



فصلنامه علمی زبان پژوهی دانشگاه الزهراء (س)

سال شانزدهم، شماره ۵۱، تابستان ۱۴۰۳

نوع مقاله: پژوهشی

صفحات ۲۵۷-۲۸۴

## نظام‌های برچسب گذاری نوایی: مقایسه نظام «نواخت‌ها و فاصله‌نماها: توبی» و «ضرباهنگ و زیروبمی» در زبان فارسی<sup>۱</sup>

### نیره جودی<sup>۲</sup>، گلناز مدرسی قوامی<sup>۳</sup>، لورا دیلی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۰۴

#### چکیده

پژوهش حاضر با هدف انتخاب نظام برچسب گذاری مناسب برای استفاده در پژوهش‌های ادراکی نوای گفتار، به بررسی ویژگی‌های نظام نواخت‌ها و فاصله‌نماها (توبی)، مشکلات آن و یکی از نظام‌های جایگزین آن پرداخته است. در این مسیر، کاستی‌های توبی که با توجه به ماهیت و کاربردهای گسترده آن در زبان‌های مختلف مشخص شده‌اند جمع‌بندی و ارائه شده است. با مرور آن دسته از پژوهش‌های انجام شده درباره آهنگ گفتار فارسی که از نظام برچسب گذاری توبی و نظریه خودواحد-وزنی بهره گرفته‌اند به نظر می‌رسد مشکلات جهانی این نظام در تحلیل الگوی آهنگ زبان فارسی نیز مشاهده می‌شود. در ادامه نظریه خودواحد-وزنی تقویت شده و نظام برچسب گذاری بر مبنای آن (ضرباهنگ و زیروبمی: رپ) معرفی شد. سپس برچسب‌های توبی و نظام ضرباهنگ و زیروبمی (رپ) برای یک نمونه فارسی مقایسه و کارایی نظام برچسب گذاری ضرباهنگ و زیروبمی برای استفاده در پژوهش‌های ادراکی تأیید شد.

**واژه‌های کلیدی:** نظام برچسب گذاری نواخت‌ها و فاصله‌نماها (توبی)، نظام برچسب گذاری ضرباهنگ و زیروبمی (رپ)، نظریه خودواحد-وزنی، نوای گفتار، زبان فارسی

<sup>۱</sup> شناسه دیجیتال (DOI): 10.22051/jlr.2023.44161.2304

<sup>۲</sup> کاندید دکتری زبان‌شناسی، گروه زبان‌شناسی، دانشکده ادبیات فارسی و زبان‌های خارجی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران ایران، joodi\_n@atu.ac.ir

<sup>۳</sup> دانشیار، گروه زبان‌شناسی، دانشکده ادبیات فارسی و زبان‌های خارجی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران، modarresighavami@atu.ac.ir؛ (نویسنده مسئول)

<sup>۴</sup> دانشیار، گروه علوم و اختلالات ارتباطی، دانشکده علوم و هنرهای ارتباطی، دانشگاه ایالتی میشیگان، دیترویت، آمریکا؛ ldilley@msu.edu

## ۱. مقدمه

نظام برچسب‌گذاری نواخت‌ها و فاصله‌نماها (تویی)<sup>۱</sup> مشهورترین نظام برچسب‌گذاری واجی است. در این نظام ویژگی‌های واجی آهنگ (نواخت‌ها) و درجه گسست<sup>۲</sup> بین واژه‌ها (فاصله‌نماها) مشخص می‌شود که با هم الگوی برجستگی یا ساخت نوایی پاره‌گفتار را بازنمایی می‌کنند (Ladd, 2022, p.247).

هدف اصلی از معرفی تویی از حدود سال ۱۹۹۰ این بود که برای واج‌نگاری<sup>۳</sup> (برچسب‌گذاری نوایی) دادگان گفتاری انگلیسی روشی استاندارد در دست باشد تا با بهره‌گیری از آن پایگاه دادگان جستجوپذیر شود و کاربران مختلف با زمینه‌های کاری گوناگون بتوانند آن را به کار برده و داده‌های زبانی یک‌دیگر را تفسیر کنند. دو گروه از پژوهشگران در این مسیر پیشگام بودند؛ پیرهامبرت و همکارانش منحنی‌های آهنگ<sup>۴</sup> انگلیسی را در چارچوب خودواحد نواخت‌بنیاد<sup>۵</sup> تحلیل کردند (Pierrehumbert, 1980; Beckman & Pierrehumbert, 1986; Pierrehumbert & Hirschberg, 1990). گروه دیگر برجستگی سلسله‌مراتبی<sup>۶</sup> و ساختار نوایی را با تکیه بر رویکردی عددی و بر مبنای قدرت مرزها<sup>۷</sup> مشخص می‌کردند (Price, et al., 1991; Wightman, et al., 1992; Ladd, 2022, p.247). در نشست‌های اولیه برای طراحی تویی بر ارزشمندبودن استاندارد مشتری برای برچسب‌گذاری تأکید شد، ولی درباره چگونگی دست‌یابی به چنین معیاری توافقی در دست نبود. پس از بحث‌های گسترده (Ladd, 2008, p.104-113) کم‌کم استانداردهایی به دست آمد و منتشر شد (Silverman et al., 1992). پژوهش‌های محدودی این نظام را ارزیابی کرده‌اند (Pitrelli et al., 1994) و مطالب آموزشی بیشتری به دست داده‌اند (Ayers Elam, 1997; Brugos & Shattuck, 2006). بخش‌های گوناگون برچسب‌گذاری تویی با جزئیات بیشتر در خلاصه نوشته‌شده به وسیله بکمن و همکاران (Beckman et al., 2005) به چاپ رسیده است. در میانه دهه ۱۹۹۰ و ابتدای معرفی این نظام، تحلیل‌های نواختی تویی مسیر خود را جدا از تحلیل نمایه عددی فاصله‌نماها پیمود و به سرعت رایج شد. توالی نواختی تویی پذیرفته‌ترین راه برای گزارش داده‌های آهنگین در مقاله‌های چاپ‌شده بود (مانند Birch & Clifton, 1995).

معمولاً در مطالعات نوایی، نظام برچسب‌گذاری با توجه به هدف هر پژوهش انتخاب می‌شود،

<sup>1</sup> Tones and Break Indices (ToBI)

<sup>2</sup> degree of disjuncture

<sup>3</sup> transcribing

<sup>4</sup> intonation contours

<sup>5</sup> tone-based auto-segmental

<sup>6</sup> hierarchical prominence

<sup>7</sup> boundary strength

هدف‌هایی مانند: الف) بازنمایی مشخصه‌های ممیز نظام نوایی یک زبان؛ ب) فهم شیوه درک مقوله‌های نوایی و گوناگونی‌های آن‌ها؛ پ) آموزش ماشین برای ترکیب<sup>۱</sup> و بازشناسی<sup>۲</sup> بهتر گفتار انسان؛ ت) مقایسه نوای گفتار در گویش‌ها و زبان‌های مختلف و ث) تهیه پیکره‌ای مناسب برای بررسی زبان‌شناختی پدیده‌های مرتبط با نوای گفتار.

نظام توبی ابتدا برای برجسب‌گذاری آهنگ و ساخت نوایی پاره‌گفتارهای انگلیسی طراحی شد (Silverman et al. 1992; Beckman & Hirschberg, 1994; Beckman et al., 2005). با جافتادن نظام توبی در تحلیل‌های آهنگ انگلیسی معیار این نظام برجسب‌گذاری برای زبان‌های دیگری (مانند ژاپنی: (Beckman & Pierrehumbert 1986; Venditti, 2005)؛ آلمانی: (Grice et al., 1996)؛ یونانی: (Arvaniti & Baltazani, 2005)) نیز به کار گرفته و کارایی آن آزموده شد. به تازگی در نتیجه شناسایی کاستی‌های این نظام، حرکتی به سوی خلق القبای نوایی بین‌المللی<sup>۳</sup> دیده می‌شود (Hualde & Prieto, 2016).

از نظام برجسب‌زنی توبی برای تحلیل آهنگ زبان فارسی نیز بهره گرفته شده است. کاربست این نظام در زبان‌های گوناگون در دسرهایی را به همراه داشته است که مطالعات آهنگ زبان فارسی نیز از این امر به دور نیست. هدف پژوهش حاضر این است که پس از مرور نظام توبی به مشکلات این نظام در پژوهش‌های غیرایرانی اشاره شود و نظام ضرباهنگ و زیروبمی (رپ)<sup>۴</sup> که یکی از نظام‌های جایگزین آن در نظریه خودواحد وزنی تقویت شده<sup>۵</sup> است با تحلیل نمونه‌هایی از آهنگ زبان فارسی به آواشناسان ایرانی معرفی شود.

## ۱-۱. نظام نواخت‌ها و فاصله‌نماها (توبی)

برجسب‌گذاری توبی به ضبط پاره‌گفتار، ثبت منحنی بسامد پایه<sup>۶</sup> و برجسب‌های نمادین نوشته شده در چهار لایه<sup>۷</sup> مستقل نیاز دارد: لایه واژه، نواخت، فاصله‌نماها و سایر<sup>۸</sup>. ولی همان‌گونه که از نام این نظام مشخص است بر دو لایه نواخت‌ها و فاصله‌نماها تمرکز دارد. در لایه نواخت، رویدادهای نواختی مشخص و بسته به میزان بسامد پایه از برجسب زیر H، میانه M و بم L برای دو سطح از زیروبمی استفاده می‌شود در این لایه از توبی، نواخت‌های گروهی نشان‌دهنده مرز واحد نوایی

<sup>1</sup> synthesis

<sup>2</sup> recognition

<sup>3</sup> International Prosodic Alphabet (IPrA)

<sup>4</sup> Rhythm and Pitch (RaP)

<sup>5</sup> Enhanced Autosegmental-metrical Theory (AM+)

<sup>6</sup> fundamental frequency (F0)

<sup>7</sup> tier

<sup>8</sup> miscellaneous (misc.)

میانی با استفاده از H- و L- مشخص می‌گردد. تکیه زیرویمی به صورت H\* و L\* و نواخت پایان گروه آهنگ به صورت H% و L% نمایش می‌یابد.

لایه فاصله‌نماها برای نشان‌دادن درجه گسست دو واژه و بین واژه پایانی و سکوت انتهای پاره‌گفتار به کار می‌رود و ماهیت سلسله‌مراتبی گروه‌بندی نوایی پاره‌گفتار را به دست می‌دهد. نظام تویی اولیه برای انگلیسی پنج نمایه عددی در نظر گرفت: چهار عدد برای چهار درجه متفاوت از گسست و یک عدد برای مواردی که در آن عدم تطابق بین درجه گسست و سرخ‌های نواختی نشان‌گر گروه‌بندی نوایی مشاهده می‌شود. مرزها در تویی انگلیسی آمریکایی معیار شامل نمایه‌های عددی مربوط به مرز بین واژه‌های قاموسی<sup>۱</sup> و واژه‌های دستوری<sup>۲</sup> که واژه‌بست شده‌اند (صفر)، مرز معمول بین واژه‌ها در گروه (۱)، مرز گروه میانی (۳) و مرز گروه آهنگ (۴) می‌شود. نبود تطابق میان سرخ نواختی و درجه جدایی که نشان‌دهنده مرز نوایی است با نمایه عددی ۲ نمایانده می‌شود. فاصله‌نماها همچنین می‌توانند برای نشان‌دادن مرز ناروان نیز به کار روند. مرز ناروان فاصله واحدهای نوایی است که به صورت غیر طبیعی و به دلایل گوناگونی (مانند مشکل حافظه، تغییر ناگهانی واژه انتخابی، تداخل ایجاد شده توسط دیگر گویشوران و لکنت) تولید شود. پژوهشگر می‌تواند از لایه سایر برای قرارداد هر نظر یا نشانه‌ای درباره پاره‌گفتار بهره گیرند. معمولاً مواردی مانند سکوت یا تنفس قابل شنیدن، خنده، آغاز نادرست، ناروانی و دیگر موارد مربوط به گفتار بداهه در لایه دیگر برچسب‌گذاری می‌شوند.

## ۱-۲. کاستی‌های نظام برچسب‌گذاری تویی

جان (Jun, 2022)، لد (Ladd, 2022) و دیلی و برین (Dilley & Breen, 2022) در فصل‌های جداگانه‌ای از کتاب نظریه و کاربرد ویژگی‌های نوایی گفتار<sup>۳</sup> به کاستی‌های نظام برچسب‌گذاری نوایی تویی پرداخته‌اند که در فهرست زیر خلاصه شده‌است:

۱. چون این رویکرد بر مبنای واج‌شناسی خودواحد-وزنی<sup>۴</sup> است، به گروه آهنگ محدود می‌شود و رویدادهای نوایی که در طول مرز گروه آهنگ یا در توالی گروه‌های نوایی روی می‌دهند را نمی‌توان با نظام تویی کنونی برچسب زد.

۲. نظام تویی کنونی برای رویدادهای نوایی کلی<sup>۵</sup> و تدریجی<sup>۶</sup> بهینه نیست. این مسئله از

<sup>1</sup> content word

<sup>2</sup> grammatical word

<sup>3</sup> prosodic theory and practice

<sup>4</sup> auto segment-metrical theory (AM)

<sup>5</sup> global

<sup>6</sup> gradual

ویژگی‌های بنیادی مدل خودواحد-وزنی سرچشمه می‌گیرد که منحنی آهنگ را به صورت توالی خطی هدف‌های نواختی زیر و بم بازنمایی می‌کند.

۳. توجه نکردن به گوناگونی و ماهیت درجه‌بندی‌شده موج‌های صوت‌شناختی در تویی به دلیل اتکای این نظام به مدل خودواحد-وزنی نیست، بلکه به دلیل ماهیت واج‌شناختی این نظام است.

۴. چون بیشتر نظام‌های تویی بر اساس واحدهایی در اندازه جمله‌های گفتاری تولید شده در آزمایشگاه هستند و ساخت گفتمانی نسبتاً ساده‌ای دارند، نشان‌دادن نقش نوای گفتار در بازنمایی ساخت گفتمانی پیچیده یا روابط هم‌نشینی بین نواخت‌ها در طول گروه‌های آهنگین با تویی دشوار است.

۵. معیارهای به کار گرفته شده برای برچسب‌گذاری در تویی کاملاً عینی<sup>۱</sup> نیستند و می‌توانند از تفاوت‌های فردی در تشخیص سرخ‌های صوت‌شناختی، تفسیر بافت زبانی، شرایط و بافت بیان یک پاره گفتار، سرعت بیان و سطح دانش و تجربه برچسب‌گذار تأثیر پذیرند.

۶. برچسب‌های تویی زبان‌ویژه هستند و منحنی زیرویمی لزوماً در زبان‌های مختلف برچسب یکسانی نمی‌گیرد.

۷. در کنار دشواری در تفسیر نمادها و سطوح انتزاعی در نظام‌های تویی مختلف هنگامی که نواخت روستا با نواخت زیرساختی هماهنگ نیست، عموماً تصمیم‌گیری درباره اینکه چه سطحی از انتزاع مناسب است چالش برانگیز می‌شود.

با توجه به موارد بیان شده لازم است طرحی تازه از نظام‌های تویی دو سطح بازنمایی نواختی را در بر گیرد؛ یک سطح متمیز و واجی و یک سطح غیر متمیز و آوایی. همچنین لازم است مجموعه‌ای جداگانه از برچسب‌ها و نشانه‌های نواختی با عنوان الفبای نوایی بین‌المللی ایجاد شود که جزئیات آن به توافق جامعه بین‌المللی کاربران تویی رسیده باشد. هدف این است که نمادهای این الفبا برای برچسب‌گذاری‌های واجی و بازنمایی‌های آوایی مدرج مانند نمادهای الفبای آوایی بین‌المللی استفاده شود (Jun, 2022). لد (Ladd, 2022) با ظرفیت بالقوه رویکرد خودواحد-وزنی برای تحلیل آهنگ موافق است. ولی بر این باور است که به جای نظامی واحد برای آوانویسی همه گونه‌های زبان به چند نظام برای هر زبان یا گونه نیاز است. همچنین، این رویکرد شنیداری است و برای نشان‌دادن تمایزهای واجی راه حلی به دست نمی‌دهند. در پایان، دلیلی و برین (Dilley & Breen, 2022) بر این باورند که بهره‌گیری از تویی در پژوهش‌های رده‌شناختی نوایی دشوار است. از دید آن‌ها توجه صرف به محور جانشینی در بازنمایی واجی

<sup>1</sup> objective

ویژگی‌های نوایی گفتار سبب نابسندگی و نایک‌دستی در نظریه خودواحد-وزنی و در پی آن توبی می‌شود.

در سال‌های گذشته نظام‌های برچسب‌گذاری متفاوتی برای تحلیل ویژگی‌های نوایی زبان‌ها ارائه شده‌است که نظام آوانویسی نوایی سریع<sup>۱</sup>، تبدیل موج پیوسته<sup>۲</sup> و نظام ضرباهنگ و زیروبمی (رپ) از جمله آن‌ها هستند. در این مقاله، فقط به معرفی این نظام آخر و مزایای آن نسبت به نظام نواخت‌ها و فاصله‌نماها می‌پردازیم.

### ۱-۳. نظام ضرباهنگ و زیروبمی (رپ)

نظام رپ را دیلی و همکاران (Dilley et al., 2005; Dilley & Brown, 2005; Dilley et al., 2006; Dilley & Breen, 2022) برای ازبین‌بردن دشواری‌های برچسب‌گذاری توبی در نشان دادن گوناگونی‌ها و مدرج‌بودن مقوله‌ها و تأکید بر اهمیت متمایز کردن برجستگی ضرباهنگی یا وزنی<sup>۳</sup> از برجستگی زیروبمی ارائه کردند. نظام ضرباهنگ و زیروبمی (رپ) در مقابل نظام توبی بر استقلال اطلاعات زیروبمی از ساخت ضرباهنگی/وزنی و گروهی تأکید می‌کند. اطلاعات زیروبمی به صورت سه هدف نواختی (H, L, E) برچسب‌گذاری می‌شود که در مقایسه با الگوی زیروبمی پیشین (زیرتر، بم‌تر یا برابر نسبت به آن) در سیگنال گفتار تعیین می‌شود. بنابراین، نواخت‌ها در رپ در لایه نواخت‌ها برچسب‌زده می‌شوند و بازنمایی آوایی دارند. برجستگی وزنی (در سه سطح قوی، ضعیف، هیچ‌کدام)<sup>۴</sup> و ساخت نوایی (در دو سطح گروه آهنگ و گروه میانی) در لایه ضرباهنگ برچسب‌گذاری می‌شوند. هرچند رپ به عنوان «روشی از برچسب‌گذاری در زبان انگلیسی» ارائه شد، مفاهیم و اصول این نظام را می‌توان برای دیگر زبان‌ها به کار برد. پژوهشگران علاقه‌مند به بررسی ساخت اطلاع، جدا از اطلاعات نواختی نیز می‌توانند از این نظام بهره گیرند.

### ۱-۴. نظریه خودواحد-وزنی تقویت‌شده و نظام برچسب‌گذاری ضرباهنگ و زیروبمی (رپ)

نظام برچسب‌گذاری نوایی رپ مبتنی بر نظریه خودواحد-وزنی تقویت‌شده است (Dilley & Breen, 2012; Dilley & Brown, 2005). دیلی و برین (Dilley & Breen, 2022) نظریه خودواحد-وزنی تقویت‌شده را معرفی کردند. در طرح این رویکرد تازه شواهد

<sup>1</sup> Rapid Prosody Transcription (RPT)

<sup>2</sup> Continuous Wavelet Transform (CWT)

<sup>3</sup> rhythmic or metrical

<sup>4</sup> strong, weak, none

مربوط به پژوهش‌های ۴۰ سال اخیر با به‌کارگیری نظریه خودواحد-وزنی در کنار پژوهش‌های تجربی بر روی واج‌شناسی آهنگ و نیز پژوهش‌ها درباره درک گفتار، شناخت موسیقی، علوم اعصاب شناختی بر مبنای پیشنهاد دلی (Dilley & Brown, 2005) به کار گرفته شده‌اند. اصول این مدل تقویت شده مشتمل اند بر ۱) الگوی نواختی زبانی مشابه چیزی است که برای نمونه در نظام‌های موسیقی دیده می‌شود، بنابراین این رویکرد عمدتاً شناختی است، ۲) الگوهای نواختی هم در محور جانشینی و هم در محور هم‌نشینی باید مورد توجه قرار گیرند، ۳) الگوهای نواختی زبان‌های نواختی و آهنگین تابع محدودیت‌های یکسان هستند و ۴) در پایان، ویژگی‌های جانشینی در قالب ویژگی‌های هم‌نشینی قابل توصیف‌اند.

بازنمایی‌های واجی در نظریه خودواحد-وزنی تقویت شده بر مبنای دو مشخصه نواختی هم‌نشینی است؛ [±یکسان]<sup>۱</sup> که یکسان و متفاوت بودن را از هم متمایز می‌کند و [±زیرتر]<sup>۲</sup> که زیرتر و بم‌تر بودن را از هم متمایز می‌کند. از مشخصه [±زیرتر] فقط هنگامی استفاده می‌شود که مشخصه [-یکسان] وجود داشته باشد، یعنی دو نواخت کنار هم با یک‌دیگر یکسان یا [+یکسان] نباشند. ضرباهنگ و زیروبمی (رَب) شامل نمادهای H و L و E می‌شود که بر اساس هم‌نشینی نواخت‌ها معین می‌شوند، یعنی برچسب هر نواخت ( $T_n$ ) با توجه به نواخت قبلی آن ( $T_{n-1}$ ) معلوم می‌شود. نمادهای رَب حروف توپر<sup>۳</sup> هستند تا از برچسب‌های توبی متمایز شوند (در این جا منظور از توبی، توبی مربوط به انگلیسی آمریکایی معیار است). در رَب نماد H نواختی را نشان می‌دهد که مشخصه معینی دارد: [-یکسان، +زیرتر] و از نظر آوایی زیرتر از نواخت قبلی است. L نشانه نواختی است که مشخصه [-یکسان، -زیرتر] را دارد و از نظر آوایی بم‌تر از نواخت پیشین است. E برای نواختی به کار می‌رود که مشخصه [+یکسان] دارد و از نظر آوایی زیروبمی یکسانی با نواخت پیشین خود دارد. نظام‌های برچسب‌گذاری معمولاً عناصر زبانی را در چهار لایه<sup>۴</sup>، با استفاده از برچسب‌های نمادین و از جنبه صوت‌شناختی منطبق بر زمان بررسی می‌کنند: ۱) لایه واژه‌ها، ۲) لایه ضرباهنگ، ۳) لایه زیروبمی برای اطلاعات نواختی و ۴) لایه سایر برای اطلاعات بیشتر. در نظام رَب بر دو لایه ضرباهنگ و زیروبمی بیشتر تمرکز می‌شود (Dilley & Breen, 2005: 2). برای برچسب‌گذاری در نظام ضرباهنگ و زیروبمی با استفاده از نرم‌افزار پرت<sup>۵</sup> فایل متنی<sup>۶</sup> آماده می‌کنیم که بر مبنای آن‌چه گفته شد چهار لایه به شرح زیر دارد:

<sup>1</sup> [±same]

<sup>2</sup> [±higher]

<sup>3</sup> bold

<sup>4</sup> tier

<sup>5</sup> Praat version 6.1.48

<sup>6</sup> Text Grid file

۱. در لایه نخست، با نام واژه‌ها فاصله‌های مربوط به مرز هجا را مشخص می‌کنیم و می‌کوشیم املاء/آوانویسی درست هر هجا در این فاصله‌ها قرار گیرد. لایه ضرباهنگ و زیروبمی و سایر نیز ایجاد می‌شود تا اطلاعات مربوط در آن‌ها جای گیرند.

۲. با گوش دادن به فایل صوتی، هجاهایی که از نظر وزنی برجسته هستند و مرزهای نوایی در لایه ضرباهنگ برچسب‌گذاری می‌شوند. هجاهای برجسته با توجه به میزان و قدرت برجستگی، برچسب‌های  $X$ ,  $x$  می‌گیرند.  $X$  نشانه هجای برجسته قوی و  $x$  نشانه هجای برجسته متوسط یا ضعیف از جنبه وزنی است. در هر دو نظام تویی و رپ هجاها فقط زمانی برچسب می‌گیرند که برجستگی آن‌ها در بافت گروه درک شود. همچنین مرزهای گروه‌ها نیز در لایه ضرباهنگ و بر مبنای ادراک برچسب‌گذار از درجه گسست مشخص می‌شوند. از نشانه «)» برای مرز گروه خرد<sup>۱</sup> و از «))» برای نشان دادن مرز گروه کلان<sup>۲</sup> بهره گرفته می‌شود که تقریباً معادل نمایه‌های ۳ و ۴ در نظام تویی است. با این تفاوت که مشخص کردن مرزها مانند تویی اجباری نیست و فقط در مواردی که شواهد مبتنی بر  $F0$  وجود مرز را تضمین کند از این برچسب‌ها بهره گرفته می‌شود.

۳. در پایان، اطلاعات نواختی و دیگر موارد در لایه نواخت مشخص می‌شوند. برچسب‌های نواخت شامل برچسب‌های مربوط به برجستگی در تغییرات زیروبمی (تکیه زیروبمی) و نیز اطلاعات نواختی در مرزهای گروهی می‌شود. در این نظام، همه رویدادهای نواختی با توجه به نواخت قبلی خود و همان‌گونه که پیش‌تر بیان شد با نمادهای  $H$  و  $L$  و  $E$  برچسب‌گذاری می‌شوند. نواخت‌هایی که در آغاز پاره گفتار قرار دارند با نشانه «؛» در کنار سه نماد اشاره شده مشخص می‌شوند. این نوع برچسب‌گذاری نواخت‌ها شباهت‌هایی با نظام برچسب‌گذاری آهنگ<sup>۳</sup> دارد که به وسیله هِرست و همکارش ارائه شد (Hirst & Di Cristo, 1999).

سه نماد  $H$  و  $L$  و  $E$  را می‌توان با دیگر نشانه‌ها به کار برد و به این صورت اطلاعاتی درباره رابطه بین ویژگی‌های نواختی و ضرباهنگی گفتار به دست داد. در رپ تکیه زیروبمی هدف‌های نواختی مربوط به برجستگی وزنی هجاها (قوی ( $X$ ) یا ضعیف ( $x$ )) ستاره‌دار هستند و با \* مشخص می‌شوند، مانند  $H^*$ . در نظام تویی برجستگی دو مقوله دارد: دارای تکیه زیروبمی و بدون تکیه<sup>۴</sup>، ولی در نظام رپ هجاهایی که تکیه زیروبمی دارند بر زیرمجموعه‌ای از هجاهای برجسته منطبق هستند که بر این اساس برجستگی به سه صورت تعریف‌پذیر می‌شود. به بیان دیگر، در این نظام

<sup>1</sup> minor phrase boundary

<sup>2</sup> major phrase boundary

<sup>3</sup> International Transcription System for Intonation (INTSINT)

<sup>4</sup> pitch-accented vs. unaccented



برجستگی هجا سه مقوله دارد: غیربرجسته<sup>۱</sup>، برجسته بدون تکیه زیروبمی<sup>۲</sup>، برجسته همراه با تکیه زیروبمی<sup>۳</sup>. نکته دیگر اینکه هدف‌های نواختی فاقد برجستگی وزنی بی‌ستاره هستند که پیش یا پس از نواخت ستاره‌دار می‌آیند و با نشانه «+» بسته به اینکه در کدام سمت نواخت ستاره‌دار قرار دارند، نشان داده می‌شوند، مانند L+ در L+H\*<sup>۴</sup>. همچنین نظام ضرباهنگ و زیروبمی تغییرات زیروبمی کوچک یا بزرگ را نیز مشخص می‌کند و تمایزهای معنادار احتمالی در اندازه تغییرات<sup>۴</sup> زیروبمی (مثلاً برای کانون) را نیز به دست می‌دهد (Bartels & Kingston, 1994; Weber et al., 2006). تغییرات زیروبمی کوچک<sup>۵</sup> آن‌جا که نسبت به سه تک‌نواخت<sup>۶</sup> (H و L و E) کمتر باشند با نشانه «!» در کنار هر یک از این سه نماد مشخص می‌شوند، مانند !L, !H. در پایان، برچسب‌های نواختی (< و >) می‌تواند هجاهای پایان-گروهی را نشان دهد که تغییری در زیروبمی را در زیرترین یا بم‌ترین سطح از میزان زیروبمی معمول گوینده نشان می‌دهند.

یکی از تفاوت‌های مهم بین نظام تویی و رپ این است که نگاشت آوایی با توجه به همبسته‌های صوت‌شناختی در برچسب‌های ضرباهنگ و زیروبمی بسیار ساده‌تر و یکدست‌تر است.

دلایل این شفافیت آوایی در نظام ضرباهنگ و زیروبمی را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

۱. در نظام ضرباهنگ و زیروبمی برچسب‌های H و L و E به صورت یک‌دست بر اساس رابطه هر نواخت با نواخت برچسب‌خورده قبلی انتخاب می‌شوند، درحالی‌که در تویی نمادهای H\* و L\* بر مبنای عوامل گوناگونی مانند رابطه نواخت با برچسب نواخت قبلی، اندازه تغییرات زیروبمی به نسبت دیگر هجاها و سطح نواخت مورد نظر در مقایسه با میزان زیروبمی معمول گوینده تعیین می‌شوند (Beckman & Ayers Elam, 1997; Pierrehumbert, 1980)

۲. در نظام ضرباهنگ و زیروبمی می‌توان گوناگونی و مدرج‌بودن زیروبمی را بهتر از تویی نشان داد، برای نمونه، بزرگی تغییرات زیروبمی و سطح نواخت در مقایسه با میزان کلی زیروبمی معمول هر گوینده مشخص می‌شود.

۳. نظام رپ نقاطی که در آن‌ها تغییر زیروبمی (قله‌ها یا دره‌ها) وجود دارد را برخلاف تویی به صورت یک‌دست تحلیل می‌کند. برای نمونه در حالی که تویی معمولاً فرورفتگی بین دو قله را «گذر آویزان»<sup>۷</sup> غیرواجبی در نظر می‌گیرد و برچسبی به آن نمی‌دهد، این چنین رویدادی در

<sup>1</sup> non-prominent

<sup>2</sup> prominent but not pitch-accented

<sup>3</sup> prominent plus pitch-accented

<sup>4</sup> excursion size

<sup>5</sup> small pitch changes

<sup>6</sup> semitones

<sup>7</sup> sagging transition

ضرباهنگ و زیروبی همیشه برچسب L می‌گیرد که نشان‌دهنده حضور هدف نواختی بم است. در جدول (۱) و با مقایسه برچسب‌ها در دو نظام تویی و ضرباهنگ و زیروبی مشخص می‌شود ضرباهنگ و زیروبی از نظر آوایی شفافیت بیشتری دارد و تمایزهای معنادار مربوط به آهنگ را راحت‌تر بازنمایی می‌کند. باید به این نکته توجه شود که برجستگی‌ها در لایه ضرباهنگ مشخص شده‌اند و تکیه زیروبی (یعنی نواخت‌های ستاره‌دار) در لایه نواخت و بنابراین تکیه زیروبی فقط در مواردی در نظر گرفته می‌شود که تغییرات موضعی زیروبی دیده شود. به این صورت ضرباهنگ و زیروبی هجاهایی را که با توجه به تغییرات زیروبی، تکیه زیروبی «واقعی» دارند نسبت به دیگر هجاهایی برجسته می‌کند که به دلایل وزنی برجسته‌اند. این رویکرد رپ برخلاف تویی است که در آن هجایی که به هر دلیلی (شامل دلایل غیر نواختی) برجسته شنیده می‌شوند برچسب تکیه زیروبی می‌گیرند.

**جدول ۱: مقایسه برچسب‌های تویی و ضرباهنگ و زیروبی (Breen et al., 2012, p. 3)**

نوع برچسب	با هدف مشخص کردن	تویی	رپ
وزنی	ضرب قوی	ندارد	X, X?
رپ: لایه ضرباهنگ	ضرب ضعیف	ندارد	x, x?
تویی: ندارد	هیچ کدام		بی برچسب
نواختی	هجاهای برجسته و	H*, L+H*, H+!H*, !H*, L+!H*	H*, L*, E*, H, L, E
تویی: لایه نواخت‌ها	غیر برجسته	L*, L+H*, L*+H	
رپ: لایه زیروبی	مرزهای بزرگ	L-L%, H-H%, L- H%	H, L, E
	مرزهای کوچک	H-L%, !H-L%	
		L-, H-, !H-	
گروهی	مرز بزرگ	4	), ))?
تویی: لایه فاصله‌نماها	مرز کوچک	3	), )?)?
رپ: لایه ضرباهنگ	بدون مرز	2,1,0	بی برچسب

برتری آوایی نظام ضرباهنگ و زیرویمی (رَب) نسبت به تویی را می‌توان به‌روشنی در جدول (۲) دید. برای نمونه، دو منحنی زیرویمی‌ای که در نظام تویی برچسب H\* دارند، می‌توانند از نظر آوایی اشکال متفاوتی داشته‌باشند و این تفاوت در نظام ضرباهنگ و زیرویمی نمایش یافته‌است.

جدول ۲: مقایسه برچسب‌های توالی‌های نواختی در تویی و ضرباهنگ و زیرویمی (Breen et al., 2012, p. 8)

ToBI	RaP	Contour	ToBI	RaP	Contour
H*	:E+ E*		L*+H	:E+ E* +H	
H*	!:L+ !H*		L*+H	:H+ L* +H	
L+H*	:E E+ H*		H+!H*	:E E+ L*	
L+H*	:H L+ H*		H+!H*	:L H+ L*	
L*	:H+ L*		H* !H*	:E* E+ L*	
L*	:E+ E* +H		H* !H*	:H* L*	
L*	:E E		H* !H*	:H* L+ H*	

## ۲. پیشینه بررسی داده‌های زبان فارسی با استفاده از تویی

پژوهشگرانی که به بررسی الگوهای نوایی زبان فارسی در چارچوب نظریه واج‌شناسی خودواحد-وزنی در نظام تویی (و تویی فارسی: P-ToBI)<sup>۱</sup> پرداخته‌اند برای ساخت نوایی فارسی سه سطح گروه تکیه‌ای<sup>۲</sup> گروه میانی<sup>۳</sup> و گروه آهنگ<sup>۴</sup> در نظر گرفته‌اند (Eslami & Bijankhan 2000; Mahjani, 2003; Scarborough, 2007; Arbisi-Kelm, 2006) و برخی دیگر

<sup>۱</sup> محرم اسلامی (Eslami, 2006) با استفاده از پیکره‌های آزمایشگاهی و شبه‌طبیعی گفتار و در چهارچوب خودواحد-وزنی معرفی اولین نسخه P-ToBI و عناصر واجی و بازنمایی‌هایی آوایی صوت‌شناختی نظام آهنگ زبان فارسی را با جزئیات معرفی کرده‌است.

<sup>۲</sup> accentual phrase (AP)

<sup>۳</sup> intermediate phrase (iP)

<sup>۴</sup> intonational/intonation Phrase (IP)

(Sadat-Tehrani, 2011; Sadeghi, 2018) فقط به دو سطح AP و IP معتقد بوده‌اند. هر یک از این سطوح الگوی نوایی خاص خود را دارند که برجسب آن‌ها در نظام توبی موضوع این پژوهش‌ها است. در دنباله این بخش، دیدگاه‌های متفاوت پژوهشگران در این زمینه به طور خلاصه مرور شده‌است.

## ۱-۲. تکیه زیروبمی در گروه تکیه‌ای

به طور کلی گروه تکیه‌ای AP یک واژه مفهومی است که می‌تواند با واژه‌بست نیز همراه باشد. نواخت‌های L و H تنها واج‌های موجود در فهرست واجی نظام آهنگ زبان فارسی هستند و انتظار می‌رود که این نواخت‌ها نواخت‌گونه‌هایی نیز داشته باشند (Eslami, 2006). در بیشتر این پژوهش‌ها  $L+H^*$  را الگوی معمول تکیه زیروبمی در AP در نظر گرفته‌اند (Eslami & Bijankhan 2000; Mahjani, 2003; Sadat-Tehrani, 2007, 2008, 20011; Abolhasani Zadeh et al., 2012; Sadeghi, 2018; Sadeghi & Sheykhi, 2018). برجسب ترکیب متوالی یک نواخت بم (L) و یک نواخت زیر (H) است که هر دو با هم بر هجای تکیه‌بر واژه انطباق دارند. برجسب  $L+H^*$  اغلب برای اسم‌ها، صفت‌های غیر تک‌هجایی یا گروه‌هایی با تکیه پایانی و برای ساخت‌های ندایی<sup>۱</sup> به کار می‌رود. همچنین در بافتی که در آن واژه تکیه‌دار در تقابل با مقوله مشابهی قرار می‌گیرد (Eslami, 2011) این الگوی نوایی مشاهده می‌شود. واژه‌های تکیه آغازی مانند بیشتر صورت‌های فعلی، واژه‌های مفهومی تک‌هجایی (Mahjani, 2003; Sadat-Tehrani, 2007) در بافتی که واژه تکیه‌دار شامل اطلاع نو می‌شود نواخت‌گونه<sup>۲</sup>  $H^*$  دارند و در خبری‌ها  $L^*$  و  $H^*$  در تقابل با هم هستند (Eslami, 2011; Alinezhad & Veysi, 2010). در اسلامی (Eslami, 2006) برجسب  $L^*+H$  شک و تردید و عدم قطعیت را نشان می‌دهد و در موارد تکرار شنیده‌هایی که کاملاً برخلاف باور قبلی شنونده است هر چند حقیقت دارد نیز از این برجسب استفاده می‌شود.

اسلامی (Eslami, 2006) تأکید می‌کند دو برجسب  $L^*$  و  $L^*+H$  کاملاً بافت‌محور هستند و فرض رابطه‌ای بین عناصر آهنگین از یک سو و ویژگی‌های صوت‌شناختی و معنایی پساواژگانی آن‌ها از سوی دیگر و باور به نواخت‌ها و نواخت‌گونه‌ها ضروری است. صادقی، Sadeghi (2018) این تمایزهای بیان‌شده در پژوهش‌های پیشین را رد می‌کند و اشاره می‌کند که الگوی تکیه زیروبمی در فارسی به دلیل دیرکرد قله زیروبمی همواره  $L^*+H$  است و میزان

<sup>1</sup> vocatives

<sup>2</sup> allotone

مفروض‌بودگی<sup>۱</sup> در الگوی نواختی گروه‌های تکیه‌ای تأثیری ندارد. صادقی و شیخی (Sadeghi & Sheykhi, 2018) در پژوهش پیکره‌بنیاد خود نشان دادند الگوی نواختی همهٔ واژه‌های فارسی با تکیهٔ زیروبمی  $L^*+H$  تولید می‌شوند و تکیهٔ زیروبمی  $H^*$  فقط در منحنی زیروبمی واژه‌های تکیه‌آغازی و در صورت فراهم نبودن شرایط برای بروز آوایی نواخت  $L$  نمایان می‌شود. همچنین این پژوهش نشان داد بروز قلهٔ  $H$  در تکیهٔ زیروبمی به شدت به بود یا نبود واژه‌بست‌ها بستگی دارد. یعنی در واژه‌هایی که واژه‌بست دارند قلهٔ  $H$  دیرتر و بعد از هجای تکیه‌بر بروز می‌یابد، ولی در واژه‌هایی که واژه‌بست ندارند  $H$  دیرکرد آوایی ندارد و در قلمرو آوایی هجای تکیه‌بر قرار دارد.

اسلامی (Eslami, 2006)  $H^*$  را تکیهٔ زیروبمی پیش‌فرض در فارسی دانسته‌است که برای اطلاع‌نوی به کار می‌رود. ولی باید توجه داشت که برخلاف دیگر تکیه‌های زیروبمی،  $H^*$  الگوی بی‌نشان‌گفتار است یعنی برای تفسیر به بافت نیاز ندارد. جایگاه  $H^*$  با ساختار صرفی و نحوی فارسی رابطه دارد. بر مبنای اصل هسته‌گیزی<sup>۲</sup> که اصلی زبان‌ویژه است، جایگاه  $H^*$  در پاره‌گفتار بی‌نشان قابل پیش‌بینی است. از  $L^*$  برای درک برجستگی هجای تکیه‌دار در پاره‌گفتاری استفاده می‌شود که پایین‌ترین بخش دامنهٔ زیروبمی گوینده است. از دیدگاه کاربردشناختی، این برجسب اطلاعات کهنهٔ پاره‌گفتار را بازنمایی می‌کند. این برجسب برای تکرار پاره‌گفتار مشابه با هدف بیان موافقت به‌ویژه در پاسخ به پرسش بله یا خیر نیز مشاهده می‌شود.

## ۲-۲. نواخت گروهی

همان‌گونه که اشاره شد، برخی از پژوهشگران دومین سازهٔ سلسله‌مراتب نوایی زبان فارسی را گروه میانی یا  $iP$  می‌دانند که از  $AP$ هایی تشکیل شده‌است (Eslami & Bijankhan 2000; Scarborough, 2007; Mahjani, 2003). برای نمونه، جملهٔ «من پول بردم، تا مقداری غذا بگیرم» (Mahjani, 2003, p. 3-5) یک  $IP$  است که خود از دو  $iP$  تشکیل شده‌است. گروه‌های میانی غیرپایانی در این دیدگاه الگوی  $H-$  را نشان می‌دهد. در دیگر پژوهش‌هایی که به دو سطح در سلسله‌مراتب نوایی معتقدند و در تحلیل آن‌ها گروه میانی وجود ندارد،  $H-$  الگوی زیروبمی میان انتهای گروه تکیه‌ای و گروه آهنگ را نشان می‌دهد که خود نشان‌دهندهٔ پایانی نبودن در گفتار آست و به‌صورت طبیعی با کشش واکه همراه می‌شود. در پژوهش اسلامی

<sup>1</sup> givenness

<sup>2</sup> Head Fleeting Principle (HFP)/ Head Avoidance

<sup>3</sup> non-finality in the speech

(Eslami, 2006) H- هم‌رویداد با نمایه ۳ در لایه مرزما است. H- در کاربردشناسی نشانه نوبت‌گیری در گفت‌وگو است (Eslami, 2005; Scarborough, 2007). با استفاده از H- گوینده توجه شنونده را به این نکته جلب می‌کند که هنوز پیامش کامل نیست و از شنونده می‌خواهد به ادامه صحبتش گوش کند. از جنبه کاربردشناختی، H- برای نشان‌دادن تغییر نوبت در گفتگو و هر نوع بی‌توجهی به این نشانه توسط شنونده تخطی از اصول گفتگو و گفتمان در نظر گرفته می‌شود.

برجستگی گروهی L- زیرویمی بین آخرین برجستگی زیرویمی گروه تکیه‌ای و نواخت مرزی گروه آهنگ و از نظر ساخت اطلاعی نشان‌دهنده پایان پذیرفتن پیام یکی از افراد دخیل در مکالمه است. هر چند ماهجانی (Mahjani, 2003) بر این باور است که L- بین آخرین برجستگی زیرویمی و لبه گروه میانی نمایان می‌شود، اسلامی با بررسی پیکره‌ای از داده‌های فارسی نشان می‌دهد که این نواخت در مرز گروه میانی دیده نمی‌شود. از جنبه صوت‌شناختی L- نشان‌دهنده بالاترین میزان از کمیته زیرویمی گوینده است به‌ویژه هنگامی که پس از آن نواخت مرزی H% بروز یابد (Eslami, 2006).

در پژوهش صادقی (Sadeghi, 2018) دو واحد گروه تکیه‌ای و گروه آهنگ برای ساخت آهنگ فارسی در نظر گرفته می‌شود. هر گروه تکیه‌ای در تعریف او از یک تکیه زیرویمی و یک نواخت کناری ساخته می‌شود. او می‌نویسد برجستگی گروه بین برجستگی زیرویمی و انتهای AP بروز می‌یابد. شاهد این ادعا هم این است که تفاوت بین نواخت مرزی AP پیش‌هسته‌ای<sup>۱</sup> زیر یا H- (در برچسب‌گذاری صادقی) و نواخت مرزی AP پایانی یا کانونی بم L- است (Sadeghi, 2018, p. 275). همانند صادقی، سادات تهرانی (Sadat-Tehrani, 2009) نیز برخلاف پژوهش‌های پیشین (Eslami & Bijankhan 2000; Mahjani, 2003; Scarborough, 2007) که سه سطح آهنگ در نظر می‌گرفتند، گروه میانی در فارسی را تضمین نشده می‌داد و فکر می‌کند برای تبیین نظام آهنگین فارسی گروه تکیه‌ای (AP) و گروه آهنگ (IP) کافی است. او بیان می‌دارد به‌جای گروه تکیه‌ای، نواخت مرزی AP هسته‌ای تا گروه آهنگ کشیده می‌شود. سادات تهرانی (Sadat-Tehrani, 2009) انگیزه اصلی وجود نواخت کناری در ساخت آهنگ گفتار فارسی را تفاوت نواخت کناری گروه تکیه‌ای هسته و پیش‌هسته می‌داند. نواخت کناری گروه تکیه‌ای هسته (پایانی) در جمله‌های ساده بی‌نشان L- است در حالی که نواخت کناری گروه تکیه‌ای پیش‌هسته (یا غیر پایانی) به صورت H- است.

<sup>۱</sup> prenuclear AP

## ۲-۳. نواخت‌های مرزی

هر پاره‌گفتار حداقل از یک گروه آهنگ تشکیل می‌شود. پاره‌گفتارهایی که بیش از یک گروه آهنگ IP دارند یک مرز گروه آهنگ هم در درون خود دارند. در مرز گروه آهنگ کشیدگی پایانی نسبت به مرز پایانی گروه میانی بیشتر است و مکثی دارد که بیشتر شنیده می‌شود. همچنین میزان برجستگی‌های زیرویمی سرنخ دیگری است: در درون یک گروه آهنگ، برجستگی‌های زیرویمی نواخت زیر اغلب با الگوی کاهشی هر نواخت نسبت به نواخت بعدی همراه است که آن را کاهش پلکانی<sup>۱</sup> می‌خوانند. از نظر آوایی مرز گروه‌های آهنگین معمولاً با مکث یا کشش واکه در انتهای آن‌ها و بازتنظیم زیرویمی در ابتدای آن‌ها همراه است. اگر آخرین واژه در گروه آهنگ برجسته یا گروه آهنگ یک هجایی باشد، نواخت‌های مرزی و گروهی بازنمایی آوایی کاملی ندارند (Eslami, 2006). معمولاً یک برجستگی زیرویمی هسته‌ای در هر گروه آهنگ داریم. همه عناصر پس از برجستگی زیرویمی هسته‌ای تا انتهای گروه آهنگ تکیه‌زوده<sup>۲</sup> می‌شوند (Sadat-Tehrani, 2007, 2008, 2011; Mahjani, 2003; Scarborough, 2007).

مرز سمت راست گروه آهنگ در فارسی با نواخت مرزی بر روی هجای بی‌تکیه با برجسب‌های H% و L% نشان داده می‌شود. H% نواخت پایانی در پرسش‌های بله-خیر (Sadeghi, 2018)، به‌طور کلی پرسشی‌ها (Eslami, 2011, p. 49)، پرسش‌های انعکاسی، پرسش‌های کوتاه، ساخت‌های هم‌پایگی<sup>۳</sup> و گروه‌های آهنگین سازنده بندهای پیرو<sup>۴</sup> و در برخی از فعل‌ها (مانند پرسیدن، گفتن، پاسخ‌دادن) دیده می‌شود (Sadat-Tehrani, 2007, 2008, Scarborough, 2007; Mahjani, 2003; 2011) از نظر آوایی H% در بالاترین بخش از دامنه زیرویمی گوینده تولید می‌شود (Eslami, 2006).

همچنین از برجسب H% در PToBI برای نشان‌دادن نواخت زیر در ابتدای گروه آهنگ بهره گرفته می‌شود که با هجاهای بی‌تکیه هم‌لبه است فقط مشروط به اینکه ناشی از برجستگی یا نوای خرد<sup>۵</sup> واحدهای زنجیری نباشد. برای بحث درباره معنای کاربردشناختی نواخت مرزی آغازی H% به شواهد بیشتری نیاز است. با توجه به داده‌های محدود پژوهش اسلامی می‌توان نتیجه گرفت که این نواخت در ابتدای گروه‌های آهنگین ندایی<sup>۶</sup> مشاهده می‌شوند.

<sup>1</sup> downstep

<sup>2</sup> deaccented or destressed

<sup>3</sup> coordinate structures

<sup>4</sup> subordinate clauses

<sup>5</sup> microprosodic features of the segments

<sup>6</sup> vocative

L% در خبری‌ها با توالی واژگانی SOV یا قلب‌شده<sup>۱</sup>، جمله‌های خبری و جمله‌های امری (Sadeghi, 2018, p.165)، پرسش پرسش‌واژه‌ای، پرسش‌های گزینه‌ای<sup>۲</sup>، امری‌ها و ندایی‌ها (Sadat-Tehrani, 2007, 2008, 2011; Mahjani, 2003; Scarborough, 2007) و پس از آخرین عنصر در ساخت اضافه (Hekmati & Bijankhan, 2019) مشاهده می‌شود. این نواخت در پایین‌ترین بخش میزان زیرویمی گوینده قرار می‌گیرد.

### ۳. روش پژوهش

در این بخش، به بررسی کارایی نظام ضرباهنگ و زیرویمی در برچسب‌گذاری نمونه‌های فارسی و مقایسه آن با تویی می‌پردازیم. برای دست‌یابی به این هدف، یک جمله خبری زبان فارسی را یک بار با نظام تویی فارسی (Eslami, 2011: 49) و بار دیگر بر اساس نظام ضرباهنگ و زیرویمی (Dilley & Brown, 2005; Dilley et.al, 2006) و مراحل که در بخش (۱،۴) بیان شد برچسب‌گذاری کردیم تا بتوان این دو نظام را با یکدیگر مقایسه کرد. این جمله به وسیله یک گویشور زن در چهار حالت بی‌نشان و تأکید روی اجزای جمله تولید و در نرم افزار پرت (نسخه ۶،۱،۴۸) و در محیطی آرام گفته و ضبط شد.

برچسب‌گذاری ضرباهنگ و زیرویمی بر اساس اصول توافق‌شده برای برچسب‌گذاری لایه وزن و زیرویمی به شرح زیر انجام پذیرفت:

الف) خطا و عدم توافق: بین هجاهای برجسته وزنی یک یا دو هجای غیربرجسته وجود دارد.  
ب) تکیه واژگانی: در واژه‌های چندهجایی هجاهای با تکیه اولیه، دومین و سومین برچسب برجستگی وزنی (X و x) می‌گیرند و هجاهای بی‌تکیه برجستگی وزنی نمی‌گیرند.  
پ) واژه قاموسی/دستوری: در واژه‌های تک‌هجایی واژه‌های قاموسی برچسب برجستگی وزنی می‌گیرند و واژه‌های دستوری برجستگی وزنی نمی‌گیرند.  
ت) گروه چند-واژه‌ای: در گروه‌های چندواژه‌ای برجسته‌ترین هجا(ها) در گروه به عنوان ضرب و عنصرهایی با کمترین برجستگی غیر ضرب در نظر گرفته می‌شوند.

### ۴. یافته‌ها

در این بخش، مقایسه دو نظام تویی و رپ به کمک منحنی‌های زیرویمی برچسب‌گذاری شده انجام شده است. در شکل (۲) منحنی زیرویمی خوانش بی‌نشان جمله «من کتاب خریدم» به همراه

<sup>1</sup> scrambled

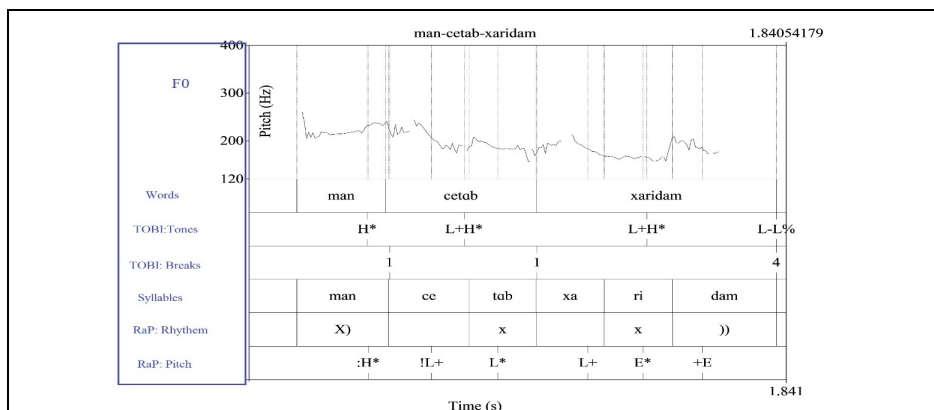
<sup>2</sup> alternative questions



برچسب‌های آن در این دو نظام نشان داده شده‌است. در این خوانش، هر یک از واژه‌ها در نظام تویی برچسب تکیه زیرویمی می‌گیرد که با \* در کنار الگوی نواختی هر هجا مشخص می‌شود. در تویی فارسی نشان داده شده‌است که الگوی نوایی تکیه زیرویمی از جنبه واجی \*L+H است (Eslami, 2006) که می‌تواند در بافت‌های گوناگون واج گونه‌های متفاوتی داشته باشد. از آن‌جا که این نظام عمدتاً واجی است، تغییرات آوایی الگوهای نوایی در جمله‌های مختلف بازنمایی پیدا نمی‌کند. بر همین اساس، می‌بینیم که همه عناصر تشکیل‌دهنده جمله در خوانش بی‌نشان برچسب تکیه زیرویمی \*L+H گرفته‌اند. در رپ نیز همه هجاهای تکیه‌بر با نشانه \* مشخص می‌شوند، ولی همه رویدادهای آوایی نیز برچسب می‌گیرند که از این طریق به‌طور دقیق‌تر تغییرات زیرویمی در طول پاره گفتار نشان داده می‌شود. در خوانش بی‌نشان، بیشترین میزان زیرویمی روی نخستین واژه پاره گفتار قرار گرفته‌است که با برچسب \*H مشخص شده‌است، ولی از آن‌جا که از جنبه آوایی در ادامه جمله با کاهش زیرویمی به‌طور کلی روبه‌رو هستیم دیگر عناصر پس از نخستین واژه نواخت بم (L) دارند که تا انتها ثابت می‌ماند و در رپ با برچسب E نمایش می‌یابد. کاهش زیرویمی با نشانه ! مشخص شده‌است. در منحنی زیرویمی شکل (۱) افزایش زیرویمی روی هجای پایانی واژه «خریدم» دیده می‌شود که متأثر از رهش بست همخوان انسدادی [d] است و در فایل صوتی به گوش نمی‌رسد. از آن‌جا که این رویداد آوایی بدون معناست، در برچسب‌گذاری نیز برای آن برچسب جداگانه‌ای در نظر گرفته نشده‌است.

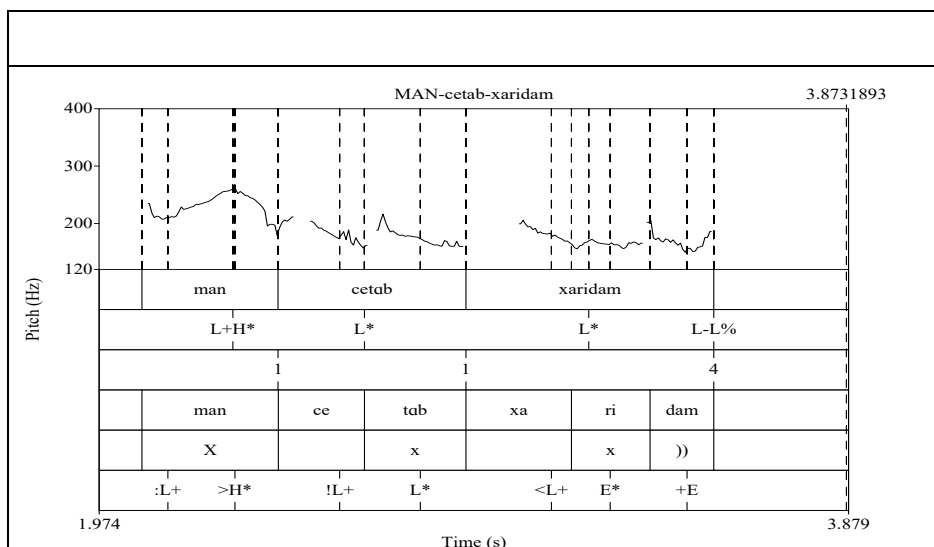
تویی ابزاری برای نشان‌دادن ضرباهنگ ندارد. پژوهش‌های اخیر اهمیت ضرباهنگ در درک جمله‌ها و رفع ابهام از ساخت‌های مسیر باغی<sup>۱</sup> (Dilley & McAuley, 2012; Breen et al. 2014; Morrill et al. 2008) و همچنین، اهمیت ضرباهنگ را در رده‌شناسی آهنگ نشان داده‌اند (Dilley & Breen, 2022; Jun, 2005; Tilsen & Arvaniti, 2013). همان‌گونه که پیش از این گفته شد، رپ با ایجاد لایه ضرباهنگ و استفاده از دو نشانه X و x روی هجاهای تکیه‌بر برجسته و غیربرجسته امکان نمایش ضرباهنگ را فراهم کرده‌است. در خوانش بی‌نشان برجسته‌ترین هجای تکیه‌بر واژه «من» است که برچسب X گرفته‌است.

<sup>1</sup> Garden path



شکل ۲: منحنی زیروبمی خوانش بی‌نشان جمله «من کتاب خریدم»

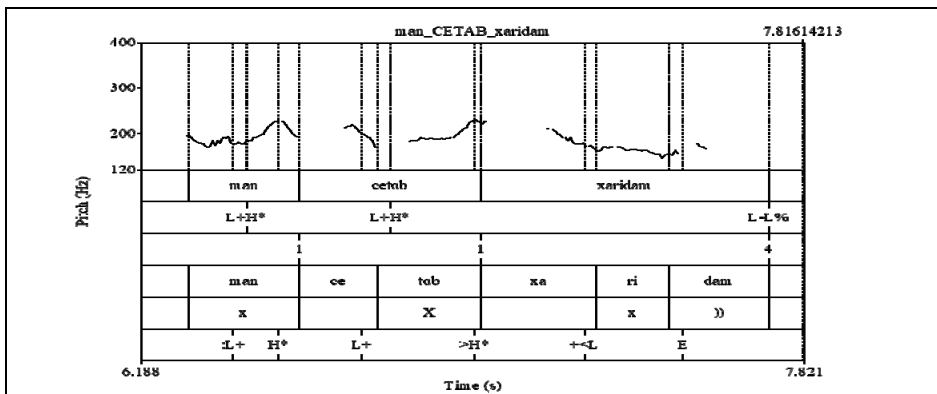
در شکل‌های (۳)، (۴)، (۵) منحنی زیروبمی و برچسب‌گذاری آن در دو نظام مورد بحث در همان جمله «من کتاب خریدم» و با تکیه کانونی روی «من»، «کتاب» و «خریدم» دیده می‌شود. نکته مهم درباره آهنگ جمله‌های خبری با کانون این است که در این نوع جمله‌ها آنچه پس از کانون می‌آید تکیه زوده می‌شود (Taheri-Ardali et al., 2014).



شکل ۳: منحنی زیروبمی جمله «من کتاب خریدم»

در شکل (۳) که در آن «من» کانون است، این واژه در دو نظام برچسب‌گذاری برچسب مشابهی دارد (در توبی  $L+H^*$  و  $L+H^*$ : در رپ). در نظام توبی،  $L-$  یا  $H-$  به الگوی نواختی اشاره دارند که بین واحد دارای تکیه زیروبمی و نواخت مرزی پایان پاره‌گفتار دیده می‌شود.

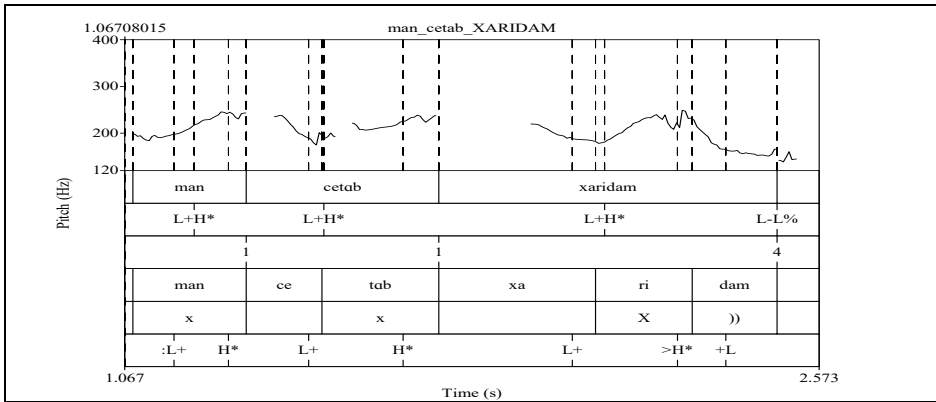
بنابراین، در نمونه شکل (۳) تکیه‌زدوده شدن عناصر پس از کانون با برجسب L- بین تکیه زیروبمی H\* واژه «من» و نواخت مرزی L% در پایان پاره گفتار مشخص می‌شود. در رپ که شفایت آوایی بیشتری دارد، نواخت همه هجاهای پس از کانون برجسب می‌گیرد که این خود نمایانگر دقت آوایی بالاتر این نظام است. کاهش زیروبمی پس از هجای کانونی و ثابت ماندن تا انتهای پاره گفتار در رپ به ترتیب با نشانه‌های L و E نمایش داده شده‌است. نشانه < در ابتدای واژه «خریدم» کاهش زیروبمی صدای گوینده را در پایین‌ترین سطح و بعد ثابت ماندن آن را تا انتهای پاره گفتار نشان می‌دهد. در این نمونه، روشن است که هجاهای تکیه‌بر واژه‌های «کتاب» و «خریدم» با وجود تکیه‌بر بودن از جنبه واژگانی (که با \* نمایانده شده‌است) نواخت بم دارند. در شکل (۳) برجستگی بیشتر هجای کانونی «من» با X و برجستگی دیگر هجاهای تکیه‌بر در پاره گفتار با X مشخص شده‌است. در شکل (۲) نیز برجسته‌ترین هجای تکیه‌بر به واژه «من» تعلق داشت که هر دو با X مشخص شده‌اند. تفاوت این دو خوانش در الگوی نواختی کانون است که برخلاف خوانش بی‌نشان L+H\* است.



شکل ۴: منحنی زیروبمی جمله «من کتاب خریدم»

همان گونه که در شکل (۴) دیده می‌شود، می‌توان تکیه زیروبمی کانون را روی واژه «کتاب» نیز قرار داد. در این خوانش، در نظام تویی تکیه زیروبمی دو واژه نخست با برجسب واجی L+H\* مشخص شده‌است و تکیه‌زدوده شدن «خریدم» با نواخت گروهی L- نشان داده می‌شود. در نظام رپ همه الگوهای نواختی برجسب می‌گیرند و تکیه‌زدوده شدن عناصر پس از کانون باز هم با نشانه‌های L و E مشخص می‌گردد. در این جا برجسته‌ترین هجای تکیه‌بر هجای دوم واژه «کتاب» است و بیشترین سطح زیروبمی صدای گوینده روی هجای دوم واژه «کتاب» با H\* > مشخص می‌شود و در لایه ضرباهنگ برجسب X می‌گیرد. افت زیروبمی تا پایین‌ترین سطح زیروبمی

گوینده در واژه «خریدم» با برچسب **L E** + نمایش یافته‌است.



شکل ۵: منحنی زیروبمی جمله «من کتاب خریدم»

در شکل (۵) الگوی آهنگین همان جمله پیشین ولی این بار با تکیه زیروبمی روی واژه «خریدم» دیده می‌شود. در تویی باز هم واژه کانونی الگوی **L+H\*** دارد و نواخت جمله تا پایان بم است. در رپ نیز تغییر جایگاه تکیه زیروبمی با نشانه **H\*** روی هجای تکیه‌بر واژه «خریدم» مشخص شده‌است و دیگر هجاها نیز با توجه به منحنی آهنگ برچسب گذاری شده‌اند. برجسته‌ترین هجای تکیه بر اکنون هجای دوم «خریدم» است که در لایه نواخت با **H\*** > و در لایه ضرباهنگ با **X** مشخص شده‌است.

نکته پایانی درباره برچسب گذاری واژه «من» این که این واژه در نظام تویی دو الگوی تکیه زیروبمی **H\*** و **L+H\*** را نشان می‌دهد. نخستین الگو به خوانش بی نشان جمله مربوط می‌شود و سه خوانش کانونی بعدی همه الگوی دوم را دارند. بی گمان باید بین زمانی که این واژه خود کانون جمله است و در دو خوانش دیگر که کانون روی واژه‌های «کتاب» و «خریدم» قرار می‌گیرد از نظر الگوی آهنگی تفاوت وجود داشته باشد. در ضرباهنگ و زیروبمی این تفاوت با بهره‌گیری از نشانه > در کنار **H\*** مربوط به واژه کانونی نشان داده می‌شود. هنگامی که «من» کانون جمله است، **L+ >H\***: نشان می‌دهد که واژه کانونی در ابتدا بم است، ولی در نهایت به قله زیروبمی **H** می‌رسد و زیروبمی صدای گوینده روی این واژه در بالاترین سطح قرار دارد. این الگوی زیروبمی در زمانی که «کتاب» و «خریدم» کانونی هستند نیز دیده می‌شود.

## ۵. نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به بررسی ویژگی‌های تویی و یکی از نظام‌های جایگزین آن، نظام ضرباهنگ و زیروبمی (رپ) پرداخت. در این مسیر مشکلاتی از نظام تویی که با توجه به ماهیت و کاربردهای

گسترده آن در زبان‌های مختلف بر روی آن توافق شده است جمع‌بندی و ارائه شد. با مرور پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه آهنگ در زبان فارسی با به کارگیری نظام برجسب گذاری تویی و نظریه خودواحد-وزنی به نظر می‌رسد مشکلات جهانی این نظام در تحلیل الگوی آهنگ زبان فارسی نیز مشاهده می‌شود. در ادامه نظریه خودواحد-وزنی تقویت شده و نظام برجسب گذاری ضرباهنگ و زیرویمی (رپ) بر مبنای آن معرفی و کارایی آن روی یک نمونه فارسی ارزیابی شد. با توجه به این بررسی به نظر می‌رسد در مجموع، ضرباهنگ و زیرویمی (رپ) به عنوان نظام برجسب گذاری نوایی در موارد زیر قدرتمند است:

۱) نظام ضرباهنگ و زیرویمی (رپ) طراحی شد تا یادگیری و کاربرد آسان تری نسبت به تویی داشته باشد. در این نظام رابطه یک‌دستی بین برجسب‌های نوایی و ویژگی‌های آوایی و ادراکی وجود دارد.

۲) رپ هم مانند تویی بر اساس نظریه خوش ساخت خودواحد-وزنی است، ولی برجسب‌های رپ بر مبنای درک شنونده‌ها از رویدادهای نواختی انتخاب می‌شود و بر اساس پیش فرض‌های نظری نیست.

۳) در رپ از برجسب‌های نوایی برای مشخص کردن اطلاعات نواختی هر هجا به صورت مستقل بهره گرفته می‌شود و هر هجا برجسب مربوط به نواخت ستاره‌دار یا بی ستاره را می‌گیرد (Arvaniti et al., 1998, 2000; Dilley et al., 2005). نظام رپ با شفافیت آوایی بیشتری به بررسی منحنی‌های نوایی می‌پردازد. در این نظام اطلاعات ضرباهنگی از اطلاعات زیرویمی جداگانه است و بر این اساس پژوهشگران می‌توانند سطوح مختلفی از برجستگی را شناسایی و برجسب گذاری کنند.

۴) همان گونه که اشاره شد، نبود توافق در برجسب گذاری‌ها در نظام تویی دیگر کمبودی است که نظام رپ آن را با شفافیت و یک‌دستی تحلیل‌های آوایی و به دنبال آن توافق برجسب گذارها جبران کرده است.

## فهرست منابع

اسلامی، محرم (۱۳۸۴). واج‌شناسی: تحلیل نظام آهنگ زبان فارسی. تهران: سمت.

Retrieved from <<https://samt.ac.ir/en/book/4125/phonology-analyzing-the-intonation-system-of-persian>>

حکمتی، رامین و محمود بی جن خان (۱۳۹۸). «تحلیل نوایی ساخت اضافه در چهارچوب واجشناسی

نوایی». *زبان پژوهی*. دوره ۱۱، شماره ۳۱، صص ۱۰۹-۱۲۸.

<https://doi.org/10.22051/JLR.2019.16223.1369>

صادقی، وحید (۱۳۹۷). ساخت نوایی زبان فارسی: تکیه و آژگانی و آهنگ. تهران: سمت.

Retrieved from <<https://samt.ac.ir/en/book/2664/the-prosodic-structure-of-the-persian-language>>

## References

- Abolhasani Zadeh, V. Bijankhan, M., & Gussenhoven, C. (2012). The Persian pitch accent & its retention after focus. *Lingua*, 122, 1380-1394.  
<https://doi.org/10.1016/j.lingua.2012.06.002>
- Arbisi-Kelm, T. (2006). An intonational analysis of disfluency patterns in stuttering [Doctoral dissertation, University of California].  
<https://doi.org/10.21437/Interspeech.2005-47>
- Arvaniti, A., & Baltazani, M. (2005). Intonational analysis and prosodic annotation of Greek corpora. In Jun, S.-A. (Ed.), *Prosodic typology: The phonology of intonation and phrasing* (pp. 84–117). Oxford University Press.  
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199249633.003.0004>
- Arvaniti, A., D. R. Ladd, & I. Mennen. (1998). Stability of Tonal Alignment: The Case of Greek Prenuclear Accents. *Journal of Phonetics*, 26, 3-25.  
<https://doi.org/10.1006/jpho.1997.0063>
- Arvaniti, A., D. R. Ladd, & I. Mennen. (2000). What Is a Starred Tone? Evidence from Greek. In M. B. Broe & J. B. Pierrehumbert (Eds.) *Papers in Laboratory Phonology* (5<sup>th</sup> ed., pp. 119–130). Cambridge University Press.  
<https://repository.uhn.ru.nl/bitstream/handle/2066/225546/225546.pdf?sequence=1>
- Bartels, C., & Kingston, J. (1994). Salient pitch cues in the perception of contrastive focus. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 95(5\_Supplement), 2973-2973. <https://doi.org/10.1121/1.408967>
- Beckman, M. E., and G. M. Ayers Elam. 1997. *Guidelines for ToBI Labeling*. [Unpublished manuscript]. USA: Ohio State University.  
[https://www.ling.ohio-state.edu/research/phonetics/E\\_ToBI/](https://www.ling.ohio-state.edu/research/phonetics/E_ToBI/)
- Beckman, M. E., & Hirschberg, J. (1994). *The ToBI Annotation Conventions*. [Unpublished manuscript]. USA: Ohio State University.  
[http://www.ling.ohio-state.edu/research/phonetics/E\\_ToBI/ToBI/ToBI.6.html](http://www.ling.ohio-state.edu/research/phonetics/E_ToBI/ToBI/ToBI.6.html)
- Beckman, M. E., & Pierrehumbert, J. (1986). Intonational Structure in Japanese and English. *Phonology Yearbook*, 3, 255–309.  
<https://doi.org/10.1017/S095267570000066X>
- Beckman, M. E., Hirschberg, J. & Shattuck- Hufnagel, S. (2005). The Original ToBI System and the Evolution of the ToBI Framework. In S. A. June (Ed.), *Prosodic Models and Transcription: Towards Prosodic Typology* (pp. 9-54). Oxford University Press. <https://doi.org/10.7916/D87P97T5>
- Birch S, Clifton, C. Jr. (1995). Focus, accent, and argument structure: Effects on language comprehension. *Language and Speech*, 38(4), 365-392.  
<https://doi.org/10.1177/002383099503800403>
- Breen, M., Dilley, L. C. Kraemer, J. & E. Gibson. (2012). Inter-Transcriber Reliability for Two Systems of Prosodic Annotation: ToBI (Tones and Break Indices) and RaP (Rhythm and Pitch). *Corpus Linguistics and Linguistic Theory*, 8, 277–312. <https://doi.org/10.1515/cllt-2012-0011>

- Brugos, A., & Shattuck-Hufnagel, S. (2012, July 31). *A proposal for labelling prosodic disfluencies in ToBI* [Conference presentation]. Advancing Prosodic Transcription for Spoken Language Science and Technology, Stuttgart, Germany. <https://blogs.bu.edu/prosodylab/2012/08/14/poster-a-proposal-for-labelling-prosodic-disfluencies-in-tobi/>
- Dilley, L. C., & Breen, M. (2022). An enhanced autosegmental-metrical theory (AM+) facilitates phonetically transparent prosodic annotation: A reply to Jun. In J. Barnes & S. Shattuck-Hufnagel (Eds.), *Prosodic Theory and Practice* (pp. 182-203). Cambridge, MA: MIT Press. <https://doi.org/10.21437/TAL.2018-14>
- Dilley, L. C., & McAuley, J. D. (2008). Distal prosodic context affects word segmentation and lexical processing. *Journal of Memory and Language*, 59, 294–311. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2008.06.006>
- Dilley, L. C., Ladd, D. R., & Schepman, A. (2005). Alignment of L & H in Bitonal Pitch Accents: Testing Two Hypotheses. *Journal of Phonetics*, 33, 115–119. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2004.02.003>
- Dilley, L. C. & Brown, M. (2005). The RaP (rhythm and pitch) labeling system. v. 1.0. *Massachusetts Institute of Technology*. <https://pdfs.semanticscholar.org/5f73/1dbcafb2b64da6eb15daa67718866bc74cc9.pdf>
- Dilley, L. C., Breen, M., Bolivar, M., Kraemer, J., & Gibson, E. (2006). A comparison of inter-transcriber reliability for two systems of prosodic annotation: RaP (Rhythm and Pitch) and ToBI (Tones and Break Indices). In *INTERSPEECH* (pp. 317–320). <http://hdl.handle.net/1721.1/88539>
- Eslami, M. (2006). PToBI: A phonological system in transcribing the intonation of Persian. In R. Hoffmann (Ed.), *Elektronische Sprachsignal- verarbeitung* (pp. 45-53). TU press.
- Eslami, M. (2011). *Phonology: Analysis of the Persian Intonation System* (2<sup>nd</sup> ed.). SAMT Publication, Tehran, Iran. <https://samt.ac.ir/en/book/4125/phonology-analyzing-the-intonation-system-of-persian> [In Persian]
- Eslami, M., & Bijankhan, M. (2000). Pitch accent placement and its use in speech processing. In *Proceedings of 5th Annual International CSI Computer Conference (CSICC'2000)*. The University of Shahid Beheshti, Tehran, Iran.
- Grice, M., Baumann, S., & Benz Müller, R. (2005). German intonation in Autosegmental Metrical Phonology. In Jun, S. A. (Ed.), *Prosodic typology: The phonology of intonation and phrasing* (pp. 55–83). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199249633.003.0003>
- Hekmati, R. & Bijankhan, M. (2019). Prosodic Analysis of Ezafe Construction in the Framework of Prosodic Phonology. *Scientific Journal of Language Research*, 11(31), 127–128. <https://doi.org/10.22051/JLR.2019.16223.1369> [In Persian]
- Hirst, D., & Di Cristo, A. (1999). A Survey of Intonation Systems. In D. Hirst & A. Di Cristo (Eds.), *Intonation Systems* (pp. 1-44). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1353/lan.2000.0088>
- Hualde, J., & Prieto, P. (2016). Towards an International Prosodic Alphabet (IPrA). *Laboratory Phonology*, 7(1), 1–25. <https://doi.org/10.5334/labphon.11>
- Jun, S. A. (2022). The ToBI Transcription System: Conventions, Strengths, and Challenges. In

- J. Barnes & S. Shattuck-Hufnagel (Eds.), *Prosodic Theory and Practice* (pp. 151-181). USA: The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/10413.003.0007>
- Jun, S. A. (2005). *Prosodic Typology: The Phonology of Intonation & Phrasing*. Oxford University Press.  
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199249633.001.0001>
- Ladd, D. R. (2022). The Trouble with ToBI. In Jonathan Barnes & Stefanie Shattuck-Hufnagel (Eds.), *Prosodic Theory and Practice* (pp. 247-257). The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/10413.003.0007>
- Ladd, D. R. (2008). *Intonational Phonology* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511808814>
- Mahjani, B. (2003). *An instrumental study of prosodic features & intonation in Modern Farsi (Persian)* [Master's thesis, Linguistics and Social Sciences University of Edinburgh]. Edinburgh, Scotland.  
[https://www.timasearch.com/bm/edinburgh/behzad\\_mahjani.pdf](https://www.timasearch.com/bm/edinburgh/behzad_mahjani.pdf)
- Morrill, T., Dille, L., & McAuley, J. D. (2014). Prosodic patterning in distal speech context: Effects of list intonation and f0 downtrend on perception of proximal prosodic structure. *Journal of Phonetics*, 46, 68-85.  
<https://psycnet.apa.org/record/2014-36055-006>
- Pierrehumbert, J. (1980). *The Phonology and Phonetics of English Intonation* [Doctoral dissertation, MIT]. Massachusetts, USA.  
<http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/16065>
- Pierrehumbert, J., & Hirschberg, J. (1990). The Meaning of Intonational Contours in the Interpretation of Discourse. In P. R. Cohen, J. Morgan, & M. E. Pollack (Eds.), *Intensions in Communication* (pp. 271-311). MIT Press.  
<https://doi.org/10.7551/mitpress/3839.003.0016>
- Pitrelli, J., Beckman, M. & Hirschberg, J. (1994). Evaluation of prosodic transcription labeling reliability in the ToBI framework. In *Proceedings of the International Conference on Spoken Language Processing* (pp. 123-126).  
<https://doi.org/10.21437/ICSLP.1994-34>
- Price, M. P. J., Ostendorf, S., Shattuck-Hufnagel, S., & Fong, C., (1991). The Use of Prosody in Syntactic Disambiguation. *Journal of Acoustical Society of America* 60, 2956-2970. <https://doi.org/10.1121/1.401770>
- Sadeghi, V. & Sheykhi, S. (2018). A corpus-based study of Persian intonation. *Persian Language & Iranian Dialects*, 3(2), 35-54.  
<https://doi.org/10.22124/PLID.2018.9926.1252>
- Sadeghi, V. (2018). *The Prosodic Structure of the Persian language: Lexical Stress & Intonation*. SAMT. <https://samt.ac.ir/en/book/2664/the-prosodic-structure-of-the-persian-language> [in Persian]
- Sadat-Tehrani, N. (2007). *The Intonational Grammar of Persian* [Doctoral dissertation, University Manitoba]. Manitoba, Canada.  
<http://hdl.handle.net/1993/2839>
- Sadat-Tehrani, N. (2009). The alignment of L + H\* pitch accents in Persian intonation. *Journal of the International Phonetic Association*, 39, 205-230.  
<https://doi.org/10.1017/S0025100309003892>
- Sadat-Tehrani, N. (2011) The intonation patterns of interrogatives in Persian. *Linguistic discovery*, 9(1), 105-36. <https://doi.org/10.1349/PS1.1537-0852.A.389>



- Scarborough, R. (2007). The intonation of focus in Farsi. *UCLA Working Papers in Phonetics*, 105, 19–34. <https://escholarship.org/uc/item/83k7q53v>
- Silverman, K., Beckman, M., Pitrelli, J., Ostendorf, M., Wightman, C., Price, P., Pierrehumbert, J., & Hirschberg, J. (1992). *ToBI: A Standard for Labeling English Prosody*. <https://doi.org/10.21437/ICSLP.1992-260>
- Taheri-Ardali, M., Rahmani, H., & Xu, Y. (2014). The perception of prosodic focus in Persian. In N. Campbell, D. Gibbon, & D. Hirst (Eds.), *Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Conference on Speech Prosody* (pp. 515-519). Dublin: Trinity College. <https://doi.org/10.21437/SpeechProsody.2014-90>
- Tilsen, S., & Arvaniti, A. (2013). Speech rhythm analysis with decomposition of the amplitude envelope: Characterizing rhythmic patterns within and across languages. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134, 628–, 2013. <https://doi.org/10.1121/1.4807565>
- Venditti, J. (2005). The J<sub>0</sub> ToBI model of Japanese intonation. In Jun, S.-A. (Ed.), *Prosodic typology: The phonology of intonation and phrasing* (pp. 172–200). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199249633.003.0007>
- Weber, A., Braun, B., & Crocker, M. W. (2006). Finding referents in time: Eye-tracking evidence for the role of contrastive accents. *Language and Speech*, 49, 367–392. <https://doi.org/10.1177/00238309060490030301>
- Wightman, C., Shattuck-Hufnagel, S., Price, P., & Ostendorf, M. (1992). Segmental Durations in the Vicinity of Prosodic Phrase Boundaries. *Journal of Acoustical Society of America* 91, 1707-1717. <https://psycnet.apa.org/record/1992-38606-001>

