

## فرکانس پایه صوت در مردان و زنان ایرانی فارس، کرد و ترک

علی قربانی\* - فرهاد ترابی نژاد\* - لیلا ارمندی\*\*

\*- عضو هیئت علمی گروه آموزشی گفتاردرمانی دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران

\*\* - کارشناس ارشد گفتاردرمانی

### چکیده

**زمینه و هدف:** صوت انسان مانند سایر رفتارهای او قابل مشاهده و اندازه گیری است. بررسی ها نشان داده اند که جنبه های مختلف صوت در زنان و مردان و احتمالاً در زبانهای مختلف تفاوت دارد. از نظر بالینی، آگاهی از صوت طبیعی برای تشخیص اختلالات صوت مفید است. هدف از این مطالعه اندازه گیری و مقایسه فرکانس پایه صوت در زنان و مردان در زبانهای مختلف می باشد.

**روش بررسی:** در این مطالعه مقطعی توصیفی - تحلیلی و غیر مداخله ای نمونه های مورد بررسی مردان و زنان جوان ایرانی فارس، کرد و ترک بوده اند. برای جمع آوری نمونه صوت آزمودنی ها، از خواندن جمله هایی به زبان فارسی استفاده شد و تجزیه و تحلیل آنها با نرم افزار Dr.Speech صورت گرفت.

**یافته ها:** میانگین فرکانس پایه در زنان  $46 \pm 168$  هرتز و در مردان  $48 \pm 120$  هرتز بود که تفاوت معنی داری داشت اما مقایسه فرکانس پایه صوت برحسب زبان مادری اختلاف معنی داری نشان نداد.

**نتیجه گیری:** در فرکانس پایه زنان و مردان تفاوت معنی داری مشاهده می شود که به نظر می رسد این تفاوت متأثر از زبان مادری آنها نباشد.

**واژگان کلیدی:** صوت، فرکانس پایه، ایرانی، فارس، کرد، ترک

پذیرش مقاله: مهر ۱۳۸۴

وصول مقاله: مرداد ۱۳۸۴

ghorbani@iums.ac.ir

نویسنده مسئول: گروه آموزشی گفتاردرمانی دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران

### مقدمه

در میان صداهای گوناگونی که می شنویم، صوت انسان از پیچیدگی خاصی برخوردار است که آگاهی از آن نیازمند مطالعه دقیق و عمیق است. برهمگان روشن است که صوت هر شخص دارای ویژگی های خاص او است به طوری که تقریباً هر فرد را از صدایش می توان شناخت. علاوه بر این، برخی از ویژگی های وابسته به جنس، صوت زنان و مردان را از هم متمایز می کند و گاه به نظر می رسد که این پدیده در ملیت ها و زبان های مختلف نیز متفاوت می باشد.

دانستن اندازه جنبه های مختلف صوت در اشخاص هنجار، علاوه بر افزایش آگاهی از این پدیده، زمینه ای برای تشخیص موارد بالینی فراهم می آورد. در این باره اطلاعات قابل اعتمادی در کشور در دست نیست و تشخیص هنجار یا ناهنجار بودن صوت بیشتر متکی بر جنبه های ادراکی و

تجربه فردی آسیب شناسان گفتار و زبان است.

در ایران به جز دو مطالعه توصیفی که دانشجویان دوره کارشناسی گفتار-درمانی انجام داده اند، اطلاعات دیگری در دست نبوده است. نخستین مورد، پژوهشی است که در سال ۱۳۸۰ توسط بیات و شیاسی صورت گرفته است. آنها در بررسی فرکانس پایه در دانشجویان ۱۸ تا ۲۴ ساله شامل ۳۰ زن و ۳۰ مرد، این جنبه را در واژه ها اندازه گیری کردند. نتیجه به دست آمده نشان داد که فرکانس یا فرکانس پایه در زنان بین ۱۸۸ تا ۲۸۶ هرتز و در مردان بین ۱۱۳ تا ۱۷۹ هرتز بوده است. (۱)، در پژوهش دیگری در سال ۱۳۸۲ محمدی و محمدی در بررسی فرکانس پایه در واژه ها در دانشجویان ۱۸ تا ۲۴ ساله (۳۰ زن و ۳۰ مرد)، دریافتند که حداکثر فرکانس پایه در واژه /i/ (میانگین در زنان ۲۳۹ هرتز و در مردان ۱۴۶/۵ هرتز) و حداقل فرکانس پایه در واژه /a/ (میانگین در زنان ۲۲۹/۵ هرتز و در مردان

۱۳۴/۸ هرتز) بوده است. (۲)

گزارش کردند. (۷)

Fernandez و همکاران (۱۹۹۹) صوت ۱۵۴ زن و مرد سالم غیرسیگاری را در کشیدن واکه /a/ با استفاده از نرم افزار Dr.Speech مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که جنس بر آشفستگی فرکانس و آشفستگی شدت تأثیر قابل ملاحظه ای نمی گذارد. بنابر نتایج این پژوهش میانگین فرکانس پایه صوت در زنان ۲۰۱ هرتز و در مردان ۱۲۹ هرتز بود که با یکدیگر تفاوت معنی داری داشت. (۸)

Zhang و همکاران (۱۹۹۹) با مطالعه صوت ۱۵۳ فرد جوان سالم دریافتند که فرکانس پایه در مردان و زنان تفاوت معنی داری دارد. (۹)

O'Neil و همکاران (۱۹۹۰) صوت ۱۱۰ عمانی و اردنی عرب زبان ۵ تا ۲۰ ساله (۵۴ دختر و ۵۶ پسر) را در کشیدن واکه /a/ و /i/ با استفاده از نرم افزار sound scope مورد مطالعه قرار دادند و مقادیر هنجار را گزارش کردند. (۱۰)

McCauley و Dwire (۱۹۹۵) با استفاده از نرم افزار Key Elemetrics دستگاه visi pitch صوت ۴۹ بزرگسال ۱۸ تا ۲۵ ساله آمریکایی (۲۵ زن و ۲۴ مرد) را در کشیدن واکه های /a/، /i/، /u/ مورد بررسی قرار دادند و پی بردند که فرکانس پایه صوت در زنان به طور معنی داری بیشتر از مردان است. (۱۱)

Walton و Orlikoff (۱۹۹۴) فرکانس پایه و آشفستگی فرکانس را در ۵۰ مرد بزرگسال آمریکایی-اروپایی ۳۰ ساله در کشیدن واکه /a/ بررسی کردند. در نمونه مورد مطالعه میانگین فرکانس پایه ۱۰۷ هرتز و آشفستگی فرکانس ۰/۲۸ درصد بود. (۱۲)

با توجه به اینکه اطلاعات موجود درباره افراد ایرانی کافی به نظر نمی رسد، این مطالعه با هدف اندازه گیری و مقایسه فرکانس پایه صوت در مردان و زنان جوان فارس، کرد و ترک انجام شده است.

جدول ۱: توزیع فراوانی نمونه ها برحسب جنس و زبان

زبان	جنس (n)		جمع
	زن	مرد	
فارس	۴۹	۱۴	۶۳
کرد	۸	۱۴	۲۲
ترک	۲۱	۹	۳۰
جمع	۷۸	۳۷	۱۱۵

سابقه نخستین مطالعات پژوهشی درباره اندازه گیری صوت انسان در کشورهای دیگر به نیمه اول قرن نوزدهم بازمی گردد. در جمع آوری نتایج پژوهش ها از ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۴ یافته های پانزده پژوهش در نمونه های صوت هنجار به دست آمد، در حالی که مطالعات مربوط به اختلالات صوت بسیار بیشتر بوده است. نتایج برخی از این پژوهش ها در نمونه های هنجار به شرح زیر است:

Fucci و Xue (۲۰۰۲) زنان و مردان سالخورده اروپایی-آمریکایی و افریقایی-آمریکایی را مورد بررسی قرار دادند. بنابر نتایج مربوط، انحراف معیار فرکانس پایه در زنان و مردان هر گروه تفاوت معنی داری داشت ولی در مقادیر به دست آمده در ملیت های مورد مطالعه تفاوت معنی داری مشاهده نشد. (۳)

Kovacic و Budanovac (۲۰۰۲) در مطالعه ای ۱۰ دختر و ۱۰ پسر خواننده و ۱۳ دختر و ۱۴ پسر غیرخواننده با میانگین سنی ۱۷ سال را بررسی کردند. داده های این مطالعه نشان داد که فرکانس پایه در دختران بیشتر از پسران بود و محدوده تغییرات فرکانس پایه در دختران و پسران خواننده به طور معنی داری از هم جنس های غیر خواننده آنها بیشتر بود. (۴)

Hou و همکاران (۲۰۰۲) ۱۲۰۰ نمونه هنجار را در پنج گروه سنی قبل از بلوغ، بعد از بلوغ تا ۳۰ سال، ۳۱ تا ۴۵ سال، ۴۶ تا ۶۰ سال و ۶۱ سال به بالا مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که فرکانس پایه در تمام گروه های سنی در زنان بیشتر از مردان است. (۵)

Gonzalez و Carpi (۲۰۰۴) در پژوهشی، صوت ۴۰ زن و ۲۸ مرد سیگاری و ۴۱ زن و ۲۵ مرد غیر سیگاری ۲۰ تا ۲۹ ساله را اندازه گیری کردند. داده های این پژوهش نشان داد که میانگین آشفستگی فرکانس پایه در زنان و مردان سیگاری نسبت به هم جنس های غیرسیگاری آنها به طور معنی داری بیشتر بوده است و فرکانس پایه در هر دو گروه مورد بررسی در زنان بیشتر از مردان بوده است. (۶)

Lei و همکاران (۲۰۰۰) ویژگیهای صوتی شامل آشفستگی فرکانس، آشفستگی شدت، فرکانس پایه و انحراف معیار فرکانس پایه بزرگسالان چینی را در سه گروه جوان، میان سال و سالمند در هر دو جنس با استفاده از نرم افزار Dr.Speech مورد بررسی قرار دادند و داده های هنجار را

جدول ۲- داده های آماری فرکانس پایه برحسب جنس و زبان

زبان	زن			مرد		
	میانگین (هرتز)	انحراف معیار (هرتز)	محدوده (هرتز)	میانگین (هرتز)	انحراف معیار (هرتز)	محدوده (هرتز)
فارس	۱۷۵	۴۸	۸۸-۵۲۲	۱۱۷	۵۱	۸۰-۷۱۲
کرد	۱۵۸	۳۴	۸۷-۵۱۰	۱۲۹	۵۴	۸۰-۷۵۱
ترک	۱۵۳	۴۳	۹۱-۴۹۶	۱۱۱	۳۵	۷۶-۶۰۴
جمع	۱۶۸	۴۶	۸۷-۵۲۲	۱۲۰	۴۸	۷۶-۷۱۲

### روش بررسی

این پژوهش به طور مقطعی، توصیفی- تحلیلی و غیرمداخله ای انجام شده است. نمونه مورد مطالعه ۱۱۵ زن و مرد عادی ۱۸ تا ۲۹ ساله ایرانی فارس، کرد و ترک بوده اند که فرکانس پایه صوت در آنها با استفاده از جملات آزمون لب خوانی سارا (۱۳) مورد بررسی قرار گرفته است. نمونه های صوتی جمع آوری شده، با نرم افزار Dr.Speech تجزیه و تحلیل شده و با آزمونهای آماری در گروه های مورد مطالعه سنجیده شده است.

فرکانس پایه صوت، پائین ترین صوت ایجاد شده توسط هر شخص و در واقع صوت تولید شده پیش از تشدید است (۱۴) که به دو روش مورد مطالعه قرار می گیرد و دربرخی از مطالعات از هر دو روش بطور همزمان استفاده می شود. یکی از این روشها اندازه گیری فرکانس پایه بر حسب هرتز است که نرم افزار Dr.speech نیز به همین شیوه محاسبه می کند و دیگری بر حسب نت است که با معیارهای خاص موسیقی محاسبه می شود. در پژوهش حاضر فرکانس پایه برحسب هرتز اندازه گیری شده و یافته ها نیز بر همین اساس تجزیه و تحلیل شده اند. مبنای محاسبه نتها نمودار ۱ به نقل از Harris (۱۹۹۸) می باشد. (۱۵)

برای محاسبه محدوده فرکانس پایه، پایین ترین تا بالاترین فرکانس صوت ملاک عمل قرار می گیرد. نمونه های صوت علاوه بر فرکانسهای اصلی، معمولاً شامل صداهایی با فرکانس بسیار پایین یا بسیار بالا می باشند که به طور اتفاقی ایجاد می شوند و محدوده فرکانس صوت را بیش از حد واقعی نشان می دهند. بنابراین برای تعیین محدوده واقعی فرکانس پایه، باید فرکانس های اتفاقی دور از تجمع بیوسسته صوت حذف شوند. این

شیوه توسط Baken (۲۰۰۰) برای ترسیم تصویر صحیح از صوت ابداع شده است (۱۶) و در این مطالعه نیز مورد استفاده قرار گرفته است.

### یافته ها

تحلیل آماری داده های به دست آمده نشان داد که فرکانس پایه در زنان به طور معنی داری از مردان بیشتر بوده است و این تفاوت در هر سه گروه مورد مطالعه دیده شده است ( $p=0/000$ ) نتایج آزمون ANOVA بین فرکانس پایه در زنان سه گروه مورد مطالعه و بین مردان سه گروه مورد مطالعه تفاوت معنی داری نشان نداد.

توزیع فراوانی نمونه های مورد مطالعه در جدول ۱ و داده های آماری فرکانس پایه در جدول ۲ آمده است. بنابر داده های مربوط، میانگین فرکانس پایه در زنان ۱۶۸ هرتز با انحراف معیار ۴۶ و در مردان ۱۲۰ هرتز با انحراف معیار ۴۸ بوده است.

اعداد به دست آمده در جدول ۲ درمورد محدوده، شامل پائین ترین تا بالاترین فرکانس پایه صوت است که پیش از حذف فرکانس های اتفاقی و غیرواقعی مشاهده شده است. سپس با استفاده از شیوه Baken و با حذف فرکانس های تصادفی و اتفاقی، محدوده اصلاح شده تعیین شد که در جدول ۳ آمده است.

برای اطلاع بیشتر خوانندگان، با استفاده از الگوی نهایی موسیقی Harris در سال ۱۹۹۸ (۱۵) محدوده فرکانس پایه برحسب نت نیز محاسبه شده است (جدول ۳). نمودار ۱ الگوی نت های موسیقی در گفتار

جدول ۳- محدوده اصلاح شده فرکانس پایه بر حسب هرتز و نت در نمونه های مورد مطالعه

زبان	زن		مرد	
	هرتز	نت	هرتز	نت
فارس	۱۶۷-۳۴۲	E3-F4 (۱۴ نیم پرده)	۸۵-۲۰۳	F2-G#3 (۱۶ نیم پرده)
کرد	۱۸۰-۳۳۹	F#3-F4 (۱۲ نیم پرده)	۸۸-۲۱۷	F2-G3 (۱۷ نیم پرده)
ترک	۱۷۸-۳۳۱	F3-E4 (۱۲ نیم پرده)	۹۰-۳۰۰	F#2-G3 (۱۴ نیم پرده)
جمع	۱۶۷-۳۴۲	E3-F4 (۱۴ نیم پرده)	۸۵-۲۱۷	F2-A3 (۱۷ نیم پرده)

و آواز خواندن را نشان می‌دهد که برای محاسبه محدوده فرکانس پایه بر حسب نت مورد استفاده قرار گرفته است. نام نت‌ها در نمودار ۱ عبارتست از: do (C), re (D), mi (E), fa (F), sol (G), la (A), si (B). عددی که کنار هر نت نوشته شده است نشان دهنده اکتاو مربوط به آن نت می‌باشد، مثلاً E3 یعنی نت mi اکتاو سوم. علامت #، دیز است که معادل نیم‌پرده است، یا بطور مثال C2 یعنی نت do اکتاو دوم و C#2 یعنی نیم‌پرده زیرتر از نت do اکتاو دوم.

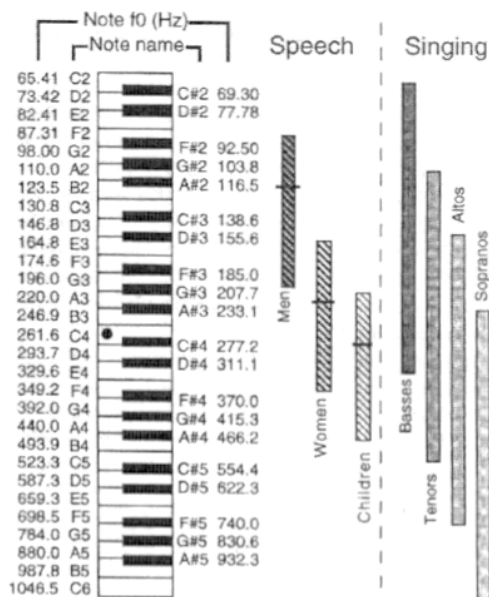
**بحث**

نتایج به دست آمده و تحلیل های آماری نشان می‌دهد که فرکانس پایه در مردان و زنان تفاوت دارد. با توجه به این که در پژوهش های سایر کشورها نیز همین نتیجه به دست آمده است (۴، ۵، ۸، ۹ و ۱۱)، می‌توان دریافت که این جنبه متأثر از تفاوت های آناتومیک و فیزیولوژیک وابسته به جنس است ولی تعیین تأثیر تفاوت های آناتومیک از جمله طول و ضخامت، تار آواها بر فرکانس پایه، خود نیازمند بررسی دیگری است.

نتایج پژوهش های انجام شده درباره تفاوت های صوتی ناشی از نژاد و زبان، نشان دهنده بی‌ارتباط بودن این عوامل است (۱)، در مطالعه حاضر نیز همین نتایج به دست آمده است که خود دلیل دیگری بر آن است که فرکانس پایه بیش از آن که تحت تأثیر نژاد و زبان باشد، متأثر از تفاوت آناتومی و فیزیولوژی مربوط به جنس است.

میانگین فرکانس پایه در مجموع نمونه های مورد مطالعه با یافته های بیات و شیباسی (۱۳۸۰) همخوانی ندارد که به نظر می‌رسد استفاده از واکه ها در پژوهش یاد شده و جملات در پژوهش حاضر، در ایجاد تفاوت در

یافته های به دست آمده مؤثر بوده باشد. میانگین بدست آمده در مورد فرکانس پایه زنان و مردان با برخی از نتایج پژوهش های قبلی تا حدودی هماهنگی دارد (۸) که احتمالاً گویای مشابه بودن نسبی آناتومی و فیزیولوژی حنجره انسان ها صرف نظر از نژاد و ملیت آنها است. با این همه با توجه به محدود بودن پژوهش ها در اندازه گیری جنبه های صوتی در ایران، دستیابی به نتایج قابل اعتماد، نیازمند تکرار پژوهش ها در نمونه های بیشتر است. اما آنچه بی تردید مطرح است تفاوت صوت در زنان و مردان است. یافتن ارتباط بین فرکانس پایه و زبان آزمودنی ها با یافته های پژوهشی سایر کشورها (۱) همخوانی دارد و خود دلیل دیگری بر تأثیرپذیری این جنبه صوتی، از تفاوت های مبتنی بر آناتومی و فیزیولوژی است.



نمودار ۱: نت های موسیقی در گفتار و آواز خواندن (هریس، ۱۹۹۸)

همچنین از زحمات جناب آقای دکتر کیهانی در امر مشاوره آماری تشکر بسیار فراوان می‌گردد. انجام چنین پژوهش‌هایی علاوه بر هماهنگی و همکاری دستگاه‌های دولتی و مراکز علمی و آموزشی بویژه دانشگاه‌ها با پژوهشگران، در گرو تهیه ابزارهای مورد نیاز است که خوشبختانه در سالهای اخیر مسئولین محترم دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران در این زمینه کمک‌های ارزنده‌ای کرده‌اند.

با این همه ممکن است استفاده از جملات فارسی برای آزمودنی‌های مختلف به نحوی در به‌دست آمدن این نتیجه دخالت داشته باشد، بطوری که احتمال دارد اگر جملات مورد استفاده متناسب با زبان آزمودنی‌ها باشد، نتیجه دیگری حاصل شود.

### سپاسگزاری

نخست از آزمودنی‌هایی که با صبر و حوصله در انجام این پژوهش همکاری کرده‌اند سپاسگزاری می‌شود و سپس از تمامی کسانی که به نحوی امکان انجام این پژوهش را فراهم آورده‌اند تقدیر می‌نماییم.

## REFERENCES

۱. بیات ا، شپاسی ط. بررسی فرکانس پایه واکه‌های منفرد زبان فارسی در دانشجویان ۱۸ تا ۲۴ ساله دانشکده علوم توانبخشی. [پایان نامه دوره کارشناسی گفتاردرمانی]. تهران: دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران؛ ۱۳۸۰.
۲. محمدی ر، محمدی ب. ساختار سازه‌ای واکه‌های زبان فارسی در دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی ایران. [پایان نامه دوره کارشناسی گفتاردرمانی]. تهران: دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران؛ ۱۳۸۲.
3. Xue SA, Fucci D. Effects of race and sex on acoustic features of voice analysis. *Percept mot skills* 2000;91(3):951-8.
4. Kovacic G, Budanovac A. Acoustic characteristics of adolescent actors and non-actors voices. *Folia Phoniatica et Logopaedica* 2002;54(3):125-8.
5. Hou L, Han D, Xu W, Zhang L. Study on voice characteristics of people with different sexes and ages. *Lin chuang Er Bi yan Hou ke za zhi* 2002;16(12): 667-9.
6. Gonzalez j, Carpi A. Early effects of smoking on the voice: a multidimensional study. *Med Sci Monit* 2004;10(12): CR649-56.
7. Lei K, Yang X, Shen JZ, Gong JR. The study on the standardization of adults voice acoustic parameters by objective analysis. *Lin chuang Er Bi Yan Hau Ke Za zhi* 2000;14(6):225-7.
8. Fernandez LR, Damborenea TD, Rueda GP, Garcia Y, Garcia E, Leache PJ, et al. Acoustic analysis of the normal voice in nonsmoking adults. *Acta Otorhinolaryngol Esp* 1999;50(2):134-41.
9. Zhang J, Huang M, Li M, Liu O. Analysis of results of fundamental frequency and voice parameter in healthy young people. *Lin chuang Er Bi Yan Hou Ke Za zhi* 1999;13(9):403-5.
10. O'Neil EN, Jones GW, Nye C. Acoustic characteristics of children who speak Arabic. *Int J of Pediatr Otorhinolaryngol* 1997;10:42(2):117-24.

11. Dwire A, McCauley R. Repeated measures of vocal fundamental frequency perturbations obtained using the Visi Pitch. *Voice* 1995;9(2):156-62.
12. Walton JH, Orlikoff RF. Speaker race identification from acoustic cues in the vocal signal. *J of Speech Hear Res.* 1994;37(4):738-45.
۱۳. موللی گ، آزمون لب خوانی سارا: ساخت، ارزشیابی و اجرا بر روی گروهی از بزرگسالان دچار ضایعه شنوایی اکتسابی. [پایان نامه دوره کارشناسی ارشد شنوایی شناسی]. تهران: دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران؛ ۱۳۸۰.
14. Nicolosi L, Harryman E, Karescheck J. *Terminology of communication Disorders: Speech-Language-Hearing*. 5th ed. Philadelphia: lippincott Williams and Wilkins. 2004.
15. Howard DM. Instrumental voice measurement: uses and limitations. In: Harris T, Harris S, Rubin JS, Howard DM, editors. *The voice clinic handbook*. 1st ed. London: whurr;1998.p.347.
16. Baken RJ, Orlikoff RF. *Clinical measurement of speech and voice*. San Diego: Singular Thomson Learning. 2000.