



دستکاری و مطالعه ادراکی جملات خبری به سؤالی بله / خیر با استفاده از دو الگوی شیب و همزمان‌سازی - کپی‌برداری

مرضیه بدیعی^۱
بتول علی‌نژاد^{۲*}

مقاله پژوهشی

چکیده

مطالعات انجام شده حاکی از تفاوت جملات سؤالی و خبری در لبه سمت راست است، هدف این پژوهش این است که مشخص شود از لحاظ ادراکی دستکاری کدام‌یک از بخش‌های منحنی زیروبمی در تعیین نوع جمله تأثیر دارد و آیا دستکاری لبه سمت راست به تنهایی می‌تواند بر درک شنونده اثر بگذارد و باعث شود شنونده پاره‌گفت را به صورت سؤالی درک کند. ابتدا نقاط آکوستیکی هدف در جملات خبری از طریق الگوی شیب و همزمان‌سازی - کپی‌برداری با نرم‌افزار پرات دستکاری شد تا به جمله سؤالی متناظر تبدیل شود و سپس در بخش آزمون ادراکی میزان سؤالی و خبری بودن جمله دستکاری شده مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که لبه سمت راست به صورت قطعی نمی‌تواند جمله خبری را به سؤالی تبدیل کند ولی عامل مهمی در تعیین نوع جمله است. تقریباً ۹۰٪ از شنوندگان پاره‌گفت تولید شده در قله هسته را بیشتر به عنوان جمله سؤالی درک کردند.

کلیدواژه‌ها: مدل شیب، الگوی همزمان‌سازی کپی‌برداری، دستکاری، آزمون ادراکی.

✉ marziyeh.badiee@yahoo.com

۱- دانشجوی دکترای زبان‌شناسی دانشگاه اصفهان

✉ b.alinezhad@fgn.ui.ac.ir

۲- دانشیار زبان‌شناسی دانشگاه اصفهان*

۱- مقدمه

در بسیاری از زبان‌ها گزارش شده است که جملات سؤالی با نواخت خیزان (H%) و جملات خبری با نواخت افتان (L%) تولید می‌شود (هادینگ- کُچ^۱ و استادرت-کِنِدی^۲، ۱۹۶۴؛ بولینجر^۳، ۱۹۷۸؛ کراتندن^۴، ۱۹۹۷). این یافته اغلب به‌عنوان یک جهانی‌زبانی شناخته شده است (لد^۵، ۱۹۸۱). هر چند نمونه‌هایی برخلاف این جهانی وجود دارد، از جمله: زبان مجاری (گُسیو^۶ و ترکن^۷، ۱۹۹۴)، زبان ایتالیایی ناپولی (دی ایمپریو^۸ و هووس^۹، ۱۹۹۷) و انگلیسی استرالیایی (فلتچر^{۱۰} و هارینگتن^{۱۱}، ۲۰۰۱). در این زبان‌ها تفاوت میان جملات سؤالی و خبری در لبه سمت راست پاره‌گفت نیست؛ بلکه این تمایز را در هجای هسته‌بر خود نشان می‌دهند. در انگلیسی استرالیایی در هر دو نوع جمله سؤالی و خبری معادل، لبه سمت راست با نواخت خیزان تولید می‌شوند، ولی نقطه آغاز خیز در هجای تکیه‌بر در هر دو جمله از هم متمایز است. در جملات خبری نقطه آغاز نواخت خیز پایین^{۱۲} است، در حالی که در جملات سؤالی بالا^{۱۳} است. در ایتالیایی ناپولی و در زبان مجاری در هر دو نوع جمله، لبه سمت راست با نواخت افتان تولید می‌شوند و تفاوت آنها را می‌توان با تغییر زمان‌بندی وقوع قله زیروبمی از زود هنگام^{۱۴} به دیر هنگام^{۱۵} مشاهده کرد.

همچنین گُسیو و ترکن (۱۹۹۴) و دی ایمپریو و هووس (۱۹۹۷) نشان دادند که پارامترهای نواختی دیگری نیز در تمایز میان جملات سؤالی و خبری از لحاظ ادراکی تأثیرگذار است. از جمله تغییر زمان‌بندی وقوع همه قله‌ها از زود هنگام به دیر هنگام که باعث می‌شود شنوندگان پاره‌گفت را به‌صورت سؤالی درک کنند. همچنین در زبان ایتالیایی ناپولی، قله‌هایی که بدون برجستگی^{۱۶} هستند، بیانگر خبری بودن یک پاره‌گفت است.

پترونه (۲۰۱۳) بر حضور پیش‌هسته در تعیین نوع جمله تأکید کرد. و سه پارامتر شیب افست، شکل افست، ترادف قله با آغاز واکه در پیش‌هسته را از عوامل مهم در تعیین نوع جمله در زبان آلمانی دانست. هیرن^{۱۷} و

1. Hadding- Koch
2. Studdert- Kennedy
3. Bolinger
4. Cruttenden
5. Ladd
6. Gosy
7. Terken
8. D'Imperio
9. House
10. Fletcher
11. Harrington
12. low
13. High
14. early
15. late
16. blunt
17. Heeren

هیون^۱ (۲۰۰۹)، سه پارامتر آکوستیکی دیرش واکه پایانی، شدت در قله و پهناهای باند فرمانت ۱ و ۲ را از عوامل مؤثر در تعیین نوع جمله در زبان هلندی می‌داند. وایت‌هد^۲ و همکاران (۲۰۰۰)، دیرش واکه‌ها و تفاوت در بسامد پایه را از عوامل مؤثر در تمایز میان جمله‌های خبری و سؤالی می‌شود. جوون^۳ (۲۰۰۵)، زبان فارسی، انگلیسی، آلمانی، هلندی، یونانی، اسپانیایی، ایتالیایی، پرتغالی و عربی را در یک طبقه‌بندی قرار داد و معتقد است در این زبان‌ها تغییرات زیرویمی معنی کلمات را تغییر نمی‌دهد، اما می‌تواند جمله خبری را به سؤالی تبدیل کند. گاسن هافن و چن (۲۰۰۲) در ارزیابی ادراکی روی سه زبان هلندی، مجارستانی و چینی نشان دادند که دستکاری ارتفاع قله، دیرش قله و ارتفاع خیز پایانی جمله باعث می‌شود که شنوندگان یک پاره‌گفتار را بیشتر به‌عنوان سؤالی درک کنند. های سوک لی^۴ (۲۰۰۷) به بررسی و دستکاری و ارزیابی ادراکی متغیرهای آکوستیکی در جملات سؤالی بله/خیر و خبری زبان کیانگ سانگ کره شمالی پرداخت دامنه خیز بالاتر در سمت راست هجای پایانی، F0 بالاتر در دره سمت راست هجای پایانی، دیرش بیشتر در دره سمت راست هجای پایانی، تکیه زیرویمی بالاتر در قله پایانی در هجای ماقبل آخر، دیرش بیشتر در قله پایانی در هجای ماقبل آخر، F0 بالاتر در دره قله ماقبل آخر جمله خبری را به سؤالی تبدیل می‌کند.

مطالعات انجام شده در زبان فارسی (اسلامی ۲۰۰۰، توحیدی (۱۹۷۴)، حیاتی (۱۹۹۸)، سپنتا (۱۳۵۴)، باطنی (۱۳۷۰) سادات تهرانی (۲۰۰۷)، ماهجانی (۲۰۰۳)، وحیدیان کامیار (۲۰۰۱)) حاکی از تفاوت جملات سؤالی و خبری در آخرین رخداد زیرویمی (نواخت مرزما در گروه آهنگ) از لحاظ تولیدی است، با توجه به سادات تهرانی (۲۰۰۷) و ماهجانی (۲۰۰۳)، در پاره گفت سؤالی و خبری بی‌نشان ساده، عنصر اصلی نظام آهنگ زبان فارسی یعنی گروه تکیه زیرویمی (AP^۵) با تکیه زیرویمی H* (L+) مشاهده می‌شود. از لحاظ واجی آخرین AP هسته است. سادات تهرانی (۲۰۰۷) منحنی آهنگ در جملات خبری را به‌صورت (L)+(L) و منحنی آهنگ در جملات سؤالی بله/خیر را به‌صورت (L)+(L)+H*(h)ⁿ و منحنی آهنگ در جملات سؤالی بله/خیر را به‌صورت (L)+(L)+H*(h)ⁿ H*1 H% مشخص کرده است که تفاوت آنها در نواخت مرزما گروه آهنگ (IP) است. نواخت مرزما در جملات سؤالی، نواخت خیزان (H%) و در جملات خبری نواخت افتان (L%) است. «این نواخت ناظر بر الگوی زیرویمی لبه سمت راست جمله یا هجای پایانی جمله است. بنابراین مرز پایانی جمله صرف‌نظر از تکیه‌بر بودن یا نبودن هجای پایانی با نواخت مرزما گروه آهنگ مشخص می‌شود (درزی و صادقی، ۱۳۹۴: ۸۰)». سادات تهرانی (۲۰۱۱) تفاوت‌هایی را میان جملات سؤالی و خبری از لحاظ آوایی مشخص کرده است: الف هجای هسته‌بر H* در جملات سؤالی بله/خیر دامنه زیرویمی بالاتری دارد، ب) منحنی زیرویمی جملات سؤالی بله/خیر در محور بسامد از ارتفاع بیشتری برخوردار است و ج) جملات سؤالی بله/خیر در پایان دارای کشش بیشتری است. در همین چارچوب، اسلامی (۲۰۰۰) نیز دو الگوی نواختی زیر را به جملات

1. Heuven
2. Whitehead
3. Jun
4. Lee, Hye sook
5. accentual phrase

خبری و سؤالی به ترتیب اختصاص داده است: $H^*L - L\%$ و $H^*L - H\%$ و $L + H^*L - H\%$ و حیدیان کامیار (۱۳۷۹) بر طبق دیدگاه سنت بریتانیایی (کریستال، ۱۹۶۹)، تفاوت آهنگ جملات خبری و سؤالی را مربوط به هسته و دنباله می‌داند. و وضعیت پیش‌سر، سر و تنه را در جمله‌های سؤالی و خبری مشابه می‌داند. هجای هسته‌بر خیز دارد و پرسش از آن آغاز می‌شود. اگر این مسأله درست باشد پس با دستکاری آخرین قلّه زیروبمی باید جمله خبری به جمله سؤالی تبدیل شود. تا آنجایی که نگارندگان اطلاع دارند در همه این تحقیقاتی که به مطالعه آهنگ پرداخته‌اند، هیچ دستکاری و ارزیابی ادراکی در راستای تبدیل آهنگ جملات خبری و سؤالی انجام نگرفته است.

هدف این مقاله این است که ابتدا مشخص شود تغییر کدامیک از بخش‌های منحنی زیروبمی از جمله لبه سمت راست^۱، قلّه هسته^۲ یا تغییر کل پاره‌گفت خبری شنونده را به سوی درک جمله سؤالی سوق می‌دهد و این که آیا یافته‌های ما می‌تواند مطالعاتی را که مبنی بر تمایز میان جملات خبری و سؤالی در آخرین رخداد زیروبمی (نواخت مرزنا) از لحاظ تولیدی بوده است، از نظر ادراکی نیز تأیید کند. جهت پاسخ به این سؤال‌ها از دستکاری متغیرهای آکوستیکی و آزمون‌های ادراکی با توجه به دو الگوی شیب و همزمان‌سازی - کپی‌برداری استفاده شده است. ارزش پژوهش حاضر در این است که بتواند با ارائه چارچوبی کارآمد در جهت تکمیل نظریات پیشین گام بردارد. همچنین با دستکاری دامنه زیروبمی و دیرش بتوان الگویی برای تبدیل جملات خبری به سؤالی به دست آورد. از این نتایج و یافته‌ها می‌توان در کاربردهای رایانه‌ای و مطالعات رده‌شناسی بهره برد.

تحقیق حاضر با احتساب چکیده و مقدمه از پنج بخش تشکیل شده است. در بخش دوم به روش تحقیق و فرایند جمع‌آوری داده‌ها و نمونه‌های گفتاری اشاره شده است. در بخش سوم، به معرفی نظریه تحقیق (مدل شیب^۳) و نحوه بررسی و دستکاری متغیرهای آکوستیکی با توجه به دو الگوی شیب و همزمان‌سازی - کپی‌برداری در زبان فارسی می‌پردازیم. در بخش چهارم به دستکاری و ارزیابی ادراکی متغیرها در لبه سمت راست، قلّه هسته و کل پاره‌گفت پرداخته شده و در بخش پایانی به نتایج حاصل از این تحقیق در قالب الگوی شیب و الگوی همزمان‌سازی - کپی‌برداری پرداخته شده است.

۲- روش تحقیق

۲-۱- فرضیه‌های تحقیق

- ۱- با دستکاری لبه سمت راست (نواخت مرزنا)، جمله خبری به سؤالی تبدیل می‌شود.
- ۲- در الگوی همزمان‌سازی - کپی‌برداری به جهت این که کل منحنی زیروبمی مبدأ بر روی منحنی زیروبمی هدف کپی می‌شود، از این رو نسبت به الگوی شیب کارایی بیشتری دارد.

۱. منظور «لبه سمت راست پاره‌گفت» است که از این به بعد تا انتهای مقاله به صورت «لبه سمت راست» می‌آید.
 ۲. منظور آخرین قلّه زیروبمی در جمله خبری است که دارای تکیه زیروبمی هسته است.

۲-۲- نحوه جمع‌آوری داده‌ها و اندازه‌گیری رخدادهای آهنگی

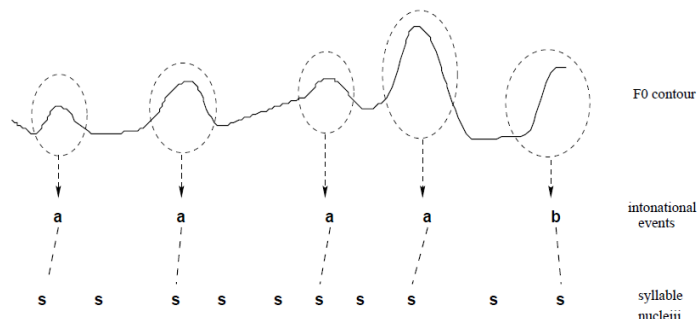
۲۰ جمله خبری ساده بی‌نشان با فعل ربطی و ۲۰ جمله سؤالی معادل آن جملات از نوع بله/ خیر در قالب متنی کوتاه و به صورت پرسش و پاسخ در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گرفت. برای جمع‌آوری داده‌ها، جملاتی در نظر گرفته شدند که محاوره‌ای باشند، در گفتار روزمره فراوانی وقوع نسبتاً بالایی داشته باشند، به گروه، طبقه و عقیده خاصی مربوط نباشد و همچنین به میزان تحصیلات بستگی نداشته باشد. همچنین برای حفظ پیوستگی نمودار فرکانس پایه و حذف یا کاهش گسیختگی، درصد وقوع آواهای واکدار و رسا ($l/m/n$) نسبت به صداهای بیواک در جمله‌ها بیشتر بود. جملات به گونه‌ای انتخاب شدند که تنها تفاوت آنها در نحوه بیان آنها باشد. در واقع جملات می‌توانند هم به عنوان جمله سؤالی و هم به عنوان جمله خبری خوانده شوند. تعداد پنج نفر (سه زن و دو مرد) ۲۰ تا ۴۰ ساله با لهجه فارسی معیار از میان دانشجویان دانشگاه انتخاب شدند. برای جلوگیری از تأثیرگذاری لهجه بر مؤلفه‌های نوای گفتار، انتخاب گویشورانی که زبان اول آنها فارسی باشد، مد نظر بود. قبل از ضبط از شرکت‌کننده‌ها خواسته شد تا جملات را با بلندی عادی و حالت طبیعی و بدون تأکید روی واژه‌ای خاص و به طور بی‌نشان بیان کنند و سپس صدای آنها ضبط شد. همچنین جملات دو بار خوانده شد. در مجموع تعداد ۴۰۰ پاره‌گفتار جهت استخراج اطلاعات آکوستیکی ضبط شد. ضبط گفتار شرکت‌کننده‌ها در آزمایشگاه زبان دانشکده زبان‌های خارجی انجام شد. افراد در حین ضبط در وضعیت نشسته و به طور کاملاً صاف قرار می‌گرفتند (با فاصله ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر از میکروفن). ضبط با استفاده از دستگاه SONI مدل Mi-10 انجام شد. از میان این تعداد پاره‌گفت تولید شده، یک پاره‌گفت جهت دستکاری و ارزیابی ادراکی انتخاب شد.

۳- چارچوب نظری

۳-۱- مدل شیب

مدل شیب را پاول تیلور (۱۹۹۲، ۲۰۰۹) بر اساس الگوی پیوستگی افتان-خیزان^۱ در زبان انگلیسی به کار گرفت که در این الگو به تجزیه و تحلیل عناصر نوایی گفتار بخصوص عنصر نوایی آهنگ پرداخته می‌شود. آهنگ در این الگو به صورت رخدادهای آوایی نمایش داده می‌شود رخدادهای آوایی به صورت تکیه زیروبمی و نواخت مرزما است. تکیه زیروبمی معمولاً روی هجاهای برجسته در زنجیره صدایی اعمال می‌شود و مشخصه اصلی آنها تغییرات بسامد پایه (F0) در هجا است. نواخت‌های مرزما در کناره واحدهای آهنگی پدیدار می‌شوند. این نواخت‌ها در واقع F0 خیزان است که در مرز گروه‌های آهنگی کلید تشخیص شنونده است. رخدادهای آهنگی در شکل زیر نمایش داده شده است:

1. Rise- fall connection (RFC)

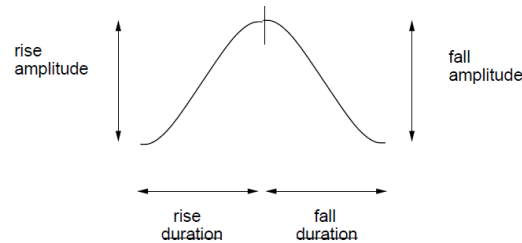


شکل ۱: نمایش رخداد‌های آهنگی در مدل شیب (تیلور، ۲۰۰۹: ۱۲۲)

در شکل (۱) بخش‌هایی از منحنی F0 که از لحاظ زبانی معتبر هستند، با دایره مشخص شده‌اند. هر رخداد به یک هجا مرتبط است و برخی از هجاها فاقد محتوای آوایی می‌باشند. هر رخداد آهنگی دارای یک بخش خیز^۱ و یک بخش افت^۲ است که اندازه آنها می‌تواند متفاوت باشد. به عبارتی دیگر، هر رخداد به وسیله یک خیز یا افت یا ترکیبی از شکل خیزان و افتان شکل می‌گیرد و فضای بین رخدادها نقطه پایان بخش خیز و نقطه شروع بخش افت را مشخص و تعیین می‌کند. این نوع بازنمایی رخدادها اساس کار مدل (RFC) است. در واقع مدل پیوستگی افتان-خیزان، پایه و اساس تحلیل در مدل آهنگ شیب است (در مورد مدل RFC، ر.ک. تیلور ۱۹۹۳، ۱۹۹۵).

در مدل شیب هر رخدادی توسط مجموعه‌ای از متغیرهای پیوسته از جمله دامنه زیرویمی و دیرش مشخص می‌شوند. این مشخصه‌ها با استفاده از داده‌های گفتاری که توسط افراد تولید می‌شوند، نمایش داده می‌شوند. در واقع پارامتر هر رخداد با اندازه‌گیری دامنه زیرویمی خیز^۳ (Ar)، دامنه زیرویمی افت^۴ (Af) و مقدار دیرش خیز^۵ (Dr) و دیرش افت^۶ (Df) مشخص می‌شود. این پارامترها منحنی F0 را نشان می‌دهند. اگر یک رخداد تنها دارای خیز یا افت باشد، دامنه و دیرش بخشی که خیز یا افت ندارد، برابر با صفر خواهد بود. شکل (۲) تکیه زیرویمی را همراه با پارامترهای مذکور و همچنین شیوه اندازه‌گیری دیرش و دامنه هر رخداد در پاره‌گفتار نمایش می‌دهد.

1. rise
2. fall
3. rise amplitude
4. fall amplitude
5. rise duration
6. fall duration



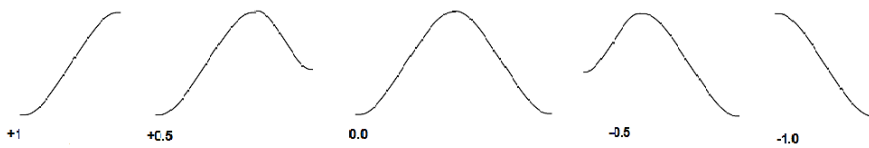
شکل ۲: تکیه زیرویمی همراه با پارامترهای دیرش و دامنه

با بهره‌گیری از معادلات شیب و پیوستگی افت و خیز می‌توان منحنی FO را تولید کرد و شکل رخداد و اندازه نسبی مؤلفه‌های افت و خیز یک رخداد را تعیین کرد. شیب دامنه خیز و افت (a)، شیب دیرش خیز و افت (b) و شیب کلی (c) با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه می‌شود (تیلور، ۲۰۰۹):

$$\text{a) } \textit{tilt}_{amp} = \frac{|A_{rise}| - |A_{fall}|}{|A_{rise}| + |A_{fall}|} \quad \text{b) } \textit{tilt}_{dur} = \frac{|D_{rise}| - |D_{fall}|}{|D_{rise}| + |D_{fall}|}$$

$$\text{c) } \textit{tilt} = \frac{\textit{tilt}_{amp} + \textit{tilt}_{dur}}{2}$$

در فرایند اندازه‌گیری رخدادهای آهنگی بعد از محاسبه دیرش و دامنه افت و خیز با استفاده از فرمول‌های ریاضی شیب آنها از دامنه -۱ تا +۱ به دست می‌آید. شکل (۳) شکل رخدادها را همراه با ارزش‌های مختلف شیب نشان می‌دهد:



شکل ۳: نمونه رخدادها همراه با ارزش‌های مختلف پارامترهای شیب

در این پژوهش از مدل شیب برای علامت‌گذاری و برجسب‌دهی استفاده شد تا بتوان به مقادیر دقیق دیرش، دامنه زیرویمی و شیب دست یافت و از این طریق بتوانیم به تحلیل‌های آماری دقیقی دست پیدا کنیم و همچنین بتوان با تغییر مقادیر به صورت خودکار، دستکاری متغیرها را سریع‌تر و دقیق‌تر نسبت به دستکاری دستی انجام داد.

اندازه‌گیری مقادیر رخدادهای شیب و دستکاری آنها به صورت خودکار توسط برنامه RFC Analysis Resynthesis (کرنکوف، ۲۰۱۷)^۱ انجام گرفته است. در این برنامه آدرس فایل صوتی مبدأ وارد می‌شود. در ابتدا مقادیر متغیرهای شیب نشان داده می‌شود که می‌توان با تغییر این مقادیر هر یک از بخش‌ها را (به‌طور مثال لبه سمت راست، دره‌ها، قله‌ها ...) دستکاری کرد و سپس فایل جدیدی تحت عنوان فایل هدف ایجاد کرد.

۳-۲- الگوی همزمان‌سازی - کپی برداری

این الگو یک برنامه نرم‌افزاری به نام Duration Sync Into (کرنکوف، ۲۰۱۷) است که به صورت خودکار کل پاره‌گفت را به صورت همزمان دستکاری می‌کند. در این برنامه باید آدرس فایل‌های صوتی ضبط شده و نام دو فایل صوتی ذخیره شده وارد شود. همچنین باید مشخص شود تغییر کل پاره‌گفت در کدام لایه تقطیع شده (به‌طور مثال واج، هجا، واژه و جمله) انجام شود. در نهایت ابتدا همزمان‌سازی در لایه تعیین شده صورت می‌گیرد و سپس منحنی زیروبمی پاره‌گفت هدف بر روی پاره‌گفت اولیه نگاشت می‌شود و فایل صوتی با ویژگی‌های تغییر یافته تولید می‌شود.

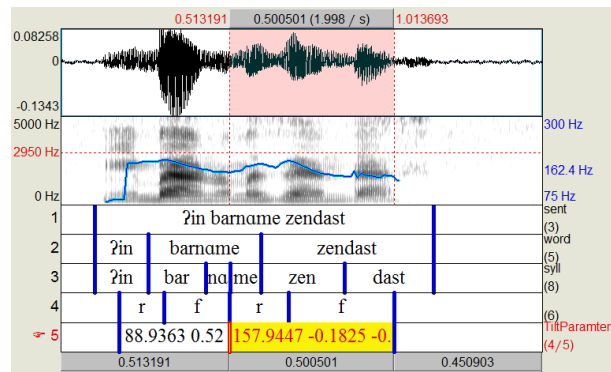
۴- دستکاری و ارزیابی ادراکی جملات خبری و تبدیل آنها به جملات سؤالی

برای تبدیل جمله خبری به جمله سؤالی از میان داده‌های تحقیق، یک جمله خبری که منحنی بسامد پایه آن پیوستگی بیشتری داشت، انتخاب شد. پاره‌گفت «این برنامه زنده است» ["?in barname zendast"] را که توسط یک گویشور فارسی زبان به صورت خبری گفته شده، با استفاده از دو الگوی شیب و همزمان‌سازی - کپی برداری در چندین سطح (مرحله) دستکاری شد و سپس با انجام آزمون ادراکی مشخص شد که تغییر کدامیک از بخش‌های منحنی زیروبمی (لبه سمت راست، قله هسته یا کل پاره‌گفت) بیشترین تأثیر را بر درک نوع جمله دارد و شنونده را به سمت درک جمله سؤالی هدایت می‌کند. این آزمون در هر مرحله‌ای به صورت جداگانه و در روزهای مختلف انجام گرفته است. شرکت‌کننده‌ها در همه مراحل یکی بودند و تعداد آنها بین ۲۵-۲۱ نفر بود. افراد شرکت‌کننده از میان دانشجویان دانشگاه بودند. شرکت‌کننده‌های این آزمون با افرادی که در مرحله تولید (برای ضبط جملات) بودند، تفاوت داشتند و کسانی بودند که برای اولین بار این جملات را می‌شنیدند. محیطی که آزمون در آن برگزار شد، محیطی کاملاً آرام و بدون سروصدا بود. برای انجام آزمون، پرسشنامه‌هایی تهیه شد که در آن شرکت‌کننده‌ها هر پاره‌گفتی را که می‌شنیدند، در پرسشنامه مشخص می‌کردند که سؤالی، تقریباً سؤالی، تقریباً خبری یا خبری است. پاره‌گفت‌ها به فاصله ۳ ثانیه از هم پخش می‌شد.

۱. برنامه اندازه‌گیری متغیرهای آکوستیکی بر اساس مدل شیب توسط یوپ کرنکوف (Yoop Kernkohf) از دانشگاه رادبود نامیخن نوشته شد و در اختیار اینجانب قرار گرفت.

۴-۱- الگوی شیب

در نرم‌افزار تحلیل گفتار پرات^۱، نسخه ۶,۰,۳۶ (بورسما^۲ و وینینک^۳) تقطیع و برچسب‌دهی جمله‌ها بر اساس نظریه شیب و طبق اصول برچسب‌دهی الگوی خیزان-افتان-پیوستگی انجام شد. در پنجره text grid پنج لایه مشخص گردید. لایه اول، دوم و سوم به ترتیب، لایه جمله، لایه واژه و لایه هجا است. لایه چهارم، لایه نواخت است که خیزان و افتان بودن قله‌ها به صورت طولی مشخص شده است. در لایه پایانی، مقادیر پارامتر شیب از جمله دیرش، دامنه، شیب، شیب دیرش و شیب دامنه زیروبمی برای هر قله به ترتیب از سمت راست به چپ مشخص شده است. این مقادیر از طریق مقایسه اندازه نسبی دامنه و دیرش‌های خیزها و افت‌های یک رخداد آهنگی به صورت خودکار توسط برنامه RFC Analysis Resynthesis به دست آمده است، شکل (۴).



شکل ۴: طیف نگاشت «جمله این برنامه زنده‌ست» با شبکه متنی ۵ لایه‌ای

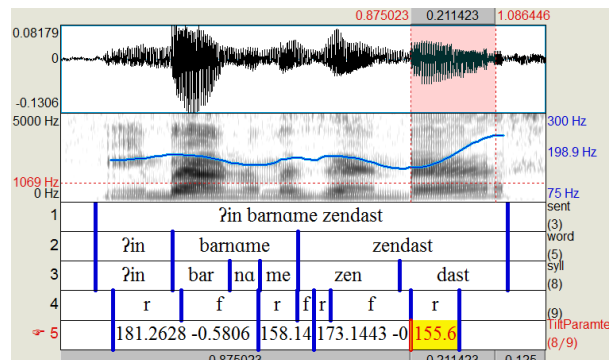
بر اساس این الگو سه مرحله دستکاری انجام شد:

مرحله اول: دستکاری لبه سمت راست و تولید نواخت خیزان

همان گونه که گفته شد، لبه سمت راست محل تظاهر نواخت مرزنا است که در جملات خبری به صورت افتان تظاهر می‌یابد. در پاره‌گفت مذکور لبه سمت راست تقریباً از آغاز واکه هجای پایانی شروع شده است. در این مرحله ابتدا لبه سمت راست را هم از لحاظ دامنه زیروبمی و هم دیرش دستکاری کردیم. به جهت این که مشخص شود دستکاری لبه سمت راست و تغییر دامنه و دیرش در این نقطه تا چه میزانی از لحاظ ادراکی، شنونده را به سمت جمله سؤالی سوق می‌دهد، دستکاری در چندین مرحله انجام شد. تغییر دامنه زیروبمی از ۸۰-۲۰ هرتز در ۴ مرحله و دیرش از ۱۲/۰-۰/۰۲ هزارم ثانیه در ۶ مرحله بر طبق الگوی شیب بر روی لبه سمت راست پاره‌گفت مذکور انجام گرفت. به این صورت که در هر مرحله‌ای که ۲۰ هرتز به

1. PRAAT
2. Boersma
3. Weenink

دامنه اضافه می‌شود، دیرش نیز در ۶ مرحله اضافه می‌شود. در مجموع ۲۴ پاره‌گفت برای ارزیابی ادراکی تولید شد. شکل (۵) یکی از پاره‌گفت‌های دستکاری شده در لبه سمت راست را نمایش می‌دهد.



شکل ۵: دستکاری پارامترهای آکوستیکی لبه سمت راست

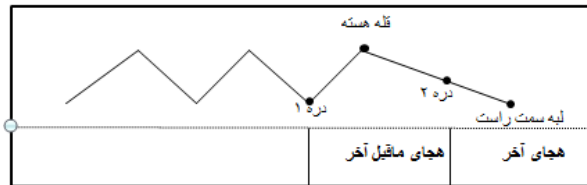
مجموع ۲۴ پاره‌گفت برای لبه سمت راست جهت ارزیابی ادراکی برای شنونده‌ها پخش شد. در این آزمون مشخص شد که هر چه میزان دامنه زیربومی بالاتر رود (در اینجا بین ۸۰-۶۰ هرتز) و دیرش نیز (حدود ۰/۱۴ - ۰/۱۲) افزایش یابد، جمله بیشتر به‌عنوان سؤالی درک می‌شود. نسبت پاسخگویی به سؤالی بودن پاره‌گفت با افزایش دامنه زیربومی و دیرش همواره صعودی بوده است، به‌طوری‌که در مرحله پایانی، نسبت پاسخگویی (لبه سمت راست با دامنه زیربومی ۸۰ هرتز و دیرش ۰/۱۴) به حدود ۷۰٪ رسیده است. جداول آماری به علت نبود فضای کافی در مقاله گنجانده نشده است.

مرحله دوم: دستکاری قله هسته

بر طبق الگوی شیب، قله هسته در این جمله از دو هجای ماقبل آخر شروع شده است. تکیه زیربومی بر روی هجای ماقبل آخر ("zen") واقع شده است و از آنجا افت دامنه شروع شده است. نتایج آماری مقایسه قله هسته در جملات سؤالی و خبری نشان داده است که شرکت‌کننده‌ها معمولاً جملات سؤالی را نسبت به جملات خبری با f0 بالاتر و دیرش بیشتر در لبه سمت راست، F0 بالاتر در سمت راست‌ترین دره پاره‌گفت، f0 بالاتر و دیرش بیشتر در قله هسته، F0 بالاتر در دره قله ماقبل آخر تولید می‌کنند (مقاله تحت داوری). از این‌رو در قله هسته، ۶ پارامتر آکوستیکی را هدف دستکاری قرار دادیم که عبارت بودند از: F0 لبه سمت راست، دیرش لبه سمت راست، F0 قله هسته، دیرش قله هسته، ارتفاع دره دوم، ارتفاع دره اول^۱. دستکاری این پارامترهای آکوستیکی به ترتیب با تغییر مقادیر متغیرهای مهم شیب از جمله دامنه زیربومی، دیرش و

۱. دره اول، دره‌ای است که قبل از قله دارای تکیه زیربومی هسته‌ای قرار دارد و دره دوم، دره‌ای است که بلافاصله بعد از قله هسته‌ای پایانی می‌آید برای اطلاعات بیشتر ر. ک. بدیعی و علی‌نژاد و رضائی، ۱۳۹۷.

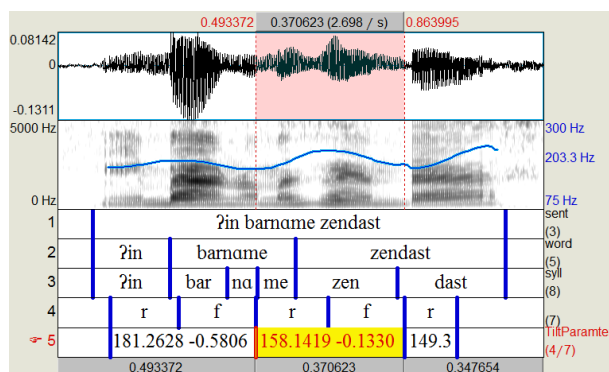
شیب انجام شده است. در شکل زیر نقاطی که در این مرحله هدف دستکاری قرار گرفته‌اند، مشخص شده است.



شکل ۶: نقاط هدف دستکاری

برای دستکاری، ابتدا دامنه زیروبمی و دیرش لبه سمت راست قله پایانی را طبق نتیجه‌ای که در مرحله قبل (مرحله اول) بر اساس ادراک شنوندگان به دست آمد، تغییر دادیم. به عبارت دیگر، ابتدا ۲۴ پاره‌گفت دستکاری شده در مرحله اول مورد ارزیابی ادراکی قرار گرفت و پاره‌گفتی که از نظر درک بیشتر ماهیت سؤالی داشت، برای دستکاری لبه سمت راست انتخاب شد. سپس در دستکاری پارامترهای آکوستیکی قله هسته به این صورت عمل شد که ابتدا دو پارامتر آکوستیکی دامنه زیروبمی و دیرش را به‌طور جداگانه دستکاری کردیم و سپس از لحاظ ادراکی مورد ارزیابی قرار دادیم. صادقی (۱۳۹۷)، به نقل از لیبرمن و پی‌برهامبرت، (۱۹۸۴) ذکر کرده است که افزایش دامنه زیروبمی و یا سطح ارتفاع قله تکیه زیروبمی فقط میزان تأکید بر سازه نحوی را افزایش می‌دهد و نمی‌تواند تمایزدهنده باشد. البته می‌توان آن را به‌عنوان عامل تقویتی در درک نوع جمله دانست. از این‌رو در تغییر قله هسته نیز حداقل میزان دستکاری را در رابطه با دامنه زیروبمی و دیرش قله انجام دادیم. تغییر دامنه زیروبمی از ۳۰-۱۰ هرتز و دیرش به میزان ۰/۴-۰/۲ انجام گرفت.

دستکاری دره اول و دوم نیز طی ۸ مرحله از ۰/۴-۰/۱ هرتز به ترتیب به همراه دستکاری لبه سمت راست و قله هسته انجام گرفت و مورد ارزیابی ادراکی قرار گرفت.

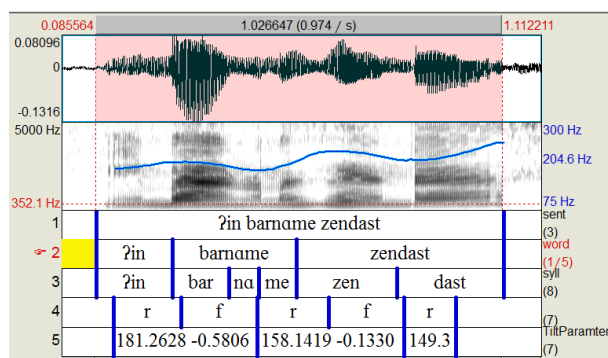


شکل ۷: دستکاری پارامترهای آکوستیکی قله هسته

نتایج نشان داد، دستکاری لبه سمت راست و ارتفاع دره دوم نسبت به دیگر پارامترهای آکوستیکی تأثیر بیشتری بر درک شنونده گذاشته است. به این معنا که هر چه میزان دستکاری (بر اساس مقادیری که در مرحله دستکاری گفته شد) در این دو نقطه بیشتر بود، نسبت پاسخگویی به سؤالی بودن پاره‌گفت نیز بیشتر بوده است. افزایش سطح ارتفاع قله (۳۰-۱۰ هرتز) تفاوتی در درک جمله نگذاشته است. دره اول نیز نسبت به دره دوم از اهمیت کمتری برخوردار بوده است و تأثیر کمی را بر ادراک شنونده‌ها نشان داده است.

مرحله سوم: دستکاری کل پاره‌گفت

در این مرحله علاوه بر قله هسته، قله ابتدایی پاره‌گفت خبری نیز تغییر یافت تا تأثیر کل پاره‌گفت در درک نوع جمله مشخص شود. ابتدا برای دستکاری قله هسته، پاره‌گفتی که از لحاظ ادراکی در مرحله قبل (مرحله دوم) بیشترین تأثیر را در درک جمله به‌عنوان سؤالی داشت، انتخاب شد و سپس دامنه زیربومی و دیرش قله ابتدایی به ترتیب از ۳۰-۱۰ هرتز و دیرش ۰/۲ در ۳ مرحله دستکاری شد که هیچ یک از مراحل سه‌گانه تأثیری متفاوت از یکدیگر بر درک شنونده نگذاشتند و تقریباً نیمی از افراد هر سه پاره‌گفت دستکاری شده در این مرحله را به یک میزان به‌صورت سؤالی درک کردند.

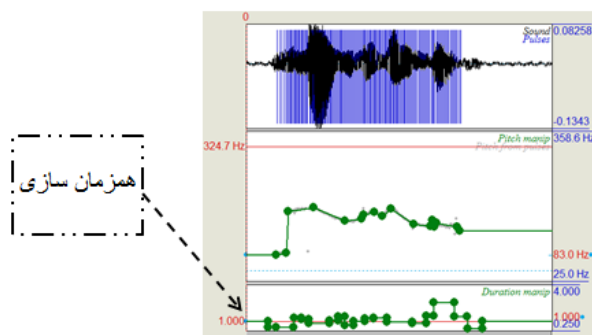


شکل ۸: دستکاری پارامترهای آکوستیکی کل پاره‌گفت

۴-۲- الگوی همزمان‌سازی و کپی‌برداری

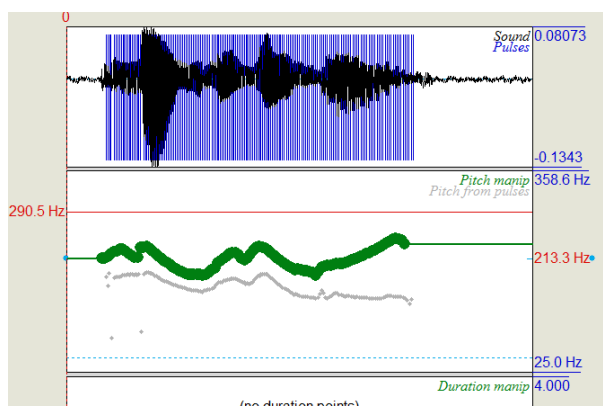
همان‌طور که گفته شد، در این الگو برخلاف الگوی شیب فقط کل پاره‌گفت تغییر می‌کند و نمی‌توان هر یک از قله‌ها را به‌طور جداگانه تغییر داد. با دو مرحله دستکاری در این روش روبه‌رو هستیم. در مرحله اول با استفاده از روش همزمان‌سازی، دو فایل خبری و سؤالی در لایه‌های مختلف از جمله واج، هجا، واژه و جمله همزمان می‌شوند. به‌طور مثال اگر همزمان‌سازی در لایه واج انجام بگیرد، ابتدا زمان‌بندی همه واج‌ها در جمله سؤالی با زمان واج‌های جمله خبری در لایه واج یکسان می‌شود و در مرحله دوم، کل منحنی زیربومی جمله خبری بر کل منحنی جمله سؤالی کپی می‌شود. هر دو مرحله همزمان‌سازی و کپی‌برداری به‌طور

خودکار توسط برنامه Duration Sync Into انجام می‌شود. در این برنامه ابتدا باید مشخص شود در کدام لایه، همزمان‌سازی انجام بگیرد و سپس دستکاری شروع شود. در این پژوهش، همزمان‌سازی در هر چهار لایه انجام گرفته است تا مشخص شود کدامیک از این لایه‌ها از لحاظ ادراکی بیشترین تأثیر را در تبدیل جمله خبری به سؤالی دارد. با توجه به محدودیت فضای موجود مقاله، یک منحنی زیروبومی از پاره‌گفت مذکور که در لایه واج همزمان‌سازی شده است، ارائه می‌گردد. منحنی زیروبومی استخراج شده پاره‌گفت خبری و تغییرات دیرش پس از همزمان‌سازی با فایل صوتی پاره‌گفت سؤالی را در شکل (۹) مشاهده می‌کنید.



شکل ۹: منحنی زیروبومی و تغییرات دیرش پاره‌گفت خبری «این برنامه زنده‌ست»

سپس منحنی زیروبومی فایل صوتی جمله سؤالی بر منحنی زیروبومی جمله خبری نگاشت می‌شود و فایل جدید با الگوی جمله سؤالی نوشته و ذخیره می‌شود تا جهت آزمون ادراکی به‌کار گرفته شود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: نگاشت منحنی زیروبومی جمله سؤالی (خطوط پررنگ) بر جمله خبری (خطوط کم‌رنگ)

الگوی نواختی که با خط پررنگ مشخص شده است، الگوی جدید جمله سؤالی تولید شده است و نمودار کم‌رنگ، نمودار جمله خبری است. چنان‌که در شکل (۱۰) ملاحظه می‌شود، تفاوت جمله سؤالی و خبری تنها در نواخت مرزنا نیست و سطح ارتفاع قله‌ها (هسته و پیش‌هسته) و دره‌ها (دره اول و دره دوم) یکسان نیست. به عبارت دیگر، سطح ارتفاع قله‌ها و دره‌ها در جملات سؤالی بالاتر است.

از مجموع ۸ پاره‌گفت تولید شده در لایه جمله، واژه، هجا و واج در دو مرحله همزمان‌سازی و کپی‌برداری مشخص شد که در مرحله همزمان‌سازی در هیچ یک از لایه‌های ذکر شده، جمله خبری به سؤالی تبدیل نمی‌شود، به این معنا که پارامتر دیرش در تبدیل جملات خبری به سؤالی صرفاً مدرج است و به تنهایی نمی‌تواند در تبدیل جملات خبری به سؤالی اثرگذار باشد و تنها حدود ۱٪ از افراد، پاره‌گفت‌های تولید شده را سؤالی درک کرده‌اند.

پس از اعمال مرحله دوم دستکاری (کپی‌برداری)، مشخص شد که دستکاری در لایه واج اثرگذاری بیشتری نسبت به دیگر لایه‌ها دارد به طوری که حدود ۶۵٪ از شنوندگان پاره‌گفت تولید شده در این لایه را به صورت سؤالی درک کرده‌اند و هر چه از لایه واج به سمت لایه جمله پیش برویم، درصد پاسخگویی نیز کاهش می‌یابد و این نشان می‌دهد که هر چقدر در لایه‌های کوچکتر دستکاری انجام بگیرد، میزان موفقیت کار نیز بیشتر خواهد بود.

۴-۳- ارزیابی ادراکی نهایی

در این بخش ۴ پاره‌گفت که در مراحل قبل از لحاظ ادراکی بیشترین تأثیر را داشته و نسبت پاسخگویی به سؤالی بودن آنها بیش از دیگر پاره‌گفت‌ها بوده است، انتخاب شد. این چهار پاره‌گفت به ترتیب مربوط به لبه سمت راست، قله هسته، کل پاره‌گفت (بر اساس دو الگوی شیب و همزمان‌سازی - کپی‌برداری) است. ارزیابی ادراکی نهایی علاوه بر تعداد شرکت‌کننده‌های مذکور، میان ۱۴ نفر دیگر نیز برگزار شد که در مجموع ۳۷ نفر در این ارزیابی شرکت کردند. نتایج آزمون ادراکی نشان داد که تغییر قله هسته به عبارت دیگر تغییر ۶ پارامتر آکوستیکی در قله هسته (F0) لبه سمت راست، دیرش لبه سمت راست، F0 قله هسته، دیرش قله هسته، ارتفاع دره دوم، ارتفاع دره اول) تأثیر چشمگیری در درک نوع جمله گذاشته است. در آزمونی که از شنوندگان گرفته شد، حدود ۹۰٪ از شنوندگان، تغییر قله پایانی را مؤثرتر از سایر بخش‌ها در تبدیل نوع جمله تشخیص دادند. این نسبت در رابطه با لبه سمت راست و کل پاره‌گفت تقریباً حدود ۶۰٪ - ۵۰٪ است. اگرچه تغییر لبه سمت راست عامل مؤثر و مهمی در تعیین نوع جمله شناخته شده است و در این آزمون نیز تقریباً نیمی از افراد (۵۱٪) پاره‌گفت را به عنوان سؤالی درک کرده‌اند ولی با تغییر پارامترهای آکوستیکی در این نقطه به صورت قطعی، جمله خبری تبدیل به سؤالی نمی‌شود. این نشان می‌دهد غیر از دستکاری لبه سمت راست، تغییر ارتفاع دره‌ها نیز به صورت مدرج در تعیین نوع جمله مؤثر است. همچنین با دستکاری کل پاره‌گفت از طریق مقادیر رخدادهای شیب، بیش از نیمی از افراد، پاره‌گفت را به صورت سؤالی درک کرده‌اند ولی با این

حال این نسبت در مقایسه با تغییر قله هسته کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته است و شاید بتوان گفت با تغییر مقادیر دامنه و دیرش در قله اول یا همان گروه تکیه‌ای پیش‌هسته، از میزان سؤالی بودن کاسته شده است. همچنین، خلاف انتظار، نسبت کلی پاسخ‌هایی که به سؤالی بودن پاره‌گفت دستکاری شده بر اساس الگوی همزمان‌سازی - کپی‌برداری داده شد، تقریباً ۴۸٪ بوده است که نسبت به پاره‌گفت‌های دستکاری شده بر طبق مدل شیب میزان کمتری را نشان می‌دهد. این نتیجه نشان می‌دهد که الگوی شیب در دستکاری جملات بهتر می‌تواند عمل کند. از این‌رو، فرض تحقیق مبنی بر کارآمدتر بودن الگوی همزمان‌سازی - کپی‌برداری نسبت به الگوی شیب رد می‌شود. نتایج پرسشنامه در جدول زیر آمده است:

جدول ۱: نتایج پرسشنامه آزمون ادراکی

فایل‌ها	تعداد	درصد	تعداد کل
فایل ۱	۱۹ مورد	۵۱٪	۳۷
فایل ۲	۳۳ مورد	۸۹٪	۳۷
فایل ۳	۲۱ مورد	۵۶٪	۳۷
فایل ۴	۱۸ مورد	۴۸٪	۳۷

همان‌گونه که مشخص است فایل دوم شامل پاره‌گفت دستکاری شده در قله هسته، بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده است و سپس فایل سوم که شامل دستکاری کل پاره‌گفت است و سپس فایل اول که شامل دستکاری لبه سمت راست است. البته در همه موارد فوق بیش از ۵۰٪ به فایل‌های دستکاری شده امتیاز داده‌اند که در کل می‌توان گفت تبدیل بر اساس الگوی شیب موفق‌تر بوده است. فایل چهارم مربوط به پاره‌گفت دستکاری شده بر اساس الگوی همزمان‌سازی - کپی‌برداری است که درصد شباهت‌های کمتری را به خود اختصاص داده است.

۵- نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استناد به مدل شیب و مدل همزمان‌سازی - کپی‌برداری به دستکاری جملات خبری و تبدیل آنها به جملات سؤالی پرداختیم. در دستکاری بر اساس الگوی شیب با استفاده از تغییر مقادیر متغیرهای شیب (دامنه زیروبمی، دیرش و شیب)، جملات خبری را در سه مرحله به جمله سؤالی تبدیل کردیم. مراحل دستکاری به ترتیب شامل دستکاری لبه سمت راست، قله هسته و کل پاره‌گفت منحنی زیروبمی بود. در پایان دستکاری نیز با الگوی همزمان‌سازی - کپی‌برداری انجام گرفت و میزان موفقیت کار در این الگو نیز مشخص شد. سپس در بخش آزمون ادراکی نشان داده شد که دستکاری قله هسته بیش از دیگر بخش‌های منحنی زیروبمی در تعیین جمله مؤثر است و از لحاظ ادراکی، شنوندگان پاره‌گفت دستکاری

شده در این قسمت را بیشتر به‌عنوان سؤالی درک می‌کنند. همچنین یافته‌های ما نشان داد که جملات سؤالی و خبری تنها در لبه سمت راست از هم متفاوت نیستند و این با دستکاری لبه سمت راست جمله خبری و تبدیل نواخت مرزنا $L\%$ به $H\%$ مشخص شد. ولی به دلیل این که نیمی از شنوندگان پاره‌گفت‌های دستکاری شده در لبه سمت راست را به‌صورت سؤالی درک کرده بودند، می‌توان گفت f_0 و دیرش لبه سمت راست از مهم‌ترین عوامل در تبدیل جمله خبری به سؤالی‌اند و به‌عنوان پارامترهای آهنگی تمایزدهنده آنها را شناخت. f_0 و دیرش قله هسته و f_0 دره اول و دوم ماهیت غیرواجبی و صرفاً جنبه تقویتی دارند. از این‌رو، یافته‌های ما از لحاظ ادراکی، یافته‌های قبلی (اسلامی، ۲۰۰۰؛ توحیدی، ۱۹۷۴؛ حیاتی، ۱۹۹۸؛ باطنی، ۱۳۷۰؛ سادات تهرانی، ۲۰۰۷؛ ماهجانی، ۲۰۰۳ و وحیدیان کامیار، ۲۰۰۱) را مبنی بر تفاوت جملات خبری و سؤالی در نواخت مرزنا در لبه سمت راست تأیید می‌کند. نتایج این پژوهش می‌تواند در خصوص تشخیص دقیق‌تر نوع جملات خبری/سؤالی توسط برنامه‌های تشخیص صدا که برای زبان فارسی طراحی می‌شوند، مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

- اسلامی، محرم (۱۳۸۴). *واجشناسی: تحلیل نظام آهنگ زبان فارسی*. تهران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی.
- باطنی، محمدرضا (۱۳۷۰). *توصیف ساختمان دستور زبان فارسی*. تهران، انتشارات امیرکبیر.
- توحیدی، جلیل (۱۳۸۹). *پژوهشی در صوت‌شناسی فارسی جدید*. ترجمه لطف‌الله یارمحمدی و محمدرضا پرهیزگار، تهران، سمت.
- درزی، علی و صادقی، وحید (۱۳۹۴). *تعیین همبستگی‌های نحوی و آوایی در ساخت ارتقائی و مبتداسازی در زبان فارسی*. تهران، دانشگاه تهران.
- سپنتا، ساسان (۱۳۵۴). «بررسی‌های تجربی در آهنگ جمله». *مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی (دانشگاه اصفهان)*، شماره ۹. ۸۴-۹۲.
- صادقی، وحید (۱۳۹۷). *ساخت نوایی زبان فارسی: تکیه واژگانی و آهنگ*. تهران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی.
- وحیدیان کامیار، تقی (۱۳۷۹). *نوای گفتار (تکیه، آهنگ، مکت) در فارسی*. مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد.
- Bolinger, D. (1978). "Intonation across languages, In *Universals of human language*", *Phonology*, (J. P. Greenberg, C. A. Ferguson & E.A. Moravcsik, editors). 2:471-524, Stanford, Stanford University Press.
- Boersma, P. & Weenink, D. (2017). Praat: doing Ponetics by computer [Computer program]. Version 6.0.36, Retrived from <http://www.praat. Org/>.
- Cruttenden, A. (1997). *Intonation*, 2nd edition, Cambridge, Cambridge University Press.

- D'Imperio, M., House, D. (1997). "Perception of questions and statements in Neapolitan Italian", *Proceedings of Eurospeech*, vol. 1, pp. 251-254.
- Eslami, M. (2000). *Šenaxt-e næva-ye goftar-e zæban-e farsi væ karbord-e an dær bazsazi væ bazšenasi-ye rayane'i-ye goftar* [The prosody of the Persian language and its application in computer-aided speech recognition]. Doctoral dissertation, University of Tehran.
- Fletcher, J., Harrington, J. (2001). "High rising terminals and fall-rises in Australian English", *Phonetica* 58(4), pp. 215-229.
- Gosy, M. & Terken, J. (1994). "Question marking in Hungarian: timing and height of pitch peaks", *Journal of Phonetics*. 22: 269-281.
- Gussenhoven, C. and Chen, A. (2000). "Universal and Language-Specific effects in the perception of question intonation", *Proceedings of the 6th International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP)* 91-94.
- Hadding-Koch, K. & Studdert-Kennedy, M. (1964). "An experimental study of some intonation contours", *Phonetics*. 11: 175-185.
- Hayati, M. (1998). "A Contrastive analysis of English and Persian intonation", *Papers and Studies in Contrastive Linguistics* (Pozan, Poland) 34: 53- 72.
- Heeren, w. & Heuven, V.J. Van (2009). "Perception and Production of Boundary Tones in Whispered Dutch", *In INTERSPEECH- 2009*, 2411- 2414.
- Jun, S. (2005). *Prosodic typology*, In: Jun S editor. *Prosodic typology: the phonology of intonation and phrasing*, Oxford, Oxford University Press, 430-58.
- Kerkhoff, J. (2017). "SCRIPT Tilt Analysis and Resynthesis", University of Nijmegen Department of Language and Speech. The Netherlands.
- Kerkhoff, J. (2017). "Duration Intonation Synchronisation", University of Nijmegen Department of Language and Speech. The Netherlands.
- Ladd, D. R. (1981). "On intonational universals", In *the Cognitive Representation of Speech*, T. Myers et al. (eds.). Amsterdam: North Holland Publishing, pp. 389-399.
- Lee, Hye sook. (2007). "Interrogative Intonation in North Kyungsang Korean: Language- Specificity and Universality of Acoustic and Perceptual Cues", *Working Papers of the Cornell Phonetics Laboratory*. 16: 57-100.
- Mahjani, B. (2003). *An Instrumental Study of Prosodic Features and Intonation in Modern Farsi*, Linguistics and Social Sciences University of Edinburgh.
- Petrone, C. & Niebuhr, O. (2013). "On the Intonation of German Intonation Questions: the Role of the Prenuclear Region", *language and speech*. 1- 39.
- Sadat- Tehrani, N. (2011). "The Intonation patterns of Interrogatives in Persian", *Linguistic Discovery*. 9.1: 105- 136.
- Sadat- Tehrani, N. (2007), *The intonational Grammar of Persian*, Doctoral dissertation, university of Manitoba.
- Taylor, A.P. (2009). *Text to speech synthesis*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Taylor, A.P. (1995). "The rise/fall connection model of intonation", *Speech Communication*, 1. 168-187.
- Taylor, A.P. (1993). "Acoustic recognition of intonation from F0 Contours using the rise/fall connection model", *In the Processing of Euro speech*, Berlin, 164-178.
- Taylor, A.P. (1992). *A phonetic model of English intonation: A thesis submitted for the Doctoral dissertation*, UK, University of Edinburg.

-
- Vahidian-Kamyar, T. (2001). *Næva-ye goftar dær farsi [Melody of speech in Persian]*. Mashhad, Ferdowsi University Press.
 - Whitehead, RL; Schiavetti, N, Metz, DE; Gallant, D., Whitehead, BH. (2000). "Sentence intonation and syllable tress in speech produced during simultaneous Communication", *J Commun Disord.* 33(5): 429-40; quiz 440-1.