

## زمان آغاز واکداری در همخوان‌های انسدادی زبان فارسی

سوسن صالحی<sup>۱</sup>، علی جهان<sup>\*</sup>، نگین صالحی<sup>۲</sup>، مریم مقدم سلیمی<sup>۳</sup>، لیلا قانڈلو<sup>۴</sup>، کلثوم صفری<sup>۴</sup>

### مقاله پژوهشی

### چکیده

**مقدمه:** زمان آغاز واکداری به عنوان یک سرنخ صوتی معتبر جهت افتراق همخوان‌های انسدادی واکدار و بی‌واک شناخته شده است و می‌تواند جهت توصیف یا طبقه‌بندی طیفی از اختلالات رشدی، عصبی-حرکتی و یا زبانی مورد استفاده قرار گیرد. مقادیر هنجار این متغیر در زبان‌های متفاوتی استخراج شده و در این مطالعه نیز مقادیر زمان آغاز واکداری در زبان فارسی (گوشش معیار) به دست آمد.

**مواد و روش‌ها:** جهت شرکت در مطالعه توصیفی-تحلیلی حاضر، ۴۴ گوینده فارسی زبان به صورت ساده و در دسترس انتخاب شدند. آن‌ها ۴۲ تک کلمه فارسی که با همخوان‌های انسدادی آغاز می‌شد، را دو بار خواندند. صداهای ضبط شده با نرم‌افزار Praat بررسی شده و مقادیر میانگین برای زمان آغاز واکداری با تحلیل طیف صوتی و موج شکل صوتی بر حسب میلی‌ثانیه محاسبه گردید. تفاوت‌های جنسی و نیز تأثیر واکه‌ها بر زمان آغاز واکداری بررسی شد.

**یافته‌ها:** زمان آغاز واکداری بین مردان و زنان فارسی زبان تفاوت معنی‌داری نداشت ( $P > 0.05$ ). ارتباط معنی‌داری بین جایگاه تولید همخوان ( $P < 0.05$ ) و واکه با زمان آغاز واکداری وجود داشت. میانگین و انحراف معیار مقادیر زمان آغاز واکداری برای واج‌های /d/، /t/، /p/، /b/، /k/، /g/ و /G/ به ترتیب برابر با (۱۲/۷) (۱۲/۴۱)، (۱۸/۱) (۷۸/۲۷)، (۲۰/۹) (۸۹/۴۴)، (۹/۸) (۱۶/۶۳)، (۲۰) (۱۰۰/۷۳)، (۹/۱) (۳۰/۳۴) و (۸/۶۹) (۲۳/۹۸) و برای دو واج گونه [ɟ]، [ʒ]، به ترتیب برابر با (۷/۷) (۳۳/۶) و (۱۸) (۱۰۳/۱۳) میلی‌ثانیه بود.

**نتیجه‌گیری:** در زبان فارسی (گوشش معیار)، جنسیت کاربران زبان فارسی تأثیری بر زمان آغاز واکداری همخوان‌های انسدادی آن‌ها نداشت. هر چند واکه‌های پسین و باز و جایگاه تولید خلفی، مقدار زمان آغاز واکداری را افزایش می‌داد. زمان آغاز واکداری همخوان‌های انسدادی بی‌واک در دامنه «تأخیر واکداری طولانی» قرار داشته و دمشی محسوب می‌شوند و همخوان‌های انسدادی واکدار در دامنه «تأخیر واکداری کوتاه» قرار دارند.

**کلید واژه‌ها:** زمان آغاز واکداری، زبان فارسی، همخوان، واکه

**ارجاع:** صالحی سوسن، جهان علی، صالحی نگین، مقدم سلیمی مریم، قانڈلو لیلا، صفری کلثوم. زمان آغاز واکداری در همخوان‌های انسدادی زبان فارسی. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۱؛ ۸ (۵): ۸۲۷-۸۳۳.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۸/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۴/۶

\* دانشجوی دکتری علوم شناختی، عضو هیأت علمی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تبریز، تبریز، ایران  
Email: jahana@tbzmed.ac.ir

- ۱- مربی، عضو هیأت علمی، گروه گفتار درمانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تبریز، تبریز، ایران
- ۲- مربی، گروه شنوایی‌شناسی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تبریز، تبریز، ایران
- ۳- دانشجوی دکتری علوم اعصاب شناختی، گروه روان‌شناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
- ۴- کارشناس، گروه گفتار درمانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تبریز، تبریز، ایران

زبان فارسی دارای ۸ همخوان انسدادی می‌باشد که عبارتند از /p/, /b/, /t/, /d/, /k/, /g/, /ʔ/, /G/, /c/, /ʃ/ می‌باشد (۱۳). در این مطالعه همخوان‌های /p/, /b/, /t/, /d/, /k/, /g/, /c/, /ʃ/ و /G/ مورد مطالعه قرار گرفتند.

### مواد و روش‌ها

تعداد شرکت کنندگان مطالعه توصیفی - تحلیلی - مقطعی حاضر را ۴۴ نفر (۱۸ نفر مذکر، ۲۶ نفر مؤنث) که دامنه سنی آن‌ها بین ۱۸ تا ۳۸ سال (میانگین  $22/9 \pm 28/28$  سال) بود، تشکیل دادند. معیار ورود به مطالعه، نداشتن سابقه اختلال گفتاری یا شنوایی و تکلم به زبان فارسی بود. نمونه‌گیری به صورت غیر احتمالی و در دسترس انجام گرفت. به عنوان معیار خروج، کلمات ضبط شده همراه با نویز یا خطای تولیدی (کمتر از ۲ درصد کل موارد) از داده‌ها خارج شد. علاوه بر این، شرکت کنندگان طبق موازین اخلاقی با رضایت آگاهانه وارد مطالعه شدند و در هر لحظه از اجرای طرح و به هر دلیلی می‌توانستند آن را ترک نمایند، اگر چه تمام آن‌ها آزمون را به طور کامل انجام دادند.

محرك‌های به کار رفته در این تحقیق شامل لیستی از ۴۲ واژه تک سیلابی با معنی فارسی بود که هر آزمودنی آن‌ها را دو بار تکرار می‌کرد. همه واژگان با یک همخوان انسدادی زبان فارسی شروع می‌شدند و از ترکیب ۷ همخوان (/G/, /g/, /k/, /t/, /d/, /p/ و /b/) و ۶ واکه (/i/, /u/, /o/, /e/, /æ/ و /a/) تشکیل شده بودند. این کلمات شامل:

[bal], [bæm], [beh], [boz], [buq], [bil], [pak], [pær], [pei], [por], [pul], [pitʃ], [gav], [ʃæz], [ʃel], [gol], [guʃ], [ʃis], [kar], [cær], [ceʃ], [kot], [kur], [cif], [dar], [dær], [del], [dom], [dur], [dir], [tar], [tær], [tel], [ton], [tur], [tir], [Gar], [Gæm], [Gel], [Gom], [Gutʃ], [Gir]

شیوه ثبت پاسخ‌ها صوتی بود و در یک اتاق ضد صوت و به وسیله یک میکروفون کاردیاک (مدل AKG، HT۴۰) و یک کامپیوتر با کارت صوتی Creative sound blaster انجام

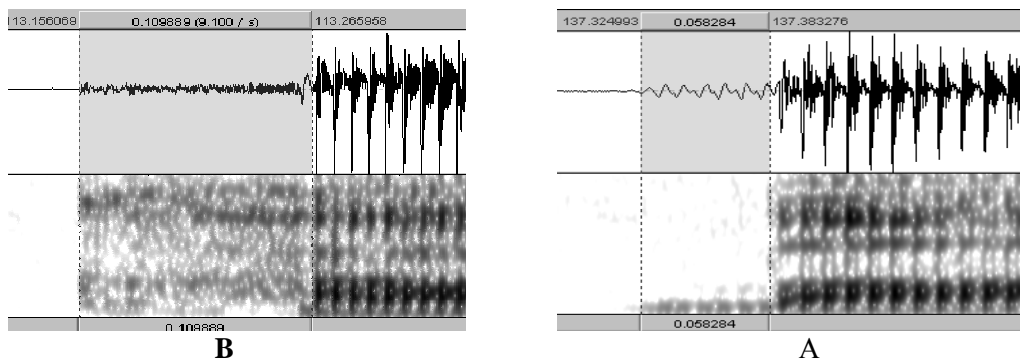
### مقدمه

زمان آغاز واکداری (Voice onset time یا VOT) عبارت از زمان رهش انسداد مسیر خروجی هوا و آغاز ارتعاش تارهای صوتی در همخوان‌های انسدادی می‌باشد (۱). این زمان به عنوان یک شاخص بسیار مهم در هماهنگی حرکتی گفتار شناخته شده است و زمان‌بندی صحیح آن به اتمام به هنگام انسداد فوق حنجره‌ای و آغاز به موقع ارتعاش تارهای صوتی بستگی دارد (۲). هماهنگی ظریف حرکتی بر عهده هسته‌های قاعده‌ای می‌باشد و آسیب آن‌ها در برخی شرایط پاتولوژیک مانند بیماری پارکینسون باعث نقص در VOT می‌شود (۳).

زمان آغاز واکداری (VOT) می‌تواند برای توصیف یا طبقه‌بندی طیفی از اختلالات رشدی، عصبی - حرکتی و یا زبانی به کار رود (۲). مطالعات بسیاری در مورد مقادیر VOT در بیماری‌های مختلف مانند آپراکسی گفتار، دیزآرتری، پارکینسون، بیماری حاد کوهنوردی و دو زبانی به عمل آمده است (۳-۷).

اگر چه VOT می‌تواند یک مقدار طیفی داشته باشد، اما در بیشتر زبان‌ها VOT در دو یا سه دامنه متمایز و غیر هم‌پوش محدود شده است. Abramson و Lisker نشان دادند که VOT در زبان انگلیسی به سه دامنه متمایز تقسیم می‌شود (۱). در این زبان انفجاری‌های بی‌واک، VOT به نسبت طولانی دارند که بین +۶۰ تا +۱۰۰ میلی‌ثانیه است، اما تأخیر واکداری طولانی (Long voicing lag یا VOT) برای انفجاری‌های واکدار به دو دسته -۲۵ تا -۲۵ میلی‌ثانیه (پیش واکداری Voicing lead) و صفر تا +۲۵ میلی‌ثانیه (تأخیر واکداری کوتاه Short voicing lag) تقسیم می‌شود.

در مطالعات قبلی مقادیر VOT برای زبان‌های مختلف مانند ژاپنی، ۱۸ زبان رایج در قاره آمریکا و انگلیسی بریتانیایی (۱۰-۸)، زبان ترکیه‌ای (معروف به ترکی استانبولی) (۱۱) و نیز در ایران برای زبان آذری (لهجه تبریزی) (۱۲) تعیین شده است و در زبان فارسی نیز در این خصوص مطالعه‌ای انجام شده است، ولی تعداد نمونه‌های این مطالعه محدود به ۴ نفر بود (۱۳). بنابراین لزوم تعیین میزان زمان آغازی واکداری برای زبان فارسی با حجم نمونه بالاتر وجود دارد.



شکل ۱. روش اندازه‌گیری مقادیر مثبت (A) و منفی (B) VOT (Voice onset time) بر روی طیف‌نگار پهن و موج شکل

اختلاف معنی‌داری بین VOT همه جایگاه‌های تولیدی شامل دو لی‌ها، لثوی‌ها، کامی‌ها، نرم‌کامی‌ها و ملازی‌ها وجود دارد ( $P < 0.001$ ). مقایسه واکه‌های بسته (/e/, /u/ و /i/) و باز (/æ/, /a/ و /o/) با آزمون تکرار سنجش، نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین VOT کلمات دارای واکه‌های باز و بسته وجود دارد (جدول ۳) ( $P < 0.001$ ), اما اختلاف معنی‌داری برای واکه‌های پسین (/u/, /o/ و /a/) و پیشین (/e/, /æ/ و /i/) مشاهده نشد ( $P > 0.050$ ). نمودار میزان VOT بر حسب جایگاه تولید نیز نشان می‌دهد که با عقب رفتن جایگاه تولید به سمت کام، میانگین زمان آغاز واکداری نیز افزایش پیدا می‌کند (نمودار ۱). به طور کلی، میزان VOT در همخوان‌های پسین بیشتر از همخوان‌های پیشین است (جدول ۳).

جدول ۱. میانگین VOT\* بر حسب نوع همخوان

همخوان	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار
b	-۳۴/۰۰	۳۲/۱۰	۱۲/۴۱	۱۲/۷۹
p	۴۳/۵۸	۱۳۲/۲۰	۷۸/۲۷	۱۸/۱۹
k	۶۹/۳۳	۱۵۰/۳۳	۱۰۰/۷۳	۲۰/۰۴
c	۶۷/۳۳	۱۵۰/۵۰	۱۰۳/۱۳	۱۸/۰۹
g	۱۶/۰۰	۵۲/۰۰	۳۰/۳۴	۹/۱۸
ʃ	۱۶/۰۰	۵۶/۰۰	۳۳/۶۳	۷/۷۳
d	-۲۳/۲۵	۳۴/۲۰	۱۶/۶۳	۹/۸۹
t	۴۲/۷۵	۱۴۶/۰۸	۸۹/۴۴	۲۰/۹۱
G	۸/۰۰	۵۸/۱۷	۲۳/۹۸	۸/۶۹

\*VOT: Voice onset time

گرفت. میکروفون با زاویه ۴۵ درجه در فاصله ۱۵ سانتی‌متری از دهان آزمودنی قرار داشت. تمام پاسخ‌ها با سرعت نمونه‌برداری ۴۴۸۰۰ هرتز و رزولوشن ۱۶ بیت ضبط شدند. اندازه‌گیری مقادیر VOT مطابق روش Lisker و Abramson بر روی موج شکل و طیف پهن (پنجره گاوسی، ۲۱۵ هرتز) و با استفاده از نرم‌افزار Praat انجام شد (۱۴، ۱). برای تعیین مقادیر مثبت VOT، فاصله زمانی از ابتدای اغتشاش رهش انفجاری تا شروع اولین خطوط عمودی که نشانگر آغاز ارتعاش تارهای صوتی است، اندازه‌گیری گردید (شکل ۱، قسمت A) و مقادیر منفی VOT از ابتدای ارتعاش پریودیک تا اغتشاش رهش انفجاری اندازه‌گیری شد (شکل ۱، قسمت B).

برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۳ (version 13, SPSS Inc., Chicago, IL) استفاده شد. سطح معنی‌داری برای تمام آزمون‌ها جهت مقایسه تفاوت جنسی، بررسی اثر واکه و تأثیر جایگاه همخوانی بر مقادیر VOT،  $\alpha = 0.05$  در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

اختلاف معنی‌داری در زمان آغاز واکداری بین مردان و زنان فارس زبان وجود نداشت ( $P > 0.050$ ). میانگین و انحراف معیار مقادیر VOT برای انسدادی‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. مقایسه بر اساس آزمون تکرار سنجش (Repeated measures ANOVA) نشان داد که جایگاه تولید همخوان بر میزان VOT تأثیرگذار است (جدول ۲) و

جدول ۲. میزان VOT\* بر حسب جایگاه تولید همخوان

جایگاه تولید	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار
دولبی	۱۵/۳۳	۷۲/۱۸	۴۵/۳۴	۱۰/۶۸
لثوی	۲۹/۲۱	۸۰/۷۹	۵۹/۸۴	۱۱/۸۹
کامی	۴۲/۹۲	۸۹/۰۸	۶۸/۱۵	۱۰/۷۱
نرمکامی	۴۴/۵۰	۸۶/۶۷	۶۵/۵۳	۱۱/۴۲
ملازی	۸/۰۰	۵۸/۱۷	۲۳/۹۸	۸/۶۹

\*VOT: Voice onset time

جدول ۳. میانگین VOT\* بر حسب نوع واکه

واکه	میانگین	انحراف معیار
بسته	۵۲/۶۰	۸/۳۷
باز	۴۷/۳۶	۸/۴۸
پیشین	۵۵/۳۰	۹/۹۶
پسین	۵۵/۸۷	۹/۸۴

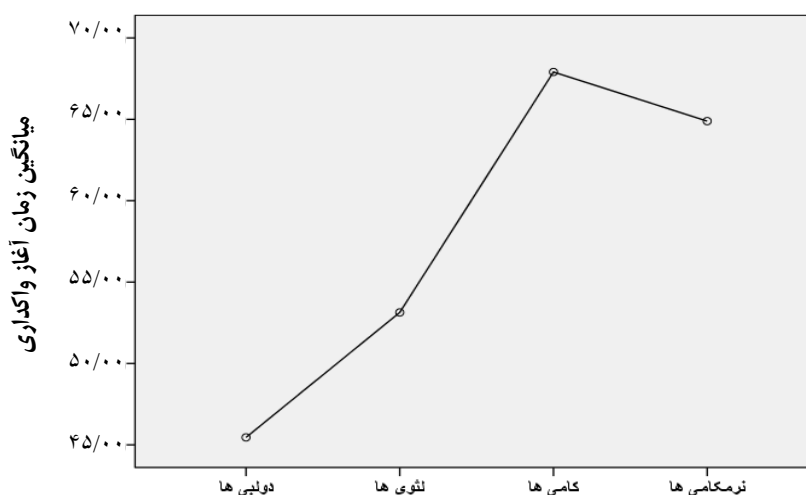
\*VOT: Voice onset time

### بحث

طبق نتایج ارایه شده، جنسیت بر میزان VOT اثر نداشت. این یافته با نتایج Oğüt و همکاران در زبان ترکی استانبولی، مطالعه Morris و همکاران در زبان انگلیسی آمریکایی و مطالعه جهان در زبان آذری همخوانی دارد (۱۵، ۱۲، ۱۱). از سوی دیگر برخی مطالعات حاکی از وجود تأثیر جنسیت بر VOT هستند. برای مثال در یک مطالعه رشدی بر روی

بافت‌های آوایی در زبان انگلیسی بریتانیایی معلوم شد که افراد مؤنث، VOT طولانی‌تری نسبت به افراد مذکر دارند (۱۶). همچنین تأثیر جنسیت بر VOT در مطالعه دیگری در زبان انگلیسی آمریکایی مشاهده شده است (۶). بیژن‌خان و نوربخش نیز در بررسی اثر اختلاف جنسیت بر متغیر زمان آغاز واکداری در تولید همخوان‌های انفجاری در بزرگسالان فارسی زبان، نشان دادند که در جایگاه آغازین هجا میزان زمان آغازی واکداری همخوان‌های انسدادی واکدار در افراد مؤنث بالاتر است، ولی زمان آغاز واکداری در افراد مذکر در انسدادی‌های بی‌واک بیشتر است. پس نتیجه گرفتند که با وجود این که جنسیت در جایگاه آغازین بر زمان آغاز واکداری تأثیر معنی‌دار دارد، اما در مورد انسدادی‌های بی‌واک و واکدار اثر متضاد دارد (۱۳). تفاوت در نتایج مطالعه حاضر و یافته بیژن‌خان و نوربخش می‌تواند مربوط به حجم نمونه مورد مطالعه باشد؛ چرا که آن‌ها ۶ نفر را مورد مطالعه قرار دادند.

با توجه به این مطالعات به نسبت متناقض، فرض شده است که عوامل اجتماعی-آوایی (Sociophonetic) دلیل بالقوه تنوع تأثیر جنسیت بر VOT می‌باشد (۱۷)، اما مطالعات بیشتری در این زمینه به خصوص مطالعات درون زبانی در گروه‌های اجتماعی متفاوت ضرورت دارد.



نمودار ۱. میانگین VOT (Voice onset time) بر حسب جایگاه تولید همخوان

نتیجه اثر واکه بعدی برای انسدادی‌های بی‌واک و واکدار وجود دارد (۱۳). برای توجیه این امر نیز اصول فیزیولوژیک و ایرودینامیک به طور مفصل مطرح گردیده است (۱۰).

### نتیجه‌گیری

در زبان فارسی (گوشی معیار) VOT همخوان‌های انسدادی بی‌واک در دامنه «تأخیر واکداری طولانی» قرار دارد و برای همخوان‌های انسدادی واکدار این دامنه «تأخیر واکداری کوتاه» است. زمان آغاز واکداری در بین مردان و زنان فارسی زبان تفاوت معنی‌داری ندارد. عوامل مؤثر بر مقادیر VOT، شامل جایگاه تولید همخوان و واکه بعد از آن است. در این زبان تأثیر جایگاه تولید از الگوی رایج در زبان‌های دیگر پیروی می‌کند و VOT برای همخوان‌های پسین‌تر از مقدار بیشتری برخوردار است. عامل بعدی که در طولانی‌تر شدن VOT مؤثر است، نوع واکه‌ها می‌باشد که در این زبان نیز مشابه برخی زبان‌های دیگر واکه‌های بسته سبب طولانی‌تر شدن مقدار VOT می‌شود. در نهایت، انجام پژوهش‌های بیشتر در بافت‌های واکه‌ای متنوع‌تر و در مورد اختلالات مختلف گفتاری پیشنهاد می‌شود.

### محدودیت‌ها

از محدودیت‌های مطالعه حاضر این بود که نمونه‌های شرکت کننده در این مطالعه از نواحی مختلف کشور بودند که اگر چه همه به زبان فارسی معیار صحبت می‌کردند، ولی تنوع لهجه‌ای در آن‌ها وجود داشت.

### تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان، نهایت قدردانی و سپاسگزاری خود را از شرکت کنندگان در این مطالعه اعلام می‌دارند.

همخوان‌های انسدادی بی‌واک در زبان فارسی دارای مقادیر مثبت VOT و تأخیر واکداری طولانی هستند، ولی همخوان‌های انسدادی واکدار، تأخیر واکداری کوتاه دارند (جدول ۱). مقادیر VOT برای همخوان‌های واکدار مانند همخوان‌های انسدادی واکدار زبان انگلیسی و نیز همخوان‌های انسدادی بی‌واک ایتالیایی در دامنه «تأخیر واکداری کوتاه» قرار داشتند (۱۸). این یافته با نتایج بیژن‌خان و نوربخش همخوانی دارد (۱۳). آن‌ها نشان دادند که همخوان‌های انسدادی بی‌واک در جایگاه اول کلمه، مقادیر VOT بالاتری دارند. مقادیر VOT طبق مطالعه آن‌ها برای همخوان /p/ برابر با ۶۸/۷، برای /t/ برابر با ۷۹/۵ و برای /k/ ۹۷/۸ میلی‌ثانیه بود که همگی در دامنه تأخیر واکداری طولانی هستند (۱۳).

تأثیر جایگاه تولید در زبان فارسی مشابه بسیاری از زبان‌های دیگر است و مقادیر بیشتر VOT برای همخوان‌های پسین‌تر اختصاص دارد (۱۱). نتایج مطالعات زبان فارسی نیز نشان داده‌اند که تفاوت‌های معنی‌دار در مقادیر VOT بر حسب جایگاه تولید وجود دارد. این مطالعات نشان دادند که همخوان‌های دندانی مقادیر بالاتری از دو لبی‌ها دارند و کامی‌ها مقادیر بالاتری از دندانی‌ها دارند (نمودار ۱). در توجیه این امر اصول فیزیولوژیک ایرودینامیک متنوعی مطرح شده است (۱۰). در زبان فارسی، واکه‌ها ممکن است بر روی VOT همخوان اول کلمه تأثیر بگذارند. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، واکه‌های بسته‌تر در مقایسه با واکه‌های بازتر باعث افزایش مقدار VOT می‌شود. این یافته با نتایج Klatt در زبان انگلیسی (۱۹) و جهان در زبان آذری همخوانی دارد (۱۲). مطالعه بیژن‌خان و نوربخش نیز نشان داده‌اند که تفاوت معنی‌داری بین مقادیر VOT در

### References

1. Abramson AS, Lisker L. A Cross-Language Study of Voicing in Initial Stops: Acoustical Measurements. *Word* 1964; 20: 384-422.
2. Baken RJ, Orlikoff RF. *Clinical Measurement of Speech Voice* 2e. 2<sup>nd</sup> ed. Clifton Park, NY: Cengage Learning; 2000.
3. Lieberman P, Kako E, Friedman J, Tajchman G, Feldman LS, Jiminez EB. Speech production, syntax comprehension, and cognitive deficits in Parkinson's disease. *Brain Lang* 1992; 43(2): 169-89.

4. Lieberman P, Morey A, Hochstadt J, Larson M, Mather S. Mount Everest: a space analogue for speech monitoring of cognitive deficits and stress. *Aviat Space Environ Med* 2005; 76(6 Suppl): B198-B207.
5. Ackermann H, Hertrich I. Voice onset time in ataxic dysarthria. *Brain Lang* 1997; 56(3): 321-33.
6. Thornburgh DF, Ryalls JH. Voice onset time in Spanish-English bilinguals: early versus late learners of English. *J Commun Disord* 1998; 31(3): 215-28.
7. Cymerman A, Lieberman P, Hochstadt J, Rock PB, Butterfield GE, Moore LG. Speech motor control and acute mountain sickness. *Aviat Space Environ Med* 2002; 73(8): 766-72.
8. Keating PA, Mikos MJ, Ganong WF. A cross-language study of range of voice onset time in the perception of initial stop voicing. *J Acoust Soc Am* 1981; 70(5): 1261-71.
9. Harada T. The Production of Voice Onset Time (VOT) by English-Speaking Children in a Japanese Immersion Program. *International Review of Applied Linguistics in Language Teaching (IRAL)* 2007; 45(4): 353-78.
10. Cho T, Ladefoged P. Variation and universals in VOT: evidence from 18 languages. *Journal of Phonetics* 1999; 27(2): 207-29.
11. Ogüt F, Kiliç MA, Engin EZ, Midilli R. Voice onset times for Turkish stop consonants. *Speech Communication* 2006; 48(9): 1094-9.
12. Jahan A. Voice onset time in azerbaijani consonants. *Journal of Rehabilitation* 2009; 10(3): 19-23. [In Persian].
13. Bijankhan M, Nourbakhsh M. Voice onset time in Persian initial and intervocalic stop production. *Journal of the International Phonetic Association* 2009; 39(3): 335-64.
14. Boersma P, Weenink D. Praat, a system for doing phonetics by computer. [online]. 2012. Available from: <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>
15. Morris RJ, McCrea CR, Herring KD. Voice onset time differences between adult males and females: Isolated syllables. *Journal of Phonetics* 2008; 36(2): 308-17.
16. Whiteside SP, Henry L, Dobbin R. Sex differences in voice onset time: a developmental study of phonetic context effects in British English. *J Acoust Soc Am* 2004; 116(2): 1179-83.
17. Robb M, Gilbert H, Lerman J. Influence of gender and environmental setting on voice onset time. *Folia Phoniatri Logop* 2005; 57(3): 125-33.
18. Bortolini U, Zmarich C, Fior R, Bonifacio S. Word-initial voicing in the productions of stops in normal and preterm Italian infants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1995; 31(2-3): 191-206.
19. Klatt DH. Voice onset time, frication, and aspiration in word-initial consonant clusters. *J Speech Hear Res* 1975; 18(4): 686-706.

## Voice onset time in Persian consonants

Susan Salehi<sup>1</sup>, Ali Jahan<sup>\*</sup>, Negin Salehi<sup>2</sup>, Maryam Moghaddam Salimi<sup>3</sup>,  
Leila Ghaedlou<sup>4</sup>, Kolsum Safari<sup>4</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Introduction:** Voice onset time has been known to be the most reliable acoustic cue in differentiating voiced and voiceless stops. It can also be used in describing or categorizing various developmental, neuromotor and/or linguistic disorders. Values of voice onset time have been determined for many languages, and in the present study, voice onset time values were investigated for Persian language (Standard dialect).

**Materials and Methods:** In this study, 44 healthy subjects, who were selected through convenient sampling method, produced each of 42 monosyllabic words twice. All stimuli contained 7 Persian stops in the initial position. Using Praat software, the voice onset time values were calculated in milliseconds according to waveform and wideband spectrograms. Vowel effect, sex differences, and the effect of place of articulation on VOT were analyzed.

**Results:** No significant difference was found for the voice onset times obtained from male and female Persian speakers ( $P > 0.050$ ). However, vowel and place of articulation had a significant effect on the voice onset times ( $P < 0.001$ ). The mean of voice onset time values for /b/, /p/, /d/, /t/, /g/, /k/, /G/ consonants and for [c] and [j] allophones, along with their standard deviations, were 12.41 (12.7), 78.27 (18.1), 89.44 (20.9), 16.63 (9.8), 100.73 (20), 30.34 (9.1), 23.98 (8.69), 33.6 (7.7) and 103.13 (18) ms respectively.

**Conclusion:** It was revealed through this study that voice onset time values are the same for Persian-speaking men and women. However, like many other languages, back and high vowels and back place of articulation increased VOT values. Moreover, the results indicated that voiceless stops had long voicing lags and were aspirated in Persian language. On the other hand, voiced stops had positive VOT values and short voicing lags.

**Keywords:** Voice onset time, Persian language, Consonant, Vowel

**Citation:** Salehi S, Jahan A, Salehi N, Moghaddam Salimi M, Ghaedlou L, Safari K. **Voice onset time in Persian consonants.** J Res Rehabil Sci 2012; 8(5): 827-33.

Received date: 26/06/2012

Accept date: 14/11/2012

\* PhD Student, Cognitive Science, Academic Member, Department of Speech Therapy, School of Rehabilitation, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran Email: jahana@tbzmed.ac.ir

1- Lecturer, Academic Member, Department of Speech Therapy, School of Rehabilitation, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

2- Lecturer, Department of Audiology, School of Rehabilitation, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

3- PhD Student in Cognitive Neuroscience, Department of Psychology, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

4- Department of Speech Therapy, School of Rehabilitation, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran