

# نظام واجگونه‌های زبان فارسی در چارچوب نظریه واج‌شناسی تولیدی

اثر: دکتر محمود بی جن خان

استادیار دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران

(از ص ۹۵ تا ۱۱۷)

## چکیده:

در این مقاله نظام واجگونه‌های زبان فارسی در چارچوب نظریه واج‌شناسی تولیدی تجزیه و تحلیل می‌شود. برای این منظور، "بستارهای تولیدی" به عنوان واحدهای کمینه تجزیه و تحلیل واجی تعریف می‌شوند. بستارهای تولیدی، الگوهای گرفتگی در جهاز صوتی هستند که چون برخلاف مشخصه‌های تمایز دهنده ذاتاً زمان مند هستند، با ترکیب غیر خطی خود در فضای زمانی - مکانی، واج‌ها و واجگونه‌های زبان را سازماندهی می‌کنند. تعداد ۶۴ کلمه فارسی برای مطالعه بعضی از واجگونه‌های زبان در بافت CC انتخاب شدند. نگارنده با استفاده از دستگاه الکتروپالاتوگراف و نصب کام مصنوعی در دهان خود، کلمات را تولید کرد و علامت صوتی کلمات و قالب‌های حرکت زبان در دهان را بدست آورد. سرانجام قواعد همپوشی بستارهای زبان فارسی در چارچوب واج‌شناسی تولیدی برای واجگونه‌ها بدست آمدند.

واژه‌های کلیدی: واجگونه، واج‌شناسی تولیدی، بستار تولیدی، الکتروپالاتوگراف، شاخص بستاری، همزمانی، همپوشی.

مقدمه :

نظریه واجگونه‌های زبان در چارچوب واج‌شناسی ساختاری مطرح شده است. بر این اساس سطح واجی و آوایی زبان یک سطح بینابینی به نام سطح واجگونه‌ای وجود دارد که از رهگذر آن واج‌های زبان به آوای گفتار نگاشته می‌شوند، یا تظاهر آوایی پیدا می‌کنند. همچنین هر واج خانواده‌ای از صداها شبیه به هم است که در توزیع تکمیلی یکدیگرند. این صداها شبیه به هم از رهگذر واجگونه‌های زبان بازنمایی می‌شوند. سطح واجگونه‌ای در واج‌شنای زایشی نیز به گونه خاصی حفظ شده است. اما در واج‌شناسی تولیدی، سطح واجگونه‌ای در سطح واجی مستتر است، به عبارت دیگر، این واج‌شناسی به سطح مستقلی بنام سطح واجگونه‌ای قائل نیست.

واج‌شناسی تولیدی یکی از واج‌شناسی‌هایی است که کاترین برومان و لویی گلدشتاین استادان زبان‌شناسی دانشگاه ییل در آمریکا، با تحقیقات خود در آزمایشگاه‌های هاسکینز مطرح کردند. واج‌شناسی تولیدی خارج از سنت دستور زایشی طرح شده است. دو وجه تمایزکننده واج‌شناسی تولیدی از واج‌شناسی زایشی عبارتند از: کوچکترین واحد تحلیل واجی و رابطه بین واج‌شناسی و آواشناسی.

در واج‌شناسی زایشی کوچکترین واحد واجی مشخصه‌های تمایز دهنده هستند که متناظر با عناصر مستقل و قابل کنترل تولید یا درک گفتار هستند (چامسکی و هله، ۱۹۶۸، ص ۲۹۸). به عنوان مثال چون "لب‌ها" در تولید گفتار می‌توانند مستقل از سایر اندام‌های گویایی عمل کنند، بنابراین یک مشخصه واجی به نام [لبی] وجود دارد که می‌تواند در زبان‌ها نقش تمایز دهنده داشته باشد. و چون "نرمکام" در تولید گفتار می‌تواند مستقل از سایر اندام‌های گویایی عمل کند و راه جریان عبور هوا را حفره بینی مسدود کند، بنابراین یک مشخصه واجی به نام [خیشومی] وجود دارد که می‌تواند در زبان‌ها نقش تمایز دهنده داشته باشد. علاوه بر آن هر مشخصه تمایز دهنده بر روی یک مقایس فیزیکی تعریف می‌شود که دو مقدار (ارزش) دارد: صفر یا یک (چامسکی و هله، ۱۹۶۸، ص ۲۹۹). مقدار صفر مشخصه به معنی

عدم حضور مشخصه در یک واحد واجی است. به ازای هر مشخصه تمایز دهنده واجی یک مشخصه آوایی وجود دارد که بر روی همان مقیاس فیزیکی تعریف می‌شود. با این تفاوت که علاوه بر مقادیر صفر و یک، مقادیر دیگری را نیز می‌پذیرد (چامسکی و هله، ۱۹۶۸، ص ۲۹۸)

همچنین در واج‌شناسی زایشی، رابطه بین سطح واجی و آوایی از رهگذر قواعد واجی زبان تعریف می‌شود: یعنی قواعد واجی خاص هر زبان مقادیر صفر و یک مشخصه‌ها را به مقادیر مشخصی در سطح آوایی می‌نگاراند. بنابراین اگر چه مشخصه‌های واجی و آوایی روی یک مقیاس فیزیکی واحد تعریف می‌شوند، اما در دو سطح کاملاً مجزا از هم قرار دارند و از رهگذر قواعد واجی به یکدیگر تبدیل می‌شوند. به عبارت دیگر بین سطح واجی و آوایی یک سطح بینابینی وجود دارد.

اما در واج‌شناسی تولیدی، کوچکترین واحد واجی "بستار تولیدی" است که متناظر با گروهی از اندام‌های گویایی است که با عملکرد خود یک نوع گرفتگی (تولید) را در جهاز صوتی آغاز و به پایان می‌رسانند (زیگا، ۱۹۹۷، ص ۲۲۸). بنابراین آنچه که در تعریف یک بستار تولیدی اهمیت دارد این است که گروهی از اندام‌های گویایی مستقل از سایر اندام‌ها یک نوع تولید آوایی را در نقطه‌ای از جهاز صوتی بوجود می‌آورند. به عنوان مثال لب بالا، لب پایین و آرواره به عنوان اندام‌های گویایی با عملکرد همزمان خود می‌توانند بستار تولیدی [بست لبی] یا [سایش لبی] را در جهاز صوتی بوجود آورند. در حالی که تیغه زبان، بدنه زبان و آرواره به عنوان اندام‌های گویایی با عملکرد همزمان خود می‌توانند بستار تولیدی [بست لثوی] یا [سایش لثوی] را در جهاز صوتی بوجود آورند. همچنین بستار تولیدی یک واحد واجی زمان‌مند است زیرا در واحد زمان اتفاق می‌افتد. بنابراین هر بستار تولیدی در سه مرحله وقوع قابل تجزیه و تحلیل است: آغازه فعالیت، اوج فعالیت و پایانه فعالیت. آغازه فعالیت متناظر با شروع فعالیت اندام‌های گویایی برای ایجاد بستار تولیدی است. اوج فعالیت متناظر با حداکثر میزان جابجایی اندام‌های گویای در جریان تولید است. پایانه فعالیت متناظر با حداکثر میزان جدایی اندام‌های گویایی از اوج فعالیت است. اگر چه بستارهای تولیدی،

واحدهای پیوسته زمان‌مند هستند اما در سطح واجی گسسته و به صورت‌های متعددی که نشان خواهیم داد، نقش تمایزدهندگی را ایفا می‌کنند.

در واج‌شناسی تولیدی، چون کوچکترین واحدهای تحلیل واجی ذاتاً تولیدی و فیزیکی است، بنابراین سطح واجی و سطح آوایی یکسان هستند و برای گذر از واج‌شناسی به آواشناسی نیازی به یک سطح بینابینی وجود ندارد. بستارهای تولیدی در سطح واجی عناصر انتزاعی و گسسته زبان و در سطح آوایی عناصر فیزیکی و پیوسته گفتار هستند. به عبارت دیگر، آرایش بستارهای تولیدی در لایه‌های مختلف، برای هر واژه یک زبان خاص به گونه‌ای است که تظاهر آوایی واژه در گفتار پیوسته نتیجه طبیعی این آرایش واجی است. بنابراین نیازی به طرح قواعد واجی برای نگاشت واژه‌های زبان به سطح آوایی نیست.

تا اینجا باید متوجه دو تفاوت اساسی بین مشخصه‌های تمایز دهنده در واج‌شناسی زایشی و بستارهای تولیدی در واج‌شناسی تولیدی شده باشیم:

(۱) مشخصه‌های تمایز دهنده ذاتاً تولیدی و زمان‌مند نیستند، ولی بستارهای تولیدی ذاتاً تولیدی و زمان‌مند هستند

(۲) مشخصه‌های تمایز دهنده برای محل گرفتگی متمایز از مشخصه‌های تمایز دهنده برای میزان گرفتگی (نحوه تولید) هستند. به عنوان مثال مشخصه [لبی] برای محل گرفتگی و مشخصه [پیوسته] برای نحوه تولید طرح شده است. بنابراین در واج‌شناسی زایشی محل و نحوه تولید برای /b/ با دو مشخصه [+لبی] و [-پیوسته] مشخص می‌شود. اما محل گرفتگی و میزان گرفتگی به طور یکجا در هر بستار تولیدی حضور دارند. مثلاً /b/ با بستار [بست لبی] مشخص می‌شود. این دو رویکرد دو پیش‌بینی متفاوت برای ساخت واجی زبان به دست می‌دهند.

در بخش دوم مقاله به توصیف ساخت بستاری در نظام آوایی زبان فارسی می‌پردازیم. در بخش سوم به معرفی کام نگار الکترونیکی مدل EPG3 می‌پردازیم. در بخش چهارم نتایج تحقیق برای آن دسته از فرآیندهای واجی که منجر به تولید بعضی از واجگونه‌های زبان

فارسی می‌شوند، ارائه خواهند شد.

## ۲- ساخت بستاری:

در تجزیه و تحلیل هر نظام زبانی چهار موضوع اساسی مطرح است:

(۱) عناصر بنیادین و تجزیه ناپذیر ساختی، یا همان واحدهای کمینه زبانی

(۲) نظام تقابلی عناصر بنیادین

(۳) فرآیندهای زبانی

(۴) محدودیت‌های با همایی عناصر بنیادین.

در این مقاله به بحث درباره موضوع اول، دوم و سوم تحت عنوان "ساخت بستاری" در

نظام واجی زبان فارسی می‌پردازیم.

### ۲-۱- عناصر بنیادین ساختی:

نگارنده معتقد است که براساس انگاره برومان و گلداشتاین (۱۹۸۹، ص ۲۲۷) در نظام آوایی زبان فارسی پنج نوع بستار تولیدی نقش واجی دارند: بستار لب، بستار نوک / تیغه زبان، بستار بدنه زبان، بستار نرمکام و بستار چاکنای. هرکدام از این بستارها مجموعه‌ای از الگوهای گرفتگی است که می‌تواند در جهاز صوتی اتفاق بیافتد و نقش واجی ایفا کنند. بستار لب با دو الگوی [بست لبی] و [سایش دندانی]، بستار نوک / تیغه زبان با پنج الگوی [بست دندانی]، [بست لثوی]، [سایش لثوی]، [بست لثوی کامی] و [سایش لثوی - کامی]، بستار بدنه زبان با نه الگوی [بست کامی]، [باریک پیشکامی]، [متوسط پیشکامی]، [گسترده پیشکامی]، [باریک نرمکامی]، [متوسط نرمکامی]، [گسترده نرمکامی]، [بست ملازی] و [سایش ملازی]، بستار نرمکام با الگوی [گسترده] و بستار چاکنای با دو الگوی [بست] و [گسترده] در جهاز صوتی فعال می‌شوند (بی‌جن خان، ۱۳۷۴، ص ۲۲۳-۲۲۲). این نوزده الگوی گرفتگی را می‌توان براساس تقابل واجی واژه‌های زبان فارسی (شمره، ۱۹۷۷، صص ۲۸-۴)

بدست آورد. البته برای توصیف /I/ و /j/ نیاز به دو پارامتر دیگر بستارهای تولیدی، یعنی میرایی و سفتی است، که از طرح آنها در این مقاله صرف نظر شده است.

برومان و گلداشتاین (۱۹۸۹، صص ۲۰۳-۲۰۴) معتقدند کودک در سن شش تا دوازده ماهگی بستارهای تولیدی زبان مادری خود را از محیط زبانی یاد می‌گیرد. همچنین خطاهای تولید در گفتار کودکان عمدتاً ناشی از جایگشت‌های اشتباه در بستارهای سازنده یک کلمه است (بی‌جن خان، ۱۳۷۴، صص ۱۳۷-۱۳۹)

## ۲-۲- نظام تقابلی:

تقابل واجی ضابطه‌ای است که براساس آن واژه‌های زبان از نظر واجی از یکدیگر متمایز می‌شوند.

در واج‌شناسی تولیدی، بازنمایی واجی و آوایی بطور یکجا در شاخص بستاری بازنمایی می‌شوند.

شاخص بستاری نشانگر آرایش غیر خطی بستارهای تولیدی در واحد زمان است. در شکل ۱ شاخص بستاری پنج واژه فارسی ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود محور افقی هر شاخص بستاری نشانگر زمان و محور عمودی آن نشانگر بستارهای تولیدی است بطوری که برای هر واژه به ازای هر بستار تولیدی یک یا چند الگوی گرفتگی در واحد زمان می‌تواند فعال شود. تقابل واجی، فرآیندهای واجی و ساخت هجایی در شاخص بستاری بازنمایی می‌شوند. در چارچوب واج‌شناسی تولیدی به چهار طریق ممکن است بین کلمات تقابل واجی پدید آید (برومان و گلداشتاین، ۱۹۹۹، اینترنت):

۱- حضور در برابر عدم حضور یک بستار تولیدی: به عنوان مثال تقابل دو واژه "ماه" و "ما" ناشی از حضور بستار [چاکنای گسترده] در "ماه" و عدم حضور آن در "ما" است. همچنین تقابل دو واژه "ماد" و "مات" ناشی از حضور بستار [چاکنای گسترده] در "مات" و

عدم حضور آن در "ماد" است. همانطور که مشاهده می‌شود اگر چه تقابل واجی "ما" به اندازه یک واج /h/ و تقابل واجی "ماد" و "مات" به اندازه یک مشخصه تمایز دهنده (واک) است، اما چون در واج‌شناسی تولیدی هر بستار شامل محل و میزان گرفتگی است، تقابل هر دو جفت واژه فوق‌الذکر از نظر بستاری در یک بستار [چاکنای گسترده] است، با این تفاوت که این بستار در دو واژه اول به اندازه یک واج و در دو واژه دوم به اندازه یک مشخصه تمایز دهنده در واج‌شناسی زایشی است. لازم به تذکر است که مقدار بی نشان یا مقدار اولیه برای بستار چاکنای در واج‌شناسی تولیدی [ارتعاش تار آواها] است (برومان و گلداشتاين، ۱۹۹۲، ص ۱۵۷). یعنی وضعیت تار آواها همواره به صورت واکداری است، مگر آنکه خلاف آن باشد. به همین دلیل در شاخص بستاری ارتعاش تار آواها یا وضعیت واکداری بازنمایی نمی‌شود. از نظر واجی شواهد زیادی برای این فرضیه در زبان‌شناسی مرزگذر وجود دارد، زیرا در بسیاری زبان‌ها همخوان‌های واکدار، بیواک می‌شوند نه بالعکس. شاخص بستاری واژه‌های "صاد"، "داد"، "باز"، "دام"، و "شاد" در شکل ۱ نشان داده شده است. تقابل هر جفت واژه "ما - ماه"، "ما - ماد"، "ماد - مات" و "ماد - باد" ناشی از حضور در مقابل عدم حضور یک بستار تولیدی است.

۲- حضور اندام‌های گویایی مستقل از هم: به عنوان مثال تقابل دو واژه "باد" و "داد" ناشی از حضور اندام گویایی لب پایین در بستار [بست لبی] موجود در آغاز واژه "باد" و حضور اندام گویایی نوک / تیغه زبان در بستار [بست دندانی] موجود در آغاز واژه "داد" است. در این دو واژه میزان گرفتگی یکسان و بست کامل است. این تقابل در چارچوب واج‌شناسی زایشی ناشی از مشخصه [+لبی] در "باد" و [+پیش‌زبانی] در "داد" است.

۳- مقادیر مختلف در پارامترهای محل یا میزان گرفتگی: به عنوان مثال تقابل دو واژه "باد" و "باز" ناشی از تفاوت مقادیر میزان گرفتگی در پایانه دو واژه است. مقدار پارامتر

میزان گرفتگی در پایانه "باد" برابر با [یست] و در پایانه "باز" برابر با [سایش] است. همچنین تقابل دو واژه "صاد" و "شاد" ناشی از تفاوت میزان گرفتگی در آغاز دو واژه است. مقدار پارامتر محل گرفتگی در آغاز "صاد" برابر با [لثوی] و در پایانه "باز" برابر با [لثوی] و در آغاز "شاد" برابر با [لثوی - کامی] است. تقابل دو واژه "باد" و "باز" در چارچوب واج‌شناسی زایشی ناشی از مشخصه [پیوسته] و در دو واژه "صاد" و "شاد" ناشی از مشخصه [پیش بسته] است.

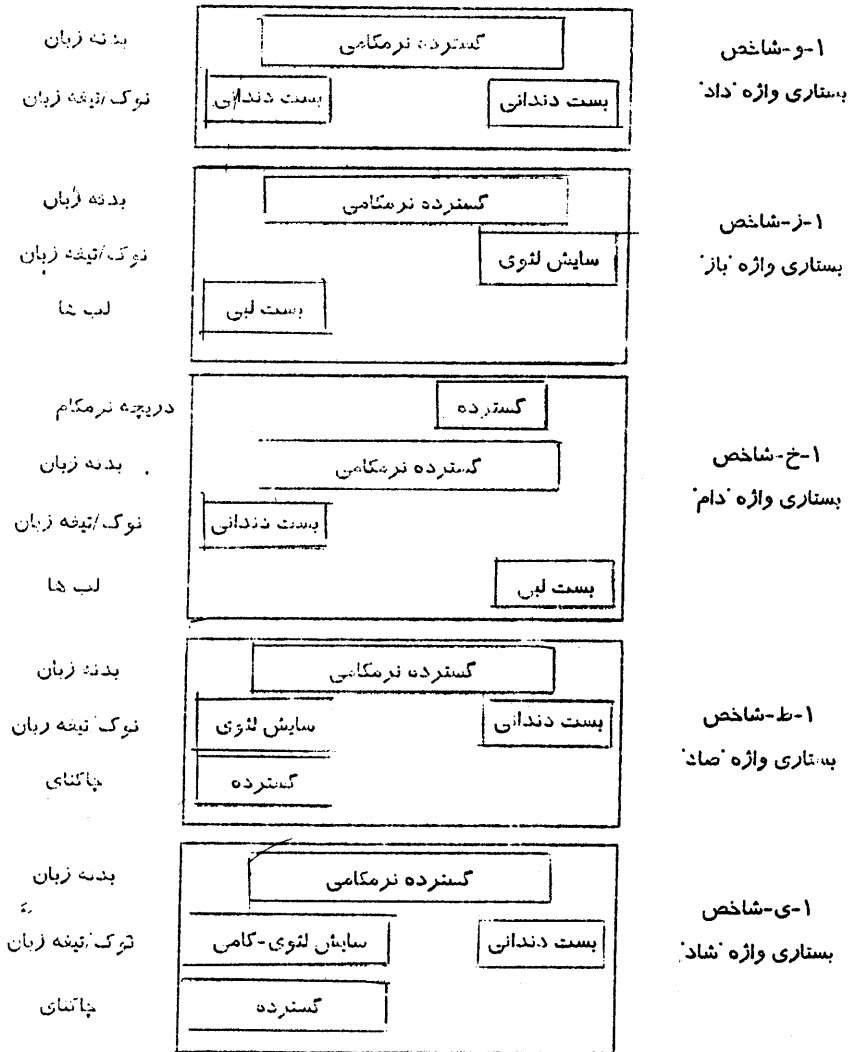
۴- سازمان دهی در بستارهای تولیدی: به عنوان مثال تقابل دو واژه "ماد" و "دام" ناشی از تفاوت آنها در نحوه سازمان‌دهی بستارهای تولیدی در شاخص بستاری است. در هر دو واژه بستارهای [یست لثوی]، [گسترده نرمکامی]، [یست لبی] و [نرمکام گسترده] فعال هستند، اما سازمان دهی آنها در واحد زمان متفاوت است. این تفاوت در شاخص بستاری واژه "دام" در شکل ۱ قابل مشاهده است. به عبارت دیگر، بستارهای دریچه نرمکام، لب‌ها در آغاز واژه "ماد" و در پایانه واژه "دام" فعال هستند. در حالی که بستار نوک / تیغه زبان در پایانه واژه "ماد" و در آغاز واژه "دام" فعال است. مطالعه تقابل اینگونه واژه‌ها در واج‌شناسی زایشی معمول نیست.

### ۲-۳- فرآیندهای واجی:

همانطور که معلوم شد، بستارهای تولیدی دو ویژگی منحصر بفرد دارند که مشخصه‌های تمایز دهنده فاقد این دو هستند:

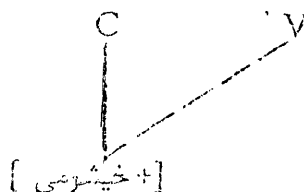
- ۱) در هر بستار حداقل دو پارامتر واجی به نام‌های محل گرفتگی و میزان گرفتگی وجود دارند که در سطح گفتار می‌توانند با توجه به بافت آوایی مقادیر مختلف داشته باشند.
- ۲) بستارهای تولیدی واحدهای زمان‌مند هستند، بنابراین امکان همپوشی آنها در واحد زمان وجود دارد.





با توجه به این دو ویژگی در فرآیندهای واجی خاص هر زبان از رهگذر شاخص بستاری رشته‌های واجی قابل پیش بینی است. به این ترتیب نیازی به طرح فرآیندهای واجی نیست. به عبارت دیگر، آرایش بستارهای تولیدی در شاخص بستاری یا همان فضای زمانی - مکانی برای هر زبان خاص به گونه‌ای است که بدون نیاز به طرح فرآیندهای واجی، تظاهر آوایی کلمات و واجگونه‌های زبان بدست داده می‌شوند. بنابراین بازنمایی واجی در واج‌شناسی تولیدی در مقایسه با بازنمایی واجی در واج‌شناسی زایشی از غنای بیشتری برخوردار است. آنچه که در واج‌شناسی تولیدی (برومان و گلداشتان، ۱۹۹۲، ص ۱۶۱) اهمیت دارد این است که بتوان قواعد همزمانی بستارهای تولیدی را برای هر رشته واجی در هر زبان خاص بدست آورد و آنها را در شاخص بستاری گنجانند. همین قواعد یا محدودیت‌ها هستند که میزان همپوشی الگوهای گرفتگی را در فضای زمانی - مکانی مشخص می‌کنند و از این رهگذر قدرت پیش بینی قابل ملاحظه‌ای به بازنمایی واجی می‌دهند.

همانطور که در شاخص بستاری کلمات (شکل ۱) ملاحظه می‌شود مدت زمان فعالیت هر الگوی گرفتگی در هر بستار تولیدی با طول جعبه‌ای که الگو در آن قرار دارد، بازنمایی می‌شود. به این ترتیب بستارهای تولیدی در واحد زمان با یکدیگر همپوشی دارند. به عنوان مثال در شاخص بستاری واژه "دام" (۱ - خ) الگوی [گسترده] در بستار دریچه نرمکام با الگوی [گسترده نرمکامی] در بستار بدنه زبان همپوشی دارد. همین همپوشی است که باعث می‌شود خیشومی شدگی واکه به عنوان یک فرآیند در سطح واجی حضور داشته باشد و با تظاهر فیزیکی کلمه "دام"، واکه خیشومی شده در سطح گفتار بدست آید. طرح یک فرآیند واجی غیر خطی، یعنی گستردگی مشخصه [خیشومی] به جایگاه واکه در توصیف ساختاری، بازنمایی روساختی بدست می‌آید. شکل ۲ نشانگر یک فرآیند واجی غیر خطی است که گستردگی مشخصه [+خیشومی] را از همخوان (C) به واکه (V) بعد از آن با خط چین بازنمایی می‌کند.



شکل ۲- فرآیند واجی غیر خطی برای خیشومی شدگی واکه

با عملکرد این فرآیند بر بازنمایی زیر ساختی واژه "دام"، بازنمایی روساختی کلمه "دام" با واکه خیشومی شده بدست می‌آید.

همانطور که گفته شد از رهگذر زمان‌مند بودن بستارهای تولیدی و همپوشی آنها در زیر ساخت می‌توان برای نگاشت از سطح واجی به سطح آوایی، نظریه را از طرح فرآیندهای واجی خلاص کرد. سؤالی که مطرح می‌شود این است که:

"چگونه همپوشی بین بستارهای تولیدی را باید در شاخص بستاری بازنمایی کرد؟" پاسخ برومان و گانداشتاین (۱۹۹۲، صص ۱۶۳-۱۶۲) این است که برای هر زبان خاص باید قواعد یا محدودیت‌های همزمانی را که بین بستارهای تولیدی وجود دارد، کشف کرد. این قواعد که نحوه آرایش بستارهای تولیدی و مدت زمان فعالیت آنها را در شاخص بستاری مشخص می‌کنند، بر حسب همزمانی یک مرحله از سه مرحله وقوع هر بستار تولیدی با بستارهای تولیدی دیگر تعریف می‌شوند. چند قاعده همزمانی یا همپوشی در زبان فارسی عبارتند از (بی‌جن خان، ۱۳۷۴):

قاعده اول: در آغازه هجا نقطه اوج فعالیت بستار [نرمکام گسترده] تقریباً همزمان با نقطه اوج فعالیت الگوی [بست] در بستارهای لب‌ها و نوک / تیغه زبان است.  
 قاعده دوم: در پایانه هجا نقطه اوج فعالیت بستار [نرمکام گسترده] زودتر از نقطه اوج فعالیت الگوی [بست] در بستارهای لب‌ها و نوک / تیغه زبان اتفاق می‌افتد.  
 قاعده سوم: در آغازه هجا نقطه اوج فعالیت الگوی [بست] در همه بستارها همزمان با

نقطه اوج فعالیت بستار [چاکنای گسترده] است.

قاعده چهارم: در پایانه هجا آغاز فعالیت الگوی [بست] در همه بستارها تقریباً همزمان با نقطه اوج فعالیت بستار [چاکنای گسترده] است.

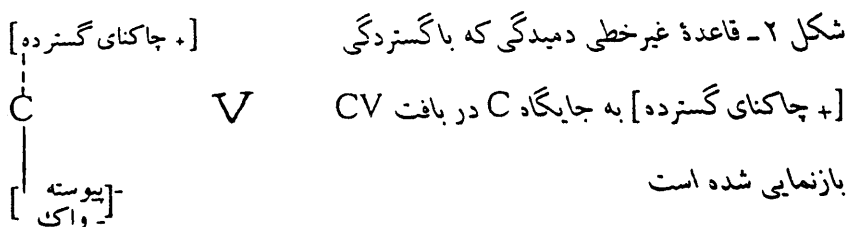
قاعده پنجم: در آغاز هجا نقطه اوج فعالیت بستارهای همخوانی همزمان با آغاز فعالیت بستارهای واکه‌ای است.

قاعده ششم: در پایانه هجا نقطه اوج فعالیت بستارهای واکه‌ای همزمان با نقطه اوج فعالیت بستارهای همخوانی است.

قاعده اول خیشومی شدگی واکه را در بافت NV (N همخوان خیشومی و V واکه است) و قاعده دوم خیشومی شدگی واکه را در بافت NV توضیح می‌دهند. واج‌شناسی تولیدی با وارد کردن این دو قاعده در بازنمایی زیرساختی کلمات، خیشومی شدگی واکه و در نتیجه آن واکه خیشومی شده را به عنوان یک واجگونه واکه‌ای پیش بینی می‌کند و از این رهگذر نیازی به عملکرد یک قاعده واجی بر بازنمایی زیرساختی برای اشتقاق واکه خیشومی شده ندارد. قاعده اول در شاخص بستاری کلمات "ما"، "ماه"، "مات" و "ماد" و قاعده دوم در شاخص بستاری کلمه "دام" حضور دارد. قاعده سوم دمیدگی انفجاری بیواک فارسی را در بافت CV و قاعده چهارم نیم دمیدگی یا نادمیدگی انفجاری‌های بیواک فارسی را در بافت VC توضیح می‌دهند. واج‌شناسی تولیدی با وارد کردن این دو قاعده در بازنمایی زیرساختی کلمات، دمیدگی و نیم دمیدگی یا نادمیدگی را به عنوان واجگونه‌های انفجاری بیواک پیش بینی می‌کند و از این رهگذر نیازی به عملکرد قاعده دمیدگی بر بازنمایی زیرساختی برای اشتقاق همخوان‌های انفجاری دمیده، نیم دمیده و نادمیده ندارد. قاعده چهارم در شاخص بستاری در کلمه "مات" حضور دارد.

در واج‌شناسی زایشی غیر خطی چنین استدلال می‌شود که چون مشخصه دمیدگی با توجه به بافت واجی قابل پیش بینی است، بنابراین در بازنمایی زیر ساختی کلماتی که انفجاری بیواک دارند، ارزش مشخصه [چاکنای گسترده] مشخص نمی‌شود. اما برای اشتقاق

بازنمایی روساختی، قاعده غیر خطی زیر بر بازنمایی زیرساختی عمل کرده و دمیدگی انفجارهای بیواک بدست می‌آید. (شکل ۲):



قاعده پنجم هم تولیدی همخوان با واکه را در آغاز هجا و قاعده ششم هم تولیدی همخوان با واکه را در پایانه هجا توضیح می‌دهند.

برای خاتمه بحث درباره قواعد واجی، شاخص بستاری واژه "مات" را به دقت بررسی می‌کنیم. بر طبق قاعده اول حداکثر میزان پایین آمدن نرمکام با بست کامل لب‌ها همزمان است بر طبق قاعده چهارم باز شدن لب‌ها همزمان با آغاز پایین آمدن بدنه زبان برای تولید واکه است و به این ترتیب آغاز واکه با پایانه گستردگی درجه نرمکام همزمان می‌شود و این به معنی خیشومی شدگی واکه است. همچنین بر طبق قاعده چهارم آغاز حرکت نوک / تیغه زبان برای تولید بست دندان همزمان با حداکثر میزان گستردگی چاکنای است و این به معنی دمیدگی انفجار دندان است. علاوه بر آن با گستردگی چاکنای در پایانه هجا از طول واکه کاسته می‌شود و این به معنی کاهش کشش واکه ماقبل همخوان‌های بیواک در مقایسه با همخوان‌های واکدار است و سرانجام نقطه اوج الگوی بست دندان با نقطه اوج پایین آمدن بدنه زبان برای تولید واکه همزمان است. بنابراین سه قاعده خیشومی شدگی، نادمیدگی و کاهش کشش واکه از رهگذر همزمانی بستارهای تولیدی در شاخص بستاری حضور دارند و نیازی به طرح یک سطح بینابینی که حاصل از عملکرد قواعد واجی بر بازنمایی زیرساختی است، نمی‌باشد. به عبارت دیگر، شاخص بستاری بطور یکجا حاوی بازنمایی واجی و

بازنمایی آوایی است.

### ۳- دستگاه الکتروپالاتوگراف:

الکتروپالاتوگراف دستگاهی است که جزئیات محل تماس زبان را با کام در گفتار پیوسته و همچنین تغییرات آن را در واحد زمان ضبط کرده و نمایش می‌دهد. برای استفاده از دستگاه ذکر موارد زیر ضروری هستند.

الف) نگارنده قالب کام خود را برای شرکت میل گرانت ولز، سازنده دستگاه در انگلستان فرستاد. شرکت مزبور یک کام مصنوعی برای نگارنده ساخت و به همراه دستگاه الکتروپالاتوگراف مدل EPG3 فرستاد.

ب) بر روی سطح کام مصنوعی ۶۲ الکتروود نقره‌ای در ۸ ردیف مرتب و نصب شده‌اند. کام مصنوعی از جنس آکرلیک فشرده و مقاوم است.

ج) برای استفاده از دستگاه، نگارنده کام مصنوعی را به سقف دهان خود وصل می‌کند. کام مصنوعی از طریق مدارهای الکترونیکی به یک میکروکامپیوتر وصل است که در آن سخت افزار دستگاه EPG3 نصب می‌باشد.

د) برای حرکت زبان بهنگام تولید گفتار و تماس قسمت‌های مختلف زبان با کام مصنوعی الکترودها روشن می‌شوند و در صورت عدم تماس خاموش می‌مانند. روشن و خاموش بودن الکترودها در حافظه کامپیوتر ذخیره می‌شوند و به صورت علامت بیضی برای "روشن" و علامت نقطه برای "خاموش" نمایش داده می‌شوند.

ه) دستگاه الکتروپالاتوگراف سه نوع خروجی در اختیار کاربر قرار می‌دهد:

۱) دنباله قالب‌های تماس زبان با کام مصنوعی در واحد زمان به هنگام تولید یک پاره گفتار.

۲) تعداد دفعاتی که زبان در طول تولید پاره گفتار به نواحی سه گانه کام برخورد می‌کند.

نواحی سه گانه عبارتند از: لثه شامل ردیف ۱، ۲ و ۳، سختکام شامل ردیف ۴ و ۵ و نرمکام

شامل ردیف ۶، ۷، و ۸.

۳) همزمانی علامت صوتی گفتار و طیف بسامدی یک قالب مشخص با وضعیت زبان، شکل ۳، ۴ و ۵ این سه نوع خروجی را برای کلمه "عتر" نشان می‌دهند.

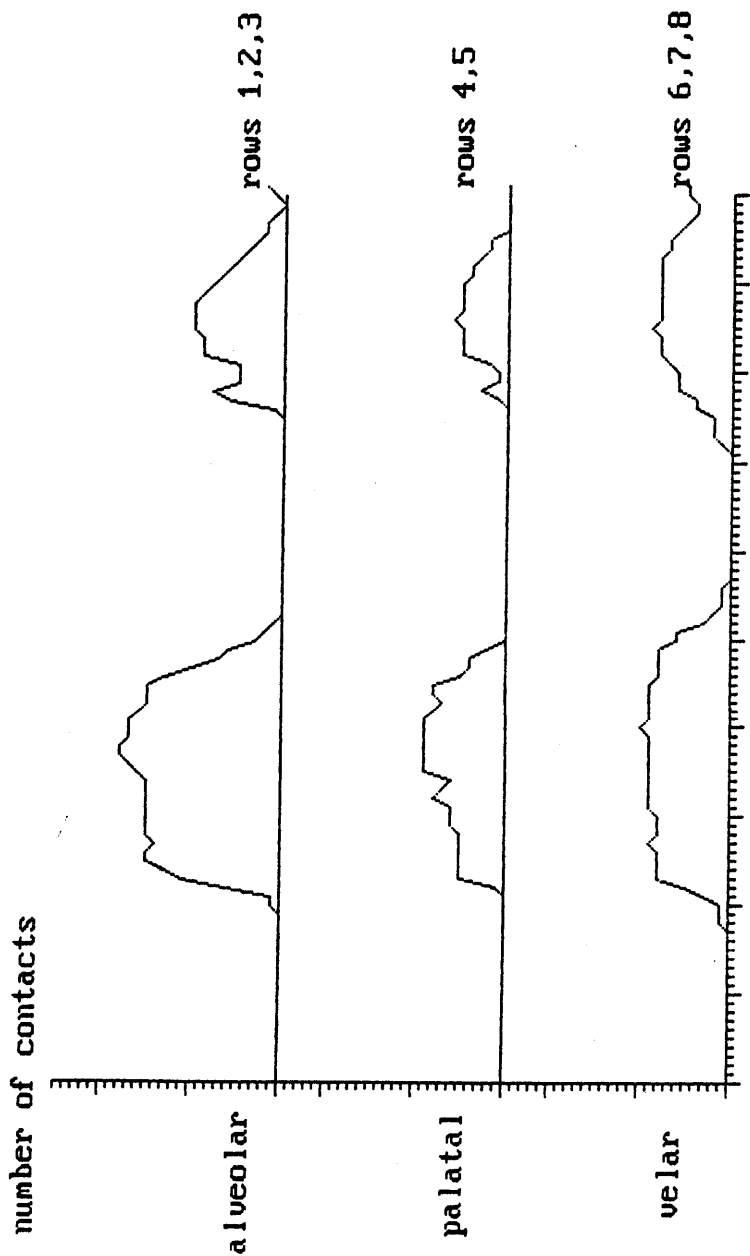
#### ۴- تجزیه و تحلیل واجگونه‌ها:

تجزیه و تحلیل واجگونه‌های زبان فارسی در جایگاه C1C2، چه به عنوان پایانه یک هجای واحد و چه به عنوان پایانه هجای اول و آغازه هجای دوم، طی سه مرحله انجام شد:

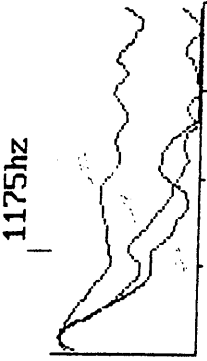




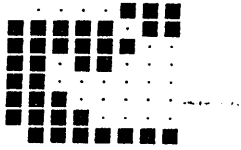
file: C:\EPG3\ANTAR1.WAV



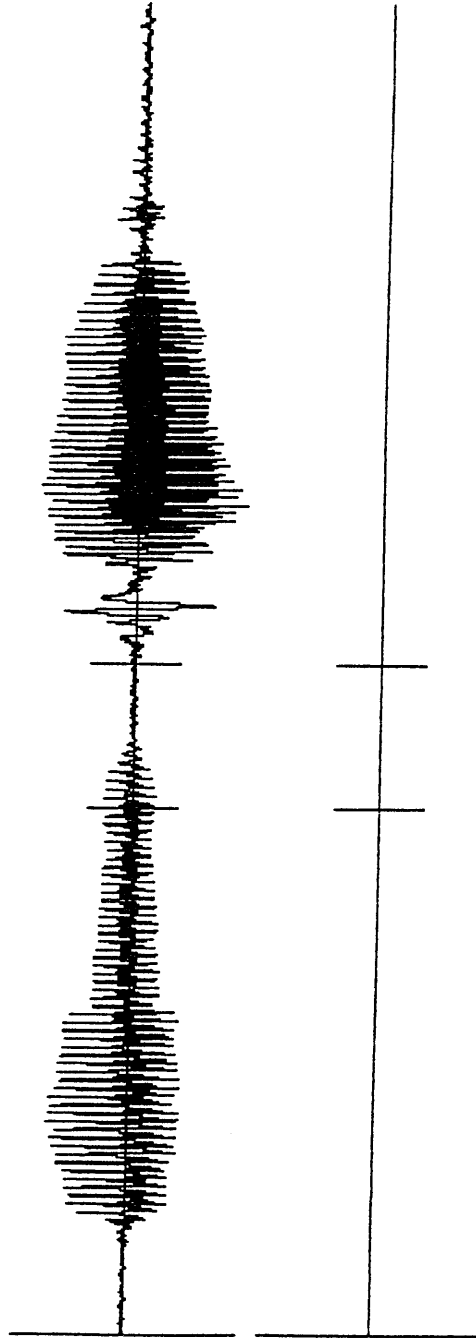
file: C:\EPG3\ANTAR1.WAV



duration = 0.103111  
max acoustic value = 1115



frame 62



### مرحله اول - انتخاب داده‌ها:

با توجه به میزان گرفتگی و محل گرفتگی در بستارهای تولیدی زبان فارسی و همچنین نوع جریان هوایی که از جهاز صوتی خارج می‌شود، واجگونه‌های زبان فارسی بر طبق جدول کلمات در آزمایش‌های الکتروپالاتوگرافی مشخص شدند. به عنوان مثال به ازای بستار [بست لبی] برای C1 و بستار [سایش لثوی] برای C2، کلمه "حبس" در محل تقاطع b/p و C2، s/z انتخاب شده است. همچنین به ازای بستار [بست ملازی] برای c1 و بستار [بست کامی] برای c2، کلمه "عایق کاری" در محل تقاطع G و k/g انتخاب شده است. به این ترتیب ۶۴ کلمه به عنوان داده‌های تحقیق انتخاب شدند.

### مرحله دوم - جمع آوری داده‌ها:

نگارنده پس از نصب کام مصنوعی در دهان خود، داده‌ها را تولید کرده و از طریق میکروفن، علامت الکترونیکی آنها را با پسوند wav. و قالب‌های تماس با زبان برای هر کلمه با پسوند .epg در حافظه رایانه ذخیره شدند. به این ترتیب ۱۲۸ پرونده برای داده‌های تحقیق بدست آمدند.

### مرحله سوم - استخراج کام نگاشته‌ها:

نگارنده با استفاده از امکانات نرم‌افزاری الکتروپالاتوگراف، نمودار تغییرات تعداد دفعاتی که زبان به نواحی لثه، سختکام و نرمکام برخورد می‌کند، در قالب‌های متوالی بدست آورد. در این نمودار که کام نگاشته (پالاتوگرام) کلمات است، محور افقی نشانگر قالب‌های متوالی و محور عمودی نشانگر تعداد دفعات برخورد زبان با نواحی سه‌گانه است.

مرحله چهارم - استخراج قواعد همزمانی:

نگارنده با استفاده از کام نگاشته کلمات، قواعد همزمانی بستارهای تولیدی را در فرآیند تولید C1C2 بدست آورد. ادعای نگارنده این است که با گنجاندن این قواعد در شاخص بستاری می توان ساخت آوایی واجگونه های سنتی زبان فارسی (نمره، ۱۳۶۸) را پیش بینی کرد. از جمله مهمترین این قواعد عبارتند از: تولید ناقص، انفجار کناری،

جدول کلمات فارسی در آزمایش های الکترو پالاتو گرافی

	p/d	t/d	s/z	ʃ/ʒ/ʒʃ	c/ʃ	k/g	G	n	l
b/p	x	ربط rabt	حبس habs	کتابچه cotabʃe	کیک cabk	شب کار ʃabkʊr	غیبه GaGabe	غب Gabn	طبل tabl
t/d	قطب Gotb	x	عطسه ʔa:se	ساعتچی soʔa:ʃi	پتک Potc	اتکا ʔetkʊ	نطق notG	متن matn	سطل satl
s/z	اسب ʔasb	بسته baste	x	مسجد masʃed	عسکر ʔascar	البسکو ʔalbasko	مسقط masGat	اسناد ʔasnʊd	اصلاً ʔaslan
ʃ/ʒ/ʒʃ	کج باف caʃbʊf	سجده saʃʒde	اجسام ʔaʃʒom	x	رنج کش ranʃekʃ	برنجکار beranʃkʊr	قاج قاج Gʊʃ Gʊʃ	مجنون maʃʒnun	مجلس maʃʒles
c/ʃ	نکبت necbat	مکتب mactab	مکت macs	قدکچیان qadʃkʃiʔan	x	نازک کاری naʔakʃari	یک فرون lecGorun	رکن rocn	شکل ʃecʃ
G	نقب naGb	نقطه noGte	نقص naGs	نقشه naGʃe	برق گیر barGʃir	عایق کاری ʔaʃicʃari	x	اقناع ʔeGnʊʔ	ثقل seGʃ
n	تن پرور tanParvar	عنتر ʔantar	منصب mansab	پنجر Panʃar	عنکبوت ʔancabut	انکار ʔenkʊr	منقل manGal	x	فنلاند fanʃand
ʃ	البته ʔalbette	الطاف ʔaltʊf	ثلث soʃs	سلجوقی selʃuʒi	بلکه balce	سلک selc	طلق taʃG	قولنامه Gouʃname	x

انفجار خیشومی و همگونی محل تولید خیشومی لثوی با محل تولید همخوان‌ها. براین اساس نگارنده قواعد همزمانی زیر را با مطالعه کام نگاشته کلمات استخراج کرد: قاعده اول: آغاز حرکت بستار همخوانی C1 به سوی پایانه، همزمان با نقطه اوج بستار همخوانی C2 است.

قاعده دوم: اگر یک بستار همخوانی واحد در C1 و C2 فعال شوند، محل و میزان گرفتگی آنها در هم آمیخته می‌شوند.

قاعده اول فرآیند هم تولیدی C1 و C2 و یک حالت خاص آن "تولید ناقص" را توضیح می‌دهد (نمره، ۱۳۶۸، حق‌شناس، ۱۳۶۹، ص ۱۴۸). با مطالعه رشته (tb) و (Ib) در کام نگاشته‌های "قطب" و "البته" می‌توان دریافت که کاهش سطح فعالیت بدنه زبان در ناحیه نرم‌کام برای [I] کمتر از همین فعالیت برای [t] است. این کاهش سطح فعالیت ناشی از عدم تماس کناره‌های زبان با کام است. همچنین قاعده اول و دوم به طور یکجا انفجاری کناری و خیشومی را توضیح می‌دهند. با مطالعه کام نگاشته‌های "سطل" و "متن" می‌توان کاهش سطح فعالیت بدنه زبان را در اثر افتادگی کناره‌های زبان در کلمه "سطل" در مقایسه با افزایش همین سطح فعالیت در کلمه "متن" مشاهده کرد. علاوه بر آن، آمیختگی سطوح فعالیت نوک و تیغه زبان در ناحیه لثه برای هر دو کلمه قابل مشاهده است.

حال می‌گوییم با حضور این دو قاعده در شاخص بستاری کلمات مربوطه می‌توان بسیاری از واجگونه‌های زبان فارسی را پیش‌بینی کرد. بنابراین از رهگذر این دو قاعده می‌توان تعمیم‌های واجی بسیاری برای نظام آوایی زبان فارسی ارائه کرد و این کفایت توضیحی واجی را در چارچوب واج‌شناسی تولیدی در مقایسه با واج‌شناسی زایشی نشان می‌دهد.

نتیجه:

نتایج این تحقیق را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

۱- بستار تولیدی کوچکترین واحد واجی و آوایی زبان است که در سطح واجی عنصر انتزاعی و گسسته زبان و در سطح آوایی عنصر فیزیکی و پیوسته گفتار است.  
۲- در نظام آوایی زبان فارسی ۵ بستار تولیدی نقش واجی دارند که با ۱۹ الگوی گرفتگی فعال می شوند.

۳- شاخص بستاری که همزمانی بستارهای تولیدی در واحد زمان را توصیف می کند، تقابل های واجی زبان را به ۴ صورت متفاوت توضیح می دهد.

۴- با توجه به زمان مند بودن بستارهای تولیدی و حضور قواعد همزمانی بستارها در شاخص بستاری، بازنمایی واجی و آوایی بطور یکجا در شاخص بستاری حضور دارند. بنابراین شاخص بستاری نشانگر اتحاد واج شناسی و آواشناسی در نظریه واج شناسی تولیدی است.

۵- نگارنده با استفاده از کام نگاشته ۶۴ کلمه فارسی دو قاعده همزمانی برای بستارهای همخوانی در جایگاه CC بدست داد. این دو قاعده از حد اعلای تعمیم واجی برخوردار هستند، زیرا از رهگذر این دو قاعده می توان واجگونه های سنتی زبان فارسی را، که تحت عناوین انفجار کناری، انفجار خیشومی، تولید ناقص و همگونی مطرح هستند، توضیح داد.

### منابع و مأخذ:

۱- بی جن خان، محمود (۱۳۷۴): بازنمایی واجی و آوایی زبان فارسی و کاربرد آن در زبان شناسی خودکار گفتار، پایان نامه دکتری، دانشگاه تهران، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه زبان شناسی.

۲- ثمره، یدالله (۱۳۶۸): آواشناسی زبان فارسی، تهران: مرکز نشر دانشگاهی.

۳- حق شناس، علی محمد (۱۳۶۹): آواشناسی (فونتیک)، تهران: انتشارات آگاه.

4- Browman, C.P. & L. Goldstein (1989): Towards an articulatory phonology, *Phonology yearbook* 3, 219-252.

5- Browman, C.P. & L. Goldstein (1989): *Articulatory gestures*

as phonological units, phonology yearbook 6, 201-251.

6- Browman, C.P.& L. Goldstein (1992): Articulatory phonology: An overview, *Phonetica* 469, 155-180.

7- Browman, C.P.& L. Goldstein (1999): <http://www.haskins.yale.edu/Haskins/MISC/ASY/GESTURAL/Gestural.html>.

8- Chomsky, N.& Halle, M. (1989): *Sound pattern of English*. New York: Harpet & Row.

9- Samareh, Y. (1977): *Segmental arrangement of phonemes in Farsi*, Tehran: Tehran University Press, Iran.

10- Zasiga, E.C. (1997): Features, Gestures and Igbo Vowels: An approach to the phonology - phonetic Interface, *Language*, 73, 2, 227-270.

11- Millgrant Wells Limited: *Electropalatograph EPG3, User's Manual*, Rugby, England.

