

زبان فارسی و رایانه: برگزیده مقالات (۲ جلد)، به کوشش: حسین صامتی و محمود بی‌جن‌خان، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، ۱۳۸۹، ۱۲۶۶ صفحه.

ما در زمانه‌ای زندگی می‌کنیم که اطلاعات از هر سو به سمتان روانه است: سپهری از اطلاعات. بخشی عمده این اطلاعات در قالب زبان طبیعی است و از طریق رایانه‌ها به ما می‌رسد. به‌منظور دسترسی به این دانش ذخیره‌شده و همچنین، ایجاد میاناهای<sup>۱</sup> انسان- ماشین، پردازش زبان طبیعی، در جامعه اطلاعاتی چندزبانه امروزی، نقش پررنگ‌تری یافته است. برنامه‌های تصحیح دستور و املا کلمات، بازیابی اطلاعات در پایگاه‌های داده و ترجمه از زبانی به زبان دیگر از پرفروش‌ترین برنامه‌های پردازشی زبان‌اند. موفقیت این نرم‌افزارها تخیل فرد را پروار می‌کند، اما باید پذیرفت که این برنامه‌ها همچنان از نظر هوش و کارآمدی، کمبودهای اساسی دارند. در واقع، هدف جاه‌طلبانه انسان برای ایجاد نرم‌افزار تولید و درک عمیق زبان طبیعی، که ابزاری قوی برای ترجمه خودکار و ارتباط دوسویه ماشین و انسان گردد، همچنان دور از دسترس می‌نماید. به‌نظر می‌رسد برای حل مسائل همچنان مکتوم این زمینه‌ها باید به علوم پایه، و در این مورد، علم زبان‌شناسی، توسل جست. مسائل زبان‌شناختی فارسی، از دیدگاه نظری، پیشینه و رشد قابل توجهی دارند، اما پردازش رایانه‌ای آن‌ها قدمت چندانی ندارد. شاید زمان آن رسیده باشد که با بسترسازی و ارائه گسترده‌تر محتوای تولیدی، پردازش زبان فارسی را جدی‌تر بگیریم. کتاب "زبان فارسی و رایانه" نگاهی دوجانبه، زبان‌شناختی و رایانشی، به مسائل مربوط به پردازش زبان فارسی دارد.

۹۴ مقاله‌ای که در قالب کتابی با عنوان "زبان فارسی و رایانه" در دو جلد و ۱۲۶۶ صفحه تدارک دیده شده‌اند، برگزیده‌ای هستند از مقالاتی که در زمینه زبان و خط فارسی در فضای رایانه‌ای تا خردادماه سال ۱۳۸۶ در هم‌اندیشی‌های مربوط به این موضوع، در کنفرانس بین‌المللی سالانه انجمن کامپیوتر ایران، کنفرانس مهندسی برق ایران، همایش زبان‌شناسی ایران و کارگاه زبان فارسی و رایانه، ارائه شده‌اند. به‌جز چهار مقاله انگلیسی (که در انتهای جلد دوم چاپ شده‌اند) بقیه مقالات به

زبان فارسی‌اند. کتاب برحسب موضوع اصلی مقالات به ده بخش تقسیم شده که چهار بخش نخست در جلد اول و شش بخش دیگر در جلد دوم ارائه گردیده است. این مقالات طیف وسیعی از موضوعات مختلف مربوط به گفتار و نوشتار فارسی، از جمله پردازش و بازشناسی متن و گفتار، دادگان، ریشه‌یاب و سامانه‌های خبره، را دربر دارد.

بخش اول کتاب با عنوان "پیکره و دادگان" حاوی دوازده مقاله است. سه مقاله اول به مبحث پردازش گفتاری در قالب تعیین مرز آوایی (همایون‌پور و احمدی، ۱۳۷۷)، و هجایی (غفاری مقدم و همکاران، ۱۳۷۶)، و واگذاری، هجا و واج (همایون‌پور و آزاد، ۱۳۸۰) در گفتار فارسی می‌پردازند. ضرورت این مرزبندی در تهیه دادگان گفتاری آشکار می‌شود.

مقاله‌های شیخ‌زادگان و بی‌جن‌خان (۱۳۸۵) و فاضل و همکاران (۱۳۸۴) و اسلامی و بی‌جن‌خان (۱۳۷۴) به چگونگی تهیه دادگان گفتاری زبان فارسی می‌پردازند. مقاله نخست، به معرفی و ذکر ویژگی‌های دادگان گفتاری می‌پردازد که در پژوهشکده پردازش هوشمند علائم طراحی و پیاده‌سازی شده‌اند. دومین مقاله، روند طراحی و تهیه دادگان تلفنی اعداد متصل فارسی را شرح می‌دهد. این دادگان برای سامانه‌های بازشناسی خودکار گفتار طراحی شده است. آخرین مقاله، گزارشی است از چگونگی ایجاد اولین دادگان بزرگ گفتاری زبان فارسی (فارس دات)، که شامل ۳۸۶ جمله است که ۳۰۰ گویشور از ده منطقه زبانی در گردآوری آن نقش داشته‌اند. این مقاله، نیز، به تقطیع و برچسب‌دهی آوایی و واجی این دادگان می‌پردازد. همچنین، در مقاله پنجم (رضایی و همکاران، ۱۳۸۳) با هدف آموزش برخط (آنلاین)، تلفظ واج‌های فارسی به صورت صوتی - تصویری، به همراه ارائه پایگاه اینترنتی آن تدارک دیده شده است. دادگان این طرح شامل سیگنال ویدئویی و صوتی تلفظ واج‌ها و گونه رسمی تلفظ الفبای فارسی است.

دو مقاله بعدی به مباحث مربوط به واژگان می‌پردازند. در اثر نخست (اسلامی و همکاران، ۱۳۸۳)، براساس واژگان ذهنی فارسی‌زبانان و صورت‌بندی قواعد تصریف کلمه در زبان فارسی، حدود پنج‌هزار مدخل واژگانی تدارک دیده شده است. برنامه واحدسازی صرفی ارائه شده با ارجاع به واژگان و قواعد تصریف می‌تواند واحدهای زبانی (نوشتار یا گفتار) را به لحاظ صرفی پردازش کند. فامیان و آفاجانی (۱۳۸۵) به منظور طراحی شبکه واژگانی صفات زبان فارسی، پانزده طبقه اصلی و بیش از هفتاد طبقه فرعی معنایی از مقوله صفات ارائه کرده‌اند. رابط گرافیکی کاربر این شبکه با قابلیت‌های جستجو، نمایش و ارسال اطلاعات طراحی شده است.

## زبان فارسی و رایانه: برگزیده مقالات

مقاله (صفا بخش و شایگان، ۱۳۷۴) گزارشی است از تشکیل دادگان کلمات و حروف به منظور ایجاد مجموعه‌ای استاندارد برای آموزش و آزمایش همسان و مقایسه عملکرد الگوریتم‌ها برای بازشناسی خودکار حروف کلمات دست‌نویس (نستعلیق). گزارش ساخت نخستین پیکره چندزبانه برای فارسی (قاسمی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۵) بر پایه مدل MULTEXT به معرفی ویژگی‌های صرفی-نحوی فارسی و برچسب‌دهی پیکره متن ترجمه‌شده رمان ۱۹۸۴ به فارسی پرداخته است. چندزبانگی این پیکره، راه را برای ترجمه بین زبان‌ها هموار می‌کند. آخرین مقاله این بخش (حاجی عبدالحسینی، ۱۳۷۶) نیز اولین تلاش برای برچسب‌دهی یک پیکره رایانه‌ای فارسی را به نمایش می‌گذارد. به نظر می‌رسد این مقاله، و تاحدی دومقاله پیشین، بیش‌ازآن که به مبحث دادگان بپردازند، به روش برچسب‌دهی آن‌ها پرداخته‌اند.

عنوان بخش دوم کتاب، "پردازش متن" است. از میان دوازده مقاله این بخش، سومین مقاله (شمس‌فرد، ۱۳۸۵) دستاوردها و چالش‌های پردازش فارسی را بیان می‌کند. شمس‌فرد ابتدا به بررسی پیچیدگی‌ها (ویژگی‌ها)ی پردازش زبان فارسی، و سپس به معرفی فعالیت‌ها و پژوهش‌هایی می‌پردازد که در زمینه‌های پردازش واژگانی، ساختوازی، نحوی، معنایی، تولیدی، یادگیری و ترجمه ماشینی، و همچنین تهیه منابع زبانی انجام شده‌اند.

سه مقاله اول، دوم و هفتم در صددند تا سامانه‌هایی برای دسته‌بندی موضوعی متون فارسی ارائه کنند. دسته‌بندی موضوعی، کاربردهای فراوانی در موتورهای جستجو، پاسخ‌گویی به سؤالات و بازیابی اطلاعات دارد. عرب‌سرخ‌ی و فیلی (۱۳۸۵) با به‌کار بستن مدل احتمالاتی بیزی Bayesian و ایده نگهداری کلمات هم‌آیند برای رسیدن به نتایج بهتر، سامانه خود را تهیه کرده‌اند. در مقاله دوم (حاجی‌حسینی و الماس‌گنج، ۱۳۸۵)، اساس کار، روش تحلیل معنایی پنهان است که در آن نزدیکی کلماتی مشخص می‌شود که بیشتر در متن‌های هم‌سنخ معنایی باهم رخ می‌دهند. این روش قابلیت بالایی در جداسازی موضوعی متون دارد. امامی‌آزادی و الماس‌گنج (۱۳۸۵) روش تحلیل معنایی پنهان احتمالاتی را (که هافمن برای بازیابی اطلاعات ارائه کرده بود) به کار برده‌اند. این روش، که زیربنای آماری محکمی دارد، باعث شده است شیوه‌های اصولی‌تری در تحلیل زبان و متون ایجاد شود. همچنین، با کنترل مدل، حین آموزش، و حذف متغیرهای پنهان نامناسب، عملکرد آن‌را بهبود داده‌اند.

دو مقاله تشکری و میبیدی (۱۳۸۲) و بشیری و همکاران (۱۳۸۴) به دو شیوه از طراحی نمایه‌ساز خودکار برای متون فارسی می‌پردازند. در هر دو شیوه، ابتدا فهرستی از واژگان عمومی تهیه شده است. در مقاله نخست، در روند ساخت نمایه‌ساز خودکار، پس از شناسایی واژگان متن، واژگان عمومی آن حذف می‌شوند. در مقاله دیگر، الگوریتم ریشه‌یابی ارائه شده که وندها را مرحله‌به‌مرحله حذف می‌کند تا به ریشه واژه برسد. این الگوریتم دقت نمایه‌ساز را بهبود و حجم آن را کاهش می‌دهد.

شاهمیری و همکاران (۱۳۸۵) در راستای طرح‌های شناسایی نویسنده از روی نوشته، سامانه‌ای را طراحی کرده‌اند که هدف آن شناسایی اشعار شاهنامه است. به این منظور، پنجاه ویژگی اشعار فارسی در سه مقوله فیزیکی، مفهومی و آوایی دسته‌بندی شده و سپس، اشعار به دو روش پردازش آماری پارامترها و شبکه عصبی مصنوعی تحلیل شده‌اند. همچنین، عظیمی (۱۳۸۵) در مقاله‌اش، با پیش‌نهادن دوازده پرسش درباره ویژگی‌های آوایی، واجی و واژگانی، و بررسی آماری پاسخ‌ها به تمایز شباهت‌ها و تفاوت‌های اشعار حافظ، خواجه و سلمان می‌پردازد.

سامانه خلاصه‌سازی خودکار متون فارسی (کریمی و شمس‌فرد، ۱۳۸۵) براساس ترکیبی از روش‌های زنجیره‌وارژگانی و روش‌های مبتنی بر گراف عمل می‌کند. نخستین بخش مقاله، به معرفی خلاصه‌سازی، انواع و نمونه‌های اجرایی شده آن پرداخته است. سپس، با پیش‌نهادن پنج معیار برای امتیازدهی جملات متن، جملات بابیشترین امتیاز را به‌عنوان خروجی انتخاب می‌کند. مقاله دیگر (صدرموسوی و شمس‌فرد، ۱۳۸۶) برای تشخیص روابط معنایی میان اجزای فعل طراحی شده است. روش ارائه شده، مبتنی بر دودسته قوانین، یکی مربوط به هر دسته معنایی و یکی مربوط به تشخیص نقش گروه‌های واژگانی است.

سامانه‌های استخراج اطلاعات به‌منظور پردازش اطلاعات مربوط به یک حوزه خاص، در محیط‌هایی که روزانه با حجم وسیعی از اطلاعات سروکار دارند، استفاده می‌شود (زبان فارسی و رایانه: ۲۸۹). سامانه استخراج اطلاعات مرصاد (رحیمی‌پور و همکاران، ۱۳۸۶) روی اخبار در حوزه نظامی تمرکز دارد. این سامانه، به‌وسیله الگوهایی متون را پردازش و اطلاعات را استخراج و ذخیره‌سازی می‌نماید. مقاله پایانی این بخش، گزارشی است از کارهای انجام‌شده برای ایجاد پایگاه داده‌های زبان فارسی در پژوهشگاه علوم انسانی (عاصی، ۱۳۷۴). مقاله به ویژگی‌های دادگان، گستره زبانی، منابع گردآوری داده‌ها، ساختار زبانی پیکره و ساختار رایانه‌ای آن، و همچنین کاربری‌های

## زبان فارسی و رایانه: برگزیده مقالات

دادگان (انواع جستجو، گزارش‌ها، کاربران و ...) می‌پردازد. البته، این مقاله باید در بخش پیشین (پیکره و دادگان) گنجانده می‌شد.

بخش ۳: ریشه‌یاب و خطایاب. موتورهای جستجو، سامانه‌های بازیابی اطلاعات و ترجمه متون از جمله زمینه‌هایی هستند که از دستاوردهای ریشه‌یابی برای بهبود روش‌هایشان سود جستند. از میان ده مقاله ارائه‌شده در این بخش، پنج مقاله به طراحی ریشه‌یاب‌های زبان فارسی اختصاص دارند. تشکری و میبیدی (۱۳۸۰) در مقاله‌شان پس از بررسی شیوه ساخت مقوله‌های واژگانی (فعل، اسم، ضمیر) و البته بدون در نظر گرفتن نقش آن‌ها در جمله، الگوریتمی برای ریشه‌یابی خودکار واژگان طراحی کرده‌اند. مقاله سوم (یوسفان و همکاران، ۱۳۸۵)، پس از برشمردن دشواری‌های ریشه‌یابی زبان فارسی، به تدارک یک فرهنگ ریشه‌یاب، و در نهایت، روند طراحی یک شبه‌زبان برنامه‌نویسی برای ریشه‌یابی افعال فارسی پرداخته است. حسامی‌فر و قاسم‌ثانی (۱۳۸۴) در ابتدای مقاله‌شان رویکردهای مختلف نسبت به مسئله ریشه‌یابی را مرور کرده‌اند. سپس، با استفاده از تأثیر نقش کلمات روی الگوریتم‌های ساختار یافته فارسی، از آن برای ریشه‌یابی افعال فارسی استفاده کرده‌اند. در ریشه‌یاب ارائه‌شده توسط نصیری و همکارانش (۱۳۸۴)، به جای استفاده از اطلاعات ساختاری زبان، از یک مدل احتمالاتی برای ریشه‌یابی استفاده می‌شود. و در نهایت، نهمین مقاله (شاهمیری و همکارانش، ۱۳۸۵) با کمک شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون<sup>۱</sup> چندلایه به طراحی سامانه خودکاری برای تعیین ریشه زبانی واژگان فارسی و عربی موجود در زبان فارسی می‌پردازد. دقت سامانه پیاده‌سازی شده تا ۹۲ درصد گزارش شده است.

از آن جاکه حجم اطلاعاتی وسیعی از طریق دستی یا به صورت خودکار وارد رایانه می‌شود و احتمال بروز خطا در این داده‌ها کم نیست، استفاده از خطایاب‌ها موجب کاهش هزینه و بالا رفتن سرعت تولید مستندات رایانه‌ای خواهد شد. در نوگورانی و صبوریان (۱۳۸۵) در مقاله پنجم این بخش، پس از معرفی روش‌های مختلف خطایابی، به طراحی خطایابی برای زبان فارسی می‌پردازند که در آن پس از ریشه‌یابی واژه‌های پیوسته، خطاها مشخص و پیشنهاد لازم به کاربر داده می‌شود. همچنین، سامانه ارائه‌شده در مقاله عرب‌سرخ و همکاران (۱۳۸۵)، با استفاده از بخش‌های مختلف

---

1 . multi-layer perception

(واژه‌نامه، الگوریتم تشخیص خط و الگوریتم تصحیح خط)، خطاهای املايي زبان فارسی را به‌طور خودکار تصحیح می‌کند.

موضوع مقاله نخست این بخش (قدسی و بازرگان، ۱۳۷۴)، ارائه شیوه‌ای نرم‌افزاری برای تولید خودکار فونت‌ها به زبان متافونت از راه پویش تصویر است. ایده ارائه‌شده در این‌جا برای بازشناسی نوری نویسه نیز قابل استفاده است. در مقاله هشتم هم، مرادی و شیرینی قیداری (۱۳۸۴) به دنبال رسیدن به چینه‌بینه‌ای از جایگذاری ۳۲ حرف الفبای فارسی و همزه بر روی صفحه کلید هستند. ویژگی چنین بهینه‌سازی، جلوگیری از جابه‌جایی زیاد انگشتان و تایپ دو حرف متوالی با یک انگشت (دست) و تقسیم بار تایپ بین دو دست است.

فولادی و ارومچیان (۱۳۸۵) با بهره‌گیری از پیکره به‌عنوان تنها منبع یادگیری و با ارائه ساختار به‌صورت کمینه (تقسیم‌بندی به بن و پسوند)، نحوه استخراج ساختار را با یادگیری بدون نظارت ارائه می‌کنند.

دوازده مقاله بخش چهارم کتاب به ارائه الگوریتم‌هایی برای تشخیص نوری نویسه (OCR) و تشخیص دستخط اختصاص دارد. در مقاله فهیمی و تیمسار (۱۳۷۲) الگوریتمی ارائه شده است که با استفاده از روش ریخت‌شناسی می‌تواند حروف تایپ‌شده فارسی را بازشناسی کند. در مقاله دوم (عزیمی و کبیر، ۱۳۷۶)، دو الگوریتم مختلف برای بازشناسی حروف چاپی فارسی روی بیست‌نوع فونت مختلف آزموده شده و میزان بازشناسی فونت‌ها توسط این الگوریتم، بالا گزارش شده است. الگوریتم بعدی، توسط عباسیان و کبیر (۱۳۷۷) و براساس ویژگی‌های پویا و ایستای نویسه‌های فارسی تنظیم شده است. در (سلیمانی و همکاران، ۱۳۸۵) الگوریتمی ارائه شده است که با میانگین زمانی ۰.۰۰۵ ثانیه برای هر حرف به‌محاسبه داده‌های دست‌نوشته می‌پردازد و در تدوین آن از ترکیبی از رویکردهای فازی، ساختاری و آماری استفاده شده است. مظفری و همکاران (۱۳۷۵) به طراحی و پیاده‌سازی سامانه‌ای برای بازشناسی ارقام دست‌نویس با استفاده از روش‌های ساختاری می‌پردازند. در مقاله بعدی (مسروری و همکاران، ۱۳۷۹)، براساس استخراج ویژگی‌ها از کل کلمه، روشی پیشنهاد شده است که در آن از پروفایل‌های تصویر استفاده می‌شود. از آن‌جا که بازشناسی قلم برای بازشناسی نوری نویسه‌ها اجتناب‌ناپذیر است، نظام‌آبادی‌پور و همکارانش (۱۳۸۲)، روشی برای استخراج ویژگی‌های مناسب از تصویر متن و بازشناسی قلم آن ارائه کرده‌اند که نتایج آن مطلوب ارزیابی شده است.

### زبان فارسی و رایانه: برگزیده مقالات

دسته دیگری مقالات این بخش، باهدفی یکسان، به مباحث مربوط به جداسازی حروف پرداخته‌اند: مقاله چهارم (نظام‌آبادی‌پور و همکارانش، ۱۳۷۹) باهدف آشکارسازی نقاط جداسازی در متون چاپی قدیمی به اصلاح یک الگوریتم قدیمی پرداخته است. صفابخش و ادیبی (۱۳۸۱) الگوریتم‌هایی را برای مراحل پیش‌پردازش، تقطیع و یافتن ترتیب راست‌به‌چپ قطعه‌ها برای کلمات دست‌نویس فارسی ارائه کرده‌اند که نتایج عملکردشان در حد مطلوبی گزارش شده است. جداسازی تصویری کلمات فارسی و لاتین با استفاده از یادگیری استقرایی قواعد (شش ویژگی برگرفته از تصویر و تدوین سیزده قاعده کلی) موضوع مقاله صدوقی یزدی و همکارانش (۱۳۸۱) است. "زنجیر فعال" روشی است که از آن برای یافتن مرز چیزهای موجود در تصویر استفاده می‌شود. گرایلو و کبیر (۱۳۸۵) به بررسی و ارزیابی این روش و چگونگی بهبود عملکرد آن در اصلاح گسستگی‌های ناخواسته در متون چاپی فارسی می‌پردازند.

درنهایت، مقاله شهابی‌نژاد و رحمتی (۱۳۸۵) با مروری بر مطالعات تعیین هویت مبتنی بر دستخط، روشی برای تعیین و تأیید نویسنده به صورت برون‌خط (مبتنی بر متن) ارائه می‌کند.

بخش مربوط به ترجمه ماشینی نیز دوازده مقاله دربر دارد. در ابتدای این بخش، فضل‌ی و فهیمی (۱۳۷۷) به بررسی چند شیوه بازنمایی معنایی، از جمله گراف‌های مفهومی پرداخته و نشان می‌دهند که می‌توان همین شیوه را گسترش داد تا دامنه وسیعی از جمله‌های فارسی را بپوشاند. سه مقاله بعدی (قاسم‌ثانی و سلیمانی، ۱۳۷۸؛ فیلی و قاسم‌ثانی، ۱۳۸۳ الف؛ فیلی و قاسم‌ثانی، ۱۳۸۳ ب)، به ترتیب با اساس قراردادن روش‌های تجزیه چارت، دستور درخت افزایشی هم‌زمان و دستور یکسان‌سازی (مدل توسعه‌یافته دستور مستقل‌ازمتن) سامانه‌های مترجمی مختلفی را معرفی می‌کنند.

سه مقاله بعد مربوط‌اند به ساخت دستوره‌های رایانه‌ای: سجادی و عبدالله‌زاده بارفروش (۱۳۸۵) به بررسی نحوه عملکرد دستور پیوندی (دستور کلمه) برای زبان فارسی، عرب‌سرخ‌ی و همکاران (۱۳۸۵) به ارائه ایده تولید قواعد دستوری با استفاده از الگوریتم‌های ژنتیک، و شمس‌فرد و همکاران (۱۳۸۶) به ساخت برخی ابزارها و پیمانه‌های پایه‌ای پردازش زبان فارسی می‌پردازند. همچنین، مگردومیان (۱۳۸۳، ۱۳۸۵) در دو مقاله پایانی این بخش به ترتیب به تحلیل معنایی جزء فعلی افعال مرکب و شیوه ترجمه این افعال، و معرفی یک تحلیل‌گر صرفی برای زبان مورد استفاده در وبلاگ‌های فارسی با استفاده از فن‌آوری ارائه‌شده در مرکز زیراکس می‌پردازد.

در نهایت، سه مقاله پایانی این بخش، به سامانه‌های برچسب‌زن متن فارسی پرداخته‌اند. برچسب‌دهی متن در زمینه‌های بازشناسی گفتار، بازیابی اطلاعات، رفع ابهام معنی کلمات و تجزیه جمله‌ها کاربرد دارد. ثابتی و همکارانش (۱۳۸۶) به دو روش احتمالی و بر مبنای تغییر سامانه برچسب‌زن، متن فارسی را پیاده‌سازی کرده‌اند. مقاله کیخا و همکاران (۱۳۸۶) گزارشی است از کاربرد درخت‌های تصمیم (از روش‌های یادگیری ماشین) در برچسب‌دهی متن و تهیه برچسب‌زن MFT به صورت مستقل از متن. در مقاله مگردومیان (۱۳۸۳) نیز به چالش‌های اساسی در تدوین برچسب‌زن فارسی و راه‌هایی برای حل آن‌ها پرداخته شده است.

سه‌بخش بعدی کتاب، به مباحث پردازش گفتار اختصاص دارند. در بخش ششم، دوازده مقاله باموضوع تبدیل متن به گفتار ارائه شده است. نخستین مقاله (ابوطالبی و تیبانی، ۱۳۷۸) بامقدمه‌ای درباره روش‌های بازسازی گفتار آغاز می‌شود و با انتخاب روش اتصال هجاها و بررسی‌های دیگر، سامانه‌ای برای تبدیل متن فارسی به گفتار را پیاده‌سازی می‌کند. مقاله دوم (شیخ‌زاده نجار و همکاران، ۱۳۷۸) هم تحقیقی است برای تطبیق و پیاده‌سازی گفتار ساز فارسی بر مبنای گفتار ساز کلات (Klatt). مقاله اسلامی و همکارانش (۱۳۸۳) گزارشی است از بسته نرم‌افزاری "گویا" که نوشتار فارسی را به گفتار تبدیل می‌کند. همچنین، همایون‌پور و نم‌نات (۱۳۸۳) بر پایه روش بازسازی پیوندی مبتنی بر انتخاب واحد، سامانه بازسازی گفتار "فارس بیان" را ارائه کرده‌اند. در مقاله انگلیسی شیخان و همکاران (۱۳۸۵) نیز سامانه گفتار ساز فارسی دیگری ارائه شده که از سه زیربخش تشکیل شده است: پردازش گر زبان، تولیدگر نوای گفتار و تحلیل گر گفتار.

سامانه‌های تبدیل متن به گفتار از دو بخش تشکیل می‌شوند: تبدیل متن به زنجیره واج‌های تشکیل‌دهنده آن، و تبدیل زنجیره واج‌ها به گفتار. مقاله‌های بعدی عمدتاً روی بخش نخست این سامانه‌ها تمرکز دارند. همایون‌پور و حسینی‌نژاد (۱۳۷۸) برای تبدیل متن به واج‌های نظیرش از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه سود جسته‌اند. نم‌نات و همکاران (۱۳۸۵) با استفاده از همین شبکه عصبی به مدل‌سازی دیرش واج پرداخته‌اند. مدل کردن دیرش واج با استفاده از روش مارس نیز در مقاله دیگری (بحرینی و همایون‌پور، ۱۳۸۵) بررسی شده است. مقاله نم‌نات و کوچاری (۱۳۸۶) درنگ میان کلمات را با استفاده از درخت دسته‌بندی مدل‌سازی کرده است. و ابوطالبی و فغانی (۱۳۸۵) در راستای میزان فهم‌پذیری سیگنال گفتار، به ارائه دادگان فارسی برای آزمون قافیه اصلاح شده می‌پردازند.



## زبان فارسی و رایانه: برگزیده مقالات

دو مقاله دیگر، یکی (معطر و همکاران، ۱۳۸۳) است که با استفاده از الگوی عبارات، به طور مبسوط به نرمال سازی در زبان فارسی می پردازد. نرمال سازی، تبدیل صورت های ناموجود در فرهنگ ها به صورتی است که معادل واج نگاری آن ها در فرهنگ موجود باشد. مقاله دیگر، نوشته بی جن خان و مرادزاده (۱۳۸۳)، به مسئله هم نگاره های خط فارسی پرداخته است. توصیفات ارائه شده در حل مسئله هم نگاره های فارسی در سامانه هایی چون تبدیل متن به گفتار و ترجمه ماشینی بسیار کاربرد دارد.

در بخش بازشناسی گفتار هم دوازده مقاله ارائه شده است. در این میان، پنج مقاله (شیخان و همکاران، ۱۳۷۳؛ پرویزی و احدی، ۱۳۸۰؛ الماس گنج و همکاران، ۱۳۸۰؛ صامتی و همکاران، ۱۳۸۳؛ الماس گنج و همکاران، ۱۳۸۳) به معرفی سامانه های بازشناسی گفتار فارسی می پردازند. در مقاله نخست، از شبکه های عصبی مصنوعی و روش های هوش مصنوعی استفاده شده است، در دومی، با دایره کلمات متوسط، گفتار پیوسته فارسی بازشناسی می شود. دو مقاله الماس گنج و همکارانش سامانه های شنوا ۱ و ۲ را معرفی می کنند. و مقاله صامتی و همکارانش گزارشی است از سامانه ای که به صورت مستقل از گوینده عمل می کند.

مقالات دیگر این بخش، هریک به بحث و بررسی بخشی از مسائل مربوط به سامانه های بازشناسی گفتار می پردازند. بررسی و ایجاد ساختار برای همگونی واج های مجاور زبان فارسی (صامتی و همکاران، ۱۳۷۶)، راه هایی برای رفع مشکلات ناشی از ماهیت سیگنال (الماس گنج و همکاران، ۱۳۷۷)، روشی برای حل مسئله وابستگی به بافت در تلفظ کلمات (غلامپور و همکاران، ۱۳۷۹)، بازشناسی محل هجای تکیه بر کلمات (دهقان دهنوی و همکاران، ۱۳۸۰)، و استفاده از ویژگی نوایی و میزان تکیه هجاهای فارسی در فرایند بازشناسی گفتار پیوسته فارسی (الماس گنج، ۱۳۸۱) از موضوعات مختلف مورد بحث است.

با توجه به آن که سامانه بازشناسی در انسان ساختاری سلسله مراتبی و دوسویه دارد، در مقاله یزدچی و همکارانش (۱۳۸۵) کارایی شبکه های عصبی دوسویه در بازشناسی گفتار بررسی شده است؛ و در انتها، مقاله ویسی پور و همکاران (۱۳۸۵) برای مواجهه با کلمات خارج از واژگان (ناآشنا برای سامانه بازشناسی) از معیار اطمینان استفاده می کند، که مبتنی است بر امتیازدهی کلمات برای اطمینان از صحت بازشناسی آن ها.

از مهم ترین راه های بهبود عملکرد، افزایش دقت و کاهش خطای سامانه های بازشناسی گفتار، استفاده از مدل های زبانی (اطلاعات آماری، دستوری و ...) است، و بخش هشتم هم به "مدل های

زبانی در بازشناسی گفتار "اختصاص دارد. مراحل طراحی و پیاده‌سازی یک رمزگشای واج به کلمه (باباعلی و همکاران، ۱۳۸۳)، استفاده از تلفیقی از مدل‌های دستوری احتمالاتی به عنوان مدل زبانی (ممتازی و همکاران، ۱۳۸۴)، استفاده از مدل دستور ساخت گروهی تعمیم‌یافته برای ساخت مدل زبانی (حافظی و همکاران، ۱۳۸۵)، استفاده از پیکره متنی زبان فارسی برای استخراج مدل زبانی (بحرانی و همکاران، ۱۳۸۵)، و استفاده از روش تحلیل معنایی پنهان احتمالاتی به منظور پرداختن به بُعد معنایی زبان (امامی آزادی و همکاران، ۱۳۸۵)، موضوعات مقالات مطرح شده در این بخش‌اند.

شش مقاله بخش نهم، سامانه‌های خبره‌ای را برای زبان فارسی ارائه کرده‌اند. نخستین مقاله، معرفی سامانه "پرس‌وجوی فارسی" است (سلطانی خسروشاهی و لوکس، ۱۳۷۹): یک رابط زبان فارسی برای دادگان رابطه‌ای، که به دادگان خاصی هم وابسته نیست. فهیمی و شمس‌فرد (۱۳۷۴) سامانه "دنا" را با استفاده از روش وابستگی‌های مفهومی برای درک متن فارسی تدوین کرده‌اند. درک متن عبارت‌است از تبدیل ورودی زبان طبیعی به یک بازنمایی داخلی قابل پردازش توسط ماشین. "هستی" سامانه‌ای جهت استخراج دانش واژگانی و مفهومی از متون نوشتاری زبان فارسی و ساخت واژگان و هستان‌شناسی<sup>۱</sup> براساس آن‌ها است. شمس‌فرد (۱۳۸۳) به معرفی این سامانه می‌پردازد. "دانا" (داودآبادی و پالهنک، ۱۳۸۴) هم سامانه‌ای است که پس از دریافت یک جمله فارسی و تحلیل نحوی و معنایی جمله، ساختار ویژگی و قالب حالت جمله دریافتی را می‌سازد و به فرمان کاربر پاسخ می‌دهد. سامانه‌های پرسش‌وپاسخ شاخه‌ای از تحقیقات گروه بازیابی اطلاعات‌اند که به‌ویژه برای کاربرد در موتورهای جستجو به‌وجود آمده‌اند. در این سامانه‌ها سعی بر آن است که سؤال کاربر با جوابی کوتاه، دقیق و کامل پاسخ داده شود. مقاله شمس‌فرد و همکاران (۱۳۸۵) بررسی معماری و عملکرد یک سامانه پرسش‌وپاسخ به زبان فارسی است. رجبی و همکاران (۱۳۸۵) به معرفی روش‌هایی جهت تبدیل جمله‌های زبان فارسی به بازنمایی منطقی (درک متن) و همچنین تبدیل عبارت‌های منطقی به جمله‌های فارسی (تولید متن) می‌پردازند. در این مقاله، برای روند درک، از روش تحلیل معنایی مبتنی بر نحو و برای تولید از نظریه معنا- متن استفاده شده است.

بخش دهم با عنوان "سایر موضوعات" مقاله شیخ‌زادگان و همکاران (۱۳۷۴)، "بررسی درجه اهمیت واج‌های زبان فارسی گفتاری و تعیین ترتیب آن‌ها از نظر شناسایی گوینده" را دربر دارد، و

## زبان فارسی و رایانه: برگزیده مقالات

درواقع، مطالعه‌ی درجه‌ی اهمیتِ واج‌ها از نظرِ قدرتِ تفکیک و تمایزِ گویندگان‌شان است و از نتایج آن در سامانه‌های شناساییِ گوینده استفاده می‌شود.

در این کتاب به بسیاری از موضوعاتِ مطرح در پردازشِ رایانه‌ایِ زبانِ فارسی پرداخته شده، و از طیفِ مقالاتِ ارائه‌شده به‌خوبی نمایان است که تکمیلِ پروژه‌های موجود و پرداختن به جنبه‌های کمترکارشده نیاز به کارهای اساسی در آینده دارد. تدوینِ این مجموعه به‌همتِ دو استادِ ساعی، که خود در زمینه‌های مختلفِ دادگان و پردازشِ گفتار سال‌ها پژوهش کرده‌اند، بسیار ارزنده است، به‌ویژه آن‌که این مجموعه نیازِ جامعه‌ی زبان‌شناسانِ رایانه‌ای به در دست داشتنِ منسجم دست‌آوردهای پردازشِ زبانِ فارسی را برآورده می‌سازد. تقسیم‌بندیِ بخش‌های مختلفِ کتاب، موضوعاتِ عمده مطرح در زبان‌شناسیِ محاسباتی را نشان می‌دهد، هرچند در برخی موضوعات، تحقیقاتِ چندانی در زمینه‌ی زبانِ فارسی دیده نمی‌شود.

محدود شدنِ کتاب به کنفرانس‌ها و همایش‌های نام‌برده شده، از نظرِ محدودیتِ امکاناتی، که همیشه وجود داشته و دارد، و همچنین بالارفتنِ حجمِ کتاب، قابلِ درک است، اما از نظرِ محدودیت در انتخابِ مقالاتِ اصیل و ارزنده در زمینه‌ی پردازشِ زبانِ فارسی، که اتفاقاً در این همایش‌ها ارائه نشده‌اند، خلأ بزرگی را ایجاد می‌کند. به‌ویژه آن‌که این کتاب می‌تواند منبعِ ارزنده‌ای برای دانشجویانی شود که بنابر نیازِ روبه‌گسترشِ تحقیقاتِ در زمینه‌ی پردازشِ زبانِ فارسی، به‌سوی این زمینه‌ی تحقیقاتی گرایش می‌یابند. از طرفِ دیگر، به‌نظر می‌رسد آوردنِ تاریخچه‌ی مختصری درباره‌ی هر موضوع و اهدافِ پیش‌روی آن برای زبانِ فارسی، خواننده را در درکِ موقعیتِ زبانِ فارسی در رایاسپهر یاری می‌کند.

از بهترین نکاتِ این کتاب، تدوینِ واژه‌نامه‌ی برابرته‌های اصطلاحاتِ تخصصی و یکسان‌سازیِ این اصطلاحات (تأحدِ ممکن) در متنِ مقالات است. این کار از سردرگمی یا بدفهمیِ خوانندگان جلوگیری کرده و به کلیتِ کتاب نیز نظم و هماهنگی بخشیده است. از دیگر سو، نداشتنِ نمایه را شاید بتوان بزرگ‌ترین کمبودِ این مجموعه دانست. از آن‌جاکه این دو جلد به‌عنوانِ مرجعی برای تحقیقاتِ رایانه‌ایِ روی زبانِ فارسی عمل خواهند کرد، بهتر بود دست‌کم نمایه‌ای موضوعی برای آن تدوین می‌شد.

در پایان، امید است همان‌طور که ویراستاران کتاب نیز ابراز کرده‌اند، در آینده روندِ تدوینِ مجموعه‌مقالاتِ اصیل در این حوزه ادامه یابد.

صدیقه مرادی

### منابع

عاصی، مصطفی (۱۳۸۵). "زبان فارسی در رایاسپهر: جایگاه زبان فارسی در جهان نوین فن‌آوری

اطلاعات". *نامه فرهنگستان*. پاییز ۱۳۸۵، شماره ۳۱. ۷۰-۵۹.

Bird, Steven and Ewan Klein, and Edward Loper (2009). *Natural Language Processing with Python*. O'Reilly Media, Inc.

Bolshakov, Igor A. and Alexander Gelbukh (2004). *Computational Linguistics: Models, Resources, Applications*. Instituto Politecnico Nacional: Mexico.