

انگاره هندسه مشخصه‌های^۱ واجی در زبان فارسی

چکیده

هندسه مشخصه‌ها مبحثی در واج‌شناسی می‌باشد که مشخصه‌های توصیف‌کننده آواها را عناصری بدون ساختار و درهم ریخته نمی‌داند، بلکه برای آنها ساختار هندسی مشخصی قائل است که در آن، مشخصه‌ها به گونه‌ای منظم و سلسله‌مراتبی درون ساختار واج قرار گرفته‌اند. تاکنون انگاره‌های مختلفی در چارچوب هندسه مشخصه‌ها ارائه گردیده که هر کدام بر شواهدی در زبان‌های مختلف بنا شده‌اند. در این مقاله با بررسی داده‌های واجی زبان فارسی و ارائه شواهدی بر اساس آنها، سعی شده‌است که بهترین مدل هندسه مشخصه‌ها که در چارچوب آن بتوان ویژگی‌های واجی زبان فارسی را توصیف نمود، ارائه گردد.

کلیدواژه‌ها: مشخصه‌های واجی، تولیدگرها، هندسه مشخصه‌ها، هجا، هماهنگی واکه‌ای.

۱- مقدمه

امروزه این واقعیت که واج‌ها^۲ کوچک‌ترین اجزای ساختار زبانی نیستند، بلکه خود از اجزای کوچک‌تری به نام مشخصه‌های تمایز دهنده^۳ ساخته شده‌اند از اصول پذیرفته شده در حوزه واج‌شناسی می‌باشد. نظریه مشخصه‌های واجی^۴، اولین بار توسط نیکلای تروبتسکوی در سال ۱۹۳۳ معرفی شد و سپس در

1. feature geometry
2. phonemes
3. contrasting features
4. Feature Theory

آثار ساختگرایان و همچنین واج شناسان زایشی بسط یافت. از آن پس مشخصه‌های تمایز دهنده دارای نقش بنیادین در توجیه واقعیت‌ها و فرایندهای واجی تلقی می‌شدند، به این صورت که: اولاً این مشخصه-ها برای بیان تقابل میان عناصر واجی بکار می‌روند؛ ثانیاً با توجه به مشخصه‌های مشترک بین برخی از واج‌ها، می‌توان دسته‌های طبیعی واجی را که در فرایندهای واجی به طور یکسان عمل می‌نمایند، شناسایی نمود.

در آثار مختلف، مشخصه‌های واجی با ماهیت‌های متفاوت معرفی شده‌اند. یاکوبسن (۱۹۵۲) مشخصه‌ها را بر اساس ویژگی‌های آکوستیک توصیف و ارائه نموده‌است، در حالی که در دستور زایشی، چامسکی و هله (۱۹۶۳)، این مشخصه‌ها بر اساس خصوصیات تولیدی توصیف و بدست داده شده‌اند و دارای ارزش دو گانه^۱ (+، -) می‌باشند.^۲

چامسکی و هله (۱۹۶۸)، ساختار مشخصه‌ها^۳ در عناصر واژگانی را به صورت یک قالب دوبعدی ارائه نموده‌اند که در آن ستون‌ها نشان دهنده عناصر آوایی زنجیره‌ای و ردیف‌ها هر کدام نمایانگر یک مشخصه آوایی هستند. در زیر نمونه‌ای از این قالب آمده‌است.

جدول ۱- قالب ساختار مشخصه‌ها در واژه (sun) (چامسکی و هله، ۱۹۶۸)

	s	u	n
sonorant	-	+	+
Continuant	+	+	-
voice	-	+	+
nasal	-	-	+
coronal	+	-	+
anterior	+	-	+

این قالب در واقع تنها توصیف کننده مشخصه‌های آوایی عناصر واجی در هر عنصر واژگانی می‌باشد و نشانگر هیچ گونه رابطه‌ای بین مشخصه‌ها یا ساختار داخلی آنها نیست. اما از آنجایی که رفتارهای واجی آواها، بویژه در قواعد واجی، نشان دهنده وجود رابطه‌های متفاوت میان آنها می‌باشد، واجشناسان همواره

1. binary

۲. به جز مشخصه‌های strident و stress

3. organization of features

بدنبال روشی برای ارائه‌ی این روابط بوده و نظریاتی را در این زمینه مطرح نموده‌اند که بعدها به گونه‌ای مدون در یک نظریه جامع تحت عنوان هندسه مشخصه‌ها معرفی گردید.

۲- روش انجام پژوهش و طرح مسئله

هدف این پژوهش ارائه ساختار هندسی برای مشخصه‌های واجی زبان فارسی می‌باشد. برای رسیدن به این هدف، برخی از ویژگی‌های واجی زبان فارسی بررسی و تحلیل شده‌اند. این بررسی‌ها شامل: ۱- بررسی خوشه‌های هم‌خوانی در پایانه‌ی هجا براساس مدل تولیدگر؛ ۲- بررسی فرایند هماهنگی واکه‌ای در زبان فارسی، می‌شوند.

داده‌های مورد مطالعه در این پژوهش، خوشه‌های مجاز هم‌خوانی است که معمولاً در پایانه هجاهای زبان فارسی بکار می‌روند و در کتاب *آواشناسی زبان فارسی* ثمره (۱۳۷۸) فهرست شده‌اند.

با بررسی و تحلیل داده‌های زبان فارسی، در این پژوهش بدنبال یافتن پاسخی برای این سؤال هستیم: کدام انگاره ارائه شده در چارچوب هندسه مشخصه‌ها می‌تواند به بهترین وجه، ساختار واجی زبان فارسی را توجیه و توصیف نماید؟

۳- پیشینه پژوهش (هندسه مشخصه‌ها)

نظریه هندسه مشخصه‌ها که مشخصه‌های واجی^۱ را عناصری با ساختار درونی مشخص می‌داند، نظریه‌ایست که ریشه در واجشناسی غیرخطی^۲ دارد و در واقع می‌توان آن را آخرین مرحله از گسترش اصول واجشناسی لایه‌های خودواحد^۳ دانست. نظریه واجشناسی لایه‌ای، اولین بار توسط گلداسمیت^۴

۱. لازم به ذکر است که مشخصه‌های واجی بکار رفته در نظریه هندسه مشخصه‌ها، مشخصاتی هستند که بر اساس تولیدگرها (articulators) توصیف شده‌اند؛ یعنی برخلاف نظریات سنتی که با دیدگاهی ایستا مشخصات را بر اساس جایگاه‌های تولید توصیف می‌نمودند و به واکه‌ها و هم‌خوان‌ها جایگاه‌های جداگانه‌ای نسبت می‌دادند، در این دیدگاه مشخصه‌ها بر اساس تولیدگرهای فعال درون مجرای گفتار، شامل: قسمت‌های مختلف زبان، ارتفاع زبان، تارهای صوتی و ... توصیف شده و بنابراین به واکه‌ها و هم‌خوان‌ها، مشخصه‌های یکسان نسبت داده شده‌است.

2. nonlinear

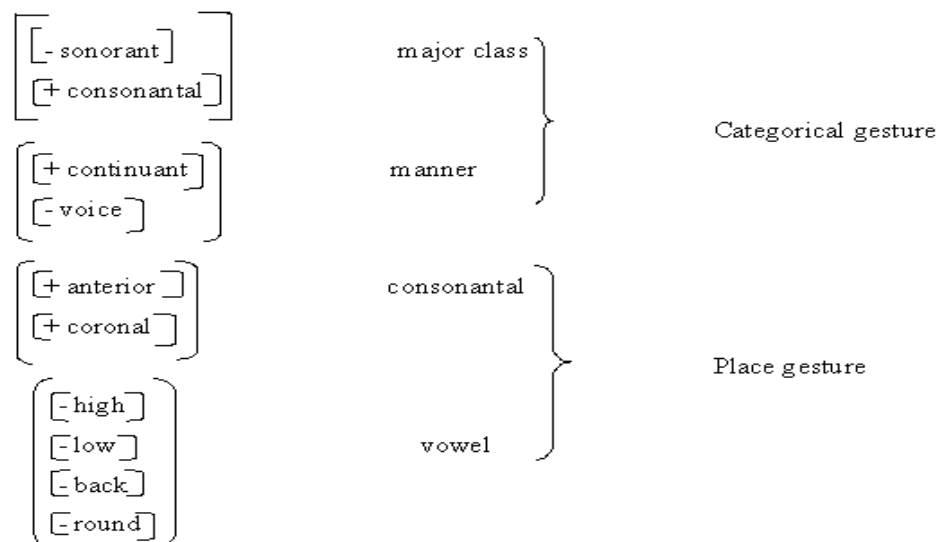
3. autosegmental

4. Goldsmith

(۱۹۷۶) برای توصیف پدیده نواخت^۱ در زبان‌های نواختی بکار گرفته شد. در این نظریه مشخصه‌ها به صورت دسته‌هایی بر روی لایه‌های مختلف در نظر گرفته می‌شوند و توجیه قرار گرفتن چندین مشخصه بر روی یک لایه یکسان، وجود ویژگی‌های مشترک در آنها و هماهنگی عملکردشان در فرایندهای واجی بوده‌است.

بنابراین دسته‌بندی کردن مشخصه‌ها در طبقات طبیعی از اهمیت بالایی در واجشناسی برخوردار بوده و واجشناسان را بر آن داشته که مشخصه‌های ارائه شده در نظریه واجشناسی زایشی را به گونه‌ای سازمان-دهی نمایند. به نظر می‌رسد که اولین و ساده‌ترین راه‌حل برای این سازمان‌دهی توسط لس^۲ و اندرسون^۳ (۱۹۷۵) ارائه شد. آنها برای قالب مشخصه‌های یک واج، زیرقالب‌ها^۴ یا حالت‌هایی^۵ در نظر گرفتند. بر این اساس، آنها یک حالت مقوله‌ای^۶، شامل مشخصات [رسایی]^۷، [هم‌خوانی]^۸، [پیوسته]^۹ و [واکداری]^{۱۰} - یعنی مشخصه‌هایی را که در میزان رسایی نسبی عناصر واجی نقش دارند - و یک حالت جایگاه^{۱۱} شامل مشخصه‌های توصیف کننده فضای واکه‌ای و جایگاه تولید هم‌خوانی، را از یکدیگر متمایز ساختند. در ساختار بدست داده‌شده توسط آنها، در صورت مقوله‌ای، تقسیم‌بندی بیشتری براساس مشخصه‌های مرتبط‌تر انجام گرفت؛ به این ترتیب که مشخصه‌های [رسایی] و [هم‌خوانی] تحت عنوان دسته اصلی^{۱۲} از مشخصه‌های [پیوسته] و [واکداری] که حالت شیوه تولید^{۱۳} تلقی می‌شوند، متمایز گردیدند. آنها براساس این تقسیم‌بندی ساختار آوای /θ/ در انگلیسی را به صورت نمودار (۱) نمایش دادند (ایوان، ۲۰۰۱: ۲۸).

1. tone
2. Lass
3. Anderson
4. submatrics
5. gestures
6. categorical gesture
7. sonorant
8. consonantal
9. continuant
10. voice
11. place gesture
12. major class
13. manner gesture

نمودار ۱- نمایش ساختار آوای /θ/ در انگلیسی توسط لس^۱ و اندرسون^۲ (۱۹۷۵)

در مدل‌های بعدی ارائه شده در زمینه ساختار گروهی مشخصه‌ها، روابط درونی مشخصه‌ها به صورت ساختارهای درختی نمایش داده شده‌است. این مدل نمایش به خوبی روابط سلسله مراتبی و روابط گروهی مشخصه‌ها را نشان می‌دهد.

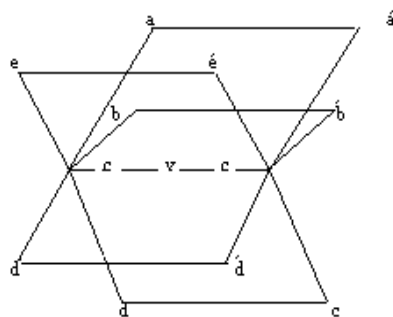
کلمنتس (۱۹۸۵) نیز مدعی شد که مشخصه‌های واجی یک عنصر آوایی فقط دسته‌های اتفاقی و به صورت یک قالب دو بعدی نیستند، بلکه دارای یک ساختار سلسله مراتبی چند لایه‌ای^۳ می‌باشند. واقعیات فیزیکی که نظام سلسله مراتبی کلمنتس را توجیه می‌نماید توسط کی‌سر^۴ و استیونس^۵ (۱۹۹۴) این گونه تشریح شده‌است که: یک سخنگو تولیدگرهای زبانی را به طور مستقل مهار می‌کند، اما در همین حال برخی از تولیدگرها به یکدیگر مربوط اند. در نواحی چهارگانه مجرای گفتار، تارهای صوتی به گونه‌ای مستقل عمل می‌نمایند، اما تولیدگرهای حنجره، نرم‌کام و

1. Lass
2. Anderson
3. multi-tiered hierarchical
4. Keyser
5. Stevens

زبان به یکدیگر مربوط و در تعامل می‌باشند. بنابراین به عقیده ایشان ساختار سلسله مراتبی مشخصه‌ها انگاره‌ای از تولید گفتار است. در واقع درخت هندسی مشخصه‌ها انگاره‌ای از دستورالعمل‌هایی است که به مجرای گفتار صادر شده و باعث حرکت برخی از ماهیچه‌ها و مانع از حرکت برخی دیگر می‌شود.

کلمتس دو انگاره محتمل از سازمان سلسله مراتبی مشخصه‌ها ارائه می‌دهد. بر اساس انگاره اول، نمودهای واجی شامل ساختارهای چند لایه‌ای هستند که در آنها هر دسته مشخصه لایه‌های مربوط به خود را دارند و همه این لایه‌ها به یک هسته مشترک^۱ متصل شده‌اند. در واقع این انگاره کلمتس، به یک کتاب باز شده می‌ماند که در آن لبه خارجی هر ورق یک لایه^۲ است و خود ورق یک سطح^۳ محسوب می‌شود و عطف^۴ آن همان هسته مشترک می‌باشد. در چنین ساختاری (نمودار ۲) مشخصه‌ها با مختصات دوگانه خود به ترتیب در طول لبه بیرونی ورق از طریق خطوطی به نقاطی در عطف (C-V-C) متصل شده‌اند. این خطوط ارتباطی^۵، مجموعه مشخصه‌های هم‌زمان را نشان می‌دهند (کلمتس، ۱۹۸۵: ۲۰۳).

نمودار ۲ - انگاره اولیه کلمنت از ساختار سلسله مراتبی مشخصه‌ها



aa' = لایه رسایی

bb' = لایه تداوم

cc' = لایه ارتفاع

dd' = لایه پسین

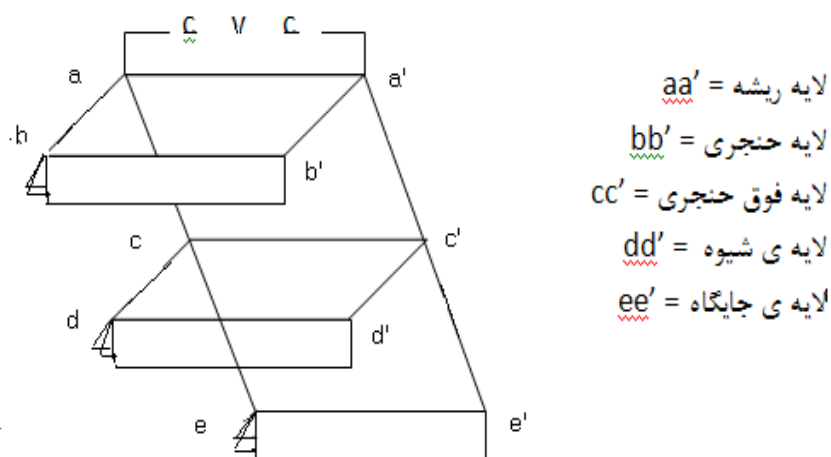
ee' = لایه واکداری

1. skeleton
2. tier
3. plane
4. spine
5. association lines

اما این انگاره ساختار درونی برای مشخصه‌ها نشان نمی‌دهد؛ بنابراین نمی‌توان از طریق آن، این واقعیت که برخی از مشخصه‌ها هماهنگ و مانند یک واحد عمل می‌کنند را توجیه نمود.

انگاره دوم ارائه شده توسط کلمنتس انگاره اصلاح شده‌ای از انگاره‌های پیشنهادی ماسکارو^۱ و موهنان^۲ (۱۹۸۳) است. در این انگاره (نمودار ۳) هر یک از مشخصه‌ها در زیر گره‌های بالاتر که گره اصلی^۳ نامیده می‌شوند، قرار گرفته‌اند. این گره‌ها نیز در زیر گره بالاتری با نام گره ریشه^۴ جای دارند. گره ریشه به لایه CV متصل شده است. بر این اساس محتوای آوایی یک عنصر آوایی در دو نوع لایه‌ی مختلف چیده شده‌اند: لایه مشخصه‌ها و لایه‌ی اصلی. بعدها به این لایه‌ها لایه نواخت نیز افزوده شد (همان، ۲۰۶).

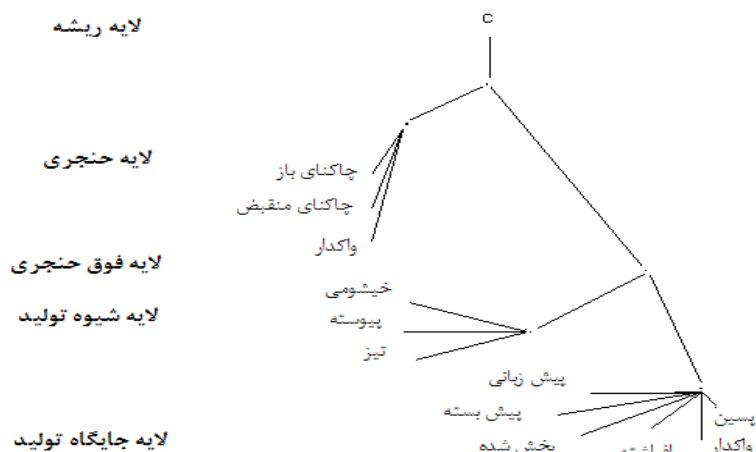
نمودار ۳ - انگاره اصلاح شده کلمنت از ساختار درونی مشخصه‌ها



در نمودار (۴) که برگرفته از کارل (۱۹۹۳) است، ساختار درختی مدل کلمنتس که مشخصه‌های درون هر لایه را نیز نشان می‌دهد، ارائه شده‌است.

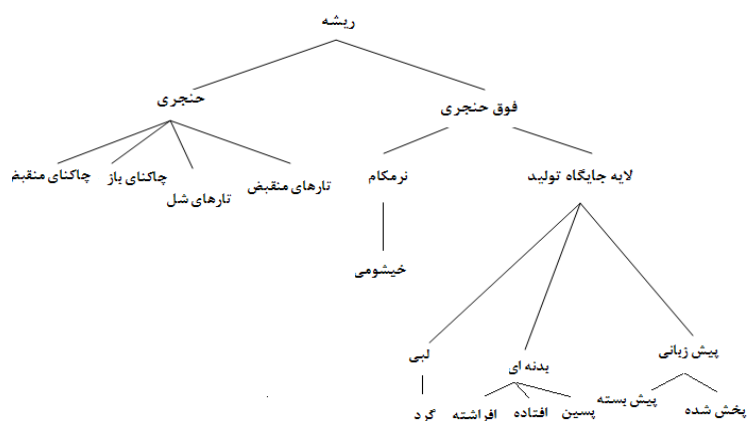
1. Mascaró
2. Mohanan
3. class node
4. root node

نمودار ۴- مشخصه‌های درون لایه‌ها در ساختار درختی مدل کلمتس



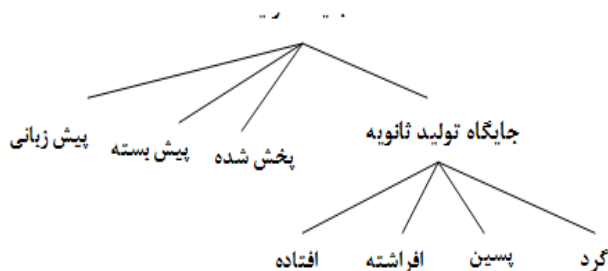
در انگاره ارائه شده از سوی کلمتس، همه مشخصه‌های جایگاه تولید در زیر گره واحدی جای گرفته‌اند. در این انگاره با توجه به تولیدگرهای متفاوت این مشخصه‌ها، زیرطبقه‌های جداگانه‌ای برای آنها در نظر گرفته نشده‌است. اما در انگاره‌های بعدی مانند مدل سَجی^۱ (۱۹۸۶) این زیرطبقات لحاظ شده‌اند.

نمودار ۵- انگاره سَجی از ساختار داخلی مشخصه‌های واجی



در انگاره ارائه شده از سوی آرچانجلی^۱ و پولی بلانک^۲ (۱۹۸۷) نیز مشخصه‌های جایگاه تولید به صورت مشخصه‌های اولین و دومین از یکدیگر متمایز گشته‌اند.

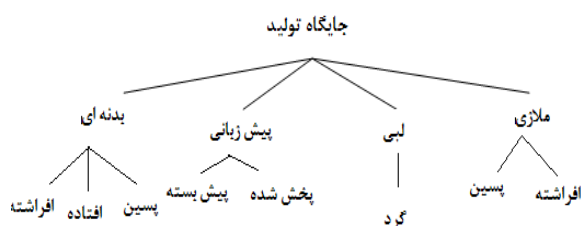
نمودار ۶- انگاره آرچانجلی و پولی بلانک از زیرطبقات جایگاه تولید



سجی معتقد است که انگیزه اصلی چنین دسته‌بندی که مشخصه‌های پایانی جایگاه تولید را بر اساس تولیدگر مربوطه در زیر یک گره قرار می‌دهد، اینست که چنین ساختاری می‌تواند تعمیم‌هایی در مورد امکان وجود عناصر مرکب آوایی را توجیه نماید، درحالی که در انگاره‌هایی مانند مدل کلمتس که برای جایگاه تولید زیرطبقاتی در نظر نگرفته‌اند، چنین امکانی وجود ندارد (سجی، ۱۹۸۶: ۱۵).

استریادا^۳ (۱۹۸۷) انگاره گسترش یافته‌ای از انگاره سجی را ارائه نمود، که به اعتقاد وی می‌تواند فرایندهای خاصی را که به نظر می‌رسد، فقط در صورت تفکیک مشخصه‌های تولیدی واکه‌ها و هم‌خوان‌ها بر روی لایه‌های جداگانه توجیه پذیر باشند، توصیف نماید.

نمودار ۷- انگاره استریادا از زیرطبقات جایگاه تولید

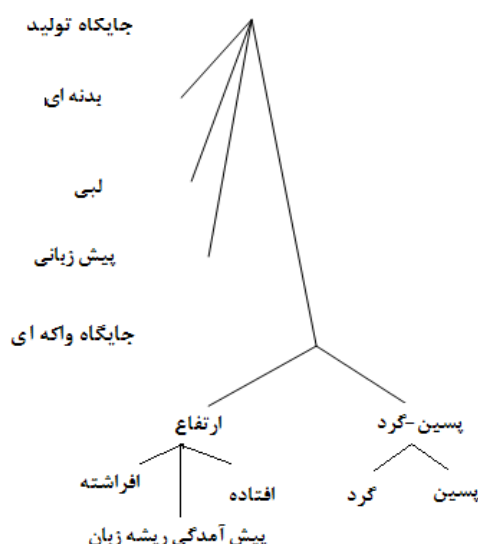


1. Archangeli
2. Pulleyblank
3. Steriade

یکی از مزیت‌های این انگاره نسبت به انگاره سَجی این است که این مدل می‌تواند فرایندهای واجی را که در برخی از زبان‌ها باعث هماهنگی واکه‌ای می‌شوند، بدون اینکه توسط هم‌خوان‌ها – بویژه هم‌خوان-های بدنه‌ای^۱ – سدی برای آنها ایجاد شود، توجیه نمایند.

آدن (۱۹۹۱) ساختار دیگری از مشخصه‌های جایگاه را که در واقع گسترش یافته انگاره استریادا بود، پیشنهاد نمود. در این مدل مشخصه‌های [پسین] و [گرد] در زیر یک گره و مشخصه‌های [افراشته]، [پیش‌آمدگی ریشه زبان]^۲ و [افتاده] در زیر گرهی جداگانه فرض شده‌اند و تمام این مشخصه‌ها که مربوط به تولید واکه‌ها می‌شوند، در زیر گره بالاتری با نام گره تولید واکه^۳ جای گرفته‌اند (آدن، ۱۹۹۱: ۲۶۵).

نمودار ۸ – انگاره آدن از ساختار داخلی مشخصه‌های جایگاه تولید



چنین ساختاری مانند انگاره قبلی اجازه سرایت یک مشخصه واحد واکه‌ای را به آواهای مجاور می‌دهد و بعلاوه در آن امکان گسترش مشخصه‌های [پسین] و [گرد] همراه با یکدیگر و بدون درگیر شدن مشخصه‌های مربوط به ارتفاع، نیز وجود دارد. پیش‌بینی دیگر این انگاره اینست که

1. dorsal

2. [ATR]

3. vowel place node

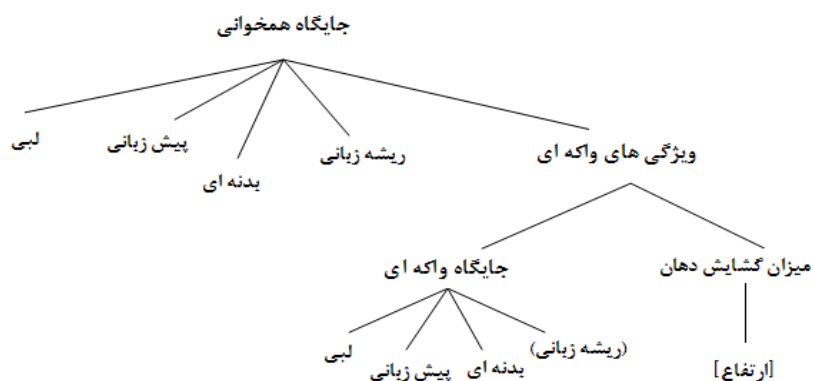
عکس این فرایند نیز امکان‌پذیر است؛ یعنی سرایت مشخصه‌های مربوط به ارتفاع واکه‌ها، بدون درگیر شدن مشخصه‌های [پسین] و [گرد] (آدن، ۱۹۹۱: ۲۶۶).

آدن برای جداسازی این مشخصه‌ها، یک دلیل آکوستیکی ارائه می‌دهد. به عقیده وی، هیچ دلیل قانع‌کننده‌ای وجود ندارد که نشان دهد ویژگی‌های تولیدی عناصر آوایی بر خصوصیات آکوستیکی آنها ارجحیت دارند. وی به نقل از لدفوگد^۱ (۱۹۷۵)، ویژگی مشترک مشخصه‌های تولیدی [افراشته]، [افتاده] و [پیش‌آمدگی ریشه زبان] را تأثیرگذاری بر روی سازه^۲ اول (F_1) و اشتراک مشخصه‌های [پسین] و [گرد] را تأثیر بر روی سازه دوم (F_2) می‌داند (همان).

انگاره دیگری که در حوزه هندسه مشخصه‌ها، هویت نقشی مستقلی برای مشخصه‌های تولیدی هم‌خوان‌ها و واکه‌ها در نظر می‌گیرد، انگاره ارائه شده از سوی کلمتس و هیوم^۳ (۱۹۹۰) می‌باشد. در این انگاره، مشخصه جایگاه تولید برای واکه‌ها و هم‌خوان‌ها، بر اساس مجموعه یکسانی از مشخصه‌های [لبی]،^۴ [پیش‌زبانی]،^۵ [بدنه‌ای]،^۶ و [ریشه‌زبانی]،^۷ توصیف شده‌اند و مشخصه‌های خاص واکه‌ای مانند [ارتفاع]، [پسین] و [گرد] نیز براساس همین تولیدگرها توصیف می‌شوند. اما در عوض، در این انگاره مشخصه‌های جایگاه تولید بر روی سطوح جداگانه‌ای فرض شده‌اند. این سطوح، اگر نقش مشخصه‌های هم‌خوانی را داشته باشند (اگر به عنوان مشخصه‌های هم‌خوانی بکار روند) مستقیماً در زیر بالاترین گره جایگاهی، یعنی گره جایگاه هم‌خوان^۸ قرار می‌گیرند و اگر نقش مشخصه‌های واکه‌ای را ایفا کنند، در زیر پایین‌ترین گره یعنی گره جایگاه واکه^۹، جای خواهند گرفت (همان: ۲۷۰-۲۶۹).

1. Ladefoged
2. formant
3. Hume
4. labial
5. coronal
6. dorsal
7. radical
8. C-place node
9. V-place node

نمودار ۹- انگاره کلمتس و هیوم از ساختار داخلی جایگاه تولید هم‌خوانی و واکه‌ای (برگرفته از آدن ۱۹۹۱)

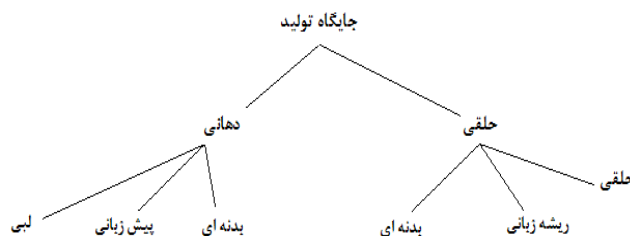


در این مدل مشخصه [لبی] در سطح هم‌خوانی نشان‌دهنده‌ی بست در جایگاه تولید لبی است، اما این مشخصه در سطح واکه‌ای نشان‌دهنده گرد شدن لب‌ها و معادل مشخصه [گرد] می‌باشد؛ به همین شیوه مشخصه [پیش‌زبانی] در سطح هم‌خوانی نمایانگر برافراشتگی تیغه‌ی زبان است، اما در سطح واکه‌ای، پیش‌آمدگی زبان تعبیر می‌شود (همان: ۲۷۰)

مک‌کارتی^۱ (۱۹۹۱) با مطالعه زبان‌های سامی و به منظور توصیف آواهای چاکنایی و حلقی موجود در این زبان‌ها، مدل نوینی از هندسه مشخصه‌ها را بدست داد. وی با مطالعه‌ی فرایندهای واجی زبان‌های سامی، به این نتیجه رسید که در گره جایگاه بایستی دو گره جداگانه‌ی دهانی^۲ و حلقی^۳ که به اعتقاد او به تولید گره‌های جداگانه‌ای مربوط می‌شوند، در نظر گرفت. مک‌کارتی معتقد است که می‌توان با جداسازی این تولیدگرها فرایندهای واجی، همچون سرایت مشخصه جایگاه تولید واکه‌ای را از ورای آواهای حلقی که در زبان‌های سامی روی می‌دهد، توجیه نمود؛ درحالی که همین فرایند توسط هم‌خوان‌های دهانی سد می‌شود. مک‌کارتی ساختار داخلی گره مشخصه جایگاه تولید را به صورت نمودار (۱۰) نشان داده‌است (کنستویچ، ۱۹۹۵: ۴۵۸-۴۵۶).

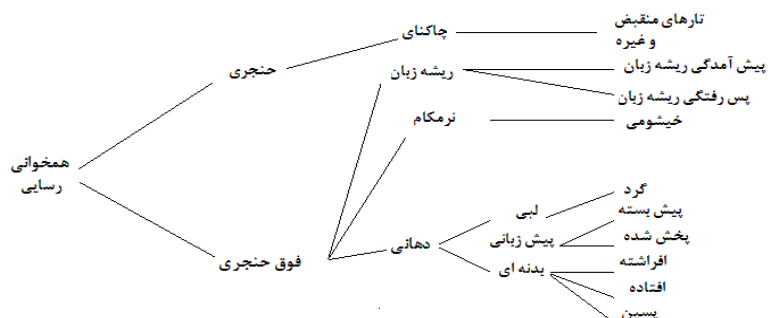
1. McCarthy
2. oral
3. pharyngeal

نمودار ۱۰ - انگاره مک‌کارتی از ساختار داخلی جایگاه تولید (برگرفته از کستوویچ ۱۹۹۵)



گونه دیگری از انگاره هندسه مشخصه‌ها توسط هله (۱۹۹۲) ارائه گردید. ساختار این انگاره بر اساس شیوه رفتارهای گروهی مشخصه‌ها در فرایندها و محدودیت‌های واجی، طراحی شده‌است (استون، ۲۰۰۲: ۵).

نمودار ۱۱ - انگاره هله از ساختار داخلی مشخصه‌های واجی (برگرفته از استون ۲۰۰۲)

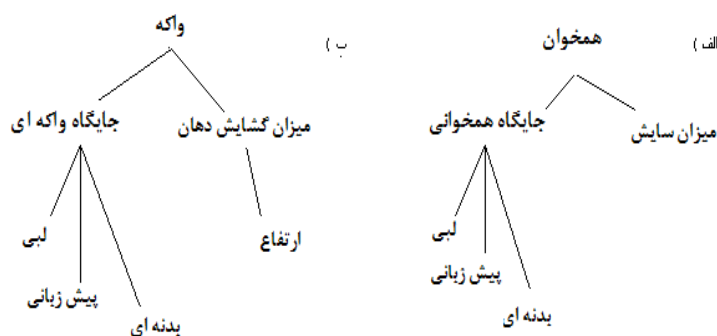


کلمتس و هیوم (۱۹۹۵)، انگاره هندسی هله را به چالش کشیدند و به منظور افزایش قدرت توصیفی، انگاره جدیدی از هندسه مشخصه‌ها برای هم‌خوان‌ها و واکه‌ها ارائه نمودند. پیش فرض این انگاره هندسه مشخصه‌ها، این است که اگر آوا هم‌خوان باشد، گره جایگاه تولید با گره [میزان سایش]^۱ و اگر آوا واکه باشد، گره جایگاه تولید با گره [میزان ارتفاع]^۲ خواهر خواهد بود؛ در نتیجه بر اساس این انگاره، هندسه مشخصه‌ها، با توجه به این که گره اصلی درخت مشخصه‌ها در زیر گره هم‌خوان قرار گرفته باشد یا در زیر گره واکه، متغیر خواهد بود (استون، ۲۰۰۲: ۶). این واقعیت در انگاره ارائه شده از سوی آنها که در نمودار (۱۲) آمده است، نشان داده شده‌است.

1. stricture

2. aperture

نمودار ۱۲- انگاره کلمنتس و هیوم از ساختار داخلی گره جایگاه تولید برای هم‌خوان‌ها و واکه‌ها
(برگرفته از استون ۲۰۰۲)



به طور کلی انگاره‌های ارائه شده در نظریه هندسه مشخصه‌ها را می‌توان به دو گونه اصلی تقسیم نمود. یک گونه آن در گره جایگاه تولید تمایزی بین هم‌خوان‌ها و واکه‌ها قائل نمی‌شود و هر دو دسته از مشخصه‌ها را زیر گره یکسان جای می‌دهد. انگاره‌های ارائه شده از سوی سَـجّی (۱۹۸۶) و هله (۱۹۹۱) را می‌توان به این گونه نسبت داد. گونه دیگر که بیشتر انگاره‌های مطرح شده از سوی کلمنت، آدن و مک‌کارتی (۱۹۹۱) و کلمنت و هیوم (۱۹۹۵) را در بر می‌گیرد، با توجه به رفتارهای متفاوت واکه‌ها و هم‌خوان‌ها در فرایندهای واجی، در گره جایگاه تولید، جایگاه‌های متفاوتی به آنها اختصاص داده شده است.

۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

تحلیل اطلاعات بدست آمده از بررسی خوشه‌های هم‌خوانی ممکن در پایانه هجای زبان فارسی که در جدول زیر نمایش داده شده است، این نتیجه کلی را بدست می‌دهد که در چگونگی کنار هم قرارگرفتن عناصر آوایی در خوشه‌های هم‌خوانی پایانه هجا، علاوه بر نقش تولیدگرها^۱، شیوه تولید و مشخصه‌های ریشه^۲ نیز از اهمیت به سزایی برخوردارند.

۱. در واقع در تولید یک آوا تولیدگرهای مختلفی نقش دارند، در اینجا منظور از تولیدگر یک آوای خاص، تولیدگری است که نقش اصلی تولید آن آوا را به عهده دارد. به عنوان مثال در تولید آوای /n/ تولیدگرهای متعددی از جمله: تیغه زبان، خیشوم و تارهای صوتی دخیل هستند، اما تولیدگری که در این میان نقش اصلی را ایفا می‌کند، تیغه زبان است.

2. [sonorant],[consonantal]

جایگاه تولیدگرهای خوشه نوع خوشه	دو تولیدگر در دو حفره گفتاری	دو تولیدگر در یک حفره	یک تولیدگر و یک مشخصه پایانی	یک تولیدگر و مشخصه‌های پایانی مختلف
خوشه‌های دو انفجاری (تعداد ۱۴)	مانند: /qat?/ (۹/۶۴)	مانند: /qotb/ ۵ (۳۶/)	-	-
خوشه‌های دو سایشی (تعداد ۲۳)	مانند: /mahz/ ۱۰ (۴۳/)	مانند: /hazf/ ۱۱ (۴۸/)	مانند: /jovf/ ۲ (۹/)، /ʔafv/	-
خوشه‌های انفجاری-سایشی (تعداد ۲۱)	مانند: /naʔš/ ۱۳ (۶۲/)	مانند: /sabz/ ۷ (۳۳/)	مانند: /hads/ ۱ (۵/)	-
خوشه‌های سایشی-انفجاری (تعداد ۲۴)	مانند: /vosʔ/ ۱۲ (۵۰/)	مانند: /susk/ ۷ (۳۰/)	مانند: /qasd/ ۳ (۱۲/)	مانند: /zovb/ ۲ (۸/)، /gušt/
خوشه‌های /j /، /č /، /j / (تعداد ۱۴)	مانند: /sajʔ/ ۲ (۱۴/)، /vajh/	مانند: /hajv/ ۴ (۲۸/)	-	مانند: /nasj/ ۸ (۵۸/)
خوشه‌های /y / (تعداد ۱۶)	مانند: /saʔy/ ۲ (۱۳/)، /vahy/	مانند: /meyl/ ۱۴ (۸۷/)	-	-
خوشه‌های /r / (تعداد ۳۰)	مانند: /farʔ/ ۸ (۲۷/)	مانند: /fekr/ ۱۱ (۳۷/)	مانند: /tars/ ۹ (۳۰/)	مانند: /farš/ ۲ (۶/)، /qešr/
خوشه‌های /l / (تعداد ۲۵)	مانند: /zelʔ/ ۸ (۳۲/)	مانند: /qofl/ ۱۰ (۴۰/)	مانند: /ʔadl/ ۷ (۲۸/)	-
خوشه‌های /m / (تعداد ۱۷)	مانند: /taʔm/ ۷ (۴۱/)	مانند: /bazzm/ ۹ (۵۳/)	-	مانند: /qovm/ ۱ (۶/)
خوشه‌های /n / (تعداد ۱۸)	مانند: /konh/ ۵ (۲۸/)	مانند: /dafn/ ۶ (۳۳/)	مانند: /hosn/ ۶ (۳۳/)	مانند: /jašn/ ۱ (۶/)
مجموع	۷۶ (۳۸/)	۸۳ (۴۲/)	۱۴ (۷/)	۲۷ (۱۳/)

آمار بدست آمده از تحلیل داده‌ها که در جدول بالا نمایش داده شده‌است، می‌توانند به دلایل زیر توجیه‌گر این نتیجه‌گیری باشند:

۱- در خوشه‌های دو انفجاری، که هنگام تولید آنها در محل تولیدگر، بست ایجاد می‌شود و امکان کشش وجود ندارد- یعنی این آواها به لحاظ شیوه تولید [-تداومی] هستند - امکان قرار

گرفتن دو آوا با تولیدگر یکسان در کنار هم وجود ندارد. حتی تمایل غالب در این خوشه‌ها این است که آواهایی که توسط تولیدگرهای مربوط به دو حفره‌ی جداگانه گفتاری تولید می‌شوند، در کنار هم قرار گیرند.

۲- در خوشه‌های دو سایشی نیز، آواها بسیار شبیه خوشه‌های دو انفجاری عمل می‌کنند، یعنی آواهایی که تولیدگرهای یکسان دارند، در کنار هم قرار نمی‌گیرند؛ که به نظر می‌رسد علت این امر نیز، میزان قابل ملاحظه‌ای سایش در شیوه تولید باشد.

فقط در دو هجای زبان فارسی، خوشه دو سایشی با تولیدگر یکسان دیده می‌شود. این دو هجا /jovf/ و /?afv/ هستند.^۱ در مورد خوشه /vf/ در هجای اول، باید گفت که در زبان فارسی در این گونه خوشه‌ها عموماً واج /v/ به صورت آوای /w/ ادا می‌شود، که در واقع واج گونه‌ای از /v/ در نظر گرفته می‌شود (نجفی، ۱۳۷۸: ۶۲). چون واج /w/ دارای مشخصه‌های [+افراشته] و [+پسین] می‌باشد، به تولیدگر بدنه‌ای^۲ مربوط می‌شود و در نتیجه در تولید این خوشه نیز، که به ظاهر تصور می‌شود، تولیدگرهای یکسانی در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند، در واقع تولیدگرها متفاوتند. اما در مورد خوشه /fv/ در زبان فارسی، سخنگویان اغلب هنگام تلفظ اینگونه خوشه‌ها در موضع پایانی واژه، واج /v/ را حذف می‌نمایند. (/?afv/ → /?af/) بنابراین عملاً خوشه‌های دو سایشی با تولیدگرهای یکسان در زبان فارسی تولید نمی‌شوند.

با توجه به دلایل ۱ و ۲ می‌توان چنین نتیجه گرفت که در زبان فارسی، دو هم‌خوان که با تولیدگرهای یکسانی تولید شده باشند و به شیوه یکسانی نیز تولید شوند (هر دو دارای ارزش یکسان برای مشخصه [تداوم] باشند)، در کنار یکدیگر قرار نمی‌گیرند.

۱. لازم به ذکر است که برخی از هجاهای ذکر شده در این پژوهش، هجاهای مربوط به وام واژه‌های عربی می‌باشند. به نظر می‌رسد که به علت کثرت وجود چنین وام واژه‌هایی در زبان فارسی، امروزه جدا نمودن آنها از زبان فارسی کاری دشوار می‌نماید؛ بنابراین در مطالعات زبانی، می‌توان به عنوان واژه‌های زبان فارسی به آنها استناد نمود.

۳- در خوشه‌های سایشی-انفجاری و انفجاری-سایشی نیز تمایل غالب در بکارگیری تولیدگرهای مختلف- در دوحفره (۶۰٪) یا در حفره یکسان (۳۰٪)- وجود دارد. در موارد معدودی از این گونه خوشه‌ها در هجاهای زبان فارسی، عناصر آوایی با تولیدگرهای یکسان در کنار هم قرار گرفته‌اند، که در تمامی آنها این عناصر آوایی دارای شیوه تولید متفاوت - یعنی یکی [+تداومی] و دیگری [-تداومی] هستند؛ مانند: /gušt/، /mast/، /qasd/، /dozd/، /hads/ و /zovb/ که در کاربرد /v/ به /w/ تبدیل می‌شود.

۴- در خوشه‌های هم‌خوانی که یکی از عناصر آوایی آنها انسدادی-سایشی^۱ یعنی /č/ یا /j/ - هستند، با موردی دور از انتظار مواجه می‌شویم و آن این است که این خوشه‌ها در ۵۸٪ از موارد با تولیدگرهای یکسان تولید شده‌اند. اما بررسی دقیق‌تر این گونه خوشه‌ها، اولاً اهمیت شیوه تولید را در کنار هم قرار گرفتن تولیدگرها آشکار می‌سازد؛ زیرا که در اکثر موارد عناصر آوایی که در این خوشه‌ها کنار هم قرار گرفته‌اند، دارای شیوه تولید کاملاً متفاوت با یکدیگر هستند. مانند خوشه‌های دو هم‌خوانی موجود در این هجاها که یکی [+تداومی] و دیگری [-تداومی] می‌باشند: /ʔajr/، /qārc̥/، /xarj/، /nasj/، /ʔajz/، /nozj/، ثانیاً در تمام این خوشه‌ها، گرچه تولیدگر یکسان است، اما مشخصه‌های پایانی عناصر آوایی خوشه متفاوت می‌باشند (/č/ و /j/ دارای مشخصه [-پیش-دهانی] و /ɾ/، /s/ و /z/ دارای مشخصه [+پیش‌سته] هستند).

در مورد هجای /ganj/ نیز که شیوه تولید یکسان است، یک تفاوت عمده وجود دارد که باعث کنار هم قرار گرفتن این دو هم‌خوان شده‌است و آن اینست که آوای /n/، یک آوای خیشومی است، یعنی علاوه بر حفره دهان، حفره خیشوم نیز در تولید آن نقش دارد و این خود می‌تواند عاملی مؤثر در تجویز کنار هم قرار گرفتن دو تولیدگر یکسان با شیوه تولید یکسان در کنار یکدیگر باشد.

در مورد خوشه /jd/ که تولیدگرها و شیوه تولید یکسان است، اغلب هنگام تولید این خوشه توسط سخنگویان، واج /j/ به سمت بیشتر سایشی شدن گرایش دارد؛ که در نتیجه به صورت /š/ یا /ž/ تلفظ می‌شود (/važd/ یا /vašd/ → /vajd/). این خود دلیلی برای تمایل به ایجاد تمایز در شیوه تولید دو واج کنار هم که با تولیدگرهای یکسان تولید شده‌اند، می‌باشد.

۵- در مورد خوشه‌هایی که یکی از هم‌خوان‌های آنها به لحاظ شیوه تولید [+رسا] هستند (خوشه‌های /r/، /l/ و /n/)، کنار هم قرار گرفتن تولیدگرهای یکسان به میزان قابل توجهی افزایش یافته‌است. بررسی دقیق‌تر این خوشه‌ها نشان می‌دهد که در مورد خوشه‌های /r/ و /l/ در صد بیشتری (۶۵٪) از آوایی که با تولیدگر یکسان در کنار این آواها قرار گرفته‌اند، به لحاظ شیوه تولید متفاوتند (یعنی [-تداومی] هستند) و درصد کمتری از آواها یعنی سایشی‌ها که به لحاظ مشخصه [+تداومی] با آوای /l/ و /r/ یکسانند، از طریق مشخصه‌های دیگر شیوه تولید یعنی [کناری]^۱ و [برگشتی]^۲ از آوای کنار خود متمایز می‌شوند.

در مورد خوشه‌های /n/ نیز در ۸۰٪ موارد، آوایی با تولیدگرهای یکسان اما با شیوه تولید متفاوت در کنار هم قرار گرفته‌اند. یعنی در زبان فارسی واج /n/ که به لحاظ شیوه تولید [-تداومی] است بیشتر با سایشی‌ها که [+تداومی] هستند خوشه می‌سازد. در موارد معدودی هم (۲۰٪) که این واج همراه با انسدادی‌های هم‌تولیدگر با خود، خوشه ساخته است را می‌توان به دخیل بودن حفره خیشوم در تولید این آوا دانست، که خود باعث تمایز آن به لحاظ شیوه تولید از دیگر انسدادی‌ها می‌شود.

در مورد خوشه‌های /m/ و /y/ به دلایلی، هیچ آوایی با تولیدگر یکسان در کنار این آواها قرار نگرفته‌است، بنابراین به نظر می‌رسد که در این چینش فرایندهای دیگری دخیل باشند که خود پژوهش جداگانه‌ای را می‌طلبد.

نتایج بدست‌آمده نشان می‌دهد که در زبان فارسی در خوشه‌های هم‌خوانی ممکن است آوایی با تولیدگرهای یکسان کنار هم قرار گیرند، اما این کنار هم قرارگرفتن بشدت متأثر از شیوه تولید این آواها می‌باشد؛ یعنی تقریباً در تمام موارد هم‌خوان‌هایی که با تولیدگر یکسان در کنار هم قرار می‌گیرند دارای شیوه تولید متفاوت هستند. بنابراین در زبان فارسی، قرار گرفتن هم‌خوان‌هایی با تولیدگر یکسان و شیوه تولید یکسان در کنار یکدیگر مجاز نمی‌باشد و اگر هم در موارد معدودی رخ می‌دهد، منجر به حذف یکی از آواها یا تبدیل آن به آوای دیگر با شیوه تولید متفاوت خواهد شد.

1. [lateral]

2. [retroflex]

بنابراین بررسی خوشه‌های هم‌خوانی در ساختار هجای زبان فارسی نشان دهنده وابستگی مشخصه‌های مربوط به تولیدگر (جایگاه تولید) و مشخصه‌های مربوط به شیوه تولید در چگونگی قرار گرفتن هم‌خوان‌ها در کنار یکدیگر می‌باشد و برای نشان دادن این وابستگی در ساختار هندسی مشخصه‌ها، انگاره‌هایی که به جای قرار دادن این دو نوع مشخصه در گره ریشه، آنها را در زیر یک گره جای داده‌اند از قدرت توصیفی بالاتری برخوردار خواهند بود.^۱

۵- شواهد بدست آمده از هماهنگی واکه‌ای

در زبان فارسی فرایند هماهنگی واکه‌ای بین واکه ریشه فعلی و واکه پیشوند امر «ب» (/be/) رخ می‌دهد. این فرایند در واژه‌های زیر نشان داده شده است.

۱. /bekon/ → [bekon] / [bokon] (الف)

۲. /bedo/ → [bedow] / [bodo]

۳. /bexor/ → [bexor] / [boxor]

۴. /bero/ → [bero] / [boro]

(مشکوه الدینی، ۱۳۷۴، ۱۳۴)

و نمونه‌های دیگری که در گفتار غیر رسمی رایج است. ۱. /bešin/ → [bešin] / [bišin] (ب)

۲. /begir/ → [begir] / [bigir]

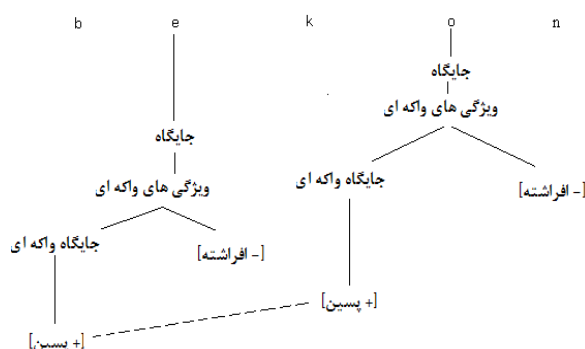
همان گونه که داده‌ها نشان می‌دهند در هماهنگی واکه‌ای در قسمت (الف)، همگونی در دو مشخصه [گرد] و [پسین] و در قسمت (ب) در مشخصه [ارتفاع] رخ داده است.

بر اساس انگاره هندسه مشخصه‌ها، ارائه شده از سوی سَجّی (۱۹۸۶) و هله (۱۹۹۲)، این هماهنگی واکه‌ای توجیه پذیر نمی‌باشد. چون در این انگاره‌ها، مشخصه‌های [گرد] و [پسین] مربوط به دو تولیدگر جداگانه می‌شوند و عملکرد هم‌زمان آنها امکان‌پذیر نیست. اما براساس انگاره هندسه مشخصه‌های آدن (۱۹۹۱) و کلمتس (۱۹۹۵) که در آن مشخصه‌های واکه‌ها و هم‌خوان‌ها از یکدیگر

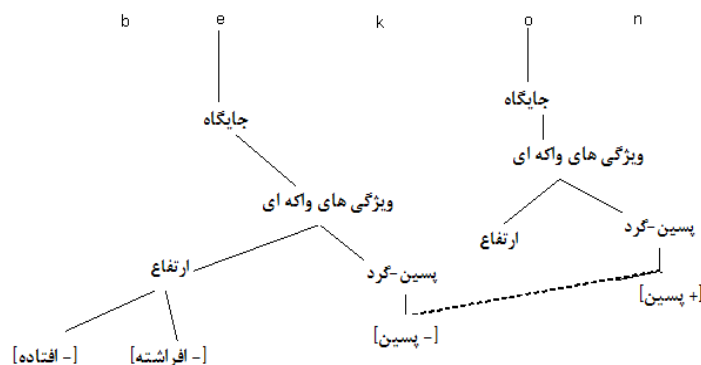
۱. کلمتس (۱۹۸۵: ۲۳۸) نیز در همین راستا اشاره می‌کند که شواهد مورد توجهی مبنی بر عملکرد لایه شیوه تولید به عنوان یک واحد مجزا وجود ندارد.

جدا شده و در زیر دو گره جداگانه جای گرفته‌اند، این هماهنگی را می‌توان به راحتی توجیه نمود (در نمودارهای (۱۳) و (۱۴) هماهنگی واکه‌ای در زبان فارسی بر اساس انگاره‌های یادشده نشان داده شده است).^۱

نمودار ۱۳- نمایش هماهنگی واکه‌ای در زبان فارسی بر اساس انگاره کلمنتس (۱۹۹۵)



نمودار ۱۴- نمایش هماهنگی واکه‌ای در زبان فارسی بر اساس انگاره آدن (۱۹۹۱)

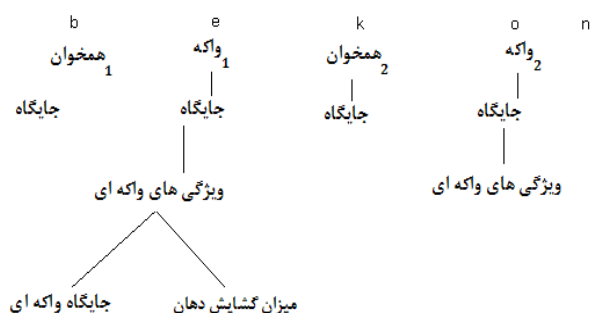


مشکل دیگری که انگاره مشخصه‌های هله و سَجی برای فرایند هماهنگی واکه‌ای بوجود می‌آورد، این است که در این انگاره مشخصه جایگاه تولید واکه‌ها در زیر گره تولیدگر «بدنه‌ای» و یکسان با هم‌خوان‌ها

۱. چون در زبان فارسی تمام واکه‌های پسین، گرد هستند، مشخصه [+پسین] در برگیرنده مشخصه [+گرد] نیز می‌باشد.

فرض می‌کند. بنابراین بر این اساس این مدل پیش‌بینی می‌کند که سرایت مشخصه‌های واکه‌ای توسط یک هم‌خوان [بدنه‌ای] سد خواهد شد. اما همان گونه که مشاهده می‌شود، در فرایند هماهنگی واکه‌ای در زبان فارسی (الف ۱)، سرایت مشخصه‌های واکه‌ای از ورای هم‌خوان /k/ که یک هم‌خوان [بدنه‌ای] می‌باشد، امکان‌پذیر است و این خود شاهد دیگری بر ارجحیت انگاره‌های هندسی آدن و کلمتس برای توصیف ویژگی‌های واجی زبان فارسی می‌باشد.

نمودار ۱۵- نمایش هندسی واژه /bekon/ بر اساس انگاره کلمتس (۱۹۹۵)



توجه به نمودار (۱۵) نشان می‌دهد که در فرایند هماهنگی واکه‌ای، براساس انگاره هندسه مشخصه-های کلمتس، سرایت ویژگی‌های ۱واکه به ۲واکه امکان‌پذیر است؛ چون هیچ مشخصه‌ای از ۲هم‌خوان در زیر گره «جایگاه» وجود ندارد که باعث قطع شدن خطوط شود و در نتیجه این سرایت را سد کند.

۶- نتیجه‌گیری

در این مقاله بررسی داده‌های زبان فارسی شواهدی بدست داد که نشان می‌دهد در بین انگاره‌های ارائه شده در حوزه هندسه مشخصه‌ها، انگاره‌هایی که در گره جایگاه تولید بین هم‌خوان‌ها و واکه‌ها تمایز قائل می‌شوند، بهتر می‌توانند توجیه‌کننده ویژگی‌ها و فرایندهای واجی زبان فارسی باشند. شاهد اول برای این ادعا از بررسی ساختار هجا بدست آمد. در زبان فارسی، تنها بخشی از ساختار هجا که در آن دو هم‌خوان امکان قرار گرفتن در کنار هم و تشکیل خوشه را دارند، پایانه هجاست. بررسی خوشه‌های هم‌خوانی ممکن در زبان فارسی نشان می‌دهد که هم‌خوان‌هایی که توسط تولیدگرهای یکسان

تولید شده‌اند، به‌ندرت در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند؛ مگر اینکه به لحاظ مشخصه شیوه تولید تفاوت زیادی داشته باشند. این ویژگی نشان می‌دهد که ویژگی مشخصه تولید بر مشخصه جایگاه تولید بیش از دیگر مشخصه‌ها تأثیر می‌گذارد و به آن وابسته است و در نتیجه قرار گرفتن این دو گروه مشخصه در زیر یک گروه در انگاره هندسه مشخصات کلمتس (۱۹۹۵: ۲۷۶)، توجیه کننده این ویژگی می‌باشد.

شاهد دیگر برای تأیید این انگاره از فرایند هماهنگی واکه‌ای در زبان فارسی بدست می‌آید. در زبان فارسی در فرایند هماهنگی واکه‌ای، اولاً مشخصه‌های [گرد] و [پسین] همراه با یکدیگر و جدای از مشخصه [ارتفاع] تحت تأثیر قرار می‌گیرند و ثانیاً هم‌خوان‌های [بدنه‌ای] مانند /k/ سدی برای این هماهنگی ایجاد نمی‌کنند. این دو ویژگی نیز به نحوی مؤید انگاره کلمتس می‌باشند.

بنابراین انگاره کلمتس (۱۹۹۵) همان گونه که در زبان‌های دیگر کارایی بیشتری نسبت به مدل‌های گذشته از خود نشان داده‌است، در زبان فارسی نیز به نحو بهتری خصوصیات و فرایندهای واجی موجود در این زبان را توصیف می‌نماید.

کتابنامه

- ثمره، ید الله. (۱۳۷۸). *آواشناسی زبان فارسی: آواها و ساخت آوایی هجا*. ویرایش دوم. مرکز نشر دانشگاهی تهران.
- حق شناس، علی محمد. (۱۳۸۰). *آواشناسی*. انتشارات آگاه.
- مشکوة الدینی، مهدی. (۱۳۷۴). *ساخت آوایی زبان*. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- نجفی، ابوالحسن. (۱۳۷۸). *مبانی زبانشناسی و کاربرد آن در زبان فارس*. تهران: انتشارات نیلوفر.
- Archangeli, Diana & Douglas, Pulleyblank. (1987). «Maximal and Minimal rules: effects of tire scansion», *Proceedings of NELS 17*, 16-35 GALA, University of Massachusetts, Amherst.
- Broe, Michael. (1992). «An introduction to feature geometry», *Papers in Laboratory Phonology*, edited by Gerand J. Docherty & D. Robert Ladd, pp. 149-165, Cambridge University Press.
- Carr, Philip. (1993). *Phonology*, The Macmillan Press Ltd.
- Clement, G. N. (1985). *The Geometry of Phonological Feature* In Goldsmith, J. (1999). *Phonological Theory: The Essential readings*: 201-224.
- Clement, G. N. and E. Hume. (1995). «The internal structure of speech sounds». In J. Goldsmith (ed.) *Handbook of phonological theory*, Oxford: Blackwell, 245-306.

- Clement, G. N. (2004). «Feature Organization», *The Encyclopedia of Language and Linguistics*, 2nd edition, (Keith Brown, ed), Oxford, Elsevier Limited.
- Chomsky N., Halle, M. (1968). *The sound pattern of English*, Harper and Row, New York.
- Ewen, Colin J. & Harry van der Hulst. (2001). *The phonological structure of words*, Cambridge University Press.
- Falk, Julia S. (1978). *Linguistics and Language*, By John Wiley & sons Inc.
- Goldsmith, J. (1976). *Autosegmental Phonology*, Massachusetts Institute of Technology. Ph.D. dissertation: Cambridge. [Published by Garland Press, New York, 1976]
- Halle, M. (1992). «Phonological features». In Bright, W. (Ed.) *International Encyclopedia of linguistics*. Vol. 3, Oxford University Press, 207-212.
- Kenstowicz, Michael. (1995). *Phonology in Generativ Grammar*, Basil Blackwell Ltd.
- Keyser, S.J. and K.N. Stevens. (1994). «Feature geometry and the vocal tract», *Phonology* 11, No2, 207-236.
- Lass, R. and J. M. Anderson. (1975). *Old English Phonology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Ladefoged, P. (1975). *A course in phonetics*, New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Mascaró, J. (1983). «Phonological levels and assimilatory processes», paper presented at the 1983 Glow Colloquium, New York. In Clement, G. N., 1985. *The Geometry of Phonological Features*. In Goldsmith, J., 1999, *Phonological Theory: The Essential readings*: 201-224.
- McCarthy, J. (1991). *The phonetics and phonology of semitic pharyngeals*. In Kenstowicz, Michael, 1995.
- Mohanan, K. P. (1983). *The structure of Melody*. Ms, MIT & National University of Singapore. In Clement, G. N., 1985.
- Odden, David. (1991). «Vowel Geometry», *Phonology* 8 pp. 261- 289, printed in Great Britain.
- Sagey, E. (1986). *The representation of features and relations in nonlinear phonology*, PHD dissertation, MIT. In Odden, David, 1991, *Vowel Geometry*, *Phonology* 8 pp. 261-289, printed in Great Britain.
- Staun, JØrgen. (2002). *on Vocalic feature hierarchisation*, Elsevier Science Ltd.
- Steriade, D. (1987). «Locality conditions and feature geometry», *NELS* 17, 505-618. In Odden, David, 1991.