

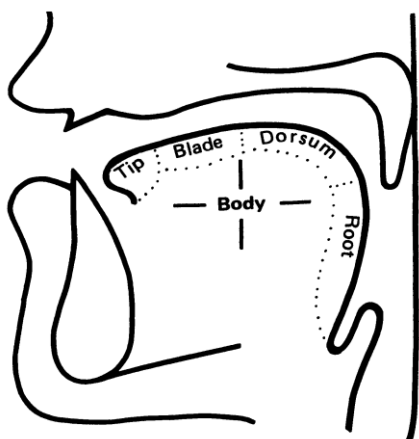
## مبانی آواشناسی تولیدی

### مکانیسم گفتار

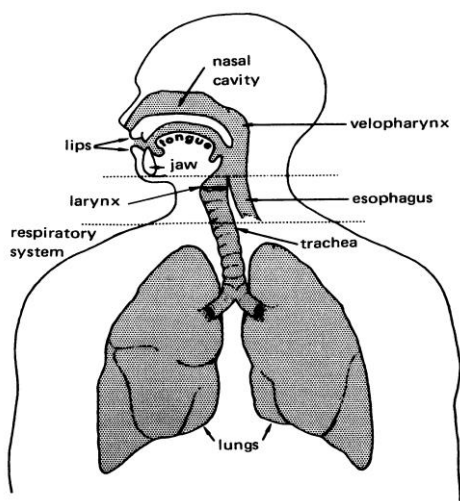
آناتومی سیستم تولید گفتار در این فصل مورد بحث قرار نمی‌گیرد، اما برخی توصیفات آناتومیکی کلی برای بحث در اصول واج‌های تولیدی مورد نیاز است. جنبه‌های اساسی تولید گفتار را می‌توان با بررسی شش عضو اصلی یا سیستم‌های زیر مجموعه، در شکل ۲-۲ سیستم تنفسی به تصویر کشیده شده است، استنباط کرد که متشکل از شش‌ها، راه‌های هوایی، قفس‌دنده‌ای، دیافراگم و ساختارهای مربوطه هستند که حمایت‌های اساسی را برای تولید صدا فراهم می‌کنند. حنجره، از غضروف‌های گوناگون و عضلات تشکیل شده است که صداهای واکنار گفتار را بوسیله ارتعاش تارهای صوتی تولید می‌کنند یا اینکه به هوا اجازه می‌دهند تا از شش‌ها به سمت مسیر صوتی که همان حفره بینی و دهان است، بگذرند. نرم‌کام و ساختارهای مربوطه حفره دهان و بینی را از هم جدا یا به هم متصل می‌کند. بنابراین هوا از طریق حفره دهانی، حفره بینی یا هر دو می‌گذرد. زبان ترکیبی از عضلات است و تولیدکننده اصلی حفره دهانی است که قادر است انواع مختلف اشکال و موقعیت‌ها را در بیان همخوان و واکنه بدست آورد. برای اهداف تولیدی، این عضو به پنج اصلی قسمت تقسیم می‌شود: نوک زبان، تیغه، پشت، ریشه و بدنه که در شکل ۳-۲ مشخص می‌شود. لبها، در طول فک، قابل دیدن‌ترین تولیدکننده هستند؛ آن‌ها در تولید واکنه‌ها و همخوان‌ها مشارکت دارند. فک، ساختار استخوانی حجیم و عضلات مربوط به آن، از بافت‌های نرم هم زبان و هم لب پایین حمایت می‌کند. در تولید صدا همراه با کمک زبان و حرکات لب و بوسیله فراهم کردن حمایت استخوانی برای این عضوها شرکت می‌کند. سایر اشکال آناتومیکی در شکل ۲-۲ جهت‌گیری کلی ایجاد فراهم می‌کنند یا برای فرآیند گفتار و شنیدن مهم هستند.

سیستم تنفسی و حنجره در کنار یکدیگر کار می‌کنند تا مجرای تنفسی فوقانی را با دو نوع جریان اصلی جریان هوا فراهم کنند: یک سری از پالس‌های هوا ایجاد شده توسط عملکرد ارتعاش تارهای صوتی (برای صداهای واکنار مانند صداهای کلمه buzz) و جریان مداوم هوا که می‌تواند برای تولید انرژی‌نویز در دستگاه صوتی استفاده شود (برای صداهای بی‌واکن

مانند S در see). عملکرد پایه ای سیستم تنفسی در گفتار وارد کردن هوا به داخل راه هوایی متشکل از حنجره و حفره های دهانی و بینی است. عملکرد پایه ای حنجره تنظیم جریان هوا از شش ها برای تولید هر دو بخش های واکدار و بی واک است. راه هوایی فوقانی، که اغلب موارد مجرای صوتی نامیده می شود، از حنجره به دهان یا بینی منتهی می شود و جایگاه تولید گفتار نامیده می شود.



شکل ۳-۲: تقسیمات زبان به پنج عضو عملکردی برای تولید گفتار



شکل ۲-۲: ارگان های تولید گفتار

برای بیشتر قسمت ها، این فرآیند بوسیله حرکات تولید کننده ها مانند زبان، لب ها، فک و سیستم کامی حلقی انجام می شود. مجرای صوتی لوله ای انعطاف پذیر است که می تواند بلندتر یا کوتاه تر شود (بوسیله حرکت رو به بالا و پایین حنجره در گردن یا بوسیله بیرون زدگی و جمع شدن لبها)، و در نقاط زیادی در امتداد طول خود بوسیله زبان، سیستم کامی حلقی و لبها منقبض می شود. بنابراین تولید گفتار حاصل بلند شدن، کوتاه شدن و منقبض شدن مجرای صوتی است.

کل این فرایند توسط سیستم عصبی کنترل می شود، پیامها باید به الگویی از سیگنالها تبدیل شود و سپس به عضلات مختلف مکانیسم گفتار منتقل گردد. زمانی که این عضلات

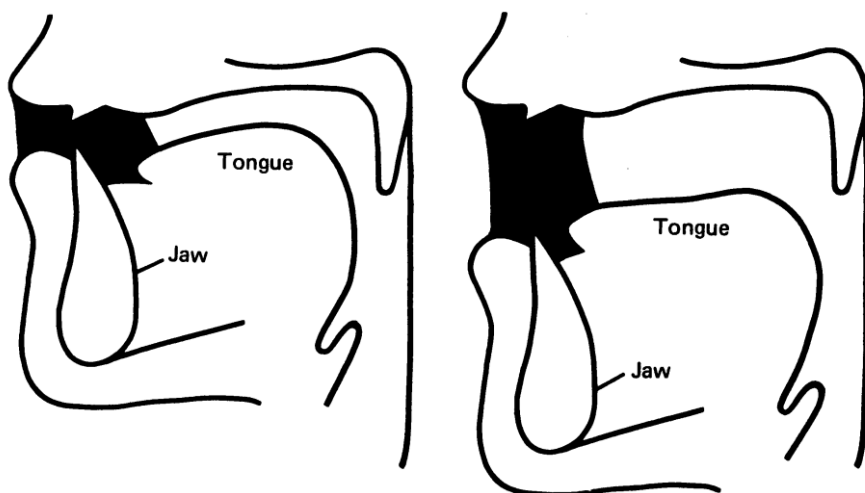
منقبض می‌شوند، اتفاقات گوناگونی رخ می‌دهد: هوا باید از شش‌ها خارج شود، تارهای صوتی شروع به ارتعاش کنند، دریچه کامی حلقی باید بسته شود، فک باید پایین بیاید یا لب‌ها ممکن است بیرون بیایند. مغز فعالیت هماهنگی همه این عضلات مختلف را بر عهده دارد بنابراین آن‌ها در توالی مناسب برای تولید نتایج واجی مورد نیاز منقبض می‌شوند. گاهی اوقات یک خطا در فقط چند میلی ثانیه در زمان بندی انقباض عضله می‌تواند منجر به بدتولیدی شود. می‌توان اینگونه فرض نمود که تولید گفتار در برخی از سطوح نسبتاً بالای مغز توسط واحد‌های مجزا، مانند واج‌ها، کنترل می‌شود. هرچند که، مشکل اصلی در توصیف تولید گفتار این است که واحد‌های زبانی مجزا که در سطح بالا مغز فعالیت می‌کنند را به انقباضات عضله که منجر به حرکات تولیدی می‌شود، ربط دهیم. برای مثال برای گفتن کلمه stop، مغز گوینده باید دستوره‌های عصبی را در توالی‌های مناسب به عضلات سیستم تنفسی، حنجره، زبان، لب‌ها و دریچه کامی حلقی بفرستد. بنابراین ادراک کامل تولید گفتار شامل دانش واج‌شناسی (مطالعه چگونگی کنار هم قرار گرفتن صدا برای تشکیل کلمات و دیگر واحدهای زبانی)، آواشناسی تولیدی (مطالعه چگونگی اینکه تولید کننده‌ها صداها را تولید می‌کنند)، آواشناسی آکوستیک (مطالعه رابطه بین سیگنال آکوستیک و تولیدی گفتار) و ادراک گفتار (مطالعه چگونگی اینکه تصمیمات واجی از سیگنال آکوستیک ساخته می‌شود) است.

### تولید واکه: توصیف آوایی سنتی

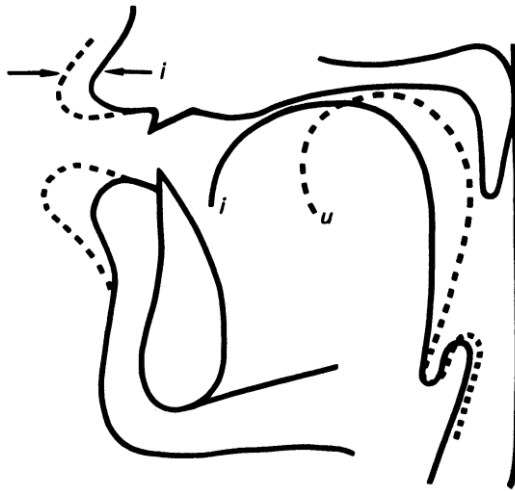
واکه معمولاً حاصل انرژی صوتی خارج شده از تارهای صوتی است که مسیر نسبتاً باز آوایی را طی می‌کند و از شکل مجرای صوتی تاثیر می‌پذیرد. واکه‌ها گاهی هسته‌ها هم نامیده می‌شوند، زیرا هجا باید شامل صداهای واکه یا شبه واکه باشد. هر واکه دارای شکل مشخصی از مجرای صوتی است که بوسیله جایگاه زبان، فک و لب‌ها تعیین می‌شود. اگرچه بخش‌های دیگر مجرای صوتی مانند نرم‌کام، دیواره‌های حلقی و گونه‌ها ممکن است حین تولید واکه‌های مختلف متفاوت باشد، اما موقعیت زبان، فک و لب‌ها تعیین کننده اصلی هستند. بنابراین، واکه‌های منفرد را می‌توان بوسیله تعیین موقعیت تولیدی زبان، فک و لب‌ها توصیف کرد. علاوه بر این، به علت اینکه فک و زبان معمولاً با هم برای افزایش یا کاهش بازشدگی دهان

کار می‌کنند (شکل ۴-۲)، برای اهداف واجی کلی، تولید واکه را می‌توان با تعیین موقعیت فقط دو تولید کننده زبان و لب‌ها توصیف کرد. معمولا تارهای صوتی برای تولید واکداری واکه‌ها ارتعاش می‌کنند اما استثنایی وجود دارد، مانند صدای نجواگونه.

شکل تولیدی لب‌ها با واکه‌ها را میتوان در کلمات *who* و *he* نشان داد. با انگشت خود بر لب‌هایتان در هنگام بیان ابتدا *he* و سپس *who* فشار وارد کنید. شما باید احساس کنید که لب‌ها در هنگامی که شما *who* می‌گویید به انگشتتان فشار وارد می‌کند. واکه در این کلمه واکه گرد شده است، به این معنا که لب‌ها گرد فرض می‌شوند (حالت بیرون زده). واکه‌ها در انگلیسی یا گرد شده هستند مانند واکه در *who* یا گرد نشده مانند واکه در *he*. شکل ۵-۲ وضعیت لب را برای این دو واکه نشان می‌دهد.

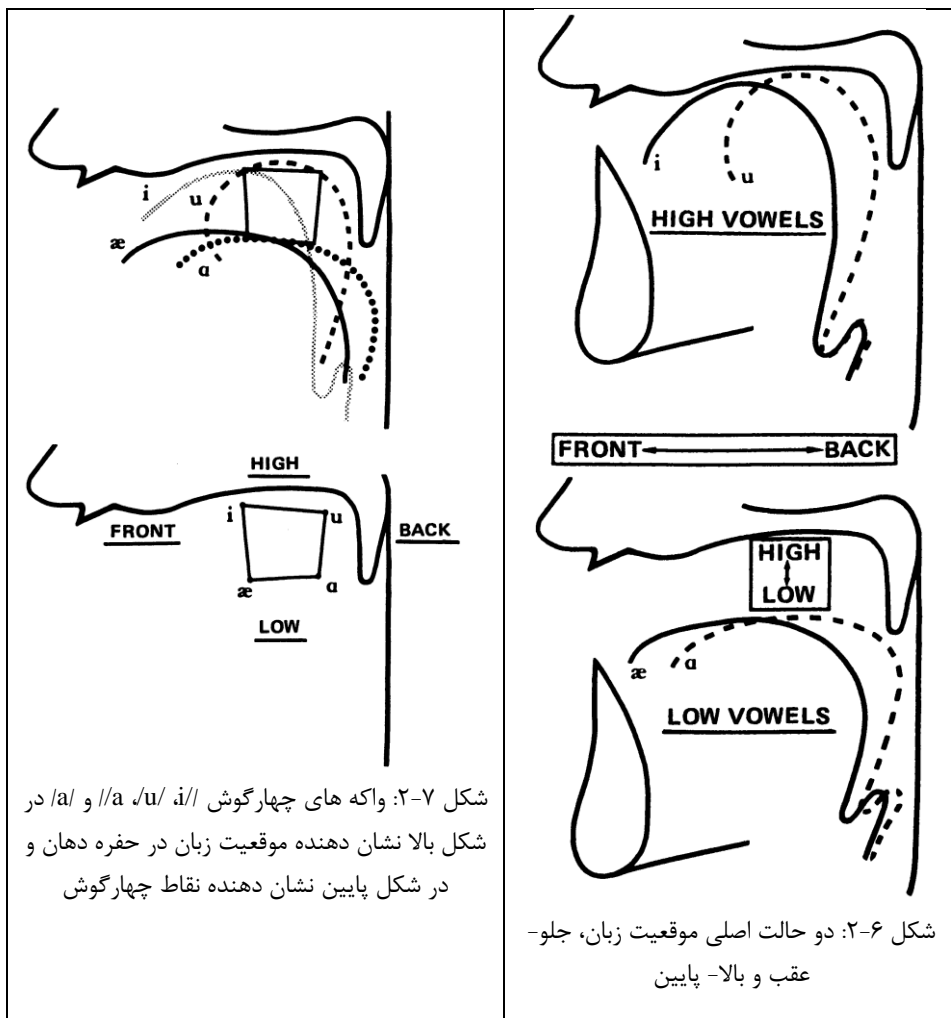


شکل ۴-۲: تغییرات باز شدگی دهان (ناحیه تیره) مربوط به پایین افتادن فک و زبان



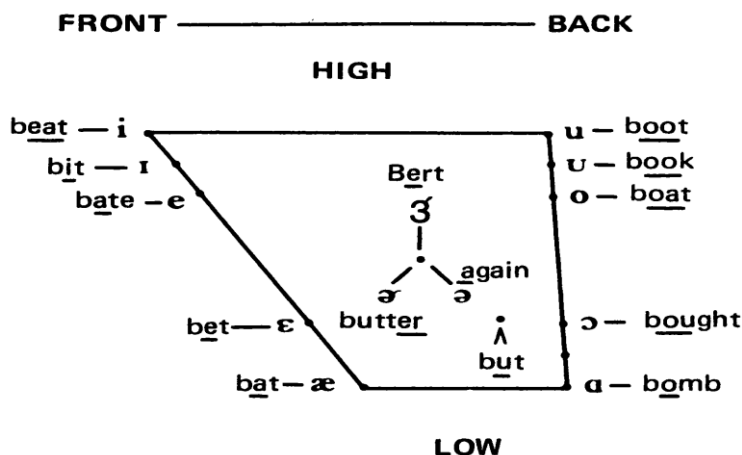
شکل ۵-۲: شکل گیری مجرای صوتی در تولید /i/ و /u/. به گردشگری لبها برای تولید /u/ دقت شود.

زبان اساساً در دو جهت درون حفره دهان حرکت می‌کند که در شکل ۶-۲ نشان داده شده است. جهات جلو عقب (در کلماتی مثل *who, he, map, mop*) و بالا پایین (در کلماتی مثل *have-heave* یا *ha-who*). با استفاده از جهات حرکت زبان می‌توان چهار موقعیت آن را در حفره دهان مطابق شکل ۷-۲ تعریف کرد. نمادهای آواشناسی برای این چهار واکه نیز تصویر شده است. با حرکات بالا و جلو زبان در دهان، واکه فوقانی قدامی /i/ در *he* تولید می‌شود. وقتی زبان در پایین و جلو دهان است، واکه تحتانی قدامی /a/ در *have* تولید می‌شود.



موقعیت بالا و عقب زبان در دهان منجر به واکه فوقانی خلفی /u/ می شود. نهایتاً زمانی که زبان پایین و عقب است، واکه /a/ تولید می شود. چهار واکه /i/، /ɪ/، /u/ و /ʊ/ و /a/ و /æ/ چهار نقطه را تعریف می کنند که چهار ضلعی واکه ای را بوجود می آورد، یک شکل چهار ضلعی که می تواند موقعیت زبان را برای واکه ها توصیف کند. در شکل ۸-۲ واکه های انگلیسی با نمادهای آوایی و کلمات کلیدی در داخل چهارضلعی مشخص شده اند. به عنوان مثال در تولید واکه /I/ در کلمه bit زبان در موقعیت جلو حفره دهان قرار دارد ولی به اندازه واکه /i/ بالا نیست. موقعیت

زبان برای هر واکه با اصطلاحاتی همچون بالا پایین، جلو برای /I/ در bit، پایینی میانی، جلو برای /ε/ در bet، میانی مرکزی برای /ɜ/ در Bert، پایینی میانی، عقب برای /ɔ/ در bought مشخص می‌شوند.



شکل ۸-۲: واکه های انگلیسی تعیین شده با نمادهای آوایی و کلمات کلیدی با جایگاه مشخص در چهار ضلعی واکه ای

واکه های انگلیسی براساس موقعیت زبان به صورت زیر طبقه بندی می‌شوند:

واکه های جلو یا قدامی: /i/ /ɪ/ /e/ /ε/ /a/

واکه های مرکزی: /ɜ/ /ʌ/ /ə/ /ə/

واکه های عقب یا خلفی: /u/ /ʊ/ /o/ /ɔ/ /ɑ/

واکه های بالا یا فوقانی: /i/ /ɪ/ /u/ /ʊ/

واکه های میانی: /e/ /ε/ /ɜ/ /ʌ/ /ə/ /ə/ /o/ /ɔ/

واکه های پایین یا تحتانی: /a/ /ɑ/

واکه‌ها را نیز می‌توان با توجه به گرد شدن لب‌ها دسته‌بندی کرد؛ در موارد زیر واکه‌ها گرد می‌شوند: /u/, /ʊ/, /o/, /ɔ/, and /ɜ/. دیگر واکه‌ها بدون گرد شدن لب‌ها هستند. توجه داشته باشید که در زبان انگلیسی واکه‌های گرد شده یا عقبی هستند یا مرکزی، واکه‌های گرد شده نداریم.

تولید واکه نیز به طور رایج به صورت سخت<sup>۱</sup> (طولانی) و نرم<sup>۲</sup> (کوتاه) توصیف می شود. واکه های سخت، طولانی تر و با تنش عضلانی بیشتری هستند. واکه های نرم به صورت کوتاه و با تنش عضلانی کمتری تولید می شوند. روش تشخیص بین واکه های نرم و سخت، لمس سطح عضلانی زیرین فک حین تولید /i/ در he و /I/ در him است. بیشتر افراد تنش زیادی را برای /i/ (یک واکه سخت) نسبت به /I/ (یک واکه نرم) احساس می کنند. واکه های سخت /a/, /ɔ/, /o/, /u/, /ʊ/, /ɜ/, /e/, /ə/, /ɔ/, /i/, /ɪ/ هستند و باقی واکه ها نرم هستند اما دیدگاه برای واکه /a/ در bat تقسیم شده است. در تولید استاندارد، همه واکه های انگلیسی واکدار (همراه با ارتعاش تار های صوتی) یا غیرخیشومی (عدم خروج انرژی صوتی از طریق بینی) می باشند. بنابراین توصیف واکه واکدار و غیر خیشومی حذف می شود. هر چند که باید به خاطر داشته باشیم واکه ها گاه واکرفته می شوند؛ به عنوان مثال در نجوا و یا ویژگی خیشومی شدگی پیدا می کنند مثلاً به دنبال همخوان های خیشومی. برای اهداف آوانگاری، توصیف واکه ها برحسب سه مؤلفه اصلی نرم و سخت، شکل لب و ارتفاع زبان کافی است. مثال توصیف واکه:

/i/: سخت، غیر گرد شده، بالا - جلو

/o/: سخت، گردشده، بالا - میانی، عقب

/ɜ/: سخت، گردشده، میانی - مرکزی

/ʊ/: نرم، گردشده، پایین - بالا، عقب

از نزدیک ترین اشکال واکه ها، واکه مرکب<sup>۳</sup> است که، همانند واکه ها، در مجرای صوتی باز و به عنوان هسته هجا تولید می شود اما بر خلاف واکه ها، واکه های مرکب با تولیدی که به تدریج در طی تولید صدا تغییر پیدا می کنند، بیان می شوند. بنابراین به علت تغییر تدریجی در شکل مسیر صوتی، خاصیت پویا دارند. یک مثال از تولید /aI/ در شکل ۹-۲ نشان داده می شود. بسیاری از آواشناسان واکه های مرکب را به عنوان ترکیب دو واکه در نظر می گیرند،

<sup>1</sup> Tense

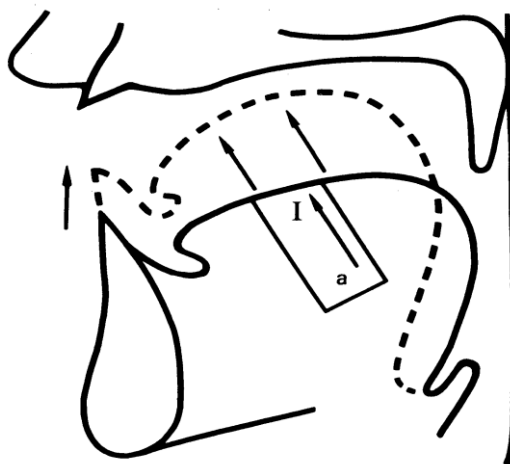
<sup>2</sup> Lax

<sup>3</sup> Diphthongs



یکی قسمت لغزش اولیه <sup>۱</sup> و دیگری قسمت لغزش انتهایی <sup>۲</sup> نامیده می شود. توصیف واکه + واکه، نماد های آوایی را برای واکه های مرکب تشکیل می دهد که شامل: /aɪ/ /oʊ/, /eɪ/, /ɔɪ/, /aʊ/ هستند. کلمات کلیدی برای این صداها به صورت زیر هستند:

I, buy, why, ice, night /aɪ/  
 ow, bough, trout, down, owl /aʊ/  
 boy, oil, loin, hoist /ɔɪ/  
 bay, daze, rain, stay /eɪ/  
 bow, no, load, bone /oʊ/



شکل ۹-۲: تولید واکه مرکب /aɪ/ (مثال در eye) که (/a/) به شکل و (/I/) به شکل offglide بازنمایی شده اند.

واکه های مرکب /oʊ/, /eɪ/, /ɔɪ/, /aɪ/, /aʊ/ واکه های مرکب واجی هستند درحالیکه، /oʊ/ و /eɪ/ این چنین نیستند؛ آن ها شکل های گوناگون واکه های /e/ و /o/ هستند. بنابراین شکل های واکه های مرکب /eɪ/ و /oʊ/ در هجاهای استرس دار رخ می دهد، در حالیکه شکل واکه تنها<sup>۳</sup> /e/ و /o/ در هجا های با استرس ضعیف تولید می شوند. مثلاً در کلمه vacation اولین هجا

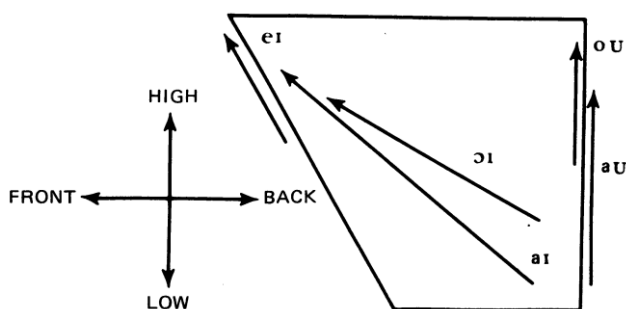
<sup>۱</sup> onglide

<sup>۲</sup> offglide

<sup>۳</sup> Monophthongal

(تکیه ضعیف) با /e/ و هجا دوم (با تکیه قوی) با /eI/ تولید می شود. هجاهای تکیه دار تمایل دارند که از نظر دیرش طولانی تر باشند و بنابراین برای حرکات تولیدی واکه مرکب زمان فراهم می کنند. واکه های مرکب /aI/, /aU/ و /oI/ با شکل واکه تنها جابجا نمی شوند. برای تولید قابل تشخیص /aI/, /aU/ یا /oI/ گوینده باید از حرکات واکه های مرکب استفاده کند.

در شکل ۱۰-۲ توالی های لغزش اولیه و لغزش انتهایی برای واکه های مرکب تقریباً توسط موقعیت نمادهای نمودار، روی چهار ضلعی واکه واقع شده اند. برای مثال در واکه مرکب /aI/ زبان از موقعیت پایین عقب به بالا جلو حرکت می کند. هرچند که باید در نظر گرفت که فقط جایگاه های ابتدایی و انتهایی نزدیک هستند و تغییرات ضروری براساس گوینده و شرایط صحبت کردن اتفاق می افتد.



شکل ۱۰-۲: تولید واکه های مرکب بوسیله کمان هایی با جهت ابتدایی به سمت انتهایی در چهارضلعی واکه ای مشخص شده اند.

### تولید واکه: توصیف بر مبنای مختصات ممیزه

توصیف آوایی یکی از روش های طبقه بندی واکه ها است. روش جایگزین بر اساس ویژگی های متمایز کننده است که توسط نوام چامسکی و موریس<sup>۱</sup> در سال ۱۹۶۸ معرفی شد. ویژگی های متمایز کننده مجموعه ای از ویژگی های دودویی (دو ارزشی) که برای توصیف واج ها در تمام زبان های جهان طراحی شده است. مثلاً خیشومی شدگی. در اصطلاح کلی،

<sup>1</sup> Chomsky & Halle

صدای دریافت شده چه خیشومی<sup>۱</sup> باشد چه غیر خیشومی، به این معنا است که انرژی صدا از طریق بینی (خیشومی) منتقل می‌شود یا نمی‌شود (غیر خیشومی). اگر خیشومی‌شدگی به عنوان ویژگی دودویی توصیف شود، بنابراین صداها می‌توانند به عنوان خیشومی+ (نشان دهنده انتقال از بینی صدا) یا خیشومی- (نشان دهنده نبودن انتقال صدا از بینی) دسته‌بندی شوند. با این حال، ارزش مثبت (+nasal) به این معنا است که ویژگی وجود دارد یا مربوط به ویژگی خود صدا است. در بعضی از راه‌ها، تحلیل ویژگی‌های متمایز کننده شبیه به بازی حدس‌زدنی بیست سوالی است که شرکت‌کننده باید یک جواب را با پاسخ بله یا خیر بدهد. چامسکی و هال، مجموعه‌ای از ۱۳ ویژگی دودویی را ارائه داده‌اند که پاسخ‌های بله (+) یا خیر (-) می‌دهند. این مجموعه می‌تواند همه واج‌های مورد استفاده در زبان‌های دنیا را توصیف کند. در سیستم چامسکی، اصوات واکدار در ابتدا با ویژگی‌های نشان داده شده در جدول ۱-۲ نشان داده می‌شوند، مختصات طبقه‌ای شامل سه دسته اصلی: سونورنت<sup>۲</sup>، واکه‌ای<sup>۳</sup> و همخوانی<sup>۴</sup> می‌باشند.

صداها سونورنت با شکل حفره صوتی در زمانی که واکداری خودبخودی محتمل است، تولید می‌شود. به طور ضروری، مجرای صوتی بالای حنجره به اندازه کافی باز است، بنابراین هیچ تنظیمات حنجره‌ای ویژه‌ای برای شروع واکداری نیاز نیست. برای صداها غیر سونورنت، شکل حفره اجازه به واکداری خود به خودی نمی‌دهد. مکانیسم‌های ویژه باید برای تولید واکداری در طی صداها غیرخیشومی استفاده شود. صداها واکه‌ای با شکلی از حفره دهان تولید می‌شوند که در آن حداکثر تنگی مجرا در ارتباط با واکه‌های بالایی /i/ و /u/ و تارهای صوتی هستند که به گونه‌ای تنظیم شده است که امکان واکداری خود به خود را فراهم می‌کند. این ویژگی، سپس، درجه باز شدگی حفره دهان همراه با تنظیم تارهای صوتی را توصیف می‌کند. صداها همخوانی تنگی مشخصی در یا خط وسط مجرای صوتی دارند که

<sup>1</sup> nasal

<sup>2</sup> Sonorants

<sup>3</sup> Vocalic

<sup>4</sup> Consonantal

صداهاى غيرهمخوانى ندارند. واكه ها بصورت سونورنت +، واكه اى + و همخوانى - توصيف مى شوند. در كنار يكديگر، اين سه ويژگى نشان مى دهند كه واكه ها با حفره دهانى نسبتاً باز، بدون هيچ تنگى شديدى و با تنظيم تارهاى صوتى توليد مى شوند كه اجازه به ارتعاش خود به خودى تار صوتى مى دهند.

Class Features	i	ɪ	ε	æ	ʌ	ɜ	u	ʊ	ɔ	ɑ
Sonorant	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Vocalic	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Consonantal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cavity Features</b>										
High	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-
Low	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+
Back	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Rounded	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Nasal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Manner of Articulation Feature</b>										
Tense	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+

جدول ۱-۲: مختصات ممیزه برای واكه های انتخاب شده ( مختصات طبقه اى واكه ها را از همخوانهائى مختلف تمایز مى دهد بنابراین از نظر این مختصه واكه ها ارزش برابرى دارند)

واكه ها همچنین با توجه به ويژگى های حفره و روش ويژگى توليدى توصيف مى شوند، برخى از آن ها در جدول ۱-۲ نشان داده شده است ( بقيه نيز با توجه به ويژگى های همخوانى در فصل بعد توصيف مى شوند). از ويژگى های اصلى در توصيف واكه مى توان به ويژگى های مربوط به اندازه و پيكربندى حفره تشديد كننده اشاره كرد:

حالت های بدن (تنه) زبان: بالا و غير بالا؛ پايين و غير پايين؛ عقب و غير عقب

صداهاى بالا بوسيله بلند كردن بدن زبان، بالاتر از سطحى كه در موقعيت خنثى (يا استراحت) قرار دارد، توليد مى شوند كه در شكل ۱۱-۲۲ نشان داده شده است.

صداهاى پايين بوسيله پايين بردن بدن زبان پايين تراز سطحى كه در حالت طبيعى قرار دارد، توليد مى شود؛ شكل ۱۱-۲۲ مشاهده شود.