تجزیه و تحلیلِ صوت‌شناختیِ سایشی‌شدگیِ انسایشی‌های /ʤ/ و /ʧ/: فرضیهٔ جوازدهیِ سرنخی

زهرا محمودزاده
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
محمود بی‌جن‌خان
دانشگاه تهران

چکیده

تجزیه و تحلیلِ صوت‌شناختیِ فرایندِ سایشی‌شدگی[1] همخوان‌های انسایشی در گفتارِ پیوستهٔ[2] فارسی نشان می‌دهد که سایشی‌شدگیِ انسایشی‌های فارسی مبتنی بر جوازدهیِ سرنخی[3] (استریادی[4]، ۱۹۹۷ و ۲۰۰۱؛ فلمینگ[5] ۲۰۰۲) و نه جوازدهیِ نواییِ[6] گفتار (نسپر[7] و فوگل[8]، ۱۹۸۶) است. فارسی‌زبانان مهم‌ترین هم‌بستهٔ ادراکی[9] همخوان‌های انسایشی، یعنی دیرشِ سکوت[10]، را در توالی انسایشی- انسدادی به‌دلیلِ هزینه و کوششِ بالای تولیدی، بر روی موجِ صوتیِ گفتار پیاده نمی‌کنند. پنج گویشور مرد، بین سنین ۲۰ تا ۳۰ سال، همخوان‌های انسایشی /ʧ/ و /ʤ/ را قبل‌از انسدادی‌های لبی /p, b/، دندانی /t, d/ و کامی /k, g/ سه‌بار

1. spirantization
2. connected speech
3. licensing by cue
4. D. Steriade
5. E. Flemming
6. licensing by prosody
7 . M. Nespor
8. I. Vogel
9. perceptual correlate
10. silence duration

تکرار کردند و درنتیجه ۷۲۰ نمونهٔ آوایی به‌دست آمد. سبکِ گفتار، فارسیِ غیررسمیِ محاوره‌ای است که در شهر تهران به آن صحبت می‌شود. تجزیه و تحلیلِ آکوستیکیِ داده‌ها نشان می‌دهد که در نمونه‌های انسایشیِ فاقدِ بست، خنثی‌شدگیِ مقوله‌ایِ[1] انسایشی به سایشی روی داده است و در نمونه‌هایی که بستِ انسایشی به‌طورِ ناقص تولید شده است، کاهشِ مدرجِ[2] سرنخ‌های سرنخ‌های صوت‌شناختی[3]، منجربه سایشی‌شدگیِ آوایی شده است، در این نمونه‌ها، تمایز واجیِ واجیِ مقوله‌های انسایشی- سایشی حفظ شده است.

کلیدواژه‌ها: انسایشی، سایشی‌شدگی، صوت‌شناختی، جوازدهیِ سرنخی، جوازدهیِ نوایی.

۱. مقدمه

استریادی (۱۹۹۷: ۲) در مقالهٔ "آواشناسی در واجشناسی: خنثی‌شدگیِ مشخصه‌های چاکنایی"[4]، چنین می‌گوید که "خنثی‌شدگیِ چاکنایی تنها دررابطه‌با عواملِ پیاده‌سازی آوایی[5] آوایی[5] که اکثراً ادراکی هستند، قابل توجیه است: تقابل مقوله‌های حنجره در جایگاه‌هایی خنثی می‌شود که سرنخ‌های ادراکیِ[6] مربوط به تقابل حضور ندارند یا با صَرفِ حرکاتِ تولیدیِ بیشتری قابل‌حصول هستند. درمقابل، تقابل‌های چاکنایی در جایگاه‌هایی مجاز[7] هستند که براساسِ مقیاسِ ادراکی، تمایز آن‌ها بالا است". وی چنین استدلال می‌کند که مهم‌ترین عامل در خنثی‌شدگی و مجاز بودنِ آن، توزیعِ سرنخ‌های صوت‌شناختیِ تقابل در سیگنالِ گفتار است. استریادی (همان: ۲) در این مقاله، فرضیهٔ جوازدهیِ سرنخی را با دیدگاهِ جوازدهیِ نوایی، در مسئلهٔ خنثی‌شدگیِ چاکنایی، در زبان‌های لهستانی، لیتوانی، اسلاوی و سانسکریت مقایسه می‌کند. در دیدگاهِ جوازدهیِ نوایِ ایتو[8] (۱۹۸۶و ۱۹۸۹)، گلداسمیت[9] (۱۹۹۰)، روباخ[10](۱۹۹۰)، لومباردی[11] (۱۹۹۱ و ۱۹۹۵)، توزیعِ مشخصه‌های آوایی، زیرِ کنترلِ جایگاهِ نواییِ آن‌هاست. وی دیدگاهِ جوازدهیِ نوایی، در توجیهِ فرایندهای واجی را رد می‌کند. در دیدگاهِ واج‌شناسیِ نوایی، حوزهٔ عمل‌کردِ فرایندهای واجی، سازه‌های نوایی[12] است. در پژوهشِ حاضر، سایشی‌شدگیِ انسایشی‌های فارسی، در بافتِ قبل از انسدادی‌های لبی، دندانی و کامی، تجزیه و تحلیلِ صوت‌شناختی می‌شود. یافتن و تجزیه و تحلیل پارامترهای صوت‌شناختی در

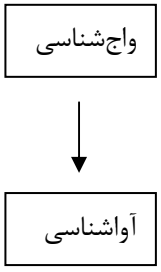
1. categorical neutralization
2. gradient reduction
3. acoustic cues
4. "Phonetics in phonology: the case of laryngeal neutralization"
5. phonetic implementation
6. perceptual cues
7. licensed
8. J.Ito
9. J.Goldsmith
10. J.Rubach
11. L.Lombardi
12. prosodic constituents

سازه‌های نواییِ هجا، کلمهٔ واجی[1]، گروه واجی[2] و گروه آهنگ[3] روشن خواهد کرد که آیا این پدیدهٔ آوایی می‌تواند شاهدی برای تأییدِ فرضیهٔ جوازدهیِ سرنخیِ استریادی (۱۹۹۷) باشد یا خیر. بدیهی است اگر این قاعدهٔ واجی متأثر از ساختارِ نواییِ گفتار باشد، به‌این معنا که وقوعِ آن منوط به یک سازهٔ نوایی باشد، می‌توان نتیجه گرفت که عامل خنثی‌شدگی، تقابلِ انسایشی- سایشی در بافتِ قبل از همخوان‌های انسدادیِ سازه‌های نواییِ گفتار است و نه توزیعِ سرنخ‌های صوت‌شناختی در سیگنالِ گفتار.

۲. جوازدهیِ سرنخی و جوازدهیِ نوایی

۲. ۱. جوازدهیِ سرنخی

در بازنماییِ ساختارِ دستور، رابطهٔ واج‌شناسی با آواشناسی به‌صورتِ زیر نشان داده شده است (استریادی، ۱۹۹۷: ۳). در این بازنمایی، واج‌شناسی با یک پیکانِ روبه‌پایین، به آواشناسی متصل می‌شود:



شکل ۱. رابطهٔ آواشناسی و واج‌شناسی.

منظور از این بازنمایی این است که بخشِ واج‌شناسی، حاویِ اطلاعاتی (مشخصه‌ها، اصلِ مرزِ اجباری[4]، شرایط توالی رسایی[5] و غیره) است، که تعاملِ بینِ آن‌ها تعیین‌کنندهٔ نوع تقابل‌ها تقابل‌ها و جایگاه آن‌ها در زبان است. درواقع براساسِ این مدل، بخشِ واج‌شناسی تصمیم می‌گیرد که در زبان چه تقابل‌هایی در چه جایگاه‌هایی روی دهد. در این بازنمایی، بخشِ پیاده‌سازیِ آوایی دارای قواعدی است که بازنماییِ واجی را به دستگاهِ تولیدِ گفتار می‌نگارد[6].

1. phonological word
2. phonological phrase
3. intonational phrase
4. obligatory contour principle (OCP)
5. sonority sequencing conditions
6. map

قواعدِ این بخش، پیامدهای صوت‌شناختی و ادراکیِ بستارهای تولیدی[1] را محاسبه می‌کنند (همان: ۳). در دیدگاهی که استریادی (همان: ۳) ارائه می‌کند، تقابل‌های واجی در رابطهٔ متفاوتِ دیگری بینِ دستور و پیاده‌سازی درک می‌شوند. استریادی (همان: ۳) معتقد است که گویشوران مجهز به دانشی هستند که به آن‌ها امکانِ پیاده‌سازیِ نسبتاً راحت و آسانِ انواعِ تقابل‌های واجی را در بافت‌های مختلف می‌دهد. به‌عنوان‌مثال، گویشوران آگاهند که تقابلِ -/k/ /g/ در بافتِ بین‌واکه‌ای آسان‌تر قابلِ تشخیص است تا در جایگاهِ بین‌همخوانی. درواقع تقابلِ /k/-/g/ در جایگاهِ بین‌همخوانی نیز انتقال می‌یابد (مانند /askta/ در مقابل /asgta/) اما با صَرفِ هزینه و کوششِ تولیدیِ اضافی. این دانش در دستور به‌صورتِ محدودیت‌های پیاده‌سازی[2] وارد می‌شود. تعاملِ این محدودیت‌ها با سایر بخش‌های دستور تعیین می‌کند که آیا در زبان، یک تقابلِ خاص در یک جایگاهِ خاص حفظ می‌شود یا خیر. استریادی (۲۰۰۱) در مقالهٔ " واج‌شناسیِ تأثیراتِ قابلیتِ درک: پی‌مپ (p-map)[3]، و پیامدهای آن در سازمانِ محدودیت‌ها[4]"، بخشِ نقشهٔ درک‌پذیری[5] یا پی‌مپ (p-map) را مطرح می‌کند. این بخش، استراتژیِ گویشوران را برای حلِ مسائلِ واج‌آرایی در زبان توجیه می‌کند.

۲. ۱. ۱. فرضیهٔ پی‌مپ (p-map) (استریادی ۲۰۰۱)

استریادی (همان: ۲) در بازنگری بر ساختارِ واج‌شناسیِ نظریهٔ بهینگیِ پرینس[6] و اسمولنسکی[7] (۱۹۹۳) بخش دستوری پی‌مپ را پیشنهاد می‌کند. پی‌مپ عبارت‌است از بازنماییِ بازنماییِ ذهنیِ میزانِ تمایزِ تقابل‌های متفاوت در جایگاه‌های مختلف. نقشِ اصلیِ پی‌مپ، هدایتِ گویشور به‌سمتِ ایجادِ کمترین تغییرشکل در زیرساخت برای حلِ مسئلهٔ واج‌آرایی ازطریقِ ارزیابیِ میزانِ شباهتِ ادراکی[8] تقابل‌های مختلف در جایگاه‌های مختلف است. درواقع پی‌مپ، دانشِ پنهانِ درکِ آواها در بافت است. شباهتِ ادراکی، قضاوتی است که گویشورانِ زبان دربارهٔ میزانِ شباهتِ جفت‌های متقابل دارند. استریادی (همان: ۹) نظریهٔ واج‌شناختیِ شباهت را بر پایهٔ نرخِ اشتباه‌شدگی[9] بین اعضای تقابل‌ها معرفی می‌کند، به‌این‌معناکه گویشوران تجربیاتِ خود را دررابطه‌با اشتباه‌شدگی به‌صورتِ دانشی گسترده‌تر و ذهنی‌تر، یعنی

1. articulatory gestures
2. implementation constrains
3. p-map hypothesis
4. "The Phonology of Perceptibility Effects: the P-map and its Consequences for Constraint Organization "
5. perceptibility map
6. A. Prince
7 . P. Smolensky
8. perceptual similarity
9. confusability rate

قضاوت‌های شباهت، ذخیره می‌کنند. آن‌ها درواقع نه‌تنها می‌دانند که رایج‌ترین انحراف از هنجارها کدامند بلکه می‌دانند که کدام انحراف‌ها به هنجار شبیه‌ترند. پی‌مپ به‌گونه‌ای طرح‌ریزی شده است که اجازهٔ تعریفِ مفهومِ کم‌ترین‌تغییر را به‌صورتِ گزاره‌هایی دربارهٔ درکِ تقابل‌ها می‌دهد. درکِ تقابل ازطریقِ تنها مشخصهٔ مشترک یعنی نرخِ اشتباه‌شدگی محاسبه می‌شود (همان: ۱۶-۱۷). به‌این‌صورت‌که گویشوران برای حلِ مشکلِ واج‌آرایی، به ملاحظاتِ اشتباه‌شدگی، و نه عواملِ دیگر نظیر جایگاهِ نوایی، توجه می‌کنند و بنابراین شبیه‌ترین درون‌داد- برون‌دادِ سیستمِ واجی را انتخاب می‌کنند (همان: ۳۸). به‌عبارتی بینِ شباهتِ درک‌شده با انتخابِ تغییرِ واجی هم‌بستگی وجود دارد. تمایزِ نسبیِ تقابل، تابعی است از میزانِ حضورِ سرنخ‌هایی که عناصرِ تقابل را ازهم جدا می‌سازند. کم‌ترین تغییر براساسِ اصلی‌ترین هم‌بستهٔ ادراکیِ تقابل صورت می‌گیرد (همان: ۱۹). شینوهارا[1] (۲۰۰۶: ۱۰۴۶) معتقد است شباهت‌های ادراکی یا به‌عبارت‌دیگر مقیاس‌های درکیِ[2] آواها در بافت، جهانی هستند. وی به بررسیِ الگوهای حذف در خوشه‌های پایانیِ کلماتِ قرضیِ زبانِ انگلیسی در زبان‌های نامرتبطِ کانتونی[3]، مارشالی[4]، یوروبا[5] و فیجی[6] می‌پردازد. نتایجِ وی نشان می‌دهد که الگوهای حذف براساسِ واقعیت‌های صوت‌شناختی و درکِ شنیداریِ واحدهای آوایی در یک بافت، قابل‌پیش‌بینی هستند، زیرا شباهت‌ها و مقیاس‌های ادراکی، مبتنی‌بر دانشِ آواییِ عمومی هستند.

۲. ۱. ۲. نظریهٔ پراکندگیِ تقابل (فلمینگ، ۲۰۰۲)

فلمینگ (۲۰۰۲: ۱۵) نظریهٔ پراکندگیِ تقابل را برگرفته از "نظریهٔ پراکندگیِ سازگاریافته"[7]، مطرح‌شده ازسوی لیندبلوم[8] (۱۹۸۶ و ۱۹۹۰)، معرفی می‌کند. در این نظریه ویژگی‌های شنیداری- ادراکیِ گفتار، نقشِ اصلی را دارند و بنابراین درمقابلِ دیدگاه‌های تولیدیِ مشخصه‌های واجی قرار می‌گیرند (فلمینگ، ۲۰۰۲: ۱). وی در این نظریه، انتخاب تقابل‌های واجی را براساسِ سه هدفِ نقشیِ زیر بیان می‌کند: الف) به حداکثر رسیدنِ تعدادِ تقابل‌ها، ب) به حداکثر رسیدنِ تمایزِ تقابل‌ها، ج) به حداقل رسیدنِ کوششِ تولیدی. این اهداف از نقش‌های ارتباطیِ زبان به‌عنوانِ ابزاری برای انتقالِ اطلاعات منتج می‌شوند. به حداکثر رسیدنِ تعداد

1. S. Shinohara
2. perceptibility scales
3. Cantonese
4. Marshallese
5. Yoruba
6. Fijian
7. theory of adaptive dispersion
8. B. Lindblom

تقابل‌های واجی، افراد را قادر به متمایز ساختنِ واژه‌های زبان می‌سازد، بی‌آن‌که واژه‌ها بیش‌ازحد طولانی شوند. تمایز شنیداریِ تقابل‌ها باید به حداکثر برسد زیرا سبب می‌شود شنوندگان به‌راحتی تفاوتِ بینِ کلمات را درک کنند و سومین هدف خاص زبان نیست و احتمالاً از اصولِ کلیِ رفتارِ حرکتیِ انسان است. فلمینگ (۲۰۰۲: ۱۷) نظریهٔ پراکندگیِ تقابل را درقالبِ نظریهٔ بهینگیِ پرینس و اسمولنسکی (۱۹۹۳)، و مدلی از بازنماییِ شنیداری[1] گفتار، صورت‌بندی می‌کند.

میزانِ تمایزِ دو آوا به بازنماییِ ادراکیِ آن‌ها مربوط می‌شود و عبارت‌است از، میزانِ احتمالِ اشتباه‌کردنِ دو آوا (فلمینگ، منتشرنشده: ۹). فلمینگ (همان: ۹) معتقد است که مبنای صوت‌شناختیِ اشتباه‌شدگی، چندان روشن نیست. در آزمایش‌های روان‌شناختی که به شناسایی[2] و مقوله‌بندی[3] محرک‌هایی[4] نظیرِ آواهای گفتار می‌پردازند، هریک از محرک‌ها در یک فضای چندبعدیِ شباهت نسبت‌به یک‌دیگر قرار دارند، به‌نحوی‌که فاصلهٔ بین محرک‌ها معمولاً به‌میزانِ اشتباه‌شدگیِ آن‌ها مربوط می‌شود، یعنی محرک‌هایی که در فضای نزدیک‌تری نسبت‌به‌هم قرار دارند، به‌هم شبیه‌ترند و بنابراین قابل‌اشتباه‌ترند.

۲. ۱. ۲. ۱. بازنماییِ شنیداری

بازنماییِ شنیداریِ یک آوا باید تمامِ ویژگی‌های شنیداریِ آن آوا را دربر داشته باشد. در مدلِ شنیداریِ فلمینگ (۲۰۰۲) هر آوا در یک فضای چندبعدیِ شنیداری قرار دارد. بیشترِ این ابعادِ شنیداری[5]، صوت‌شناختی و مدرج، یعنی مشخصه‌های صوت‌شناختیِ چندارزشی، هستند. تعریفِ چندارزشیِ مشخصه‌های صوت‌شناختی، امکانِ تعیینِ فاصلهٔ شنیداری[6] بین آواها را برحسبِ هریک از ابعاد فراهم می‌سازد. فاصلهٔ شنیداری بین آواها، میزانِ تمایزِ شنیداریِ آن‌ها را نشان می‌دهد که برای ارزیابیِ میزانِ تمایزِ تقابل‌ها لازم است. ابعادِ شنیداریِ هر آوا به‌صورتِ ماتریسی از مشخصه‌ها تعیین می‌شود (همان: ۱۷). ابعادِ شنیداریِ فلمینگ (همان: ۲۳-۱۷) در جدول (۱) ارائه شده‌اند.

1. auditory representation
2. identification
3. categorization
4. stimulus
5. auditory dimension
6. auditory distance

جدول ۱. ابعاد شنیداری فلمینگ (۲۰۰۲).

بعدِ شنیداری	پارامترِ صوت‌شناختی
فرکانسِ سازه‌ای[1] (F1, F2, F3)	فرکانسِ سازه‌ای (F1, F2, F3)
فرکانسِ نوفه[2]	فرکانسِ اولین قله[3] در طیفِ نوفه[4]
پراکندگی[5]	پراکندگیِ طیفِ نوفه
بلندیِ نوفه[6]	بلندیِ نوفه در طیف
بلندی[7]	بلندیِ کلی[8]
زمانِ شروعِ واک[9]	زمانِ شروعِ واک

۲. ۱. ۲. ۲. خنثی‌شدگی

فلمینگ (۲۰۰۲: ۴۰)، خنثی‌شدگی را به‌عنوانِ فقدانِ تقابل در برخی بافت‌ها تعریف می‌کند. در نظریهٔ پراکندگی، خنثی‌شدگیِ تقابل هنگامی روی می‌دهد که محدودیتِ کوششِ تولیدی[10] مانع از ظهورِ تمایزِ کافی در برخی بافت‌ها شود. برای درجهٔ معینی از کوششِ تولیدی، میزانِ تمایزِ شنیداریِ تقابل، برحسبِ بافت تغییر می‌کند. برخی از سرنخ‌های تقابل در بعضی از بافت‌ها موجود نیستند. فلمینگ (همان: ۱۷)، نظریهٔ پراکندگی را صورت‌بندیِ دیگری از دیدگاه استریادی (۱۹۹۷) معرفی می‌کند که به‌طورِخلاصه عبارت‌است از این‌که خنثی‌شدگیِ تقابل در بافت‌هایی روی می‌دهد که سرنخ‌های ادراکیِ مربوطبه‌تقابل کم می‌شوند یا با صَرفِ حرکاتِ تولیدیِ اضافی، قابلِ وصول هستند. کاواساکی[11] (۱۹۸۲، ۱۹۹۲)، (به‌نقل‌از فلمینگ (۲۰۰۲: ۱۲۰- ۱۱۹)) دو عاملِ صوت‌شناختی را در تولیدِ توالی‌های آوایی ارائه می‌کند: ۱) شدتِ تغییرِ صوت‌شناختی[12] در درونِ یک توالی و ۲) میزانِ تفاوتِ صوت‌شناختی بین توالی‌ها.

1. formant frequency
2. noise frequency
3. peak
4. noise spectrum
5. diffuseness
6. noise loudness
7. loudness
8. overall loudness
9. VOT
10..effort-minimization constraint
11. H. Kawasaki
12. the magnitude of acoustic modulation

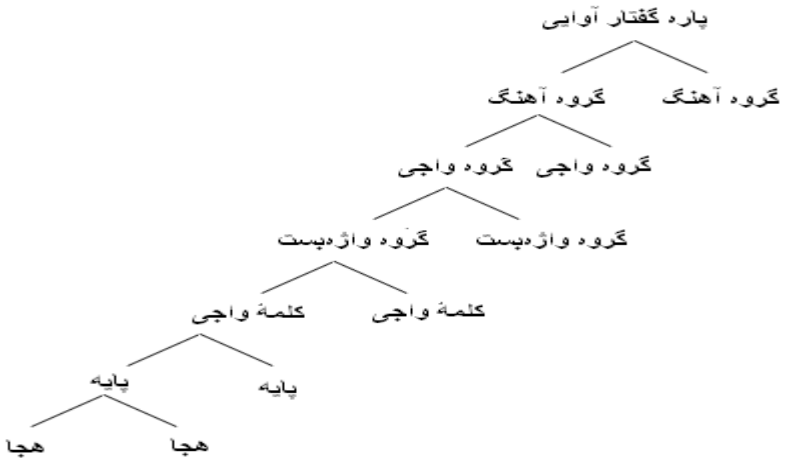
اولین عامل به برجستگیِ ادراکی[1] یک توالی ارتباط دارد، یعنی اولویت‌داشتنِ توالی‌هایی که تغییراتِ طیفیِ کمی دارند. دومین عامل مستلزم این است که تمایزِ تقابل‌ها بیشینه باشد، یعنی اولویت‌نداشتنِ توالی‌های آوایی که به‌لحاظِ شنیداری متمایز نیستند.

۲. ۲. جوازدهیِ نوایی

ویژگی‌های منفردِ واحدهای آوایی، تحتِ تأثیرِ ساختار نواییِ گفتار است و به جایگاهِ تولیدِ آن‌ها در درونِ سازه‌های نوایی بستگی دارد. سازه‌های نوایی در واج‌شناسیِ زایشی، در حوزهٔ واج‌شناسیِ نوایی مورد بحث قرار می‌گیرند. نظریهٔ واج‌شناسیِ نواییِ نسپر و فوگل (۱۹۸۶)، مدلی از واج‌شناسیِ نوایی است که توسطِ سلکرک[2] (۱۹۷۸)، برای نخستین‌بار، در مقاله‌ای تحتِ عنوانِ "ساختِ نوایی و رابطهٔ آن با ساختِ نحوی"[3] مطرح شد. در واج‌شناسیِ نوایی، بازنماییِ ذهنیِ گفتار از واحدها یا سازه‌هایی تشکیل یافته که ساخت سلسله‌مراتبی یا درختی دارند. این سازه‌ها توسط سرنخ‌های آوایی در موجِ صوتیِ گفتار انتقال پیدا می‌کنند و حوزهٔ عملکردِ قواعدِ واجی و فرایندهای آوایی قرار می‌گیرند (نسپر و فوگل، ۱۹۸۶: ۷-۱). دیدگاه یا **فرضیهٔ جوازدهیِ نوایی**، معتقد است که توزیعِ مشخصه‌های آوایی، تحتِ کنترلِ سازه‌های نواییِ گفتار است (استریادی، ۱۹۹۷: ۲). یعنی وقوع فرایندهای واجی و آوایی در زبان‌ها، به جایگاهِ واحدهای آوایی در سازه‌های نوایی منوط است و بنابراین در این نظریهٔ واجی، پدیده‌های آوایی به‌صورتِ قواعدِ واجی تعریف می‌شوند، به‌طوری‌که حوزهٔ عملکردشان یکی از سازه‌های واجی است. استریادی (۱۹۹۷: ۲) این فرضیه را درتقابل با **فرضیهٔ جوازدهیِ سرنخی** قرار می‌دهد، که براساسِ آن حوزهٔ واج‌شناسی مجهز به دانشی است که اطلاعاتِ لازم برای پیاده‌سازیِ تقابل‌های واجی را داراست.

نسپر و فوگل (۱۹۸۶: ۱۱) گفتار را مرکب از هفت سازهٔ آوایی می‌دانند که به‌ترتیب از کوچک‌ترین به بزرگ‌ترین سازه عبارتند از: هجا (σ)، پایه[4] (Σ)، کلمهٔ واجی (ω)، گروه واژه‌بست[5] (C)، گروه واجی (Φ)، گروه آهنگ (I) و پاره‌گفتارِ واجی[6] (U). سازه‌های نوایی، ساختِ سلسله‌مراتبی دارند و براساسِ برخی اطلاعاتِ آوایی، صرفی- نحوی و یا معناییِ گفتار ساخته می‌شوند. شکل (۳) ساختِ سلسله‌مراتبیِ سازه‌ها را نشان می‌دهد.

1. perceptual saliency
2. E. Selkirk
3. "On prosodic structure and its relation to syntactic structure"
4. foot
5. clitic group
6. phonological utterance



شکل۲. بازنماییِ درختیِ سازه‌های نوایی.

قواعد نگاشت[1] که در سطحِ مشترکِ[2] واج‌شناسی با سایر بخش‌های دستور یعنی صرف، نحو و معناشناسی عمل می‌کنند، سازه‌های نوایی را می‌سازند. سازه‌های نوایی ضرورتاً با هیچ‌یک از سازه‌های دیگری که در دستور وجود دارند، برابر نیستند. قواعد نگاشت برای ساخت سازه‌های نوایی، در هر سطحِ ساختِ سلسله‌مراتبی، با بخش‌های متفاوتِ دستور مرتبط هستند و استفادهٔ قاعدهٔ نگاشت از اطلاعاتِ صرفی، نحوی یا معنایی، انتخابی آزاد نیست. به‌این‌صورت‌که سازه‌های سطوحِ پایینِ درختِ نوایی، که ساختارِ آوایی دارند، با مراجعه به مفاهیمِ آوایی ساخته می‌شوند و آن سازه‌هایی که ساختِ آوایی ندارند، براساسِ اطلاعاتِ پایین‌ترِ ساختِ سلسله‌مراتبیِ درختِ صرفی- نحوی شکل می‌گیرند. سازه‌های بالاتر به مفاهیمِ موجود در سطوحِ بالاترِ درختِ نحوی وابسته‌اند و بالاترین سطوح با مراجعه به مفاهیمِ معنایی شکل می‌گیرند. سازه‌های نواییِ به‌دست‌آمده، ضرورتاً رابطهٔ یک‌به‌یک با سازه‌های صرفی، نحوی یا معنایی ندارند (همان: ۱۱-۳). در این تحقیق، سایشی‌شدگیِ انسایشی‌ها، در چهار سازهٔ آواییِ هجا، کلمهٔ واجی، گروهِ واجی و گروهِ آهنگ بررسی شده است. حوزهٔ این سازه‌های آوایی (به‌استثنای هجا) با استفاده از اطلاعاتِ صرفی و درختِ نحوی تعیین می‌شود.

۲. ۲. ۱. هجا

هجا، کوچک‌ترین سازهٔ نواییِ گفتار است. تحلیلِ سایشی‌شدگی در قافیهٔ هجای cvcc صورت می‌گیرد. خوشه‌های مرکب از انسایشی در کلماتِ محدودی مانند "مجد" /maʤd/ در

1. mapping rule
2. interface

زبانِ فارسی تولید می‌شوند (ثمره، ۱۳۸۵: ۱۳۴). بازنماییِ این سازه به‌صورتِ [σ[σ...x-y]] است (x بافتِ قبل از انسایشی است و y بافتِ پس از آن، یعنی همخوانِ انسدادی است). به‌عنوانِ‌مثال، در واژهٔ "مجد" توالیِ انسایشی- انسدادی در قافیهٔ هجا [σ [madʒd] تولید شده است.

۲. ۲. ۲. کلمهٔ واجی

قواعد نگاشت، کلمهٔ واجی را با مراجعه به مفاهیمِ غیرآواییِ دستور می‌سازند و درواقع ω تعاملِ بینِ بخش‌های واجی و صرفی را نشان می‌دهد. سازهٔ کلمهٔ واجی ضرورتاً با هیچ واحدِ صرفی تطابق ندارد (نسپر و فوگل، ۱۹۸۶: ۱۱۰). نسپر و فوگل (همان.) معتقدند، مفاهیمی که برای تعیینِ حوزهٔ ω به‌کار می‌روند، در زبان‌ها یکسان نیستند اما به‌طورکلی حوزهٔ کلمهٔ واجی مساوی یا کوچک‌تر از گسترشِ بیشینهٔ[1] عنصرِ پایانیِ درختِ نحوی است و هنگامی‌که با پایانهٔ درختِ نحوی برابر باشد، شامل ستاک، وندها و کلماتِ مرکب است. در این آزمایش نیز حوزهٔ کلمهٔ واجی مساوی با پایین‌ترین عنصرِ درختِ نحوی، یعنی X^0 درنظر گرفته شده است. کهنمویی‌پور (۲۰۰۳: ۳۴۱) نیز با تعیینِ X^0 به‌عنوانِ حوزهٔ ω، استدلال می‌کند که تکیه در زبان فارسی برروی آخرین هجای کلمهٔ واجی قرار می‌گیرد. در سازهٔ کلمهٔ واجی، سایشی‌شدگی در مرز دو هجا ([ω[...[σy...][σ...x-]]...ω]) بررسی می‌شود. به‌عنوان‌مثال، واژهٔ "مجتبی" کلمه‌ای واجی است که در آن توالی انسایشی- انسدادی در مرزِ دو هجا (σ) به‌صورتِ [σ [[ω modʒ][σ tabɑ]] قرار گرفته است. کلمهٔ واجی، حوزهٔ تکیه‌گذاری[2]، هجاسازی[3] و محدودیت‌های واج‌آرایی است (کازلا و همکاران[4]،۲۰۰۷: ۳۰۴).

۲. ۲. ۳. گروه واجی

نسپر و فوگل (۱۹۸۶: ۱۶۸)، حوزهٔ گروهِ واجی را چنین تعریف می‌کنند: سازهٔ گروه واجی از یک‌گروه واژه‌بست تشکیل یافته که دارای هستهٔ واژگانیِ X است، به‌همراه همهٔ گروه‌های واژه‌بستی که درسمتِ غیربرگشتیِ[5] آن قرار دارند تا گروه واژه‌بستی دیگری که هستهٔ آن خارج از گسترشِ بیشینهٔ X قرار دارد و بنابراین به سازهٔ دیگری تعلق دارد.

در این آزمایش، حوزهٔ گروهِ واجی عبارت‌است از سازهٔ XP (NP یا VP) در درختِ نحوی. کهنمویی‌پور (۲۰۰۳: ۳۳۵) نیز حوزهٔ گروه واجی را برابر با XP در درختِ نحوی درنظر

1. maximal projection
2. stress assignment
3. syllabification
4. C. Kuzla,et al.
5. nonrecursive side

می‌گیرد. برطبقِ استدلالِ وی (۲۰۰۳: ۳۴۴)، تکیه در زبان فارسی بر روی اولین کلمهٔ واجی در سازهٔ Φ قرار می‌گیرد. سایشی‌شدگیِ انسایشی‌ها در این سازه در مرزِ دو کلمهٔ واجی (...]Φ [ω...x-][ωy...]...[Φ) بررسی می‌شود. به‌عنوان‌مثال، گروه اسمی "هیچ دری"، یک گروهِ واجی است که در آن، توالیِ انسایشی- انسدادی در مرزِ دو کلمهٔ واجی (ω) به‌صورتِ [ω [ ]Φ [hitʃ][ω dari] قرار گرفته است.

۲. ۲. ۴. گروه آهنگ

در تعیینِ حوزهٔ گروهِ آهنگ، علاوه‌بر اطلاعاتِ نحوی، عواملِ معنایی و کنشی نیز دخالت دارند. تعریفِ اصلیِ حوزهٔ گروهِ آهنگ بر این‌مبنا است که گروهِ آهنگ، حوزهٔ منحنیِ آهنگ است و پایانِ آن با مکث همراه است. برخی ساخت‌ها، نظیر عبارت‌های داخلِ کمان، بندِ موصولیِ غیرتحدیدی[1]، سؤالاتِ ضمیمه و سازه‌های جابه‌جاشده نیز می‌توانند حوزهٔ *I* را بسازند. یک جمله‌ریشه[2] نیز یک گروهِ آهنگ را تشکیل می‌دهد، اگر با هیچ‌یک از ساخت‌هایی که ذکرشد، قطع نشده باشد (نسپر و فوگل، ۱۹۸۶: ۱۸۹-۱۸۷).

در این تحقیق نیز همانندِ کهنمویی‌پور (۲۰۰۳: ۳۳۵)، حوزهٔ گروهِ آهنگ، جملهٔ ریشه درنظر گرفته می‌شود. تکیهٔ گروهِ آهنگ در زبان فارسی بر روی آخرین گروهِ واجی قرار می‌گیرد (همان: ۳۵۱). در این سازه، سایشی‌شدگی در مرزِ دو گروهِ واجی (-x...]Φ...[I] [Φy...]...[I) بررسی می‌شود. به‌عنوان‌مثال، جملهٔ "پولِ حج پرداخت می‌شه"، یک گروهِ آهنگ است که در آن، توالیِ انسایشی- انسدادی در مرز دو گروهِ واجی (Φ) به‌صورتِ زیر قرار گرفته است:

[[Φ pule haʤ][Φ pardɑxt miʃe]]I

مشخصاتِ گروهِ آهنگ عبارت‌انداز: افزایشِ دیرشِ پایانی[3]، مکث‌های اختیاری دراطرافِ آن و یک تغییرِ زیروبمی[4]، مطابق با نواختِ مرزنما[5].

۳. داده‌ها و روش‌شناسی

در پژوهشِ حاضر، سایشی‌شدگیِ انسایشی‌ها در چهار سازهٔ آواییِ هجا، کلمهٔ واجی، گروهِ واجی و گروهِ آهنگ بررسی شد. پنج گویشور مرد، بینِ ۲۰ تا ۳۰ سال، /tʃ/ و /ʤ/ را قبل از انسدادی‌های لبی /p, b/، دندانی /t, d/ و کامی /k, g/ سه‌بار تکرار کردند و ۷۲۰ نمونهٔ آوایی

1. nonrestrictive relative clause
2. root sentence
3. final lengthening
4. pitch movement
5. boundary tone

به‌دست آمد. سبکِ گفتار، فارسیِ غیررسمیِ محاوره‌ای است. نمونه‌های آوایی در آزمایشگاهِ آواشناسیِ دانشگاهِ تهران با فرکانسِ نمونه‌برداریِ ۲۲ کیلوهرتز ضبط، و با استفاده از دستگاهِ CSL 4400 تجزیه و تحلیل صوت‌شناختی شدند. نمونه‌های آوایی در جدول (۲) ارائه شده‌اند.

جدول۲. جملاتِ تولیدشده توسطِ گویشوران در گفتارِ پیوسته.

سازهٔ نوایی	عضوِ اولِ خوشه		عضوِ دومِ خوشه
	/ʤ/	/ʧ/	
هجا	این کلمه رو بخون: **"حُجْبْ"**	این کلمه رو بخون: **"هَچْبْ"**	/b/
	این کلمه رو بخون: **"وَجْپْ"**	این کلمه رو بخون: **"هَچْپْ"**	/p/
	همه از حرفاش به**وجد** اومدن.	این کلمه رو بخون: **"هَچْدْ"**	/d/
	این کلمه رو بخون: **"وَجْتْ"**	این کلمه رو بخون: **"هَچْتْ"**	/t/
	این کلمه رو بخون: **"وَجْگْ"**	این کلمه رو بخون: **"هَچْگْ"**	/g/
	این کلمه رو بخون: **"وَجْکْ"**	این کلمه رو بخون: **"هَچْکْ"**	/k/
کلمهٔ واجی	با **لج‌بازی** همه‌چیز رو خراب می‌کنه.	کارش **گچ‌بریه**.	/b/
	آقای **فرج‌پناه** معلممونه	تو **گچ‌پزی**کار می کنه.	/p/
	علومِ اجتماعی **تجدید** شد.	عجب جادهٔ **پیچ‌داریه**.	/d/
	آقای فرج‌تبار و **مجتبی**، گیج‌تر شدن.	**پوچ‌ترین** فکرا رو داره.	/t/
	یه‌ضربه به **گیج‌گاهیش** بزن.	با **پیچ‌گوشتی** بازش کن.	/g/
	برنج‌کارا برگشتن.	هیچ‌کس **گچ‌کاری** نمی‌کنه.	/k/
گروه واجی	سرش رو **کج برگردون**.	**هیچ برنده‌ای** نداریم.	/b/
	اینا رو **کج‌کج پهن کن**.	**هیچ پرنده‌ای** تو آسمون نیس.	/p/
	شکلا رو **کج دربیار**.	**هیچ دری** باز نیس.	/d/
	خطّا رو **کج طراحی کن**.	**هیچ تجربه‌ای** نداره.	/t/
	بار حیوون رو **کج گذاش**	**هیچ گوزنی** اونجاها نیس.	/g/
	به **لج‌کردن** عادت داره.	**هیچ کلمه‌ای** ننویسین.	/k/
گروه آهنگ	بعد از **حج، بیا**.	یه**گچ، بردار**.	/b/
	پولِ **حج، پرداخت** می‌شه.	به‌طرفش **گچ پرت** کن.	/p/
	بعد از **حج، دربارَش** بگو.	اون معدنِ **گچ، در** اونجاس.	/d/
	امسال **حج، تعریفی** نداره.	کیسهٔ **گچ، ته**ِ آب می‌ره.	/t/
	تو **حج، گرم** می‌شه هوا.	دستش رو **گچ گرفتن**.	/g/
	همهٔ پولا رو خرجِ **حج، کن**.	یه‌چیزی با **گچ، کم‌رنگ** بنویس.	/k/

خوشه‌های سایشیِ بی‌واک- انسدادی نیز توسطِ پنج گویشور مرد، بینِ ۲۰ تا ۳۰ سال، در جایگاه قبل از انسدادی‌ها در سازهٔ کلمهٔ واجی سه‌بار تولید شدند و ۹۰ نمونهٔ آوایی به‌دست آمد. در گفتارِ پیوسته، بررسیِ سایشی‌شدگیِ واجی، تنها در سازهٔ نواییِ کلمهٔ واجی و با تحلیلِ آماریِ داده‌هایی صورت می‌گیرد که ناحیهٔ سکوتِ انسایشیِ بی‌واک در آن‌ها حذف شده است. در این نمونه‌ها، متغیرهای بافتیِ تکیه، تعدادِ هجا و نوعِ واکهٔ ماقبلِ انسایشی کنترل شده است، به‌این‌صورت که همخوانِ سایشیِ بی‌واک [ʃ] در همان‌بافتی تولید شده است که انسایشیِ بی‌واکِ[ʧ] در گفتارِ پیوسته تولید شده است، یعنی جایگاهِ تکیه، تعدادِ هجاهای کلمهٔ حاویِ سایشیِ بی‌واک و نوعِ واکهٔ ماقبلِ آن، کاملاً همانندِ بافتِ انسایشیِ بی‌واک در کلمهٔ واجی است. این داده‌ها در جدول (۳) ارائه شده‌اند.

جدول۳. خوشه‌های سایشی- انسدادی در گفتار پیوسته.

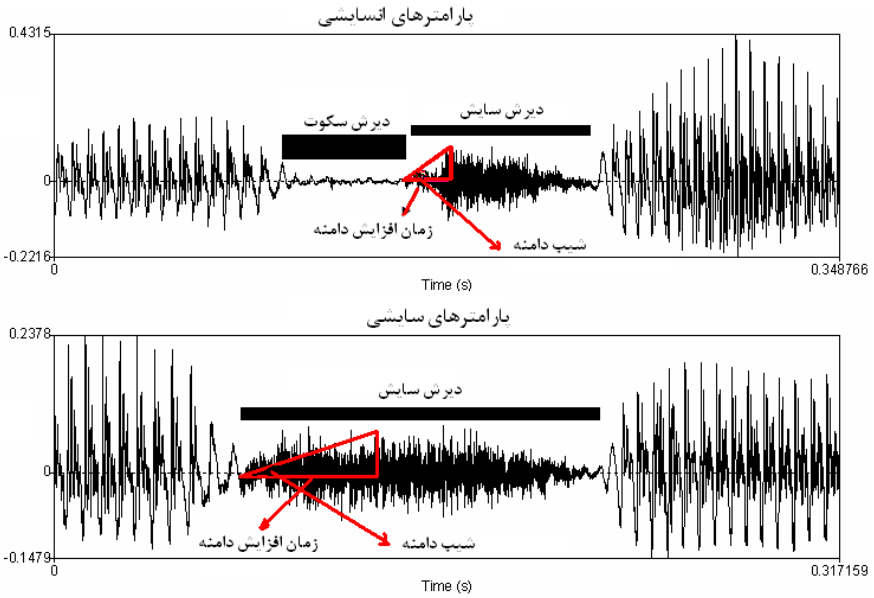
خوشهٔ سایشیِ بیواک- انسدادی	عضوِ دومِ خوشه
۱. از **هشپری** بپرس.	/p/
۲. فعلاً **آتش‌بسه**	/b/
۳. **جوش‌ترین** نقطه رو داره.	/t/
۴. کارش **پیش داوریه**	/d/
۵. چه **لشکری** کار می‌کنی؟	/k/
۶. تو **پیش‌گویی** کار می‌کنه.	/g/

خوشه‌های انسایشی- انسدادی و سایشی- انسدادی که در کلمهٔ واجی مقایسه شدند، در جدول زیر ارائه شده‌اند.

جدول۴. خوشه‌های انسایشی- سایشی در کلمهٔ واجی.

همخوان	/p/	/b/	/t/	/d/	/k/	/g/
خوشهٔ /ʧ/	[ɟa**ʧ**pazi]	[ɟa**ʧ**borie]	[pu**ʧ**tarin]	[pi**ʧ**dɑrije]	[ɟa**ʧ**kɑri]	[pitʃguʃti]
خوشهٔ /ʃ/	[ha**ʃ**pari]	[ʔɑta**ʃ**basse]	[ʤu**ʃ**tarin]	[pi**ʃ**dɑvari]	[la**ʃ**cari]	[piʃguji]

پارامترهای آکوستیکیِ تحتِ بررسی عبارت‌انـد از: دیـرشِ سـکوت، دیـرشِ سـایش[1]، زمـانِ افزایشِ دامنهٔ نوفهٔ سایش[2] و شیبِ[3] آن. دیرشِ سکوت عبارت‌است از دیـرشِ زمـانیِ گرفتگـیِ بست در همخوان‌های انسایشی. دیرشِ سایش عبارت‌است از دیرشِ زمانیِ نوفـهٔ سـایش. زمـانِ افزایشِ دامنه عبارت‌است از بازهٔ زمانی که نوفهٔ سایش به حداکثرِ دامنهٔ خود مـی‌رسـد و شـیبِ دامنه عبارت‌است از شیبِ زمانِ افزایشِ دامنه. پارامترهای تحتِ بررسـی بـر روی سـیگنالِ زیـر نشان داده شده‌اند.



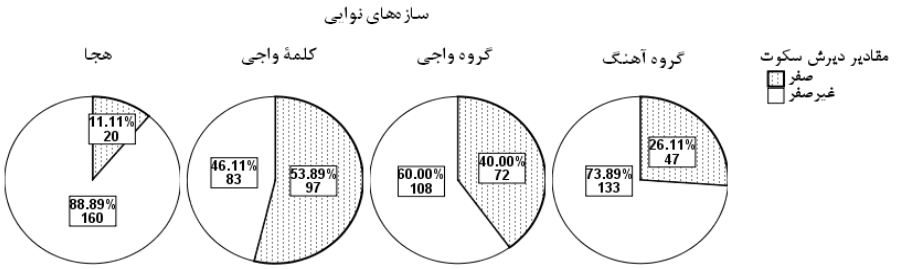
شکل۳. پارامترهای موجِ صوتیِ همخوانِ انسایشی در بافتِ [-æʧæ-] (بالا) و همخوانِ سایشی در بافتِ [-æʃæ-] (پایین).

تجزیه و تحلیلِ آماریِ داده‌ها با روشِ تحلیـلِ واریـانسِ چندطرفـه یـا مـانووا[4] در نـرم‌افـزار SPSS 16.0 صورت گرفت.

1. frication duration
2 . noise amplitude rise time (RT)
3. noise amplitude rise slope (AmRS)
4. multivariate analysis of variance (MANOVA)

۴. یافته‌ها

نتایج آماری نشان می‌دهد که حذفِ دیرشِ سکوت در همهٔ سازه‌های نوایی روی داده است. نسبت حذفِ پارامترِ دیرشِ سکوت به تولیدِ آن در سازه‌های نوایی به‌صورتِ زیر است.



شکل ۴. نسبتِ حذفِ بستِ انسایشی به تولیدِ آن در سازه‌های نوایی.

می‌توان پیوستارِ زیر را برحسبِ حذف این پارامتر در سازه‌های نوایی ترسیم کرد:

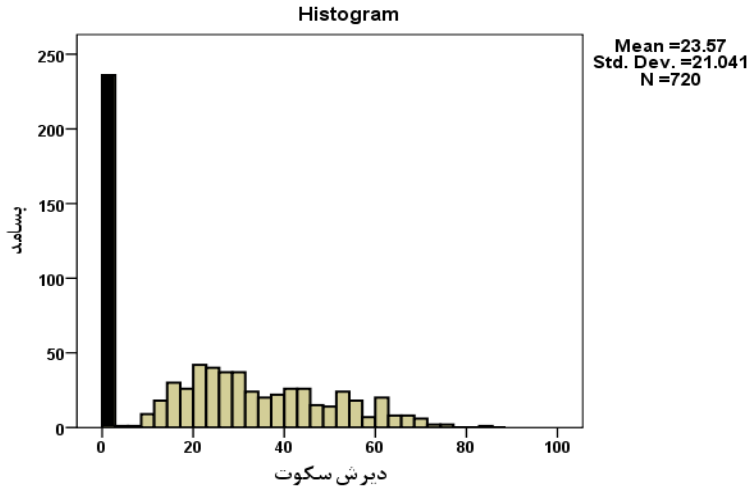
پیوستارِ حذف در سازه‌های نوایی.

هجا (۲۰ نمونه) <**گروهِ آهنگ** (۴۷ نمونه) < **گروه واجی** (۷۲ نمونه) < **کلمهٔ واجی** (۹۷ نمونه)

نتایج آزمایشِ محمودزاده و بی‌جن‌خان (۲۰۰۷: ۹۲۴-۹۲۱) نشان می‌دهد که پارامترِ دیرشِ سکوت، مهم‌ترین سرنخِ صوت‌شناختیِ تمایزدهندهٔ تقابلِ انسایشی- سایشی است. براین‌اساس حذف این پارامتر در همهٔ سازه‌های نوایی می‌تواند دلیلی بر رد فرضیهٔ جوازدهیِ نواییِ گفتار باشد زیرا تنها یک سازهٔ نواییِ خاص، عاملِ کاهشِ این پارامتر محسوب نمی‌شود. کاهش این پارامتر، به‌عنوانِ مهم‌ترین هم‌بستهٔ ادراکیِ انسایشی می‌تواند سبب تبدیل انسایشی به سایشی شود. بررسیِ تأثیر سازه‌های نوایی بر همگونیِ واک‌رفتگی در همخوان‌های سایشیِ زبانِ آلمانی از سوی کازلا و همکاران (۲۰۰۷: ۳۱۶) نشان می‌دهد که فرایند همگونی در همهٔ سازه‌های نواییِ موردِ بررسی (کلمه واجی، گروه واجی، گروه آهنگ) به‌طور یکسانی با کاهشِ ارتعاشِ تارآواها روی داده است، اما میزانِ وقوعِ آن در سازه‌های مختلف، متفاوت است، به‌این‌صورت‌که در سازه‌های کوچک‌تر میزانِ وقوعِ فرایندِ همگونی نسبت به سازه‌های بزرگ‌تر بیشتر است. کازلا و همکاران (همان: ۳۱۷) معتقدند حیطهٔ واج‌شناسیِ نوایی، که اکنون تنها بر وقوع یا عدمِ وقوعِ فرایندهای واجی در سازه‌های نوایی (تأثیر مقوله‌ای آن‌ها) تأکید دارد، باید به سوی تفاوت‌های جزئی‌ترِ زیرواجی[1]، یعنی تأثیراتِ مدرجِ ساختارِ نوایی گسترش پیدا کند.

1. subphonemic

سایشی‌شدگیِ انسایشی‌ها، در زبان فارسی، نیز در عرضِ سازه‌های نوایی، به‌طور مشابهی با حذفِ گرفتگیِ بستِ انسایشی روی داده است، اما درجهٔ سایشی‌شدگی در عرضِ سازه‌های نواییِ مختلف، متفاوت است. به‌طوری‌که با افزایشِ اندازهٔ سازهٔ نوایی از کلمهٔ واجی به گروه واجی و گروه آهنگ، از میزانِ آن کاسته می‌شود. نسپر و فوگل (۱۹۸۶) معتقدند که فرایندهای سندهی[1] به‌وسیلهٔ ساختارِ نوایی محدود می‌شوند. این فرایندها معمولاً در مرزهای نواییِ پایین‌تر، رایج‌تر و قدرتمندترند و کمتر در مرزهای نوایی بالاتر روی می‌دهند. تغییراتِ مقادیرِ دیرشِ سکوت، در کلِ داده‌ها، در هیستوگرامِ زیر نشان داده شده است.



شکل ۵. تغییراتِ میزانِ دیرشِ سکوت در کل داده‌ها.

همان‌طورکه در هیستوگرام مشخص شده است، تغییراتِ دیرشِ سکوت در کلِ خوشه‌ها، دو مقدارِ مجزا را نشان می‌دهد:

الف) نمونه‌های با مقادیرِ صفرِ دیرشِ سکوت: بر روی نمودار، این نمونه‌ها با رنگ سیاه مشخص شده‌اند و بسامد آن‌ها مساوی با ۲۳۶ نمونهٔ آوایی است.

ب) نمونه‌هایی که دامنهٔ تغییراتِ دیرشِ سکوت در آن‌ها از ۵ تا ۸۴ میلی‌ثانیه تغییر کرده است. بسامد این نمونه‌ها مساوی ۴۸۴ نمونهٔ آوایی است.

نتایجِ به‌دست‌آمده بیان‌گرِ آن است که ناحیهٔ سکوتِ انسایشی‌ها به‌طورکلی تقریباً در یک‌سومِ داده‌ها تولید نشده است. اگر این نمونه‌ها متحمل سایشی‌شدگیِ واجی شده باشند، می‌توان نتیجه گرفت که سایشی‌شدگیِ انسایشی‌ها قاعده‌ای اختیاری است که همواره عمل

1. Sandhi

نمی‌کند. کوهن[1] (۱۹۹۳: ۷۸) قواعدِ حذفِ خیشومی، حذفِ همخوانِ تیغه‌ای و چاکنایی‌شدگی در زبان انگلیسی را فرایندهایی واجی به‌شمار می‌آورد، که به‌نظر می‌رسد به‌صورتِ اختیاری عمل می‌کنند.

۴. ۱. نمونه‌های انسایشیِ فاقدِ بست

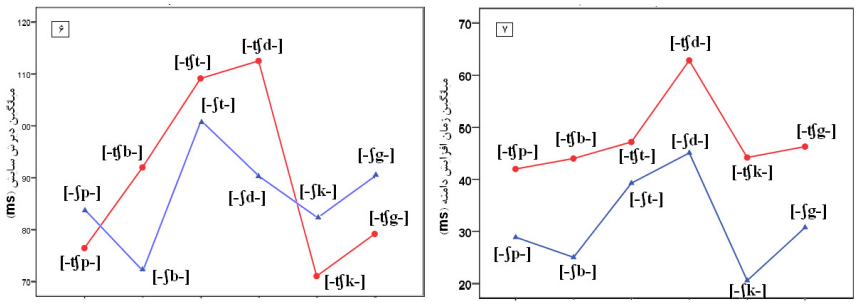
نتایج آزمایش محمودزاده و بی‌جن‌خان (۲۰۰۷: ۹۲۴-۹۲۱) نشان می‌دهد که در گفتارِ متعارف[2]، بین مقوله‌های انسایشی و سایشی، و کلماتِ مجزا، براساسِ چهار پارامتر دیرشِ سکوت، دیرشِ سایش، زمانِ افزایشِ دامنه و شیبِ دامنه، تفاوتِ معناداری وجود دارد، به‌نحوی‌که میانگینِ دیرشِ سایش، زمان افزایشِ دامنه و شیبِ دامنهٔ انسایشیِ بی‌واک، به‌طورِ معناداری، کمتر از سایشیِ بی‌واک و میانگینِ شیبِ دامنهٔ آن، به‌طور معناداری، بیشتر از سایشیِ بی‌واک است. اما تجزیه و تحلیل آماریِ نمونه‌های آواییِ انسایشیِ فاقدِ بست در گفتارِ پیوسته (جدول ۵)، نشان می‌دهد که با حذفِ بستِ انسایشی، پارامترهای ناحیهٔ سایش، یعنی دیرشِ سایش، زمانِ افزایشِ دامنه وشیبِ دامنهٔ انسایشی بی‌واک همانند سایشی‌های بی‌واک تولید شده است، به‌این‌معنا که تفاوتِ معناداری بینِ نمونه‌های آواییِ انسایشی با سایشی، برحسبِ سه پارامترِ ناحیهٔ سایش، برخلافِ گفتارِ متعارف، مشاهده نمی‌شود. همان‌طورکه گفته شد در این نمونه‌ها بستِ انسایشی نیز حذف شده است. بنابراین به‌لحاظِ صوت‌شناختی، نمونه‌های انسایشی، همانند سایشی‌ها تولید شده‌اند.

جدول ۵. آمار توصیفی پارامترهای ناحیهٔ سایش در نمونه‌های انسایشیِ بی‌واکِ فاقدِ بست و سایشیِ بی‌واک.

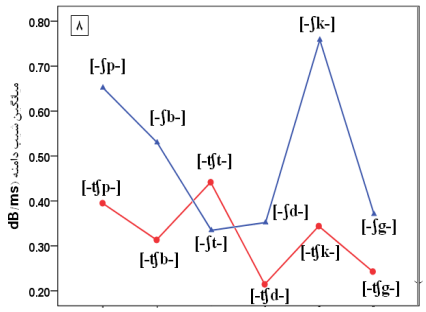
Clusters	Silence	Frication		RT		AmRS		N
	Mean	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation	
[-ʧp-]	0	76.42	26.733	42	17.761	0.395	0.0995	12
[-ʧb-]	0	92	3.606	44	11.79	0.3133	0.03786	3
[-ʧt-]	0	109.17	14.18	47.17	21.833	0.4417	0.34485	12
[-ʧd-]	0	112.56	11.013	62.78	14.149	0.2144	0.07282	9
[-ʧk-]	0	71	8.689	44.2	7.19	0.344	0.08019	5
[-ʧg-]	0	79.14	16.355	46.29	13.708	0.2429	0.09178	7
[-ʃp-]		83.93	15.341	28.87	16.422	0.652	0.499	15
[-ʃb-]		72.13	8.254	25	7.856	0.53	0.27905	15
[-ʃt-]		101	21.368	39.27	17.211	0.3347	0.22618	15
[-ʃd-]		90.27	24.702	45.07	21.737	0.352	0.25106	15
[-ʃk-]		82.33	13.053	20.53	10.562	0.7587	0.61516	15
[-ʃg-]		90.47	11.777	30.73	19.248	0.3707	0.19609	15

1. A.Cohn
2. canonical speech

در برخی از داده‌ها میانگینِ دیرشِ سایش و زمانِ افزایشِ دامنهٔ انرژیِ انسایشیِ بی‌واک، حتی از سایشیِ بی‌واک نیز بیشتر شده است (شکل‌های ۶، ۷ و ۸)، که می‌تواند نشان‌گرِ آن باشد که فاصلهٔ شنیداریِ دو همخوانِ انسایشی و سایشی در گفتارِ پیوسته تنها برمبنای پارامترِ دیرشِ سکوت است، به‌نحوی‌که نمی‌توان فاصلهٔ شنیداریِ انسایشی- سایشی را براساس پارامترهای ناحیهٔ سایش تعیین کرد. بررسی داده‌هایی که در آن‌ها میانگینِ دیرشِ سکوت صفر نیست، این ادعا را اثبات خواهد کرد. زیرا اگر در این داده‌ها نیز میانگینِ پارامترهای ناحیهٔ سایش همانندِ سایشی‌ها تولید شده باشد (یعنی میانگین این پارامترها تفاوت معناداری با میانگینِ پارامترهای سایشیِ بی‌واک نداشته باشد)، معلوم می‌شود که تشخیصِ نحوهٔ تولیدِ انسایشی، از سوی شنوندگان در گفتار پیوسته، تنها برمبنای پارامترِ دیرشِ سکوت صورت می‌گیرد. و تنها این پارامتر است که تمایزِ شنیداریِ انسایشی- سایشی را در سیگنالِ گفتار انتقال می‌دهد. بنابراین طبقِ نظریهٔ پی‌مپ، می‌توان استدلال کرد که فارسی‌زبانان مشکلِ واج‌آراییِ خوشهٔ انسایشی- انسدادی را با ایجاد کمترین تغییر، یعنی حذف بست، حل می‌کنند.



شکل ۶ و ۷. مقایسهٔ پارامترهای دیرشِ سایش و زمانِ افزایشِ [ʧ] (نمونه‌های فاقد بست) با [ʃ] در گفتارِ پیوسته.



شکل ۸. مقایسهٔ پارامترِ شیبِ دامنه [ʧ] (نمونه‌های فاقد بست) با [ʃ] در گفتارِ پیوسته.

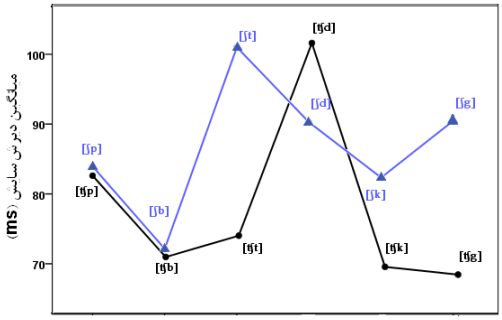
۴. ۲. نمونه‌های انسایشیِ دارای بست

مقادیرِ دیرشِ سایش، زمانِ افزایشِ دامنه و شیبِ نوفهٔ سایش در نمونه‌های انسایشیِ بی‌واک [tʃ] دارای بست در کلمهٔ واجی در جدول زیر ارائه شده است.

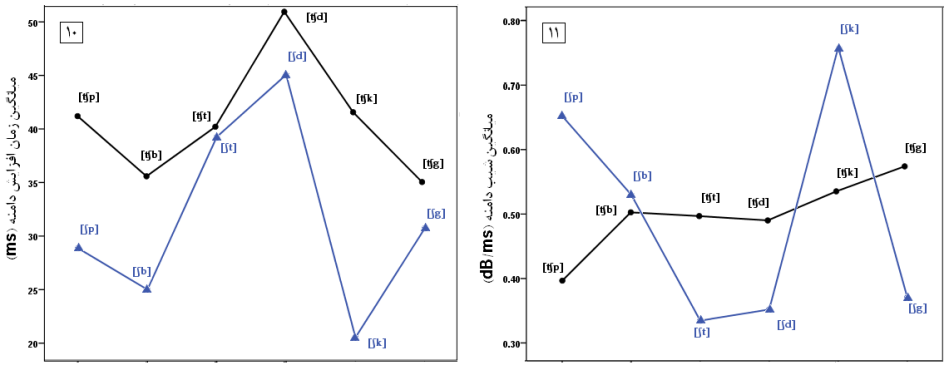
جدول۶. آمار توصیفیِ پارامترهای ناحیهٔ سایش در نمونه‌های انسایشیِ بی‌واکِ دارای بست و نیز سایشیِ بی‌واک.

Clusters	Silence		Frication		RT		AmRS		N
	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	
[-tʃp-]	23.33	7.024	82.67	4.933	41.33	15.948	0.3967	0.08386	3
[-tʃb-]	23.42	8.733	70.92	8.207	35.67	10.395	0.5025	0.23026	12
[-tʃt-]	31.33	6.658	74	3.606	40.33	8.737	0.4967	0.04509	3
[-tʃd-]	29.83	6.432	101.83	10.147	51.17	22.631	0.49	0.17855	6
[-tʃk-]	24.5	9.455	69.5	9.857	41.7	10.393	0.535	0.16635	10
[-tʃg-]	23.62	3.42	68.38	14.192	35.12	4.257	0.5738	0.13136	8
[-ʃp-]			83.93	15.341	28.87	16.422	0.652	0.499	15
[-ʃb-]			72.13	8.254	25	7.856	0.53	0.27905	15
[-ʃt-]			101	21.368	39.27	17.211	0.3347	0.22618	15
[-ʃd-]			90.27	24.702	45.07	21.737	0.352	0.25106	15
[-ʃk-]			82.33	13.053	20.53	10.562	0.7587	0.61516	15
[-ʃg-]			90.47	11.777	30.73	19.248	0.3707	0.19609	15

در این نمونه‌ها کششِ سایشِ انسایشیِ بی‌واک تنها در نمونه‌های آواییِ /-tʃt-/، /-tʃk-/ و /-tʃg-/، به‌طور معناداری، کمتر از سایشیِ بی‌واک تولید شده است (شکل ۹)، همانند آنچه توسط محمودزاده و بی‌جن‌خان (۲۰۰۷: ۹۲۴-۹۲۱) در گفتار متعارف مشاهده شده است. در سایر نمونه‌ها کششِ سایشِ انسایشیِ بی‌واک، تفاوت معناداری با سایشیِ بی‌واک ندارد. پارامترِ زمانِ افزایشِ دامنه، تفاوتِ معناداری بین انسایشی با سایشیِ بی‌واک نشان نمی‌دهد (شکل ۱۰). در گفتار متعارف (محمودزاده و بی‌جن‌خان، ۲۰۰۷: ۹۲۴-۹۲۱)، زمانِ افزایشِ دامنهٔ انسایشیِ بی‌واک، به‌طور معناداری، کمتر از سایشیِ بی‌واک است. شیبِ دامنه تنها در نمونهٔ آوایی /-tʃg-/، به‌طور معناداری، تندتر از سایشیِ بی‌واک تولید شده است (شکل ۱۱)، اما در سایر نمونه‌ها برخلافِ آنچه که در گفتار متعارف (محمودزاده و بی‌جن‌خان، ۲۰۰۷: ۹۲۴-۹۲۱)دیده شد، شیبِ دامنهٔ انسایشیِ بی‌واک تفاوتِ معناداری با سایشیِ بی‌واک ندارد. بنابراین در گفتارِ پیوسته، در داده‌هایی که ناحیهٔ بست انسایشی تولید شده است، پارامترهای ناحیهٔ سایش، تفاوتِ نحوهٔ تولیدِ انسایشی با سایشی را همانند گفتار متعارف (محمودزاده و بی‌جن‌خان، ۲۰۰۷: ۹۲۴-۹۲۱) نشان نمی‌دهند.



شکل ۹. مقایسهٔ پارامترِ دیرشِ سایش [ʧ] (نمونه‌های دارای بست) با [ʃ] در گفتارِ پیوسته.



شکل ۱۰ و ۱۱. مقایسهٔ مقادیرِ زمانِ افزایشِ دامنه و شیبِ دامنهٔ [ʧ] (نمونه‌های دارای بست) با [ʃ] در گفتارِ پیوسته.

۵. نتیجه‌گیری و بحث

استریادی (۱۹۹۷) معتقد است سرنخ‌های ادراکی، تمایزِ تقابل‌های واجی را مجاز می‌سازند. به‌این‌صورت‌که گویشوران به‌دلیلِ هزینهٔ تولیدِ برخی تقابل‌ها، در برخی جایگاه‌ها، تعدادی از سرنخ‌های صوت‌شناختی را در سیگنال گفتار پیاده نمی‌کنند و درنتیجه، تقابل خنثی می‌شود. استریادی (۲۰۰۱) در فرضیهٔ پی‌مپ چنین ادعا می‌کند که گویشوران برای کاهشِ هزینهٔ تولید، معمولاً کمترین تغییر را ایجاد می‌کنند و کمترین تغییر در هر بافت، متفاوت از بافتِ دیگر است و بنابراین بسته‌به بافت، نوعِ کاهشِ صوت‌شناختی متفاوت است. وی معتقد است گویشوران برای حلِ مسائل واج‌آرایی زبان معمولاً برجسته‌ترین سرنخ صوت‌شناختی را، که سبب کاهش هزینهٔ تولید می‌شود، در سیگنال گفتار پیاده نمی‌کنند. برطبق نظریهٔ پراکندگی تقابل (فلمینگ، ۲۰۰۲)، هنگامی‌که تمایز تقابل‌ها به حداکثر خود نرسد، تقابل خنثی می‌شود.

مهم‌ترین تفاوتِ صوت‌شناختیِ تقابلِ انسایشی- سایشی، ناحیهٔ سکوتِ انسایشی است که به‌دلیلِ گرفتگیِ نوک و تیغهٔ زبان با لثه ایجاد می‌شود، بر این اساس دیرشِ سکوت مهم‌ترین سرنخِ صوت‌شناختیِ تقابلِ مذکور محسوب می‌شود. برطبق فرضیهٔ پی‌مپ انتظار می‌رود که گویشوران برای حلِ مشکلِ توالیِ انسایشی- سایشی، بستِ انسایشی را تولید ننمایند (تولید این توالی برای فارسی‌زبانان مشکلِ تولیدی به‌همراه دارد (ثمره، ۱۳۸۵: ۱۳۵-۱۳۴))، زیرا حذفِ بست کمترین تغییر است. مشاهدهٔ داده‌ها این ادعا را اثبات می‌کند. گویشوران با حذفِ گرفتگیِ بست، انسایشی را به سایشی تبدیل کرده‌اند، به‌این‌صورت‌که در داده‌هایی که گرفتگیِ بست تولید نشده است، سایر پارامترهای ناحیهٔ سایش نیز همانند یک سایشی تولید شده‌اند. این نتایج از سویی اثبات می‌کنند که گرفتگیِ ناحیهٔ سایشِ انسایشی در همان ناحیهٔ گرفتگیِ همخوان‌های سایشیِ لثوی- کامی است. فلمینگ (۲۰۰۲) معتقد است فاصلهٔ شنیداری بینِ واحدهای آوایی، که حاصل تفاوت ابعاد صوت‌شناختیِ آن‌هاست، سبب درکِ تقابل‌های واجی می‌شود. به‌این‌صورت‌که وی با ترسیمِ ماتریسی از ابعاد صوت‌شناختی و تعیین سطوحِ بینِ آن‌ها، تمایزِ ادراکیِ بینِ تقابل‌ها را نشان می‌دهد. وی معتقد است هنگامی‌که تقابل خنثی می‌شود، فاصلهٔ شنیداری بین واحدهای آوایی کم می‌شود و درواقع دو آوا در یک فضای ادراکی قرار می‌گیرند. ویگلت[1] و دیگران (۱۹۹۰: ۲۷۳۶) معتقد است که مابه‌ازای روانشناختی- فیزیکیِ پارامترِ شیبِ دامنه، که آن‌را با محاسبهٔ نرخ افزایش لگاریتمِ RMS[2] انرژی محاسبه می‌کند، نرخِ افزایش بلندی نوفه است. بنابراین بُعد شنیداریِ بلندیِ نوفه، که فلمینگ (۲۰۰۲) آن‌را مطرح می‌کند، شامل پارامترهای زمانِ افزایشِ دامنه و شیبِ دامنه است. تحلیلِ آماریِ این پارامترها، یعنی زمانِ افزایشِ دامنه و شیبِ دامنه و همچنین دیرشِ سایش، تفاوتِ معناداری بینِ انسایشیِ بی‌واک، در داده‌هایی که فاقد بست هستند، با سایشی بی‌واک نشان نمی‌دهد. بنابراین فاصلهٔ ادراکی بین انسایشی با سایشی برحسب پارامترهای نوفه نیز خنثی می‌شود، اما مهم‌ترین پارامتری که فاصلهٔ شنیداریِ انسایشی- سایشی را در گفتارِ پیوسته ایجاد می‌کند، دیرشِ سکوت است. بررسی داده‌هایی که در آن‌ها بست تولید شده است، این ادعا را اثبات می‌کند. در این داده‌ها، برخلافِ گفتارِ متعارف (محمودزاده و بی‌جن‌خان، ۲۰۰۷) تولید پارامترهای ناحیهٔ سایش در برخی نمونه‌ها تفاوت معناداری با سایشی ندارد، بنابراین چنین می‌توان نتیجه گرفت که مهم‌ترین هم‌بستهٔ ادراکیِ تقابلِ انسایشی- سایشی، در گفتار پیوسته، دیرشِ سکوت است. نتایج پایچا[3] (۲۰۰۷ و ۲۰۰۹) نشان می‌دهد که فرایندِ افزایشِ کشش[4] واجی، سببِ افزایشِ دیرشِ سکوتِ انسایشی می‌شود و فرایند افزایشِ کششِ آوایی، سببِ

1 . L. Weigelt
2. root mean square
3. A.Pycha
4. lengthening

افزایشِ دیرشِ سایشِ آن می‌شود. باتوجه به نتایجِ وی نیز می‌توان استدلال کرد که ناحیهٔ بستِ انسایشی تنها تحتِ تأثیرِ فرایندهای واجی و مقوله‌ای قرار می‌گیرد، زیرا مهم‌ترین هم‌بستهٔ ادراکی تمایز تقابلی انسایشی- سایشی است و بنابراین گویشوران برای حل مسائل واج‌آراییِ خود، ازجمله افزایشِ کشش یا کاهشِ انسایشی، کمترین تغییر را، براساسِ فرضیهٔ پی‌مپ، با تغییرِ مهم‌ترین هم‌بستهٔ ادراکی انسایشی انجام می‌دهند.

حذفِ بستِ انسایشی در همهٔ سازه‌های نواییِ موردِ بررسیِ شاملِ هجا، کلمهٔ واجی، گروه واجی و گروه آهنگ، روی داده است. همان‌طور که گفته شد، تنها هم‌بستهٔ ادراکیِ انسایشی درگفتارِ پیوسته نیز ناحیهٔ سکوت یا بست است، بر این اساس می‌توان گفت که سایشی‌شدگی انسایشی‌ها مبتنی بر جوازدهی سرنخی گفتار است و این فرایند وابسته به هیچ یک از سازه‌های نوایی گفتار نیست.

منابع

ثمره، یدالله (۱۳۸۵). *آواشناسی زبان فارسی*. مرکز نشر دانشگاهی.

Cohn, A. (1993). "Nasalization in English: Phonology or phonetics?". *Phonology, Vol. 10*, pp. 43–81.

Flemming, E. S. (unpublished). *Contrast and perceptual distinctivenesss*. http://web.mit.edu/flemming/www/paper/CandP13.pdf.

——————— (2002). "Auditory representations in phonology".in L. Horn (ed), *outstanding dissertations in linguistics*, Routledge.

Goldsmith, J. (1990). *Autosegmental and metrical phonology*. Oxford: Basic Blackwell.

Ito, J. (1989). "A prosodic theory of epenthesis". *Natural language and linguistic theory, Vol. 7*, P. 217-260.

——— (1986). *Syllable theory in prosodic phonology*. PhD dissertation, university of Massachusetts. Amherst, MA.

Kahnemuyipour, A. (2003). "Syntactic categories and Persian stress". *Natural language and linguistic theory, Vol. 21, No. 2,* pp. 333-379.

Kawasaki, H. (1992). "An acoustical basis for universal phonotactic constraints", *Language and speech, Vol. 35*, pp. 73-86.

——————— (1982). *An acoustical basis for universal constraints on sound sequences*. PhD dissertation. University of California. Berkeley.

Kuzla, C. & T. Choa & M. Ernestus (2007). "Prosodic strengthening of German fricatives in duration and assimilatory devoicing". *Journal of Phonetics, Vol. 35*, pp.301–320.

Lindblom, B. (1990). "Explaining phonetic variation: a sketch of the H & H theory". In W. J. Hardcastle and A. Marchal (eds*), Speech production of speech modeling*. Dodrecht: Kluwer, pp. 403-439.

_____ (1986). "Phonetic universals in vowel systems". in J.J. Ohala and J.J. Jaeger (eds), *Experimental phonology*. Orlando, Florida: Academic press, pp. 13-44.

Lombardi, L. (1995). *Why place and voice are different: constraint-specific alternations in optimality theory*. Roa-105.

_____ (1991). *Laryngeal features and laryngeal neutralization*. Doctoral dissertation. University of Massachusetts, Amherst. published by Garland, New York, (1994).

Mahmoodzade, Z. & M. Bijankhan (2007). "Acoustic analysis of the Persian fricative-affricate contrast".*Proceedings of ICPhS XVI*: pp. 921-924, Germany, Saarbrucken,.

Nespor, M. & I. Vogel (1986). *Prosodic phonology*. Dordrecht: Foris.

Pricne, A. & P. Smolensky (1993). *Optimality theory: constraint interaction in generative grammar*. Ms, Rutgers University. New Brunswick and university of Colorado, Bouldeo.

Pycha, A. (2009). "Lengthened affricates as a test case for the phonetics–phonology interface". *International Phonetic Association, Vol. 39, No. 1*, pp. 1-31.

_____ (2007). "Phonetic vs. phonological lengthening in affricates". *Proceedings of ICPhS XVI* : pp. 1757- 1760, Germany, Saarbrücken.

Rubach, J. (1990). "Final devoicing and cyclic syllabification in German". *Linguistic Inquiry, Vol. 21*, pp. 79-94.

Selkirk, E. (1978). "On prosodic structure and its relation to syntactic structures". in T. Fretheim (ed), *Nordic prosody II*, pp. 111-140, APIR, Trondheim.

Shinohara, S. (2006). "Perceptual effects in final cluster reduction patterns". *Lingua, Vol. 116*, pp. 1046–1078.

Steriade, D. (2001). *The phonology of perceptibility effects: The P-map and its consequences for constraint organization*. UCLA.

_____ (1997). *Phonetics in Phonology: The Case of Laryngeal Neutralization*. UCLA.

Weigelt, L. & S. Sadoff & J. Miller (1990). "Plosive/fricative distinction: the voiceless case". *Journal of acoustic society of America. Vol. 8, No. 6*, pp. 2729-2737.