

## Research Article

# The profile of fundamental frequency changes in normal Persian-speaking individuals 9-50 years old

**Ali Ghorbani<sup>1</sup>, Arezoo Saffarian<sup>1</sup>, Farhad Torabinezhad<sup>1</sup>, Yoonos Amiri Shavaki<sup>1</sup>, Mohammad Reza Keyhani<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>- Department of Speechtherapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Iran

<sup>2</sup>- Department of Biostatistics, Faculty of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 3 August 2009, accepted: 1 February 2010

### **Abstract**

**Background and Aim:** The voice of human being changes during lifetime with different patterns in males and females. In addition to assessment of changes due to aging, some studies examined the voice changes among various languages and ethnical groups. This study is performed to evaluate the fundamental frequency changes in normal 9-50 year-old Persian (Farsi) speaking individuals.

**Methods:** In this cross-sectional study, 320 voice samples in normal voiceless environment were recorded. The mean of fundamental frequency of vowels and counting is measured by Dr Speech software (real analysis program). Data analysis was performed by MANOVA test and the profiles of their changes were plotted.

**Results:** The profile of mean of fundamental frequency changes was different in males and females. The mean of fundamental frequency was equal in both genders until 13 years old and the samples of voice had low pitch (Mean: higher than 200 Hz). MFF after 13 years old significantly decreased in males specially in vowels ( $p < 0.001$ ). The changes in vowels and counting were similar. The mean of fundamental frequency in both genders, between 20-40 years old had relative constancy.

**Conclusion:** The mean of fundamental frequency changes of vowels and counting in females and males result from diverse dimensions of larynx and other anatomical differences. Significant changes of mean of fundamental frequency in both genders after 13 years old result from puberty in males. The proportional consistence of mean of fundamental frequency between 20-40 years old is probably due to the uniformity of body in this age range.

**Keywords:** Profile of voice changes, fundamental frequency, voice, Persian-speaking

## نیمرخ تغییرات بسامد پایه در افراد عادی ۹ تا ۵۰ ساله فارسی زبان

علی قربانی<sup>۱</sup>، آرزو صفاریان<sup>۱</sup>، فرهاد ترابی نژاد<sup>۱</sup>، یونس امیری شوکی<sup>۱</sup>، محمدرضا کیهانی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> - گروه گفتاردرمانی دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

<sup>۲</sup> - گروه آمار زیستی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

### چکیده

**زمینه و هدف:** صوت انسان در طول زندگی دستخوش تغییراتی می‌شود که در مردان و زنان متفاوت است. برخی از پژوهش‌ها علاوه بر بررسی تغییرات ناشی از سن و جنس، به بررسی تغییرات صوت در زبان‌ها و نژادهای مختلف نیز پرداخته‌اند. این پژوهش با هدف آگاهی از تغییرات بسامد پایه صوت در افراد ۹ تا ۵۰ ساله فارسی-زبان اجرا شده است تا تفاوت احتمالی آن با سایر پژوهش‌ها مشخص شود.

**روش بررسی:** در این پژوهش مقطعی صدای ۳۲۰ نفر در محیط ساکت عادی جمع‌آوری شد. میانگین بسامد پایه در واژه‌ها و شمارش اعداد با استفاده از برنامه تجزیه و تحلیل هم‌زمان نرم‌افزار دکتر اسپنج محاسبه شد. داده‌ها با آنالیز واریانس دوطرفه تحلیل شدند و نیمرخ تغییرات رسم شد.

**یافته‌ها:** نیمرخ تغییرات بسامد پایه در زنان و مردان متفاوت بود. میانگین بسامد تا ۱۳ سالگی در هر دو جنس تقریباً برابر بود و صدای نمونه‌ها زیر بود (میانگین بیش از ۲۰۰ هرتز). پس از ۱۳ سالگی افت مشخص بسامد پایه در مردان، به‌ویژه در واژه‌ها، دیده شد که از لحاظ آماری معنی‌دار بود ( $p < 0.001$ ). نیمرخ تغییرات بسامد پایه در واژه‌ها و شمارش اعداد یکسان بود. در هر دو جنس بین ۲۰ تا ۴۰ سالگی بسامد پایه ثابت نسبی داشت.

**نتیجه‌گیری:** تفاوت تغییرات بسامد پایه در زنان و مردان ناشی از تفاوت در ابعاد حنجره و سایر تفاوت‌های جسمی شناخته شده است. تغییر چشمگیر بسامد پایه بین دو جنس پس از ۱۳ سالگی متأثر از بلوغ در مردان است. ثابت نسبی بسامد پایه در ۲۰ تا ۴۰ سالگی احتمالاً نشانه شرایط نسبتاً با ثبات بدن در این دوره است.

**واژگان کلیدی:** نیمرخ تغییرات صوت، بسامد پایه، صوت، فارسی‌زبان

(دریافت مقاله: ۸۸/۵/۱۲، پذیرش: ۸۸/۱۱/۱۲)

### مقدمه

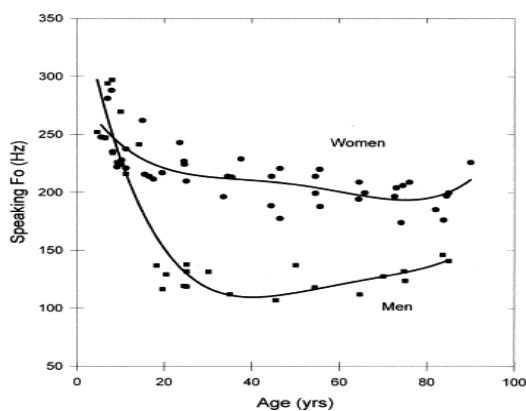
دوره‌های مختلف سن از الگوی خاصی پیروی می‌کند که برای مقایسه صوت هر فرد با آن قابل استفاده خواهد بود (۴-۲).

اکثر ویژگی‌های آناتومیک حنجره تا ماه سوم زندگی جنینی ایجاد می‌شوند و به نظر می‌رسد پس از آن تا زمان تولد تغییرات چشمگیری رخ نمی‌دهد (۵ و ۶). هنگام تولد، غضروف تیروئید و استخوان لامی (hyoid) به یکدیگر چسبیده‌اند. پس از آن ساختمان حنجره جدا می‌شود و روند کند استخوانی شدن (تبدیل غضروف‌ها به استخوان) آغاز می‌شود (۷).

روند پایین رفتن حنجره در هر دو جنس روی می‌دهد. از تولد تا بلوغ در هر دو جنس میانگین و دامنه بسامد پایه صوت

صوت در انسان همانند سایر جنبه‌های جسمی و عملکردی در ابعاد فیزیکی و فیزیولوژیکی رشد و تکامل می‌یابد. صوت هر شخص از ثبات کامل برخوردار نیست و ویژگی‌های اکوستیکی آن لحظه به لحظه تغییر می‌کند. با این همه صوت هر فرد به‌طور طبیعی از ثبات نسبی برخوردار است و قابل اندازه‌گیری و بررسی است. تغییرات بلندمدت صدا با رشد در ارتباط است و در طول زندگی کاهش می‌یابد (۱).

آگاهی از تغییرات ویژگی‌های اکوستیکی در دوره‌های مختلف زندگی، در تشخیص و درمان اختلالات صوت مفید است. نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که تغییر این ویژگی‌ها در



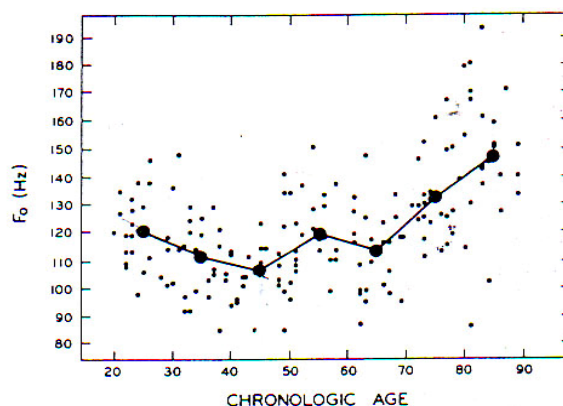
نمودار ۲- تغییر بسامد پایه گفتار در طول دوره زندگی (۱)

دوره بزرگسالی تا سالخوردگی سازوکار تولید صدا در زنان و مردان تغییر می‌کند. در سالخوردگی غضروف‌های حنجره استخوانی و کلسیم‌دار می‌شوند (۱۳ و ۱۴) و ماهیچه‌های داخلی آتروفی (۱۵) و مفصل‌ها ساییده می‌گردند (۱۶). این وقایع در طول زندگی باعث تغییرات خاصی در صوت شده و موجب الگوی خاصی از تغییرات صوت می‌گردد.

Hollien و Shipp در سال ۱۹۷۲ نیمرخ تغییرات بسامد پایه گفتار را در محدوده ۹۰-۲۰ سالگی در مردان ارائه کرده‌اند (نمودار ۱). بنابر مطالعه آنها در مردان بسامد پایه گفتار از ۲۰ سالگی تا حدود ۴۵ سالگی کاهش و از ۴۵ سالگی تا ۵۵ سالگی افزایش می‌یابد؛ مجدداً تا ۶۵ سالگی از مقدار آن کاسته و پس از آن به تدریج بر مقدار آن افزوده می‌شود (۴).

Baken در سال ۲۰۰۰ با استفاده از نتایج مجموعه‌ای از تحقیقات نیمرخ تغییرات بسامد پایه گفتار را در مردان و زنان ترسیم کرده است (نمودار ۲). بنابراین مطالعه در زنان بسامد پایه با افزایش سن به تدریج کاهش می‌یابد و در مردان تا سن ۴۰ سالگی کاهش و پس از آن افزایش می‌یابد (۱۷).

عوامل مختلفی روی صوت تأثیر دارند که از میان آنها می‌توان به نژاد و زبان اشاره کرد. در سال ۱۹۹۷ Pegoraro- Krook و Castro بسامد پایه گفتار را در واکه‌ها، شمارش اعداد و



نمودار ۱- تغییر بسامد پایه گفتار در طول دوره زندگی در مردان (۴)

یکسان است (۵). با شروع دوره بلوغ، در زنان ترشح هورمون استروژن افزایش می‌یابد و باعث بزرگ‌تر شدن غضروف‌ها و ماهیچه‌های حنجره می‌شود (۸). در مردان نیز، بر اثر ترشح تستوسترون، حنجره رشد می‌کند (۳). همزمان با حجیم شدن ماهیچه‌ها و رباط‌های حنجره بسامد پایه در مردان کاهش می‌یابد (۹). طی این دوره، بسامد صدای زنان ۳ یا ۴ نت (۱۵-۱۰ هرتز) و صدای مردان یک اکتاو (۱۰۰-۸۰ هرتز) کاهش می‌یابد (۳). بالغ شدن صدا حدود ۱/۵ سال طول می‌کشد و گاه تا ۳ سال نیز به طول می‌انجامد (۳). بلوغ صدا در هر دو جنس معمولاً پس از ۱۵ سالگی کامل می‌شود (۱۰).

در مورد زنان بیشترین تأثیر هورمون‌ها روی صدای دوران یائسگی و بعد از آن است (۱۱). در این دوران ترشح استروژن کاهش می‌یابد، در حالی که در همین زمان ترشح هورمون تستوسترون افزایش می‌یابد (۱۲). در مردان از دهه چهارم زندگی ترشح هورمون مردانه به تدریج کاهش می‌یابد و باعث افزایش تدریجی بسامد پایه صدای آنها می‌شود (۱۲). صوت زنان در دوره یائسگی، علاوه بر عوامل وابسته به سن، تحت تأثیر تغییرات هورمونی نیز قرار می‌گیرد. در این دوران بسامد پایه کاهش می‌یابد، زیرا ترشح استروژن تخمدان کمتر می‌شود یا به صفر می‌رسد، ولی ترشح آندروژن همچنان ادامه می‌یابد (۱۱). با بالا رفتن سن از

خواندن در مردان برزیلی بررسی کردند (۱۸). میانگین بسامد پایه در شمارش و خواندن به ترتیب ۱۳۴/۹ و ۱۳۰/۵ بود. در سال ۲۰۰۴ Wang و Huang تحلیل صوتی از بزرگسالان تایوانی انجام دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که بسامد پایه در زنان بیشتر از مردان است و تفاوت چشمگیری در آشفستگی بسامد (jitter) وجود ندارد. ویژگی‌های صوت بین سنین ۲۰-۴۰ سالگی نسبتاً ثابت داشت (۱۹). در سال ۲۰۰۷ Abu-al Makarem و Petrosino در تحقیق خود با عنوان بررسی بسامد پایه گفتار خودبده‌خودی و خواندن در مردان عربی و انگلیسی‌زبان بیان کردند که بسامد پایه ممکن است بین گروه‌های زبانی لهجه‌ای و اجتماعی مختلف، متفاوت باشد (۲۰). در سال ۲۰۰۹ Natour و Wingate در پژوهش خود نشان دادند که برای بررسی و درمان صوت توجه به بسامد پایه و در نظر گرفتن موارد فرهنگی مهم است. آنها ۳۰۰ مرد، زن و کودک عربی‌زبان را مورد مطالعه قرار دادند و بیان کردند که معیارهای بسامد پایه در آنها نسبت به معیار وسترن متفاوت است (۲۱).

با توجه به آنکه جنبه‌های زبانی (۲۲) و نژادی (۲۳) بر ویژگی‌های صدا تأثیر دارند، این پژوهش در راستای دستیابی به الگوی مربوط به جامعه فارسی‌زبان ایران، طراحی و اجرا شده است. هدف از این پژوهش آگاهی از الگوی تغییر بسامد پایه صوت در افراد فارسی‌زبان بوده است، تا براساس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری آن، نیمرخ تغییرات بسامد پایه در آزمودنی‌ها ترسیم شود.

### روش بررسی

پژوهش حاضر به صورت مقطعی انجام شد. و جامعه آماری آن افراد عادی ۹ تا ۵۰ ساله فارسی‌زبان ساکن تهران از هر دو گروه جنسی بودند. نمونه‌گیری از بین دانش‌آموزان دوره ابتدایی و راهنمایی مدارس منطقه ۸ آموزش و پرورش تهران و همچنین دانشجویان، کارکنان دانشگاه علوم پزشکی ایران و کارکنان مناطق ۳ و ۸ آموزش و پرورش تهران انجام شد. نمونه‌ها در هشت گروه به صورت گروه‌های ۹، ۱۱، ۱۳، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰

ساله انتخاب شدند. در هر گروه سنی ۲۰ نفر از هر جنس و در مجموع ۳۲۰ نفر مورد مطالعه قرار گرفتند (۱۶۰ مرد و ۱۶۰ زن). معیارهای ورود آزمودنی‌ها به این پژوهش عبارت بود از: ۱- از گفتار، زبان و شنوایی بهنجار برخوردار باشند؛ ۲- سابقه اختلال صوت نداشته باشند؛ ۳- به زبان فارسی صحبت کنند و ساکن شهر تهران باشند؛ ۴- در ارزیابی آزمایشگاهی صوت، نمره کیفیت صدای آنها بین صفر تا ۲ باشد؛ ۵- در هنگام ضبط صدا دچار سرماخوردگی نباشند؛ ۶- هیچ‌گونه مصرف دخانیات نداشته باشند و ۷- زنان مورد مطالعه در هنگام بررسی در دوره عادت ماهانه نباشند.

برای آشنایی آزمودنی‌ها با طرح پژوهشی اطلاعات لازم در اختیار آنها قرار داده شد و با استفاده از فرم رضایت‌نامه، که حاوی توضیحاتی درباره طرح بود، رضایت آنها به‌طور کتبی گرفته شد. برای انتخاب نمونه، پرسش‌نامه مربوطه توسط آزمونگر و در حین مصاحبه با آزمودنی‌ها تکمیل شد. تکمیل رضایت‌نامه و پرسش‌نامه قبل از ضبط صدا انجام می‌شد. برای کنترل نویز محیط، ضبط صدا در محیطی با حداقل سروصدا صورت می‌گرفت نمونه‌های ضبط شده توسط نرم‌افزار Dr Speech برنامه Real Analysis بررسی می‌شدند و در صورتی که سطح نویز نمونه بیش از ۳۰ دسی‌بل بود، نمونه حذف می‌شد. برای آشنا شدن آزمودنی‌ها با شیوه ضبط صدا هر فرد با نظارت و راهنمایی پژوهشگر، کشیده بیان کردن ۲ واژه و شمارش اعداد را تمرین می‌کرد. برای جمع‌آوری نمونه صدای هر آزمودنی، شکل نوشتاری شش واژه زبان فارسی با حروف الفبا در سه نمونه با ترتیب‌های مختلف تهیه شد و برای هر یک از آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی انتخاب گردید. آزمودنی هر یک از واژه‌ها را به‌طور کشیده، پیوسته و با بلندی طبیعی بیان می‌کرد. مدت کشیده بیان کردن هر یک از واژه‌ها پنج ثانیه بود. در شمارش اعداد از آزمودنی خواسته می‌شد با اشاره دست آزمونگر، اعداد را از ۱ تا ۲۱ با سرعت معمولی گفتار و به صورت پیوسته بشمارد. عدد ۲۱ به منظور از بین بردن اثر میرایی اضافه شد و در موقع تجزیه و تحلیل حذف شد. سه ثانیه پس از شروع فعال کردن نرم‌افزار ضبط صدا، به آزمودنی علامت داده می‌شد تا تولید واژه‌ها

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار بسامد پایه در واکه‌ها و شمارش اعداد در زنان و مردان برحسب سن و جنس

سن (سال)	مردان		زنان	
	بسامد پایه واکه (هرتز)	بسامد پایه شمارش (هرتز)	بسامد پایه واکه (هرتز)	بسامد پایه شمارش (هرتز)
۹	۲۵۹/۶۹(۱۸/۷۱۳)	۲۴۱/۰۵(۱۶/۲۱۰)	۲۷۳/۶۵(۱۶/۸۴۳)	۲۵۵/۸۵(۹/۹۳۲)
۱۱	۲۴۳/۲۱(۲۴/۴۶۳)	۲۳۹/۲۵(۱۶/۷۳۴)	۲۶۵/۲۹(۱۱/۴۷۱)	۲۵۱/۸۹(۱۳/۱۶۸)
۱۳	۲۳۱/۴۱(۳۰/۰۰۷)	۲۲۱/۸۶(۲۷/۴۲۶)	۲۵۳/۵۳(۱۶/۳۸۵)	۲۴۲/۹۸(۱۹/۲۷۹)
۱۵	۱۷۰/۷۷(۲۲/۳۶۸)	۱۵۶/۵۶(۲۱/۴۳۵)	۲۳۸/۴۸(۱۴/۳۱۹)	۲۲۸/۱۳(۱۶/۰۹۸)
۲۰	۱۲۶/۷۳(۱۴/۸۵۶)	۱۱۸/۴۲(۱۱/۳۶۵)	۲۲۸/۳۴(۲۰/۸۸۰)	۲۱۳/۹۸(۱۵/۵۰۷)
۳۰	۱۲۰/۴۴(۱۵/۸۹۵)	۱۱۲/۷۴(۱۲/۲۹۰)	۲۲۴/۲۸(۱۷/۹۶۵)	۲۱۰/۸۰(۱۶/۶۵۰)
۴۰	۱۱۶/۲۱(۹/۷۴۴)	۱۰۹/۵۹(۱۰/۲۹۰)	۲۱۵/۸۷(۲۳/۳۹۰)	۲۰۱/۵۵(۲۱/۱۹۹)
۵۰	۱۲۱/۹۸(۱۴/۳۹۱)	۱۱۳/۹۱(۱۰/۱۹۸)	۱۹۶/۰۹(۲۲/۰۴۴)	۱۹۰/۶۴(۲۱/۴۲۷)

**یافته‌ها**

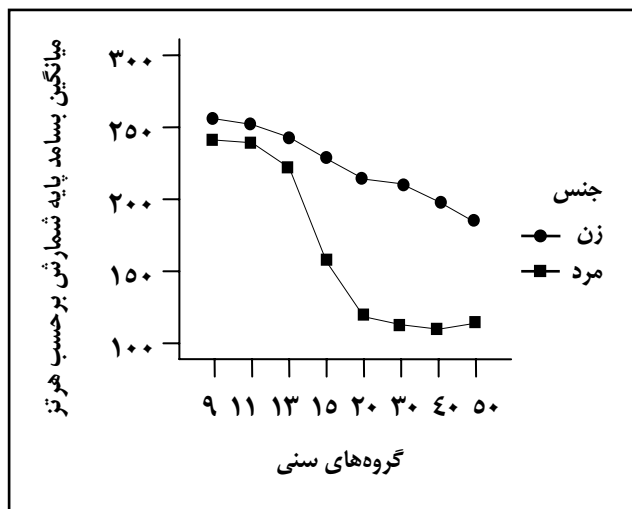
بیشترین میانگین بسامد پایه زنان در گروه ۹ ساله‌ها و کمترین میزان آن در گروه ۵۰ ساله‌ها بود. در مردان نیز بیشترین میزان میانگین بسامد پایه مربوط به گروه ۹ ساله‌ها بود و کمترین مقدار آن در گروه ۴۰ ساله‌ها به‌دست آمد (جدول ۱).

با استفاده از آزمون آنالیز واریانس دوطرفه تفاوت بسامد پایه در هر گروه سنی با گروه‌های سنی دیگر بررسی شد. نتایج نشان داد که میانگین بسامد پایه واکه‌ها در زنان در گروه‌های ۱۳ و ۵۰ ساله با سایر گروه‌های سنی تفاوت معنی‌دار داشت ( $p < 0/001$ ).

میانگین بسامد پایه شمارش اعداد در زنان در گروه‌های ۱۵ و ۵۰ ساله با سایر گروه‌های سنی تفاوت معنی‌دار داشت ( $p < 0/001$ ).

همچنین میانگین بسامد پایه واکه‌ها در مردان در گروه‌های ۹ و ۱۵ ساله با تمام گروه‌های سنی اختلاف معنی‌داری ملاحظه شد ( $p < 0/001$ ). و نیز میانگین بسامد پایه شمارش اعداد در مردان در گروه‌های ۱۳ و ۱۵ ساله با سایر گروه‌های سنی

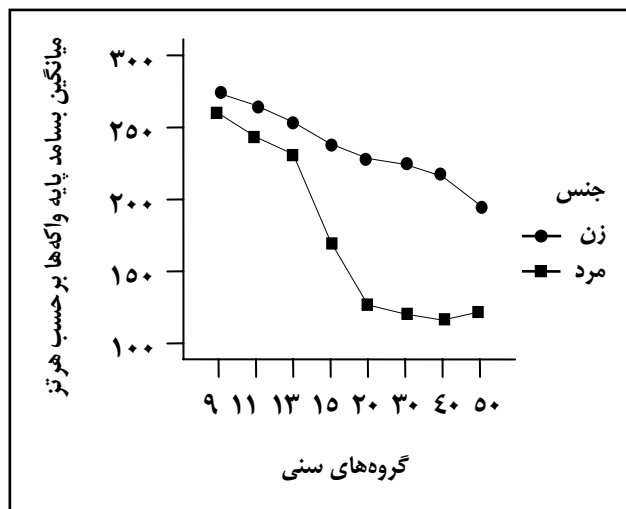
را شروع کند. صدای آزمودنی‌ها ابتدا در کشیده گفتن واکه‌ها و سپس در شمارش از برنامه ضبط صدا (sound recorder) استفاده شد و به‌وسیله لوح فشرده (CD) به رایانه آزمایشگاه گفتار و صوت گروه گفتاردرمانی دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران منتقل شد. با استفاده از برنامه ارزیابی آواسازی (vocal assessment) کیفیت صدای آزمودنی‌ها در پارامترهای گرفتگی، خشن بودن و نفس آلودگی اندازه‌گیری شد. اگر عدد به‌دست آمده ۲ یا کمتر از ۲ بود، صدای فرد سالم تلقی می‌شد و اگر بیش از ۲ بود اختلال به‌شمار می‌رفت و از مطالعه حذف می‌شد و برای پیگیری مشکل احتمالی صوت به مراکز مربوط ارجاع می‌شد. قبل از تجزیه و تحلیل صداها دستگاه کالیبره می‌شد و متناسب با سن و جنس آزمودنی‌ها تنظیم می‌گردید. سرانجام بسامد پایه آزمودنی‌هایی که کیفیت صدای آنها به‌نحی دیگر تلقی شده بود توسط برنامه Real Analysis نرم‌افزار Dr Speech محاسبه شد. اعداد حاصله در جدول‌های توصیفی ارائه شد و نیمرخ تغییرات بسامد پایه ترسیم شد و ارتباط بین متغیرها با استفاده از روش‌های آماری (آزمون آنالیز واریانس دوطرفه) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.



نمودار ۴- نیمرخ تغییرات میانگین بسامد پایه شمارش اعداد در زنان و مردان

تا گروه ۴۰ ساله‌ها و افزایش آن پس از ۴۰ سالگی، با تحقیقات Baken (۲۰۰۵) و Shipp و Hollien (۱۹۷۲) همسو است (۴۰). به نظر می‌رسد که در دوره سالمندی (پس از ۴۰ سالگی) تغییرات نسبتاً مهمی در ساختمان حنجره مردان روی می‌دهد. در هر دو جنس بین ۲۰ تا ۴۰ سالگی بسامد پایه ثابت نسبی داشت که با پژوهش Huang و Wang (۲۰۰۴) مطابقت داشت (۱۹). در نیمرخ تغییرات میانگین صوت، بسامد پایه واکه‌ها و شمارش اعداد در دوره قبل از بلوغ در مردان با آنچه که Baken (۲۰۰۵) ارائه کرده است تفاوت دارد (۱). این تفاوت احتمالاً ناشی از متفاوت بودن سن بلوغ و نحوه تأثیر آن بر صوت در جامعه‌های مورد مطالعه است.

نیمرخ تغییرات میانگین بسامد پایه در هر دو مورد واکه‌ها و شمارش اعداد در زنان و مردان تا گروه ۱۳ ساله‌ها اندکی تفاوت دارد و بعد از این دوره تفاوت زیاد می‌شود که با پژوهش Baken (۲۰۰۵) مطابقت دارد (۱). بیشتر شدن تفاوت بین تغییرات میانگین بسامد پایه در زنان و مردان از گروه ۱۳ ساله‌ها ممکن است به علت شروع دوره بلوغ و تغییرات هورمونی باشد. در طی کامل شدن بلوغ صوتی، میانگین بسامد پایه در شمارش اعداد در زنان به میزان کم و حدود (۱۶ هرتز) و در پسران به میزان بیشتر و حدود (۶۵ هرتز) کاهش می‌یابد که با نتایج Boone (۱۹۹۷) مطابق است (۳). با



نمودار ۳- نیمرخ تغییرات میانگین بسامد پایه واکه‌ها در زنان و مردان

تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ( $p < 0.001$ ).

با استفاده از داده‌ها نیمرخ تغییرات میانگین بسامد پایه واکه‌ها در زنان و مردان در نمودار ۳ و نیمرخ تغییرات میانگین بسامد پایه شمارش اعداد در زنان و مردان در نمودار ۴ ارائه شده است.

## بحث

نیمرخ تغییرات میانگین بسامد پایه واکه‌ها و شمارش اعداد در زنان و مردان متفاوت است. این نتیجه با نتایج پژوهش Baken (۲۰۰۵) و Boone (۱۹۹۷) همخوانی دارد (۱) این تفاوت ممکن است شواهدی از تفاوت‌های آناتومی و فیزیولوژیک دستگاه آواسازی آنها باشد. نیمرخ تغییرات بسامد پایه واکه‌ها و شمارش اعداد در هر جنس تا حدود زیادی مشابه است. این نتیجه با نتیجه پژوهش Mayo (۱۹۹۰) مطابقت دارد (۳).

نیمرخ تغییرات صوت، میانگین بسامد پایه واکه‌ها و شمارش اعداد در زنان با افزایش سن به تدریج کاهش می‌یابد که با دستاورد پژوهش Baken (۲۰۰۵) سازگاری دارد و ممکن است ناشی از تغییرات ساختمانی حنجره در طول دوره‌های مورد مطالعه باشد. کاهش میانگین بسامد پایه واکه‌ها و شمارش اعداد در مردان

ویژگی‌های اکوستیکی مانند آشفستگی بسامد و آشفستگی دامنه شدت نیز آگاهی دست‌اندرکاران را نسبت به این ویژگی‌ها در جامعه افزایش خواهد داد.

### سپاسگزاری

از مدیران محترم مدارس منطقه ۸ آموزش و پرورش به خاطر صدور مجوز و همکاری برای نمونه‌گیری دانش‌آموزان مدارس منطقه ۸ آموزش و پرورش سپاسگزاری می‌شود و از دانش‌آموزان و کارکنان ادارات آموزش و پرورش مناطق ۳ و ۸، دانشجویان و کارکنان دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران جهت شرکت در پژوهش و از مدیریت محترم گروه گفتاردرمانی سرکار خانم جلیله‌وند، اساتید محترم گروه آموزشی گفتاردرمانی دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران برای یاری علمی و عملی ارزنده‌شان تشکر و قدردانی می‌گردد.

### REFERENCES

1. Baken RJ. Clinical measurement of speech and voice. San Diego: Singular Publishing Group; 2000.
2. Sataloff RT. Vocal health and pedagogy: advanced assessment and practice. San Diego: Plural Publishing; 2006.
3. Boone DR. Is your voice telling on you?: how to find and use your natural voice. San Diego: Singular Publishing Group; 1997.
4. Hollien H, Shipp T. Speaking fundamental frequency and chronologic age in males. J Speech Hear Res. 1972;15(1):155-9.
5. Aronson AE. Clinical voice disorder. New York: Thieme Medical Publishers; 1990.
6. Colton RH, Casper J, Leonard R. Understanding voice problems. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
7. Kahane JC. Growth of the human prepubertal and pubertal larynx. J Speech Hear Res. 1982;25(3):446-55.

وجود آنکه نیمرخ تغییرات در زنان و مردان فارسی‌زبان مشابه نیمرخ تغییرات در زنان و مردان انگلیسی‌زبان بود، با این حال اعداد به‌دست آمده (برحسب هرتز) در گروه‌های سنی مورد مطالعه تا حدودی با اعداد به‌دست آمده (برحسب هرتز) از سایر پژوهش‌ها متفاوت بود، ولی این تفاوت به لحاظ نت دیده نمی‌شد.

### نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های این پژوهش، علی‌رغم وجود شباهت‌هایی بین دستاوردهای پژوهشی سایر کشورها با نتایج این پژوهش، تفاوت‌هایی در اعداد به‌دست آمده مشاهده می‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد که ویژگی‌های صدا علاوه بر جنبه‌های ذاتی انسان تحت تأثیر نژاد و جنبه‌های زبانی نیز هستند. به‌علاوه چنانچه پژوهش‌های آینده به بررسی و ترسیم نیمرخ تغییرات بسامد پایه در متن و گفتار پیوسته معطوف شود، تأثیر تکالیف مختلف گفتار بر این متغیر مشخص می‌شود. مقایسه نیمرخ تغییرات عادی صوت با انواع اختلالات صوت و ترسیم نیمرخ سایر

8. Abitbol J, Abitbol P, Abitbol B. Sex hormones and the female voice. J Voice. 1999;13(3):424-46.
9. Ishii K, Zhai WG, Akita M, Hirose H. Ultrastructure of the lamina propria of the human vocal fold. Acta Otolaryngol. 1996;116(5):778-82.
10. Thurman L, Klitzke CA. Voice education and health care for young voices. New York: Thieme Medical Publishers; 1994.
11. Brodmitz FS. Hormones and the human voice. Bull NY Acad Med. 1971.
12. Harries ML, Walker JM, Williams DM, Hawkins S, Hughes IA. Changes in the male voice at puberty. Arch Dis Child. 1997;77(5):445-7.
13. Malinowski A. Shape, dimensions and process of calcification of the cartilaginous framework of the larynx in relation to age and sex in the Polish population. Folia Morphol

- (Warsz). 1967;26(2):121-32. Polish.
14. Ronocollo P. Researches about ossification and conformation of the thyroid cartilage in sex and certain other factors. *Mayo Clin Proc.* 1949;31:47-52.
  15. Chan RW, Titze IR. Viscoelastic shear properties of human vocal fold mucosa: theoretical characterization based on constitutive modeling. *J Acoust Soc Am.* 2000;107(1):565-80.
  16. Kahane JC. Histologic structure and properties of the human vocal folds. *Ear Nose Throat J.* 1988;67(5):322, 324-5, 329-30.
  17. Baken RJ. The aged voice: a new hypothesis. *J Voice.* 2005;19(3):317-25.
  18. Pegoraro-Krook MI, Castro VC. Normative speaking fundamental frequency (SFF) characteristics of Brazilian male subjects. *Braz J Med Biol Res.* 1994;27(7):1659-61.
  19. Wang CC, Huang HT. Voice acoustic analysis of normal Taiwanese adults. *J Chin Med Assoc.* 2004;67(4):179-84.
  20. Natour YS, Wingate JM. Fundamental frequency characteristics of Jordanian Arabic speakers. *J Voice.* 2009;23(5):560-6.
  21. Abu-Al-makarem A, Petrosino L. Reading and spontaneous speaking fundamental frequency of young Arabic men for Arabic and English languages: a comparative study. *Percept Mot Skills.* 2007;105(2):572-80.
  22. Morris R. Speaking fundamental frequency characteristics of 8- through 10-year-old white- and African-American boys. *J Commun Disord.* 1997;30(2):101-14; quiz 115-6.
  23. Andrianopoulos MV, Darrow K, Chen J. Multimodal standardization of voice among four multicultural populations formant structures. *J voice.* 2001;15(1):61-77.