

درک زمان شروع واک (وی‌آتی) در انسدادی‌های آغازین فارسی معیار

ماندانا نوربخش^۱، محمود بی‌جن خان^۲
حامد رحمانی^۳

چکیده

در این مطالعه، زمان شروع واک (وی‌آتی)^۴ به عنوان یکی از مهم‌ترین سرنخ‌های صوت‌شناختی در تمایز واکداری انسدادی‌های دهانی فارسی معیار از نظر درکی مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور، دو نوع آزمون درکی "شناسایی" و "تشخیص" طراحی و با حضور ۳۹ شرکت‌کننده اجرا شدند. جهت اجرای این آزمون‌ها از آواهای مصنوعی بهره‌گیری شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که وی‌آتی قویا با واکداری همبستگی دارد. همچنین نشان داده شد که زبان فارسی معیار در رده زبان‌های دمش قرار می‌گیرد یعنی زبان‌هایی که از دو مقوله {بیواک نادمیده} و {بیواک دمیده} جهت تحقق

۱. فارغ‌التحصیل دانشگاه تهران - مدرس دانشگاه الزهرا (س) nourbakhsh@alzahra.ac.ir

۲. دانشیار گروه زبانشناسی دانشگاه تهران mbjkhan@ut.ac.ir

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد زبانشناسی دانشگاه تهران hamed.rahmani@ut.ac.ir

۴. VOT اصطلاحی است که از سرواژه سازی کلمات Voice Onset Time به معنای زمان شروع واک ساخته شده است. از آنجائی که این اصطلاح به همین شکل در تمامی مطالعات انجام گرفته بر زبان‌های جهان استفاده شده است در این مطالعه نیز به صورت فارسی نویسی به کار برده شده است.

تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۹ تاریخ تصویب: ۸۹/۳/۱

آوایی تمایز واجی واکداری در جایگاه آغازین بهره می‌جویند. این آزمون‌ها همچنین درک مقوله‌ای وی‌آئی را در کلیه انسدادی‌های زبان فارسی نشان دادند. مرزهای مقوله به دست آمده از آزمون‌های درکی، نتایج آزمون‌های تولیدی را در خصوص رده‌بندی زبان فارسی معیار تایید کردند.

واژه‌های کلیدی: زمان شروع واک، وی‌آئی، درک، شناسایی،

تشخیص، واکداری، انسدادی، فارسی معیار

۱. مقدمه

فرایندی که انسان را قادر می‌سازد آواهای زبان را تشخیص داده و تعبیر نماید، درک گفتار نامیده می‌شود. این فرایند از سطح علامت صوتی و دریافت آن توسط دستگاه شنیداری آغاز شده و آواهای زبان پس از پردازش شنیداری، به صورت سرنخ‌های صوت‌شناختی استخراج می‌شوند. این اطلاعات گفتاری سپس توسط فرایندهای سطوح بالاتر زبان مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی از نخستین مطالعات انجام گرفته در زمینه دریافت بشر از آواهای زبان توسط الوین لیبرمن^۱ و همکارانش در آزمایشگاه هسکینز انجام پذیرفت. برپایه این مطالعات، درک مقوله‌ای به عنوان سازوکاری عنوان شد که بشر را قادر می‌سازد آواهای زبان را تشخیص دهد. درک مقوله‌ای به این معناست که شنوندگان به تغییرات صوت‌شناختی در مرز دو مقوله واجی حساسیت بیشتری نسبت به تغییرات درون مقوله نشان می‌دهند.

لیبرمن و همکارانش در جستجوی نظریه‌ای که بیانگر درک مقوله‌ای باشد نظریه حرکتی درک گفتار^۲، را مطرح نمودند. مطابق این نظریه، گفتار با همان فرایندی که درک می‌شود، تولید می‌شود (لیبرمن و همکاران، ۱۹۶۷: ۴۵۲). بدین ترتیب تولید گفتار

1. Liberman

2. Motor theory of speech perception

اشارات مهمی را برای درک گفتار ایجاد می‌کند که توسط شنونده مورد استفاده قرار می‌گیرند.

از اوائل دهه هشتاد نظریه واقع‌گرای مستقیم درک گفتار^۱ توسط فاولر^۲ مطرح شد (فاولر، ۱۹۸۱). این نظریه نیز همانند نظریه حرکتی بر این ادعاست که وجود درک گفتار بر پایه تولید است و نه بر پایه وقایع صوتی. اما برخلاف نظریه حرکتی بر این نکته تاکید دارد که ماهیت تولیدی درک، حرکت‌های واقعی دستگاه گفتاری یا بستارهای^۳ تولیدی هستند و نه عللی که مرجع این حرکات به شمار می‌روند.

در اواسط دهه ۷۰ یافته‌های تجربی جدیدی به دست آمد که نظریه حرکتی را به چالش می‌کشید. این تحقیقات (به عنوان مثال استیونز و کلت، ۱۹۷۴) نشان دادند که در برخی موارد درک محرک‌های گفتاری با محرک‌های غیر گفتاری توازی دارد به شرط اینکه ویژگی‌های زمانی خاصی بین آن‌ها مشترک باشد. بر این اساس تعدادی از پژوهشگران حوزه گفتار، دیدگاه دیگری را مطرح کردند که دیدگاه کلی شنیداری و یادگیری^۴ نامیده می‌شود. این دیدگاه به دنبال توضیح سازوکار خاصی برای درک گفتار نیست بلکه بر این تصور است که آواهای گفتار بر پایه همان سازوکارهایی درک می‌شوند که بشر در شنیدن و یادگیری درکی سایر اصوات محیطی به کار می‌برد. بدین ترتیب درک ما از آواها بر پایه توانایی کلی ما در استفاده از سرنخ‌های صوت‌شناختی برای مقوله بندی محرک‌های پیچیده قرار دارد.

از زمانی که نخستین پژوهش‌های درک گفتاری آغاز شد، یکی از ویژگی‌هایی که بارها به شیوه‌های گوناگون مورد بررسی قرار گرفته و می‌گیرد، واکداری است. با

-
1. Direct realist theory of speech perception
 2. Fowler, C. A.
 3. gestures
 4. General auditory and learning approaches to speech perception

وجود اینکه اساس تولیدی و صوت‌شناختی واکداری کاملاً شناخته شده و جزئیات آیرودینامیکی، فیزیولوژیکی و سایر جنبه‌های فیزیکی در پژوهش‌های گوناگونی برای آواشناسان تا حد زیادی روشن شده است مسئله واکداری هنوز هم موضوع بحث بوده و تحقیقات زیادی را به خود اختصاص می‌دهد. علت پیچیدگی این قضیه رابطه میان عناصر آوایی و واجی است. در مطالعات صوت‌شناختی انجام شده بر تقابل واکداری، ۱۶ همبسته^۱ صوت‌شناختی بین جفت آواهای واکدار و بیواک شناخته شده است (لیسکر،^۲ ۱۹۸۶). در پاسخ به این سوال که آیا همگی این تفاوت‌ها ارزش درکی دارند یا خیر، آزمون‌های درکی متعددی صورت گرفته است و بدین ترتیب مشخص شد که از میان آن ۱۶ همبسته صوت‌شناختی تنها موارد زیر ارزش درکی دارند: وجود واک در طول بست، طول بست، طول واکه اول، مقدار سازه^۳ اول در واکه اول، طول رهش و دامنه آن، مقدار وی‌آتی و مقادیر F0 و F1 در شروع واکه دوم (استریادا،^۴ ۱۹۹۷: ۶).

ویژگی‌های صوت‌شناختی که در مقوله‌های درکی تاثیر داشته باشند سرنخ صوت‌شناختی^۵ نامیده می‌شوند. "زمان شروع واک" یا وی‌آتی یکی از مهم‌ترین سرنخ‌های صوت‌شناختی در تمایز انسدادی‌ها از جهت واکداری در جایگاه پیش از واکه یا همخوان رسا به شمار می‌رود و سایر عوامل هر چند از نظر درکی نقش تمایزی داشته‌اند اما در درجه دوم اهمیت قرار می‌گیرند.

وی‌آتی اصطلاحی است که توسط لیسکر و آبرامسون^۶ (۱۹۶۴) ابداع شد و به فاصله زمانی بین انفجار رهش همخوان‌های انسدادی و شروع امواج شبه منظم نشان‌دهنده

-
1. correlate
 2. Lisker, L.
 3. formant
 4. Steriade, D.
 5. acoustic cue
 6. Abramson, A. S.

تکانه‌های^۱ حنجره اطلاق می‌شود. این مولفه زمانی، بسته به عوامل تولیدی و آیرودینامیکی تغییر می‌کند. معمولاً آن را به صورت پیوستاری در نظر می‌گیرند که از مقادیر منفی تا مثبت ادامه می‌یابد. وی‌اُتی را می‌توان یک عامل زبان‌ویژه در نظر گرفت چراکه زبان‌های گوناگون در این پیوستار مناطق خاصی را جهت تمایز بخشیدن به همخوان‌های انسدادی بر می‌گزینند. لیسکر و آبرامسون در مطالعات اولیه خود یک توزیع سه‌گانه از وی‌اُتی یافتند و بر آن اساس سه پارامتر بالقوه تمایزدهنده معرفی کردند که عبارتند از: الف) انسدادی‌هایی که مقدار وی‌اُتی آن‌ها منفی است و در اصطلاح دارای پیش‌افت واک^۲ می‌باشند و پیش‌واکدار^۳ خوانده می‌شوند. ب) انسدادی‌هایی که مقدار وی‌اُتی آن‌ها مثبت ولی کوچک است و در اصطلاح دارای پس‌افت کم^۴ می‌باشند. ج) انسدادی‌هایی که مقدار وی‌اُتی آن‌ها مثبت و بزرگ است و در اصطلاح دارای پس‌افت زیاد^۵ می‌باشند. این سه مقوله صوت‌شناختی مستقیماً با سه مقوله آوایی "واکدار"، "بیواک نادمیده" و "بیواک دمیده" در ارتباطند. به طور کلی اکثر زبان‌ها از این میان دو یا سه مقوله را برای ایفای نقش تمایزی در انسدادی‌های خود بر می‌گزینند (البته زبان‌هایی نیز چون هندی وجود دارند که مقوله‌های دیگری را هم در الگوی واجی خود دارند ولی این مقوله‌ها با توجه به زمان‌بندی حنجره قابل توجه نیستند). از میان زبان‌هایی که دارای تمایز واجی [±voice] هستند برخی از آن‌ها مانند انگلیسی، دانمارکی و آلمانی مقوله‌های {بیواک نادمیده} و {بیواک دمیده} را برای اعمال تمایز واجی فوق برمی‌گزینند. چنین زبان‌هایی در اصطلاح زبان‌های دمش^۶ خوانده می‌شوند. برخی دیگر از زبان‌ها نیز

-
1. pulses
 2. voice lead
 3. prevoiced
 4. short lag
 5. long lag
 6. aspiration languages

مانند فرانسه و اسپانیایی مقوله‌های {واکدار} و {بیواک نادمیده} را انتخاب می‌کنند که در اصطلاح زبان‌های واک^۱ نامیده می‌شوند.

لیسکر و آبرامسون خود از نخستین محققینی بودند که جنبه‌های درکی وی‌آتی را در زبان‌های انگلیسی، اسپانیایی و تایلندی مورد مطالعه قرار دادند. معمولاً آزمون‌های درکی بر زبان‌هایی صورت می‌گیرد که قبلاً از نظر تولیدی بررسی شده‌اند. نتایج آزمایش‌های آن‌ها درک مقوله‌ای وی‌آتی را تایید نمود ولی محل مرزهای مقوله‌ای در این زبان‌ها متفاوت بود که نشان می‌داد تجربه زبانی بر درک مقوله‌ای تاثیرگذار است. یکی از مهم‌ترین دستاوردهای چنین تحقیقاتی این بود که تفاوت‌های زبان‌ویژه مهمی درخصوص وی‌آتی وجود دارد و برای تعیین این که در زبان‌های گوناگون تمایز واجی واکداری از نظر آوایی چگونه اعمال می‌شود، مطالعات زبان‌ویژه مورد نیاز است. (کیتینگ و همکاران، ۱۹۸۳؛ کیتینگ، ۱۹۸۴).

در مطالعه حاضر نقش تمایزی وی‌آتی به عنوان یکی از مهمترین سرنخ‌های صوت‌شناختی واکداری از نظر درکی مورد بررسی قرار می‌گیرد. انسدادی‌های مورد مطالعه عبارتند از /b, p, d, t, g, k, ʒ, / یعنی مجموعه انسدادی‌های دهانی فارسی معیار که دارای تمایز دوگانه واکداری می‌باشند. با توجه به اینکه وی‌آتی از نظر صوت شناختی و تولیدی پیش از این در زبان فارسی مورد بررسی قرار گرفته است (صادقی ۱۳۸۶، ۱۳۸۴، مدرسی قوامی ۲۰۰۲، ۱۳۸۶، هسل‌وود و محمودزاده ۲۰۰۷، بی‌جن خان و نوربخش ۱۳۸۷، بی‌جن خان و نوربخش ۲۰۰۹ و نوربخش ۱۳۸۸) بررسی جنبه‌های درکی آن و تعیین مرزهای مقوله‌ای در زبان فارسی گامی مهم و اساسی در رده‌بندی این زبان می‌باشد. علاوه بر آن نتایج آزمون‌های درکی می‌تواند پاسخ‌های مناسبی برای برخی پرسش‌های به وجود آمده در آزمون‌های تولیدی فراهم آورد.

۲. شیوه پژوهش

۲-۱. شرکت کنندگان

شرکت کنندگان عبارت بودند از ۱۹ گویشور مذکر و ۲۰ گویشور مونث که به صورت تصادفی انتخاب شدند. شرکت کنندگان همگی متولد تهران و دارای تحصیلات دانشگاهی بوده و خود و والدینشان تنها به زبان فارسی معیار به عنوان زبان اول سخن می گفتند. متوسط سن شرکت کنندگان $\pm SD$ عبارت بود از $28/1 \pm 5/6$ سال که بین ۲۰ تا ۳۹ سال سن داشتند. هیچ یک از شرکت کنندگان سابقه ابتلا به اختلال شنوایی را گزارش نکرده اند.

۲-۲. ابزار

جهت ساخت محرک‌های مصنوعی از نرم افزار KlattWorks (2/2)^۱ استفاده شد. نرم افزار PRAAT 5.0.08 جهت برنامه ریزی و اجرای آزمون‌ها و نرم افزار SPSS ۱۳ جهت تحلیل‌های آماری به کار گرفته شدند. به منظور اجرای آزمون‌ها نیز از یک گوشی استریو جی وی سی مدل HA-D690 استفاده شده است.

۲-۳. محرک‌ها

محرک‌های مورد نیاز برای آزمون‌های درکی از طریق ساخت مصنوعی هجاهای CV فراهم آمدند. بدین منظور هجاهای باز، با آغازه انسدادی‌های /b, d, tʃ, g/ و هسته واکه [a] با استفاده از الگوی ۵ سازه‌ای طراحی و سپس از هر گروه پیوستاری از وی‌آتی منفی تا مثبت با فواصل پنج میلی ثانیه ساخته شد. فرکانس نمونه برداری^۲ برای ساخت کلیه محرک‌ها برابر با ۱۱۰۲۵ Hz در نظر گرفته شد. فرکانس پایه برای مقادیر منفی وی‌آتی

1. KlattWork version 2.2 – McMurray, B. (submitted) Klattworks: A [somewhat] new approach to formant based synthesis.

2. sampling frequency

به صورت ثابت برابر با 104 Hz و برای مقادیر مثبت وی آتی به صورت غیر خطی از زمان آغاز تا لحظه رهش از صفر Hz به 130 Hz رسیده و در ادامه از 130 Hz کاهش یافته و به مقدار 100 Hz رسیده است تا آهنگ افتان حاصل شود. برای ساخت مقادیر منفی وی آتی از زمان صفر تا لحظه رهش دامنه واکداری سینوسی 56 dB در نظر گرفته شد. در حالتی که رهش همزمان با شروع واک باشد، برای ایجاد واک در لحظه انفجار رهش، دامنه واک^۱ 60 dB قرار داده شده که بعد از گذشت 40 میلی‌ثانیه به 55 dB کاهش یافته و تا انتهای واکه در این مقدار ثابت می‌ماند. زمان کل در هر یک از محرک‌ها برابر با 700 میلی‌ثانیه می‌باشد.

در ساخت مصنوعی هجای [ba]، برای ایجاد سایش در لحظه رهش دامنه سایش^۲ 60 dB برای مدت 5 میلی‌ثانیه در نظر گرفته می‌شود. سازه اول دارای مقدار آغازین Hz 300 می‌باشد که پس از $25/625$ میلی‌ثانیه^۳ به مقدار 710 Hz افزایش می‌یابد. سازه دوم از 500 Hz با طول گذر $31/25$ میلی‌ثانیه به 1000 Hz افزایش می‌یابد. مقدار سازه سوم نیز از 1840 Hz به 2540 Hz می‌رسد و طول گذر سازه سوم $43/75$ میلی‌ثانیه می‌باشد. برای ساخت [da] در لحظه رهش دامنه سایش 55 dB و طول سایش 10 msec در نظر گرفته شده است. تغییرات سازه اول از مقدار آغازین 300 Hz در طول گذر $25/625$ میلی‌ثانیه به مقدار 710 Hz ، تغییرات سازه دوم از 1450 Hz در طول گذر $28/125$ میلی‌ثانیه به 1000 Hz و بالاخره تغییرات سازه سوم از 2800 Hz در طول گذر 26 میلی‌ثانیه به 2540 Hz می‌باشد. دامنه و طول سایش برای [ga] به صورت 55 dB برای مدت 10 میلی‌ثانیه می‌باشد. تغییرات سازه اول از 300 Hz در طول گذر $25/625$ میلی‌ثانیه به 710 Hz بوده است، تغییرات سازه دوم از 1800 Hz در طول گذر 40 میلی‌ثانیه به Hz

1. Amplitude of Voicing

2. Amplitude of Frication

۳. جهت ملاحظه چگونگی به دست آوردن طول گذر رجوع شود به نوربخش ۱۳۸۸: ۱۳۵-۱۲۱

۱۰۰۰ و تغییرات سازه سوم از ۲۱۰۰ Hz در طول گذر ۳۱/۸۱ میلی ثانیه به ۲۸۰۰ Hz می‌باشد. ساخت مصنوعی همخوان‌های انسایشی نسبت به انفجاری‌ها از پیچیدگی بیشتری برخوردار است که از حوصله این مختصر خارج می‌باشد. در اینجا به برخی توضیحات اجمالی اکتفا می‌کنیم. برای ساخت [dʒa]، برای شبیه‌سازی سایش در لحظه انفجار رهش، دامنه سایش ۳۵ dB قرار داده شد. ساخت سایش و گذر سازه‌ها با توابع لجستیک^۱ تعریف شده‌اند. در توابع زیر هر فریم ۵ میلی ثانیه می‌باشد.

	start frame	end frame	miny	maxy	slope	midx
AF logistic	۲۱	۱۴۰	۰	۵۰	۱۲/۵	۲۳
AF logistic	۲۵	۱۴۰	۰	۵۰	-۶/۲۵	۲۹

شیب صعود دو برابر شیب نزول در نظر گرفته شده است تا زمان افزایش دامنه^۲ (زمانی که طول می‌کشد که اندازه دامنه بیشینه شود) به نسبت کل زمان سایش کوتاه باشد. دامنه‌های موازی در طول سایش به صورتی تعیین شدند که تجمع انرژی در فرکانس‌های بالا بیشتر باشد. گذر سازه‌های اول تا سوم نیز به صورت لجستیک شده‌اند.

	start frame	end frame	slope	midx
F1 logistic	۷۱۰	۳۵۰	۴۰	۳۸
F2 logistic	۱۸۰۰	۱۰۰۰	-۴۰	۳۸
F3 logistic	۲۸۲۰	۲۵۴۰	-۲۵	۳۸

برای تولید پیوستار هر یک از انفجاری‌ها ۳۳ محرک با وی‌آتی از ۷۰- تا ۹۰+ میلی ثانیه با گام‌های ۵ میلی ثانیه ساخته شدند. و به منظور ساخت پیوستار [tʃa] [dʒa] ۳۵ محرک با وی‌آتی از ۵۰- تا ۱۲۰+ میلی ثانیه با گام‌های ۵ میلی ثانیه ساخته شدند.

1. logistic
2. rise time

۲-۴. شیوه اجرا

شرکت‌کنندگان در دو نوع آزمون درکی حضور داشتند که عبارتند از آزمون‌های شناسایی^۱ و تشخیص^۲. در آزمون شناسایی شرکت‌کننده پس از شنیدن یک هجا باید انتخاب کند که از بین دو جفت واکدار و بیواک که مثلاً به صورت های \uparrow و \downarrow و \rightarrow و \leftarrow روی صفحه نمایشگر وجود دارند کدام یک را شنیده است و پس از انتخاب هر مورد هجای بعدی شنیده می‌شود. به منظور این آزمون داده‌های مصنوعی با تفاوت‌های وی آئی پنج میلی‌ثانیه‌ای به صورت یک پیوستار از ۷۰- تا ۹۰+ برای انفجاری‌ها و از ۴۰- تا ۱۲۰+ برای انسایشی‌ها در قالب آزمون ریخته شدند. این هجاها به صورت تصادفی بدون این که هیچ گاه دو هجای یکسان کنار هم قرار بگیرند هر کدام شش بار به شرکت‌کنندگان عرضه شدند. هر محل تولید در یک آزمون جداگانه برنامه‌ریزی شد و بدین ترتیب کسانی که در آزمون شناسایی شرکت داشته‌اند هر یک چهار آزمون را گذرانده‌اند. امکان شنیدن مجدد محرک‌ها برای دو بار با توجه به نیاز شرکت‌کننده در هر آزمون مهیا شده بود. گزینه‌ای نیز طراحی شده بود که در صورت انتخاب اشتباه، شرکت‌کنندگان را قادر می‌ساخت اشتباه خود را اصلاح نمایند. در هر یک از آزمون‌های شناسایی ۲۱ نفر شرکت داشته‌اند. نتایج به دست آمده از این آزمون به صورت درصد پاسخ‌های هر شرکت‌کننده برای هر محرک جدول‌بندی می‌شود. محل تغییر ناگهانی پاسخ‌ها در پیوستار وی آئی حائز اهمیت است و البته مقدار شیب این تغییر نیز معمولاً ذکر می‌شود.

آزمون تشخیص در قالب AX انجام گرفت بدین شکل که دو هجای متوالی برای شرکت‌کننده پخش می‌شوند. در صورتی که شنونده هر دو هجا را به صورت یکسان درک کند گزینه [same] و اگر متفاوت درک کند گزینه [different] را از روی صفحه

1. identification
2. discrimination

نمایشگر انتخاب می‌کند. پیوستار وی‌اُتی در آزمون‌های تشخیص با فواصل ۱۰ میلی‌ثانیه در نظر گرفته شدند و برای هر محل تولید سه نوع ترکیب به صورت‌های یک گام (فاصله ۱۰ میلی‌ثانیه)، دو گام (فاصله ۲۰ میلی‌ثانیه) و سه گام (فاصله ۳۰ میلی‌ثانیه) برنامه‌ریزی شدند. شرکت‌کنندگان در آزمون‌های مربوط به انفجاری‌ها برای هر آزمون ۲۱۰ بار و برای انسایشی‌ها ۲۴۶ بار کلیک کرده‌اند. در برنامه ریزی هر آزمون این امکان فراهم شده بود که شرکت‌کننده در صورت نیاز محرک را برای ۲ بار مجدداً بشنود. در مجموع در هر یک از آزمون‌های تشخیص ۲۳ نفر شرکت کرده‌اند.

آزمون‌های تشخیص بر خلاف آزمون‌های شناسایی به صورت درصد پاسخ صحیح شرکت‌کننده جدول بندی می‌شوند و در این کار معمولاً درصد پاسخ‌های "متفاوت" به عنوان پاسخ صحیح در نظر گرفته می‌شود. محل قرار گرفتن حداکثر پاسخ‌های "متفاوت" در پیوستار وی‌اُتی همان چیزی است که برای پژوهشگر حائز اهمیت است.

۲-۵. شیوه تحلیل آماری

نتایج حاصل از آزمون شناسایی با استفاده از نرم افزار PRAAT جدول بندی شده و وارد نرم‌افزار آماری SPSS شدند. درصد شناسایی هر یک از محرک‌ها توسط هر یک از شنوندگان به صورت دادگان جدیدی ذخیره شدند. با استفاده از این دادگان نمودارهای مربوط به شناسایی هر یک از واج‌ها رسم شده و محل تقاطع ۵۰٪ محور عمودی با محور افقی به دست آمد. جهت به دست آوردن شیب نمودار از آزمون رگرسیون استفاده شد. مزیت استفاده از رابطه به جای مقایسه چشمی، محاسبه دقیق معیارهای مورد نظر به جای تخمین آن‌هاست. به منظور اجرای آزمون رگرسیون لجستیک در تخمین منحنی^۱ کلیه داده‌ها باید در دامنه $0 < x \leq 1$ قرار بگیرند بنابراین کلیه درصد‌های

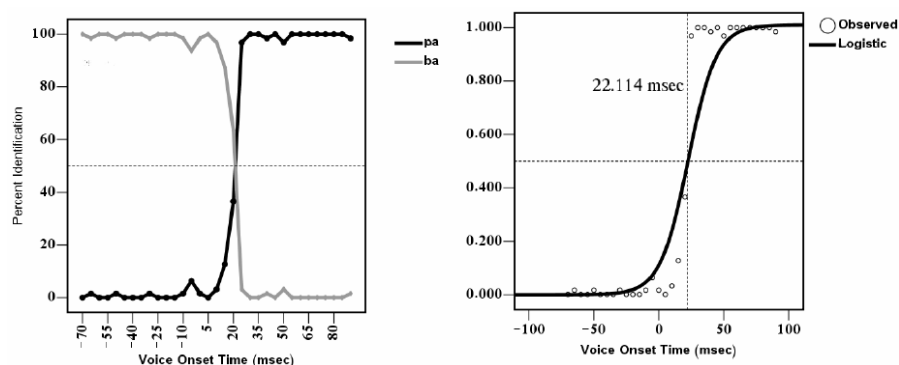
1. curve estimation

به دست آمده به نسبت صفر تا یک تبدیل شده و سپس مورد آزمون قرار گرفتند. از آنجائیکه نسبت‌های به دست آمده برای هر یک از جفت‌های واکدار و بیواک دقیقاً معکوس یکدیگر می‌باشد برای آزمون رگرسیون فقط از یکی از آن‌ها استفاده شده است. نتایج حاصل از آزمون تشخیص نیز توسط نرم افزار PRAAT جدول‌بندی شده و سپس مورد تحلیل آماری قرار گرفتند. در این تحلیل درصد پاسخ‌های "مشابه" کنار گذاشته شده و درصد پاسخ‌های "متفاوت" جهت رسم نمودار به کار گرفته می‌شوند. بسته به انحراف پاسخ شنونده، مواردی که "مشابه" درک می‌شوند چیزی بین صفر درصد "متفاوت" تا ۵۰٪ "متفاوت" قضاوت می‌شوند، که در حالت اخیر شنونده به صورت شانس‌پاسخی پاسخ داده است. نتیجه حائز اهمیت از این آزمون محل دقیق قله نمودار است که نشان دهنده بیشترین مقدار پاسخ "متفاوت" می‌باشد و همچنین ارتفاع قله که نشان دهنده تشخیص دقیق در آن منطقه است. سپس محل قله در نمودار حاصل از آزمون تشخیص با محل ۵۰٪ تقاطع حاصل از آزمون شناسایی مقایسه می‌شود. جهت بررسی تفاوت پاسخ‌های صحیح در پیوستار وی آئی از آزمون تحلیل واریانس مکرر^۱ استفاده شده است.

۳. نتایج

۳-۱. آزمون شناسایی

نمودار سمت چپ در شکل ۱ نتایج حاصل از آزمون شناسایی برای پیوستار [pa] [ba] را نمایش می‌دهد. محور افقی در این نمودار نشان‌دهنده مقادیر وی آئی (بین ۷۰- تا ۹۰+ میلی ثانیه) و محور عمودی نمایشگر درصد پاسخ شرکت‌کنندگان می‌باشد. خطوط نمودار نیز نشان‌دهنده میزان پاسخ شرکت‌کنندگان به هر یک از انتخاب‌ها می‌باشند. خط چین افقی در میان نمودار نشان‌دهنده ۵۰٪ تلاقی محور عمودی می‌باشد.



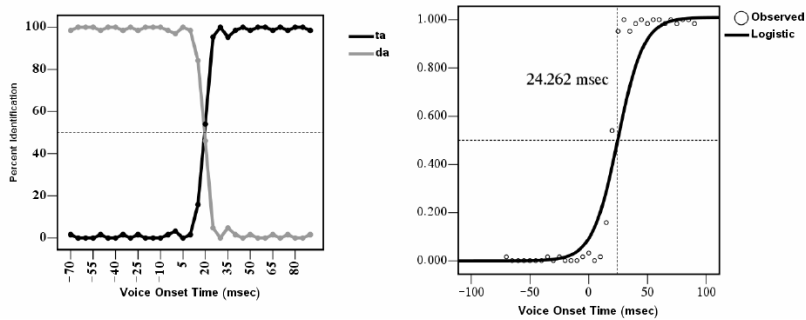
شکل ۱. آزمون شناسایی وی‌آئی برای پیوستار [pa] [ba] (چپ) و منحنی رگرسیون لجستیک برای نسبت پاسخ /p/ به هر یک از محرک‌های وی‌آئی (راست). مقدار ۵۰٪ تلاقی محور عمودی در کنار خط چین عمودی نمایش داده شده است.

همانطور که مشاهده می‌شود تمامی مقادیر وی‌آئی از -۷۰ تا +۱۰ به صورت /b/ شنیده می‌شوند. نوسانات بسیار کوچکی که در این محدوده به چشم می‌خورد معمولاً به اشتباهات افراد در انتخاب گزینه مورد نظر نسبت داده می‌شود. درصد شناسایی /b/ در حدود ۱۵ تا ۲۰ میلی‌ثانیه با شیبی بسیار تند کاهش یافته است به طوری که در حدود ۲۵ میلی‌ثانیه درصد شناسایی آن به حدود صفر رسیده است و تا +۹۰ میلی‌ثانیه در حد صفر باقی مانده است. این نتیجه تاییدی است بر درک مقوله‌ای وی‌آئی.

میزان $F(1, 31) = 125/69$ به دست آمده در انگاره آماری رگرسیون لجستیک در سطح اطمینان ۰/۹۵ و $\alpha < 0/01$ معنی‌دار می‌باشد. میزان بالای $R^2 = 0/802$ در این آزمون نشان‌دهنده این مطلب است که ارتباط بین داده‌های مشاهده شده و انگاره آماری قوی می‌باشد. ضریب رگرسیون $b1 = 0/912$ نمایانگر میزان شیب منحنی می‌باشد. به منظور تفسیر دیداری نمودار سمت راست در شکل ۱ ارائه می‌گردد. در این نمودار محور افقی همچون نمودار قبل پیوستار وی‌آئی می‌باشد و محور عمودی نسبت پاسخ /pa/ را

نمایش می‌دهد. نقطه تلاقی ۵۰٪ محور عمودی با منحنی توسط خط چین عمودی نمایش داده شده است که در این نمودار برابر با ۲۲/۱۱۴ میلی‌ثانیه می‌باشد.

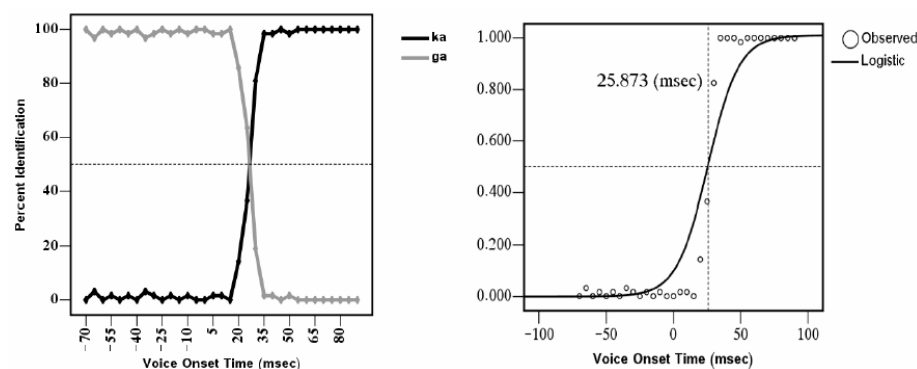
نمودار سمت چپ در شکل ۲ نتایج حاصل از آزمون شناسایی برای پیوستار [da] [ta] را نمایش می‌دهد. دامنه مقادیر وی‌آئی در این آزمون نیز بین ۷۰- تا ۹۰+ میلی‌ثانیه با گام‌های ۵ میلی‌ثانیه بوده است. درک مقوله‌ای وی‌آئی در این نمودار به وضوح قابل رؤیت می‌باشد چراکه ایجاد تغییری اندک در پیوستار وی‌آئی در حدود ۲۰ میلی‌ثانیه باعث تغییر صد در صد در شناسایی جفت واج /d/ به /t/ شده است.



شکل ۱. آزمون شناسایی وی‌آئی برای پیوستار [da] [ta] (چپ) و منحنی رگرسیون لجستیک برای نسبت پاسخ /t/ به هر یک از محرک‌های وی‌آئی. مقدار ۵۰٪ تلاقی محور عمودی در کنار خط چین عمودی نمایش داده شده است.

آزمون رگرسیون تخمین منحنی در انگاره لجستیک نشان می‌دهد که میزان $F(1, 31) = 126/022$ در سطح اطمینان ۰/۹۵ و $\alpha < 0/01$ معنی‌دار می‌باشد. مجذور R در این آزمون نیز میزان بالایی از ارتباط داده‌های مشاهده شده و انگاره را نشان می‌دهد $R^2 = 0/803$. ضریب رگرسیون $b1 = 0/912$ نمایانگر میزان شیب منحنی می‌باشد. به منظور تفسیر دیداری نمودار سمت راست در شکل ۲ ارائه می‌گردد. در این نمودار محور عمودی

نسبت پاسخ /ta/ را نمایش می‌دهد. نقطه ۵۰٪ تلاقی محور عمودی با منحنی توسط خط چین عمودی نمایش داده شده است که در این نمودار برابر با ۲۴/۲۶۲ میلی ثانیه می‌باشد. نتایج به دست آمده از آزمون شناسایی برای پیوستار [ga] [ka] در نمودار سمت چپ شکل ۳ ملاحظه می‌شود. با توجه به این شکل درک مقوله‌ای وی‌آتی برای پیوستار [ga] [ka] نیز تایید می‌شود. میزان F به دست آمده از آزمون رگرسیون تخمین منحنی مدل لجستیک در این مورد نیز معنی دار است $F(1, 31) = 88/338, \alpha < 0/001$. میزان مجذور R در این آزمون نیز بالاست $R^2 = 0/740$ و بنابراین ارتباط بین داده‌های مشاهده شده و مدل قوی می‌باشد. شیب منحنی یا ضریب رگرسیون در این آزمون برابر با $b1 = 0/917$ می‌باشد. به منظور تفسیر دیداری نمودار سمت راست شکل ۳ ارائه می‌گردد. همانطور که مشاهده می‌شود میزان ۵۰٪ تلاقی محور عمودی با منحنی در این نمودار برابر با ۲۵/۸۷۳ میلی ثانیه می‌باشد.

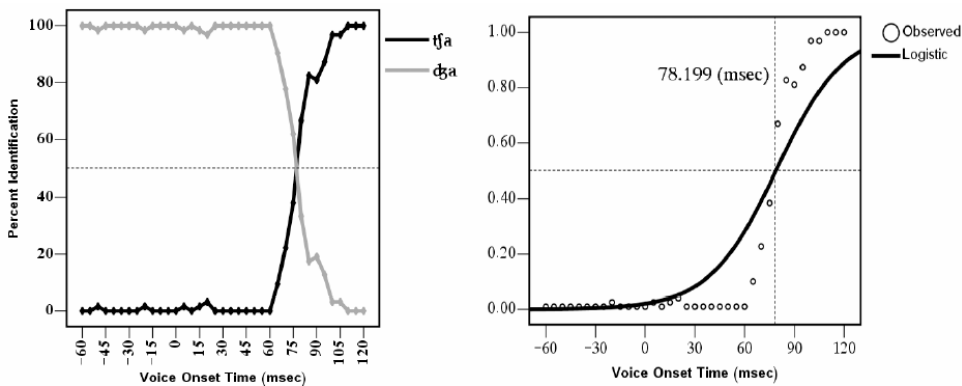


شکل ۲: آزمون شناسایی وی‌آتی برای پیوستار [ga] [ka] (چپ) و منحنی رگرسیون لجستیک برای نسبت پاسخ /k/ به هر یک از محرک‌های وی‌آتی (راست). مقدار ۵۰٪ تلاقی محور عمودی در کنار خط چین عمودی نمایش داده شده است.

نتایج حاصل از آزمون شناسایی بر پیوستار [tʃa] [tʃa] در نمودار سمت چپ شکل ۴ ملاحظه می‌شود. مطابق نتایج به دست آمده از آزمون تولید (بی‌جن خان و نوربخش ۱۳۸۷) به دلیل وجود یک دوره سایش طولانی پس از انفجار رهش، پس‌افت

کم در مورد انسایشی‌ها تا مقادیر حدود ۷۵ میلی‌ثانیه را در بر می‌گیرد. بنابراین پیوستار وی‌آتی که برای آزمون درکی طراحی شد نسبت به سایر انسدادی‌ها دامنه بیشتری را در بر گرفته و بین ۶۰- تا ۱۲۰+ میلی‌ثانیه در نظر گرفته شده است.

چنانکه در شکل ۴ ملاحظه می‌شود، کلیه مقادیر وی‌آتی بین ۶۰- تا حدود ۶۰+ منحصر به صورت /tʃ/ شناسایی شده‌اند. پس از آن با افزایش اندک مقدار وی‌آتی درک /tʃ/ به کمتر از ۲۰ درصد رسیده است و مقادیر بالاتر از حدود ۱۰۰ میلی‌ثانیه تقریباً به طور کامل به صورت /tʃ/ شناسایی شده‌اند.



شکل ۳: آزمون شناسایی وی‌آتی برای پیوستار [tʃa] [dʒa] (چپ) و منحنی رگرسیون لجستیک برای نسبت پاسخ /tʃ/ به هر یک از محرک‌های وی‌آتی (راست). مقدار ۵۰٪ تلاقی محور عمودی در کنار خط چین عمودی نمایش داده شده است.

نتیجه آزمون آماری رگرسیون لجستیک نشان می‌دهد که میزان $\chi^2(35) = 69/982$ ،
 (۱) F برای تفاوت پیوستار [tʃa] [dʒa] در سطح اطمینان ۰/۹۵ و سطح $\alpha < 0/01$ معنی‌دار می‌باشد. میزان مجذور R در این آزمون نسبت به سایر انسدادی‌ها کمتر می‌باشد و برابر $R^2 = 0/667$ می‌باشد. مقدار شیب منحنی به دست آمده برای انسایشی‌ها معادل $b1 = 0/952$ است که نسبت به سایر انسدادی‌ها بیشتر می‌باشد. با توجه به نتایج فوق درک مقوله‌ای

وی آتی در انسایشی‌ها نیز تایید می‌شود. همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود میزان ۵۰٪ تلاقی محور عمودی با منحنی، در این آزمون برابر ۷۸/۱۹۹ میلی ثانیه می‌باشد.

۲-۳. آزمون تشخیص

هدف از اجرای این آزمون دستیابی به نقطه حداکثر پاسخ‌های صحیح برای هر یک از محل‌های تولید و مقایسه آن‌ها با نتایج به‌دست‌آمده از آزمون‌های شناسایی (نقطه ۵۰٪ تلاقی محور عمودی با منحنی) می‌باشد. از سوی دیگر، عرض منطقه تغییر در نمودارها و ارتفاع قله آن برای هر یک از جفت انسدادی‌های واکدار و بیواک و هر یک از گام‌ها مقایسه خواهد شد.

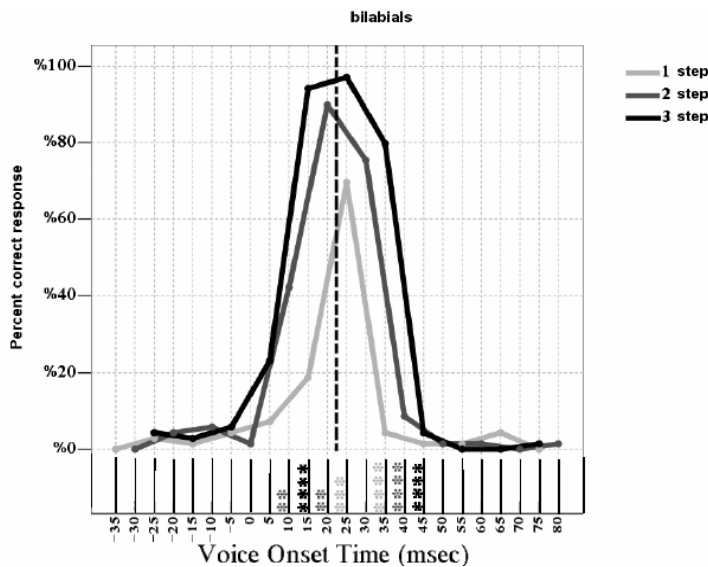
لازم به ذکر است که در نمودارهای ارائه شده محور افقی، میانگین دو مقدار وی آتی در جفت محرک‌های عرضه شده می‌باشد. به عنوان مثال در صورتی که مقادیر وی آتی یک گام فاصله داشته باشند و مقدار وی آتی جفت محرک‌ها به ترتیب ۱۰ و ۲۰ میلی ثانیه باشد، میانگین این دو عدد یعنی ۱۵ میلی ثانیه در محور افقی لحاظ شده است.

۱-۲-۳. پیوستار [pa] [ba]

آزمون تحلیل واریانس مکرر برای هر یک از گام‌ها به طور مجزا انجام گرفت. در گام اول میزان $F(11, 242) = 27/554$ به‌دست‌آمده در سطح $\alpha < 0/001$ معنی‌دار می‌باشد. در گام دوم میزان $F(11, 242) = 65/693$ و در گام سوم $F(10, 220) = 183/793$ هر دو در سطح $\alpha < 0/001$ معنی‌دار هستند. این نتایج نشان می‌دهد که در هر سه گام تفاوت برخی از جفت محرک‌ها آسان‌تر از بقیه تشخیص داده می‌شود.

شکل ۵ نمودار مربوط به تشخیص هر یک از سه گام را برای پیوستار [pa] [ba] نمایش می‌دهد. همانطور که پیش‌تر توضیح داده شد در این نمودار درصد پاسخ صحیح

به هر یک از جفت محرک‌ها در محور عمودی ملاحظه می‌شود. خطوط سه گانه نمودار نیز مربوط به هر یک از سه گام آزمون می‌باشند. خط چین عمودی سیاه در میان نمودار نشان‌دهنده مقدار ۵۰٪ تلاقی محور عمودی با منحنی است که از آزمون شناسایی به دست آمده بود. در قسمت تحتانی نمودار تفاوت‌های معنی‌دار بین دو داده متوالی برای هر گام درج شده و سطوح معنی‌داری توسط ستاره نشان داده شده است. معنی‌داری هر گام با ستاره‌های هم‌رنگ خطوط نمودار مشخص شده است. به عنوان مثال یکی از دو داده مجاور برای محرک‌های سه گامی عبارتند از ۵ و ۱۵ میلی‌ثانیه. از آنجائیکه تفاوت این دو داده در سطح $\alpha < 0.001$ معنی‌دار بوده است، این موضوع با درج چهار ستاره سیاه در کنار خط عمودی بالای ۱۵ میلی‌ثانیه نشان داده شده است. عدم درج ستاره نیز نشان‌دهنده این امر است که تفاوت داده‌های مجاور معنی‌دار نیست.



شکل ۴. آزمون تشخیص وی آتی برای پیوستار [pa] [ba]. خط چین عمودی در میانه تصویر نشان‌دهنده ۵۰٪ تلاقی محور عمودی با منحنی آزمون شناسایی است که از شکل ۱ به دست آمده بود. تفاوت‌های معنی‌دار نقطه‌های مجاور با استفاده از ستاره برای هر گام مشخص شده‌اند. * $P < 0.05$ P<0/001 *** P<0/005 *** P<0/01**

همانطور که مشاهده می‌شود، میزان تشخیص میان سه گام متفاوت است. بالاترین قله، مربوط به محرک‌های سه گامی است که به ۹۷٪ رسیده است. نقطه حداکثر محرک‌های دو گامی ۹۰٪ و برای یک گامی ۷۰٪ می‌باشد. از سوی دیگر عرض تغییرات ناگهانی برای محرک‌های سه گامی و دو گامی حدود ۴۰ میلی ثانیه و برای محرک‌های یک گامی حدود ۲۰ میلی ثانیه می‌باشد. عرض تغییرات ناگهانی با توجه به معنی داری تفاوت‌ها در محرک‌های مجاور تعیین می‌شود.

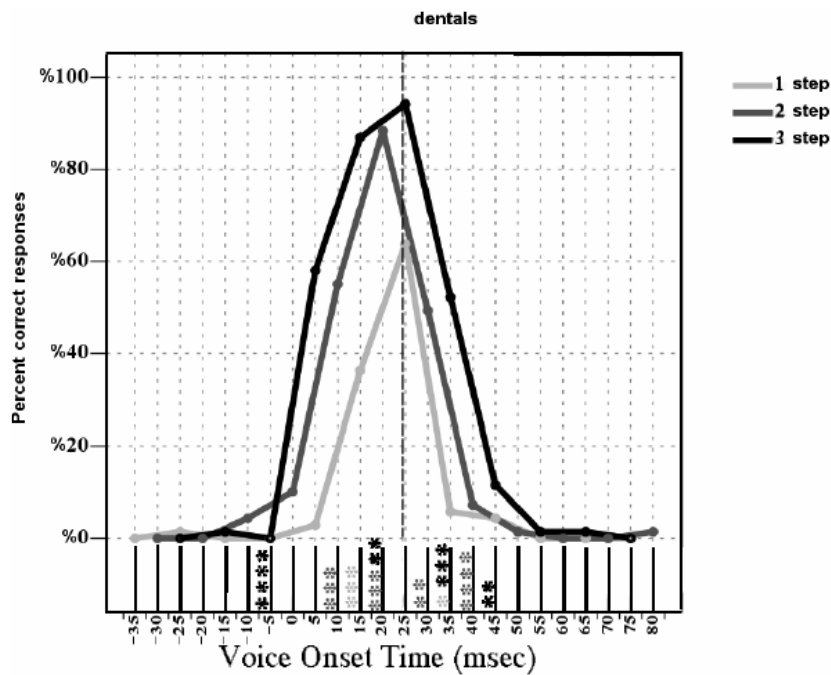
با توجه به نتایج فوق می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تشخیص محرک‌های سه گامی نسبت به دو گام دیگر راحت تر بوده است و همچنین تشخیص محرک‌های سه گامی و دو گامی به یکدیگر نزدیک تر بوده و تفاوت این دو با حالت یک گامی بیشتر می‌باشد. مقایسه آزمون تشخیص و شناسایی در این تصویر نشان می‌دهد که مرز مقوله‌ها در این دو آزمون یکسان می‌باشد. مرز به دست آمده از آزمون تشخیص بین ۲۰ تا ۲۵ میلی ثانیه قرار دارد. مرز به دست آمده از آزمون شناسایی برابر با ۲۲/۱۱۴ میلی ثانیه بود.

۳-۲-۲. پیوستار [da] [ta]

مطابق آزمون تحلیل واریانس مکرر برای محرک‌های یک گامی میزان $F(11, 242) = 19/786$ ، $F(11)$ معنی دار می‌باشد $\alpha < 0/001$. میزان F برای محرک‌های دو گامی عبارت است از $F(11, 242) = 61/723$ و برای محرک‌های سه گامی برابر است با $F(10, 220) = 75/420$ که هر دو در سطح $\alpha < 0/001$ معنی دار هستند. واضح است که در هر سه گام تشخیص تفاوت برخی از جفت محرک‌ها آسان تر از بقیه می‌باشد.

شکل ۶ نمودار مربوط به تشخیص هر یک از سه گام را برای پیوستار [da] [ta] نمایش می‌دهد. چنانکه ملاحظه می‌شود بالاترین قله، مربوط به محرک‌های سه گامی است که تا ۹۴٪ رسیده است. حداکثر پاسخ‌های صحیح برای محرک‌های دو گامی معادل ۹۰٪

می‌باشد. اما قله مربوط به محرک‌های یک گامی تفاوت بیشتری نسبت به دو حالت قبل دارد و حداکثر به ۶۵٪ رسیده است. در این نمودار نیز عرض منطقه تغییر در محرک‌های سه گامی بیشتر است (۵۰ میلی ثانیه). عرض منطقه تغییر در محرک‌های دو گامی ۴۰ میلی ثانیه و برای محرک‌های یک گامی ۳۰ میلی ثانیه می‌باشد. همانطور که ملاحظه می‌شود نقاط حداکثر (قله‌ها) به‌دست آمده در این آزمون در ۲۰ و ۲۵ میلی ثانیه واقع شده اند که با مرز مقوله به‌دست آمده از آزمون شناسایی (۲۴/۲۶۲ میلی ثانیه) مطابقت دارد.



شکل ۶. آزمون تشخیص وی اُتی برای پیوستار [da] [ta]. خط چین عمودی در میانه تصویر نشان‌دهنده ۵۰٪ تلاقی محور عمودی با منحنی آزمون شناسایی است که از شکل ۲ به‌دست آمده بود. تفاوت‌های معنی‌دار نقطه‌های مجاور با استفاده از ستاره برای هر گام مشخص شده‌اند. * P<0/05

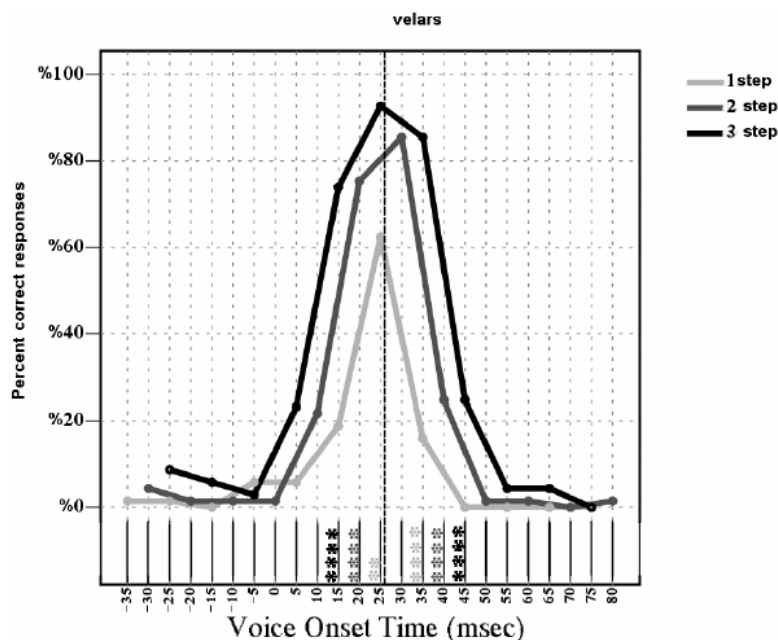
P<0/001 ****

P<0/005 ***

P<0/01 **

۳-۲-۳. پیوستار [ka] [ga]

نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس مکرر نشان می‌دهد که میزان $\alpha = 0.001$ (۱۱، ۲۴۲) برای جفت محرک‌های یک گامی معنی‌دار می‌باشد. میزان $\alpha < 0.001$ برای جفت محرک‌های دو گامی عبارت است از $F(11, 242) = 53/580$ و برای جفت محرک‌های سه گامی $F(10, 220) = 68/473$ که هر دو در سطح $\alpha < 0.001$ معنی‌دار هستند. بدین ترتیب مشخص می‌شود که در هر سه گام تشخیص تفاوت برخی از جفت محرک‌ها آسان‌تر از بقیه می‌باشد. نمودار مربوط به تشخیص هر یک از سه گام برای پیوستار [ka] [ga] در شکل ۷ ملاحظه می‌شود.



شکل ۵. آزمون تشخیص وی‌آتی برای پیوستار [ka] [ga]. نقطه چین سیاه عمودی در میانه تصویر نشان‌دهنده ۵۰٪ تلاقی محور عمودی با منحنی آزمون شناسایی است که از شکل ۳ به دست آمده بود. تفاوت‌های معنی‌دار نقطه‌های مجاور با استفاده از ستاره برای هر گام مشخص شده‌اند. $P < 0/05$ * $P < 0/001$ *** $P < 0/005$ *** $P < 0/01$ **

چنانکه ملاحظه می‌شود بالاترین قله مربوط به محرک‌های سه گامی است که تا ۹۴٪ رسیده است. حداکثر پاسخ‌های صحیح برای محرک‌های دو گامی معادل ۸۵٪ و قله مربوط به محرک‌های یک گامی به ۶۲٪ رسیده است. در این نمودار نیز عرض منطقه تغییر در محرک‌های سه گامی بیشتر است و به حدود ۴۰ میلی ثانیه می‌رسد. عرض منطقه تغییر در محرک‌های دو گامی ۳۰ میلی ثانیه و برای محرک‌های یک گامی ۲۰ میلی ثانیه می‌باشد. در اینجا نیز نتایج مربوط به جفت محرک‌های دو و سه گامی به یکدیگر نزدیک‌ترند. با توجه به این شکل می‌توان نتیجه گرفت که نقاط حداکثر (قله‌ها) به‌دست آمده از آزمون تشخیص در ۲۵ و ۳۰ میلی ثانیه قرار گرفته‌اند. این نقاط با مرز مقوله به‌دست آمده از آزمون شناسایی (۲۵/۸۷۳ میلی ثانیه) که به صورت خط چین سیاه عمودی نمایش داده شده است مطابقت دارد.

۳-۲-۳. پیوستار [tʃa] [dʒa]

نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس مکرر نشان می‌دهد که میزان $F = ۰/۹۶۹$ ، $F = ۰/۴۸۲$ برای جفت محرک‌های یک گامی معنی‌دار نمی‌باشد. اما این تفاوت برای جفت محرک‌های دو و سه گامی معنی‌دار است. میزان F برای جفت محرک‌های دو گامی عبارت است از $F(۱۳, ۲۸۶) = ۲۴/۵۱۹$ و برای جفت محرک‌های سه گامی $F(۱۲, ۲۶۴) = ۲۶/۳۵۱$ که هر دو در سطح $\alpha < ۰/۰۰۱$ معنی‌دار هستند.

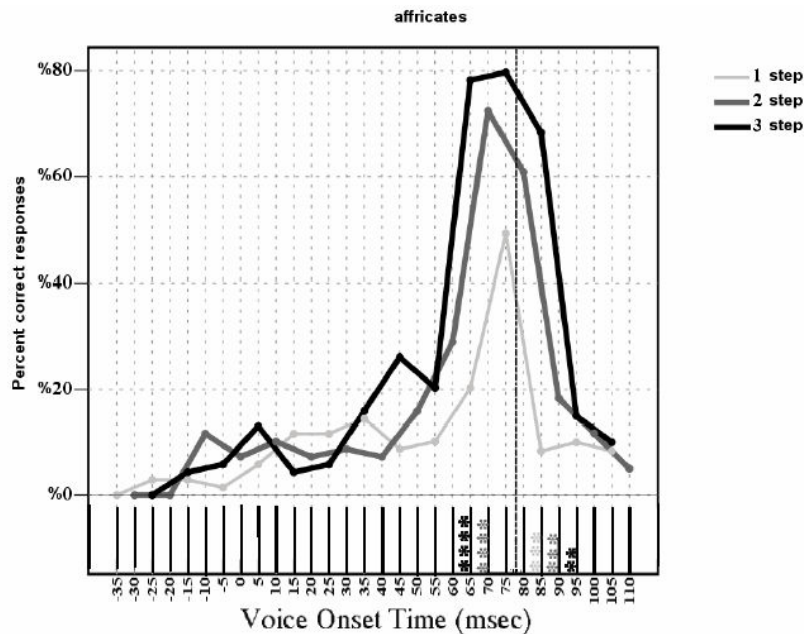
نمودار مربوط به تشخیص هر یک از سه گام برای پیوستار [tʃa] [dʒa] در شکل ۸ ملاحظه می‌شود. با وجود این که تفاوت در محرک‌های یک گامی معنی‌دار نبوده است اما آزمون تعقیبی نشان می‌دهد که تنها در یک مورد تفاوت محرک‌های مجاور یک گامی نیز معنی‌دار بوده است. این تفاوت مربوط به میانگین‌های ۷۵ و ۸۵ میلی ثانیه است که در روی شکل با خاکستری کم‌رنگ نمایش داده شده است.

چنانکه ملاحظه می‌شود همچون موارد قبل بالاترین قله، مربوط به محرک‌های سه گامی است که تا ۸۰٪ رسیده است. حداکثر پاسخ‌های صحیح برای محرک‌های دو گامی معادل ۷۲٪ و قله مربوط به محرک‌های یک گامی به ۵۰٪ رسیده است. در این نمودار نیز عرض منطقه تغییر در محرک‌های سه گامی بیشتر است و به حدود ۴۰ میلی ثانیه می‌رسد. عرض منطقه تغییر در محرک‌های دو گامی ۳۰ میلی ثانیه و برای محرک‌های یک گامی ۲۰ میلی ثانیه می‌باشد. نتایج مربوط به تشخیص انسایشی‌ها نیز نشان می‌دهد که تشخیص جفت محرک‌های دو و سه گامی به یکدیگر نزدیک‌ترند.

مرز مقوله به دست آمده از آزمون شناسایی همخوان‌های انسایشی در حدود ۷۸/۱۹۹ میلی ثانیه قرار داشت. اما قله‌های به دست آمده از آزمون تشخیص جفت محرک‌های یک و سه گامی بر ۷۵ میلی ثانیه و برای محرک‌های یک گامی بر ۷۰ میلی ثانیه قرار دارد. بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که مرز آزمون شناسایی حدود ۳ میلی ثانیه بالاتر از مرز آزمون تشخیص می‌باشد.

۴. بحث

نتایج به دست آمده به طور کلی نشان می‌دهند که وی‌اتی به عنوان یک سرنخ اصلی در تمایز واکداری برای کلیه انسدادی‌های زبان فارسی معیار معتبر است. نتایج آزمون‌های شناسایی نشان می‌دهد که پیوستار محرک‌ها، با توجه به پاسخ شرکت‌کنندگان با شبیهی بسیار تند به دو قسمت تقسیم می‌شود. نتایج آزمون‌های تشخیص نیز نشان می‌دهند که شرکت‌کنندگان محرک‌هایی را که در دو سوی مرز واجی قرار دارند، بهتر از محرک‌های داخل یک مقوله واجی تشخیص می‌دهند. این نتایج به طور کلی تاییدی هستند بر درک مقوله‌ای وی‌اتی در زبان فارسی معیار.



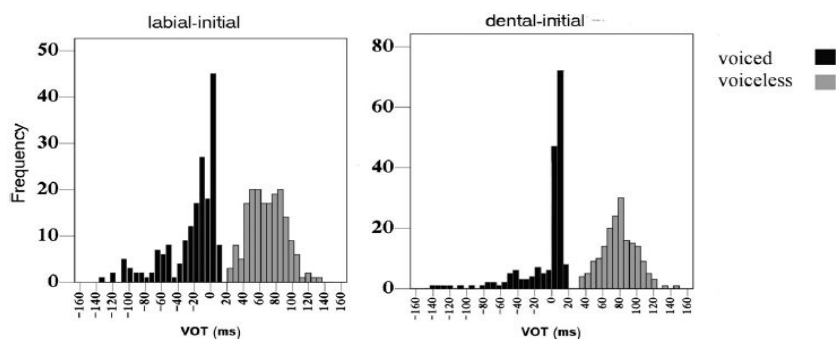
شکل ۸. آزمون تشخیص وی آتی برای پیوستار [tʃa] [dʒa]. نقطه چین سیاه عمودی در میانه تصویر نشان‌دهنده ۵۰٪ تلاقی محور عمودی با منحنی آزمون شناسایی است که از شکل ۴ به دست آمده بود. تفاوت‌های معنی‌دار نقطه‌های مجاور با استفاده از ستاره برای هر گام مشخص شده‌اند. $P < 0/05$ * $P < 0/001$ *** $P < 0/005$ *** $P < 0/01$ **

مطالعات گذشته نشان داده است که مرزهای درکی مقوله‌های واکداری، با توجه به تجربه زبانی تعیین می‌شوند و نه توسط حساسیت‌های ذاتی انسان (لیبرمن و همکاران، ۱۹۵۷؛ آبرامسون و لیسکر، ۱۹۷۰ و ۱۹۷۳ و هرو^۱ و همکاران، ۲۰۰۷). نکته حائز اهمیت در این مطالعات تعیین مرزهای مقوله‌ای در هر زبان می‌باشد.

بی‌جن خان و نوربخش (۱۳۸۷ و ۲۰۰۹) و نوربخش (۱۳۸۸) در مطالعات تولیدی برپایه آواشناسی صوت شناختی، مرزهای واکداری در انسدادی‌های زبان فارسی معیار را با توجه به شکاف توزیع و مقادیر حداکثر و حداقل هر یک از واج‌ها ارائه کرده‌اند. شکل

۹ نمونه هایی از نمودارهای توزیعی مربوط به جفت واج‌های واکدار و بیواک /b, t, d/ و /p/ می‌باشند که از مطالعات تولیدی به دست آمده‌اند. همانطور که در این شکل ملاحظه می‌شود مقادیر اندازه‌گیری شده برای /b/ و /p/ با یکدیگر همپوشی ندارند و حتی شاهد یک شکاف توزیع بین ۱۵ تا ۲۵ میلی ثانیه هستیم. این مسئله در مورد /d/ و /t/ نیز به چشم می‌خورد که البته در این مورد شکاف توزیع بین ۲۰ تا ۳۵ میلی ثانیه بوده است. شکاف توزیع در مورد جفت واج‌های /g, k/ نیز بین ۳۰ تا ۵۰ میلی ثانیه بوده است.^۱ در نمودار توزیعی مربوط به /tʃ, dʒ/ شکاف توزیع به چشم نمی‌خورد و همپوشی اندکی در حدود ۶۵ تا ۷۵ میلی ثانیه وجود داشت.

مطابق نتایج ارائه شده در تحقیق حاضر مرزهای به‌دست آمده از دو آزمون درکی با یکدیگر مطابقت داشته‌اند و این مرزها با نتایج به‌دست آمده از آزمون تولیدی نیز مطابقت دارند و بنابراین می‌توان حدود مرزهای به‌دست آمده را در زبان فارسی معتبر دانست و به عنوان مرجعی در مطالعات واجی به کار برد.



شکل ۶. توزیع مقادیر اندازه‌گیری شده برای انسدادی‌های دولبی (چپ) و دندانی (راست). برگرفته از بی‌جن خان و نوربخش ۲۰۰۹: ۳۴۳.

۱. جهت رویت سایر نمودارهای توزیعی به دست آمده از مطالعه تولیدی رجوع شود به بی‌جن خان و نوربخش ۲۰۰۹ و نوربخش ۱۳۸۸.

بی‌جن خان و نوربخش (۲۰۰۹ و ۱۳۸۷) انسدادی‌های واکدار زبان فارسی معیار را به جهت میزان رویداد پیش واکداری نیز مورد بررسی قرار دادند. همانطور که در مقدمه ذکر شد زبان‌هایی که دارای تمایز واجی دوگانه [±voice] می‌باشند، از بین سه مقوله {کاملا واکدار}، {بیواک نادمیده} و {بیواک دمیده} دو مقوله را جهت اعمال این تمایز واجی برمی‌گزینند. وضعیت انسدادی‌های بیواک در مطالعه تولیدی کاملاً مشخص بود. این انسدادی‌ها در جایگاه آغازین و جایگاه میان واکه‌ای دارای پس‌افت زیاد وی‌آئی بودند و بنابراین از مقوله {بیواک دمیده} بهره می‌گیرند. اما آزمون‌های تولیدی نشان دادند که از میان داده‌های جمع‌آوری شده مربوط به همخوان‌های واکدار فارسی معیار، بخشی به صورت پیش واکدار و بخشی دیگر به صورت پس‌افت کم تولید شده بودند. هدف از مطالعه میزان رویداد پیش واکداری این بود که وضعیت انسدادی‌های واکدار در این مورد مشخص شود، که آیا از مقوله {کاملاً واکدار} برای اعمال تمایز واجی بهره می‌گیرند یا مقوله {بیواک نادمیده}. نتیجه آن مطالعه نشان داد که درصد استفاده از پس‌افت کم در انسدادی‌های [d, g, ʒ] بسیار بیشتر از پیش واکداری می‌باشد و در نتیجه این انسدادی‌های واکدار از مقوله {بیواک نادمیده} بیشتر استفاده می‌کنند. بدین ترتیب می‌توان به این تعمیم کلی رسید که زبان فارسی معیار برای اعمال تمایز واجی واکداری دو مقوله {بیواک نادمیده} و {بیواک دمیده} را برگزیده است. تنها استثناء در این مورد آوای [b] بود که به نظر مسئله‌ساز می‌آمد. چراکه درصد استفاده از مقوله پیش واکداری برای آن بیشتر از پس‌افت کم بود و با تعمیم کلی فوق دربارۀ رده‌شناسی زبان فارسی مطابقت نداشت. سوالی که در آنجا مطرح شد، این بود که آیا در محل دولبی برخلاف سایر محل‌های تولید باید مقوله‌های {واکدار} و {بیواک دمیده} یعنی مقوله‌های انتهایی را تمایزدهنده تلقی نمود یا خیر. پاسخ به این سوال به نتایج حاصل از آزمون‌های درکی

واگذار شد. اما نتایج حاصل از آزمون‌های درکی شناسایی و تشخیص، در تحقیق حاضر نشان دادند که کلیه مرزهای به‌دست آمده از جمله مرز پیوستار [pa] [ba] در ناحیه پس‌افت کم واقع شده‌اند و در هیچ یک از آزمون‌ها مرزی در وی‌آتی صفر مشاهده نشده است. وی‌آتی صفر می‌تواند به عنوان مرز مقادیر منفی و مثبت یا به عبارت فنی‌تر پیش‌افت و پس‌افت به شمار رود. زبان‌هایی مثل فرانسه (کسینجر^۱ و بلومشتاین^۲ ۱۹۹۷) دارای مرز مقوله در حدود وی‌آتی صفر می‌باشند. در مطالعاتی که بر مرز درکی وی‌آتی اسپانیایی نیز صورت گرفته است اغلب مقادیر زیر ۱۴ میلی‌ثانیه گزارش شده‌اند (آبرامسون و لیسکر، ۱۹۷۳؛ ویلیامز^۳، ۱۹۷۷a,b، فلمینگ هی^۴، ۲۰۰۵ و بنکی^۵، ۲۰۰۵). اما مطالعات زبان‌گذر بر رده زبان‌هایی مثل انگلیسی نشان داده است که مرز مقوله در این زبان‌ها در حدود انتهای پس‌افت کم (حدود ۲۵ تا ۳۰ میلی‌ثانیه) قرار می‌گیرد (لیسکر و آبرامسون، ۱۹۶۴). برخی مطالعات نیز نشان داده‌اند که مرزهای درکی وی‌آتی برای اسپانیایی زبان‌هایی که مدت طولانی تحت تاثیر زبان انگلیسی قرار داشته‌اند بالاتر رفته‌اند (المان^۶ و همکاران، ۱۹۷۷؛ ویلیامز، b ۱۹۷۷). بدین ترتیب روشن است که تفاوت محل دولبی با سایر محل‌های تولید از نظر درصد استفاده از مقوله‌های پیش‌واکدار و پس‌افت کم به سطوح پایین آواشناسی و علل آیرودینامیک باز می‌گردد.

-
1. Kessinger R. H.
 2. Blumstein, S. E.
 3. Williams, L.
 4. Fleming Hay, J. S.
 5. Benki, J.R.
 6. Elman, J.L.

۵. نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه می‌توان به صراحت نظر داد که زبان فارسی معیار جهت تحقق آوایی تمایز واجی [±voice] در کلیه محل‌های تولید از مقوله‌های {بیواک نادمیده} و {بیواک دمیده} بهره می‌جوید و بدین ترتیب به رده زبان‌های دمش تعلق دارد. به همین شکل می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کلیه انسدادی‌های بیواک در جایگاه آغازین در فارسی معیار دمیده می‌باشند و این امر انسایشی‌ها را نیز شامل می‌شود. بدین ترتیب و شن است که انسایشی بیواک مانند سایر انسدادی‌های بیواک در زبان فارسی باید جزو آواهای دمیده طبقه‌بندی شود.

منابع

- بی‌جن‌خان؛ محمود و ماندانا نوربخش. (۱۳۸۷) نقش تمایزی مدت شروع واک (VOT) در همخوان‌های انسدادی آغازین فارسی معیار؛ ابوالقاسم اسماعیل پور؛ مجموعه مقالات همایش ملی زبان‌شناسی، کتبی‌ها و متون. تهران: پژوهشکده زبان‌شناسی، کتبی‌ها و متون؛ ۳۷۶-۳۵۳.
- صادقی؛ وحید. (۱۳۸۶) تاثیر دمش بر تقابل واکداری-بیواکی انسدادی‌های فارسی. زبان و زبان‌شناسی ۶، ۶۵-۸۱
- _____ (۱۳۸۴) بازشناسی واجی کلمات فارسی: رویکردی مبتنی بر نظریه بهینگی. رساله دکتری زبان‌شناسی همگانی، دانشگاه تهران
- مدرسی قوامی؛ گلناز. (۱۳۸۶) خنثی شدگی تقابل همخوان‌های انسدادی واکدار و بیواک در زبان فارسی؛ محمد دبیرمقدم و همکاران؛ مجموعه مقالات هفتمین همایش زبان‌شناسی ایران جلد اول، تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی؛ ۴۵۴-۴۴۱.

نوربخش؛ ماندانا. (۱۳۸۸) نقش تمایزی زمان شروع واک (وی‌آتی) در همخوان‌های انسدادی دهانی فارسی معیار. رساله دکتری زبانشناسی همگانی، دانشگاه تهران.

Abramson; A. S. & L. Lisker. (1973). Voice-timing perception in Spanish word-initial stops. *Journal of Phonetics* 1, 1-8

_____ (1970). Discriminability along the voicing continuum: Cross-language tests. *Proc. 6th International congress of Phonetic Sciences Prague, 1967*. 560-573. Prague, Academia

Benki; J. R. (2005). Perception of VOT and first formant onset by Spanish and English speakers. Proceedings of the 4th International Symposium on Bilingualism, ed. J. Cohen, K. T. McAlister, K. Rolstad, and J. MacSwan, 240-248. Somerville, MA: Cascadilla Press

Bijankhan; M. & M. Nourbakhsh. (2009) Voice onset time in Persian initial and intervocalic stop production. *Journal of International Phonetic Association* 39(3), 335-364

Elman; J. L., Diehl, R. L. & Buchwald, S. E. (1977). Perceptual switching in bilinguals. *Journal of Acoustical Society of America* 62, 971-974

Fleming Hay; J. S. (2005). How auditory discontinuities and linguistic experience affect the perception of speech and non-speech in English- and Spanish-speaking listeners. PhD dissertation, University of Texas, Austin

Fowler; CA. (1981). Production and perception of coarticulation among stressed and unstressed vowels. *Journal of Speech & Hearing* 24, 127-139

Horev; N., T. Most & H. Pratt. (2007). Categorical perception of speech (VOT) and analogous non-speech (FOT) signals: behavioral and electrophysiological correlates. *Ear and Hearing* 28(1), 111-128

- Heselwood; B. & Z. Mahmoodzade. (2007). Vowel onset characteristics as a function of voice and manner contrasts in Persian coronal stops. *Leeds Working Paper in Linguistics and Phonetics* 12, 125-142.
- Keating; P. A. (1984). Phonetic and phonological representations of consonant voicing. *Language* 60, 286-319.
- Keating; P. A., W. Linker & M. Huffman. (1983). Patterns I allophone distribution for voiced and voiceless stops. *Journal of Phonetics* 11, 277-290
- Kessinger; R. H. & S. E. Blumstein. (1997). Effects of speaking rate on voice onset time in Thai, French and English. *Journal of Phonetics* 25, 143-168
- Klatt; D.H. (1980) Software for a Cascade/Parallel formant synthesizer. *Journal of the Acoustical Society of America*, 67,971-995
- Liberman, A. M., F. S. Cooper, D. P. Shankweiler, & M. Studdert-Kennedy. (1967). Perception of the speech code. *Psychological Review* 74, 431-461.
- Liberman; A. M., K. S. Harris, H. S. Hoffman, & B.C. Griffith. (1957). The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries. *Journal of Experimental Psychology* 54(5), 358-368
- Lisker; L. (1986). Voicing in English: A catalogue of acoustic features signaling /b/ versus /p/ in trochees. *Language and Speech* 29(1), 3-11
- Lisker; L. & S. A. Abramson. (1964). A cross-language study of voicing in initial stops: acoustical measurements. *Word* 20, 348-422
- Modarresi Ghavami; G. (2002). The Effect of Syllable Boundary, Stop Consonant Closure Duration and VOT on VCV Coarticulation. PhD Dissertation: The University of Texas at Austin.
- Steriade; D. (1997). Phonetics in phonology: The case of laryngeal neutralization. M. Gordon (ed.) *UCLA working papers in phonology* vol. 2.

Stevens; K. N. & D. H. Klatt. (1974). Role of formant transitions in the voiced voiceless distinction for stops. *Journal of Acoustical Society of America* 55, 653-659

Williams; L. (1977a). The voicing contrast in Spanish. *Journal of Phonetics* 5, 169-184

_____ (1977b). The perception of stop consonant voicing by Spanish-English bilinguals. *Perception and Psychophysics* 21, 289-297

Abstract

This study presents a perceptual analysis of voice onset time (VOT) as an acoustic correlate of voicing distinction in standard contemporary Persian. Absolute identification tasks and AX discrimination tasks were performed on synthetic syllables varying in VOT. The discrimination triads were made by pairing stimuli at one, two and three step intervals along the VOT continuum. 39 native-speakers participated in the experiments. It was shown that Persian speakers differentiated voiced from voiceless stops in initial position by means of VOT. The category boundary effect appeared for all voiced-voiceless pairs i.e., identification and discrimination d's were largest around the boundaries. Discrimination was acute at all three steps although three step pairs were easier to discriminate. It is concluded that VOT correlates strongly with the two-way voicing contrast at each place of articulation where the contrast operates. The experiments admitted the results of previous production experiments and revealed that the voicing contrast in Persian stop consonants is represented by {voiceless unaspirated} and {voiceless aspirated} categories in initial position.