



University of Iran PRESS

### Learning German vowels The Impact of the Number of Vowels on the Persian Vowel space area in based on Adaptive Dispersion Theory



Sahar Vafa\*✉

Department Post-graduated, General Linguistics, Isfahan, Isfahan,Iran

Email: Saharvafa1993@gmail.com

0000-0002-4547-2066



Batool Alinezhad\*\*

Department,General Linguistics, Isfahan, Isfahan,Iran

Email: b.alinezhad@fgn.ui.ac.ir

0000-0002-1230-3282



Azar Forghani Tehrani \*\*\*

Department, German Literature, Isfahan, Isfahan,Iran

Email: a.forghani@fgn.ui.ac.ir

0000-0003-0097-3964

#### ABSTRACT

In this paper, the validity of one of the principles of adaptive dispersion theory on systematizing the acoustic distance of vowels in languages, is investigated. Based on that, the more number of vowels in a vowel system of a language are, the larger area of the acoustic space will be, in order to create a perceptual distinction between vowels. This means that languages with more vowels, such as German, have greater vowel space than languages with less vowels such as Persian. To test this hypothesis, the frequency of the first and second formants, (F1, F2), of the vowels shared in Persian and German languages produced by Persian-speaking German learners in the context of words with CV:CC syllabic structure, were measured, and the area of the vowel space of Persian and German languages produced by Persian-speaking German learners at three levels of elementary, intermediate and advanced in the group of male and female were compared. In this study, the Paget and Tabain method (2005) and Becker-Crystal area indices (2010) between the number of vowels and the area of vowel space by R software and PBS mapping package, were used. The results showed that the area of vowel space only in female advanced Persian-speaking German learners is larger than Persian vowel space. This theory was confirmed only in this group; while this principle of the theory was not confirmed in other groups (elementary and intermediate) of females and in all groups of males. But the acoustic parameters, F1 and f2, in all groups are produced very different from Persian.

DOI: 0.22059/JFLR.2022.345007.961

#### ARTICLE INFO

Article history:

Received: 02 July 2022

Accepted: 28 September 2022

Available online: winter 2022

#### Keywords:

Vowel space, Vowel length, German language, Persian learners, adaptive dispersion theory



Vafa, S., alinezhad, B., & Forghani Tehrani, A. (2023). The Impact of the Number of Vowel on the Area of Persian Vowel space in Learning German vowels based on Adaptive Theory Dispersion. *Journal of Foreign Language Research*,12 (4), 536-551.

\* M.A General Linguistics, Isfahan university, Iran, 1398-1400 B.A English literature, Yazd university, Iran,1391-1395.

\*\* P.h.D General Linguistics, Isfahan university, Iran,1377-1382. M.A General Linguistics, Isfahan university, Iran, 1375-1377.

\*\*\* P.h.D German teaching, Tehran university, Iran, 1388-1394. M.A German translation, Tehran university, Iran,1385-1387.



انتشارات دانشگاه تهران

## پژوهش‌های زبان‌شناختی در زبان‌های خارجی

شاپای چاپی: ۴۱۲۳-۴۵۸۸ شاپای الکترونیکی: ۷۵۲۱-۲۵۸۸

<https://jflr.ut.ac.ir>

### تأثیر تعداد واکه بر فضای واکه‌ای زبان فارسی در هنگام یادگیری واکه‌های زبان آلمانی:

#### پیش‌بینی کلیدی نظریه پراکندگی سازگاریافته

سحر وفا\*

گروه زبان‌شناسی همگانی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

Email: Saharvafa1993@gmail.com

0000-0002-4547-2066



بتول علی نژاد\*\*

گروه زبان‌شناسی همگانی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

Email: b.alinezhad@fgn.ui.ac.ir

0000-0002-1230-3282



آذر فرقانی تهرانی\*\*\*

گروه زبان و ادبیات آلمانی دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

Email: a.forghani@fgn.ui.ac.ir

0000-0003-0097-3964



#### چکیده

در این مقاله اعتبار پیش‌بینی کلیدی نظریه پراکندگی سازگاریافته در مورد سازماندهی واکه‌ها بررسی شده است که براساس آن، هر چه تعداد واکه در یک نظام واکه‌ای بیشتر باشد مساحت فضای آکوستیکی جهت ایجاد تمایز ادراکی بین واکه‌ها بزرگ‌تر می‌شود؛ بدین معنی که زبان‌هایی که دارای تعداد واکه بیشتر هستند فضای واکه‌ای بزرگ‌تری را به خود اختصاص می‌دهند. جهت بررسی این فرضیه بسامد سازه اول و سازه دوم واکه‌های مشترک زبان فارسی و زبان آلمانی که توسط فارسی‌زبانان آلمانی آموز در بافت CV:CC و مساحت فضای واکه‌ای زبان فارسی و زبان آلمانی که توسط آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان در سه سطح پایه، متوسط و پیشرفته تولید می‌شود بررسی شده است. این تحقیق با استفاده از روش پاجت و تاباین (۲۰۰۵) و شاخص‌های مساحتی بکر-کریستال (۲۰۱۰) که بین تعداد واکه و مساحت فضای واکه‌ای با استفاده از نرم‌افزار R و بسته PBSmapping استفاده می‌کند نشان می‌دهد رابطه مستقیم مثبت وجود دارد و مساحت فضای واکه‌ای در زنان در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح پیشرفته بزرگ‌تر است و این نظریه در این گروه تأیید شد در صورتی که در بقیه گروه‌ها و مردان این اصل از نظریه تأیید نشد.

#### اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۰۴/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۰۶

تاریخ انتشار: زمستان ۱۴۰۱

نوع مقاله: علمی پژوهشی

#### کلید واژگان:

فضای واکه‌ای، کشش واکه‌ها، مساحت فضای واکه‌ای، زبان آلمانی، زبان فارسی، نظریه پراکندگی سازگاریافته

شناسه دیجیتال DOI: 0.22059/JFLR.2022.345007.961



وفا، سحر، علی نژاد، بتول، و فرقانی تهرانی، آذر. (۱۴۰۱). تأثیر تعداد واکه بر فضای واکه‌ای زبان فارسی در هنگام یادگیری واکه‌های زبان آلمانی: پیش‌بینی کلیدی نظریه پراکندگی سازگاریافته. پژوهش‌های زبان‌شناختی در زبان‌های خارجی، ۱۲(۴)، ۵۳۶-۵۵۱.

Vafa, S., alinezhad, B., & Forghani Tehrani, A. (2023). The Impact of the Number of Vowel on the Area of Persian Vowel space in Learning German vowels based on Adaptive Theory Dispersion. *Journal of Foreign Language Research*, 12 (4), 536-551.

\* فوق لیسانس، زبان‌شناسی همگانی، دانشگاه اصفهان، ایران ۱۳۹۸-۱۴۰۰ لیسانس، زبان و ادبیات انگلیسی، دانشگاه یزد، ایران، ۱۳۹۱-۱۳۹۵

\*\* دکتری، زبان‌شناسی همگانی، دانشگاه اصفهان، ایران، ۱۳۸۲-۱۳۷۷ فوق لیسانس، زبان‌شناسی همگانی، دانشگاه اصفهان، ایران، ۱۳۷۷-۱۳۷۵

\*\*\* دکتری، آموزش زبان آلمانی، دانشگاه تهران، ایران، ۱۳۹۴-۱۳۸۸ فوق لیسانس، مترجمی زبان آلمانی، دانشگاه تهران، ایران، ۱۳۸۷-۱۳۸۵

نوع تلفظ و لهجه معمولاً نخستین شاخصه‌ای است که تعلق یا عدم تعلق گوینده به جامعه گویشوران بومی زبان را مشخص می‌کند. تلفظ‌های نادرست مکرر و یا آهنگ کلام غریب در بافت سخن می‌تواند مانع از انتقال درست محتوی سخن و مقصود گوینده به مخاطب شده و موفقیت ارتباط را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (حدادی، میثمی، ۱۳۳۹، ۱۳۹۸).

یکی از نظریه‌هایی که به پیش‌بینی الگوی توزیع واکه‌ها و ساختار آوایی نظام‌های واکه‌ای زبان‌های جهان بر اساس فضای واکه‌ای (Vowel space) می‌پردازد نظریه پراکندگی سازگار یافته (adaptive dispersion theory) است که بر اساس این نظریه در مورد سازماندهی واکه‌ها، هر چه تعداد واکه در یک نظام واکه‌ای بیشتر باشد مانند (انگلیسی و آلمانی با بیشترین تعداد واکه‌ها) مساحت فضای آکوستیکی جهت ایجاد تمایز ادراکی بین واکه‌ها بزرگ‌تر می‌شود، بدین معنی که اگر تعداد واکه‌های یک زبان بیشتر باشد، سازه‌های اول و دوم وسیع‌تری را به خود اختصاص می‌دهند و دارای فضای واکه‌ای بزرگ‌تری هستند تا تمایز کافی بین واکه‌ها به وجود آید. بنابراین رابطه مستقیم و مثبت بین مساحت فضای واکه‌ای و تعداد واکه‌ها وجود دارد.

نظریه پراکندگی سازگار یافته دارای سه اصل است که به ساختار آوایی نظام‌های واکه‌ای زبان‌های مختلف و نقش اصلی تمایز ادراکی در کیفیت فضای واکه‌ای، توزیع واکه‌ها و تشخیص لهجه و کاربرد زبان می‌پردازد. این مقاله در پی پاسخگویی به این سؤال است که تغییرات فضای واکه‌ای و مساحت فضای واکه‌ای آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان در مقایسه با زبان فارسی در ۵ تک‌آوای مشابه زبان فارسی و آلمانی در فرم CV:CC که توسط فارسی‌زبانان در مراحل مختلف یادگیری زبان آلمانی (مبتدی، متوسط و پیشرفته) تلفظ می‌شود چگونه است و بر اساس نظریه پراکندگی سازگار یافته آیا فضای واکه‌ای تولید شده نسبت به زبان فارسی بزرگ‌تر می‌شود یا خیر.

«در یادگیری زبان بیگانه، زبان‌آموز همواره با چالش‌های مختلفی دست و پنجه نرم می‌کند و بندرت قادر است بدون یاری‌گرفتن از افراد صاحب‌نظر پیشرفت قابل‌توجهی در مهارت‌های زبانی کسب کند» (پروان، سرکار حسن خان، ۱۳۹۷، ۴۷۴). «توانش ارتباط بین فرهنگی» به‌عنوان یکی از مؤلفه‌هایی مطرح است که در صورت وجود آن زبان‌آموز می‌تواند در جامعه زبان مقصد علاوه بر تسلط زبانی به فرهنگ آن جامعه نیز مسلط باشد. مسلم است شرط اساسی کسب این توانش، تسلط به مهارت‌های چهارگانه زبانی به‌طور کل و اکتساب توانش‌های دستوری و گفتمانی به‌طور جزء است (دوستی‌زاده، ارزجانی، ۱۳۹۶، ۱۶۷). هدف این پژوهش بررسی تغییرات فضای واکه‌ای زبان فارسی در مراحل مختلف یادگیری زبان آلمانی است. از آنجایی که فضای واکه‌ای زبان‌ها با هم متفاوت است، در این پژوهش قصد داریم روند تغییر فضای واکه‌ای زبان آلمانی را در مراحل مختلف یادگیری زبان آلمانی با زبان فارسی بررسی کنیم و دست یابیم که روند تغییر مساحت فضای واکه‌ای آلمانی-آموزان فارسی‌زبان در مقایسه با زبان فارسی چگونه است. در این مقاله ارتباط بین تعداد واکه‌ها و بزرگی فضای واکه‌ای در دو نظام واکه‌ای زبان فارسی و زبان آلمانی معیار و همبستگی میان شاخصه‌های مساحتی فضای آکوستیکی و پیچیدگی ساختاری نظام واکه‌ای (تفاوت در تعداد واکه) مقایسه می‌شود و پس از ترسیم فضای واکه‌ای زبان آلمانی در مراحل مختلف یادگیری و زبان فارسی در گروه مردان و زنان بر اساس  $F2 * F1$  (هرینگتون، ۲۰۱۰) به مقایسه مساحت فضای واکه‌ای دو زبان می‌پردازیم. تحلیل‌های صوت‌شناختی فضای واکه‌ای بر اساس روش پاجت و تاباین (Padget & M. 2005 Tabain) انجام می‌شود.

داده‌های این پژوهش بر اساس زبان فارسی معیار و زبان-آموزان آلمانی‌آموز در سه سطح پایه، متوسط و پیشرفته می‌باشد که توسط نگارنده گردآوری شده است. تحلیل‌های صوت‌شناختی برای ارائه فضای واکه‌ای در زبان فارسی و آلمانی به تفکیک دو متغیر جنسیت (مرد و زن) و سطح افراد

در یادگیری زبان آلمانی می‌باشد که به بررسی تأثیر زبان معیار (فارسی) بر تولید واژه‌های زبان آلمانی با هدف بررسی صوت‌شناختی و مشاهده و تأکید در تفاوت‌های موجود در سازه‌های واژه‌های دو زبان مذکور در دو پیکره خوانداری و روایی از منظر فضای واژه‌ای بر اساس نظریه پراکندگی سازگار یافته پرداخته شده است که این امر بر یادگیری صحیح‌تر آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان تأثیر بسزایی خواهد داشت.

## ۲ پیشینه تحقیق

در مورد تأثیر واژه بر اندازه فضای واژه‌ای تحقیقات داخلی و خارجی زیادی در زبان‌های مختلف انجام شده است که در زیر به آنها می‌پردازیم.

### پژوهش‌های داخلی انجام شده:

سپیده قرائتی (۱۳۸۹) تغییرات دو سازه اول و دوم و نیز فضای واژه‌ای زبان فارسی در حالت تکیه و بی‌تکیه را مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که جایگاه تکیه واژگانی، هجای آخر اسم و صفت است و همچنین فضای واژه‌ای گسترده‌تری در حالت تکیه‌دار نسبت به بی‌تکیه گزارش شده است. فشندگی (۱۳۹۰) به این نتیجه می‌رسد که جایگاه و شیوه تولید همخوان بر بسامد سازه دوم تأثیر می‌گذارد و بیشترین واژه در زبان فارسی /i/ و پسین‌ترین واژه /u/ می‌باشد. هیوا محمدی (۱۳۹۰) به این نتیجه دست پیدا می‌کند که بیشترین و کمترین بسامد سازه اول (F1) در مردان و زنان مربوط به واژه /æ/ و /i/ می‌باشد و بیشترین و کمترین بسامد سازه دوم (F2) در هر دو جنس به واژه‌های /i/ و /u/ تعلق می‌گیرد. ابراهیم استارمی و الناز قدوسی شاهنشین (۱۳۹۲) به این نتیجه رسیدند که با توجه به آزمون‌های پیشرفت آموزش، موضوع آموزش زبان در سطح پایه به‌طور متمرکز و عمیق تحقیق و بررسی شود تا مشکلات سنجش آموخته‌های زبان‌آموز و تجزیه و تحلیل خطا در آموزش زبان آلمانی روشن شود. بتول علی‌نژاد (۱۳۹۴) نیز بیان می‌کند که مساحت فضای واژه‌ای زبان فارسی (با ۶ واژه) در مردان و زنان در هجاهای بی‌تکیه و تکیه‌دار از مساحت فضای

واژه‌ای در گویش مازندرانی که پنج واژه دارد، بزرگ‌تر است. همچنین نسیم اسفندیاری و بتول علی‌نژاد (۱۳۹۴) با استفاده از تکنیک نری (T. M. Neary) نشان می‌دهند که فضای واژه‌ای زنان چه در حالت تکیه‌دار و چه بی‌تکیه بزرگ‌تر از مردان است. سعیده زارع (۱۳۹۷) به این موضوع می‌پردازد که آیا گفتار فارسی توسط فارسی‌آموزان چینی‌زبان بخشی از لهجه خارجی در انتقال مشخصه‌های صوت‌شناختی واژه‌ها از زبان مادری نشئت می‌گیرد که توسط ۲۴ گویشور فارسی-زبان و ۱۸ گویشور چینی تولید شد و این نتیجه حاصل شد که در گفتار فارسی چینی‌زبانان، F2 واژه /e/ متفاوت از فارسی معیار است.

### پژوهش‌های خارجی انجام شده:

پولس و همکاران (Pols et all) (۱۹۷۳) با بررسی تنوعات موجود در بسامد سازه‌ها، علت تنوعات را بسته به منبع واژه، گوینده و خطای اندازه‌گیری می‌دانند. لدفوگد (P. Ladefoged) (۱۹۷۶)، پوتر و استاینبرگ (Potter & Steinberg) (۱۹۵۰)، پیترسون و بارنی (G.E. Peterson & H.L. Barney) (۱۹۵۲) با کنترل متغیر واژه در خطای اندازه‌گیری متذکر شدند که بسامد سازه‌های واژه-ای متفاوت زیادی در یک واژه یکسان برای گویندگان مختلف است. هلمی برچیز (Helmi Braches) (۱۹۸۷) بیان می‌کند که زبان آلمانی در واقع تحت کنترل الگوهای مختلف تکیه است. همچنین یانگ و فراکیس (۱۹۸۹) در بررسی صوت‌شناختی واژه‌ها در سه زبان آلمانی، انگلیسی و یونانی پرداختند و نتیجه حاصل شده از این قرار است که زبان انگلیسی با ۱۱ واژه و زبان آلمانی با ۱۴ واژه، فضای واژه‌ای شلوغ‌تر و بزرگ‌تری را نسبت به یونانی با داشتن ۵ واژه بسیط به خود اختصاص می‌دهند و واژه‌های زبان انگلیسی و آلمانی در جایگاه‌های بیرون‌تری نسبت به واژه‌های یونانی قرار دارند. آن برادلو (A, Bradlow) (۱۹۹۶) بر مبنای اصول پراکندگی بیان می‌کند هر چه تعداد واژه‌ها در یک زبان بیشتر باشد منجر به ایجاد فضای واژه‌ای گسترده‌تری می‌شود. بنابراین زبان انگلیسی نسبت به اسپانیایی فضای واژه‌ای گسترده‌تری را شامل می‌شود و نتایج بررسی برادلو حاکی از

آن است که مساحت فضای آکوستیکی در انگلیسی در هر دو نوع داده (CVC, CVCV) منطقه بزرگتری را نسبت به فضای آکوستیکی اسپانیایی اشغال می کنند. پورلیون (P.Livijn) (۲۰۰۰) در بررسی توزیع آکوستیکی واژه‌ها در نظام‌های مختلف به مقایسه نظریه پراکندگی سازگاریافته و نظریه کوانتومی می‌پردازد و با انتخاب ۲۸ زبان از پایگاه دادگانی IRIS با در نظر گرفتن متفاوت بودن زبان‌ها از نظر رده-شناختی و ژنتیکی و با اندازه‌گیری ۵ سازه اول این نتیجه حاصل می‌شود که فاصله میان واژه‌های ممیز در فهرست‌ها ۴-۸ واژه هیچ گرایشی به بزرگ شدن از خود نشان نمی‌دهند و فقط در بزرگ‌ترین سیستم‌های واژه‌ای که شامل سیستم‌های ۱۱ واژه‌ای است بیشتر می‌شوند و تاحدی گسترش فضای واژه‌ای مشاهده می‌شود. مکلوود و همکاران (۲۰۰۹) با مقایسه تولید واژه‌های بلند در دوزبانه انگلیسی-کانادایی و فرانسوی-کانادایی و گوینده‌های یک‌زبانه به این نکته دست پیدا کردند که تفاوت معنی‌داری بین تولیدات تک‌زبانه و دوزبانه در واژه‌های زبان هدف فرانسوی-کانادایی وجود نداشت و تداخل بین دو زبان در گویندگان دوزبانه وجود دارد. فلین (Flynn) (۲۰۱۱) بیان می‌کند که یکی از مشکلات در بررسی فضای واژه‌ای این است که گویندگان دارای مجرای صوتی با ابعاد و مشخصات یکسان نیستند و این امر موجب می‌شود که نتوان تفاوت موجود در ارزش‌های سازه‌ای در تغییرات واژه‌ای را در میان گویندگان شناسایی کرد. رابرت کلوسنیکی (R. Klosinski) (۲۰۱۳) با انتخاب ۲۱ نفر انگلیسی آمریکایی و یک نفر اهل کانتن (Canton) به بررسی تولید واژه‌های آلمانی به عنوان زبان دوم و طبقه‌بندی زبان اول زبان‌آموزان زبان دوم‌آموز به این موضوع می‌پردازد که چگونه زبان‌آموزان آلمانی‌آموز واژه‌ها را تولید و با زبان خود ادغام می‌کند و نتیجه حاصله نشان می‌دهد که واژه‌های مشابه بیشتر شبیه به واژه‌های جدید زبان هدف حتی برای سخنوران مبتدی تولید می‌شود.

### ۳ روش تحقیق

در این پژوهش از دو پیکره خوان‌داری و روایی استفاده شده است که از نظر ماهیت و روش مطالعه ۳ بخش را دارا می‌باشد که بخش اول فراهم نمودن داده‌های پژوهش است که نوعی مطالعه میدانی محسوب می‌شود و بخش دوم به بررسی صوت‌شناختی واژه‌ها با استفاده از نرم‌افزار پرات که نوعی توصیفی و آزمایشگاهی تلقی می‌شود و در بخش سوم به تحلیل آماری حاصله از نتایج بررسی در چهارچوب نظریه پراکندگی سازگاریافته می‌پردازد که نوعی مطالعه تحلیلی-آماری است.

### ۳-۱ جمع آوری داده‌ها

در این پژوهش به دلیل فراگیری بیماری کرونا و در دسترس نبودن افراد کافی قادر به در نظر گرفتن تعداد شرکت‌کنندگان زن و مرد به صورت مساوی نبوده و در مجموع ۲۰ نفر از دانشگاه اصفهان در چهار گروه، ۵ نفر فارسی‌زبان (۴ مرد و ۱ زن) که زبان فارسی معیار به عنوان زبان اول آنها بوده و با میانگین سنی ۲۰ تا ۲۵ و گویش دیگری در تکلم آنها دخیل نبوده است. ۱۵ نفر هم زبان‌آموزان آلمانی‌آموز (زن و مرد) در ۳ سطح پایه (زن ۲، مرد ۳) با میانگین سنی ۱۸ الی ۲۲، متوسط (زن ۴، مرد ۱) ۱۸ الی ۲۲ و پیشرفته (زن ۳، مرد ۲) میانگین سنی ۲۳ الی ۴۵ بودند که صدای این ۱۵ نفر آلمانی‌آموز با اجتناب از در نظر گرفتن گویش‌های دیگری در زبان مادری آنها ضبط شده است و مورد بررسی قرار گرفته است.

در پیکره خوان‌داری برای گویندگان فارسی‌زبان ۶۰ جمله در نظر گرفته شده است. از بین این جملات، ۳۹ جمله حامل که شامل واژه تک‌هجایی در ساختار (CVCC) (همخوان+ واژه+۲ همخوان) هستند لحاظ گردیده و مورد تحلیل قرار گرفته است. در بین این ۶۰ جمله، ۲۱ جمله غیرحامل با وجود همان واژه‌ها در بین جملات حامل در نظر گرفته شده تا آهنگ تمام جملات یکسان نباشد و تمام جملات بر یک وزن خاص خوانده نشوند. بدین دلیل که کلمات مجاور و ساخت نحوی در آهنگ جمله تأثیر می‌گذارد. برای هر کدام از ۵ واژه-های مشابه زبان آلمانی و فارسی ۵ واژه تک‌هجایی در نظر گرفته شده است که از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا از روی

هر کدام از جملات ۳ بار با در نظر گرفتن مکث بین هر جمله بخوانند. در پیکره روایی از فارسی‌زبانان اصیل خواسته شد تا از روی یک متن فارسی که در قالب یک روایت است ۱ بار بخوانند و قابل ذکر است که این روایت بر اساس متن خاصی در نظر گرفته نشده است. در پیکره خوانداری برای گویندگان آلمانی زبان ۲۷ جمله در نظر گرفته شده است. در این جملات واژه تک هجایی در ساختار CV:CC که دارای واکه مورد نظر است لحاظ گردیده است. بعد از ضبط صدای شرکت‌کنندگان، واژه‌های مورد نظر مورد بررسی قرار گرفت. استخراج واکه‌ها با استفاده از واکه‌هایی که تحت تأثیر بافت آوایی و سرعت گفتار نباشند، صورت می‌گیرد (جوس M. Joos، ۱۹۴۸). تأثیر بافت آوایی و واج‌شناختی روی ویژگی‌های واکه در کلمات اجتناب‌ناپذیر است، بنابراین انتخاب بافت را محدودتر می‌کند (استیونز K. Stevens) و هاوس (House. A.S)، ۱۹۶۵؛ مانسون و سولومون (۲۰۰۴). این نکته حائز اهمیت است که در این پژوهش سعی شده که نهایت مشابهت بین واکه‌های مشترک زبان فارسی و آلمانی (a:,e:, i:,o:, u: در نظر گرفته شود و بافت آوایی در سطح حداقل تأثیر در نظر گرفته شده است. کشش در زبان فارسی جنبه بافتی دارد نه ذاتی و بر محور هم‌نشینی مطرح است نه جان‌نشینی ولی در آلمانی واکه‌های مشابه زبان فارسی کشیده هستند به همین دلیل جهت مقایسه در بافت CV:CC که بیشترین کشش بافتی در فارسی را دارد استفاده شده است. چون کلمات هدف دارای ساخت CV:CC بوده است و کلمات قبل و بعد تأثیر خاصی بر واکه خواهد داشت، جهت حذف داده‌های پرت از معیار فاصله ماهالانوبیس (mahalanobis distance) (۱۹۳۶) استفاده شده که زمانی که داده‌ها دو بعدی باشند این معیار به کار می‌رود. منظور از داده پرت به لحاظ آماری، تعداد محدودی از داده‌هاست که نسبت به توزیع عادی واکه‌ها ناهماهنگ و از بقیه مشاهدات دور و غیرطبیعی باشند.

#### شیوه بررسی داده‌ها

پس از گردآوری داده‌ها، از نرم‌افزار پرات ویرایش ۳۰.۱.۶ با نوع نمایش طیف بسامدی طیف نگاشت با نوار عریض و

پهنای نوار بسامدی از صفر تا ۵۰۰۰ هرتز به منظور تجزیه و تحلیل صوت‌شناختی داده‌ها استفاده شده است. تکنیکی که هرینگتون در شناسایی هدف واکه‌ای استفاده کرد از این قرار است که نقطه زمانی که در آن بسامد سازه اول، بیشینه خود را داشته باشد باید یافت و در نظر گرفت. این تکنیک بر این ایده استوار می‌باشد که واکه‌ها هنگامی به هدف خود نائل می‌شوند که مجرای دهانی بیشترین میزان باز بودن را دارا باشد که رخداد این وضعیت معمولاً با بیشینه شدن میزان بسامد سازه اول هم‌زمان می‌شود (لیندبالم Lindblom)، (۱۹۷۱). در مقاله حاضر نقطه هدف واکه‌های مدنظر لحاظ گردیده و بسامدهای سازه اول و دوم اندازه‌گیری شده‌اند. از این رو برای هر واکه به‌صورت مجزا در دو زبان فارسی و آلمانی ۵ واژه در ساختار CV:CC و به‌صورت تک هجایی در نظر گرفته و مورد بررسی قرار گرفته شده است. برای نمونه کلمات و جملات حامل در فارسی و آلمانی در زیر ذکر شده‌اند.

فارسی: رضا **کرد** است. شیراز در **فارس** است. **فارس گرم** است.

آلمانی: Der Mond ist weiß. Eli **wohnt** in Deutschland. Er **lehrt** Arabisch.

نرم‌افزار R و SPSS برای تحلیل آماری داده‌ها و مقادیر به-دست‌آمده از بررسی صوت‌شناختی نمونه‌های آوایی استفاده شده است. با استفاده از این نرم‌افزار آمار توصیفی بسامد سازه اول و دوم، نمودار فضای واکه‌ای دو زبان فارسی و آلمانی ارائه گردید. لازم به ذکر است که متغیرهای آماری این جستار به گروه‌های مختلفی از جمله جنسیت، بسامد سازه اول و دوم در گروه‌های مختلفی از جمله زبان‌آموزان آلمانی‌آموز در گروه‌های مختلف مبتدی که با A، متوسط با B، پیشرفته با C و فارسی‌زبانان اصیل که با F نام‌گذاری شدند تقسیم می‌شوند.

#### ۴ تجزیه و تحلیل داده‌ها

همان‌طور که قبلاً ذکر شد شاخصه‌های مساحتی فضای واکه-ای براساس بکر-کریستال span (۲۰۱۰:۱۱۵) عبارتند از: الف: مساحت نمودار چندضلعی ب: گسترده سازه اول یا F1 ج:

گسترده سازه دوم یا.  $F2$  span این متغیرها در کل فضا محاسبه می‌گردند.

### محاسبه شاخصه‌های دامنه و مساحت فضای واکه‌ای زبان فارسی و آلمانی در دو پیکره خوانداری و روایی در سطوح مختلف به تفکیک جنسیت

همان‌گونه که قبلاً گفتیم از اجزای مهم آواها سازه‌ها می‌باشند که اطلاعات مهمی برای شناسایی ویژگی‌هایشان را شامل می‌شوند. جهت بررسی مساحت فضای واکه‌ای از روش مقایسه میانگین شاخصه‌های مساحت فضای واکه‌ای و گستره بسامدی در گروه مردان و زنان در فارسی و آلمانی استفاده شده است. جهت حذف داده‌های پرت از معیار فاصله ماهالانویس (۱۹۳۶) استفاده شده است که زمانی که داده‌ها دو بعدی باشند این معیار به کار می‌رود. منظور از داده پرت به لحاظ آماری، تعداد محدودی از داده‌هاست که نسبت به توزیع عادی واکه‌ها ناهماهنگ و از بقیه مشاهدات دور و غیرطبیعی باشند. در این تحقیق نیز چون واکه‌ها دارای دو بعد سازه اول دوم هستند براساس این معیار اگر هر دو بعد یک

واکه پرت باشد آن را مشخص می‌کند. در داده‌های زبان فارسی و آلمانی بیشینه میزان بسامد سازه اول برای واکه /a:/ و کمینه میزان بسامدی سازه اول برای واکه /i:/ به دست آمده است. در مورد بسامد سازه دوم نیز مقدار بیشینه برای واکه /i:/ و کمینه برای واکه /o:/ به دست آمده است و گستره بسامدی، حاصل جمع مقدار بیشینه و انحراف استاندارد و حاصل افتراق کمینه و انحراف استاندارد است و بدین طریق مقادیر min و max مشخص می‌شود که از حاصل افتراق این دو متغیر در هر گروه سازه‌ای، گستره فضای واکه‌ای تعیین می‌گردد. براساس پیش‌بینی نظریه انتظار داریم که مساحت فضای واکه‌ای زبان آلمانی به دلیل وجود واکه‌های بیشتر بزرگ‌تر از مساحت فضای واکه‌ای فارسی به دست آید. در جدول ۱ آمار توصیفی بسامد سازه اول و دوم واکه‌های مشترک فارسی و آلمانی که توسط آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان در سطوح مختلف پایه، متوسط و پیشرفته در پیکره خوان-داری و روایی با در نظر گرفتن جنسیت هر دو زبان تلفظ شده است ارائه شده است.

جدول ۱: جدول بسامد سازه اول و دوم فارسی‌زبانان اصیل و آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان در سه گروه پایه، متوسط و پیشرفته بر اساس تفکیک جنسیت در پیکره خوانداری و روایی

		F1				F2				
		A	B	C	F	A	B	C	F	
S	Female	?:				613 ± 141				1285 ± 111
		a:	783 ± 107	736 ± 121	768 ± 122	879 ± 120	1504 ± 187	1531 ± 156	1426 ± 156	1786 ± 113
		e:	698 ± 44	575 ± 86	588 ± 81	541 ± 86	2124 ± 222	2093 ± 254	2217 ± 201	2048 ± 207
		i:	491 ± 56	439 ± 49	351 ± 67	302 ± 23	2405 ± 164	2526 ± 187	2406 ± 316	1771 ± 527
		o:	528 ± 49	499 ± 72	481 ± 80	464 ± 59	528 ± 49	499 ± 72	481 ± 80	464 ± 59
	u:	424 ± 43	427 ± 44	390 ± 53	335 ± 39	424 ± 43	427 ± 44	390 ± 53	335 ± 39	
	Male	?:				555 ± 78				1119 ± 185
		a:	644 ± 49	580 ± 28	754 ± 104	632 ± 75	1211 ± 170	1033 ± 114	1226 ± 126	1599 ± 104
		e:	698 ± 44	575 ± 86	588 ± 81	541 ± 86	2124 ± 222	2093 ± 254	2217 ± 201	2048 ± 207
		i:	314 ± 26	306 ± 15	315 ± 53	290 ± 46	2198 ± 135	2198 ± 92	2212 ± 61	2372 ± 128
o:		480 ± 55	474 ± 70	548 ± 62	430 ± 28	480 ± 55	474 ± 70	548 ± 62	430 ± 28	
u:	343 ± 24	355 ± 10	429 ± 51	340 ± 56	343 ± 24	355 ± 10	429 ± 51	340 ± 56		
T	Female	?:				651 ± 176				1392 ± 178
		a:	875 ± 83	771 ± 82	721 ± 120	875 ± 116	1466 ± 166	1532 ± 134	1417 ± 152	1826 ± 105
		e:	668 ± 65	594 ± 78	569 ± 95	440 ± 48	1977 ± 281	2026 ± 314	2201 ± 166	2079 ± 176
		i:	464 ± 45	385 ± 46	352 ± 52	290 ± 21	2389 ± 256	2335 ± 494	2451 ± 383	2151 ± 530
		o:	1042 ± 217	1187 ± 248	1108 ± 140	1002 ± 69	1197 ± 207	1182 ± 185	1222 ± 220	1043 ± 25
	u:	1116 ± 260	1111 ± 245	1094 ± 157	1230 ± 149	1164 ± 204	1126 ± 278	1066 ± 275	1274 ± 81	
	Male	?:				570 ± 90				1081 ± 164
		a:	644 ± 57	522 ± 21	644 ± 124	664 ± 59	1321 ± 167	1095 ± 60	1330 ± 352	1571 ± 91
		e:	668 ± 65	594 ± 78	569 ± 95	440 ± 48	1977 ± 281	2026 ± 314	2201 ± 166	2079 ± 176
		i:	308 ± 34	305 ± 19	341 ± 24	308 ± 41	2203 ± 172	2291 ± 73	2135 ± 110	2398 ± 218
o:		982 ± 183	1202 ± 361	1447 ± 520	902 ± 128	1126 ± 347	1046 ± 216	1183 ± 474	921 ± 145	
u:	894 ± 136	876 ± 133	1808 ± 713	1219 ± 253	1096 ± 280	854 ± 148	1157 ± 567	1200 ± 213		

از جدول ۱ نتایج زیر در مورد بسامد سازه اول و دوم در دو پیکره خوان‌داری و روایی در دو زبان فارسی و آلمانی به دست می‌آید:

ترتیب واکه‌های فارسی و آلمانی در سطوح مختلف بر اساس سیر صعودی میزان بسامد سازه اول در مردان و زنان به صورت زیر است که با علائم اختصاری F برای فارسی‌زبانان، A برای آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح مبتدی، B برای آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح متوسط و C برای آلمانی-آموزان فارسی‌زبان سطح پیشرفته نمایش داده شده است.

پیکره خوان‌داری:  
پیکره روایی:

[a:] زنان:  $B < C < A < F$  مردان:  $B < F < A < C$  زنان  
:  $F < B < A, C$  مردان:  $F < C, A < F$

[U:] زنان:  $F < C < A < B < C$  مردان:  $F < A < B < C$  زنان  
:  $F < B < C < A$  مردان:  $F < B < A < C$

[o:] زنان:  $F < C < B < A$  مردان:  $F < B < A < C$  زنان  
:  $F < B < A < C$  مردان:  $B < F < A < C$

[i:] زنان:  $F < C < B < A$  مردان:  $F < B < A < C$  مردان  
:  $F < C < B < A$  مردان:  $B < A, F < C$

[e:] زنان:  $F < B < C < A$  مردان:  $F < B < A < C$  زنان  
:  $F < C < B < A$  مردان:  $B < F < A < C$

ترتیب واکه‌های فارسی و آلمانی در سطوح مختلف بر اساس سیر صعودی میزان بسامد سازه دوم در مردان و زنان به صورت زیر است.

پیکره خوان‌داری:  
پیکره روایی:

[a:] زنان:  $C < A < B < F$  مردان:  $B < A < C < F$  زنان  
:  $C < A < B < F$  مردان:  $B < C < A < F$

[U:] زنان:  $C < B < A < F$  مردان:  $B < A < F < C$  زنان  
:  $C < B < A < F$  مردان:  $B < A < C < F$

[o:] زنان:  $F < A < C < B$  مردان:  $F < A < C < B$  زنان  
:  $F < B < A < C$  مردان:  $F < B < A < C$

[i:] زنان:  $F < A < C < B$  مردان:  $B, A < C < F$  زنان  
:  $F < B < A < C$  مردان:  $C < A < B < F$

[e:] زنان:  $F < B < A < C$  مردان:  $B < A < C < F$  زنان  
:  $A < B < F < C$  مردان:  $A < F < B < C$

مقایسه نمودار فضای واکه‌ای زبان فارسی با آلمانی-

آموزان در سطوح مختلف پایه، متوسط و پیشرفته در

دو پیکره خوان‌داری و روایی به صورت جداگانه

برای درک عینی‌تر کیفیت واکه‌ها در ارتباط با یکدیگر از نموداری در ابزار صوت‌شناختی که به نام نمودار واکه‌ای است استفاده می‌شود و از این نمودار نه تنها برای مقاصد توصیفی استفاده می‌شود بلکه همان‌طور که هیوارد به آن اشاره کرده است در نمودار فضای واکه‌ای مفاهیم عمیق‌تری گنجانده شده است که از آن استفاده می‌شود، به طوری که می‌توان نمودار سازه‌ای را نمایش دهنده فضای واکه‌ای ادراکی جهانی دانست.

پیکره خوان‌داری:

در مقایسه فضای واکه‌ای زبان فارسی با آلمانی‌آموزان فارسی-زبان سطح پایه در گروه زنان فضای واکه‌ای آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح پایه با مقدار میانگین ۲۹۳،۷۳۳ هرتز مربع نسبت به زبان فارسی با ۳۳۲،۲۹۰ هرتز مربع کوچک‌تر است که در نمودار ۱ این فضا واکه /i:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح پایه نسبت به فارسی‌زبانان پیشین‌تر شده است و در مقایسه با بقیه واکه‌ها دارای کمترین F1 و بیشترین F2 می‌باشد و همچنین واکه /e:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان در این سطح نسبت به فارسی‌زبانان پسین‌تر است. واکه پیشین /a:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبانان سطح پایه نسبت به فارسی‌زبانان پسین‌تر است. واکه پسین /o:/ در آلمانی‌آموزان سطح پایه پیشین‌تر از فارسی‌زبانان گزارش شده است در صورتی که واکه /u:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان پسین‌تر از فارسی‌زبانان است.

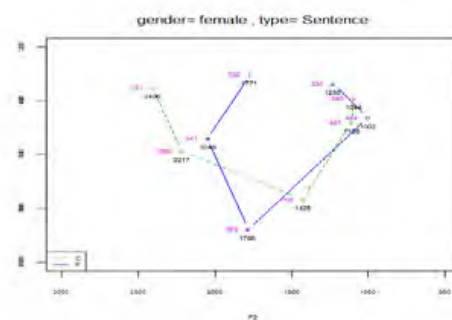


جدول ۲: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح پایه در گروه زنان در پیکره خوان‌داری

Max of area	Min of area2	StdDev of area3	Average of area4	Count of area5	Row Labels
					A
328,177	259,289	48,711	293,733	2	Female
					F
332,290	332,290		332,290	1	Female

نمودار ۱: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان

سطح پایه در گروه زنان در پیکره خوان‌داری

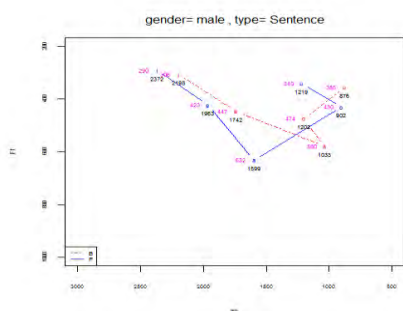


در سطح پایه در گروه مردان این نتیجه به دست آمد که فضای واکه‌ای آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح پایه با مقدار میانگین ۲۲۶،۲۸۰ هرتز مربع نسبت به زبان فارسی با ۲۲۰،۷۴۴ هرتز مربع بزرگ‌تر است که در نمودار ۲ این فضا واکه /i:/، /e:/، /a:/ و /u:/ در فارسی‌زبانان پیشین‌تر از آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح پایه در مردان می‌باشد در صورتی که واکه [o:] در فارسی‌زبانان پسین‌تر از آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح پایه است.

جدول ۳: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح پایه در گروه مردان در پیکره خوان‌داری

Max of area	Min of area2	StdDev of area3	Average of area4	Count of area5	Row Labels
					A
266,025	174,738	46,773	226,280	3	Male
					F
295,206	159,269	71,353	220,744	4	Male

نمودار ۲: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح پایه در گروه مردان در پیکره خوان‌داری

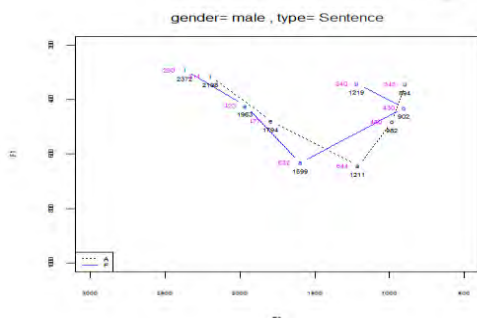


در جدول ۴ سطح متوسط در گروه زنان فضای واکه‌ای آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح متوسط با مقدار میانگین ۲۲۱،۹۶۸ هرتز مربع نسبت به زبان فارسی با ۳۳۲،۲۹۰ هرتز مربع کوچک‌تر است که در این فضا در نمودار ۳ واکه‌های /i:/، /e:/ و /o:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح متوسط در زنان پیشین‌تر از فارسی‌زبانان است در صورتی که دو واکه /u:/ و /a:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان پسین‌تر از فارسی‌زبانان هستند.

جدول ۴: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح متوسط در گروه زنان در پیکره خوان‌داری

Max of area	Min of area2	StdDev of area3	Average of area4	Count of area5	Row Labels
					B
321,896	147,465	77,345	221,968	4	Female
					F
332,290	332,290		332,290	1	Female

نمودار ۳: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح متوسط در گروه زنان در پیکره خوان‌داری

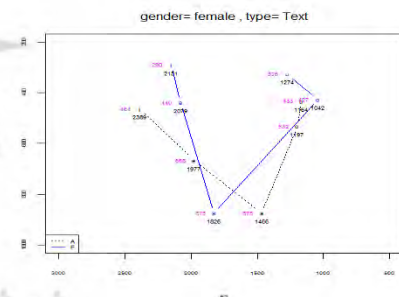


نتیجه در جدول ۵ سطح متوسط در گروه مردان نشان داده شد که فضای واکه‌ای آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح متوسط با مقدار میانگین ۱۴۴,۸۴۴ هرتز مربع نسبت به زبان فارسی با ۲۲۰,۷۴۴ هرتز مربع کوچک‌تر است که این فضا در نمودار ۴ واکه‌های /i:/، /e:/، /a:/، /u:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح متوسط در مردان پسین‌تر از فارسی‌زبانان است در صورتی‌که واکه /o:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح متوسط پیشین‌تر از فارسی‌زبانان است.

جدول ۵: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح متوسط در گروه مردان در پیکره خوان‌داری

Max of area	Min of area2	StdDev of area3	Average of area4	Count of area5	Row Labels
					B
144,884	144,884		144,884	1	Male
					F
295,206	159,269	71,353	220,744	4	Male

نمودار ۴: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح متوسط در گروه مردان در پیکره خوان‌داری

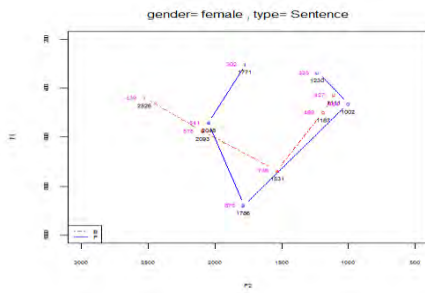


در جدول ۶ سطح پیشرفته در گروه زنان فضای واکه‌ای آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح پیشرفته با مقدار میانگین ۳۵۱,۷۳۶ هرتز مربع نسبت به زبان فارسی با ۳۳۲,۲۹۰ هرتز مربع بزرگ‌تر است که این فضا در نمودار ۵ واکه‌های /e:/، /i:/، /o:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبانان سطح پیشرفته پیشین‌تر از فارسی‌زبانان هستند در حالیکه واکه‌های /a:/ و /u:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان پسین‌تر از فارسی‌زبانان هستند.

جدول ۶: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح پیشرفته در گروه زنان در پیکره خوان‌داری

Max of area	Min of area2	StdDev of area3	Average of area4	Count of area5	Row Labels
					C
445,157	205,628	128,162	351,736	3	Female
					F
332,290	332,290		332,290	1	Female

نمودار ۵: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح متوسط در گروه مردان در پیکره خوان‌داری



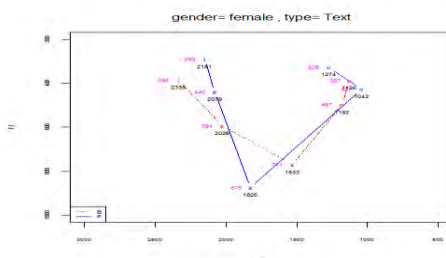
### پیکره روایی:

در گروه زنان فضای واکه‌ای آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح پایه با مقدار میانگین ۲۸۲,۹۳۰ هرتز مربع نسبت به زبان فارسی با ۳۴۵,۱۹۴ هرتز مربع کوچک‌تر است که در نمودار ۶ این فضا واکه‌های /i:/ و /o:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح پایه در زنان پیشین‌تر از فارسی‌زبانان است در حالی‌که واکه‌های /e:/، /a:/، /u:/ در آلمانی‌آموزان سطح پایه پسین‌تر از ارسی‌زبانان هستند.

جدول ۷: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح پایه در گروه زنان در پیکره روایی

Max of area	Min of area2	StdDev of area3	Average of area4	Count of area5	Row Labels
					A
316,386	249,475	47,313	282,930	2	Female
					F
345,194	345,194		345,194	1	Female

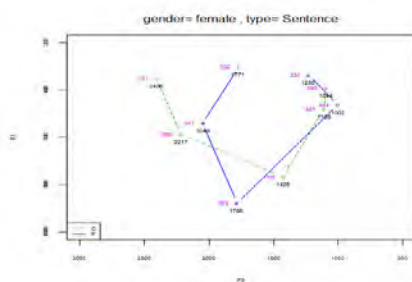
نمودار ۶: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح پایه در گروه زنان در پیکره روایی



جدول ۹: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح متوسط در گروه زنان در پیکره روایی

Max of area	Min of area2	StdDev of area3	Average of area4	Count of area5	Row Labels
					B
311,430	241,572	29,027	281,120	4	Female
					F
345,194	345,194		345,194	1	Female

نمودار ۸: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح متوسط در گروه زنان در پیکره روایی

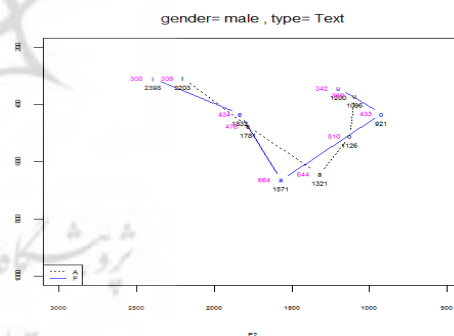


در سطح پایه در گروه مردان به این نتیجه دست پیدا کرده‌ایم که فضای واکه‌ای آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح پایه با مقدار میانگین ۱۸۲،۸۴۵ هرتز مربع نسبت به زبان فارسی با ۲۱۴،۷۳۸ هرتز مربع کوچک‌تر است که در نمودار ۷ این فضا واکه‌های /a:/، /u:/، /e:/، /i:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح پایه در مردان پسین‌تر از فارسی‌زبانان هستند و واکه‌های /o:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبانان پیشین‌تر از فارسی‌زبان سطح پایه است.

جدول ۸: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح پایه در گروه مردان در پیکره روایی

Max of area	Min of area2	StdDev of area3	Average of area4	Count of area5	Row Labels
					A
261,745	87,907	88,021	182,845	3	Male
					F
310,177	137,326	78,332	214,738	4	Male

نمودار ۷: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح پایه در گروه مردان در پیکره روایی



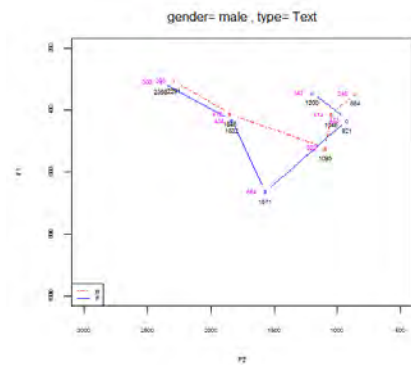
در سطح متوسط در گروه مردان به این نتیجه دست پیدا کرده‌ایم که فضای واکه‌ای آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح متوسط با مقدار میانگین ۱۳۸،۶۶۸ هرتز مربع نسبت به زبان فارسی با ۲۱۴،۷۳۸ هرتز مربع کوچک‌تر است که در نمودار ۹ این فضا واکه‌های /a:/، /u:/، /i:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح متوسط در مردان پسین‌تر از فارسی‌زبانان است و واکه‌های /o:/ و /e:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان پیشین‌تر از فارسی‌زبانان هستند.

جدول ۱۰: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح متوسط در گروه مردان در پیکره روایی

Max of area	Min of area2	StdDev of area3	Average of area4	Count of area5	Row Labels
					B
138,668	138,668		138,668	1	Male
					F
310,177	137,326	78,332	214,738	4	Male

در جدول ۹ سطح متوسط در گروه زنان به این نتیجه دست پیدا کرده‌ایم که فضای واکه‌ای آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح متوسط با مقدار میانگین ۲۸۱،۱۲۰ هرتز مربع نسبت به زبان فارسی با ۳۴۵،۱۹۴ هرتز مربع کوچک‌تر است که در نمودار ۸ این فضا واکه‌های /o:/ و /i:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح متوسط در گروه زنان پیشین‌تر از فارسی‌زبانان هستند در صورتی که واکه‌های /a:/، /e:/ و /u:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان در این سطح پسین‌تر از فارسی‌زبانان گزارش شده‌اند.

نمودار ۹: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح متوسط در گروه مردان در پیکره روایی

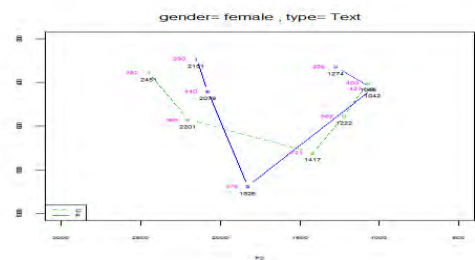


در مقایسه فضای واکه‌ای زبان فارسی با آلمانی‌آموزان فارسی-زبان سطح پیشرفته در گروه زنان به این نتیجه دست پیدا کرده‌ایم که فضای واکه‌ای آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح پیشرفته با مقدار میانگین ۳۱۳،۶۴۲ هرتز مربع نسبت به زبان فارسی با ۳۴۵،۱۹۴ هرتز مربع کوچک‌تر است که در نمودار ۱۰ این فضا واکه‌های /e:/، /i:/ و /o:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان پیشین‌تر از فارسی‌زبانان هستند و واکه‌های /a:/ و /u:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان پیشین‌تر از فارسی‌زبانان هستند.

جدول ۱۱: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح پیشرفته در گروه زنان در پیکره روایی

Max of area	Min of area2	StdDev of area3	Average of area4	Count of area5	Row Labels
424,936	182,081	122,689	313,642	3	Female
345,194	345,194		345,194	1	Female

نمودار ۱۰: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح پیشرفته در گروه زنان در پیکره روایی

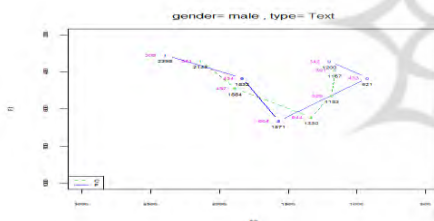


در سطح پیشرفته در گروه مردان نتیجه نشان داده شده است که فضای واکه‌ای آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح پیشرفته با مقدار میانگین ۱۶۴،۸۵۹ هرتز مربع نسبت به زبان فارسی با ۲۱۴،۷۳۸ هرتز مربع کوچک‌تر است که در نمودار ۱۱ این فضا واکه‌های /a:/، /i:/، /e:/ و /o:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان سطح پیشرفته در مردان پسین‌تر از فارسی‌زبانان هستند در صورتی که واکه‌های /e:/ و /o:/ در آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان در این سطح پیشین‌تر از فارسی‌زبانان هستند.

جدول ۱۲: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح پیشرفته در گروه مردان در پیکره روایی

Max of area	Min of area2	StdDev of area3	Average of area4	Count of area5	Row Labels
238,681	91,038	104,400	164,859	2	Male
310,177	137,326	78,332	214,738	4	Male

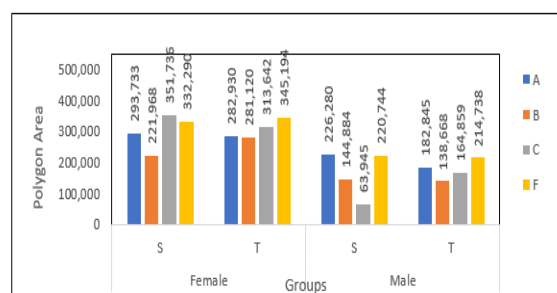
نمودار ۱۱: مقایسه فضای واکه‌ای فارسی‌زبانان و آلمانی‌آموزان سطح پیشرفته در گروه مردان در پیکره روایی



در نمودار ۱۲ مساحت فضای واکه‌ای زبان آلمانی در آلمانی-آموزان فارسی‌زبان با زبان فارسی در پیکره روایی و خوان-داری نمایش داده شده است که به تحلیل آن می‌پردازیم. همان‌طور که مشاهده می‌شود در مساحت فضای واکه‌ای در زنان تمام واکه‌های بررسی شده بیشتر از مردان می‌باشد. ترتیب سطوح آلمانی‌آموزان و فارسی‌زبانان اصیل با توجه به مساحت فضای واکه‌ای بر اساس سیر صعودی به شرح زیر می‌باشد.

- گروه زنان در پیکره خوان‌داری:  $B < A < F < C$
- گروه زنان در پیکره روایی:  $B < A < C < F$
- گروه مردان در پیکره خوان‌داری:  $C < B < F < A$
- گروه مردان در پیکره روایی:  $B < C < A < F$

نمودار ۱۲: مساحت فضای واکه‌ای در پیکره خوانداری و روایی در گروه مردان و زنان



### نتایج آزمون‌های انجام شده

جهت بررسی پیش‌بینی کلیدی نظریه پراکندگی سازگاریافته مساحت فضای واکه‌ای زبان فارسی با ۵ واکه مشابه زبان آلمانی توسط آلمانی‌آموزان فارسی‌زبان براساس شاخصه‌های مساحتی بکر-کریستال (۲۰۱۰) باهم مقایسه شده است. بنابراین آزمون‌های تحت عنوان آزمون واریانس یک متغیر است که از مدل‌های خطی (General linear model by analysis of variance for one dependent variable) استفاده می‌شود انجام شد تا دریاپیم عوامل مختلف از جمله جنسیت، نوع پیکره و سطح به چه مقدار بر نتایج F1 و F2 هر واکه تأثیر گذاشته است و نتایج این بررسی بیان کننده این موضوع هستند که هنگامی که نرمال‌سازی منجر به کاهش واریانس شود بیشترین تأثیر را بر طبقه‌بندی گروهی ایجاد می‌کند و این منجر به طبقه‌بندی بهتر گروه‌های آوایی می‌شود که به تحلیل آن می‌پردازیم.

در این آزمون F نشانگر مقدار آمار آزمون است که دارای توزیع فیشر (fisher) با درجه آزادی (freedom) degree و df2 هستند. اثر متقابل دو فاکتور در صورتی معنادار است که مقدار sig کمتر از ۰/۰۵ باشد و باید این مقدار حفظ شود و اگر بیشتر از ۰/۰۵ باشد اثر معنادار نیست و حذف می‌کنیم. آمار آزمون برای gender برابر با ۲۵/۵۴۳ که دارای توزیع fisher با درجه آزادی ۱ و ۳۴ بوده است و sig آن کمتر از

۰/۰۵ شده است و معنادار شده است که در جدول ۱۶ مشاهده می‌شود.

جدول ۱۳: تحلیل واریانس چند راهه ( تک متغیره) برای مساحت فضای واکه‌ای زبان فارسی و آلمانی در سطوح مختلف در زنان و مردان

Dependent Variable: area					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
level	37735501202.8	3	12578500400.9	2.147	.112
gender	149650250147.541	1	149650250147.541	25.543	.000
type	599958226.897	1	599958226.897	.102	.751
Error	199201236183.913	34	5858859887.76		

### ۵ نتیجه‌گیری

در این تحقیق به بررسی تأثیر تغییرات فضای واکه‌ای در یادگیری زبان آلمانی توسط فارسی‌زبانان پرداخته شده است. با توجه به این که تعداد واکه‌ها در زبان آلمانی بیشتر از فارسی است انتظار می‌رود که مساحت فضای واکه‌ای آلمانی بیشتر شود. اما تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد که تنها گروه زنان در پیکره خوانداری فضای واکه‌ای بزرگ‌تری تولید کردند و F1 و F2 متفاوت با فارسی تولید شده است و همچنین F1 با ارتفاع زبان نسبت عکس دارد، هرچه ارتفاع زبان کاسته شود، F1 افزایش خواهد داشت. F2 با جایگاه تولید پیشین یا پسین رابطه مستقیم دارد. F1 با ارتفاع زبان و F2 با عقب و جلو بودن زبان مرتبط است. F1 با کاهش ارتفاع تولیدی در زبان افزایش می‌یابد، برای بیشتر شدن F1 باید زبان پایین‌تر بیاید ارتفاع زبان کمتر شود. بررسی‌های همبستگی F2 با میزان پسین بودن دلالت بر این امر دارند که F2 برای واکه‌های پیشین بیشتر از واکه‌های پسین می‌باشد. به عبارت دیگر، هر چه مجرای دهان در تولید یک واکه بازتر باشد F1 آن بالاتر و هرچه مجرای دهان بسته‌تر باشد، F1 کمتر است. بنابراین واکه افتاده /a: / و واکه پیشین /e: / F1 بیشتر نسبت به واکه‌های پسین /o: /، /u / و واکه پیشین /i: / دارند. همچنین واکه /a: / بازترین در گروه زنان آلمانی‌آموز و واکه /i: / بسته‌ترین واکه در گروه مردان آلمانی‌آموز است. نتایج نشان

می دهد که پیش‌بینی این نظریه در گروه آلمانی‌آموزان فارسی - زبان سطح پیشرفته در زنان در پیکره خوان‌داری تأیید می‌شود چون تعداد واژه‌های زبان آلمانی نسبت به زبان فارسی بیشتر است اما مساحت فضای واژه‌ای در سطوح و گروه‌های دیگر، این نظریه تأیید نشده است و سایر گروه‌ها هنوز سازه‌های متفاوت با سازه‌های واژه‌های آلمانی کلمات را تلفظ می‌کنند.

## منابع

استاری، ابراهیم و الناز قدوسی شاهنشین (۱۳۹۲). نقش آزمون‌سازی در سنجش آموخته‌های زبان‌آموز در آموزش زبان آلمانی. *پژوهش‌های زبان‌شناختی در زبانهای خارجی*، دوره ۳، شماره ۱، ۱۹ تا ۴۳.

اسفندیاری، نسیم و بتول علی نژاد (۱۳۹۴). بهنجاری فضای واژه‌ای زبان فارسی. *پژوهش‌های زبان‌شناسی* (مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی اصفهان)، دوره ۷، شماره ۲، ۱۵-۳۴.

پروان، حسن و حسین سرکار حسن خان (۱۳۹۷). کاربرد پیکره‌های متنی در آموزش زبان آلمانی. *پژوهش‌های زبان‌شناختی در زبانهای خارجی*، دوره ۱، شماره ۲، ۴۷۴-۴۴۹.

جعفری، زینب و بتول علی نژاد (۱۳۹۷). فضای واژه‌ای واژه‌های خیشومی شده زبان فارسی. *پژوهش‌های زبان‌پژوهی دانشگاه الزهرا*، سال دوازدهم، شماره ۳۴.

حدادی، محمد حسین و شقایق میثمی (۱۳۹۸). بررسی تأثیر «تداخل زبانی» بر فراگیری تلفظ صحیح در زبان آلمانی برای زبان‌آموزان ایرانی در سطح مقدماتی. *پژوهش‌های زبان‌شناختی در زبانهای خارجی*، دوره ۹، شماره ۴، ۱۳۳۹-۱۳۶۶.

دوستی‌زاده، محمدرضا و فاطمه ارزجانی (۱۳۹۶). اهمیت و ضرورت پردازش «توانش ارتباط بین فرهنگی» در کتاب‌های درسی آموزش زبان آلمانی وزارت آموزش و پرورش. *پژوهش‌های زبان‌شناختی در زبانهای خارجی*، دوره ۴، شماره ۹، ۱۶۷-۱۹۰.

دوستی‌زاده، محمدرضا و آذر فرقانی تهرانی (۱۳۹۰). تحلیل خطا در آموزش زبانهای خارجی با توجه ویژه به ارزیابی خطا در آموزش ترجمه، *پژوهش‌های زبان‌شناختی در زبانهای خارجی*، دوره ۱، شماره ۴۷، ۲-۶۶.

زارع، سعیده (۱۳۹۷). انتقال آوایی در گفتار فارسی فارسی - آموزان چینی با تمرکز بر فضای واژه‌ای. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*. دانشکده مدیریت و علوم انسانی گروه زبان انگلیسی دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار.

علی نژاد، بتول و فهیمه حسینی بالام (۱۳۹۲). *مبانی آواشناسی آکوستیکی*. اصفهان: انتشارات دانشگاه اصفهان.

علی نژاد، بتول (۱۳۹۴). تأثیر تعداد واژه بر مساحت فضای واژه‌ای زبان فارسی و مازندرانی: پیش‌بینی کلیدی نظریه پراکندگی سازگار یافته. *پژوهش‌های زبانی*، سال ۷، شماره ۱، ۹۷-۱۱۵.

فشندکی، شهره (۱۳۹۰). *بررسی صوت‌شناختی آکوستیکی واژه‌های ساده زبان فارسی معیار*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه الزهرا (س)، تهران.

قرائتی، سپیده (۱۳۸۹). *بررسی صوت‌شناختی تکیه واژگانی در زبان فارسی*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه اصفهان.

مدرسی قوامی، گلنار (۱۳۹۲). *آواشناسی: بررسی علمی گفتار*. تهران: مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی. تهران.

محمدی، هیوا و همکاران (۱۳۹۲). *تعیین ساختار سازه‌ای و فضای واژه‌ای در واژه‌های زبان فارسی*. *دو ماهنامه شنوایی سنجی*، دوره ۲۰، شماره ۲، ۷۹-۸۵.

Becker-Kristal, R. (2010). *Acoustic typology of vowel inventories and Dispersion theory: insights from a large cross-linguistic corpus*. PhD dissertation in linguistics. University of California. Los Angeles.

Braches, H. (1987). *German Word Stress and Lexical Phonology*. Simon Fraser University. British Colobia. Canada.

Bradlow, A. (1995). *Comparative study of English and Spanish vowels*. *Journal of Acoustic Society of America*, 97: 1916-1924.

Fleming, J Peter. (1995). *Genetic Algorithms for Multiobjective Optimization: Evolutionary Computation* ( Volume: 3, Issue: 1), MIT Press. 1-16.

Flynn, N. (2011). *Comparing Vowel and Formant Normalization Procedures*. *York Papers in Linguistics Series 2*, 1-13.

Fourakis, M. (1991). *Tempo Stress and Vowel Reduction in American English*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 84. pp. 901- 916.

Harrington, J. (2010). *Phonetics Analysis of Speech Corpora*. London: Wiley- Blackwell Publication.

Joos, M. (1948). Acoustic phonetics. Supplement to language. *The linguistic society of America*, Baltimore 24(2).

Klosinski, R. (2013). German Vowel L2-Production and L1- Categorization of L2 students at an American University. Universität Jena. Germany.

Ladefoged, P. (1976). *Three Areas of Experimental Phonetics*. Oxford: Oxford University Press.

Lindblom, B. (1986). Phonetic universals in vowel systems. In J. Ohala, and J., Jaeger, (eds.) *Experimental phonology*. 13-44. Orlando: Academic Press.

Lyon, P. (2000). Numerical Solution of Acoustic Propagation Problems Using Linearized Euler Equations. *AIAA Journal*, 38, 22-29.

Padgett, J. & M. Tabain. (2005). Adaptive dispersion theory and phonological vowel reduction in Russian. *Phonetica*, 62, 14-54.

Peterson, G.E. & Barney, H. L. (1952). Control Methods Used in a Study of the Vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 24, 84-175.

Pols, L. W. C., Tromp. H. R. C. & Plomp, R. (1973). Frequency Analysis of Dutch Vowels from 50 male Speakers. *Journal of the Acoustical Society of America*, 53, 1093-1101.

Potter, R. K & Steinberg, J. C. (1950). Toward the Specification of Speech. *Journal of Acoustical Society of America*, 22, 807- 820.

Simpson, A. P., and Ericsson, C. (2007). Sex-specific differences in f0 and vowel space, in Proceedings of the XVIth International Congress of Phonetic Sciences, Saarbrücken. 933-936.

Stevens, K. N., & House, A. S. (1963). Perturbation of vowel articulation by consonantal context: An acoustical study. *Journal of Speech and Hearing Research*, 6, 111-128.

Watt, D. & Fabricius, A. (2002). Evaluation of a technique for improving the mapping of multiple speaker s vowel spaces in the F1~ F2 plane. *Leeds Working Papers in Linguistics and Phonetics* 9, 159 -173.

Yang, J.-T. (2007). the impact of knowledge sharing on organizational learning and effectiveness, *Journal of Knowledge Management*, Vol. 11 No. 2, pp. 83-90.