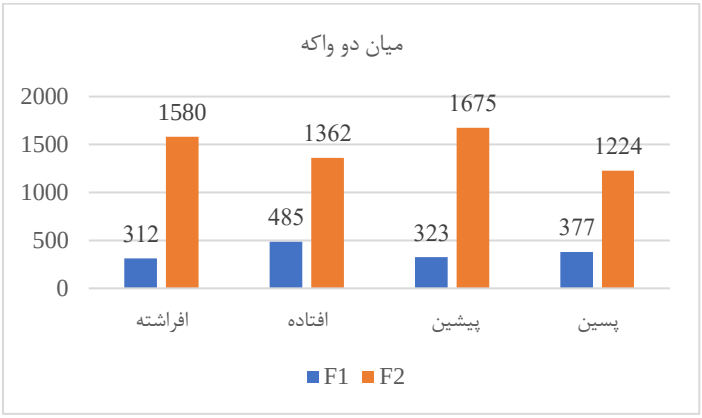
[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]



شکل ۱۵. نمودار خطی فراوانی وقوع گونه‌های ر-آواها در جایگاه میان واژه، میان دو واکه

Figure 15: Graph of the frequency of occurrence of rhotics in the middle of the word, between vowels

شکل (۱۶) اندازه‌گیری میانگین مقادیر فرکانس سازه‌های F1 و F2 [ɹ] را در بافت بین دو واکه افراشته، دو واکه افتاده، دو واکهٔ پسین و دو واکهٔ پیشین نشان می‌دهد. میانگین مقادیر پارامتر F1 [ɹ] در مجاورت واکه‌های افراشته ۳۱۲ هرتز و در مجاورت واکه‌های افتاده ٤٨٥ هرتز است. بنابراین اختلاف فرکانس سازهٔ اول این همخوان در میان دو واکه افتاده نسبت به دو واکهٔ افراشته ۱۷۳ هرتز بیشتر است. میانگین مقادیر پارامتر F2 [ɹ] در مجاورت واکه‌های پسین ۱۲۲٤ هرتز و در مجاورت واکه‌های پیشین ١٦٧٥ هرتز است. بنابراین اختلاف فرکانس سازهٔ دوم این همخوان در میان دو واکهٔ پیشین نسبت به دو واکهٔ پسین ٤٥١ هرتز بیشتر است.



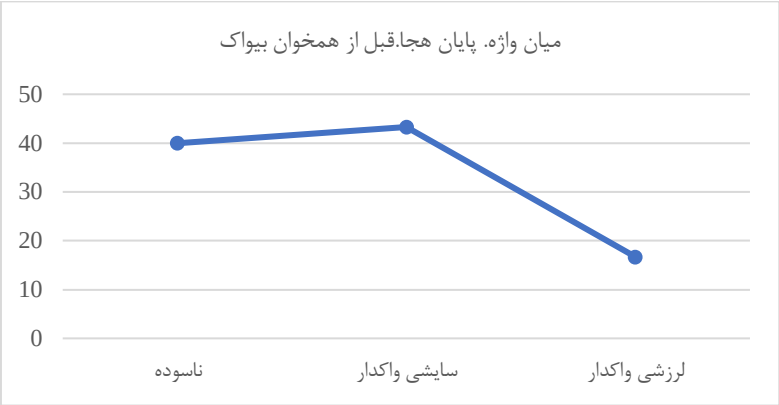
شکل ۱۶. میانگین مقادیر پارامتر F1 و F2 همخوان [ɹ] در جایگاه میان دو واکه

Figure 16: Average values of F1 and F2 parameters of [ɹ] in between vowels

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

۴-۴-۲. بافت پایان هجا قبل از همخوان بی‌واک

در محیط آوایی Vr.C همخوان‌های انفجاری بی‌واک، سایشی بی‌واک و انفجاری‌سایشی بی‌واک در هجای دوم پس از ر-آواها واقع شدند. ر-آواها با سه شیوهٔ تولید سایشی واکدار، ناسوده، لرزشی واکدار تولید شده است که همگی واکدارند. این خود نشان‌دهندهٔ تغییرپذیریِ بسیار این همخوان در محیط ذکر شده است. مطابق شکل (۱۷) شیوهٔ تولید سایشی واکدار با فراوانی وقوع بیش از ۴۳ درصد دارایِ بیشترین فراوانی است. شیوهٔ تولید لرزشی واکدار از فراوانیِ بسیار کمی برخوردارند.



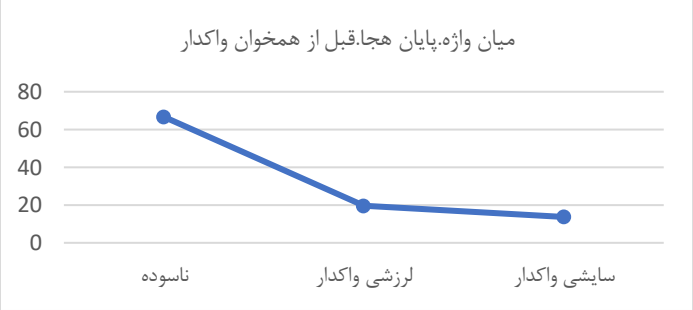
شکل ۱۷. نمودار خطی فراوانی وقوع واجگونه‌های ر-آواها در بافت قبل از همخوان بی‌واک

Figure 17: Graph of the frequency of occurrence of rhotics in before voiceless consonant

۴-۴-۳. بافت پایان هجا قبل از همخوان واکدار

همانطور که شکل (۱۸) نشان می‌دهد سه شیوهٔ تولید سایشی واکدار، ناسوده و لرزشی واکدار در محیط میان واژهٔ پایان هجا قبل از همخوان واکدار ایجاد شده است. شیوهٔ تولید ناسوده با فراوانی ٦٦/٧ بیشترین و سایشی واکدار با فراوانی ۱۳/۷ کم‌ترین فراوانی را دارند. نمونه‌های «ر» لرزشی در داده‌های پژوهش حاضر بسیار اندک است. زیرا واژه‌هایی که در آن‌ها «ر» مشدد واقعی مثل درّه و مشدد غیرواقعی مثل «در راه» باشد وجود نداشت.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

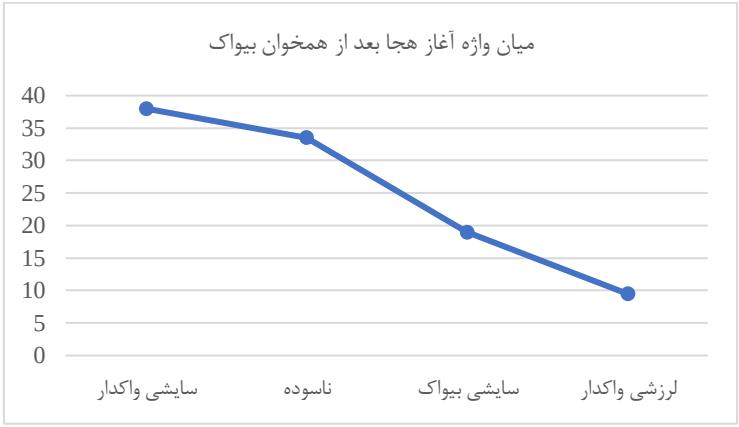


شکل ۱۸: نمودار خطی فراوانی وقوع واجگونه‌های ر-آواها در بافت قبل از همخوان واکدار

Figure 18: Graph of the frequency of occurrence of rhotics in before voiced consonant

۴-۴-۴. بافت آغاز هجا بعد از همخوان بی‌واک

در محیط آوایی آغاز هجا بعد از همخوان‌های بی‌واک سایشی، انفجاری و انفجاری‌سایشی شیوه تولید سایشی واکدار با فراوانی ۳۸ درصد بیشترین و لرزشی واکدار با فراوانی ۹/۵ درصد کم‌ترین فراوانی وقوع را دارد.



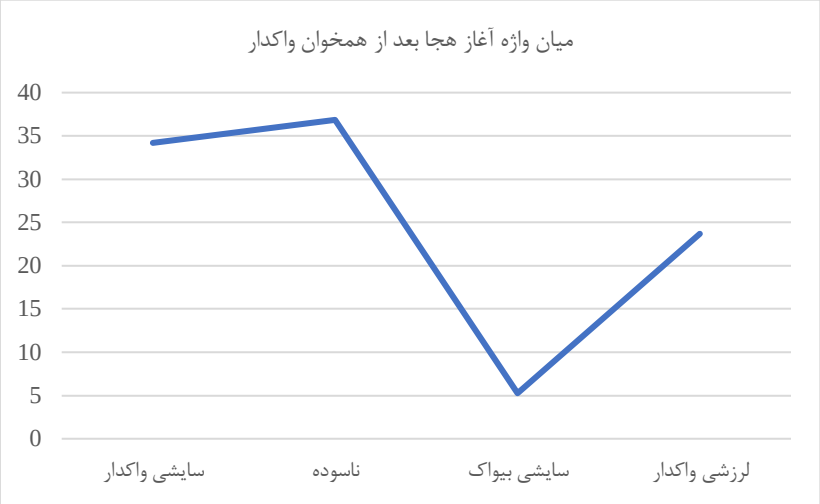
شکل ۱۹: نمودار خطی فراوانی وقوع واجگونه‌های ر-آواها در بافت بعد از همخوان بی‌واک

Figure 19: Graph of the frequency of occurrence of rhotics in after voiceless consonant

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

۴-۴-۵. بافت آغاز هجا بعد از همخوان واکدار

در محیط آوایی آغاز هجا بعد از همخوان‌های واکدار شیوهٔ تولید ناسوده تقریباً با ۳۷ درصد فراوانی وقوع بیشترین شیوه تولید در این جایگاه است. شیوهٔ تولید لرزشی واکدار [r] در تمامی جایگاه‌ها جز جایگاه بین دو واکه تظاهر آوایی دارد اما فراوانی وقوع آن بعد از همخوان‌های واکدار نسبت به دیگر بافت‌های آوایی بیشتر است.



شکل ۲۰: نمودار خطی فراوانی وقوع واجگونه‌های ر-آواها در بافت بعد از همخوان واکدار

Figure 20: Graph of the frequency of occurrence of rhotics in after voiced consonant

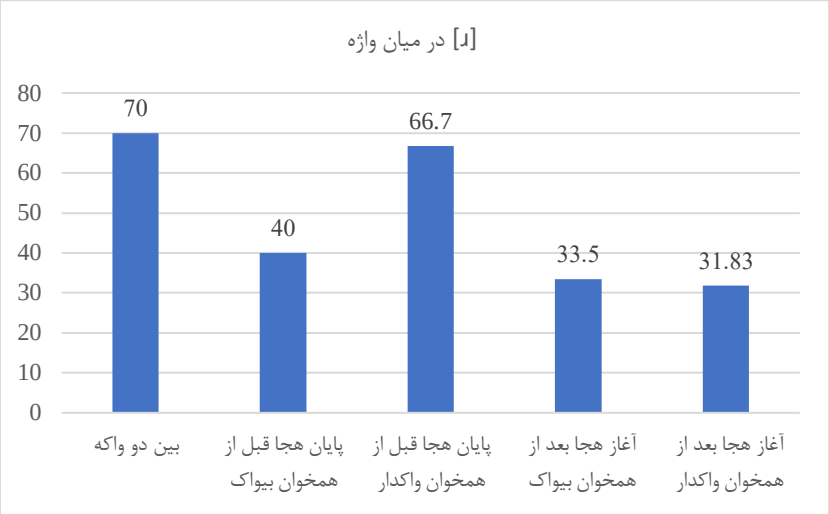
به‌طور کلی در جایگاه میانی، گونهٔ زنشی کم‌ترین توزیع را دارد و فقط در میان دو واکه تظاهر آوایی دارد. و برخلاف آن گونهٔ لرزشی واکدار تنها در بافت آوایی میان دو واکه تظاهر آوایی ندارد. گونهٔ سایشی بی‌واک فقط در آغاز هجا-بعد از همخوان‌های واکدار و بی‌واک تظاهر آوایی دارد. از طرفی دیگر گونه‌های سایشی واکدار و ناسوده توزیع کامل دارند و در همه بافت‌های آوایی میان واژه تظاهر آوایی دارند با این تفاوت که گونهٔ سایشی واکدار در پایان هجا قبل و بعد از همخوان‌های بی‌واک بیشترین فراوانی وقوع دارد و گونهٔ ناسوده در در پایان هجا قبل و بعد از همخوان‌های واکدار بیشترین

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

فراوانی وقوع را دارد.

۴-۴-۶. فرکانس سازه‌های ناسوده در جایگاه میانی

در جایگاه میانی [ɪ] ناسوده در تمام بافت‌هایِ آواییِ مربوط به این جایگاه با فراوانیِ وقوع متفاوت تولید شده است. شکل (۲۱) فراوانی نسبی [ɪ] در بافت‌های آوایی میان واژه را نشان می‌دهد. شیوهٔ تولید ناسوده در بافت آوایی بین دو واکه با فراوانی ۷۰ درصد بیشترین و در بافت‌های آوایی آغاز هجا بعد از همخوان‌های واکدار و بی‌واک با فراوانی ۳۲ و ۳۳ درصد کم‌ترین فراوانی وقوع را دارد.

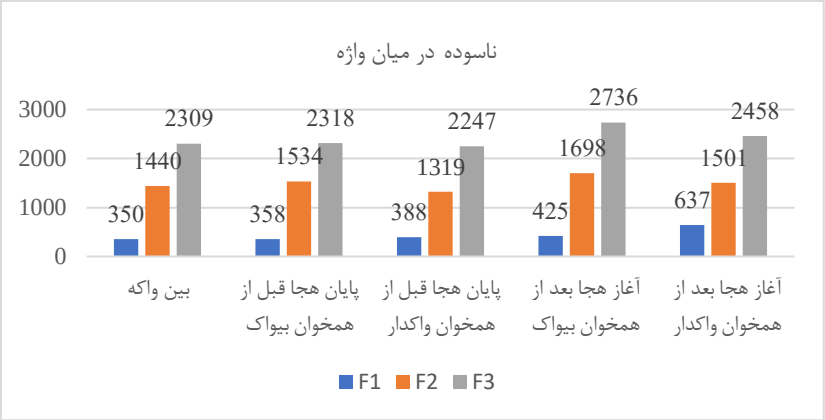


شکل ۲۱: فراوانی نسبی وقوع [ɪ] در بافت‌هایِ آواییِ میان واژه

Figure 21: Graph of the Relative frequency of occurrence of [ɪ] in interword phonetic contexts

بررسیِ فرکانس سازه‌هایِ [ɪ] در بافت‌هایِ آواییِ متفاوت، میزان تأثیر این بافت‌ها بر مقادیر فرکانس‌ها را نشان می‌دهد. همانطور که شکل (۲۲) نشان می‌دهد در بافت بین واکه‌ای میانگین مقادیر سازه‌های اول در قطعه ایستای [ɪ] کم‌تر از سایر جایگاه‌هاست و میانگین مقادیر سازه‌های دوم و سوم آن نیز (جز بافت قبل از همخوان واکدار) کم‌تر از سایر جایگاه‌هاست. مقادیر سازه‌های دوم و سوم در بافت بعد از همخوان بی‌واک بیش از دیگر بافت‌های آواییِ دیگر است.

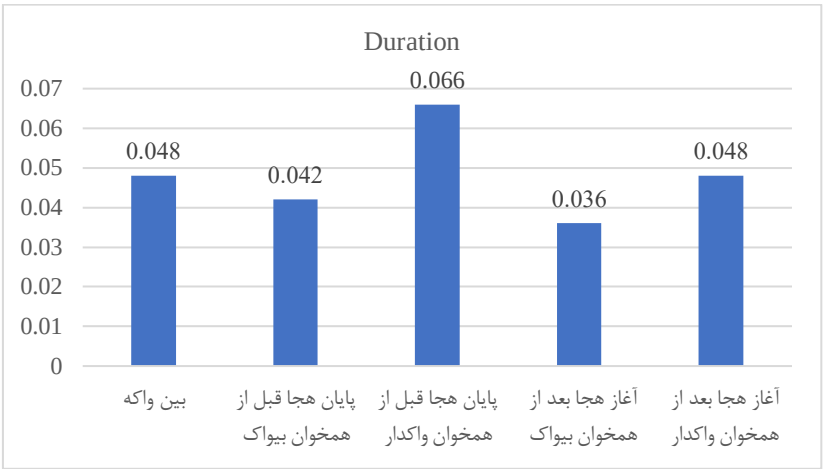
[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]



شکل ۲۲: فرکانس سازه‌های [ɪ] در بافت‌های آوایی میان واژه

Figure 22: Graph of the formants' frequencies of [ɪ] in interword phonetic contexts

شکل (۲۳) نشان می‌دهد که بیشترین میانگین مقادیر دیرش این همخوان در بافت آوایی قبل از همخوان واکدار و کم‌ترین آن قبل و بعد از همخوان بی‌واک است.

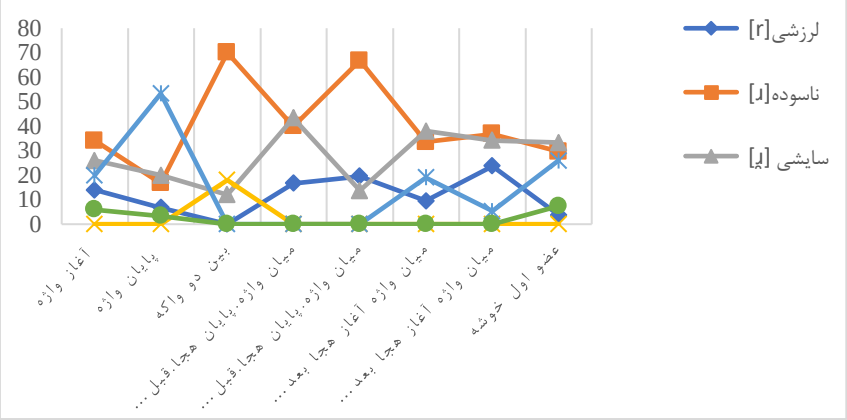


شکل ۲۳: میانگین مقادیر دیرش [ɪ] در بافت‌های آوایی میان واژه

Figure 23: Average values of [ɪ] duration in interword phonetic contexts

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

شکل ۲٤. نمودار خطی فراوانی وقوع واجگونه‌های ر-آواها در جایگاه‌های هدف آزمایش را نشان می‌دهد. شیوهٔ تولید ر-آواها در جایگاه‌های پایان هجا قبل از همخوان بی‌واک، آغاز هجا بعد از همخوان بی‌واک، و عضو اول خوشه بعد از همخوان واکدار سایشی واکدار و با اختلاف بسیار کم ناسوده است. شیوهٔ تولید ر-آواها پایانی و عضو اول خوشه بعد از همخوان بی‌واک، سایشی بی‌واک و با اختلاف کم سایشی است. در جایگاه میانی (میان دو واکه) شیوهٔ تولید ناسوده و با فراوانی کم‌تر زنشی است. تنها در این بافت شیوهٔ تولید زنشی دارای بیشترین فراوانی است. شیوهٔ تولید ر-آواها در جایگاه‌های آغاز واژه، پایان هجا قبل از همخوان واکدار و آغاز هجا بعد از همخوان واکدار ناسوده است. درحقیقت در دو بافت آوایی بین دو واکه و قبل از همخوان واکدار شیوهٔ ناسوده با اختلاف فراوان از دیگر شیوه‌ها دارای بیشترین فراوانی است و بنابراین می‌توان در این بافت‌های آوایی شیوهٔ تولید ر-آواها را ناسوده دانست. داده‌های این پژوهش منطبق با یافته‌های صادقی که شیوه تولید همخوان «ر» فارسی را لرزشی معرفی کرده نیست، زیرا شیوهٔ تولید لرزشی در تمامی بافت‌ها در این پژوهش دارای فراوانی کم‌تر از ناسوده و سایشی است.



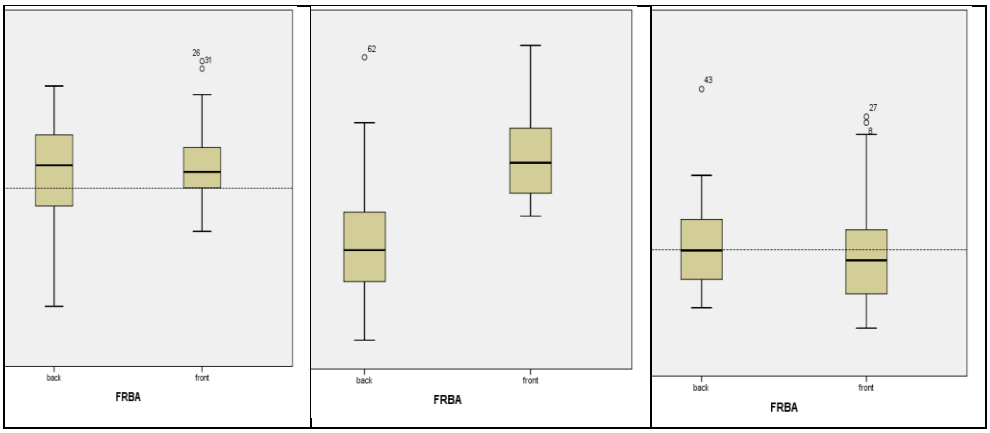
شکل ۲۴: نمودار خطی فراوانی وقوع واجگونه‌های [r] در جایگاه‌های هدف آزمایش

Figure 24: Graph of the frequency of occurrence of [r] allophones in various positions

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

۵. تحلیل آماری

برای مقایسهٔ اثر بافت واکه‌ای پیشین و پسین[۱۹] در دو جایگاه قبل از واکه و بعد از واکه[۲۰] بر فرکانس هر یک از سازه‌های اول، دوم و سوم از آزمون تی دو گروه مشابه استفاده شد. همانطور که نمودار (۱) نشان می‌دهد تفاوت معناداری بین فرکانس سازه اول [ɪ] در جایگاه پیش از واکه‌های پیشین و فرکانس سازه اول پیش از واکه‌های پسین وجود ندارد ($t=-.907$، $df=63$، $p=0.368$). همچنین تفاوت معناداری بین فرکانس سازه سوم [ɪ] در جایگاه پیش از واکه‌های پیشین و فرکانس سازه سوم پیش از واکهٔ پسین وجود ندارد ($t=954$، $df=63$، $p=0.344$). از طرفی دیگر آزمون تی مستقل نشان داد تفاوت معناداری بین فرکانس سازهٔ دوم همخوان [ɪ] در جایگاه پیش از واکه‌های پیشین و فرکانس سازهٔ دوم [ɪ] پیش از واکه‌های پسین وجود دارد ($t=6.695$، $df=63$، $p<0.001$).



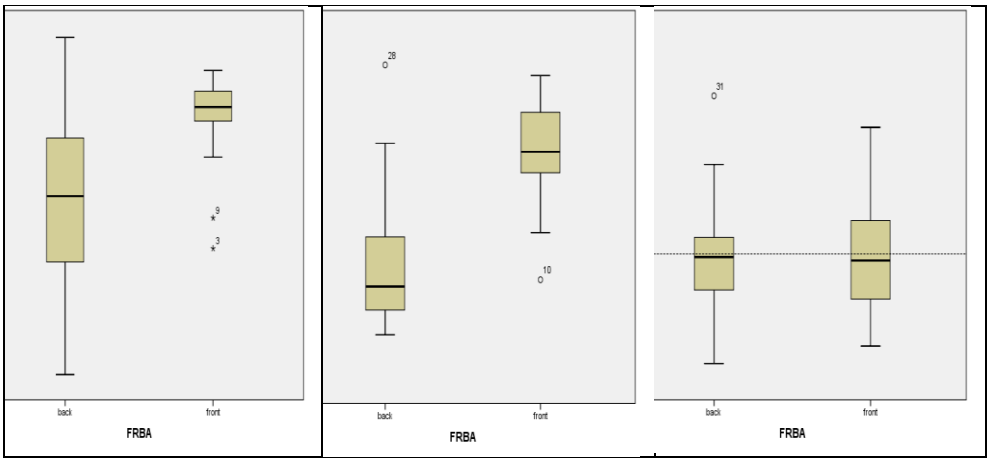
نمودار ۱: متوسط مقادیر F1 (راست)، F2 (وسط)، و F3 (چپ) [ɪ] پیش از واکه‌های پیشین و پسین

Chart 1: Average values of F1 (right), F2 (middle), and F3 (left) of [ɪ] before front and back vowels

مطابق نمودار (۲) آزمون تی مستقل نشان داد تفاوت معناداری بین فرکانس سازهٔ اول همخوان [ɪ] در جایگاه پس از واکه‌های پیشین و فرکانس سازهٔ اول [ɪ] پس از واکه‌های پسین وجود ندارد ($t=0.302$، $df=54$، $p=0.764$). اما تفاوت معناداری بین فرکانس سازهٔ دوم همخوان [ɪ] در

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

جایگاه پس از واکه‌های پیشین و فرکانس سازهٔ دوم [ɹ] پس از واکه‌های پسین وجود دارد (p<0.001، df=54، t=8.110). و همچنین تفاوت معناداری بین فرکانس سازه‌های سوم همخوان [ɹ] در جایگاه پس از واکه‌های پیشین و سازهٔ سوم [ɹ] پس از واکه‌های پسین وجود دارد (p<0.001، df=40.382، t=4.552) که نشانهٔ افت فرکانس سازهٔ سوم در واکهٔ پسین گرد است.

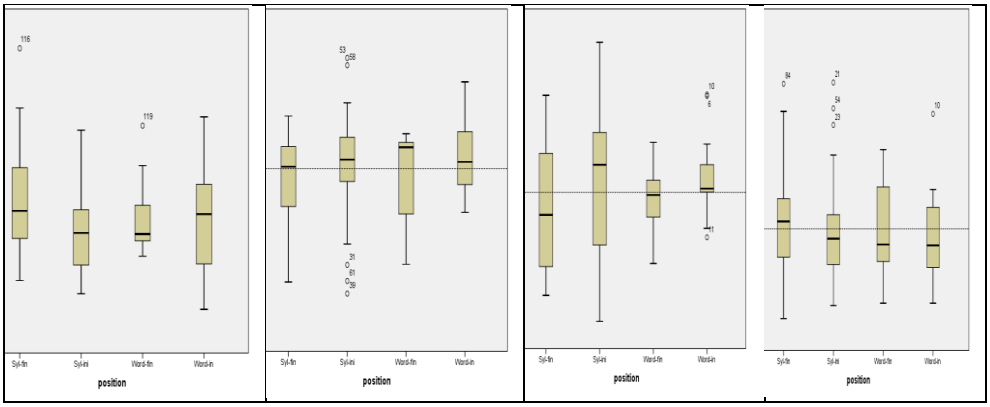


نمودار ۲: متوسط مقادیر F1 (راست)، F2 (وسط)، و F3 (چپ) [ɹ] پس از واکه‌های پیشین و پسین

Chart 2: Average values of F1 (right), F2 (middle), and F3 (left) of [ɹ] after front and back vowels

برای مقایسهٔ اثر جایگاه (آغاز واژه، پایان واژه، میان واژه-آغاز هجا و میان واژه پایان هجا) به‌عنوان متغیر مستقل بر فرکانس سازه‌های اول، دوم، سوم و نیز دیرش [ɹ] از آزمون تحلیل واریانس استفاده شد. نمودار (۳) نشان می‌دهد تاثیر متغیر جایگاه بر فرکانس اول براساس مقدار آزمون F (F(3,122) =0.735; p=0.533) و بر فرکانس دوم ((F(3,122)=1.663; p=0.179)، و بر فرکانس سازهٔ سوم (F(3,120) =1.352; p=0.261) معنادار نیست. اما بر عامل دیرش (F(3,121) =3.729; p=0.013) معنادار است.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]



نمودار ۳. متوسط مقادیر F1، F2، F3 و دیرش [ɪ] در آغاز واژه، پایان واژه، میان واژه درآغاز هجا و میان واژه در پایان‌هجا

Chart 3: Average values of F1, F2, F3 and duration of [ɪ] at the beginning of a word, at the end of a word, in the middle of a word

برای به‌دست آوردن تفاوت معناداری جایگاه [ɪ] از آزمون‌های تعقیبی بونفرونی[۲۱] استفاده شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد اختلاف مقادیر F1 ، F2 و F3 همخوان [ɪ] بین هیچ یک از جایگاه‌ها ($p=1.000$)، معنادار نیست؛ از طرفی دیگر اختلاف مقادیر دیرش [ɪ] تنها در بین دو جایگاه آغاز هجا و پایان هجا ($p=0.007$)، معنادار است.

مطابق با نتایج تحلیل‌های آماری کای اسکور، اختلاف فراوانی گونه‌های ناسوده، لرزشی، زنشی، سایشی واکدار و سایشی بی‌واک همخوان «ر» در جایگاه میان واژه (آغاز و پایان هجا) ($\chi^2 >160;\ p<0.001$ در تمامی موارد) معنادار است. فراوانی گونه‌های ناسوده، لرزشی، سایشی واکدار و سایشی بی‌واک ر-آواها در جایگاه آغاز واژه اختلاف معنادار ندارند ($\chi^2 <4.660;\ p=0.198$ در تمامی موارد)؛ ولی اختلاف گونهٔ سایشی (اعم از واکدار و بی‌واک) با دیگر گونه‌های «ر-آوا» در آغاز واژه مطابق با آزمون‌های تحلیل آماری کای اسکور معنادار است ($\chi^2>8.340;\ p<0.015$ در تمامی موارد). فراوانی گونه‌های ناسوده، لرزشی، سایشی واکدار و سایشی بی‌واک در جایگاه پایان واژه اختلاف معناداری دارند ($\chi^2 >30.552;\ p<0.001$ در تمامی موارد).

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

۶. بحث و بررسی

میانگین مقادیر پارامتر F1 و F2 همخوان [ɪ] به صورت تابعی از سطح ارتفاع (افتاده و افراشته) و محل قرارگیری بدنهٔ زبان (پسین و پیشین) در جایگاه پایانی پس از واکه‌ها نشان‌دهندهٔ آن است که اختلاف مقادیر فرکانس سازهٔ اول [ɪ] در مجاورت واکه‌های افتاده ۷۶ هرتز بیشتر از واکه‌های افراشته است که این میزان تحت تأثیر سطح ارتفاع زبان تغییر کرده است. و اختلاف مقادیر فرکانس سازهٔ دوم در مجاورت واکه‌های پیشین ۲۳٤ هرتز بیش از واکه‌های پسین است که این میزان تحت تأثیر محل قرارگیری زبان به‌طور قابل توجهی تغییر کرده است. مطابق تحقیقات انجام‌شده در زبان فارسی شیوهٔ تولید سایشی در جایگاه پایانی دارایِ بیشترین فراوانی است. همچنین ثمره (۱۳۸٦) تولید ر-آوها را در بافت پایان واژه و بعد از واکه‌های پیشین همراه با سایش می‌داند، در حالی که در زبان ترکی شیوهٔ تولید سایشی تنها محدود به واکه‌های پیشین نمی‌شود. همچنین برخلاف نتایج به‌دست آمده از تحقیق شکری (۱۳۹۱) مدت زمان دیرش توالی سایشی در زبان ترکی بیشتر از شیوهٔ تولید ناسوده است.

برخلاف نظر ثمره (۱۳۸٦، ص.٦۹) و تحلیل شکری (۱۳۹۱)، در زبان آذری کیفیت آوایی /ɾ/ در بافت /VCV/ متأثر از نوع واکه مجاور نیست به طوری که /ɾ/ در هر دو محیط واکه‌های افراشته و افتاده با شیوه‌های سایشی و ناسوده تولید می‌شود. به عبارتی در زبان ترکی آذری شیوه تولید سایشی در محیط واکه‌های [±پسین]، [±افراشته] تولید می‌شود و محدود به واکهٔ خاصی نمی‌شود.

ثمره (۱۳۸٦، ص.۱۹) تولید همخوان /ɾ/ در میان واژه بعد از همخوان‌های واکدار و بی‌واک را همراه با سایش می‌داند. نتایج این پژوهش دربارهٔ زبان ترکی با آراء ثمره مطابقت دارد. همانطور که شکل‌های (۱۹ و ۲۰) نشان می‌دهد بیشترین فراوانی وقوع در این بافت‌ها مربوط به شیوهٔ تولید سایشی (با اختلاف کم از ناسوده) است. اما در بافت قبل از همخوان بی‌واک و واکدار برخلاف آرای ثمره هیچ گونهٔ واکرفته‌ای مشاهده نشد همچنین یافته حاضر مطابق با نظر مدرسی‌قوامی (۱۳۹٤، ص.٤۳۳) است از این نظر که ظهور «ر» سایشی بی‌واک محدود به جایگاه پس از همخوان بی‌واک نیست و این همخوان در جایگاه آغاز هجا پس از همخوان واکدار نیز مشاهده شد.

دیرش «ر-آوا» قبل از همخوان‌های واکدار بیشتر از دیرش «ر-آواهایی» است که قبل از همخوان‌های بی‌واک تولید شده‌اند. این یافته منطبق با نتایج بی‌جن‌خان (۱۳۹۲، ص.۲۳۹) است.

مقایسهٔ میانگین مقادیر فرکانس‌های «ر» ناسوده [ɪ] ترکی با میانگین فرکانس سازه‌های اول تا

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

سوم «ر» ناسوده فارسی بدست آمده از تحلیل مدرسی قوامی (۱۳۹٤، ص.٤٤٠) در تمامی بافت‌های آوایی نشان می‌دهد که این همخوان در دو زبان مورد نظر از نظر سازهٔ اول تفاوت قابل ملاحظه‌ای ندارند (متوسط ٤١٣ هرتز برای فارسی و ٤٣١ هرتز برای ترکی) این امر نشان می‌دهد که گویشوران هر دو زبان این همخوان را با یک میزان از بازبودن مجرای گفتار تولید کرده‌اند و اگر این همخوان در ترکی، ناسوده است در فارسی نیز ناسوده تلفظ می‌شود. همچنین تفاوت اندک در سازه‌های دوم (١٤١٧ هرتز برای فارسی و ١٤٩٨ هرتز برای ترکی) و سازه‌های سوم (٢٣٦٠ برای فارسی و ٢٤١٣ هرتز برای ترکی) این همخوان نشان می‌دهد که گویشوران زبان ترکی همانند گویشوران فارسی «ر» را در جایگاه پیشین (لثوی) تولید کرده‌اند و نوک زبان در تولید این همخوان دخالتی ندارد.

۷. نتیجه

در این پژوهش با بررسی و مشاهدهٔ الگوی توزیعِ شدت انرژی بر روی فرکانس‌ها در هر جایگاه، موارد وقوع هر واج‌گونه شناسایی و فراوانی آن محاسبه شد. نتایج نشان داد در زبان ترکی واجگونه اصلی ر-آواها در میان واژه ناسوده و در آغاز و پایان واژه سایشی است. این گونه‌ها در سطح وسیعی از بافت‌های واکه‌ای و همخوانی و جایگاه‌های نوایی آغاز، میان و پایان واژه با فراوانی قابل ملاحظه‌ای تولید می‌شوند. در واقع تناوب دو گونهٔ ناسوده و سایشی با یکدیگر یک تناوب آزاد و وابسته به گویشور است، زیرا فراوانی آن‌ها در اغلب موارد به یکدیگر نزدیک است. برای مثال همهٔ گویشوران «ر» آغازین در واژه «رژیم» را لرزشی تولید نکردند یکی از گویشوران سایشی و دیگری ناسوده تولید کرده است. علاوه‌بر آن‌ها گونه‌های زنشی، لرزشی، لرزشی بی‌واک، نیز در زبان ترکی تظاهر آوایی دارند، ولی تولید آن‌ها تا حد زیادی وابسته به بافت آوایی و جایگاه واژه است. گونهٔ لرزشی در آغاز، پایان واژه، بعد و قبل از همخوان‌ها تولید می‌شود که بیشترین فراوانی وقوع آن در جایگاه میان واژه قبل یا بعد از همخوان است. لرزشی بی‌واک در آغاز و پایان واژه تولید می‌شود. لرزشی بی‌واک در میان تمامی گونه‌ها کم‌ترین فراوانی را دارد. این گونه فقط در پایان واژه و عضو اول خوشه در پایان واژه، تظاهر دارد.

نتایج به دست آمده همچنین نشان داد F1 [ɪ] با میزان تنگیِ مجرایِ گذرِ هوا در ارتباط است. واکه‌هایِ افتاده محیطی را ایجاد می‌کنند که در آن فاصلهٔ اندام‌هایِ فراگویی از یکدیگر بیشتر می‌شود، ر-آواها در مجاورت این واکه‌ها با مجرایِ گذرِ هوایِ بازتری تولید می‌شود. در جایگاه آغازین واژه

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

میزان فرکانس سازهٔ اول [I] در مجاورت واکه‌هایِ افتادهٔ تقریباً ۱۰۳ هرتز بیشتر از میزان همان سازه در مجاورت واکه‌هایِ افراشتهٔ است. به عبارتی تغییر مقادیر فرکانس سازهٔ اول تحت تأثیر واکه‌های افتاده و افراشته به دلیل تأثیر میزان تنگی مجرای عبور هواست. میزان فرکانس سازهٔ دوم [I] در مجاورت واکه‌هایِ پیشین ۱۸۲ هرتز بیشتر از میزان همان سازه در مجاور واکه‌های پسین است. تغییر مقادیر فرکانس سازهٔ دوم تحت تأثیر واکه‌های پسین و پیشین به‌دلیل جایگاه گرفتگی (جایگاه تولید یک آوا) در مجرای دهان در ارتباط است. یافته‌های مربوط به جایگاه آغاز واژه با تحقیقات انجام‌شده در زبان فارسی (صادقی، ۱۳۹۰؛ ثمره، ۱۳۸٦؛ شکری، ۱۳۹۱) مطابقت ندارد، زیرا بعضی از این گونه‌ها همچون لرزشی بی‌واک و سایشی بی‌واک در فارسی در آغاز واژه مشاهده نمی‌شوند. از طرفی دیگر در آن پژوهش‌ها گونهٔ لرزشی بیشترین فراوانی وقوع را در جایگاه آغازین دارد.

۸. پی‌نوشت‌ها

۱. جایگاه آغاز واژه قبل از واکه (rais ،røv.za ،**r**ɑg.gɑs ،**r**yʃ.væ ،rɯ.zɑ)، جایگاه پایان واژه بعد از واکه (tæn.di**r** ،fi.ti**r** ،nɑ.xɯ**r** ،xe.ji**r** ،hy.næ**r** ،nø.cæ**r** ،ʃo.fe**r** ،gæ.hæ**r** ،xæ.bæ**r** ،ʃæ.cæ**r** ،dzi.jæ**r**)، جایگاه میان واژه–میان واکه (to**r** ،pej.sæ**r** ،du.vɑ**r** ،bu.xu**r** ،pɑl.tɑ**r** ،nɑn.co**r** ،ʧu.pu**r** ʧy.ry**c**)، جایگاه میان واژهٔ آغاز هجا بعد از همخوان واکدار (ʧe.**r**i ،ʧɑ.**r**ɯɣ ،tɯ.**r**ɯx ،sɯ.**r**ɯx ،ʃu.**r**ɑɣ ،dzɯ.**r**ɯx ،sɑ.**r**ɯ ،xo.**r**uz ،tsø.**r**æc ،ɟi.**r**ov ،o.**r**udz ،xø.**r**æc ،hø.**r**yc ،cy.**r**æc ،sy.**r**y)، میان واژهٔ آغاز هجا بعد از همخوان بی‌واک (guj.**r**uɣ ،doɣ.**r**u ،døv.**r**æ ،has.**r**at ،pah.**r**iz)، جایگاه میان واژهٔ پایان هجا قبل از همخوان واکدار (xu**r**.mɑ ،co**r**.luɣ ،ʃo**r**.bɑ ،xɯ**r**.dɑ ،dæ**r**.zi ،næ**r**.ɟiz ،ʃo**r**.ɟøz ،ji**r**.mi ،jo**r**.gun ،gy**r**.bæt ،va**r**.luɣ ،hæ**r**.bæ ،bæ**r**.gæsd ،ʃi**r**.ni)، میان واژه پایان هجا قبل از همخوان بی‌واک (cy**r**.sy ،sæ**r** hæç ،se**r**.ʧæ ،to**r**.pɑɣ ،ju**r**.tɯɣ ،xɯ**r**.ʧɑ ،di**r**.sæc)، عضواول خوشه (dø**r**d ،hirs ،tsɯrp).

۲. گویشوران واژه‌های حاوی همخوان «ر»را در تکرارهای گوناگون به گونه‌های متفاوت تلفظ می‌کنند و حتی گاه یک گویشور «ر» را در یک واژهٔ واحد و در تکرارهای متفاوت به گونهٔ دیگری تلفظ می‌کند.

3. Shure
4. creative
5. wave editor
6. Boersma & Weenink
7. G. L. Lewis
8. J. Blaskovics
9. A. Göksel and C. Kerslake

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

10. K. Zimmer and O. Orgun
11. S. Nichols
12. rhotics
13. X. Zhou
14. I. Lehiste
15. R. Hagiwara
16. A. Behrman,
17. r-coloring

۱۸. سازهٔ سوم [ɪ] همچنین متأثر از وضعیت نوک زبان است. در تولید یک همخوان ناسوده برگشتی هر قدر نوک زبان بیشتر به عقب برگردد فرکانس سازهٔ سوم آن با کاهش بیشتری مواجه می‌شود. میزان کاهش F3 می‌تواند علاوه بر وضعیت نوک زبان (ر-آوای برگشتی)، در اثر برجسته‌شدن بدنهٔ زبان افراشتگی و انقباض نوک زبان، میزان برآمدگی و حرکت بدنهٔ زبان، عقب‌رفتن ریشهٔ زبان و در نتیجه تنگ‌شدن مجرای حلق و نیز گردشدن لب‌ها حاصل شود.

19. Front & back vowels
20. Prevocalic & postvocalic
21. Bonferroni

۹. منابع

- احمدی، ع.، و علی‌نژاد، ب. (۱۳۹۶). بررسی موج چاکنایی همخوان روان /r/ در زبان فارسی. *نشریهٔ پژوهش‌های زبان‌شناسی تطبیقی*، ۷(۱۴)، ۱۱۵-۱۳۳.
- بی‌جن‌خان، م. (۱۳۹۲) *نظام آوایی زبان فارسی*. تهران: سمت.
- ثمره، ی. (۱۳۸۶) *آواشناسی زبان فارسی: آواها و ساخت آوایی هجاها*، مرکز نشر دانشگاهی، ویرایش دوم.
- شکری، م. (۱۳۹۱) *تحلیل صوت‌شناختی روان‌ها در زبان فارسی معیار*. رسالهٔ کارشناسی‌ارشد، دانشگاه الزهرا.
- صادقی، و. (۱۳۹۰) تنوع واجگونه‌ای /r/ در زبان فارسی: مطالعهٔ آزمایشگاهی. *مجلهٔ انجمن زبان‌شناسی ایران: زبان و زبان‌شناسی*، ۱۰، ۱-۲۳.
- مدرسی‌قوامی. گ. (۱۳۹۴) دلایل آکوستیکی یک تحول آوایی. *جشن‌نامهٔ دکتر محمدرضا باطنی*. تهران: فرهنگ معاصر. ۴۱۵-۴۴۵.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

References

- Ahmadi, A., & Alinezhad, B. (2018). A study of the glottal wave of liquid consonant /r/ in Persian Language. *Comparative Linguistic Research*. 7(14), 115-133. Doi: 10.22084/rjhll.2017.10232.1587. [In Persian].
- Barry, W. J. (1997). Another R-tickle. *Journal of the International Phonetic Association, 27*(1-2), 35–45.
- Behrman, A. (2007). *Speech and voice science*. Plural Publication.
- Bijankhan, M. (2013). *Phonetic System of the Persian Language*. SAMT. [In Persian].
- Blaskovics, J. (1964). "R" Sessizinin Söylenişi. *X. Türk Dil Kurultayında Okunan Bilimsel Bildiriler*, 5–10. Türk Tarih Kurumu Basımevi.
- Boersma, P., & Weenink, D. (2021). *Praat: doing phonetics by computer* [Computer program]. Version 6.1.08, retrieved from http://www.praat.org/.
- Catford, J. C. (1977). *Fundamental problems in phonetics*. Edinburgh University Press.
- Comrie, B. (1997). *Turkish phonology*. In Alan S. Kaye (ed.), Phonologies of Asia and Africa, 883–98. Eisenbrauns.
- Dhananjaya, N. et al. (2012). Acoustic analysis of trill sounds. *Journal of Acoustic Society of America*, *131*, 3141-3152.
- Göksel, A., & Kerslake, C. (2005). *Turkish: A comprehensive grammar*. Routledge.
- Hagiwara, R. (1995). *Acoustic realization of American /r/ as produced by men and women.* Working Papers in Phonetics.
- Hayward, K. (2000). *Experimental phonetics.* Pearson Education Limited.
- Kopkallı, H. (1993). *A phonetic and phonological analysis of final devoicing in Turkish*. PhD dissertation, University of Michigan.
- Kornfilt, J. (1997). *Turkish*. Routledge.
- Ladefoged, P., & Maddieson, I. (1996). *The sounds of the world's languages*. Blackwell.
- Ladefoged, P. (2006). *A course in phonetics*. Thomson.
- Lehiste, I. (1962). *Acoustical characteristics of selected English consonants*.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]

Communication Sciences Laboratory.

- Lewis, G. L. (1967). *Turkish grammar*. Oxford University Press.
- Lindau, M. (1985). The story of 'r'. *Phonetic Linguistics*, *34*, 157–168.
- Maddieson, I. (1984). *Patterns of sounds*. Cambridge University Press.
- McGowan, R. S. (1992). Tongue-tip trills and vocal tract wall compliance. *Journal of the Acoustical Society of America*, *91*(5), 2903–2910.
- Modarresi Ghavami, G. (2015). Acoustic reason for the phonological development. *In Proceedings of Mohammad-Reza Bateni 's Memoirs Conference*. Farhangmoaser. PP: 415-445. [In Persian].
- Nichols, S. (2016). An acoustic study of the Turkish rhotic. Poster presented at the 5th International Workshop on *Phonetic, Phonological, Acquisitional, Sociolinguistic and Dialect-Geographic Aspects of Rhotics*, Leeuwarden, Netherlands, 18–20 May.
- Sadeghi, V. (2013). Variability in the production of the Persian trill consonant /r/. *Language and Linguistics*, *7*(14), 1-23. [In Persian].
- Shekari, M. (2012). *The acoustic analysis of liquids in Standard Persian.* M.A. dissertation, University of Alzahra University. [In Persian].
- Samare, Y. (2008). *Persian phonetics*. Iran University Press. [In Persian].
- Sole´, M. J. (2002). Assimilatory processes and aerodynamic factors. *Papers in Laboratory Phonology*, VII (C. Stevens, K. N. (1998). *Acoustic phonetics*. The MIT Press.
- Yavuz, H., & Balcı, A. (2011). *Turkish phonology and morphology (Türkçe Ses ve Biçim Bilgisi)*. Anadolu Üniversitesi.
- Zhou, X. (2011). *An MRI-based articulatory and acoustic study of American liquids /r/ and /l/*. Dissertation, University of Maryland.
- Zimmer, K., & Orgun, O. (2009). Turkish. *Journal of the International Phonetic Association*, *22*(1-2). 43–5.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-02-20]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1401.0.0.192.4]
[DOI: 10.48311/LRR.16.2.7]