

Comparing Fricative and Stop Consonants in the Cluster with Their Sequence at the Boundary of Compounding based on the Place of Articulation and Articulators

Pegah Aryaei

PhD Candidate of General Linguistics, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

Aleyeh Kord Zafaranlo Kambuziya*

Associate Professor of Linguistics, Linguistics Department, Faculty of Humanities Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

Arsalan Golfam

Associate Professor of Linguistics, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

Ferdows Agha Golzadeh

Professor of Linguistics, Linguistics Department, Faculty of Humanities, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

**Corresponding author, e-mail: akord@modares.ac.ir*

Abstract

One of the important issues in the phonotactics of Farsi vocabulary is how to put phonemes together and produce words with light and heavy syllables. The purpose of this study is to compare the fricative and stop sequences at the boundary of compounding in the compound and derivative-compound words with their clusters in simplex vocabulary. What are the differences between fricative and stop consonants in the cluster and sequence as for the place of articulation and articulators? In order to answer this question, 15446 compound and derivative-compound words and 14336 simplex words have been collected from Farsi dictionaries and the phonological information related to each word is examined. The results of data analysis indicates that: a) the total frequency of cluster with two articulators is about 5.25 times higher than with one articulator in clusters in simplex words, and at the compounding boundary, the total frequency with two articulator sequences is about 2.88 times higher than with one articulator; b) two-stop clusters are only heterorganic and two-stop sequences are of two types: heterorganic and contiguous; c) only in the fricative-stop clusters there are three kinds of, homorganic, heterorganic and contiguous clusters; in contrast, in three groups of sequences, all of these types of the heterorganic, homorganic and contiguous sequences are seen; d) as the number of other places of articulation increases between two members of the heterorganic cluster, the frequency of cluster production decreases. Such a decrease in frequency is seen only in two-stop and fricative-stop heterorganic sequences.

Keywords: Compound Word, Cluster, Homorganic Sequence, Heterorganic Sequence, Contiguous Sequence.

نشریه پژوهش‌های زبان‌شناسی

سال یازدهم، شماره دوم، شماره ترتیبی ۲۱، پاییز و زمستان ۱۳۹۸

تاریخ وصول: ۱۳۹۸/۳/۸

تاریخ اصلاحات: ۱۳۹۸/۵/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۳

صص ۱۳۹-۱۵۶

مقایسه همخوان‌های سایشی و انسدادی در خوشه با توالی آنها در مرز ترکیب بر اساس محل تولید و اندام‌های تولید فعال

* پگاه آریایی

** عالیه کرد زعفرانلو کامبوزیا

*** ارسلان گل‌فام

**** فردوس آقا گل‌زاده

چکیده

یکی از مسایل مهم در واج‌آرایی واژگان زبان فارسی نحوه قرارگیری واحدهای واجی در کنار هم و تولید واژه‌هایی با هجاهای سبک و سنگین است. هدف از این پژوهش مقایسه توالی‌های سایشی و انسدادی در مرز ترکیب در واژه‌های مرکب و مشتق-مرکب با خوشه آنها در واژگان بسیط است. همخوان‌های سایشی و انسدادی در خوشه و توالی با توجه به محل تولید و اندام‌های تولید فعال چه تفاوتی دارند؟ به منظور پاسخ به این پرسش ۱۵۴۴۶ واژه مرکب و مشتق-مرکب برای بررسی توالی و ۱۴۳۳۶ واژه بسیط برای بررسی خوشه از فرهنگ‌های فارسی جمع‌آوری شده و اطلاعات واج شناختی مربوط به هر واژه استخراج شده است. نتایج بررسی داده‌ها نشان می‌دهد: الف) در خوشه‌های سایشی و انسدادی در واژه‌های بسیط، بسامد کلی خوشه با دو اندام تولید فعال حدود ۵/۲۵ برابر بیشتر از تولید با یک اندام فعال و در مرز ترکیب، بسامد کلی توالی‌های دو اندامی حدود ۲/۸۸ برابر بیشتر از تولید با یک اندام فعال است. ب) خوشه‌های دوانسدادی تنها از نوع متباین و توالی‌های دوانسدادی، از دو نوع متباین و هم محل تولید هستند. ج) تنها در خوشه‌های سایشی-انسدادی سه نوع خوشه هم‌محل تولید، هم‌جوار و متباین دیده می‌شود، در مقابل در سه گروه از توالی‌ها هر سه نوع توالی متباین، هم‌محل تولید و هم‌جوار دیده می‌شود. د) هر چه تعداد محل‌های تولید دیگر، میان دو عضو خوشه متباین افزایش یابد، بسامد تولید کاهش می‌یابد؛ چنین کاهش بسامدی تنها در توالی‌های متباین دو انسدادی و سایشی-انسدادی دیده می‌شود.

کلیدواژه‌ها

واژه مرکب، خوشه، توالی هم‌محل تولید، توالی متباین، توالی هم‌جوار

pegah.aryae@gmail.com

a.kord@modares.ac.ir

golfamar@modares.ac.ir

aghagolz@modares.ac.ir

* دانشجوی دکتری دانشگاه تربیت مدرس

** دانشیار گروه زبان‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس (نویسنده مسؤل)

*** دانشیار گروه زبان‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس

**** استاد گروه زبان‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس

Copyright©2020, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they can't change it in any way or use it commercially.

Doi: 10.22108/jrl.2019.117268.1349

۱. مقدمه

ساخت هجا از جمله موضوعات مهم زبان‌شناسی است که تاکنون مورد توجه بسیاری از زبان‌شناسان ایرانی و غیرایرانی قرار گرفته است. هجا در زبان فارسی عبارت است از یک رشته آوایی پیوسته که از یک واکه و یک تا سه همخوان تشکیل می‌شود. واکه به منزله هسته هجا و همخوان حاشیه یا دامنه آن است. اجزای سازنده هجا طی یک فرایند تولیدی و بدون مکث تولید می‌گردد؛ لازمه وجودی هجا به هیچ عنوان معنی‌دار بودن آن نیست (ثمره: ۱۳۸۸، ۱۰۸-۱۱۲). در زبان فارسی در رو ساخت سه نوع هجا وجود دارد: CV، CVC و CVCC. کنارهم قرار گرفتن همخوان‌ها در درون یک هجا خوشه^۱ نامیده می‌شود. تشکیل خوشه‌های همخوانی تابع قوانینی است که جزیی از نظام آوایی زبان را تشکیل می‌دهند و از این رو انواع اجزای سازنده خوشه‌ها از نظر تولیدی، و نیز تعداد اجزای تشکیل‌دهنده، از زبانی به زبان دیگر متفاوت است. از لحاظ تعداد اعضاء، خوشه‌های زبان فارسی دو همخوانی هستند. توالی^۲‌های سه همخوانی فقط در محل اتصال دو هجا دیده می‌شوند و این هنگامی است که هجای اول از نوع CVCC باشد (ثمره، ۱۳۸۸: ۱۱۴). در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان همخوان‌ها را به لحاظ شیوه تولید به دو گروه گرفته^۳ و رسا^۴ تقسیم کرد. همخوان‌های گرفته با انسداد کامل یا تنگی قابل توجه مجرای گفتار همراه‌اند. ارتعاش پرده‌های صوتی جزء اصلی تولید همخوان‌های گرفته نیست. برخی از آنها واکدار و برخی بیواک‌اند. همخوان‌های گرفته شامل همخوان‌های انسدادی، سایشی و انسایشی می‌شود. در این پژوهش از میان ۲۳ همخوان زبان فارسی، ۱۵ همخوان شامل دو گروه طبیعی انسدادی {p, b, t, d, c, f, G, ?} و سایشی {f, v, s, z, ʃ, ʒ, χ, h} در خوشه و توالی همخوانی با هم مقایسه می‌شود. در واقع پرسش این پژوهش این است که: خوشه‌های همخوانی سایشی و انسدادی درون هجایی در واژه‌های بسیط زبان فارسی چه تفاوتی با توالی‌های همخوانی در مرز ترکیب به لحاظ تولیدی و واج‌آرایی دارند؟

۲. پیشینه پژوهش

بررسی زبان‌های مختلف نشان می‌دهد که هر زبانی برای آرایش واحدهای واجی خود، نظام خاصی دارد که به آن محدودیت‌های واج‌آرایی گفته می‌شود. پژوهشگران کوشش کرده‌اند که در تحقیقات خود به توصیف این قواعد و محدودیت‌ها پردازند و علت وجود آنها را در زبان کشف کنند. واژه را می‌توان بر مبنای ساختار درونی یعنی قابل تجزیه به تکواژها به انواع بسیط و غیر بسیط تقسیم کرد: (۱) بسیط (۲) غیر بسیط: الف) مشتق، ب) مرکب، ج) مشتق-مرکب، د) مکرر (شقاقی، ۱۳۸۹: ۳۵). برخی از مهم‌ترین آثاری که به بررسی رفتار توزیعی واج‌های زبان فارسی پرداخته‌اند از این قرارند:

ثمره (۱۹۷۷) رفتار توزیعی واج‌های زبان فارسی و ساختار واج‌شناختی هجا به لحاظ واحدهای توزیعی، واکه‌ها و همخوان‌ها را توصیف کرده است. ماهوتیان (۱۹۹۷) دستور زبان فارسی را از دیدگاه رده‌شناسی مورد بررسی قرار داده است. در این اثر توزیع همخوان‌ها، واکه‌ها، ساختار تکواژ، ساختار هجا و محدودیت‌های توزیع واج‌ها به صورت کلی

¹ cluster

² sequence

³ obstruent

⁴ sonorant

بررسی شده است. در بخش توزیع همخوان‌ها، در خصوص همخوان‌های آغاز و پایان واژه خاطر نشان شده است که همه همخوان‌ها را می‌توان در پایان واژه آورد، اما میزان وقوع آنها برابر نیست. در خوشه پایان واژه، اکثر طبقات همخوان‌ها می‌توانند با هم در یک خوشه قرار بگیرند، اما برخی خوشه‌ها رایج‌تر هستند. وی در خصوص خوشه‌های همخوانی میان واژه عنوان می‌کند که خوشه‌های میان واژه در واژگان یک تکواژی مجاز هستند. ثمره (۱۳۸۸) ویژگی‌های توزیعی آواهای زبان فارسی را بررسی کرده است. وی در بحث پیرامون محدودیت‌های حاکم بر خوشه‌های همخوانی عنوان می‌کند که شمار بالقوه خوشه‌های دو همخوانی با توجه به این که زبان فارسی دارای ۲۳ همخوان است عبارت است از: $۲۳ \times ۲۳ = ۵۲۹$. این تعداد فقط ممکن است در مرز بین دو واژه وجود داشته باشد، زیرا توالی دو همخوان در این محل تابع هیچ قاعده ساختی نیست و صرفاً بر مبنای تصادف صورت می‌گیرد و در نتیجه محدودیت همیشینی به صفر می‌رسد. وی در ادامه اضافه می‌کند که از مجموع ۵۲۹ خوشه بالقوه فقط ۳۳۱ خوشه می‌تواند در موضع اتصال دو هجا واقع شود و باز از این تعداد فقط ۲۰۵ خوشه می‌تواند در درون هجا قرار گیرد. در نتیجه بیشترین محدودیت تولیدی در مورد خوشه‌های درون هجایی اعمال می‌شود. اما در مرز دو هجا محدودیت تولیدی به مراتب کمتر است. منصور (۱۳۸۸) مباحث گوناگونی از جمله مقایسه گونه‌های زبانی و تأثیر میزان رسایی در ساختار هجا را مطرح کرده است. وی عنوان می‌کند که در زبان فارسی هر همخوانی می‌تواند در آغاز هجا و هر واکه‌ای می‌تواند در هسته هجا قرار گیرد؛ همچنین ترتیب قرار گرفتن همخوان‌ها در پایانه بر اساس ترتیب خاصی می‌باشد. در صورتی که دو همخوان در پایانه باشند، هر دو نمی‌توانند انسدادی باشند؛ یا باید هر دو غیرانسدادی باشند و یا یکی انسدادی و دیگری غیرانسدادی باشد. رحیمی، اسلامی و وزیرنژاد (۱۳۹۴) تغییرات رسایی در مرز هجاهای زبان فارسی را بررسی کرده‌اند. به این ترتیب که توالی‌های همخوانی در مرز هجا در بیش از پنجاه هزار واژه زبان فارسی استخراج شده و سطوح رسایی برای انواع همخوان‌ها به صورت: روان‌ها ۵، خیشومی‌ها ۴، سایشی‌ها ۳، انسایشی‌ها ۲، انسدادی‌ها ۱، تعریف شده است. سپس احتمال وقوع همخوان‌ها و باهم‌آیی همخوان‌ها در مرز هجاها یک بار با تحلیل داده‌های واژگان زبان فارسی و بار دیگر با تحلیل نمونه‌های پیکره^۱ زبان فارسی بررسی شده است. نتایج حاکی از آن است که تعداد نمونه‌های افت رسایی در مرز هجاهای واژگان زبان فارسی بیشتر رخ می‌دهد و همین گرایش به افت رسایی در پیکره زبان فارسی نیز دیده می‌شود.

کردزعفرانلو کامبوزیا و همکاران (۱۳۹۳) میزان رعایت قانون مجاورت هجا (SCL)^۲ در واژه‌های بسیط چندهجایی را بررسی کرده‌اند. به منظور انجام این پژوهش ۹۵۵۳ واژه بسیط چندهجایی از فرهنگ یک جلدی مشیری جمع‌آوری شده است. در داده‌های مذکور ۴۶۹۴ توالی همخوانی در مرز هجا استخراج شده و شیب رسایی در آنها محاسبه شده است. با توجه به نتایج این پژوهش، ۴۵٪ از توالی‌ها دارای افت رسایی است و در ۵۵٪ از توالی‌ها نقض SCL رخ داده است. همچنین، در ۶۸٪ از مجاورت‌های موجود در واژه‌های بسیط فارسی سره، افت رسایی در توالی‌های همخوانی صورت گرفته است. در نتیجه با وجود اینکه SCL در اکثر توالی‌های همخوانی فارسی سره رعایت می‌شود، به طور کلی مجاورت همخوان‌ها در مرز هجاهای واژه‌های بسیط بررسی شده، محدود به قانون مجاورت هجا نیست.

^۱ corpus

^۲ syllable contact law

۳. روش شناسی و چارچوب نظری پژوهش

این پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی است. داده‌ها به روش کتابخانه‌ای جمع‌آوری شده است. به منظور انجام این پژوهش، تعداد ۱۶۶۰ خوشه همخوانی در ۱۴۳۳۶ واژه بسیط و تعداد ۱۰۵۳۶ توالی همخوانی در ۱۵۴۴۶ واژه مرکب و مشتق-مرکب، شامل مقولات «اسم، صفت و قید» از فرهنگ ۸ جلدی سخن^۱ (انوری ۱۳۸۱) و دیگر فرهنگ‌های فارسی شامل فرهنگ مشیری (۱۳۶۹) و فرهنگ دوجلدی معین (۱۳۸۱) جمع‌آوری شده است. اطلاعات واج شناختی مربوط به هر واژه در نرم‌افزار اکسل ثبت و بررسی شده است. علت استفاده از این نرم‌افزار استفاده آسان و در دسترس بودن، انعطاف پذیری و قابلیت تطبیق زیاد، توان بالا در تجزیه و تحلیل داده‌ها، قابلیت بینظیر ساخت نمودارها، امکان فرمت‌بندی متغیرها و صرفه‌جویی در زمان است. این نرم‌افزار به میزان مناسبی می‌تواند در انجام کارهایی تکراری با پیش‌بینی رفتار کاربر به کاربران کمک نماید. اطلاعاتی که برای هر واژه ثبت شده عبارتند از: مقوله واژگانی، ریشه، بازنمایی روساختی و زیرساختی آوایی، ساخت هجایی (CVVCV...)، تعداد هجا، تعداد تکواژ، توالی همخوانی بین تکواژ اول و دوم تا تکواژ سوم و چهارم، عدد رسایی هر نوع توالی، خوشه همخوانی در هر هجا و عدد رسایی مربوط به آن و ... با توجه به این اطلاعات، جدول همخوانی که بسامد انواع خوشه‌ها و توالی‌های امکان‌پذیر در زبان فارسی را نشان می‌دهد رسم شده است. البته در این پژوهش قسمتی از جدول که مربوط به همخوان‌های سایشی و انسدادی است در قالب جدول (۱) ارائه شده است.

آواشناسان سنتی (لده فوگد، ۱۹۷۵: ۶) یازده محل تولید متمایز در طول دستگاه گفتار مشخص کرده‌اند. این محل‌های تولید عبارتند از: ۱- دولبی‌ها که توسط بست ایجاد شده در لب‌ها تولید می‌شوند؛ ۲- لب و دندانی‌ها که بست تولیدی توسط لب پایینی و دندان‌های بالا ایجاد می‌شود؛ ۳- (بین) دندانی‌ها که بست توسط تیغه زبان با پشت دندان‌های بالا صورت می‌گیرد؛ ۴- دندانی-لثوی‌ها بست توسط تیغه زبان و لثه صورت می‌گیرد؛ ۵- برگشتی^۲؛ ۶- لثوی-کامی‌ها که بست توسط تیغه زبان با سقف دهان در نقطه‌ای که به سمت نرم‌کام ختم می‌شود، تولید می‌شود؛ ۷- کامی؛ ۸- نرم‌کامی‌ها و ۹- پس نرم‌کامی‌ها^۳ (ملازی‌ها): دو دسته اخیر توسط بست در بدنه زبان تولید می‌شوند؛ ۱۰- حلقی‌ها^۴: ریشه زبان به دیواره عقبی حلق نزدیک می‌شود؛ ۱۱- حنجره‌ای‌ها^۵: از تارهای صوتی به عنوان اندام گفتار استفاده می‌شود. (کنستویچ: ۱۹۹۴، ۲۷).

در پژوهش‌های متأخر، محل‌های تولید با توجه به اندام تولید فعال^۶ تعریف می‌شود. این اندام‌های تولید به همراه مشخصه‌هایشان عبارتند از: ۱- لب‌ها: [گردی]؛ ۲- تیغه زبان: [پیشین^۷]، [توزیع^۸]؛ ۳- بدنه زبان (بدنه‌ای^۹): [پسین]،

^۱ این فرهنگ دارای ۸۰ هزار مدخل اصلی، ۴۰ هزار مدخل فرعی و ۱۷۰ هزار مثال است. مثال‌های ارائه شده در این فرهنگ از ۸۰۰ اثر منظوم و منثور جمع‌آوری شده است.

^۲ retroflex

^۳ postvelars (uvulars)

^۴ pharyngeals

^۵ laryngeals

^۶ articulator

^۷ anterior

^۸ distributed

^۹ dorsal

[افراشته]، [افتاده]؛ ۴-نرمکام: [خیشومی]؛ ۵-ریشهٔ زبان (ریشه‌ای^۱): [ATR]، [RTR]؛ ۶-حنجره یا چاکنای: [چاکنای گسترده^۴]، [چاکنای منقبض شده^۵]، [واکداری]، در مدل اندام فعال، ادعا می‌شود که مشخصه‌ها، فعالیت‌های ماهیچه‌ای مشخصی را کنترل می‌کنند. این دیدگاه با دیدگاه سنتی در تضاد است. در دیدگاه سنتی محل تولید به صورت بخشی از اندام گفتار در قالب مجموعه‌ای از نقاط یا حوزه‌ها بدون هیچ توجهی به اندام‌های تولید فعال در هر نقطه تصور می‌شد. در حالیکه مدل اندام تولید فعال ادعا می‌کند که شش اندام تولید فعال، عاملین اصلی در تولید گفتار هستند، نقاط مشخص در طول اندام گفتار می‌تواند اطلاعات بهتری در مورد روابط این اندام‌ها به دست دهد (کنستویچ: ۱۹۹۴، ۱۴۵). همچنین کتفورد (۲۰۰۲، ۷۹-۹۷) هشت محل تولید متمایز برای انواع همخوان‌ها در دهان معرفی کرده است: ۱- لبی ۲- دندانی- لثوی ۳- برگشتی ۴- کامی ۵- نرمکامی ۶- ملازی ۷- حلقی ۸- چاکنایی. کتفورد (۲۰۰۴) می‌نویسد: "توالی‌های دوهمخوانی بر اساس جایگاه تولیدشان به سه گروه تقسیم می‌شوند:

الف) توالی هم محل تولید^۶: دو همخوان توسط یک اندام تولید می‌شوند. این نوع توالی‌ها خود به شش گروه تقسیم می‌شوند: ۱- تشدید^۷ [ss] ۲- انسایشی [dz] ۳- انسایشی کناری [tl] ۴- رهش کناری [tl] ۵- رهش خیشومی [tn] ۶- انسدادی پیش خیشومی [nd]. «تشدید» اولین نوع از توالی‌های هم محل تولید است و از توالی دو آوای یکسان یا تقریباً یکسان تولید می‌شود: [kk] در book-cas در زبان انگلیسی توالی دو آوای یکسان نامیده می‌شود، اما اصطلاح تشدید در چنین مواردی به کار نمی‌رود؛ زیرا هر کدام از همخوان‌های مشابه به واژه یا تکواژ مستقل یا واحدهای معنادار جداگانه‌ای تعلق دارند. مثال‌هایی از تشدید واقعی را می‌توان در زبان‌هایی مانند عربی، ایتالیایی (کتفورد، ۲۰۰۲: ۱۰۶) و فارسی (کرد زعفرانلو کامبوزیا، ۱۳۸۵: ۳۱۶-۳۵۳) مشاهده کرد. توالی [kk] در book-case تشدید عارضی است که صوری است. در واقع در این توالی تولید ناقص روی می‌دهد. مثلاً در زبان ایتالیایی هنگامیکه دو صدای انسایشی در توالی با هم قرار می‌گیرند، بخش سایشی همخوان انسایشی اول سرکوب می‌شود. بنابراین وقتی که [dʒ] + [dʒ] در توالی با هم قرار می‌گیرند، اولین همخوان به [d] تنزل می‌یابد، مانند واژهٔ oggi به معنای «امروز» که به صورت [od dʒ] [d تلفظ می‌شود.

ب) توالی همجوار^۸: محل تولید دو آوا در یک اندام تولیدی، مجاور هم قرار دارد؛ طوری که بین آن دو، محل تولیدی شناخته شده دیگری وجود ندارد و اندام تولیدی نمی‌تواند آزادانه و به طور مستقل از بخش همجوار خود عمل کند. برای نمونه اندام تولیدی نرمکامی و کامی همجوار شناخته می‌شوند، زیرا قسمت‌های جلوی بدنهٔ زبان و عقب بدنهٔ زبان در تولید کامی‌ها و نرمکامی‌ها درگیر هستند. بنابراین به صورت همزمان نمی‌توان توالی‌های کامی و نرمکامی را بدون تاثیر بر یکدیگر تولید کرد. مثلاً در واژهٔ انگلیسی backyard دو همخوان نرمکامی و کامی [kj] دارای محل تولید همجوار شناخته می‌شوند و در تولید این واژه، محل تولید این دو همخوان به هم نزدیکتر می‌شود. از دیگر

¹ radical

² Advanced Tongue Root

³ Retracted Tongue Root

⁴ spread gl

⁵ constr gl

⁶ homorganic sequences

⁷ geminate

⁸ contiguous sequences

جفت‌های همجوار می‌توان به جفت «دولبی و لب و دندانی»، «لثوی و دندانی»، «لثوی و پس لثوی» اشاره کرد. ج توالی متباین^۱ (چند اندامی): اندام‌های تولیدی در آواهای متوالی، کاملاً متفاوت و مستقل از یکدیگر هستند. برای نمونه توالی [kp] در عبارت back part از نوع توالی‌های چند اندامی محسوب می‌شود، طوری که بین تولید نرمکامی [k] و دولبی [p] حداقل یک اندام تولیدی دیگر وجود دارد. در تولید نرمکامی [k] اندام تحتانی، عقب بدنه زبان است به سمت نرمکام افزاشته می‌شود و انسدادی [p] دارای محل تولید دولبی است (کتفورد: ۲۰۰۲: ۱۰۶-۱۱۰).

همانطور که می‌دانیم آواهای حلقی، برگشتی و نرمکامی در تقسیم‌بندی کتفورد ۲۰۰۲ و اندام‌های تولیدی فعال نرمکامی و ریشه‌ای در تقسیم‌بندی کنستوویچ (۱۹۹۴) در زبان فارسی کاربرد ندارد. در این پژوهش برای تحلیل داده‌ها، تلفیقی از دو دیدگاه نامبرده استفاده شده است. جهت محاسبه محل تولید همخوان‌های فارسی و تعیین سه نوع توالی یا خوشه «متباین، همجوار و هم محل تولید»، پنج محل تولید در تقسیم‌بندی کتفورد ۲۰۰۲ و جهت تعیین تعداد اندام‌های تولیدی فعال خوشه یا توالی، چهار اندام تولید فعال در تقسیم‌بندی کنستوویچ ۱۹۹۴، معیار سنجش است.

۴. ارائه و تحلیل داده‌ها

پس از استخراج اطلاعات موردنیاز از هر واژه، جدول بسامد خوشه‌ها و توالی‌ها، رسم شده است. تعداد ۱۶۶۰ خوشه در واژه‌های بسیط جمع‌آوری شده، موجود است. ازین تعداد ۶۵٪ یک هجایی، ۲۳٪ دو هجایی، ۸٪ سه هجایی و ۴٪ از داده‌ها را واژه‌های چهار، پنج و شش هجایی تشکیل می‌دهد. همچنین ۶۹٪ از واژه‌های بسیط دارای خوشه‌های انسدادی و سایشی، وام‌واژه، ۲۱ درصد فارسی سره و ۱۰ درصد قدیمی هستند. پس از بررسی واژه‌های مرکب و مشتق-مرکب، ۱۰۵۳۶ واژه، دارای توالی همخوانی یافت شده است. ۶۲٪ از این واژه‌ها مرکب و ۳۸٪ مشتق-مرکب است. در واژه‌های مرکب، با افزایش تعداد هجا، بسامد واژه‌ها کاهش می‌یابد و واژه‌های ۲ و ۳ هجایی بیشترین بسامد را دارند؛ اما در واژه‌های مشتق-مرکب، بیشترین بسامد مربوط به واژه‌های ۴ و پس از آن ۳ هجایی است. تعداد توالی‌های C_1C_2 یا به عبارتی توالی در مرز تکواژ اول و دوم بیشتر از دو نوع توالی C_2C_3 و C_3C_4 در مرز ترکیب است (علامت \$، مرز هجا را نشان می‌دهد).

همانطور که می‌دانیم واج‌های زبان فارسی از شش واژه و ۲۳ همخوان تشکیل شده است. با توجه به سه نوع هجا، شمار بالقوه هجاها در زبان فارسی ۷۶۳۱۴ خواهد بود. این عدد بر مبنای این فرض محاسبه شده است که در زنجیره همنشینی، هیچگونه محدودیتی در مورد قرار گرفتن واج‌ها در کنار هم، وجود نداشته باشد. اما در واقع وضع به این صورت نیست. زیرا هر آوا در زنجیره همنشینی، در مجاورت با آواهای دیگر دارای محدودیت یا فشار ساختی^۲ است. در نتیجه تعداد بالفعل هجاها که در ساختمان زبان شرکت دارند، حتی از یک دهم عدد یاد شده، کمتر خواهد بود (ثمره، ۱۳۸۸: ۱۱۱).

^۱ heterorganic sequences

^۲ structural pressure

جدول ۱: همخوان‌های زبان فارسی معیار (با توجه به تقسیم‌بندی کتفورد، ۲۰۰۲: ۷۹-۹۷ و کستووویچ، ۱۹۹۴: ۴۵ و ۲۷)

اندام تولید فعال	لبها		تیغه زبان			بدنه زبان		حنجره
	دولبی	لب و دندانی	دندانی	لثوی	پس لثوی	کامی	ملازی	
انسدادی	P b		t d			c ʒ	G	ʔ
سایشی		f v	ʃ ʒ s z				χ	h
انسایشی			tʃ dʒ					
تکریری-زنجشی			r					
خیشومی	m		n					
ناسوده کناری			l					
غلط (نیم‌واکه)						j		

جدول (۱) محل و شیوه تولید همخوان‌های موجود در زبان فارسی را نشان می‌دهد. اندام‌های تولید فعال در بخش‌های مختلف مجرای دهان مانع ایجاد می‌کنند و با توجه به نوع بست^۱ تولیدی، آواهای متفاوت زبانی تولید می‌شوند. در این میان اندام متحرک که با اندام دیگر بست تولیدی ایجاد کند، اندام تولیدی فعال نام دارد. براساس تقسیم‌بندی کستووویچ (۱۹۹۴: ۱۴۵ و ۲۷) از اندام‌های تولید فعال، چهار اندام تولید فعال در رابطه با همخوان‌های زبان فارسی داریم: ۱- لبها، ۲- تیغه زبان، ۳- بدنه زبان و ۴- حنجره و براساس تقسیم‌بندی کتفورد (۲۰۰۲: ۷۹-۹۷) پنج محل تولید اصلی: ۱- لبی ۲- ۲- دندانی- لثوی (شامل سه زیرشاخه) ۳- کامی ۴- ملازی ۵- چاکنایی. جدول (۱) با توجه به این دو دسته‌بندی و جدول همخوان‌های موجود در زبان فارسی رسم شده است.

با در نظر گرفتن ۲۳ همخوان زبان فارسی، شمار بالقوه خوشه‌های درون هجایی یا توالی‌های دو همخوانی در مرز هجا یا تکواژ، ۵۲۹ عدد است. جدول (۲) بسامد انواع توالی‌ها و خوشه‌های سایشی و انسدادی در زبان فارسی را نشان می‌دهد. در اولین ستون عمودی عضو اول توالی یا خوشه آورده شده است، عدد (۱) کنار هر همخوان به معنای توالی‌های آن همخوان و عدد ۲ مربوط به خوشه آن همخوان است. اولین ردیف افقی که حاوی همخوان‌های انسدادی و سایشی است، دومین عضو هر توالی یا خوشه را نشان می‌دهد. خانه‌های تیره، نشان‌دهنده خوشه‌های همخوانی ناموجود و خانه‌های خاکستری توالی‌های همخوانی ناموجود هستند.

پس از ارائه بسامد خوشه‌ها و توالی‌های سایشی و انسدادی، و محل تولید و اندام تولیدی فعال هر کدام در قالب جداول (۱) و (۲)، می‌توان چهار نوع خوشه یا توالی: الف) دو انسدادی ب) دو سایشی ج) انسدادی- سایشی د) سایشی- انسدادی را بررسی کرد.

۴-۱ خوشه‌ها و توالی‌های دوانسدادی

جدول (۳) انواع خوشه‌ها و توالی‌های دوانسدادی را نشان می‌دهد. در خوشه‌ها و توالی‌های دوانسدادی، تولید هر دو عضو به صورت مکانیسم بسته انجام می‌شود، به این ترتیب که در دو نقطه از دستگاه گفتار دو مانع بر سر راه عبور هوا به وجود می‌آید. این دو مانع ممکن است در طول یک اندام، مثلاً کام ایجاد شود مانند [cʃ] و یا در مکان دو اندام جداگانه، مثلاً لب‌ها و ملاز، مانند: [bG]. دو همخوان انسدادی [p, ʃ] به عنوان عضو اول و دوم خوشه‌های دو انسدادی بسامد صفر دارند.

^۱ stricture

جدول ۲: بسامد انواع خوشه‌های سایشی و انسدادی در واژه‌های بسیط و انواع توالی‌های سایشی و انسدادی در رمز ترکیب

$C_2 \backslash C_1$	p	t	c	ʔ	G	b	d	ɟ	f	s	ʃ	h	χ	v	z	ʒ
p_1			2			2	4	3		1	2		3			3
p_2										4						
t_1	80	28	114	8	9	108	83	99	22	59	42	5	10	3	12	54
t_2			2	1	1	2			4	2		3				1
c_1	39	25	49	6	5	50	54	10	17	49	14	5	37	5	28	
c_2		2								37						
$ʔ_1$	9	1	15			6	5	7		6	2		3	1	2	
$ʔ_2$						6	7		1	2	1					2
b_1	38	19	58		8	41	84	50	12	37	35	2	69	3	32	1
b_2		6	1	4	1		1			2	2	4	1	1	5	
d_1	75	20	62	8	11	85	46	71	19	69	27	17	64	3	30	
d_2				2	1	1			1	3	1	1		1	1	
$ɟ_1$	16	6	18	1	2	28	35	4	3	28	7	2	13		19	
$ɟ_2$																
G_1	32	9	27		3	29	41	22	6	19	11		20	2	1	
G_2		3		3		1	6		2	3	1	1		1	4	
f_1	11	2	28			15	16	16	2	10	9		15		6	
f_2		35	1	4	2		1			4	4		1	3	5	
s_1	10	3	26		3	33	21	18		4	6	1	30	2	9	
s_2	1	76	6	1	2	10	3		5			2	2			
$ʃ_1$	32	37	44	2	12	51	44	25	11	30	7	8	51	4	13	
$ʃ_2$	1	23	16		2	1		1	2				1	1		
h_1	24	10	23	2	2	26	30	27	7	20	12	1	20	2	12	
h_2		4	1		1		6		4	2	2			4	1	
$χ_1$	6	7	22		2	12	23	8	2	9	3	3	5	1	7	
$χ_2$		12							1	5	10			1	1	
v_1	8	3	7	1	1	13	18	10	1	24	6		13		8	
v_2		2		2	6	2	1		3	3	1	1			6	
z_1	38	6	38	1	4	38	39	42	9	9	12	2	36	3	5	
z_2				2	3	2	4		2					2		
$ʒ_1$	6	2	4			4	9	2	1	4			6		2	
$ʒ_2$																

عدد (۱) کنار هر همخوان:

عضو توالی

عدد (۲) کنار هر همخوان:

عضو خوشه

توالی ناموجود

خوشه ناموجود



جدول ۳: انواع خوشه‌های دوانسدادی در واژه‌های بسیط و توالی‌های دوانسدادی در مرز ترکیب

ردیف	محل تولید همخوان ۱	محل تولید همخوان ۲	نوع توالی یا خوشه بر اساس محل تولید	تعداد اندام تولید فعال	انواع خوشه‌ها	مثال واژه برای خوشه	بسامد هر نوع خوشه	انواع توالی‌ها	مثال واژه برای توالی	بسامد هر نوع توالی	
۱	د- لثوی ^۱	دولبی	متباین	۲	tb-db	Gotb	۲	tp-tb-dp-db	bad.bχt	۳۴۸	
۲	د- لثوی	کامی	متباین	۲	tc	potc	۲	tc-tj-dc-dj	Pust.can	۳۴۶	
۳	د- لثوی	د- لثوی	ه.م.ت ^۲	۱	— ^۳	—	۰	tt-td-dd-dt	bot.ta.raʃ	۱۷۷	
۴	کامی	دولبی	متباین	۲	—	—	۰	cp-cb-ʃp-ʃb	.hac.pazaʔ	۱۳۳	
۵	کامی	د- لثوی	متباین	۲	ct	n.te.ractaʔ	۲	ct-cd-ʃt-ʃd	tac.taz	۱۲۰	
۶	دولبی	کامی	متباین	۲	bc	sabc	۱	pc-pj-bc-bj	tup.cej	۱۱۳	
۷	دولبی	د- لثوی	متباین	۲	bt-bd	abdʔ	۷	pd-bt-bd	b.ta.niaʔ	۱۰۷	
۸	دولبی	دولبی	ه.م.ت	۱	—	—	۰	pb-bp-bb	tup.ba.zi	۸۱	
۹	کامی	کامی	ه.م.ت	۱	—	—	۰	cc-cj-ʃc-ʃʃ	tac.ʃuj	۸۱	
۱۰	ملازی	دولبی	متباین	۲	Gb	naGb	۱	Gb-Gp	haG.pa.rast	۶۱	
۱۱	ملازی	د- لثوی	متباین	۲	Gt-Gd	aGdʔ	۹	Gt-Gd	χolG.tanʃ	۵۰	
۱۲	ملازی	کامی	متباین	۱	—	—	۰	Gc-Gʃ	haG.ʃos.tar	۴۹	
۱۳	چاکنایی	کامی	متباین	۲	—	—	۰	ʔj-ʔc	Galʔ.cej	۲۲	
۱۴	د- لثوی	ملازی	متباین	۲	tG-dG	notG	۲	tG-dG	rast.Ga.lam	۲۰	
۱۵	د- لثوی	چاکنایی	متباین	۲	tʔ	Gatʔ	۱	tʔ-dʔ	bad.ʔa.dat	۱۶	
۱۶	چاکنایی	دولبی	متباین	۲	ʔb	caʔb	۶	ʔb-ʔp	darʔ.puʃ	۱۵	
۱۷	دولبی	ملازی	متباین	۲	—	—	۰	bG	ʔab.Gu.re	۸	
۱۸	کامی	ملازی	متباین	۱	—	—	۰	cG-ʃG	tac.Got.bi	۷	
۱۹	کامی	چاکنایی	متباین	۲	—	—	۰	cʔ-ʃʔ	nic.ʔahd	۷	
۲۰	چاکنایی	د- لثوی	متباین	۲	ʔd	aʔdɕ	۷	ʔt-ʔd	sarʔ.dar	۶	
۲۱	ملازی	ملازی	ه.م.ت	۱	—	—	۰	GG	San.ɕaG.Gof.li	۳	
۲۲	ملازی	چاکنایی	متباین	۲	Gʔ	vaGʔ	۳	—	—	۰	
۲۳	دولبی	چاکنایی	متباین	۲	bʔ	tabʔ	۴	-----	—	۰	
مجموع خوشه‌ها							۴۸	مجموع توالی‌ها			۱۷۷۰

^۱ مخفف «دندان- لثوی»^۲ ه.م.ت: مخفف «هم محل تولید»^۳ خانه‌های خاکستری نشان‌دهنده عدم وجود خوشه یا توالی

چنانچه جدول (۳) نشان می‌دهد محدودیت با هم‌آیی دوانسدادی در خوشه‌ها بیشتر از توالی‌ها است. با توجه به هشت انسدادی {p, b, t, d, c, ʃ, G, ʔ} و محل تولید هر کدام، ۱۷ نوع خوشه دوانسدادی موجود با بسامد کلی ۴۸ عدد، متباین هستند و هیچ نوع خوشه هم محل تولید یا همجوار در میان خوشه‌های دوانسدادی دیده نمی‌شود. همه این خوشه‌ها توسط دو اندام تولید فعال تولید می‌گردند. بنابر مشاهدات بالا می‌توان تصور کرد که متباین بودن خوشه، برای فارسی زبانان مناسب تر است تا همجوار یا هم محل تولید بودن. تلفظ خوشه‌های دو انسدادی اگر دارای دو شرط زیر یا لااقل یکی از دو شرط زیر باشد برای فارسی زبانان آسانتر است:

الف) بست دو عضو آنها در محل دو اندام تولید فعال جداگانه باشد، ب) خوشه از نوع متباین باشد.

در جدول (۳) ۵۷ توالی دوانسدادی با بسامد کلی ۱۷۷۰ وجود دارد. این توالی‌ها به دو نوع هم محل تولید و متباین تقسیم می‌شوند. ۲۲٪ از توالی‌های دوانسدادی، هم محل تولید هستند و توسط یک اندام تولید فعال، و ۷۸٪ متباین‌اند و توسط دو اندام تولید فعال، تولید می‌شوند. دو نوع توالی بیشتری بسامد را دارند: اول توالی «دندانی-لثوی با دولبی» با بسامد ۳۴۸، سپس توالی «دندانی-لثوی با کامی» با بسامد ۳۴۶. نکته قابل توجه بسامد زیاد همخوان‌های دندانی-لثوی [t, d] در همنشینی با انسدادی‌های دیگر است. کمترین بسامد مربوط به توالی‌هایی است که دارای یک همخوان انسدادی چاکنایی یا ملازی هستند. در واقع علت این امر می‌تواند قرار داشتن واجگاه این دو همخوان، در انتهای دستگاه گفتار باشد. زیرا آوای حلقی مانند {h, ʔ} که از زبان عربی وارد فارسی شده‌اند، ویژگی حلقی خود را از دست داده و به آوای چاکنایی {h, ʔ} تبدیل شده‌اند، بنابراین بسامد پایین توالی‌های متشکل از این همخوان‌ها قابل پیش‌بینی است. علی‌رغم آنچه در خوشه دو همخوانی رخ می‌دهد، توالی‌های دوانسدادی هم محل تولید دارای بسامد ۲۲٪ در مرز ترکیب هستند. در تولید این توالی‌ها تولید ناقص روی می‌دهد، به این معنی که مرحله آمادگی (گرایش) همخوان انسدادی اول، با مرحله انجام (رهش) همخوان انسدادی دوم، ادغام می‌شود. در نتیجه مرحله درنگ (گیرش) این دو آوا، به هم می‌پیوندند و به یک درنگ طولانی که معمولاً حاصل جمع دو درنگ است، تبدیل می‌شود. این موضوع تنها در مورد همخوان‌ها روی می‌دهد و آن وقتی است که دو همخوان یکسان و یا دو همخوانی که دارای محل تولید یکسان هستند در کنار هم (در توالی) قرار بگیرند (ثمره، ۱۳۸۸: ۳۳).

۴-۲ خوشه‌ها و توالی‌های دوسایشی

هر چند که در جدول (۳) در خوشه‌های دوانسدادی، خوشه هم محل تولید وجود ندارد، در جدول (۴) در همخوان‌های سایشی، دو خوشه دوسایشی هم محل تولید دیده می‌شود. این خوشه مربوط به لب و دندانی [f, v] که بست تولیدی توسط لب پایین و دندان‌های بالا صورت می‌گیرد. سه وام‌واژه بسیط با خوشه دوسایشی [fv] شامل: «ففو» /ʔafv/ «صفو» /safv/ و «کفو» /kofv/ هستند. تلفظ این خوشه برای فارسی زبانان مشکل است و با حذف سایشی [v]، تلفظ این خوشه‌ها به صورت [ʔa:f]، [sa:f] و [ko:f] خواهد بود. برای خوشه [vf] نیز سه وام‌واژه عربی وجود دارد: «جوف» /ʤowf/، «خوف» /χowf/ و «طوف» /towf/. این واژه‌ها اغلب به صورت [ʤo:f] و [χo:f] و [to:f] تلفظ می‌گردند. در تولید خوشه‌های دوسایشی، سایشی چاکنایی [h] بیشتر به جایگاه اول خوشه گرایش دارد و تنها در

سه واژه در جایگاه دوم خوشه قرار می‌گیرد: وام‌واژه‌های «مسح» /mash/، «فصح» /fash/ و «لوح» /lowh/ که در واژه آخر پس از واجگونه [w] قرار می‌گیرد و به صورت [lowh] تلفظ می‌شود.

جدول ۴: انواع خوشه‌های دوسایشی در واژه‌های بسیط و توالی‌های دوسایشی در مرز ترکیب

ردیف	محل تولید همخوان ۱	محل تولید همخوان ۲	نوع توالی یا خوشه بر اساس محل تولید	تعداد اندام تولید فعال	انواع خوشه‌ها	مثال واژه برای خوشه	بسامد هر نوع خوشه	انواع توالی‌ها	مثال واژه برای توالی	بسامد هر نوع توالی
۱	لثوی	ملازی	متباین	۲	sχ	nasχ	2	sχ-zχ	pas.χord	۶۶
۲	پس لثوی	ملازی	متباین	۲	—	—	0	ʒχ-fχ	?a.taʃ.χane	۵۷
۳	پس لثوی	لثوی	همجوار	۱	—	—	0	ʃz-ʒs-ʒz-ʃs	ta.neʃ.za	۴۹
۴	لب و دندانی	لثوی	متباین	۲	fs-fz-vs-vz	nafs	18	fs-fz-vs-vz	ʒarf.saχt	۴۸
۵	چاکنایی	لثوی	متباین	۲	hs-hz	mahz	3	hs-hz	rah.sa.zi	۳۲
۶	لب و دندانی	ملازی	متباین	۲	fχ	nafχ	1	fχ-vχ	barf.χo.re	۲۸
۷	لثوی	لثوی	ه.م.ت	۱	—	—	0	ss-sz-zs-zz	ʃis.se.fid	۲۷
۸	چاکنایی	ملازی	متباین	۲	—	—	0	hχ	sa.buh.χan	۲۰
۹	پس لثوی	لب و دندانی	متباین	۲	ʃf-fv	caʃf	3	ʃf-ʒf-fv	χoʃ.form	۱۶
۱۰	ملازی	لثوی	متباین	۲	χs-χz	ʃaχs	6	χs-χz	talχ.so.χan	۱۶
۱۱	لب و دندانی	پس لثوی	متباین	۲	fʃ-vʃ	caʃf	5	fʃ-vʃ	harf.ʃe.nas	۱۵
۱۲	لثوی	لب و دندانی	متباین	۲	sf-zf-zv	nesf	9	sv-zv-zf	ma.ʃas.vazn	۱۴
۱۳	لثوی	پس لثوی	همجوار	۱	—	—	0	ʃf-zʃ	le.bas.ʃuj	۱۲
۱۴	چاکنایی	پس لثوی	متباین	۲	hʃ	fohʃ	2	hʃ	sa.lah.ʃu.ri	۱۲
۱۵	چاکنایی	لب و دندانی	متباین	۲	hf-hv	lahv	8	hf-hv	se.lah.var.zi	۹
۱۶	پس لثوی	پس لثوی	ه.م.ت	۱	—	—	0	ʃʃ	fa.ra.muʃ.ʃo.de	۷
۱۷	ملازی	ملازی	ه.م.ت	۱	—	—	0	χχ	tʃarχ.χaj.ja.ti	۵
۱۸	لب و دندانی	لب و دندانی	ه.م.ت	۱	fv-vf	ɟʒowf	6	ff-vf	taʃ.rif.far.ma	۳
۱۹	ملازی	چاکنایی	متباین	۲	—	—	0	χh	fa.roχ.ha.mal	۳
۲۰	ملازی	پس لثوی	متباین	۲	χʃ	baχʃ	10	χʃ	fe.raχ.ʃal.var	۳
۲۱	لثوی	چاکنایی	متباین	۲	sh	mash	2	sh-zh	pas.he.sar	۳
۲۲	ملازی	لب و دندانی	متباین	۲	χf-χv	soχf	2	χf	jaχ.fo.ruʃ	۲
۲۳	چاکنایی	چاکنایی	ه.م.ت	۱	—	—	0	hh	si.jah.huʃ	۱
۲۴	لب و دندانی	چاکنایی	متباین	۲	vh	lowh	۱	-----	----	۰
					مجموع خوشه‌ها		۷۸		مجموع توالی‌ها	۴۴۸

^۱ [w] واجگونه واج [v] در زبان فارسی است.

با توجه به جدول (۴) از مجموع ۶۴ خوشه دوسایشی بالقوه در زبان فارسی، ۲۷ نوع خوشه دوسایشی با بسامد کلی ۷۸ به صورت بالفعل وجود دارد. بیشترین بسامد متعلق به خوشه «لثوی با لب و دندانی» است. دو خوشه [fv] و [vf] هم محل تولید هستند و توسط یک اندام تولید می‌شوند و ۲۵ خوشه با بسامد ۷۲، متباین هستند و توسط دو اندام تولید فعال، تولید می‌شوند. به عبارتی ۹۳٪ از خوشه‌ها متباین هستند. بنابراین تلفظ خوشه‌های دوسایشی هنگامی برای فارسی زبانان آسانتر است که محل تولید همخوان‌ها دو اندام جداگانه باشد.

از مجموع ۶۴ نوع توالی بالقوه دوسایشی در زبان فارسی، ۴۶ نوع توالی به صورت بالفعل با بسامد ۴۴۸ در مرز ترکیب وجود دارد. بیشترین بسامد توالی دوسایشی مربوط به «لثوی با ملازی» و «پس از آن «پس لثوی با ملازی» است. ۹٪ از توالی‌ها هم محل تولید، ۱۴٪ همجوار و ۷۷٪ متباین هستند. به صورت کلی ۲۳٪ از توالی‌ها توسط یک اندام و ۷۷٪ توسط دو اندام تولید فعال، تولید می‌شوند. نکته قابل توجه بسامد توالی‌های متباینی است که در دو انتهای کام، یعنی لثه و ملاز تولید می‌شوند.

۳-۴ خوشه‌ها و توالی‌های انسدادی - سایشی

در خوشه یا توالی انسدادی - سایشی، عضو اول دارای بست انسدادی و عضو دوم دارای بست سایشی است. از مجموع ۶۴ نوع خوشه بالقوه، تعداد ۲۸ نوع خوشه به صورت بالفعل با بسامد ۸۷ در واژه‌های بسیط دیده می‌شود. انسدادی‌های [p, ʃ] به عنوان عضو اول خوشه و سایشی [ʃ] به عنوان عضو دوم، بسامد صفر دارند. سایشی [χ] تنها با انسدادی [b] در وام واژه عربی [tabχ] به کار رفته است. بیشترین بسامد خوشه‌ها، مربوط به خوشه «کامی با لثوی» [cs] است. در جداول ۳ و ۴ در خوشه‌های دوانسدادی و دوسایشی، تولید همجوار همخوان‌ها دیده نشد، اما در جدول (۵) از مجموع خوشه‌های انسدادی - سایشی، ۹٪ همجوار و ۹۱٪ متباین هستند. ۹٪ از کل خوشه‌ها توسط یک اندام و مابقی توسط دو اندام تولید فعال، تولید می‌شوند.

در جدول (۵) از مجموع ۶۴ نوع توالی بالقوه انسدادی - سایشی، ۵۰ نوع توالی بالفعل با بسامد کلی ۱۰۲۹ در مرز ترکیب وجود دارد. انسدادی دولبی [p] به عنوان عضو اول توالی و سایشی [ʃ] به عنوان عضو دوم توالی، بسامد کمی دارند. بیشترین بسامد مربوط به توالی دو همخوان انسدادی [t] و [d] با لثوی‌ها و پس از آن با ملازی‌ها است. دو توالی میان داده‌ها مشاهده نشده است. این دو توالی [ʔh] و [Gh] هستند. در توالی [ʔh] هر دو عضو در چاکنای تولید می‌شوند. دلیل غیبت این توالی همخوانی، هم محل تولید بودن این دو همخوان در چاکنای و سختی تولید آنهاست. با وجود اینکه خوشه [Gh] وجود دارد، تولید این دو همخوان در بافت توالی همخوانی دیده نمی‌شود.

در توالی‌های انسدادی - سایشی، ۳۶ درصد از توالی‌ها توسط یک اندام و ۶۴٪ توسط دو اندام تولید فعال، تولید می‌شوند. ۲۲٪ از توالی‌ها همجوار، ۹٪ هم محل تولید و ۶۹٪ متباین هستند. در توالی‌های متباین هر چه فاصله محل تولید دو همخوان بیشتر می‌شود، بسامد توالی‌ها نیز کمتر می‌شود. این نکته نشان می‌دهد که همخوان‌های موجود در یک حفره مثلاً حفره دهان، هر چه فاصله بیشتر باشد بسامد بیشتری دارند مانند توالی‌های دولبی با ملازی [pχ, bχ] که دو طرف حفره دهان هستند. اما بسامد [ʔv, ʔb] که فاصله بیشتر دارند اما متعلق به دو حفره دهان و حلق هستند، بسامدشان به نحو چشم‌گیری کاهش می‌یابد.

جدول ۵: انواع خوشه‌های انسدادی-سایشی در واژه‌های بسیط و توالی‌های انسدادی-سایشی در مرز ترکیب

ردیف	محل تولید همخوان ۱	محل تولید همخوان ۲	نوع توالی یا خوشه بر اساس محل تولید	تعداد اندام تولید فعال	انواع خوشه‌ها	مثال واژه برای خوشه	بسامد هر نوع خوشه	انواع توالی‌ها	مثال واژه برای توالی	بسامد هر نوع توالی
۱	د-لثوی	لثوی	همجوار	۱	ds-ts-tz-dz	hads	۷	ds-dz-ts-tz	?asid.sab	۲۱۲
۲	د-لثوی	ملازی	متباین	۲	—	—	۰	dχ-tχ	bad.χor	۱۶۵
۳	کامی	لثوی	متباین	۲	cs	?acs	۳۷	js-jz-cs-cz	bo.zorj.sal	۱۲۴
۴	کامی	چاکنایی	متباین	۲	—	—	۰	jh-ch	tanj.hal	۷۳
۵	دولبی	ملازی	متباین	۲	bχ	tabχ	۱	pχ-bχ	tʃap.χane	۷۲
۶	د-لثوی	پس لثوی	همجوار	۱	—	—	۰	df-tʃ	bad.ʃe.can	۶۹
۷	د-لثوی	لب و دندانی	متباین	۲	dv-tf-df	badv	۶	dv-df-tv-tf	?a.zad.fecr	۵۶
۸	کامی	ملازی	متباین	۱	—	—	۰	ʃχ-cχ	saj.χolG	۵۰
۹	دولبی	پس لثوی	متباین	۲	bʃ	nabʃ	۲	pʃ-bʃ-bʒ	tip.ʃenas.i	۳۶
۱۰	کامی	لب و دندانی	متباین	۲	—	—	۰	ʃf-cv-cf	ranʃ.fo.ruʃ	۲۵
۱۱	د-لثوی	چاکنایی	متباین	۲	dh-th	mad h	۴	dh-th	bad.ha.lat	۲۲
۱۲	دولبی	لب و دندانی	همجوار	۱	bv	rabv	۱	bv-bf	?ab.foruʃ	۲۱
۱۳	کامی	پس لثوی	متباین	۲	—	—	۰	ʃʃ-cʃ	sanʃ.ʃur	۲۱
۱۴	ملازی	ملازی	ه.م.ت	۱	—	—	۰	Gχ	san.duG.χa.ne	۲۰
۱۵	ملازی	لثوی	متباین	۲	Gs-Gz	raGs	۷	Gs- Gz	barG.sandʒ	۲۰
۱۶	ملازی	پس لثوی	متباین	۲	Gʃ	naGʃ	۱	Gʃ	haG.ʃe.nas	۱۱
۱۷	چاکنایی	لثوی	متباین	۲	?z-ʔs	jaʔs	۴	?z-ʔs-	ʃamʔ.za.ni	۸
۱۸	ملازی	لب و دندانی	متباین	۲	Gf-Gv	vaGf	۳	Gv-Gf	?eʃG.var.zi	۸
۱۹	دولبی	لثوی	متباین	۲	ps-bz-bs	tʃips	۷	pz-pz-bs- bz	pomp.zan.i	۷
۲۰	چاکنایی	ملازی	متباین	۲	—	—	۰	?χ	nowʔ.χa.ha.n e	۳
۲۱	چاکنایی	پس لثوی	متباین	۲	?ʃ	naʔʃ	۱	?ʃ	o.Geʔ.ʃe.nas	۳
۲۲	دولبی	چاکنایی	متباین	۲	bh	sobh	۴	bh	?ab.howz.i	۲
۲۳	چاکنایی	لب و دندانی	متباین	۲	?f	zaʔf	۱	?v	ta.maʔ.varz	۱
۲۴	ملازی	چاکنایی	متباین	۲	Gh	feGh	۱	---	---	۰
مجموع خوشه‌ها							۸۷	مجموع توالی‌ها		۱۰۲۹

۴-۴ خوشه‌ها و توالی‌های سایشی - انسدادی

در این نوع خوشه یا توالی عضو اول سایشی و عضو دوم انسدادی است. در جدول (۶) از مجموع ۶۴ نوع خوشه بالقوه سایشی - انسدادی در زبان فارسی، ۳۲ نوع خوشه بالفعل با بسامد ۲۳۴ دیده می‌شود، این تعداد حدوداً سه برابر بیشتر از خوشه‌های انسدادی - سایشی است که در بخش (۴-۳) بررسی شده است. همخوان‌های [p, tʃ, ʒ] بسامد اندکی دارند. سایشی [χ] تنها با انسدادی [t] خوشه دارد. انسدادی [t] از بسامد بالایی برخوردار است و شش نوع خوشه با سایشی‌ها تولید می‌کند. بخش قابل توجهی از بسامد خوشه [st] مربوط به وام‌واژه‌هایی با پسوند [-ist] می‌باشد.

جدول ۶: انواع خوشه‌های سایشی - انسدادی در واژه‌های بسیط و توالی‌های سایشی - انسدادی در مرز ترکیب

ردیف	محل تولید همخوان ۱	محل تولید همخوان ۲	نوع توالی همخوانی	تعداد اندام تولید فعال	انواع خوشه‌ها	مثال واژه برای خوشه	بسامد هر نوع خوشه	انواع توالی‌ها	مثال واژه برای توالی	بسامد هر نوع توالی
۱	لثوی	دولبی	متباین	۲	sb-zb-sp	tʃasb	۱۳	sp-sb-zp-zb	ha.vas.part	۱۱۹
۲	لثوی	ملازی	متباین	۲	zG-sG	rezG	۵	zG-sG	sabz.Ga.ba	۹۳
۳	پس لثوی	دولبی	متباین	۲	ʃb-ʃp	jaʃp	۲	ʒb-ʃp-ʃb-pʒ	caʒ.ba.jan	۹۳
۴	پس لثوی	د-لثوی	ه.م.ت	۱	ʃt	poʃt	۲۳	ʒd-ʃt-ʃd-tʒ	χoʃ.dam	۹۲
۵	لثوی	کامی	متباین	۲	sc	susc	۶	zc-zg-sc-sg	?andarz.gu	۹۰
۶	پس لثوی	کامی	متباین	۲	ʃt-ʃc	maʃc	۱۷	ʃt-ʃc-ʒc-ʒt	χoʃ.guʃt	۷۵
۷	لثوی	د-لثوی	همجوار	۱	st-sd-zd	past	۸۵	st-sd-zt-zd	pi.jaz.tor.ʃi	۶۹
۸	لب و دندانی	کامی	متباین	۲	fc	cafc	۱	vc-vg-fc-fg	?a.laf.ceʃ	۶۱
۹	چاکنایی	کامی	متباین	۲	hc	zahc	۱	hc-hg	selah.ceʃ	۵۰
۱۰	چاکنایی	دولبی	متباین	۲	—	—	۰	hp-hb	ruh.baχʃ	۵۰
۱۱	چاکنایی	ملازی	متباین	۲	hG	sahG	۱	hG	si.jah.Ga.lam	۴۷
۱۲	چاکنایی	د-لثوی	متباین	۲	ht-hd	boht	۱۰	ht-hd	sobh.dam	۴۰
۱۳	لب و دندانی	دولبی	همجوار	۱	vb	zovb	۲	vp-vb-fp-vp	div.baʃ.tʃe	۳۹
۱۴	ملازی	کامی	متباین	۱	—	—	۰	χc-χg	naχ.ceʃ	۳۰
۱۵	لب و دندانی	د-لثوی	متباین	۲	vt-vd-ft-fd	jovd	۳۹	vt-vd-fd-ft	gav.ta.zi	۳۰
۱۶	ملازی	د-لثوی	متباین	۲	χt	taχt	۱۲	χt-χd	tʃarχ.tap	۳۰
۱۷	ملازی	دولبی	متباین	۲	—	—	۰	χp-χb	sorχ.pust	۱۸
۱۸	پس لثوی	ملازی	متباین	۲	ʃG	?eʃG	۲	ʃG	piʃ.Ga.dam	۱۲
۱۹	چاکنایی	چاکنایی	ه.م.ت	۱	—	—	۰	h?	mah.?a.sal	۲
۲۰	ملازی	ملازی	ه.م.ت	۱	—	—	۰	χG	ra.seχ.Ga.dam	۲
۲۱	پس لثوی	چاکنایی	متباین	۲	—	—	۰	ʃ?	χoʃ.?a.laf	۲
۲۲	لب و دندانی	ملازی	متباین	۲	vG-fG	sovG	۸	vG	now.Ga.lam	۱
۲۳	لثوی	چاکنایی	متباین	۲	z?-s?	vaz?	۲	z?	de.raz.?om.ri	۱
۲۴	لب و دندانی	چاکنایی	متباین	۲	v?-f?	nov?	۶	v?	now.?a.rus	۱
مجموع خوشه‌ها							۲۳۵	مجموع توالی‌ها		۱۰۴۷

داده‌های جدول (۶) نشان می‌دهد که ۵ نوع خوشه معادل ۴۸٪ توسط یک اندام و ۲۷ نوع خوشه معادل ۵۲٪، توسط دو اندام تولید فعال، تولید می‌شوند. علت بسامد زیاد خوشه‌های یک اندامی، بسامد زیاد خوشه [st] است، در مقابل تنوع خوشه‌های دو اندامی، بیشتر است. از میان خوشه‌های یک اندامی ۱۱٪ هم محل تولید و ۳۷٪ همجوار هستند. در خوشه‌های متباین، همخوان‌ها تمایل دارند در محل تولید نزدیکتری به هم، بست همخوانی ایجاد شود و تعداد خوشه‌هایی که یک یا دو محل تولید، در میان آنها فاصله است، بسامد بیشتری دارند و هر چه این فاصله بیشتر می‌شود، بسامد خوشه‌ها کمتر می‌شود.

بر اساس جدول (۶) بیشترین بسامد توالی‌های سایشی-انسدادی مربوط به توالی‌های «لثوی با دولبی» است. گرچه سایشی چاکنایی، بسامد زیادی در توالی‌های ایجاد شده دارد، انسداد چاکنایی در موضع عضو دوم توالی و سایشی چاکنایی در موضع عضو اول توالی در هنگام تلفظ حذف می‌شود. برای مثال واژه «صبح دم» /sobh.dam/ به صورت [so:b.dam] در گفتار سریع تلفظ می‌شود.

از مجموع ۵۸ نوع توالی همخوانی موجود در جدول (۶) با بسامدهای ذکر شده، ۱۶ نوع توالی معادل ۲۲٪ توسط یک اندام تولید فعال و ۴۲ نوع توالی معادل ۷۸٪ توسط دو اندام، تولید می‌شوند. در توالی‌های سایشی-انسدادی، ۹٪ درصد، هم محل تولید، ۱۰٪ همجوار و ۸۱٪ متباین هستند. در توالی‌های متباین، توالی‌هایی بسامد بیشتری دارند که دو عضو توالی در کنار هم بوده و توسط دو اندام جداگانه تولید شوند، برای مثال از توالی‌های که بسامد بالایی دارند، توالی «لثوی با دولبی» با بسامد ۱۱۹ مورد است.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

با در نظر گرفتن شمار همخوان‌های زبان فارسی، از مجموع ۲۵۶ نوع خوشه در واژه‌های بسیط و یا توالی بالقوه که توسط همخوان‌های سایشی و انسدادی در مرز ترکیب تولید می‌شوند، تعداد ۱۰۸ نوع خوشه و ۲۱۴ نوع توالی در میان داده‌های مورد بررسی دیده شده است. جدول (۷) نتایج حاصل از بررسی داده‌ها را در قالب بسامد ارائه می‌کند.

جدول ۷: بسامد کل خوشه‌های متشکل از همخوان‌های سایشی و انسدادی در واژه‌های بسیط و توالی‌های

این دو گروه همخوان در مرز ترکیب در فارسی

رتبه همبستگی	ویژگی‌های مورد بررسی	بسامد تعداد اندام تولید فعال %		بسامد نوع خوشه بر اساس دسته بندی کتفورد (۲۰۰۴) %			خوشه متباین (بسامد محل‌های تولید که میان دو همخوان فاصله ایجاد می‌کند) %			
		۱	۲	متباین	همجوار	۱ م. ت	۲ م. ت	۳ م. ت	۴ م. ت	
خوشه	دوانسدادی	۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	دوسایشی	۷	۹۳	۹۳	۷	۰	۴۹	۲۵	۱۴	۱۲
	انسدادی-سایشی	۹	۹۱	۹۱	۰	۹	۶۶	۱۵	۱۳	۶
	سایشی-انسدادی	۴۸	۵۲	۵۲	۳۷	۱۱	۶۱	۱۸	۱۶	۵
توالی	دوانسدادی	۲۲	۷۸	۷۸	۲۲	۰	۶۹	۲۴	۶	۱
	دوسایشی	۲۳	۷۷	۷۷	۱۴	۹	۳۴	۴۱	۲۲	۳
	انسدادی-سایشی	۳۶	۶۴	۶۴	۲۲	۹	۳۴	۱۹	۴۶	۱
	سایشی-انسدادی	۲۲	۷۸	۸۱	۱۰	۹	۵۳	۲۷	۱۴	۶

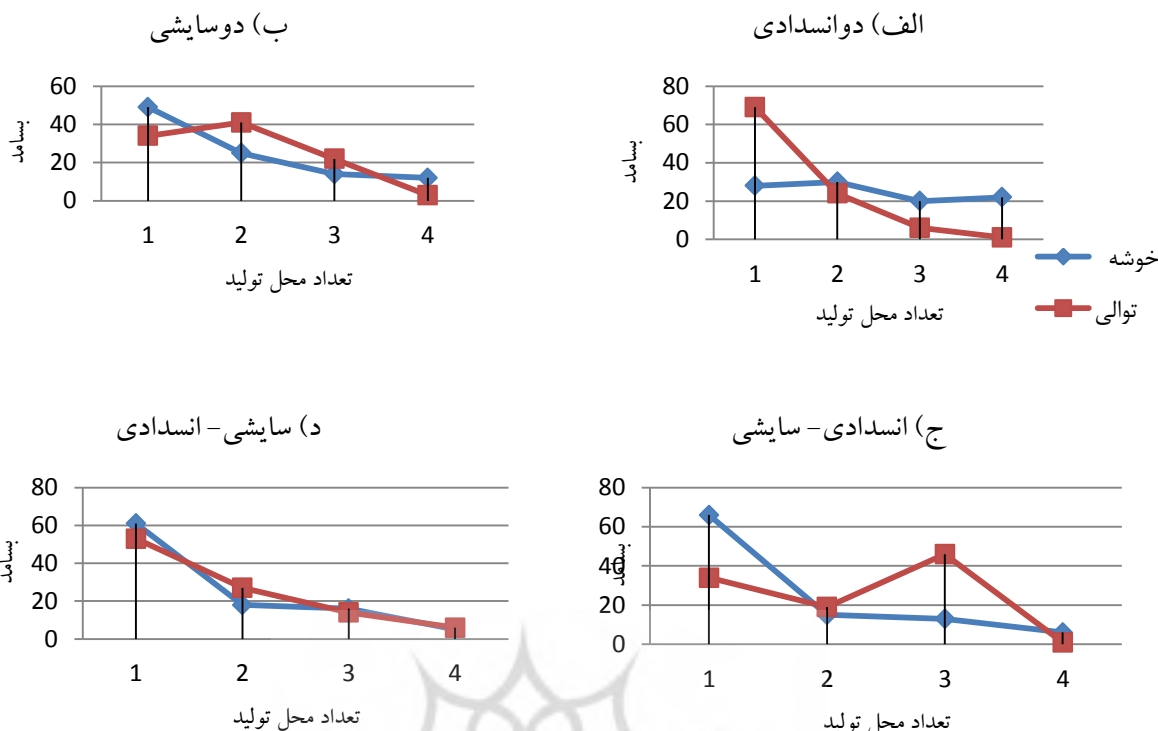
در خوشه‌های متشکل از سایشی‌ها و انسدادی‌ها در واژه‌های بسیط، بسامد کلی خوشه‌های تولید شده با دو اندام فعال حدود ۵/۲۵ برابر بیشتر از یک اندام تولید فعال است. تنها موردی که تفاوت میان تولید با یک یا دو اندام فعال در خوشه متمایز نیست، خوشه سایشی- انسدادی است، همانطور که ذکر شد این رخداد ناشی از بسامد بالای خوشه [st] است. در خوشه‌های دوانسدادی تولید با یک اندام تولید فعال امکان‌پذیر نیست؛ و تنها خوشه‌های متباین وجود دارد. همچنین تنها در خوشه‌های سایشی- انسدادی سه نوع خوشه هم‌محل تولید، همجوار و متباین دیده می‌شود. این گروه بیشترین بسامد خوشه همجوار را داراست.

بسامد کلی توالی‌های تولید شده از سایشی‌ها و انسدادی‌ها در مرز ترکیب با دو اندام فعال، حدود ۲/۸۸ برابر بیشتر از تولید با یک اندام فعال است. به جز توالی دوانسدادی، در سه گروه توالی دیگر، هر سه نوع توالی هم‌محل تولید، همجوار و متباین وجود دارد. گرچه در توالی‌های دوانسدادی تولید همجوار وجود ندارد، بیشترین بسامد توالی‌های هم‌محل تولید در این گروه دیده می‌شود. چهار همخوان انسدادی [c, d, b, t] بسامد بالایی در تشکیل توالی‌های هم‌محل تولید دارند. همچنین بیشترین بسامد توالی همجوار در گروه انسدادی- سایشی دیده می‌شود.

نمودارهای (۱- الف تا د) بسامد خوشه‌ها و توالی‌های انسدادی و سایشی متباین را نشان می‌دهد. این نمودارها با توجه به بسامدهای ارائه شده در ستون سوم در جدول (۷) رسم شده است. محل‌های تولید براساس دسته‌بندی کتفورد (۲۰۰۲) ارائه شده است. در خوشه‌ها و توالی‌ها متباین چهار حالت امکان‌پذیر است، مثلاً دو محل تولید توسط دو اندام جداگانه اما کنار هم، مانند توالی یا خوشه «ملازی با کامی»، یا یک محل تولید دیگر میان آنها فاصله باشد مانند توالی یا خوشه «دولبی با کامی» که محل تولید «دندانی- لثوی» میان آنها فاصله ایجاد کرده است. در نمودار (۱- الف تا د) خط آبی با نشانگر لوزی نماینده بسامد خوشه و خط قرمز با نشانگرهای مربع، بسامد توالی را نشان می‌دهد. محور عمودی بسامد هر کدام از گروه‌ها و محور افقی با چهار شماره، تعداد محل‌های تولید را که بین دو عضو خوشه یا توالی فاصله ایجاد می‌کنند، نشان می‌دهد.

با توجه به خطوط آبی در نمودارهای (۱- الف تا د) هر چه تعداد محل‌های تولید دیگر، میان دو عضو خوشه، افزایش می‌یابد، بسامد تولید خوشه کاهش می‌یابد. تنها موردی که نظم مشخصی در روند تولید خوشه‌ها دیده نمی‌شود، خوشه‌های دوانسدادی است. بهترین حالت تولید خوشه دوانسدادی زمانیست که یک محل تولید دیگر، میان محل تولید دو همخوان انسدادی تشکیل دهنده خوشه وجود داشته باشد. در نتیجه در تولید خوشه‌های متباین، هر چه محل تولید همخوان‌ها به هم نزدیک‌تر باشد، تولید خوشه آسان‌تر است.

با توجه به خطوط قرمز رنگ، در تولید توالی‌های متباین دوانسدادی و سایشی- انسدادی، هر چه تعداد محل‌های تولید دیگر، میان دو عضو توالی، افزایش می‌یابد، بسامد تولید توالی کاهش می‌یابد. در مورد توالی دوسایشی، افزایش بسامد اندکی در موقعیت (۲) در محور افقی قابل مشاهده است. پس از آن روند نزولی در بسامد توالی‌های دو سایشی دیده می‌شود. در نتیجه بیشترین بسامد توالی‌های متباین دوسایشی زمانیست که یک محل تولید دیگر، میان دو همخوان وجود داشته باشد. در توالی‌های متباین انسدادی- سایشی رابطه مشخصی میان تعداد محل‌های تولید فاصله‌انداز میان دو عضو توالی و بسامد توالی دیده نمی‌شود.



نمودار ۱) بسامد خوشه‌ها و توالی‌های انسدادی و سایشی متباین با توجه به دیدگاه کتفورد (۲۰۰۲)

کتابنامه

انوری، حسن (۱۳۸۱). فرهنگ بزرگ سخن. ۸ جلد مصور. تهران: انتشارات سخن.

ثمره، یدالله (۱۳۸۸). آواشناسی زبان فارسی، چاپ هشتم، تهران: مرکز نشر دانشگاهی.

رحیمی، افشین؛ اسلامی، محرم؛ وزیرنژاد، بهرام (۱۳۹۴). توزیع رسایی در خوشه دوهمخوانی مرز هجا در زبان فارسی. فصلنامه علمی- پژوهشی زبان پژوهی دانشگاه الزهراء، سال هفتم، شماره ۱۷. صص ۷-۲۷.

شقاقی، ویدا (۱۳۸۹). مبانی صرف واژه. چاپ سوم، تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی (سمت).

کردزعفرانلو کامبوزیا، عالیه (۱۳۸۵). واج‌شناسی: رویکردهای قاعده بنیاد. چاپ اول. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی (سمت).

کردزعفرانلو کامبوزیا، عالیه؛ آقاگل زاده سیلاخوری، فردوس؛ نویدی باغی، سکینه. (۱۳۹۳). بررسی قانون مجاورت هجا در واژه‌های بسیط فارسی. مجله زبانشناسی و گویش‌های خراسان، دانشگاه فردوسی مشهد، شماره پیاپی ۱۰- بهار و تابستان ۱۳۹۳. صص ۲۵-۴۹.

مشیری، مهشید (۱۳۶۹). فرهنگ زبان فارسی. تهران: انتشارات سروش.

معین، محمد (۱۳۸۱). فرهنگ معین. چاپ چهارم. تهران: انتشارات آدنا. ۲ جلد.

منصوری، مهرزاد (۱۳۸۸). نظام بسامدی واجها در زبان فارسی. ایلام: انتشارات دانشگاه ایلام.

Catford, J. C. (2002). *A Practical Introduction to Phonetics* (2nd edition). Oxford, New York: Oxford University Press.

Kenstowicz, M. (1994). *Phonology in Generative Grammar*. Oxford: Blackwell Publishers, Ltd.

Ladefoged, P. (1975). *A Course in Phonetics*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.

Mahootian, Sh. (1997). *Persian*. London: Routledge.

Samareh, Y. (1977). *The Arrangement of Segmental Phonemes in Farsi*. Tehran: Tehran University Publications.

