

نظام آوایی زبان فارسی

دکتر محمود بی‌جن خان

تهران

۱۳۹۲



سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)

مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی

سرشناسه: بی‌جن‌خان، محمود، ۱۳۳۷-
عنوان و نام پدیدآور: نظام آوایی زبان فارسی / محمود بی‌جن‌خان.
مشخصات نشر: تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری: شانزده، ۳۵۶ ص.: مصور، جدول، نمودار.
فروست: «سمت»؛ ۱۷۰۳. زبان‌شناسی؛ ۳۰.
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۳۰-۰۰۴-۴ ۹۷۸-۹۶۴-۵۳۰-۰۰۴-۴ ریال
وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا
یادداشت: پشت جلد به انگلیسی: Mahmood Bijankhan. Phonetic System of the Persian Language.
یادداشت: واژه‌نامه.
یادداشت: کتاب‌نامه: ص. ۳۳۸-۳۴۱.
موضوع: فارسی — آواشناسی
موضوع: فارسی — واج‌شناسی
شماره افزوده: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی.
رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۲ ۶ ن ۹ ب / PIR ۲۷۰۲
رده‌بندی دیویی: ۱/۵ فا ۶
شماره کتابشناسی ملی: ۳۲۸۷۴۹۹

سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)

مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی



نظام آوایی زبان فارسی

دکتر محمود بی‌جن‌خان (دانشیار دانشگاه تهران)

ویراستار: مریم جابر

چاپ اول: پاییز ۱۳۹۲

تعداد: ۱۰۰۰

حروفچینی و لیتوگرافی: «سمت»

چاپ و صحافی: نگین

قیمت: ۹۵۰۰۰ ریال. در این نوبت چاپ قیمت مذکور ثابت است و فروشندگان و عوامل

توزیع مجاز به تغییر آن نیستند.

نشانی ساختمان مرکزی: تهران، بزرگراه جلال آل احمد، غرب پل یادگار امام (ره)،

روبه‌روی پمپ گاز، کد پستی ۱۴۶۳۶، تلفن ۲-۴۴۲۴۶۲۵۰.

www.samt.ac.ir

info@samt.ac.ir

هر شخص حقیقی یا حقوقی که تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر یا مؤلف، نشر یا پخش یا عرضه یا تکثیر یا تجدید چاپ نماید، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

سخن «سمت»

یکی از اهداف مهم انقلاب فرهنگی، ایجاد دگرگونی اساسی در دروس علوم انسانی دانشگاهها بوده است و این امر، مستلزم بازنگری منابع درسی موجود و تدوین منابع مبنایی و علمی معتبر و مستند با در نظر گرفتن دیدگاه اسلامی در مبنایی و مسائل این علوم است. ستاد انقلاب فرهنگی در این زمینه گامهایی برداشته بود، اما اهمیت موضوع اقتضا می کرد که سازمانی مخصوص این کار تأسیس شود و شورای عالی انقلاب فرهنگی در تاریخ ۶۳/۱۲/۷ تأسیس «سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها» را که به اختصار «سمت» نامیده می شود، تصویب کرد.

بنابراین، هدف سازمان این است که با استمداد از عنایت خداوند و همت و همکاری دانشمندان و استادان متعهد و دلسوز، به مطالعات و تحقیقات لازم پردازد و در هر کدام از رشته های علوم انسانی به تألیف و ترجمه منابع درسی اصلی، فرعی و جنبی اقدام کند. دشواری چنین کاری بر دانشمندان و صاحب نظران پوشیده نیست و به همین جهت مرحله کمال مطلوب آن، باید به تدریج و پس از انتقادات و یادآوریهای پیاپی ارباب نظر به دست آید و انتظار دارد که این بزرگواران از این همکاری دریغ نورزند.

کتاب حاضر برای دانشجویان رشته زبان شناسی در مقطع کارشناسی ارشد به عنوان منبع اصلی درس «آواشناسی آزمایشگاهی (آکوستیک)» به ارزش ۲ واحد و در مقطع دکتری به عنوان منبع اصلی درس «آواشناسی و واج شناسی» به ارزش ۲ واحد تدوین شده است. امید است که علاوه بر جامعه دانشگاهی محققان حوزه های پردازش گفتار و گفتاردرمانی نیز از آن بهره مند شوند.

از استادان و صاحب نظران ارجمند تقاضا می شود با همکاری، راهنمایی و پیشنهادهای اصلاحی خود، این سازمان را در جهت اصلاح کتاب حاضر و تدوین دیگر آثار مورد نیاز جامعه دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران یاری دهند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	پیش‌گفتار
۵	فصل اول: طرح یک مسئله شناختی
۵	۱-۱ مقدمه
۱۱	۱-۲ بازشناسی کلمه
۱۳	۱-۲-۱ ویژگیهای گفتار
۱۵	۱-۲-۲ روشهای طراحی آزمایش
۱۸	۱-۲-۳ انگاره‌های بازشناسی کلمه
۱۸	۱-۲-۳-۱ انگاره کوهورت
۲۴	۱-۲-۳-۲ انگاره ردیابی
۳۰	۱-۲-۳-۲-۱ جبران هم‌تولیدی
۳۲	۱-۲-۳-۳ انگاره سیاه کوتاه
۳۴	۱-۲-۳-۴ انگاره راهبرد تقطیع وزنی
۳۷	۱-۳ فرایند بازشناسی کلمه
۴۰	فصل دوم: ساخت وزنی
۴۰	۲-۱ مقدمه
۴۱	۲-۲ تکیه از دیدگاه آواشناسی
۴۶	۲-۲-۱ عوامل درکی در تکیه فارسی
۵۲	۲-۳ تکیه از دیدگاه واج‌شناسی
۵۶	۲-۴ الگوی وزنی
۶۰	۲-۵ واج‌شناسی نوایی
۶۱	۲-۵-۱ کلمه واجی
۶۴	۲-۵-۲ گروه واجی

۳۱۷	۶-۳-۲ واکداری: دیدگاه صوتی و درکی
۳۱۹	۶-۳-۳ محل تولید: دیدگاه صوتی و درکی
۳۲۶	فصل هفتم: نتیجه گیری
۳۲۷	۷-۱ سیگنال گفتار
۳۲۸	۷-۲ سرنخهای درکی
۳۲۹	۷-۳ مشخصه های زیرزنجیری
۳۳۰	۷-۴ مشخصه های زنجیری
۳۳۰	۷-۴-۱ مشخصه های طبقات عمده
۳۳۱	۷-۴-۲ مشخصه های نحوه تولید
۳۳۲	۷-۴-۳ مشخصه های محل تولید
۳۳۳	۷-۴-۴ مشخصه های شماره
۳۳۴	۷-۵ زنجیره واجها و مرزهای واجی
۳۳۶	۷-۶ واژگان
۳۳۶	۷-۷ دنباله کلمات
۳۳۶	۷-۸ محدودیتهای نحوی و معنایی
۳۳۶	۷-۹ بهترین دنباله کلمات
۳۳۸	منابع
۳۵۰	واژه نامه فارسی - انگلیسی
۳۵۴	واژه نامه انگلیسی - فارسی

فهرست شکلها

صفحه	عنوان
۶	شکل ۱-۱ فرایند درک کلمات زبان
۷	شکل ۱-۲ شبکه منتهی باره گفتار بابا آب داد در پنج لایه آوایی
۱۹	شکل ۱-۳ رابطه خطی و نزولی بین فاصله نقطه منحصربه فرد از واج آغازین و ...
۲۴	شکل ۱-۴ بازشناسی کلمه گفتاری در چارچوب انگاره کوهورت
۲۸	شکل ۱-۵ بازشناسی کلمه داد از جمله بابا آب داد در چارچوب انگاره ردیابی
۲۹	شکل ۱-۶ جزئیات اتصال بین واحدهای سطح مشخصه و واج در سه بازه زمانی ...
۳۸	شکل ۱-۷ فرایند بازشناسی کلمات در گفتار پیوسته فارسی
۴۸	شکل ۲-۱ منحنی تغییرات فرکانس پایه و شدت در جمله بابا آب داد
۵۱	شکل ۲-۲ عملکرد کلی شرکت کنندگان در درک تکیه به تفکیک گروه
۸۸	شکل ۲-۳ بخشی از الگوی آهنگ جمله اون تاب / تاب علی به در حالت تأکید خنثی
۸۹	شکل ۲-۴ بخشی از الگوی آهنگ جمله اون تابه / تابه علی به در حالت تأکید خنثی
۸۹	شکل ۲-۵ بخشی از الگوی آهنگ جمله تاب / تاب علی به اون در حالت تأکید کانونی
۹۰	شکل ۲-۶ بخشی از الگوی آهنگ جمله تابه / تابه علی به اون در حالت تأکید کانونی
۹۴	شکل ۳-۱ نظریه منبع - صافی در تولید گفتار
۹۶	شکل ۳-۲ تبیین انگاره منبع - صافی در حوزه زمان و فرکانس برای واژه / /
۹۸	شکل ۳-۳ سیگنال تکانه حنجره و طیف فرکانسی آن برای سه نوع واکه
۹۹	شکل ۳-۴ انگاره منبع - صافی در حوزه فرکانس برای تولید واژه /a/
۱۰۱	شکل ۳-۵ سیگنال نوفه سفید به عنوان منبع صدا در آواهای سایشی
۱۰۲	شکل ۳-۶ طیف فرکانسی نوفه سفید
۱۰۲	شکل ۳-۷ طیف فرکانسی آوای [s]
۱۰۳	شکل ۳-۸ سیگنال صدای گذرا در تولید آوای d
۱۰۵	شکل ۳-۹ منبع مرکب: طیف نگاشت آوای d
۱۰۵	شکل ۳-۱۰ منبع مرکب: سیگنال و طیف نگاشت آوای [z]
۱۰۹	شکل ۳-۱۱ رابطه غیرخطی بین پارامتر تولیدی و صوتی در نظریه ذره ای گفتار

- شکل ۳-۱۲ تغییرات میزان گرفتگی و شدت نوفه برای تعیین سه ناحیه آوایی ۱۱۰
- شکل ۳-۱۳ منحنی تغییرات میزان منظم بودن در مصراع بیندیش وانگه برآور نفس ۱۱۷
- شکل ۳-۱۴ منحنی تغییرات فرکانس پایه مصراع ... در فاصله ۷۰ تا ۷۰۰ هرتز ۱۱۹
- شکل ۳-۱۵ منحنی تغییرات فرکانس پایه مصراع ... در فاصله ۷۰ تا ۱۶۰ هرتز ۱۲۰
- شکل ۳-۱۶ انرژی صافی ۲۲۰۰-۲۵۰ و ۸۰۰۰-۲۲۰۰ ... ۱۲۲
- شکل ۳-۱۷ طیف نگاشت ... عبور از صافی فرکانسی ۲۲۰۰-۲۵۰ هرتز ۱۲۴
- شکل ۳-۱۸ سیگنال و طیف نگاشت رشته آوایی [a] به همراه دو ناپیوستگی طیفی [j] ۱۲۵
- شکل ۳-۱۹ سیگنال و طیف نگاشت رشته آوایی [ana] به همراه دو ناپیوستگی طیفی [n] ۱۲۶
- شکل ۳-۲۰ ناپیوستگی اول [j] در رشته آوایی [a] ۱۲۷
- شکل ۳-۲۱ ناپیوستگی دوم [n] در رشته آوایی [ana] ۱۲۷
- شکل ۴-۱ دوزنقه واکه‌های اصلی ۱۳۱
- شکل ۴-۲ نمودار: منحنی تغییر مقادیر سازه اول تا چهارم واکه‌ها بر حسب تغییر محل تولید ۱۳۳
- شکل ۴-۳ دو نوع چهارضلعی برای توصیف تولید واکه‌های زبان فارسی ۱۳۶
- شکل ۴-۴ طیف نگاشت و سازه‌های واکه‌های شرکت کننده مرد ۱۳۸
- شکل ۴-۵ طیف نگاشت و سازه‌های واکه‌های شرکت کننده زن ۱۳۹
- شکل ۴-۶ سازه‌های F1 و F2 برای واکه‌های شرکت کننده مرد ۱۳۹
- شکل ۴-۷ سازه‌های F1 و F2 برای واکه‌های شرکت کننده زن ۱۴۰
- شکل ۴-۸ طیف نگاشت و سازه‌های واکه‌های شرکت کننده مرد در کلمات هدف ۱۴۶
- شکل ۴-۹ طیف نگاشت و سازه‌های واکه‌های شرکت کننده زن در کلمات هدف ۱۴۷
- شکل ۴-۱۰ سازه‌های F1 و F2 برای واکه‌های شرکت کننده مرد در کلمات هدف ۱۴۷
- شکل ۴-۱۱ سازه‌های F1 و F2 برای واکه‌های شرکت کننده زن در کلمات هدف ۱۴۸
- شکل ۴-۱۲ تقطیع واکه [i] در بافت s-r ۱۵۰
- شکل ۴-۱۳ تحدید زمانی ناحیه گذر F2 و حالت ایستای واکه [a] در بافت s-r ۱۵۱
- شکل ۴-۱۴ تحدید زمانی گذر F2 در واکه [i] در بافت s-r ۱۵۱
- شکل ۴-۱۵ فضای واکه‌ای زبان فارسی در مقیاس هرتز برای مردان ۱۵۷
- شکل ۴-۱۶ فضای واکه‌ای زبان فارسی در مقیاس هرتز برای زنان ۱۵۷
- شکل ۴-۱۷ شبه متوازی الاضلاع فضای واکه‌ای مردان و زنان ۱۶۰
- شکل ۴-۱۸ طیف نگاشت کلمه سیر با مقیاس هرتز ۱۶۴
- شکل ۴-۱۹ کوکلوگرام کلمه سیر با مقیاس بارک ۱۶۴

- شکل ۴-۲۰ فضای واکه‌ای مردان با مقیاس میل ۱۶۵
- شکل ۴-۲۱ فضای واکه‌ای زنان با مقیاس میل ۱۶۶
- شکل ۴-۲۲ فضای واکه‌ای مردان با مقیاس بارک ۱۶۶
- شکل ۴-۲۳ فضای واکه‌ای زنان با مقیاس بارک ۱۶۷
- شکل ۴-۲۴ فضای واکه‌ای مردان با مقیاس ارب ۱۶۷
- شکل ۴-۲۵ فضای واکه‌ای زنان با مقیاس ارب ۱۶۸
- شکل ۴-۲۶ چهارضلعی میانگین فضای واکه‌ای با مقیاس هرتر برای مردان و زنان ۱۶۸
- شکل ۴-۲۷ چهارضلعی میانگین فضای واکه‌ای با مقیاس میل برای مردان و زنان ۱۶۹
- شکل ۴-۲۸ چهارضلعی میانگین فضای واکه‌ای با مقیاس بارک برای مردان و زنان ۱۶۹
- شکل ۴-۲۹ چهارضلعی میانگین فضای واکه‌ای با مقیاس ارب برای مردان و زنان ۱۷۰
- شکل ۴-۳۰ احتمال درک هر نمونه از محرکها در فضای واکه‌ای سازه اول و دوم ۱۷۶
- شکل ۴-۳۱ مسیر سازه‌های اول تا سوم در جریان تولید کلمه شیر ۱۷۹
- شکل ۴-۳۲ مسیر سازه‌های اول تا سوم در جریان تولید کلمه نیش ۱۷۹
- شکل ۴-۳۳ مسیر سازه‌های اول تا سوم در جریان تولید کلمه شین ۱۷۹
- شکل ۴-۳۴ طیف فرکانسی واکه /i/ دهانی و طیف فرکانسی واکه /i/ خیشومی شده ۱۸۰
- شکل ۴-۳۵ منحنی تغییرات F0 برای واکه [a] در تلفظ محاوره‌ای کلمات تنه و طعنه ۱۸۷
- شکل ۴-۳۶ سرنخهای صوتی غلت [j] در رشته‌های [aja]، [aia] و [iji] ۱۹۳
- شکل ۴-۳۷ ماهیت گذرا بودن غلتها در تغییر تدریجی سازه‌های F1، F2 و F3 ۱۹۴
- شکل ۴-۳۸ طیف فرکانسی واکه [i] در جایگاه —ij، غلت [j] و قطعه [ji] ۱۹۵
- شکل ۴-۳۹ طیف‌نگاشت رشته آوایی [ala] ۱۹۸
- شکل ۴-۴۰ مسیر تغییر سازه‌ها در رشته‌های [ala] و [lal] ۱۹۸
- شکل ۴-۴۱ طیف‌نگاشت رشته آوایی [ara] ۲۰۱
- شکل ۴-۴۲ مسیر تغییر سازه‌ها در رشته‌های [ara] و [rar] ۲۰۲
- شکل ۴-۴۳ طیف فرکانسی همخوان لرزشی و زرنشی ۲۰۲
- شکل ۴-۴۴ طیف فرکانسی [r] و [l] در جایگاه بین دو واکه ۲۰۳
- شکل ۴-۴۵ طیف فرکانسی [r] و [l] در آغاز کلمه ۲۰۴
- شکل ۴-۴۶ فضای F1-F2 برای همخوانهای رسای غیرخیشومی فارسی ۲۰۴
- شکل ۴-۴۷ فضای F2-F3 برای همخوانهای رسای غیرخیشومی فارسی ۲۰۵
- شکل ۴-۴۸ طیف فرکانسی /m/ و /n/ در رشته آوایی [a—a] ۲۰۸

- شکل ۴-۴۹ طیف‌نگاشت و منحنی تغییر میزان انرژی در رشته آوایی [ana] ۲۰۹
- شکل ۴-۵۰ ناحیه فرکانسی پادسازه برای [m] ۲۱۰
- شکل ۴-۵۱ ناحیه فرکانسی پادسازه برای [n] ۲۱۱
- شکل ۴-۵۲ گذر F2 در رشته آوایی [ama] ۲۱۲
- شکل ۴-۵۳ گذر F2 در رشته آوایی [ana] ۲۱۳
- شکل ۵-۱ وی.اُ.تی: یک شاخص آوایی برای واگذاری و گستردگی چاکنای ۲۱۸
- شکل ۵-۲ سیگنال و طیف‌نگاشت رشته آوایی [ʔaba] برای تبیین وی.اُ.تی منفی ۲۱۹
- شکل ۵-۳ سیگنال و طیف‌نگاشت رشته آوایی [ʔapʰa] برای تعیین وی.اُ.تی مثبت ۲۲۱
- شکل ۵-۴ سیگنال و طیف‌نگاشت رشته آوایی [ʔaspa] برای تعیین وی.اُ.تی ۲۲۲
- شکل ۵-۵ سه مقوله آوایی برای انفجاری واگذار (۱)، نادمیده بیواک (۲) و دمیده بیواک (۳) ۲۲۳
- شکل ۵-۶ سیگنال و طیف‌نگاشت محرک مصنوعی [do] ۲۳۱
- شکل ۵-۷ نتیجه آزمون شناسایی انفجاری دندان‌فارسی و منحنی رگرسیون لجستیک ۲۳۳
- شکل ۵-۸ آزمون تشخیص برای پیوستار [ʰn]—[do] در حالت‌های یک، دو، و سه گام ۲۳۴
- شکل ۵-۹ شیوه اندازه‌گیری F0 بعد از رهش انفجاری ۲۳۶
- شکل ۵-۱۰ مقایسه میانگین مقادیر کمینه، بیشینه و میانگین F0 در آغاز کلمه و بین دو واکه ۲۳۷
- شکل ۵-۱۱ طیف‌نگاشت واکه ممتد [a] و طیف‌نگاشت [ada] ۲۳۸
- شکل ۵-۱۲ گذر F2 واکه به انفجاری و انفجاری به واکه در رشته [ada] ۲۴۰
- شکل ۵-۱۳ طیف‌نگاشت رشته آوایی [atʰa] به همراه نشانه‌های آغاز و پایانه F2 در واکه [a] ۲۴۱
- شکل ۵-۱۴ طیف‌نگاشت و گذر سازه‌های اول و دوم در رشته آوایی ...VbV ۲۴۴
- شکل ۵-۱۵ طیف‌نگاشت و گذر سازه‌های اول و دوم در رشته آوایی ...VdV ۲۴۵
- شکل ۵-۱۶ طیف‌نگاشت و گذر سازه‌های اول و دوم در رشته آوایی ...Vl/gV ۲۴۶
- شکل ۵-۱۷ طیف‌نگاشت و گذر سازه‌های اول و دوم در رشته آوایی ...VGv ۲۴۷
- شکل ۵-۱۸ آغاز F2 در طیف‌نگاشت و طیف فرکانسی ۲۴۹
- شکل ۵-۱۹ معادله مکانی: VbV ۲۵۰
- شکل ۵-۲۰ معادله مکانی: VdV ۲۵۱
- شکل ۵-۲۱ معادله مکانی: VgV ۲۵۱
- شکل ۵-۲۲ معادله مکانی: VGV ۲۵۲
- شکل ۵-۲۳ پنج معادله مکانی VgV، VGV، VdV، VbV و VgV ۲۵۲
- شکل ۵-۲۴ (میانگین) طیف فرکانسی قطعه انفجار در انفجاری‌های لبی، بافت V—V ۲۵۸

- شکل ۵-۲۵ (میانگین) طیف فرکانسی قطعه انفجار در انفجاریهای دندان، بافت V—V ۲۵۸
- شکل ۵-۲۶ طیف فرکانسی قطعه انفجار در انفجاریهای سختکامی و نرمکامی، در بافت V—V ۲۶۰
- شکل ۵-۲۷ طیف فرکانسی قطعه انفجار در انفجاری ملازی، در بافت V—V ۲۶۱
- شکل ۵-۲۸ محرکهای صوتی برای آزمون شناسایی انفجاریهای واکدار انگلیسی ۲۶۴
- شکل ۵-۲۹ محرکهای مصنوعی برای تعیین نقش گذر F2 (و F1) در ... انسدادها ۲۶۵
- شکل ۵-۳۰ محرکهای مصنوعی برای تعیین نقش گذر F2 در ... انفجاریهای واکدار ... ۲۶۶
- شکل ۵-۳۱ محرکهای مصنوعی برای تعیین نقش گذر F2 در ... خیشومیها در مجاورت /e/ ۲۶۷
- شکل ۵-۳۲ سرخهای صوتی در رشته آوایی [a^ha] ۲۷۳
- شکل ۵-۳۳ سرخهای صوتی در رشته آوایی [ada] ۲۷۴
- شکل ۵-۳۴ طیفنگاشت کلمه اگر و منحنی آهنگ آن ۲۷۸
- شکل ۵-۳۵ طیف فرکانسی اسداد چاکنایی و واکه [a] ۲۷۸
- شکل ۵-۳۶ طیفنگاشت و منحنی آهنگ کلمه بعثت ۲۸۰
- شکل ۵-۳۷ طیفنگاشت و مسیر سازه‌ها و منحنی آهنگ پاره گفتارهای می‌آید و بیاید ۲۸۱
- شکل ۶-۱ طیفنگاشت [a3a] و عبور آن از صافی نوار گذر ۰-۳۰۰۰ و ۸۰۰۰-۳۰۰۰ هرتز ۲۸۴
- شکل ۶-۲ منحنی انرژی برونداد صافی ... برای سایشهای بیواک ۲۸۶
- شکل ۶-۳ منحنی انرژی برونداد صافی ... برای سایشهای واکدار و سایشی چاکنایی [h] ۲۸۷
- شکل ۶-۴ طیفنگاشت [asa] و [aza] ۲۸۹
- شکل ۶-۵ طیف فرکانسی /f/، /v/، /s/ و /z/ در بافت V—V ۲۹۳
- شکل ۶-۶ طیف فرکانسی /f/، /3/، /x/ و /h/ در بافت V—V ۲۹۳
- شکل ۶-۷ طیفنگاشت و مسیر F1، F2 و F3 برای /f/ ۲۹۶
- شکل ۶-۸ طیفنگاشت و مسیر F1، F2 و F3 برای /v/ ۲۹۷
- شکل ۶-۹ طیفنگاشت و مسیر F1، F2 و F3 برای /s/ ۲۹۸
- شکل ۶-۱۰ طیفنگاشت و مسیر F1، F2 و F3 برای /z/ ۲۹۹
- شکل ۶-۱۱ طیفنگاشت و مسیر F1، F2 و F3 برای /f/ ۳۰۰
- شکل ۶-۱۲ طیفنگاشت و مسیر F1، F2 و F3 برای /3/ ۳۰۱
- شکل ۶-۱۳ طیفنگاشت و مسیر سازه‌های F1، F2 و F3 برای /x/ ۳۰۲
- شکل ۶-۱۴ طیفنگاشت و مسیر F1، F2 و F3 برای /h/ ۳۰۳
- شکل ۶-۱۵ سیگنال و طیفنگاشت [asa] ۳۰۴
- شکل ۶-۱۶ سیگنال و طیفنگاشت [asa] پس از عبور از صافی بالاگذر ۷۰۰۰-۸۰۰۰ هرتز ۳۰۵

- شکل ۶-۱۷ سیگنال و طیف‌نگاشت [asa] پس از عبور از صافی پایین‌گذر ۷۰۰۰-۸۰۰۰ هرتز ۳۰۶
- شکل ۶-۱۸ سیگنال و طیف‌نگاشت [asa] پس از عبور از صافی بالاگذر ۶۰۰۰-۸۰۰۰ هرتز ۳۰۷
- شکل ۶-۱۹ سیگنال و طیف‌نگاشت [asa] پس از عبور از صافی پایین‌گذر ۶۰۰۰-۸۰۰۰ هرتز ۳۰۸
- شکل ۶-۲۰ سیگنال و طیف‌نگاشت [asa] پس از عبور از صافی بالاگذر ۵۰۰۰-۸۰۰۰ هرتز ۳۰۹
- شکل ۶-۲۱ سیگنال و طیف‌نگاشت [asa] پس از عبور از صافی پایین‌گذر ۵۰۰۰-۸۰۰۰ هرتز ۳۱۰
- شکل ۶-۲۲ طیف‌نگاشت انسایشی و انفجاری دندان‌بیواک در رشته VCV ۳۱۳
- شکل ۶-۲۳ طیف‌نگاشت انسایشی و سایشی لثوی - کامی بیواک در رشته VCV ۳۱۴
- شکل ۶-۲۴ شیوه محاسبه دیرش و شیب افزایش دامنه در انسایشی بیواک فارسی ۳۱۴
- شکل ۶-۲۵ شیوه محاسبه دیرش و شیب افزایش دامنه در سایشی لثوی - کامی بیواک فارسی ۳۱۵
- شکل ۶-۲۶ طیف فرکانسی رهش انسایشی [ʃ] و سایشی [ʒ] در بافت VCV ۳۲۱
- شکل ۶-۲۷ طیف فرکانسی رهش انسایشی [ʒ] و سایشی [ʃ] در بافت VCV ۳۲۲
- شکل ۶-۲۸ طیف فرکانسی رهش [ʃ] و [ʒ] در بافت i- ۳۲۳
- شکل ۶-۲۹ طیف‌نگاشت و مسیر سازه‌های [ʃ] در بافت VCV ۳۲۴
- شکل ۶-۳۰ طیف‌نگاشت و مسیر سازه‌های [ʒ] در بافت VCV ۳۲۵
- شکل ۷-۱ فرایند بازشناسی کلمات در گفتار پیوسته فارسی ۳۲۶

فهرست جدولها

صفحه	عنوان
۳۶	جدول ۱-۱ کلمات آزمون با دو الگوی وزنی برای آزمایش درک کلمه
۴۷	جدول ۲-۱ مقادیر فرکانس پایه، شدت و دیرش در سه هجای اول جمله بابا آب داد
۱۱۰	جدول ۳-۱ نواحی ذره‌ای و مشخصه‌های تمایزدهنده دوارزشی
۱۲۳	جدول ۳-۲ میانگین انرژی صافی ۲۵۰-۲۲۰۰ و ۸۰۰۰-۲۲۰۰ برای آواهای مصراع ...
۱۴۵	جدول ۴-۱ کلمات فارسی با الگوی هماهنگی واکه‌ای
۱۵۵	جدول ۴-۲ میانگین F1 و F2 برای واکه‌های زنان و مردان در مقیاس هرتز، بارک، مل و ارب
۱۵۹	جدول ۴-۳ هماهنگی واکه‌ای در زبان فارسی امروز
۱۸۵	جدول ۴-۴ نمونه‌ای از کلمات که معرفت کشش جبرانی هستند
۱۸۹	جدول ۴-۵ کلمات نمونه برای شیوه تلفظ /v/ در بافت —ov—
۲۲۶	جدول ۵-۱ میانگین و انحراف معیار مقادیر وی.ا.تی (میلی ثانیه) در دو جایگاه آغازین ...
۲۸۵	جدول ۶-۱ انرژی برونداد دو صافی نوارگذر برای سایشیهای فارسی در بافت aCa ...
۲۸۸	جدول ۶-۲ سایشی‌شدگی انفجاریهای مجاور سایشی در فارسی مجاورهای امروز
۲۹۰	جدول ۶-۳ دیرش سایشیهای فارسی در بافت aCa
۲۹۲	جدول ۶-۴ تقابل دوجانبه و چندجانبه سایشها با یکدیگر و با انفجاریها

پیش‌گفتار

هدف از نوشتن این کتاب، طرح و بررسی یکی از فعالیتهای ناخودآگاه و بسیار پیچیده روزمره ما فارسی‌زبانان است و آن، فرایند درک گفتار پیوسته فارسی است. اتفاق ناخودآگاهی که در این فرایند می‌افتد این است که فارسی‌زبانان در مقام شنونده به راحتی قادرند رشته پیوسته صوتی آوای گفتار حاصل از فعالیت دستگاه گفتار یک فارسی‌زبان را در مقام گوینده به صورت رشته گسسته کلمات زبان درک کنند و از این طریق با هم‌زبانان خود ارتباط برقرار کنند و پیام‌زبانی آنان را بفهمند. ارتباط گفتاری، آسان‌ترین ابزار برای تبادل افکار و نظرات است، اما در عین حال شاید پیچیده‌ترین فعالیت شناختی ما انسانها باشد که اتفاقاً یک فرایند وابسته به زبان است.

در این کتاب به بخشی از فرایند درک گفتار پیوسته فارسی پرداخته می‌شود که به واج‌شناسی زبان مربوط است و تحت عنوان «نظام آوایی زبان فارسی» با استفاده از واج‌شناسی نظری و علم درک گفتار به کاوش درباره موضوع تحقیق پرداخته‌ایم. یافته‌های این کتاب نتیجه بیش از بیست سال تدریس و بحث با دانشجویان رشته‌های زبان‌شناسی و گفتاردرمانی، و بحث و تحقیق با متخصصان مهندسی پزشکی، مهندسی برق و کامپیوتر است. به همین دلیل، امید است مباحث این کتاب برای استادان و دانشجویان این رشته‌ها مفید باشد.

فصل اول تحت عنوان «طرح یک مسئله شناختی»، سؤال تحقیق را با ارائه یک مثال مطرح می‌کند و به بحث درباره انگاره‌های بازشناسی کلمات در گفتار فارسی می‌پردازد. فصل دوم تحت عنوان «ساخت وزنی»، در چارچوب نظریه واج‌شناسی نوایی به بحث درباره حوزه‌های واجی، الگوی تکیه، تکیه دومین، الگوی آهنگ و سرنخهای صوتی و درکی آنها پرداخته است.

فصل سوم تحت عنوان «طبقات واجی»، نظریه منبع-صافی را به عنوان مبنای تعریف سرنخهای صوتی و درکی معرفی می‌کند و آن را به «نظریه ذره‌ای گفتار» و نظریه «پراکندگی توافقی» بسط می‌دهد و در نهایت سرنخهای صوتی و درکی مشخصه‌های طبقات عمده واجی را معرفی می‌نماید.

فصل چهارم تحت عنوان «آواهای رسا»، به سرنخهای صوتی و درکی مشخصه‌های واجی آواهای رسا، شامل واکه‌ها و همخوانهای رسا، اختصاص دارد و به تفصیل به مباحثی چون فضای واکه‌ای و مقیاسهای غیرخطی آن، قواعد نگاشت فضای تولیدی به فضای صوتی-درکی واکه‌ها، بهنجار سازی واکه‌ها و خیشومی شدگی واکه‌ها می‌پردازد.

فصل پنجم تحت عنوان «همخوانهای انفجاری»، به جزئیات سرنخهای صوتی و درکی مشخصه‌های حنجره، نحوه تولید و محل تولید انفجاریهای فارسی می‌پردازد.

فصل ششم تحت عنوان «همخوانهای سایشی و انسایشی»، به جزئیات سرنخهای صوتی و درکی مشخصه‌های حنجره، نحوه تولید و محل تولید سایشیها و انسایشیهای فارسی می‌پردازد.

فصل هفتم تحت عنوان «نتیجه‌گیری»، یافته‌های همه فصول را به کار می‌گیرد و در چارچوب یک نمودار جریانی از فرایند درک کلمه در گفتار پیوسته فارسی، به سؤال تحقیق پاسخ می‌دهد. معتقدم که پاسخی که در این کتاب ارائه شده یک گام اولیه برای حل مسئله شناختی مطرح شده در فصل اول کتاب است، اما در این رهگذر مسائل و فرضیه‌های زیادی برای تحقیقات روان‌شناختی و عصب‌شناختی زبان فارسی در حوزه تولید و درک گفتار و زبان و جنبه‌های آسیب‌شناختی آنها مطرح شده است. همچنین مبنای خوبی برای طراحی الگوریتمهای بازسازی و بازشناسی رایانه‌ای گفتار و زبان وجود آمده و به‌طور کلی واج‌شناسی نظری و آزمایشگاهی را در خدمت فناوریهای گفتار و زبان فارسی قرار داده است.

در تدوین مطالب این کتاب از سه نرم‌افزار کاربردی استفاده شده است:

- از نرم‌افزار پرت^۱، نسخه ۵/۲/۴۴، برای استخراج سرنخهای صوتی و درکی استفاده شده است و مسیر دستور پرت در همه موارد برای تحقیق خوانندگان در متن کتاب

درج شده است. خواننده برای فهم این مسیر باید آشنایی مختصری با نرم‌افزار پرت داشته باشد. از امکان رسم نمودار این نرم‌افزار برای تهیه بسیاری از شکلهای کتاب استفاده شده است و نسخه اولیه شکلهای استاندارد emf ذخیره شده‌اند.^۱

به‌طور کلی، برای شفاف‌سازی مطالب از ۱۵۵ شکل در کتاب استفاده شده است. تعداد معدودی از شکلهای برگرفته از اینترنت یا آثار محققان است و در توضیح شکل به متع آنها اشاره شده است. خواننده باید دقت زیادی در تطبیق محتوای کتاب با اطلاعات موجود در شکلهای داشته باشد، تا مطالب کتاب به‌درستی تفهیم شود.

• از نرم‌افزار گراف ۲، نسخه ۷، برای ویرایش و اضافه کردن اطلاعات به شکلهای استفاده شده است. برخی از اطلاعات اضافی در شکلهای به زبان انگلیسی است، چون به‌کارگیری قلم فارسی در نرم‌افزار گراف با مشکلاتی همراه است.

• از نرم‌افزار اکسل نیز برای رسم تعداد معدودی از شکلهای و محاسبات ریاضی و آهاری استفاده شده است.

از سامانه سی.اس.ال (مدل 4400B) در آزمایشگاه زبان‌شناسی دانشگاه تهران برای محاسبه مقادیر بعضی از سرنخهای صوتی استفاده شده است.

از علائم زیروبری، مانند کسره، نیز به اندازه‌ای در متن استفاده شده که خواندن متن را آسان کند.

صورت نوشتاری اسامی خاص خارجی برگرفته از شیوه تلفظ آنها در فرهنگهای خارجی موجود در اینترنت است.

با توجه به اینکه اجرای آزمونهای درکی اساس استنتاجهای واجی در این کتاب است، بعضی از کاستیهای کتاب، مانند درک آهنگ و درک محل تولید همخوانها که مستلزم استفاده از نرم‌افزارهای حرفه‌ای در حوزه درک گفتار است در چاپهای بعدی مرتفع خواهد شد.

وظیفه خود می‌دانم از افرادی که مرا در تدوین و چاپ این کتاب یاری کردند

۱. بعداً در مرحله تدوین کتاب، بنا به مقتضیات چاپ و نشر از نرم‌افزارهای CorelDRAW و Illustrator استفاده شد و قالب (format) شکلهای تغییر کرد.

قدردانی و تشکر کنم. از استادم جناب آقای دکتر یدالله ثمره که مبانی آواشناسی صوتی را اولین بار از ایشان آموختم، قدردانی می‌کنم. از جناب آقای دکتر مهدی احمدی که نکات ارزشمند علمی و ویرایشی را به بنده متذکر شدند، بسیار ممنونم. از دانشجویان زبان‌شناسی دانشگاه تهران که با طرح سؤال در کلاسها توجه مرا به نکات مهمی جلب کردند، تشکر می‌کنم. از داوران محترمی که حسن نظر خود را نسبت به محتوای کتاب به ساقرمان سمت اعلام کردند و نکات ارزشمندی را متذکر شدند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از خانم دکتر سعیده کمائی‌فرد، مدیر محترم اداره تدوین سمت؛ خانم نوشین قبدیان، نمونه‌خوان و مسئول اداره ویرایش سمت؛ خانم آسیه عاصی، حروف‌نگار؛ خانم شهر جدغریب، صفحه‌آرای سمت؛ خانم معصومه سادات رسولزاده و آقای رضا ناصر زعیم، گرافیست‌های سمت، و از خانم کبری بیون بابت کنترل فنی کتاب سپاسگزارم. و سرانجام از خانم مریم جابر ویراستار سمت به خاطر دقت زیاد در ویرایش زبانی و علمی و کنترل نمونه‌خوانی تشکر ویژه دارم. مسئولیت کاستیهای نگارشی و محتوایی کتاب بر عهده مؤلف است و او خود را محتاج رفع اشکالات کتاب و تذکرات از سوی خوانندگان ریزین و نکته‌سنج می‌داند.

دکتر محمود بی‌جن‌خان

دانشیار دانشگاه تهران

تابستان ۱۳۹۲