

بررسی صوت‌شناختی رخدادهای انسدادی چاکنایی پیش از واژه آغازین در واژگان زبان فارسی

۱- زهرا نواب‌صفوی*؛ ۲- محمدهادی فلاحتی**؛ ۳- محمدرضا فلاحتی قدیمی‌فومنی***

۱- کارشناسی‌ارشد گروه پژوهشی زبان‌شناسی رایانه‌ای، مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری، شیراز، ایران

۲- استادیار گروه پژوهشی زبان‌شناسی رایانه‌ای، مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری، شیراز، ایران

۳- دانشیار گروه پژوهشی زبان‌شناسی رایانه‌ای، مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری، شیراز، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۱۰)

چکیده

پژوهش حاضر در حوزه آواشناسی آکوستیک، می‌کوشد ماهیت صوت‌شناختی انسدادی چاکنایی را پیش از واژه آغازین در زبان فارسی، مشخص سازد و به این پرسش پاسخ دهد که آیا این آوا در آن جایگاه نقش همخوان دارد یا ویژگی واژه آغازین در زبان فارسی است. دادگان پژوهش شامل سه دسته است: گروه ناواژه یک که در آن، واژه پس از یک واج بجز انسدادی چاکنایی قرار دارد، گروه ناواژه دو که وجود انسدادی چاکنایی پیش از واژه در آن‌ها محرز است و گروه سوم، شامل ۳۰ واژه زبان فارسی که با واژه آغاز می‌شوند. این سه گروه ناواژه و واژه توسط ۱۶ نفر اعضای نمونه در استودیو خوانده و ضبط شده‌اند. سپس در نرم‌افزار پرات، بر اساس ویژگی‌های آکوستیکی دیرش، شیب طیفی، سازه اول و شدت، واژه‌های هر گروه، مورد سنجش واقع شده‌اند، مقادیر عددی به دست آمده بر اساس شاخص‌های میانگین، واریانس و آزمون تعقیبی شفه، بررسی آماری شده‌اند. درنهایت، بر اساس تحلیل‌ها، معیارهای وجود همخوان انسدادی چاکنایی در گروه واژه تأیید نشده‌اند. پس، انسداد کاملی که ویژگی‌های صوت‌شناختی یک همخوان را داشته باشد، پیش از واژه‌های آغازین در واژگان زبان فارسی وجود ندارد. بنابراین، آن انسداد ناقص می‌تواند همان ویژگی صوتی باشد که در ابتدای فرایند تولید واژه آغازین به آن اضافه می‌شود و آن واژه را چاکنایی شده می‌سازد.

کلیدواژه‌ها: همخوان انسدادی چاکنایی، آواشناسی آکوستیک، واژه آغازین، چاکنایی‌شدگی، نرم‌افزار پرات.

*E-mail: nasim.navabsafavi@gmail.com

**E-mail: fallahi@ricest.ac.ir (نویسنده مسئول)

***E-mail: falahati@ricest.ac.ir

۱. مقدمه

آواشناسی آکوستیک^۱، اصوات گفتار و امواج صوتی حاصل از آن را بوسیله دستگاه‌های فیزیکی مورد بررسی قرار می‌دهد و از آنجا که به هر نوع بررسی گفتار که به وسیله ابزار و دستگاه‌های الکترونیکی، مکانیکی و رایانه‌ای انجام شود، آواشناسی آزمایشگاهی می‌گویند، پس این دو زیر شاخه در ارتباط تنگاتنگ قرار دارند (Hayward, 2013).

این پژوهش سعی دارد از طریق ابزارهای صوت‌شناسی رایانه‌ای به مسئله وجود یا عدم وجود انسدادی چاکنایی و ویژگی‌های صوت‌شناختی آن در جایگاه آغازی هجا در زبان فارسی، بپردازد. ثمره (۱۳۷۸) همخوان را آوایی می‌داند که علاوه بر وسط و پایان واژه، در آغاز هم واقع می‌شود و آوایی را واکه می‌داند که تنها می‌تواند در وسط و پایان واژه بیاید. این مسئله نشان‌دهنده محدودیتی جبری در واج‌آرایی زبان فارسی است؛ یعنی حتماً باید در آغاز واژه، همخوان قرار داشته باشد و هیچ واژه‌ای با واکه آغاز نمی‌شود. این محدودیت منجر به این شده است که هر جا در ابتدای واژه واکه وجود دارد، همخوان انسدادی چاکنایی قبل از آن در نظر گیرند. از گذشته تا کنون، همواره در رابطه با همزه یا همخوان انسدادی چاکنایی در زبان فارسی، میان آواشناسان، واج‌شناسان و دیگر متخصصان زبان‌شناسی بحث‌ها و نظرات متفاوتی وجود داشته است و هنوز هم در تحلیل و توصیف آن، به نظر واحدی نرسیده‌اند. به طور کلی، می‌توان نظرات مرتبط با همخوان انسدادی چاکنایی را در زبان فارسی، در قالب دو دیدگاه کلی بیان کرد:

1. Acoustic phonetics

۱) گروهی که معتقدند یک همخوان انسدادی چاکنایی، پیش از واکه در ابتدای واژه‌های فارسی قرار می‌گیرد.

۲) گروهی که معتقدند انسداد چاکنای پیش از واکه آغازین، از ویژگی واکه‌های آغازین است و نه یک واج مستقل.

مسئله مورد توجه این است که اگر انسدادی چاکنایی پیش از واکه آغازین واژه‌ها همخوان است، چرا در دیگر واژه‌ها و جایگاه‌ها در زبان فارسی، این همخوان به این شکل وجود ندارد و اگر تنها فرایند چاکنایی‌شدگی و تولید دومینی از واکه‌های فارسی است، چرا در فارسی آن را همخوان در نظر گرفته و این قانون واج‌آرایی را به زبان فارسی اضافه نموده‌ایم که هیچ واژه‌ای با واکه آغاز نمی‌شود. آنچه که همخوان انسدادی چاکنایی را بحث‌برانگیز و مبهم می‌کند، ویژگی‌های آوایی ناپایدار آن، چه از نظر تولیدی و چه از نظر نقش واجی است. نصیری‌پور (۱۳۹۲) نیز به این نکته اشاره کرده که همخوان‌های چاکنایی ویژگی‌های جالبی از خود نشان می‌دهند؛ طبیعت آوایی کوتاه، متغیر و بی‌ثباتی دارند و از نظر جایگاه تولید در انتهای‌ترین جایگاه تولید همخوان قرار دارند. همچنین، همان‌طور که ذکر شد، این پژوهش می‌کوشد با روشن‌سازی الگوهای صوتی و ارائه اطلاعات آوایی دقیق‌تر و صحیح‌تر درباره یکی از آواهای زبان فارسی و یکی از ابهامات این زبان، بتواند به رایانه برنامه‌های کامل‌تری دهد و نرم‌افزارهای رایانه‌ای دقیق‌تری برای خدمت به زبان فارسی تولید شود. اصلی که تاکنون در زبان فارسی پذیرفته شده این است که «پیش از واکه در ابتدای یک واژه باید همخوان انسدادی چاکنایی قرار گیرد» و اگر بستی چاکنایی پیش از واکه یا هم‌زمان با آن شنیده شود، با این قانون توجیه می‌شود. اما فرض پژوهش حاضر این است که ممکن

است این ویژگی، ویژگی واکه آغازین باشد و شاید طی فرایند تولید، دچار چاکنایی‌شدگی شود و یا ممکن است انسدادِ آغازین به‌طور ناقص اتفاق بیفتد.

بر این اساس، پرسش‌های پژوهش حاضر با توجه به معیارهای صوت‌شناسی دیرش، سازه اول، شدت و شیب طیفی به شرح زیر است:

- ۱) چه تفاوتی در میزان دیرشِ واکه‌های *a, e, æ, o, u* و *i* در گروه‌های یک (ناواژه ۱)، دو (ناواژه ۲) و سه (واژه‌هایی که با واکه آغاز شده‌اند) وجود دارد؟
- ۲) چه تفاوتی در میزان دیرش در هر سه گروه صرف‌نظر از نوع واکه وجود دارد؟
- ۳) چه تفاوتی در میزان سازه اولِ واکه‌های *a, e, æ, o, u* و *i* در سه گروه وجود دارد؟
- ۴) چه تفاوتی در میزان سازه اول در هر سه گروه صرف‌نظر از نوع واکه وجود دارد؟
- ۵) چه تفاوتی در میزان شدتِ واکه‌های *a, e, æ, o, u* و *i* در سه گروه وجود دارد؟
- ۶) چه تفاوتی در میزان شدت در هر سه گروه صرف‌نظر از نوع واکه وجود دارد؟
- ۷) چه تفاوتی در میزان شیب طیفیِ واکه‌های *a, e, æ, o, u* و *i* در سه گروه وجود دارد؟
- ۸) چه تفاوتی در میزان شیب طیفی در هر سه گروه صرف‌نظر از نوع واکه وجود دارد؟

۲. مبانی نظری و مروری بر مطالعات گذشته

انسدادی چاکنایی که با نماد [ʔ] نشان داده می‌شود، در آن حالتی تولید می‌شود که فضای بین تارآواها (چاکنای)، کاملاً بسته شده و ناگهان آزاد می‌شود؛ برای نمونه در انگلیسی هنگام گفتن *oh oh*، قبل از *oh* دوم یک انسدادی چاکنایی تلفظ می‌شود (Yule, 2006). همخوان انسدادی چاکنایی^۱

1. Glottal Stop

همخوانی سخت است، اما درجه شدت آن بستگی به محل وقوع آن در زنجیر گفتار دارد و وابسته به مقدار فشاری است که تارآواها به یکدیگر وارد می‌کنند (ثمره، ۱۳۸۳). هنگامی که چاکنای بسته می‌شود، برون‌داد آکو‌ستیکی تغییر می‌کند و در نتیجه آوای انسدادی چاکنایی تولید می‌شود، گویی پهنای چاکنای مانند پیچ تنظیم موج رادیو است و تغییر کوچکی در آن باعث تغییرات زیادی می‌شود (جانسون، ۱۳۹۴).

چاکنایی‌شدگی ویژگی‌ای است که طی تولید دومین به آوا اضافه می‌شود. گرلک^۱ (2013) و فارس^۲ (2010) این فرایند را اضافه کردن بست کامل یا جزئی چاکنایی در فرایند تولید دومین، به آوای دیگری که این ویژگی را در تولید نخستین خود ندارد، معرفی کرده‌اند. فارس (2010) اضافه می‌کند که چاکنایی‌شدگی در واکه‌ها و آواهای واکدار، بیشتر به صورت جیرجیری و در همخوان‌های بدون واک به صورت بست کامل رخ می‌دهد. ابوالقاسمی (۱۳۸۰) جدولی از همخوان‌های زبان فارسی باستان ارائه کرده است که نشان‌دهنده این موضوع است که انسدادی چاکنایی در آن زمان، در زبان فارسی وجود نداشته است. این واج از طریق نفوذ زبان عربی در دوره میانه و در فارسی دری وارد این زبان شده است و شاید یکی از دلایل ماهیت مبهمش در این زبان، همین موضوع باشد. در زمینه همخوان انسدادی چاکنایی در بسیاری از زبان‌های دنیا و همچنین زبان فارسی پژوهش‌های متعددی انجام شده است که به موارد یافت‌شده اشاره خواهد شد.

1. Marc Garellek
2. Majda Sabri Faris

۱-۲. مطالعات انجام شده در زبان های دیگر

در سال ۱۹۹۱ پژوهشی در خصوص توزیع انسدادی چاکنایی آغازین در زبان هلندی توسط یون گن برگر و فن هوفین^۱ انجام شد. پیکره مورد آزمایش حدود ۱۵۰۰ کلمه از متون بود و تحلیل های آن ها به این نتیجه رسید که شروع واک سازی در زبان هلندی به دو صورت ناگهانی و به تدریج اتفاق می افتد و نمونه ناگهانی آن را در ابتدای واژه می دانند که بر روی سازه های واکه بعدی آن اثرگذار است، اما در این جایگاه این آوا نقش واجی ندارد و تنها خاصیت مرزما دارد. در جایگاه التقای دو واکه، این که آن جایگاه با بست چاکنایی پر شود یا خیر، بستگی به ویژگی های بافتی آن همچون مکث گفتار، پیوستگی واج قبل، برجستگی جایگاه اتصال واکه ها و طول کلمات قبل و بعد از آن دارد. چاکنایی شدگی را پیش از واکه آغازین در انگلیسی، دیلی، شاتوک و استندورف^۲ (1996) نیز مورد بررسی قرار داده اند. آن ها از یک پیکره صوتی برگرفته از رادیو استفاده کرده و واکه آغازین واژه را بر اساس خصوصیات زنجیری و نوایی گفتار، تحلیل کرده اند. مشاهدات آن ها نشان داد که ویژگی های چاکنایی شدگی در آغاز واژه بسیار رخ می دهد و این به دلیل ر ساترکردن و مرزنمایی برای واکه به آن اضافه می شود و تفاوت هایی که در شدت و ضعف آن وجود دارد، تحت تأثیر تفاوت های درونی گویندگان است. درباره انسداد چاکنای و چاکنایی شدگی، در زبان نوچانولث^۳، زبانی از منطقه نوتکا^۴ در کانادا نیز، تحقیقی توسط ایچ. اسلینگ، ای. فریزر و جی. هریس^۵ (2005) انجام شده است. آن ها با دستگاه حنجره نگار، مکانیسم تولیدی آن را مشاهده کردند و با

1. Jongenburger, W. & Van Heuven, V.
2. Dilley, Shattuck-Hufnagel and Ostendorf
3. Nuuchahnulth
4. Nootka
5. H.Esling, E.Fraser and G.Harris

مقایسه با سایر زبان‌ها، نتایجی ارائه دادند. آنها فرایند اضافه شدن انسدادی چاکنایی را پیش از واژه آغازین واژه‌های این زبان، مشاهده و ذکر کردند که اندازه‌گیری دیرش تولید این همخوان، نشان از تشدید مجدد چاکنایی شدگی در طول اصوات غیرچاکنایی دارد.

در پژوهشی، هوفام^۱ (2009) برای شناسایی اصواتی در زبان ویتنامی که تعریفشان با مشکل مواجه است و هویت مستقلی ندارند، انسداد چاکنایی را نیز مورد مطالعه قرار داد. وی بر این باور بود که وضعیت واجی این همخوان در زبان‌های آسیایی و آمریکای شمالی مسئله مهمی است. او با بررسی این واج به این نتیجه رسید که در زبان ویتنامی انسدادی چاکنایی توزیع محدودی دارد و تنها در ابتدای هجا رخ می‌دهد و نقش واجی نمی‌تواند داشته باشد، چون در جفت کمینه حضور نمی‌یابد. او معتقد است شاید این آوا بتواند به‌عنوان واج در نظر گرفته شود.

پامپینو مارشال و زیگیس^۲ (2010) چاکنایی‌شدگی واژه آغازین را در کلمات آلمانی مطالعه کرده‌اند. داده‌های تحقیق آن‌ها که سخنرانی‌های ضبط شده گنراد آدناور^۳، ریچارد فون‌وایتسکر^۴ و توماس مان^۵، شخصیت‌های مطرح سیاسی، ادبی و اجتماعی آلمان بودند، با نرم‌افزار Stat view مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج تحقیقشان نشان داد که درج انسدادی چاکنایی پیش از واژه آغازین ویژگی زبررنجیری است و علاوه بر واحدهای زبررنجیری گفتار، مانند لهجه، تکیه و شدت

-
1. Hoa Pham
 2. Pompino Marschall and Zygis
 3. Konrad Adenauer
 4. Richard von Weizsäcker
 5. Thomas Mann

که در این امر مؤثر هستند، سطح زنجیری کلمات نیز باعث این فرایند می‌شوند و واژه‌های افتاده بیشتر به چاکنایی‌شدگی متمایل هستند.

بارتونکوا^۱ (2012) در رساله دکتری‌اش به مسئله چاکنایی‌شدگی واژه‌های آغازین واژه‌ها در زبان انگلیسی بریتانیایی که توسط افراد غیربومی به کار می‌رود، پرداخت. نمونه‌های آزمایش وی گفتار ضبط شده ۵ مرد و ۵ زن و سپس ارزیابی آن‌ها بر اساس معیارهای آکوستیکی بود. وی به این نتیجه رسید که سه نوع چاکنایی‌شدگی در ابتدای واژه‌های آغازین یافت می‌شود: اصلی، جیرجیری و نفسی.

گرلک (2012) انسدادی چاکنایی را پیش از واژه آغازین در انگلیسی آمریکایی، از نظر توزیع و ویژگی‌های آکوستیک، بررسی کرد. او می‌خواست به این پاسخ برسد که آیا می‌توان وقوع بست کامل چاکنای را در واژه‌های انگلیسی پیش‌بینی کرد یا خیر. وی بر اساس مدل‌سازی منطقی به روش پس‌گرا، نشان داد که برجستگی واژه آغازین و تکیه‌بر بودن آن، از مهم‌ترین عوامل در وقوع انسداد پیش از واژه آغازین هستند. او همچنین وجود بی‌نظمی را در آغاز واژه ابتدای واژه‌های آن زبان، نشان وجود چاکنایی‌شدگی می‌داند و معتقد است که مهم‌ترین عامل صوت‌شناختی که با بست چاکنای در همبستگی است، شیب طیفی همان اختلاف دامنه همسازهای اول و دوم است که در واژه پس از انسدادی چاکنایی، کاهش می‌یابد. گرلک در ۲۰۱۳ نیز، در پژوهشی مفصلتر بر روی تولید و درک انسدادی چاکنایی تحقیق کرد. او از حنجره پنج گویشور زبان انگلیسی در طی تولید انسدادی چاکنایی با ویدئواندوسکوپی تصویربرداری نمود و ضربات تارهای صوتی را همیشه و در تمام حالات مشاهده نکرد. نتیجه‌گیری وی این بود که انسداد

1. Hana Bartunkova

چاکنایی قبل از واژه آغاز می‌تواند به صورت ناقص، یعنی چاکنایی‌شدگی یا کامل، یعنی به صورت بست کامل باشد یا می‌تواند کلاً وجود نداشته باشد. وی اضافه می‌کند در جایگاه تکیه‌بر که واژه آغازین مورد تأکید است، ممکن است بست کامل رخ دهد؛ چرا که تارآواها تنها در آن جایگاه مشغول به واک‌سازی نیستند و برای تشدید و تمایز آن واژه به این شکل ادا می‌شود و الزامی آوایی برای وجود آن در تمام جایگاه‌های آغازین وجود ندارد. در نهایت، وی پنج عامل مؤثر را در وقوع این آوا در آن جایگاه بر شمرده است که عبارت‌اند از: برجستگی، جایگاه مورد تأکید در عبارت، پیش از نامنظمی در واک‌سازی آوای بعد از خود، بسته به مقوله‌واژگانی واژه پس از خود و در جایگاه التقای آواهای صدادار در زنجیره کلام. مینگزن بائو^۱ (2013) پژوهشی در رابطه با ویژگی‌های آکوستیکی چاکنایی‌شدگی در واژه‌های آغازین واژه‌های زبان شغنائی^۲ انجام داد. وی این ویژگی‌ها را با جایگاه‌های میانی و پایانی مقایسه کرد و بر اساس شکل موج‌های صوتی اثبات کرد که واژه‌ها فقط در ابتدای واژه، چاکنایی می‌شوند.

۲-۲. مطالعات انجام‌شده در زبان فارسی

همخوان انسدادی چاکنایی در زبان فارسی همواره مورد بررسی و توجه زبان‌شناسان قرار گرفته است، سپنتا در سال ۱۳۵۲، پژوهشی با موضوع همزه در زبان فارسی انجام داده است. وی پس از ذکر قوانین واج‌آرایی می‌گوید مصوت /a/ آغازی را نمی‌توان با همزه که یک واج مستقل است، یکی دانست و این ویژگی مصوت‌های آغازی زبان فارسی است که با یک بست چاکنایی آغاز می‌شوند. وی

1. Mingzhen Bao

۲. shughni: یکی از زبان‌های هند و ایرانی که در یکی از استان‌های افغانستان به نام بدخشان رایج است.

اضافه می‌کند که با ضبط آزمایشگاهی مشاهده کرده که امتداد بستِ مذکور تنها ۰/۰۲ ثانیه است و نمی‌توان آن را یک واج مستقل دانست. اسلامی و بی‌جن‌خان (۱۳۷۴) طی تدوین و برچسب‌دهی دادگان گفتاری‌ای که به وسیله ۳۰۰ گویشور بومی و با ۳۸۶ جمله برای زبان فارسی تهیه کرده بودند، بستِ چاکنایی را به لحاظ صوت‌شناختی به سه دسته تقسیم کردند: نخست، بستِ چاکنایی نمونه که شامل دو بخش صوت‌شناختی بست و انفجار است و در آغاز هجای تکیه‌دار بعد از سکوت می‌آید؛ دوم، بستِ چاکنایی بازداشته که شامل چند بستِ نمونه با دامنه و نوسان کم و نامنظم است و در آغاز هجای تکیه‌دار درون پاره‌گفتار ظاهر می‌شود؛ سوم، بستِ چاکنایی واکه‌گونه که دارای شکل موجی همانند واکه و دامنه نوسان و ارتفاع کم است و در میان دو هجای فاقد تکیه واقع می‌شود.

ویندفور^۱ (۱۹۹۷) در بررسی‌ای که درباره تلفظ از سدادی چاکنایی در فارسی انجام داد، به این نتیجه رسید که همخوان‌های چاکنایی در جایگاه آغازین بدون تغییر باقی می‌مانند، اما در بین دو واکه به صورت خفیف تلفظ می‌شوند و در برخی جایگاه‌های پس از همخوان و قبل از واکه، طول واکه پس از خود را افزایش می‌دهند و باعث کشش جبرانی می‌شوند و در جایگاه پایان پیش از سکوت نیز حذف شده یا اصلاً تولید نمی‌شوند.

حق شناس (۱۳۷۶) نیز همزه را در خط و زبان فارسی در جایگاه‌های مختلف بررسی کرده است. وی همزه را واقعیت آوایی واحدی نمی‌داند و آن را اصطلاحی پوششی تلقی می‌کند که مجموعه‌ای از پدیده‌های آوایی را، همچون همخوان

1. Windfuhr

انسدادی چاکنایی، همخوان چاکنایی لرزشی، کشش واکه‌ای و در جایگاه آغازین کلماتی که با واکه شروع می‌شوند، دربرمی‌گیرد.

دین‌محمدی (۱۳۷۶) همزه را از نظر جایگاه در ساخت آوایی زبان فارسی، با استفاده از نظریهٔ فرازنجیری مورد مطالعه قرار داده است. او نظرات موجود در رابطه با همزه را جمع‌آوری کرده و معتقد است تمام آن‌ها دارای اشکال هستند، نخست از این جهت که اگر همزهٔ آغازین را یک واج ندانیم، تعداد هجاهای زبان از ۳ به ۶ افزایش پیدا کرده و این برخلاف اصل اقتصاد زبانی است؛ مشکل دوم این که اگر برای همزه نقش دوگانه قائل شویم و همزهٔ آغازی را واج ندانیم و جایگاه‌های دیگر را واج بدانیم، مجدداً اصل اقتصاد زبانی را زیر سؤال برده‌ایم. درنهایت، وی به این نتیجه می‌رسد که همزهٔ آغازی می‌تواند حذف شود و کششی برجای نمی‌گذارد، اما در جایگاه‌های دیگر واژه حذف آن با کشش جبرانی همراه است و جایگاه همزه از نظر واج‌شناسی فرازنجیری قابل دفاع نیست.

کرد زعفرانلو کامبوزیا (۱۳۸۱) هم به بررسی مسئلهٔ همزه در زبان فارسی پرداخته و با بیان رویکردهای مختلف نسبت به این موضوع و در جهت رفع ابهامات موجود، پژوهش کرده است. او کلماتی را از زبان فارسی که دارای انسداد چاکنایی هستند، از فرهنگ‌ها و منابع موجود استخراج کرده و پس از دسته‌بندی آن‌ها بر اساس محل وقوع در هجا، تفکیک کرده و به این نتیجه رسیده است که در کلمات فارسی دو نوع انسدادی چاکنایی وجود دارد: یکی زیرساختی و دیگری حاصل از فرایند درج که تنها در آغاز هجا پیش از واکه درج می‌شود.

بهجو (۱۳۸۳) کاربرد همزه را در زبان فارسی گفتاری و نوشتاری با ضبط گفتار آزاد و مصنوعی ۱۰ کودک و ۱۰ بزرگسال از شهر تهران، مورد مطالعه

آماری قرار داده است. نتیجه‌گیری وی این واقعیات را دربرمی‌گیرد که تلفظ همزه در گروه خردسال بیشتر و در صد ناهمگونی همخوانی در افراد با تحصیلات کمتر، بیشتر بوده است و همچنین همزه خفیف، طول واکه پیش از خود را افزایش می‌دهد. وی معتقد است که تحصیلات، تأثیر زیادی در گونه زبانی فرد دارد.

جهانی (2005) برای پاسخ به این پرسش که آیا انسداد چاکنای به‌عنوان واج در فارسی نو وجود دارد یا نه، تحقیقی انجام داده است. وی مطالعه خود را با متغیرهای محیط واجی، محیط معنایی، گفتاری، سن، جنس و... مورد مقایسه قرارداده و مشاهده کرده است که موارد استفاده از این همخوان در ساخت‌های واجی بیشتر میان هجاست و در ساخت واژه‌های مذهبی، رسمی و کم‌بسامد بیشتر دیده می‌شود. نتیجه‌گیری کلی وی این است که این همخوان به‌عنوان واج در فارسی وجود دارد، اما کاربردش به موارد فوق وابسته است.

پژوهش دیگری توسط شادمان (2005) صورت گرفت که حذف انسداد چاکنای و کشش جبرانی را در فارسی ارزیابی کرده است. او برای این کار، پیکره‌ای از واژه‌های دارای انسداد چاکنایی را ضبط کرده و طول واکه‌ها را در بافت‌های متفاوت، با استفاده از نرم‌افزار PCQuirer اندازه‌گیری کرده و مقایسه نموده و در نهایت نتیجه گرفته است که طول واکه‌ها پس از حذف انسدادی چاکنایی به طور قابل ملاحظه‌ای تغییر یافته است.

بی‌جن‌خان (۱۳۸۴) این همخوان را از دیدگاه واج‌شناسی بر اساس نظریه بهینگی مورد بررسی قرار داده است. وی پس از این که آراء موجود را بیان و بررسی کرده، با این فرض که بست چاکنایی در آغاز کلمات فارسی قابل پیش‌بینی است، با ارائه گروهی از کلمات به فرایند آوایی این بست دقت کرده و در نهایت، به

این نتیجه رسیده است که بست چاکنایی در آغاز کلمات عربی تمایزدهنده است، اما در آغاز کلمات فارسی سره تمایزدهنده نیست.

پرمون (۱۳۸۶) رفتارِ سبکی همخوان انسدادی چاکنایی در فارسی معیار و گونه کرمانی را با رویکردِ واج‌شناسی قاعده‌بنیاد، بررسی کرده است. این همخوان در این دو گویش به‌صورت مقابله‌ای مورد تحلیل قرار گرفته‌اند و جایگاه‌ها و نوع وقوع آن به تفکیک دسته‌بندی و توصیف شده است.

استاجی، نامورفرگی و کرامتی‌یزدی (۱۳۸۹) در مقاله‌ای، همخوان انسدادی چاکنایی را تحلیل آکوستیکی کرده و امکان قرار گرفتن دو واکه به‌طور پیاپی را در گفتار سریع فارسی، سنجیده‌اند. آن‌ها با بررسی میدانی از ۵۰ سخنگوی فارسی‌زبان مذکر و مونث، داده گردآوری کرده و ویژگی‌های انسدادی چاکنایی و چگونگی بروز آن بین دو واکه را تحلیل نموده‌اند. به نظر می‌رسد که در گفتار سریع و پیوسته، انسدادی چاکنایی حذف می‌شود و دو واکه می‌توانند در کنار هم قرار گیرند. این همخوان باز هم از نظر آواشناسی و واج‌شناسی تحلیل شده است.

صادقی (۱۳۸۹) رفتار واجی همخوان‌های چاکنایی را در جایگاه‌های مختلف، از طریق واج‌شناسی آزمایشگاهی مشاهده نموده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که همخوان چاکنایی در جایگاه آغاز و میان کلمه بعد از همخوان، به‌صورتِ سخت، میان کلمه بین دو واکه با شدت کمتر و در پایانه هجا به‌صورت خفیف تولید می‌شود. پس، هر قدر میزان فعالیت الگوهای بست و سایش کاهش یابد، بر میزان ارتعاش تارآواها افزوده و شباهت این همخوان‌ها با واکه قبل بیشتر می‌شود.

مهری، خدابی و جهانی در سال ۱۳۹۰، تأثیر جنسیت را بر الگوی انسداد چاکنایی، در افرادی که صوت بهنجار دارند، مورد ارزیابی قرار دادند. آنان با

رویکردی که الگوی انسداد چاکنای، یکی از نشانه‌های قضاوت درباره طبیعی بودن حنجره و کارکرد آن است، این الگو را در ۸۰ فرد طبیعی، بوسیله ویدئولارنگوسکوپی بررسی کردند. نتایج این پژوهش به این قرار بود: مهم‌ترین تفاوت بین زنان و مردان در الگوی بست چاکنایی است؛ در مردان بسته شدن کامل چاکنای بیشترین الگو و پس از آن الگوی شکاف خلفی و در زنان بیشتر الگوی شکاف خلفی مشاهده شده است.

رضوی نجف‌آبادی و نوربخش (۱۳۹۱) با هدف ایجاد تمایز میان انسدادی‌های واکدار و بی‌واک در پایان کلمات فارسی، به بررسی آکوستیکی معیارهای دیرش واکه و دیرش بست در انسدادهای پایانی، به وسیله نرم‌افزار پرت^۱ پرداخته‌اند و یافته‌هایشان حاکی از این بود که در انسدادی‌های بی‌واک، منطقه‌ای از سکوت که روی طیف‌نگاشت منطقه‌ای خالی از انرژی است، مشاهده می‌شود و شروع مرحله رهش که با انفجار همراه است، به صورت موجی گذرا و خط عمودی با انرژی زیاد بر روی طیف‌نگاشت دیده می‌شود.

نصیری پور (۱۳۹۲) توزیع همخوان‌های چاکنایی یعنی (/ʔ/ و /h/) را در هجاهای زبان فارسی مورد بررسی قرار داده است. به این منظور، ۱۰۰۰ واژه را که این دو همخوان در آن‌ها به کار رفته، از مطبوعات و رسانه‌ها جمع‌آوری و واج‌نویسی کرده است. تحلیل‌های وی به این نتیجه رسید که همخوان‌های چاکنایی در آغازه‌ها از بسامد بیشتری برخوردارند و بسامد نسبی این همخوان‌ها با واکه‌های کوتاه، بیشتر است.

یازرلو (2014) انسداد چاکنای را در التقای دو واکه مورد بررسی صوت‌شناختی قرار داد. او در ۶۸۴ واژه و ۲۷۶ جمله که به وسیله چهار گویشور فارسی‌زبان تلفظ شده است، این موضوع را با نرم‌افزار پرت تحلیل نمود و نشان داد که انسداد چاکنای دارای ۳ نوع وضعیت آکوستیکی در محیط واکه‌ای است: یکی بست کامل چاکنای، دیگری صدای جیرجیری و سومی همراه با لرزش نامنظم تارآواها. وی همچنین نتیجه گرفت که در فارسی رسمی و در واژه‌های ساده، بیشتر دو واکه مجاور به کار می‌روند، اما در مرزهای تکواژی به جز در محل پیشوندهای اشتقاقی، انسداد چاکنای درج خواهد شد.

خداوردی (۱۳۹۴) همخوان انسدادی چاکنایی را در پیوستار وضعیت چاکنای به صورت صوت‌شناختی بررسی کرده است. وی این پژوهش را بر روی گونه گفتاری فارسی تهران و با ۷۵ واژه انجام داد و به این نتیجه رسیده است که انسداد چاکنایی، واک بازداشته یا جیرجیری و کشش واکه به جبران حذف یا تضعیف همخوان انسدادی چاکنایی، منطبق بر پیوستار واک‌سازی در حنجره است و تغییر در پرده‌های صوتی به هنگام عبور هوای ششی، باعث می‌شود پرده‌های صوتی از حالت کاملاً باز به کاملاً بسته در حرکت با شند. موج چاکنایی واکه‌های زبان فارسی نیز با استفاده از الکتروگرافی بررسی شده است.

موسوی و علی‌نژاد (۱۳۹۴) ویژگی‌های موج چاکنایی شش واکه زبان فارسی را با استفاده از دستگاه حنجره‌نگار و خارج از بافت، ضبط و سپس، بوسیله پارامتر نسبت در گویشوران زن و مرد مقایسه کردند. میانگین نسبت تماس نشان داد که واکه‌های فارسی با یکدیگر و در زنان و مردان، تفاوت معناداری دارند و علاوه بر بسامد پایه متفاوت، کیفیت متفاوتی هم دارند.

همان‌طور که در پیشینه کار مشاهده شد؛ با وجود ابهامات و نظرات متفاوت بسیار درباره بودن یا نبودن همخوان انسدادی چاکنایی در آغاز واژه‌های فارسی، تحلیل و پژوهش در این مورد، بیشتر به صورت شنیداری، شمارش‌های آماری، با دستگاه‌های ضبط صوت ساده و همراه با اعمال نظرات و قضاوت‌های شخصی بوده است و حتی در موارد اندکی که با نرم‌افزار انجام شده‌است، به نتیجه قاطعی با این مضمون نرسیده‌اند و از آن مهم‌تر، هیچ‌یک به‌طور اختصاصی به بررسی آکوستیکی انسدادی چاکنایی در ابتدای واژه‌های فارسی پیش از واکنش نپرداخته‌است. لیکن پژوهش حاضر قصد دارد، با رویکردی آکوستیکی و با استفاده از نرم‌افزار تحلیل صوت پرت، نمونه‌های ضبط‌شده از واژه‌های ذکرشده را از طریق بررسی طیف‌نگاشت‌ها مورد ارزیابی قرار دهد. از این‌رو، این کار می‌تواند در رابطه با مسئله انسدادی چاکنایی در زبان فارسی و ابهامات و نظرات متفاوت مربوط به آن، همچنین شناخت هرچه بهتر نظام آوایی زبان فارسی، راهگشا باشد و کمکی هرچند اندک به روشن‌سازی این ابهام در نظام آوایی زبان فارسی کند.

۳. روش پژوهش

پژوهش حاضر از دسته تحقیقات کاربردی است. پژوهش کاربردی تلاش می‌کند که از نتایج تحقیقات محض، در جهت به کار بستن آن‌ها در دنیای حقیقی علم، استفاده کند (فرهادی، ۱۳۸۱). روش گردآوری داده در پژوهش حاضر، آزمایشگاهی و میدانی است. جامعه آماری این پژوهش شامل تمام افراد فارسی‌زبان بومی بزرگسال، بدون لهجه و گویشی خاص، دارای دستگاه گفتاری سالم و ترجیحاً دارای تحصیلات دانشگاهی است که به دلیل انجام این پژوهش در شهر شیراز زندگی می‌کنند. نمونه‌گیری این پژوهش به صورت غیر تصادفی

هدفدار و همچنین در دسترس، انجام شد. به منظور داشتن نمونه‌ای که شرایط یاد شده در بالا را داشته باشد و همچنین، از این نظر که تعداد برای نمونه‌گیری و تعمیم، قابل قبول باشد، پژوهشگران از اعضای انجمن دوبره و گویندگی فارس، استفاده کردند که از هر جهت شرایط فوق را دارا بودند. اعضای فعال این انجمن حدود ۶۵ نفر اعلام شدند، از این تعداد هرکس که شرایط ذکر شده را داشت، به عنوان اعضای نمونه در نظر گرفته شد و در نهایت، اعضای نمونه به تعداد ۱۶ خانم رسید که در رده سنی مابین ۲۰ تا ۴۰ سال و دارای تحصیلات دانشگاهی بودند. البته، تأثیر احتمالی هیچ‌یک از متغیرهای سن و تحصیلات در این پژوهش، لحاظ نشده است.

از آن جا که در این پژوهش به دنبال بررسی ماهیت همخوان انسدادی چاکنایی پیش از واکه‌های آغازین هستیم، لازم است ویژگی‌های آکوستیکی واکه پس از انسداد چاکنایی بررسی شود، زیرا از انسداد چاکنایی ویژگی کمی قابل اندازه‌گیری ندارد، همچنین وجود آن بر ویژگی‌های آکوستیکی واکه پس از خود اثر می‌گذارد. برای این منظور، نیاز به بررسی ساختارهایی است که در آن‌ها واکه، متأثر از وجود انسدادی چاکنایی باشد. بنابراین، سه گروه نمونه مورد بررسی قرار گرفت: نخست، ناواژه‌های [haʔa]، [hæʔæ]، [hoʔo]، [hiʔi]، [heʔe]، [huʔu] ساخته و تلفظ شدند. گروه اول شامل هجاهای اول این ناواژه‌ها است که واکه پس از واجی بجز انسدادی چاکنایی قرار دارد؛ گروه دوم دربرگیرنده هجای دوم این ناواژه‌ها است که وجود انسدادی چاکنایی پیش از واکه در آن‌ها محرز است؛ گروه سوم نیز شامل شش گروه‌واژه پنج‌تایی است که با شش واکه زبان فارسی آغاز می‌شوند (مجموعاً ۳۰ واژه). برای دسترسی به گروه سوم واژه‌ها، کلیه واژه‌های فارسی که با واکه‌ها آغاز می‌شوند از فرهنگ

یک جلدی (آ تا ی) فارسی معین (۱۳۸۶)، استخراج شدند. دلیل انتخاب فرهنگ معین این بود که این فرهنگ از نظر جامعیت، نسبت به فرهنگ سخن و فرهنگ عمید، برتری دارد. همچنین، در مقایسه با فرهنگ دهخدا، زمان تدوین آن جدیدتر و نزدیک‌تر به زمان حاضر است. فهرست واژه‌های انتخاب‌شده در مرحله اول به سی نفر از افراد فارسی زبان بزرگسال باسواد داده شد تا واژه‌های متداول را استخراج کنند و سپس، از میان واژه‌های انتخاب‌شده، ۳۰ واژه اول برای نمونه‌گیری صوتی انتخاب شدند. در جدول ۱، در هر گروه ناواژه، زیر واژه‌هایی که با توجه به معیارهای دیرش، سازه اول، شدت و شیب طیفی اندازه‌گیری می‌شوند، خط کشیده شده است. در جدول ۲ واژه‌های آغازین زبان فارسی در واژه‌های منتخب که مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند، آورده شده است.

یکی از جامع‌ترین، بهترین و دردسترس‌ترین نرم‌افزارهای تحلیل صوت، نرم افزار پرت است که امکانات خوبی را در اختیار کاربر قرار می‌دهد. ابزاری که داده‌های صوتی این پژوهش با آن اندازه‌گیری و تحلیل شده‌اند، همین نرم‌افزار است. نسخه مورد استفاده در این پژوهش، ویرایش ۶,۰,۳۵ است. نرم‌افزار اسپ‌اس‌اس^۱ نیز برای تحلیل و بررسی‌های آماری در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است که در مراحل انجام کار در رابطه با آن توضیح داده خواهد شد.

جدول (۱): گروه‌های اول و دوم پژوهش (گروه ناواژه‌های ۱ و ۲)

گروه اول (ناواژه ۱)	گروه دوم (ناواژه ۲)
h <u>a</u> ʔa	h <u>a</u> ʔa
h <u>e</u> ʔe	h <u>e</u> ʔe
h <u>æ</u> ʔæ	h <u>æ</u> ʔæ
h <u>o</u> ʔo	h <u>o</u> ʔo
h <u>u</u> ʔu	h <u>u</u> ʔu
h <u>i</u> ʔi	h <u>i</u> ʔi

جدول (۲): گروه سوم پژوهش (گروه واژه)

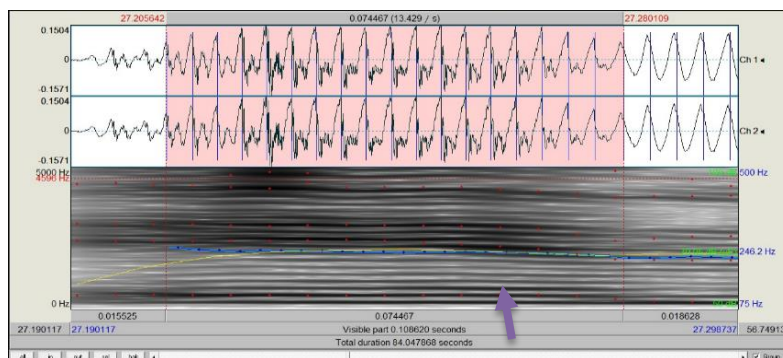
ab	ehsas	æbr	otaq	ux	Iran
arezu	ezdevadz	æbru	outu	ure	ifan
aftab	eftabah	ædæb	ostad	usta	Il
ahæng	emtehan	æfk	olaq	ufun	Iman
ayænde	ensan	æfsordegi	omid	undza	Iham

نخستین مرحله کار، ضبط پیکره دادگان بود. به این صورت که داده‌های منتخب توسط اعضای نمونه در اتاق آکوستیک مؤسسه فرهنگی هنری آرنا، با میکروفون حرفه‌ای Road NT2A و با کارت صدای M audio 2*2 خوانده و با فرمت mp3 ضبط و ذخیره شدند. نرم‌افزار پرت موج صوتی و طیف‌نگاشت را به‌طور هم‌زمان نشان می‌دهد و تمام اطلاعات را نیز درباره آنها مشخص می‌کند. موج صوتی شامل نمای دوبعدی از صداست که نمایاننده زمان و شدت صوت است و طیف‌نگاشت، زمان و فرکانس و شدت صوت را به ترتیب روی محورهای X، Y و Z نشان می‌دهد (موسوی، ۱۳۹۵).

در مرحله دوم کار، هریک از دادگان ضبط شده با حداکثر زمان ۲ دقیقه توسط نرم افزار پرت، بازخوانی شدند. در این مرحله، به دلیل طولانی بودن زمان نمای اولیه فقط شامل موج صوتی می‌شد، بنابراین، امواج از قسمت مکث‌های میان واژه‌ها و به صورت دقیق تقطیع و ذخیره شدند و سپس، موج صوتی و طیف‌نگاشت هریک، به‌طور مجزا مورد تحلیل در محیط پرت قرار گرفتند.

معیارهای صوتی مورد استفاده در پژوهش به این شرح‌اند:

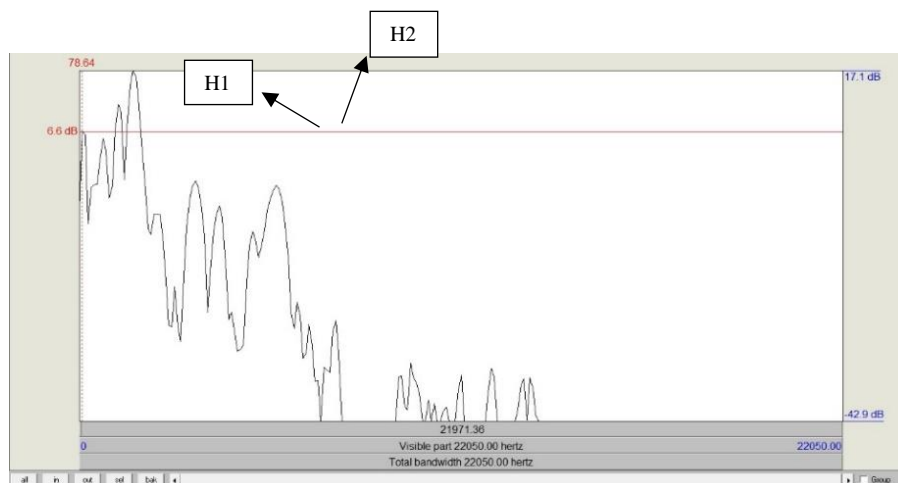
الف) دیرش^۱: در آواشناسی به مدت زمانی که برای تولید یک آوا طول می‌کشد، دیرش گفته می‌شود. بر اساس پیشینه این پژوهش (Bao, 2013; Garellek, 1997; windfuhr, 2012) این نتیجه گرفته شد که واکه‌هایی که پس از انسدادی چاکنایی می‌آیند، دیرش طولانی‌تری دارند و حتی این معیار صوتی یکی از مهم‌ترین معیارهای تشخیص حضور انسدادی چاکنایی شناخته شده‌است؛ بنابراین مدت زمان دیرش در واکه‌های هر سه گروه این پژوهش محاسبه شد.



شکل (۱): نمایی از اندازه‌گیری دیرش واکه‌ی [e] در واژه‌ی امتحان [emtehan] بروی طیف‌نگاشت و مشاهده زمان در مستطیل زیر آن

1. Duration

ب) شیب طیفی^۱: این معیار، کاهش شدت صوت و یا افزایش دامنهٔ بسامد را نشان می‌دهد و از طریق مقایسهٔ دامنهٔ فرکانس پایه^۲، یعنی اولین هم‌ساز (H1) با هم‌ساز یا هم‌سازهای بالاتر (H2, H3, ...) سنجیده می‌شود. پژوهش‌های پیشین (Bao, 2013; Garellek, 2012؛ صادقی، ۱۳۸۹) نشان داده‌اند که تفاوت دامنهٔ طیفی اولین هم‌ساز با هم‌ساز بعدی (یعنی شیب طیفی)، در واژه‌هایی که بعد از همخوان انسدادی چاکنایی می‌آیند کاهش قابل ملاحظه‌ای پیدا کرده است.

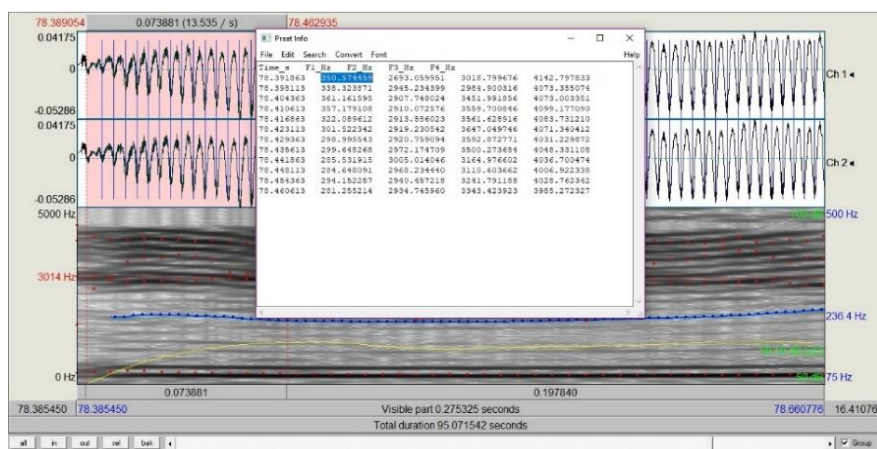


شکل (۲): نمایی از محاسبهٔ شیب طیفی در واژهٔ [æ] در واژهٔ ادب [ædæb]

ج) سازهٔ اول^۳: در جریان تولید صوت بویژه تولید واژه‌ها، سازه‌ها^۴ فرکانس‌هایی هستند که در مجرای گفتار بازخوان یا تشدید می‌شوند. موسوی

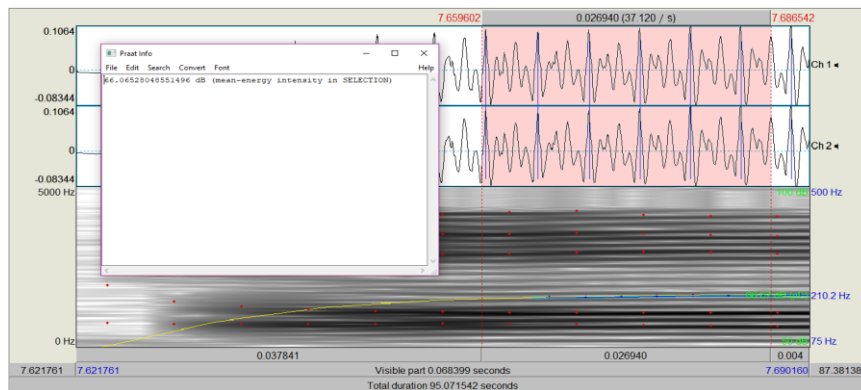
1. Spectral tilt
2. Fundamental frequency(F0)
3. F1
4. Formants

(۱۳۹۵) می‌گوید صوت به هنگام تولید، دارای تعدادی ریزموج با بسامدهای متفاوت است، اما همه به جز تعداد اندکی از آن‌ها در مجرای گفتار حذف می‌شوند و آن مقدار باقی‌مانده همان موج‌های ایستای هستند که خاصیت تشدید را ایجاد می‌کنند. فرکانس سازه‌ها، تابع ساختمان هندسی دستگاه گفتار به هنگام تولید واکه است (بی‌جن‌خان، ۱۳۹۲). مدرسی‌قوامی (۱۳۹۰) انسداد را باعث کاهش سازه اول می‌داند، چون سازه اول با میزان باز بودن دهان مرتبط است و هرچه دهان بسته‌تر باشد، میزان آن کاهش می‌یابد. همچنین، صادقی (۱۳۸۹) مقدار سازه اول پس از انسدادی چاکنایی را کاهش یافته و بانو (۲۰۱۳) مقدار این سازه را در این جایگاه، افزایش یافته می‌داند. از این رو مقدار این معیار در واکه‌های هر سه گروه نمونه مورد سنجش قرار گرفته است.



شکل (۳): نمایی از گرفتن مقدار عددی سازه اول از واکه [i] در واژه ایل [il]

د) شدت^۱: شدت یا شدت صوت با انرژی صوت در ارتباط مستقیم است، پژوهش‌های گرلک (۲۰۱۲)، باثو (۲۰۱۳) و صادقی (۱۳۸۹) ثابت کرده‌اند که در واکه‌هایی که بعد از انسدادی چاکنایی می‌آیند، با افت قابل ملاحظه میزان شدت انرژی روبرو هستیم. برای مشاهده این پارامتر در نرم‌افزار پرت، باید از منوی شدت، گزینه نمایش شدت^۲ را تیک زد و می‌توان آن را بر روی طیف‌نگاشت با منحنی زرد رنگ دید، اما برای این پژوهش مقدار عددی آن مورد نیاز بود.



شکل (۴): نمایی از مشاهده کیفی و کمی شدت صوت در طیف نگاشت واکه [a] در واژه آب [ab]

مرحله بعدی کار شامل مشاهده و اندازه‌گیری موارد و مقادیر ذکرشده در دادگان این پژوهش بود تا درنهایت، بتوان به مقادیر عددی و کیفی انسدادی چاکنایی در جایگاه‌های موردنظر در این پژوهش رسید. همان‌طور که گفته شد، پس از اندازه‌گیری مشخصات واکه‌ها توسط سرنخ‌های صوتی معرفی شده فوق، مقادیر عددی به دست آمد و وارد نرم‌افزار اکسل شد. سپس، پیکره دادگان عددی

1. intensity
2. show intensity

در نرم‌افزار آماری ای‌اس‌پی‌اس‌اس قرار گرفتند. بررسی آمار توصیفی^۱ و مقایسه کلی داده‌های پژوهش با یکدیگر بر اساس شاخص گرایش مرکزی^۲ میانگین^۳ و شاخص میزان پراکندگی^۴ انحراف معیار^۵ انجام گرفت. در راستای پاسخ‌گویی به پرسش‌های پژوهش و بررسی دقیق هر یک از آن‌ها، از آزمون تحلیل واریانس^۶ یک‌طرفه استفاده شد. همچنین، برای مقایسه زوجی دادگان به منظور بررسی تفاوت‌های معنی‌دار بین آن‌ها، از آزمون تعقیبی شفه^۷ استفاده شد.

۴. تحلیل داده‌ها

همان‌طور که پیش از این گفته شد، بر اساس آمار توصیفی و استنباطی، داده‌های پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند و بر اساس نتایج و تحلیل‌های آماری صورت‌گرفته، اکنون می‌توان به پرسش‌های پژوهش پاسخ داد. لازم به ذکر است که به علت تعداد زیاد تمام جداول آماری پژوهش، تنها خلاصه آن‌ها به صورت آمار توصیفی در اینجا ارائه می‌گردد.

در پاسخ به پرسش نخست، بر اساس بررسی‌های آماری قابل مشاهده در جدول شماره ۳، باید گفت که معیار دیرش در تمام واژه‌ها در گروه ناواژه ۲ بیشترین میانگین، در گروه واژه کمترین میانگین و در گروه ناواژه ۱ حد و وسط را داشته است. همچنین، پرسش دوم را می‌توان این‌گونه پاسخ داد که گروه ناواژه ۲

-
1. Descriptive statistics
 2. Central tendency
 3. Mean
 4. Dispersion
 5. Standard deviation
 6. One-way ANOVA (Analysis of variance)
 7. Scheffe

بالاترین میانگین میزان دیرش را در مقایسه با دو گروه دیگر داشته و گروه واژه، پایین‌ترین سطح این معیار را داشته است.

جدول (۳): خلاصه آمار توصیفی برای متغیر دیرش

واژه (N=۱۶)	ناواژه ۲ (N=۱۶)		ناواژه ۱ (N=۱۶)		گروه واکه	متغیر
	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین		
47.651	156.61	37.386	257.76	38.786	205.40	a
22.344	91.86	31.008	267.69	52.197	202.01	e
52.115	122.62	34.177	266.28	42.041	184.67	æ
20.260	93.64	23.062	282.56	53.342	172.07	o
40.515	125.14	35.509	256.06	39.614	208.39	u
51.034	160.05	25.390	294.13	58.685	218.71	i
23.482	124.99	23.216	270.75	44.308	198.54	کل

می‌توانیم پرسش سوم پژوهش را با استناد به جدول ۴ پاسخ دهیم که میانگین میزان معیار سازه اول در میان واکه‌ها متفاوت بوده است. به این صورت که در تمام واکه‌ها به جز e که تفاوت معنی‌داری میان هر سه گروه مشاهده نشده است؛ گروه ناواژه ۲، بالاترین میانگین را داشته است. در واکه‌های a و æ گروه واژه

و در واژه i گروه ناواژه ۱، پایین‌ترین میزان سازه اول را داشته‌اند، اما در دیگر واژه‌ها در این دو گروه میزان معناداری وجود ندارد. در پاسخ به پرسش چهارم نیز، گروه ناواژه ۲ بالاترین میانگین سازه اول و گروه واژه پایین‌ترین میانگین را در میان هر سه گروه دارا هستند.

جدول (۴): خلاصه آمار توصیفی برای متغیر سازه اول

گروه واژه	ناواژه ۱		ناواژه ۲		واژه	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
a	919.41	239.832	850.42	86.089	763.87	77.612
e	605.75	219.689	600.57	73.819	532.12	94.975
æ	1127.05	109.730	1061.17	89.815	1029.03	108.288
o	464.47	112.922	577.16	71.025	493.50	92.745
u	381.89	138.551	478.13	16.067	413.93	67.686
i	306.74	30.961	390.03	51.856	346.57	52.916
کل	634.22	114.563	659.69	61.450	596.50	50.938

پرسش پنجم در رابطه با معیار شدت است و در پاسخ به آن بر اساس می‌توان گفت که در تمام واژه‌ها گروه واژه دارای بیشترین میزان شدت بوده، به جز i که این واژه استثنائاً بیشترین میزان شدت آن در گروه ناواژه ۱ بوده است. در واژه‌های æ، o، i و u گروه ناواژه ۲، کمترین میزان شدت و در واژه‌های a و e گروه ناواژه ۱، کمترین میزان شدت را داشته‌اند. در پاسخ به پرسش ششم نیز باید گفت که

گروه واژه، بالاترین میزان میانگین شدت را در مقایسه با هر سه گروه به خود اختصاص داده است.

جدول (۵): خلاصه آمار توصیفی برای متغیر شدت

متغیر	گروه واژه	ناواژه ۱		ناواژه ۲		واژه	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
شدت	a	63.20	5.275	65.76	3.509	67.72	3.923
	e	59.57	3.344	61.02	3.083	64.21	4.461
	æ	64.67	3.737	64.30	4.387	67.79	4.476
	o	64.20	1.704	61.47	1.971	66.16	3.681
	u	62.60	3.187	57.84	1.043	64.72	3.939
	i	64.46	1.542	56.14	3.294	63.51	4.105
	کل	63.12	1.715	61.09	2.320	65.68	3.326

با بررسی جدول ۶ به پرسش هفتم پژوهش، این‌گونه پاسخ می‌دهیم که در تمام واژه‌ها گروه ناواژه ۱، بالاترین مقدار شیب طیفی و گروه ناواژه ۲، پایین‌ترین مقدار را دارا است، همچنین گروه واژه در حد وسط قرار گرفته است. آخرین پرسش پژوهش یعنی پرسش هشتم را چنین می‌توان پاسخ داد که گروه ناواژه ۱، دارای بالاترین میانگین مقدار شیب طیفی و گروه ناواژه ۲

دارای پایین ترین میانگین در این مقدار و بالطبع، گروه واژه حد وسط این میانگین را داراست.

جدول (۶): خلاصه آمار توصیفی برای متغیر شیب طیفی

واژه	ناواژه ۲		ناواژه ۱		گروه واکه	شیب طیفی
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار		
10.914	7.98	9.418	-1.74	6.843	10.06	a
9.200	13.27	3.745	-4.34	6.420	15.73	e
6.918	6.18	2.922	-3.04	3.837	11.83	æ
10.819	13.66	14.719	4.61	10.293	13.97	o
9.003	14.81	9.719	-3.35	3.223	15.99	u
7.792	16.59	4.251	5.31	3.692	27.26	i
4.025	12.08	4.376	-.42	2.590	15.81	کل

در آغاز پژوهش اشاره شد که مسئله ماهیت همخوان از سدادی چاکنایی، به ویژه در جایگاه آغازین، از گذشته تا کنون در بسیاری از زبان‌های دنیا مورد بحث و بررسی بوده و زبان فارسی نیز از آن مستثنا نبوده است. همواره میان آواشناسان و واج‌شناسان، دو دیدگاه کاملاً متفاوت درباره این آوا در زبان فارسی وجود داشته است؛ گروه اول افرادی همچون ثمره (۱۳۷۶ و ۱۳۸۳)، مشکوة‌الدینی (۱۳۷۴)،

دین محمدی (۱۳۷۶)، کرد زعفرانلو کامبوز یا (۱۳۸۱)، بی‌جن خان (۱۳۷۴) و (۱۳۹۲) هستند که معتقدند همخوان انسدادی چاکنایی، پیش از واکه در ابتدای واژه‌های فارسی درج می‌شود. به نظر می‌رسد این مسئله منجر به شکل‌گیری این قانون در واج‌آرایی زبان فارسی شده است که هیچ‌جایی با واکه آغاز نمی‌شود. همچنین از نظر بی‌جن خان (۱۳۹۲) کامل‌ترین تظاهر این همخوان در جایگاه آغازین هجا است. گروه دوم افرادی همچون سپنتا (۱۳۵۲)، نجفی (۱۳۷۶) هستند که معتقدند انسداد چاکنایی پیش از واکه آغازین، از ویژگی واکه‌های آغاز است و نه واجی مستقل. بر اساس مطالعات پیشین، مهم‌ترین معیارها یا سرنخ‌های صوتی برای تشخیص انسدادی چاکنایی از طریق نرم‌افزار پرت عبارت‌اند از دیرش، سازه اول، شدت و شیب طیفی.

اگر جایی همخوان انسدادی چاکنایی وجود داشته باشد، واکه بعد از آن در مقایسه با واکه‌ای که پس از همخوان غیرانسدادی چاکنایی می‌آید، دیرش طولانی‌تری خواهد داشت. در میزان کاهش یا افزایش سازه اول واکه پس از انسدادی چاکنایی دو دیدگاه وجود دارد، یکی این که انسداد، میزان سازه اول را افزایش می‌دهد و دیگری این که انسداد، میزان سازه اول را کاهش می‌دهد. شدت واکه پس از انسدادی چاکنایی قطعاً کاهش پیدا می‌کند و در واکه‌ای که پس از انسدادی چاکنایی می‌آید، شیب طیفی نیز کاهش قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت.

بر اساس این معیارها، دیده شد در گروه ناواژه ۲، یعنی جایی که وجود همخوان انسدادی چاکنایی به یقین برای ما محرز بود، میانگین معیار دیرش نسبت به دو گروه دیگر به‌طور چشمگیری بیشتر است، پس همان‌طور که گرلک (2012) ادعان داشت، یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تشخیص انسدادی چاکنایی،

دیرش واکه است که میزان آن پس از انسداد کامل بسیار بیشتر از حالت عادی می‌شود و این با گفتهٔ بائو (2013) و ویندفور (1997) نیز مطابقت دارد، اما نکتهٔ قابل توجه این است که در گروه سوم یعنی واژه‌هایی که با واکه آغاز می‌شوند، دیرش واکه‌ها کمترین میانگین را نسبت به دیگران دارد.

در سرنخ صوتی بعدی یعنی سازهٔ اول، بالاترین میانگین را گروه ناواژهٔ ۲ دارد که این با دیدگاه بائو (2013) که معتقد است میزان سازهٔ اول پس از انسدادی چاکنایی افزایش می‌یابد، تطابق پیدا می‌کند و برعکس گفته‌های مدرسی‌قوامی (۱۳۹۰) و صادقی (۱۳۸۹)، این سازه در دو گروه دیگر پایین‌تر است. البته، این معیار در واکهٔ *i* در گروه ناواژهٔ ۱ از همه پایین‌تر است و احتمالاً این موضوع به دلیل حجم حفرهٔ دهان در هنگام تولید این آوا است که از بقیه بسته‌تر است. همچنین، در واکهٔ *e* تفاوت معناداری از نظر سازهٔ اول در هر سه گروه یافت نشده است و این چندگانگی، با توجه به دو دیدگاه کاملاً متفاوتی که وجود دارد، می‌تواند نشان از این باشد که این معیار، معیار مطمئن و دقیقی برای تشخیص انسدادی چاکنایی نیست.

معیار بعدی میزان شدت واکه است که به وضوح در گروه ناواژهٔ ۲، نسبت به دو گروه دیگر پایین‌تر است و این با نظرات گرلک (2012)، بائو (2013) و صادقی (۱۳۸۹) که اذعان دارند میزان شدت پس از انسدادی چاکنایی کاهش قابل ملاحظه‌ای پیدا می‌کند، تطابق دارد و گروه واژه نیز نسبت به دو گروه دیگر بالاترین میانگین شدت را دارد. البته، استثناً در گروه ناواژهٔ ۱، واکه‌های *a* و *e* پایین‌ترین و *i* بالاترین میزان شدت واکه را دارند. در توجیه این مسئله می‌توان به رابطهٔ ارتفاع دهان و شدت اشاره کرد که در واکهٔ *a* بیشترین میزان ارتفاع و

کمترین شدت و در واکهٔ i کمترین میزان ارتفاع و بیشترین میزان شدت را داراست.

نتایج این پژوهش دربارهٔ مقدار شیب طیفی یا همان مقدار اختلاف دامنهٔ همساز اول از همساز دوم نیز، گفته‌های بانو (2013)، گرلک (2012) و صادقی (۱۳۸۹) را که واکه پس از انسدادی چاکنایی به دلیل درگیرشدن با ویژگی‌های صوتی این همخوان، دارای افت دامنه و بالطبع افت میزان شیب طیفی می‌شود، تأیید می‌کند. همچنین مشاهده شد که در گروه ناواژهٔ ۲، واکه‌های پس از انسدادی چاکنایی قطعی، پایین‌ترین میانگین را نسبت به گروه دیگر دارند و البته در این معیار گروه ناواژهٔ ۱، بالاترین میانگین را داراست.

۵. نتیجه‌گیری

ویژگی‌های صوت‌شناختی واکه‌های گروه ناواژهٔ ۲ که از وجود این همخوان پیش از آنها اطمینان بود، با معیارهای صوت‌شناختی تشخیص انسدادی چاکنایی کاملاً تطابق داشتند و حضور آن همخوان را پیش از واکه، ثابت کردند. اما در گروه واژه هیچ‌کدام از معیارهای صوتی تشخیص همخوان انسدادی چاکنایی با ویژگی‌های صوتی واکه‌های آغازین مطابقتی نداشتند یا در پایین‌ترین میزان میانگین بودند و یا نهایتاً، در حد و سطح و مابین دو گروه قرار می‌گرفتند. از این یافته، این نتیجه به دست آمد که وقتی معیارهای وجود همخوان انسدادی چاکنایی در گروه واژه تأیید نمی‌شوند، پس انسداد کاملی که ویژگی‌های صوت‌شناختی همخوان را داشته باشد، در آنجا، یعنی پیش از واکه‌های آغازین در واژه‌های زبان فارسی وجود ندارد. البته، این نکته را باید خاطر نشان کرد که با توجه به برخی نتایج آماری و مشاهدهٔ طیف نگاشت‌ها، وجود انسداد را در این جایگاه نمی‌توان نادیده گرفت. در

موارد اندکی از تحلیل‌های آماری، گروه واژه دارای حد متوسط میانگین معیارها بوده یا در درجه معناداری آماری قرار نگرفته است و همچنین، در بررسی طیف‌نگاشت‌ها، تقریباً در تمام موارد پیش از واکه آغازین، جایی که تارآواها هنوز ارتعاشی نداشتند، منطقه‌ای از سکوت به چشم می‌خورد که با مقادیر بسیار پایین انرژی شروع شده و در برخی جاها موج‌های نامنظم کوتاهی نیز دارد که نشان از وجود نوعی انسداد است، اما هم در مقایسه با شکلی که از انسدادی چاکنایی قطعی بر روی طیف‌نگاشت‌های گروه ناواژه ۲ می‌بینیم و هم بر اساس نتایج آماری به دست آمده، استنباط می‌شود که انسداد چاکنایی آغازین بست کامل نیست و در نتیجه، همخوان انسدادی چاکنایی به‌عنوان واج مستقل، به شمار نمی‌آید.

این نتایج در تضاد با دیدگاه اول است. دیدگاه افرادی همچون اسلامی و بی‌جن‌خان (۱۳۷۴) که تظاهر اصلی و نمونه همخوان انسدادی چاکنایی را در ابتدای هجا می‌دانند و صادقی (۱۳۸۹) که سخت‌ترین حالت تولید این همخوان را در آغاز هجا یافته است. از سوی دیگر، نتایج بالا در تطابق با دیدگاه گروه دوم، همچون سپنتا (۱۳۵۲) و نجفی (۱۳۷۶) است. بنا بر گفته سپنتا (۱۳۵۲)، بست پیش از واکه آغازین تنها ۲ صدم ثانیه طول می‌کشد. بنابراین، نمی‌توان آن را با همزه که واج مستقلی است، یکی دانست. نجفی (۱۳۷۶) نیز اذعان داشته است که این آوا در تقابل با نبود خود قرار نمی‌گیرد. پس، وقتی می‌توان آن را به راحتی از آغاز واژه حذف کرد و تغییری در معنای واژه ایجاد نشود، این آوای آغازین واج نیست و زبان فارسی نیز مانند دیگر زبان‌ها، می‌تواند هجایی داشته باشد که با وا که آغاز شود. البته افرادی همچون مشکوة‌الدینی (۱۳۷۴) و بی‌جن‌خان (۱۳۸۴)، در جایی این نکته را خاطر نشان کرده‌اند که وجود همزه آغازین در زبان فارسی، عادت و التزام تلفظی است و ارزش واجی ندارد؛ زیرا می‌توان آن را

پیش‌بینی کرد. پیپرهامپرت و تالکین^۱ (1992)، دیلی و دیگران (1996) و گرلک (2012) نیز این موضوع را تأیید می‌کنند که کمتر اتفاق می‌افتد انسدادی چاکنایی پیش از واکه آغازین، بروز کامل داشته باشد و به‌عنوان همخوان تلقی شود. یون گن‌برگر و فن‌هوفن (1991) نیز بست چاکنایی را در ابتدای واکه‌های آغازین زبان هلندی، دارای نقش واجی نمی‌دانند و معتقدند که تنها یک ویژگی است که برای مرزنامی و رسایی در شنیده شدن واکه به آن اضافه می‌شود. همچنین گیمسن (1965)، پیپرهامپرت و تالکین (1992) معتقدند اگرچه انسداد چاکنایی در انگلیسی بریتانیایی استفاده می‌شود، اما نقش واجی ندارد. این پدیده تنها حالتی شبیه به همخوان دارد و فقط برای تقویت کردن واکه پس از خود و برای برجسته‌کردن و متمایزسازی واکه به‌کار می‌رود. بنابراین، نتایج پژوهش حاضر هم‌سو با دیدگاه دوم و غیرهم‌سو با دیدگاه اول است. به نظر می‌رسد که بست چاکنایی پیش از واکه در واژه‌های زبان فارسی می‌تواند یکی از ویژگی‌های صوت‌شناختی واکه آغازین در فرایند تولید واکه باشد که آن ویژگی چاکنایی‌شدگی است.

چاکنایی‌شدگی ویژگی‌ای است که طی تولید دومین به‌آوا اضافه می‌شود و بنابر تعریفی که فارس (2010) و گرلک (2013) از آن داده‌اند، این فرایند، اضافه کردن یک انسداد ناقص یا کامل به فرایند تولید آوایی است که این ویژگی را در تولید نخستین خود ندارد. همچنین دیده شد که انسدادی که در آغاز واکه‌های زبان فارسی رخ می‌دهد، ویژگی‌های یک انسدادی چاکنایی کامل را ندارد. پس، این می‌تواند همان انسداد ناقصی باشد که در ابتدای فرایند تولید واکه آغازین به آن اضافه می‌شود و آن واکه را چاکنایی شده می‌سازد. این نظر باز هم با نظرات

1. Pierrehumbert & Talkin

سپنتا (۱۳۵۲) و نجفی (۱۳۷۶) که معتقدند واکه آغازین زبان فارسی، مانند دیگر زبان‌ها همچون آلمانی، با انسداد خفیفی شروع می‌شود که از ویژگی‌های واکه آغازین است، مطابقت دارد. همچنین، بائو (2013) معتقد است به اشتباه، انسداد چاکنایی پیش از واکه‌های آغازین را همخوان می‌دانند. به اعتقاد او، مسئله واکه‌های چاکنایی شده باید از نظر آواشناسی معرفی شود و به‌عنوان واجگونه قاعده‌مند از واکه در جایگاه آغاز واژه، در این علم ثبت شود. وی اضافه می‌کند که در واقع بافت آغازی واژه، مانند بستر آوایی مناسب برای چاکنایی شدگی عمل می‌کند. احتمالاً چاکنایی شدگی به دلیل یکی‌بودن محل تولید واکه و همخوان انسدادی چاکنایی رخ می‌دهد؛ به این صورت که در جایگاه تکیه‌بر، هجایی که با واکه آغاز می‌شود، به هنگام تولید، تحت تأثیر فشار تکیه و برجستگی، تارآواها نخست به یکباره از یکدیگر باز شده و سپس، لرزش تارآواها آغاز می‌شود. به این ترتیب، دو فرایند بازشدن بست و واکسازي به‌طور پیوسته رخ می‌دهند و قاعدتاً ترکیبی از همخوان و واکه نیست، بلکه این فرایند، فرایند چاکنایی شدن واکه آغازین در زبان فارسی است. پس، برخلاف گفته حق‌شناس (۱۳۷۸)، چاکنایی شدگی فقط مختص همخوان نیست. می‌توان پذیرفت که مانند دیگر زبان‌ها، در فارسی نیز واکه‌ها هم می‌توانند چاکنایی شوند. با پذیرش این موضوع، واجگونه‌ای به واجگونه‌های واکه‌های زبان فارسی اضافه می‌شود. همچنین، پذیرفتن این اصل که در فارسی نیز هجا می‌تواند با واکه آغاز شود، الگوهای هجایی جدیدی، یعنی *v*، *VC* و *VCC* را به فارسی اضافه خواهد کرد. هرچند به نظر برخی از پژوهشگران، از جمله دین‌محمدی (۱۳۷۶) و مشکوة‌الدینی (۱۳۷۴)، افزودن ساختار هجایی جدید به زبان فارسی، برخلاف اصل اقتصاد زبانی است، به نظر نگارندگان، این مسئله توجیه قابل قبولی نیست؛ زیرا زبان‌های دیگر از جمله انگلیسی و آلمانی ساختار هجایی به‌مراتب پیچیده‌تر از فارسی دارند.

مهم‌ترین محدودیت این پژوهش این است که داده‌های آن می‌توانست واژه‌های به‌کار رفته در بافت زبانی، به جای واژه‌های مفرد و خارج از بافت باشد و اگر چنین بود، می‌توانست به نتایج طبیعی‌تر و بهتری منجر شود، اما به این دلیل که کاربرد واژه در متن، تأثیر آوایی واژه‌ها بر یکدیگر را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد و قاعدتاً حذف این تأثیرات بسیار دشوار و شاید ناممکن باشد، به ناچار واژه‌ها خارج از بافت بررسی شده است. همچنین، نباید این مسئله را از ذهن دور داشت که اصولاً همخوان انسدادی چاکنایی در زنجیره پیوسته کلام حذف می‌شود.

منابع

- ابوالقاسمی، محسن. (۱۳۸۰). *تاریخ زبان فارسی*. ویراست دوم. تهران: سمت.
- استاجی، اعظم، مجتبی نامورفرگی و سریرا کرامتی یزدی. (۱۳۸۹). «تحلیل آکوستیکی همخوان انسدادی چاکنایی و بررسی امکان وجود دو واکه پیاپی در دو هجای متوالی در گفتار سریع و پیوسته در زبان فارسی». *پژوهش‌های زبان و ادبیات تطبیقی*. ۴/۱: ۲۷-۵۰.
- اسلامی، محرم و محمود بی‌جن خان. (۱۳۷۴). «دادگان گفتاری زبان فارسی، تقطیع و برچسبدهی آوایی و واجی». *کتاب زبان فارسی و رایانه: برگزیده مقالات*. به کوشش حسین صامتی و محمود بی‌جن خان. تهران: سمت. ۱۱۲-۱۰۶.
- بهجو. زهره. (۱۳۸۳). «کاربرد همزه در زبان فارسی گفتاری و نوشتاری». *مجموعه مقالات نخستین کنگره ملی ایران شناسی*. بنیاد ایران‌شناسی. جلد ۱: ۱۱۱-۱۳۳.
- بی‌جن خان، محمود. (۱۳۸۴). *واج‌شناسی نظریه بهینگی*. تهران: سمت.
- _____ . (۱۳۹۲). *نظام آوایی زبان فارسی*. تهران: سمت.

پرمون. یدالله. (۱۳۸۶). «رفتار سیکی اجباری همخوان‌های چاکنایی در فارسی محاوره‌ای معیار و فارسی کرمانی: تأکیدی بر رویکرد گشتاری واج‌شناسی قاعده بنیاد نوین». *علوم انسانی دانشگاه الزهرا (س)*. ۶۴/۱۷: ۶۹-۲۵.

ثمره، یدالله. (۱۳۷۸). *آواشناسی زبان فارسی آواها و ساخت آوایی هجا*. ویراست دوم. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.

جانسون، کیث. (۱۳۹۴). *آواشناسی آکوستیک و شنیداری*. ترجمه زهرا محمودزاده و رحیمه روح‌پرور. تهران: پژوهشگاه علوم و فناوری ایران (ایرانداک).

حق‌شناس. علی‌محمد. (۱۳۷۶). «همزه در خط و زبان فارسی». *مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس زبان‌شناسی نظری و کاربردی*. دو جلد. به کوشش سیدعلی میرعمادی. تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی. ۱۶۳-۱۵۱.

حق‌شناس. علی‌محمد. (۱۳۷۸). *آواشناسی*. تهران: انتشارات آگاه.

خدایی، مریم، آذر مهری و یونس جهانی. (۱۳۹۰). «بررسی تأثیر جنسیت بر الگوی انسداد چاکنای در افراد دارای صوت بهنجار». *شنوایی‌سنجی*. ۱/۲۰: ۷۲-۶۴.

خداوردی، فهیمه. (۱۳۹۴). «همخوان انسدادی چاکنایی در پیوستار وضعیت چاکنای». *علم زبان*. ۴/۳: ۵۵-۳۵.

دین‌محمدی، غلام‌رضا. (۱۳۷۶). «جایگاه همزه در ساخت آوایی زبان فارسی بر اساس واج‌شناسی فرازنجیری». *پژوهش‌های زبان خارجی*. ۴: ۲۴-۱۱.

سپنتا، ساسان. (۱۳۵۲). «همزه در زبان فارسی». *نشریه دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه اصفهان*. ۹: ۷۰-۵۸.

صادقی، وحید. (۱۳۸۹). «آواشناسی و واج‌شناسی همخوان‌های چاکنایی». *پژوهش‌های زبان‌شناسی*. ۱/۲: ۶۲-۴۹.

فرهادی، حسین. (۱۳۸۱). *اصول و روش تحقیق در زبان‌شناسی کاربردی*. ترجمه فاطمه جواهری کوپائی و هاجر خان‌محمد. تهران: رهنما.

کرد زعفرانلو کامبوزیا، عالییه. (۱۳۸۱). «همزه در زبان فارسی». *دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران*. ۱۶۴: ۲۸۳-۳۰۲.

مدرسی‌قوامی. گلناز (۱۳۹۰). «آغاز هجای فارسی و رابطه آن با فرایند اضافه در وام‌واژه‌ها بر مبنای نظریه بهینگی». *مجموعه مقاله‌های نخستین همایش انجمن زبان‌شناسی ایران*. تهران: نویسه پارسی. ۹۱-۷۹.

مشکوة‌الدینی. مهدی. (۱۳۷۴). *ساخت آوایی زبان*. ویراست سوم. مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد.

معین، محمد. (۱۳۸۶). *فرهنگ فارسی معین*. ۶ جلد. تهران: میلاد.

موسوی، ندا. (۱۳۹۵). *آشنایی با نرم‌افزار پرت*. تهران: نویسه پارسی.

موسوی، ندا، بتول علی‌نژاد. (۱۳۹۴). «بررسی موج چاکنایی واک‌های فارسی با استفاده از الکتروگلوٹوگرافی». *پژوهش‌های زبانی*. ۱/۶: ۸۲-۹۷.

نجفی، ابوالحسن. (۱۳۷۶). *مبانی زبان‌شناسی و کاربرد آن در زبان فارسی*. تهران: نیلوفر.

رضوی نجف‌آبادی، مرضیه‌سادات، ماندانا نوریخس. (۱۳۹۱). «دیرش واکه، دیرش بست و واکداری بست در انفجاری‌های پایان کلمه در زبان فارسی». *زبان و زبان‌شناسی*. ۱۵/۸: ۴۳-۶۰.

نصیری‌پور، نرگس. (۱۳۹۲). *بررسی توزیع چاکنایی‌ها در هجاهای زبان فارسی*. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد. شیراز: دانشگاه شیراز.

Bao, M. (2013). "Acoustic evidences for glottalization of word initial vowels in Shaghni". *The Linguistics Journal*. 7(1): 250-272.

Bartunkova, H. (2012). *Word-initial Vowel Glottolization in Speech of Native English Non-professionals*. Doctoral Dissertation. Filozoficka Fakulta University.

Dilley, L., S. Shattuck & M. Ostendorf. (1996). "glottalization of word-initial vowels as a function of prosodic structure". *Journal of Phonetics*. 24: 423-444.

- Garellek, M. (2012). "Glottal Stop before Word-initial Vowels in American English: Distribution and Acoustic Characteristics". *UCLA Working Papers in Phonetics*. 110:1-23.
- Garellek, M. (2013). *Production and Perception of Glottal Stops*. Doctoral Dissertation. University of California.
- Gimson, A. C. (1965). *An Introduction to the Pronunciation of English*. London: Edward Arnold.
- Esling, J., Fraser, K. & Harris, J. (2005). "Glottal stop, glottalized resonants, and pharyngeals: a reinterpretation with evidence from a laryngoscopic study of Nunchahnutth (Nootka)". *Journal of Phonetics*. 33: 383-410.
- Hayward, K. (2013). *Experimental Phonetics*. London and New York: Routledge.
- Hoang Pham, A. (2009). "The identify of non-identified sounds: glottal stop, prevocalic /w/ and triphthongs in Vietnamese". *Toronto Working Paper in Linguistics*. 34: 1-17.
- Jahani, C. (2005). "The glottal plosive: a phoneme in spoken modern persian or not?". *Linguistic Convergence and Areal Diffusion*. 373: 78-96.
- Jongenburger, W. & V. Van Heuven. (1991). "The distribution of word initial glottal stop in Dutch". *Linguistics in the Netherlands*. 8 (13): 101-110.
- Pierrehumbert, J. and Talkin, D. (1992). "Lenition of /h/ and glottal stop". In G. J. Docherty & D. R. Ladd (eds). *Papers in Laboratory Phonology II*. Cambridge University Press. 90-117.
- Pompino Marshall, B. & M. Zygis. (2010). "Glottal marking of vowel-initial words in German". *ZAS papers in linguistics*. 52: 1-17.
- Sabri Faris, M. (2010). "The glottal stop in English: a descriptive study". *Majalat Alkoliyata Altarbiyata Alasasiya*. 5: 97-110.
- Shademan, S. (2005). "Glottal deletion and compensatory lengthening in Farsi". *UCLA working papers in phonetics*. 104: 61-81
- Windfuhr, G. (1997). "Persian phonology". In A. S. Kaye (ed.). *Phonology of Asia and Africa*. Winona Lake, Indiana: Eisenbrauns (2nd ed.): 675-689.
- Yazarlou, S. (2014). "Glottal stop in hiatus: an acoustic investigation in Persian". *Social and behavioral science*. 136: 12-20.
- Yule, G. (2006). *The Study of Language*. Cambridge: University Press.