

الگوهای هماهنگی واکه‌ای و هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه در زبان فارسی

گلناز مدرسی قوامی

دانشگاه علامه طباطبائی

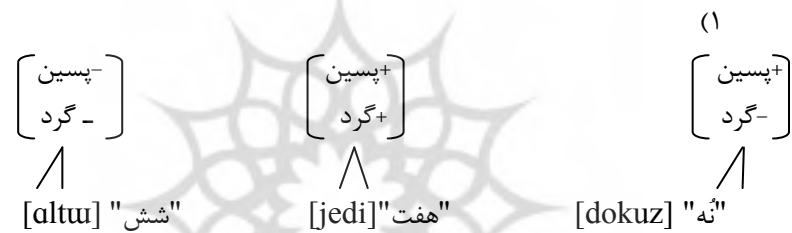
چکیده

در هماهنگی واکه‌ای، واکه(ها) مشخصه(های) واکه مجاور را می‌پذیرند و به آن شبیه می‌شوند. در این مقاله، نشان داده‌ایم که این فرایند در فارسی، درون‌تکواژی و بین‌تکواژی است و برخی همخوان‌ها مانع از هماهنگی و برخی دیگر تسهیل‌کننده آنند. در هماهنگی درون‌تکواژی، ولی [i,u,a] آغازگر و [e, o, a] هدفند. در هماهنگی بین‌تکواژی، هر شش واکه آغازگرند، ولی تنها [e] و [a] هدف تغییرند. در ادامه، به پدیده آوایی هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه پرداخته‌ایم که طی آن واکه‌ها بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند، اما این تأثیرات را شنوندگان زبان نمی‌شنوند و تنها با بررسی‌های آکوستیکی قابل تشخیص‌اند. هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه در گفتار آزمایشگاهی دو مرد فارسی‌زبان، در توالی‌های بی‌معنای [C₁V₁.C₂V₂]. که در آن‌ها C شامل شش همخوان انسدادی دهانی و V شامل شش واکه ساده فارسی بود، بر اساس تأثیر هر واکه بر سازه دوم واکه دیگر در این توالی‌ها، اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در فارسی، [i] کمترین و [e] و [a] بیشترین تأثیرپذیری را دارند و واکه‌داری/ بی‌واکی و جایگاه تولید همخوان بین‌واکه‌ای، در میزان هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه مؤثرند. این ملاحظات ارتباط تنگاتنگی را بین الگوهای واجی و آوایی در زبان فارسی نشان می‌دهد.

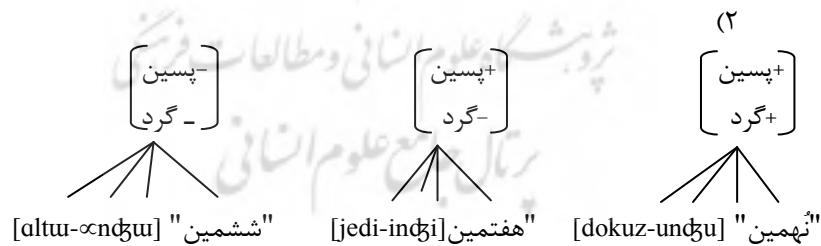
کلیدواژه‌ها: هماهنگی واکه‌ای، هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه، زبان فارسی.

۱. مقدمه

در برخی از زبان‌ها، بر مشخصه‌های واکه‌هایی که در یک حوزه زبانی خاص ظاهر می‌شوند، محدودیت‌های ویژه‌ای حاکم است. این پدیده را اصطلاحاً "هماهنگی" می‌نامند، زیرا واکه‌ها در حوزه موردنظر در مشخصه(های) خاصی هماهنگ می‌شوند (روکا^۲ و جانسون^۳، ۱۹۹۹: ۱۴۹). به سخن دیگر، هماهنگی واکه‌ای، نوعی همگونی^۴ است که طی آن واکه‌ها، در یک حوزه واجی، صرفی یا نحوی، در یک یا چند مشخصه، یکسان می‌شوند. برای مثال می‌توان به نمونه‌ای از هماهنگی واکه‌ای در زبان ترکی اشاره کرد، که یکی از شناخته‌شده‌ترین الگوهای هماهنگی واکه‌ای را در میان زبان‌های دنیا دارد. در این زبان الگوی هماهنگی واکه‌ای را می‌توان در درون یک تکواژ مشاهده کرد. برای مثال، در نمونه‌های (۱) از ترکی استامبولی، واکه‌ها در درون یک واژه بسیط، که طبیعتاً از یک تکواژ تشکیل شده، در مشخصه‌های [پسین] و [گرد] هماهنگ هستند:



این نوع هماهنگی در واقع نوعی محدودیت توزیعی^۵ است، به این معنا که در واژه‌های اصیل ترکی، وقوع واکه‌هایی که از نظر مشخصه‌های [پسین]/[گرد] یکسان نباشند، مجاز نیست. مثال‌های (۲) نیز هماهنگی واکه‌ای را درون واژه‌های غیربسیط نشان می‌دهند:



1. harmony
 2. I. Roca
 3. W. Johnson
 4. assimilation
 5. distributional constraint

الگوهای هم‌هنگی واکه‌ای و هم‌تولیدی ...

در مثال‌های شماره (۲)، آغازگر^۱ هم‌هنگی واکه‌ای، واکه‌های ریشه و هدف^۲ آن واکه‌های وند هستند. منظور از آغازگر، واکه‌ای است که مشخصه‌های آن به سایر واکه‌ها گسترش می‌یابد و هدف واکه‌ای است که با آغازگر هم‌هنگ می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود، واکه‌های وند عدد ترتیبی، در ترکی استامبولی، از نظر مشخصه‌های [پسین] و [گرد] با واکه‌های ریشه هم‌هنگ شده‌اند. این‌گونه هم‌هنگی را "ریشه‌ای"^۳ می‌نامند.

هم‌هنگی واکه‌ای در ترکی بین ریشه و هر تعداد پسوندی که به آن افزوده شود مشاهده می‌گردد. مثال‌های (۳) مؤید این مطلبند:

(۳)

[altɔ-uundʒu-lar-ɔn-dan] "از بین ششمی‌ها"

[jat-adʒak-mu-sunwuz] "دراز خواهید کشید؟"

هم‌هنگی واکه‌ای در زبان ترکی محدود به واحدهایی است که از طریق وندافزایی ساخته می‌شوند و همان‌طور که مثال (۴) نشان می‌دهد، بین واژه‌های تشکیل‌دهنده یک جمله مشاهده نمی‌شود:

(۴)

[lokanta-j-a gid-edʒek-mi-siniz] "آیا به رستوران خواهید رفت؟"

اما در برخی از زبان‌ها، هم‌هنگی واکه‌ای بین واژه‌های تشکیل‌دهنده یک جمله نیز مشاهده می‌شود. زبان واتا^۴ از جمله آن زبان‌هاست (آرکانجلی^۵ و پولی‌بلنک^۶، ۲۰۰۷: ۳۶۵):

(۵)

"/ɔ ka za pi/ → [o kʌ zʌ pi]" "او غذا خواهد پخت."

در برخی از زبان‌ها، واکه‌های وند، آغازگر هم‌هنگی واکه‌ای هستند و واکه‌های پایه با آن‌ها هم‌هنگ می‌شوند. این نوع هم‌هنگی را اصطلاحاً مسلط^۷ می‌نامند. برای مثال در زبان تورکانا^۸،

1. trigger
2. target
3. root-controlled
4. Vata
5. D. Archangeli
6. D. Pullyblank
7. dominant

تورکانا^۱، مشخصه [ریشهٔ زبان پیش‌آمده]^۲ از وند به پایه گسترش می‌یابد (ون در هولست^۳ و ون در ویر^۴، ۲۰۰۷: ۱۸):
(۶)

"خوردم." [a-imuj-1]

"به‌طور منظم خوردن" [ak-imuj-eeeni]

همان‌طور که دیدیم، هماهنگی واکه‌ای در هر زبانی در حوزه(های) صرفی/ نحوی خاصی عمل می‌کند و حضور برخی مرزهای صرفی/ نحوی مانع از گسترش مشخصه‌های هماهنگ^۵ می‌شود. حضور برخی از واج‌ها در یک زنجیره نیز می‌تواند همین تأثیر را داشته باشد. برای مثال، در زبان ماسایی^۶ واکه [a] با واکهٔ مجاور خود در مشخصه [ریشهٔ زبان پیش‌آمده] هماهنگ نمی‌شود و از گسترش این مشخصه به واکه‌های دیگر نیز جلوگیری می‌کند. این پدیده را تیرگی^۷ می‌نامند. در مثال‌های زیر، از زبان ماسایی، واکه [a] تیره^۸ است و مانع از گسترش مشخصه [+ریشهٔ زبان پیش‌آمده]، از واکه‌های پس از خود به واکهٔ قبلی، می‌شود (آرکانجلی و پولی‌بلنک، ۲۰۰۷: ۳۶۹):

(۷)

a. /kɪ-dot-un-ie/ → [kidotunie] "ما آن‌را با چیزی بیرون خواهیم کشید."

b. /kɪ-ta-dot-un-ie/ → [kitadotunie] "ما آن‌را با چیزی بیرون کشیدیم."

در مقابل تیرگی، شفافیت^۹ وجود دارد. در مثال‌های بالا، همخوان‌ها شفافند^{۱۰} زیرا مانع از گسترش مشخصه‌های هماهنگ نمی‌شوند.

هماهنگی واکه‌ای را از نظر جهت گسترش مشخصه‌های هماهنگ به دو نوع تقسیم می‌کنند. در صورتی که مشخصه‌های یک واکه به واکه(های) پیش از آن سرایت کند، این نوع هماهنگی را پس‌رو^{۱۱} می‌نامند. برعکس، در صورتی که مشخصه‌های یک واکه به واکه(های) پس

1. Turkana
2. Advanced Tongue Root [ATR]
3. H. Van Der Hulst
4. J. Van Der Weijer
5. harmonic features
6. Maasai
7. opacity
8. opaque
9. transparency
10. transparent
11. regressive

الگوهای هماهنگی واکهای و هم‌تولیدی ...

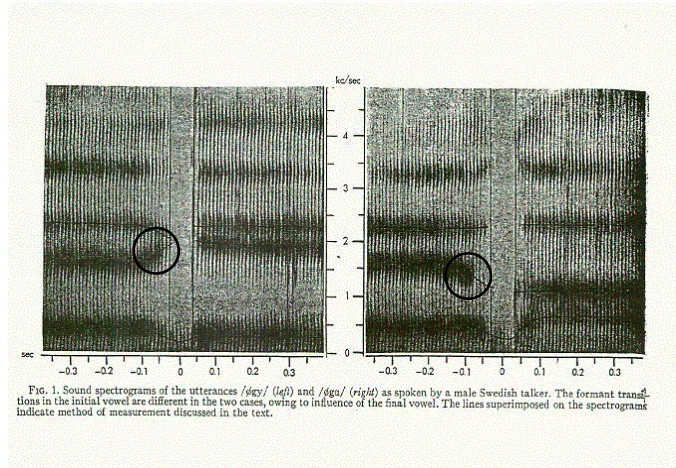
از آن گسترش یابد، آن را پیش‌رو^۱ می‌نامند. برای مثال، هماهنگی واکهای در زبان ترکی از نوع پیش‌رو است، زیرا در هماهنگی بین‌تکواژی همواره مشخصه‌های آخرین واکه ریشه به واکه(های) پسوندها گسترش می‌یابد. هماهنگی واکهای در مثال‌های (۶) و (۷) از زبان‌های تورکانا و ماسایی از نوع پس‌رو هستند.

هماهنگی واکهای نوعی فرایند واجی محسوب می‌شود. به این معنا که طی آن، واکهای مشخصه‌های واکه مجاور خود را می‌پذیرد و به واکهای دیگر در زبان موردنظر بدل می‌شود. اما گاه تأثیر واکه‌های مجاور بر هم آن اندازه نیست که واکه هدف به واکه جدیدی بدل شود، بلکه تغییر یک واکه در بافت واکهای دیگر صرفاً آوایی است و تنها از طریق بررسی‌های ابزاری و کمی سیگنال آکوستیکی یا تولید گفتار مشخص می‌شود. این فرایند را به‌طور خاص، هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه^۲ می‌نامند.

هم‌تولیدی به‌طور کلی، یک فرایند آوایی و فیزیکی است. مجرای گفتار از قوانین فیزیک و محدودیت‌های فیزیولوژیکی پیروی و آوای زبانی را در زمان واقعی^۳ تولید می‌کند و قادر نیست در آن واحد برای تولید واج‌های متوالی، تغییر شکل دهد. به عبارت دیگر، تولید آوای زبانی این‌گونه نیست که مجرای گفتار برای تولید یک واج در وضعیتی ثابت قرار گیرد و سپس برای تولید واج بعدی به‌طور آنی در وضعیت مجزا و ثابت دیگری قرار گیرد. بلکه، اندام‌های گفتاری در تولید زنجیره گفتار به‌نرمی و با سرعت از وضعیتی به وضعیتی دیگر تغییر شکل می‌دهند و در آن واحد تأثیر آوای مجاور، بر هم مشاهده می‌شود. نتیجه چنین فرایندی هم‌تولیدی است (کوهنرت^۴ و نولان^۵، ۱۹۹۹: ۸-۹). هم‌تولیدی، بین کلیه آواها، اعم از واکه‌ها و همخوان‌هایی که در مجاورت یا نزدیکی یک‌دیگر قرار گیرند دیده می‌شود.

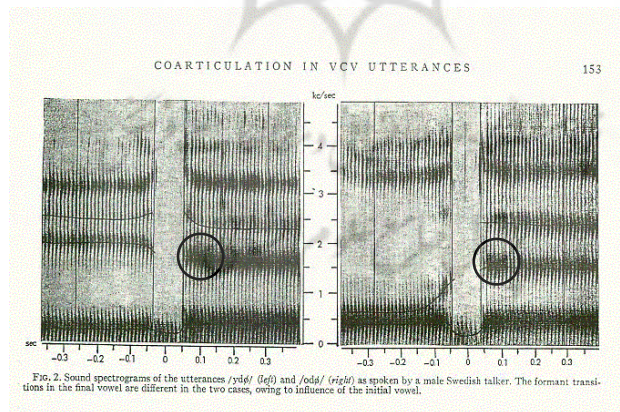
نمونه‌ای از هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه را می‌توان در طیف‌نگاشته‌های^۶ شکل‌های (۱) و (۲) از توالی‌های واکه-همخوان-واکه (VCV) در زبان سوئدی دید (اومان^۷، ۱۹۶۶: ۱۵۲-۱۵۳):

-
1. progressive
 2. vowel-to-vowel coarticulation
 3. real time
 4. B. Kühnert
 5. F. Nolan
 6. spectrogram
 7. S. Öhman



شکل ۱. طیف‌نگاشته توالی‌های [øxy] (چپ) و [øya] (راست) (اومان، ۱۹۶۶: ۱۵۲).

در طیف‌نگاشته‌های شکل (۱) توالی‌هایی مقایسه شده‌اند که در آن‌ها واکه نخست و همخوان در V_1CV_2 یکسانند، ولی واکه دوم متفاوت است. همان‌طور که مشخص شده است، تأثیر واکه دوم بر واکه نخست، در پایانه^۱ سازه^۲ قابل مشاهده است. فرکانس پایانه سازه دوم [ø] در توالی [øxy]، که سازه دوم واکه [y] در آن نسبتاً زیاد است، از فرکانس پایانه سازه دوم همان واکه در توالی [øya]، که در آن سازه دوم واکه [a] نسبتاً کمتر است، بالاتر است. در واقع در این توالی‌ها هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه، از نوع پس‌رو، مشاهده می‌شود.



شکل ۲. طیف‌نگاشته توالی‌های [ydx] (چپ) و [yda] (راست) (اومان، ۱۹۶۶: ۱۵۳).

1. offset
2. second formant (F2)

الگوهای هماهنگی واکه‌ای و هم‌تولیدی ...

در طیف‌نگاشته‌های شکل (۲) توالی‌هایی مقایسه شده‌اند که در آن‌ها واکهٔ دوم و همخوان در V_1CV_2 یکسان‌اند، ولی واکهٔ اول متفاوت است. این طیف‌نگاشته‌ها در واقع هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه از نوع پیش‌رو را نشان می‌دهند. همان‌طور که مشخص شده‌است، تأثیر واکهٔ اول بر واکهٔ دوم در آغازهٔ^۱ سازهٔ دوم قابل مشاهده است. فرکانس آغازهٔ [ø] در توالی [ydø]، که سازهٔ دوم واکهٔ [y] در آن نسبتاً زیاد است، از فرکانس آغازهٔ سازهٔ دوم همان واکه در توالی [adø]، که در آن سازهٔ دوم واکهٔ [a] نسبتاً کمتر است، بالاتر است.

هم‌تولیدی را نباید نقص گفتار دانست. زبان و گفتار تحت تأثیر محدودیت‌های مجرای گفتار تکامل یافته‌اند و دلیلی ندارد که رابطهٔ بین زبان و سازوکار تولیدی، رابطه‌ای ناکارآمد باشد. در واقع، هم‌تولیدی باعث می‌شود ویژگی‌های یک آوا مدت‌زمانی نسبتاً طولانی در اختیار شنونده باشد. نظریه‌های ادراکی به این نکته اشاره کرده‌اند که امکان "پردازش موازی"^۲ اطلاعات مربوط به چند واج اجازه می‌دهد که گفتار سریع‌تر درک شود. به‌طور کلی می‌توان گفت که هم‌تولیدی، حاصل ویژگی‌های سازوکار تولیدی و نظام ادراکی ماست (کوهنرت و نولان، ۱۹۹۹: ۹).

در زبان فارسی نیز، مانند دیگر زبان‌ها، الگوهای خاص هماهنگی واکه‌ای وجود دارند، که در بسیاری از منابع فارسی، از جمله حق‌شناس (۱۳۵۶)، دیهیم (۱۳۶۸)، کلباسی (۱۳۸۰)، بی‌جن‌خان (۱۳۸۴)، کرد زعفرانلو کامبوزیا (۱۳۸۵) و مشکوة‌الدینی (۱۳۸۵)، به آن‌ها اشاره شده است. بخش دوم مقاله حاضر اختصاص دارد به نگاهی مجدد به الگوهای هماهنگی واکه‌ای در زبان فارسی، در قالب تقسیم‌بندی‌های مطرح‌شده در مقدمه. هم‌تولیدی تاکنون در زبان فارسی مورد بررسی قرار نگرفته است. در بخش سوم این مقاله، به بررسی هم‌تولیدی در این زبان پرداخته‌ایم.

۲. هماهنگی واکه‌ای در زبان فارسی

در زبان فارسی، و به‌خصوص در گونهٔ محاوره‌ای آن، هماهنگی واکه‌ای، از نوع درون‌تکواژی و بین‌تکواژی، مشاهده می‌شود. مثال‌های (۸) هماهنگی واکه‌ای درون‌تکواژی را نشان می‌دهند (دیهیم، ۱۳۶۸: ۱۰۴؛ کلباسی، ۱۳۸۰: ۵۲-۵۳؛ کرد زعفرانلو کامبوزیا، ۱۳۸۵: ۱۹۱-۱۹۲؛ مشکوة‌الدینی، ۱۳۸۵: ۱۳۴):

1. onset
2. parallel processing

[a] ~ [ʌ]	[e] ~ [a]	[o] ~ [a]
[ʔesfahan] ~ [ʔesfahan]	[ʔenteha] ~ [ʔentaha]	[mohaceme] ~ [mahaceme]
[saʔadat] ~ [saʔadat]	[ʔerteʔaš] ~ [ʔertaʔaš]	[šoʔar] ~ [šaʔar]
[bahar] ~ [bahar]		

همان‌طور که در مثال‌های (۸) مشاهده می‌شود، کلیهٔ مشخصاتِ واکهٔ افتادهٔ پسین [a] در درونِ یک تکواژ به واکهٔ کوتاهِ هجای پیشین انتقال می‌یابد، مشروط بر این که همخوانی که بین دو واکه قرار گرفته است، چاکنایی باشد. به عبارت دیگر، آغازگرِ هماهنگیِ واکه‌ای پس‌رو، در این مثال‌ها، واکهٔ [a] و هدفِ آن واکه‌های کوتاهِ ماقبلِ آن هستند. این فرایند تنها هنگامی رخ می‌دهد که همخوانِ بینابین، چاکنایی و غیردهانی باشد. یعنی هماهنگیِ واکه‌ای در واژه‌هایی مانند عدالت [ʔeddat] و مبارزه [mobareze]، که در آن‌ها بین [a] و واکهٔ ماقبل، یک همخوانِ دهانی ظاهر شده، روی نمی‌دهد. به عبارت دیگر، در این الگوی هماهنگی، همخوان‌های چاکنایی، شفاف و دیگر همخوان‌ها تیره هستند. این نوع هماهنگیِ واکه‌ای گاه بین تکواژها نیز دیده می‌شود. مثال (۹) یکی از این موارد است:

(۹)

/deh-at/ → [dahat]

واکه‌های افراشتهٔ فارسی نیز می‌توانند در درون یک تکواژ، آغازگرِ هماهنگیِ واکه‌ای شوند، مشروط بر این که واکهٔ میانیِ هجای قبلی، در مشخصهٔ [پسین] با آن یکسان باشد. داده‌های (۱۰) مؤید این مطلب‌اند (دیپهیم، ۱۳۶۸: ۱۰۳-۱۰۴؛ کلیاسی، ۱۳۸۰: ۵۲-۵۳؛ بی‌جن‌خان، ۱۳۸۴: ۱۹۴؛ کرد زعفرانلو کامبوزیا، ۱۳۸۵: ۱۹۵-۱۹۶):

(۱۰)

[o] ~ [u]	[e] ~ [i]
[sorud] ~ [surud]	[sebil] ~ [sibil]
[nofuz] ~ [nufuz]	[celid] ~ [cilid]

الگوهای هماهنگیِ درون‌تکواژی در زبان فارسی را می‌توان نوعی محدودیتِ توزیعی محسوب کرد، به این معنا که در موارد شمارهٔ (۸) و (۹) حضور واکه‌های کوتاه، پیش از واکهٔ پسین افتادهٔ [a]، هنگامی که همخوانِ بینابین غیردهانی باشد، جایز نیست. در موارد شمارهٔ

الگوهای هم‌هنگی واکهای و هم‌تولیدی ...

(۱۰) نیز وقوع واکهای میانی، پیش از واکهای افراشته هم‌جایگاه جایز نیست. لازم است که به این نکته اشاره کنیم که این الگوی هم‌هنگی واکهای، درون تکواژی است و به‌همین دلیل در صورت‌هایی مانند پرمو، خودرو و نظایر آن، که از دو تکواژ تشکیل شده‌اند، عمل نمی‌کند. کلباسی (۱۳۸۰: ۵۳) به نوع دیگری از هم‌هنگی واکهای درون تکواژی اشاره می‌کند که در آن مشخصه‌های واکه [o] به‌طور کامل به واکه پس از آن گسترش می‌یابد. مثال این نوع همگونی پیش‌رو در شماره (۱۱) آمده است:

(۱۱)

/gozaš-t-am/ → [gozoštam]

در زبان فارسی، هم‌هنگی واکهای بین تکواژی نیز مشاهده می‌شود. برای مثال، در فارسی محاوره‌ای تهران، واکه پی‌بست‌های ملکی /مفعولی، که هنگام اتصال به پایه‌های مختوم به همخوان، صورت ارائه‌شده در شماره (۱۲) را دارند، هنگام اتصال به حروف اضافه به، با و/ز، با واکه پایه هم‌هنگ می‌شوند. مثال‌های (۱۳) مؤید این مطلبند.

(۱۲) پی‌بست ملکی / مفعولی

-am, -et, -eš, -emun, -etun, -ešun

(۱۳) الف. به + پی‌بست ملکی / مفعولی

/be + am/ → [behem]

ب. با + پی‌بست ملکی / مفعولی

/ba + et/ → [bahat]

پ. از + پی‌بست ملکی / مفعولی

/az + emun/ → [ʔazamun]

این نوع هم‌هنگی بین تکواژی، ریشه‌ای و پیش‌رو است و طی آن واکه پی‌بست به‌طور کامل با واکه حرف اضافه، هم‌هنگ می‌شود.

در فارسی محاوره‌ای، هماهنگی واکه‌ای بین تکواژی ریشه‌ای و پس‌رو نیز بین واکه [o] در پایه فعلی و پیشوند تصریفی [be-] مشاهده می‌شود (حق‌شناس، ۱۳۵۶: ۱۵۶؛ کلباسی، ۱۳۸۰: ۵۲-۵۳؛ مشکوفاالدینی، ۱۳۸۵: ۱۳۴؛ کرد زعفرانلو کامبوزیا، ۱۳۸۵: ۱۹۷):

(۱۴)

/be-res/ → [beres] /be-do/ → [bodo]
 /be-koš/ → [bokoš] /be-ro/ → [boro]
 /be-con/ → [bokon]

در این مثال‌ها، واکه پیشوند با واکه ریشه به‌طور کامل هماهنگ می‌شود. این نوع هماهنگی واکه‌ای، هنگامی که همخوان بین دو واکه، یک همخوان لبی باشد، به‌وقوع نمی‌پیوندد. به‌عبارت‌دیگر، همخوان‌های لبی در این الگو تیره‌اند و مانع از گسترش مشخصه هماهنگ می‌شوند:

(۱۵)

/be-pors/ → [be-pors]
 /be-bor/ → [bebor]

در تلفظ برخی از گویشوران صورت‌های (۱۶) نیز مشاهده می‌شود، که در آن‌ها واکه پیشوند به‌طور کامل با واکه افراشته ریشه همگون می‌شود:

(۱۶)

/be-riz/ → [biriz] /be-gu/ → [bugu]

همان‌طور که پیش از این گفتیم، هماهنگی واکه‌ای یا ریشه‌ای است یا مسلط. اما به‌نظر می‌رسد که بتوان نوع دیگری از هماهنگی واکه‌ای را نیز در نظر گرفت. در زبان فارسی، پیشوند نفی /na/، هنگامی که پیش از پیشوند /mi/ قرار گیرد، [ne] تلفظ می‌شود. به‌عبارت‌دیگر، واکه پیشوند نفی، در فرایند هماهنگی پس‌رو، مشخصه [+افتاده] خود را از دست می‌دهد و تحت تأثیر واکه پیشوند [mi] به [-افتاده] بدل می‌شود. این هماهنگی، بین واکه‌های دو پیشوند صورت می‌گیرد:

(۱۷)

/na-mi-bin-am/ → [nemibinam]

الگوهای هماهنگی واکه‌ای و هم‌تولیدی ...

به‌طور خلاصه می‌توان گفت که در زبان فارسی هماهنگی واکه‌ای، درون‌تکواژی و بین‌تکواژی است. الگوهای هماهنگی درون‌تکواژی، به استثنای مورد (۱۱)، پس‌رو هستند و هدف هماهنگی واکه‌ای در آن‌ها یکی از سه واکه /e,a,o/ و آغازگر /i,u,a/ است. در الگوی مثال‌های (۸) همخوان‌های چاکنایی، شفاف و بقیه همخوان‌های زبان فارسی تیره‌اند. در هماهنگی واکه‌ای بین‌تکواژی، آغازگر می‌تواند هریک از شش واکه زبان فارسی باشد، ولی هدف به [e] و [a] محدود است. هماهنگی بین‌تکواژی، عمدتاً ریشه‌ای است، یعنی واکه ریشه، آغازگر هماهنگی است. حال اگر واکه ریشه بر واکه پیشوند تأثیر بگذارد، همگونی از نوع پس‌رو و اگر واکه ریشه بر واکه پی‌بست تأثیر بگذارد از نوع پیش‌رو است. البته همان‌طور که در مثال (۱۷) دیدیم، آغازگر و هدف هماهنگی واکه‌ای می‌توانند هردو از واکه‌های وندها باشند. در مثال‌های (۱۵)، که همگونی به‌طور کامل، ولی در مشخصه‌های [+لبی، +پسین] صورت می‌گیرد، همخوان‌های [+لبی] تیره‌اند و مانع از هماهنگی واکه‌ای می‌شوند.

۳. هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه در زبان فارسی

هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه برخلاف هماهنگی واکه‌ای، که یک فرایند واجی است، فرایندی آوایی محسوب می‌شود. در فرایندهای واجی، یک واج در بافت واجی، صرفی یا نحوی خاصی به واج‌گونه واجی دیگر تبدیل می‌شود. درحالی‌که در فرایندهای آوایی، ویژگی‌های تولیدی و آکوستیکی یک آوا تحت تأثیر آواهای مجاور تغییر می‌یابد، به‌گونه‌ای که شنوندگان زبان به آن حساس نیستند و آن‌را نمی‌شنوند. به‌عبارت‌دیگر، در هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه، یک واکه به واج‌گونه خود در بافت واکه‌ای دیگر تبدیل می‌شود. هم‌تولیدی از آن‌جاکه پدیده‌ای فیزیکی است در کلیه زبان‌های دنیا دیده می‌شود و فارسی نیز از این امر مستثنی نیست. در این بخش به بررسی هم‌تولیدی در زبان فارسی می‌پردازیم.

۴. روش‌شناسی

۴.۱. شرکت‌کنندگان

دو گویشور مرد فارسی‌زبان ۳۵ و ۳۸ ساله در این آزمایش شرکت کردند. زبان فارسی، زبان مادری هر دو گویشور بود و هردو نیز به زبان انگلیسی احاطه داشتند.

۴.۲. نمونه‌های گفتاری

توالی‌های بی‌معنای $[C_1V_1.C_2V_2]$ ، که در آن‌ها C شامل کلیه همخوان‌های انسدادی دهانی فارسی است، برای بررسی هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه تنظیم گردید. در بررسی هم‌تولیدی

پس‌رو، V_1 ثابت و شامل هر شش واکنه اصلی زبان فارسی، و V_2 بین $[i, a]$ متغیر بود. به‌همین ترتیب، برای بررسی هم‌تولیدی پیش‌رو، V_2 ثابت و شامل هر شش واکنه اصلی فارسی، و V_1 بین $[i, a]$ متغیر بود. این واژه‌های بی‌معنا در جمله حامل^۱ "اینجا — نوشته"، که در آن جای خالی با واژه ساختگی پر شده بود، قرار داده شدند. تکیه واژه‌ها طبق تکیه اسم در فارسی روی هجای آخر قرار داشت. از شرکت‌کنندگان خواسته شد که هر جمله را سه بار تکرار کنند و به‌این ترتیب ۸۶۴ نمونه گفتاری (۶ واکنه ثابت \times ۲ واکنه متغیر \times ۲ جهت همگونی \times ۶ همخوان \times ۳ تکرار \times ۲ شرکت‌کننده) به‌دست آمد.

۳.۴. ابزارهای ضبط و اندازه‌گیری

نمونه‌های گفتاری با استفاده از میکروفون شور (Shure SM58) و رایانه (Power Macintosh 7100/80)، و با به‌کارگیری نرم‌افزار تحلیل صوت (SoundScope/16) در اتاق آکوستیک ضبط شدند. اندازه‌گیری نمونه‌ها نیز با استفاده از همین نرم‌افزار و با مشخصات زیر صورت گرفت: طیف^۲ FFT^۳ با ۱۰۲۴ نقطه و صافی^۴ ۴۵ هرتز، طیف^۵ LPC با ضریب^۶ ۲۵، طول پنجره^۷ ۲۰ هزارم ثانیه و ۵۱۲ نقطه، طیف‌نگاشته با تنظیم صافی ۱۵۰ هرتز و ۱۰۲۴ نقطه FFT.

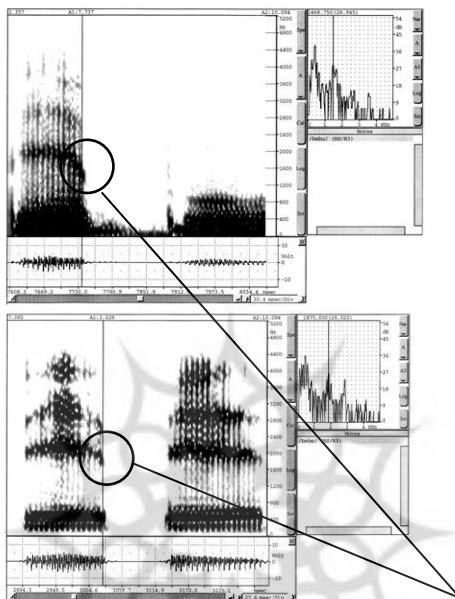
۴.۴. شیوه اندازه‌گیری نمونه‌های گفتاری

میزان هم‌تولیدی، از طریق اندازه‌گیری فرکانس سازه دوم (F_2) واکنه‌ها تعیین شد. برای اندازه‌گیری میزان هم‌تولیدی پس‌رو (راست به چپ) در توالی‌های $[C_i V_1 . C_i V_2]$ ، یعنی برای بررسی میزان تأثیر V_2 بر V_1 ، واکنه نخست ثابت و واکنه دوم بین $[i, a]$ متغیر در نظر گرفته شد. دلیل انتخاب این دو واکنه آن بود که فرکانس سازه دوم $[i]$ ، به نسبت زیاد، و فرکانس سازه دوم $[a]$ ، به نسبت کم، است و می‌توان تأثیر این سازه را در صورت وجود هم‌تولیدی بر روی پایانه سازه دوم V_1 دید (در آخرین دوره تناوب^۸ واکنه پیش از انسداد همخوان). شکل ۳ نمونه‌هایی از طیف‌نگاشته‌های توالی‌های $[biba]$ (سمت چپ) و $[bibi]$ (سمت راست) را نشان می‌دهد. در این توالی‌ها $[i]$ ، در جایگاه V_1 ثابت، و V_2 بین $[i, a]$ متغیر است. تأثیر

-
1. carrier phrase
 2. spectrum
 3. Fast Fourier Transform
 4. filter
 5. Linear Predictor Coefficients
 6. coefficient
 7. frame length
 8. pitch period

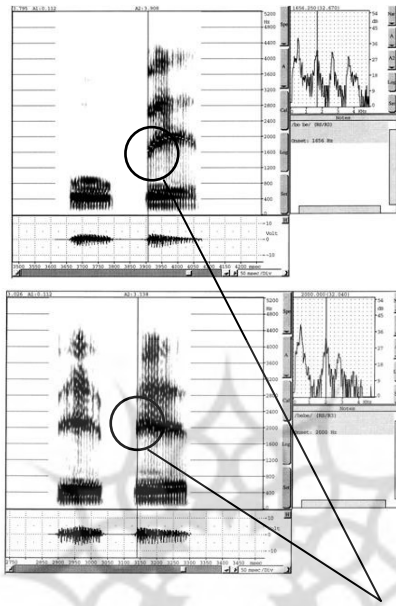
الگوهای هماهنگی واکه‌ای و هم‌تولیدی ...

واکه دوم بر واکه اول، همان‌طور که در تصویر نیز نشان داده شده است، با اندازه‌گیری فرکانس پایانه سازه دوم V_1 ، در هر دو مورد، و محاسبه تفاضل آن‌ها تعیین گردید. برای مثال، اگر فرکانس پایانه سازه دوم V_1 در توالی [bibi]، ۲۰۰۰ هرتز، و در توالی [biba]، ۱۲۰۰ هرتز، بود، اختلاف این دو فرکانس (۸۰۰ هرتز) به‌عنوان میزان هم‌تولیدی در نظر گرفته شد.



فرکانس پایانه - فرکانس پایانه = میزان هم‌تولیدی پسرو
شکل ۳. نحوه تعیین میزان هم‌تولیدی در هماهنگی پسرو (راست به چپ).

به‌همین ترتیب، برای اندازه‌گیری میزان هم‌تولیدی پیشرو (چپ به راست) در توالی‌های $[C_iV_1.C_iV_2]$ ، یعنی برای بررسی میزان تأثیر V_1 بر V_2 ، واکه دوم ثابت و واکه اول بین $[i,a]$ متغیر در نظر گرفته شد. در این جا نیز می‌توان به‌دلیل بالابودن فرکانس سازه دوم $[i]$ نسبت به سازه دوم $[a]$ ، تأثیر این سازه را، در صورت وجود هم‌تولیدی، بر روی آغاز سازه دوم V_2 دید. (در نخستین دوره تناوب پس از انسداد همخوان). شکل ۴ نمونه‌هایی از طیف‌نگاشته‌های توالی‌های [babi] (سمت چپ) و [bibi] (سمت راست) را نشان می‌دهد. در این توالی‌ها $[i]$ در جایگاه V_2 ثابت و V_1 بین $[i,a]$ متغیر است. تأثیر واکه اول بر واکه دوم، همان‌طور که در تصویر نیز نشان داده شده است، با اندازه‌گیری فرکانس آغاز سازه دوم V_2 در هر دو مورد، و محاسبه تفاضل آن‌ها تعیین گردید. برای مثال، اگر فرکانس آغاز سازه دوم V_2 در توالی [bibi] ۲۰۰۰ هرتز و در توالی [babi] ۱۲۰۰ هرتز بود، اختلاف این دو فرکانس (۸۰۰ هرتز) به‌عنوان میزان هم‌تولیدی در نظر گرفته شد.



فرکانس آغاز - فرکانس آغاز = میزان هم‌تولیدی
شکل ۴. نحوه تعیین میزان هم‌تولیدی در هماهنگی پیش‌رو (چپ به راست).

۵. یافته‌ها

نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه پیش‌رو و پس‌رو، به‌طور کلی و با در نظر گرفتن متغیرهای واکداری و بی‌واکی و جایگاه تولید همخوان بینابین، در جدول (۱) آمده است.

الگوهای هماهنگی واکه‌ای و هم‌تولیدی ...

جدول ۱. میزان هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه بر اساس متغیرهای جهت هم‌تولیدی، واکداری/بی‌واکی و جایگاه تولید همخوان انسدادی بین‌واکه‌ای (هرتز).

متغیر	واکه ثابت						میانگین	معناداری
	a	o	u	a	e	i		
نوع هماهنگی								
پس‌رو (راست به چپ) $F(1,10=0/035),$ $p=0/8547$	۱۶۸	۱۶۹	۱۸۱	۱۷۳	۲۴۰	۲۰۳	۴۳	
	۱۶۳	۱۷۹	۱۵۸	۱۸۴	۱۵۷	۱۸۳	۱۱۵	پیش‌رو (چپ به راست)
واک‌داری								
$F(1,10=0/443),$ $p=0/5207$	۱۷۵	۱۶۷	۱۹۸	۱۹۷	۱۹۸	۲۳۰	۵۹	همخوان واک‌دار
	۱۵۶	۱۸۱	۱۴۱	۱۵۹	۲۰۰	۱۵۵	۱۰۰	همخوان بی‌واک‌دمیده
جایگاه تولید								
$F(2,15=1/131),$ $p=0/3487$	۱۵۷	۱۳۰	۱۱۸	۱۳۲	۲۳۰	۲۵۲	۸۰	لبی
	۱۴۶	۱۸۱	۱۵۷	۱۸۴	۱۴۹	۱۳۳	۷۴	دندانی / لثوی
	۱۹۳	۲۱۱	۲۳۳	۲۱۸	۲۱۶	۱۹۴	۸۳	کامی/نرم‌کامی
	۱۷۴	۱۶۹	۱۷۸	۱۹۹	۱۹۳	۸۰		میانگین

نتایج به‌دست‌آمده حاکی از وجود هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه در گفتار آزمایشگاهی گویشوران زبان فارسی است. به‌عبارت‌دیگر، عدد بزرگ‌تر از صفر در جدول بالا به‌این معناست که فرکانس پایانه/آغاز سازۀ دوم یک واکه ثابت، بسته‌به‌این‌که واکه پس/پیش از آن [i] یا [a] باشد، تغییر می‌کند و این تغییر ناشی از تأثیر واکه متغیر است. نکته شایان ذکر این‌که تحلیل آماری داده‌های جدول (۱) با در نظر گرفتن سطح معناداری $p < 0/05$ ، هیچ‌گونه تفاوت معناداری را بین متغیرها نشان نمی‌دهد. بنابراین می‌توان گفت که گرچه هم‌تولیدی وجود دارد، ولی تفاوت بین اعداد به‌دست‌آمده، به‌لحاظ آماری معنادار نیست. با وجود این می‌توان گرایش‌هایی را در این داده‌ها به‌شرح زیر ملاحظه کرد:

(۱) میزان هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه پس‌رو (۱۶۸ هرتز) و پیش‌رو (۱۶۳ هرتز)، بدون در نظر گرفتن ویژگی‌های همخوان بین‌واکه‌ای، تقریباً یکسان است.

(۲) میزان هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه، هنگامی که همخوان بینابین واک‌دار است (۱۷۵ هرتز)، اندکی بیش از زمانی است که این همخوان بی‌واک و دمیده است (۱۵۶ هرتز).
 (۳) بررسی میزان هم‌تولیدی، برحسب جایگاه تولید همخوان بینابین نیز نشان می‌دهد که واکه‌ها در دو سوی همخوان‌های دندانی/ لثوی، کمترین میزان هم‌تولیدی (۱۴۶ هرتز)، و در دو سوی همخوان‌های کامی/ نرمکامی، بیشترین میزان هم‌تولیدی (۱۹۳ هرتز)، را دارند. هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه در دو سوی همخوان‌های لبی، بینابین این دو وضعیت است (۱۵۷ هرتز).

(۴) واکه [i] کمترین میزان هم‌تولیدی (۸۰ هرتز)، و واکه‌های [a,e] بیشترین میزان هم‌تولیدی (۱۹۳ و ۱۹۹ هرتز)، را با واکه متغیر نشان می‌دهند. دیگر واکه‌ها، که شامل کلیه واکه‌های پسین فارسی می‌شود، در وضعیتی بینابین قرار دارند.

۶. نتیجه‌گیری

مطالعات رکاسنز^۱ (۲۰۰۲) نشان داده است که میزان هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه در دو سوی همخوان‌های گرفته دندانی/ لثوی، و به‌طور کلی همخوان‌هایی که نوک یا تیغه زبان در تولید آن‌ها دخالت دارد، در مقایسه با سایر همخوان‌ها پایین است. مطالعات دیگر نیز نشان داده‌اند که انسدادی‌های دندانی/ لثوی کانون آغاز^۲ نسبتاً ثابتی دارند (دلایر و همکاران^۳، ۱۹۵۵)، یعنی آغاز^۴ سازه دوم آن‌ها فارغ از محیط واکه‌ای، ثابت و در حدود ۱۸۰۰ هرتز است. به‌عبارت‌دیگر، می‌توان گفت که همخوان‌های انسدادی دندانی/ لثوی، به‌لحاظ آکوستیکی، ویژگی‌های ثابتی دارند و به‌نسبت دیگر همخوان‌های انسدادی بیشتر مانع از هماهنگی واکه‌ای می‌شوند. نتایج پژوهش حاضر در مورد عمل‌کرد متفاوت همخوان‌های دندانی/ لثوی در زبان فارسی، با این ملاحظات قابل توجیه است.

مطالعات دیگر (گی^۴، ۱۹۷۹؛ انگسترن^۵، ۱۹۸۹؛ فارنتانی^۶، ۱۹۹۰؛ هول و همکاران^۷، ۱۹۹۰) نشان داده‌اند که بدنه زبان در تولید واکه‌هایی که در مجاورت همخوان‌های انسدادی واک‌دار قرار دارند، بیشتر تأثیرات بافت را می‌پذیرد تا هنگامی که در مجاورت انسدادی‌های بی‌واک دمیده باشد. به‌عبارت‌دیگر، به‌نظر می‌رسد که مقتضیات آیرودینامیکی دمش، مانع از آن می‌شود که هنگام تولید همخوان بی‌واک دمیده، بدنه زبان به‌آزادی تحت تأثیر محیط

-
1. D. Recasens
 2. onset locus
 3. P. C. Delattre, et al.
 4. T. Gay
 5. O. Engstrand
 6. E. Farnetani
 7. P. Hoole et al.

الگوهای هماهنگی واکه‌ای و هم‌تولیدی ...

واکه‌ای مجاور قرار گیرد. همین امر باعث می‌شود که هم‌تولیدی واکه‌به‌واکه در دو سوی همخوان‌های انسدادی بی‌واکِ دمیده، به نسبت جفت‌های واک‌دارشان، کمتر باشد. برخی از مطالعات نیز نشان داده‌اند که هم‌تولیدی واکه‌ای متأثر از نظام واجی هر زبان است (ر.ک مانوئل^۱، ۱۹۹۹). هر قدر در زبانی بار اطلاعاتی یک واج بیشتر باشد، میزان هم‌تولیدی آن با واج‌های مجاور کمتر است، تا احتمال اشتباه شدن آن با واج‌های دیگر کمتر شود. بالاتر بودن میزان تأثیرپذیری واکه‌های [e] و [a] در بررسی‌های آکوستیکی و پایین بودن آن در واکه [i] می‌تواند متأثر از ویژگی‌های نظام واجی زبان فارسی باشد. در بررسی الگوهای هماهنگی واکه‌ای دیدیم که در اکثر قریب‌به‌اتفاق موارد، هدف هماهنگی واکه‌ای، یکی از سه واکه‌ای است که در زبان فارسی اصطلاحاً کوتاه نام گرفته‌اند. همین واکه‌ها در بررسی هم‌تولیدی نیز تأثیرپذیری بسیار بالایی را نشان می‌دهند. در بسیاری از موارد آغازگر هماهنگی واکه‌ای، یکی از سه واکه‌ای است که اصطلاحاً واکه بلند نام دارند. در بررسی هم‌تولیدی دیدیم که واکه‌های بلند [i] و [a] نیز به‌عنوان واکه متغیر تأثیر زیادی بر سایر واکه‌ها دارند. ولی در این میان [i] از سایر واکه‌ها کمترین تأثیر را می‌پذیرد. به نظر می‌رسد که بار اطلاعاتی واکه‌هایی مانند [e] و [a] در زبان فارسی به نسبت دیگر واکه‌ها کمتر باشد، چنان‌که جانشین شدن آن‌ها در هجای نخست واژه‌هایی مانند *مداد*، *لباس*، *تمیز* و نظایر آن، تمایز معنایی ایجاد نمی‌کند. هم‌تولیدی، فرایندی آوایی است که تنها از طریق بررسی‌های آکوستیکی قابل تشخیص است. اما اگر میزان هم‌تولیدی به اندازه‌ای شود که شنوندگان زبان به آن حساس شوند، زمینه برای هماهنگی واکه‌ای و واجی‌شدگی^۲ تغییرات حاصل از هم‌تولیدی فراهم شده است.

منابع

- بی‌جن‌خان، محمود (۱۳۸۴). *واج‌شناسی: نظریه بهینگی*. تهران: سمت.
- حق‌شناس، علی‌محمد (۱۳۵۶). *آواشناسی (فونتیک)*. تهران: انتشارات آگاه.
- دیهیم، گیتی (۱۳۶۸). "گرایش‌های آوایی و واجی فارسی گفتاری تهران". *مجله زبان‌شناسی*، سال ششم، شماره دوم، پاییز و زمستان، ۹۷-۱۰۵.
- کرد زعفرانلو کامبوزیا، عالییه (۱۳۸۵). *واج‌شناسی: رویکردی قاعده‌بنیاد*. تهران: سمت.
- کلباسی، ایران (۱۳۸۰). "فارسی گفتاری و نوشتاری". *فرهنگ (ویژه‌ی زبان‌شناسی)*. ۳۷-۳۸، بهار-تابستان، ۴۹-۶۸.

1. S. Manuel
2. phonologization

مشکوٰة‌الدینی، مهدی (۱۳۸۵). ساخت آوایی زبان (با بازنگری و ویراستاری مجدد). مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد.

- Archangeli, D. & D. Pullyblank (2007). "Harmony", In de Lacy, P. (ed.) *The Cambridge Handbook of Phonology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Delattre, P. C. & A. M. Liberman & F. S. Cooper (1955). "Acoustic Loci and Transitional Cues for Consonants". *Journal of the Acoustical Society of America*, 27, 769-773.
- Engstrand, O. (1989). "Towards an Electropalatographic Specification of Consonant Articulation in Swedish". *Phonetic Experimental Research at the Institute of Linguistics (PERILUS)*, 10, 115-156.
- Farnetani, E. (1990). "V-C-V Lingual Coarticulation and its Spatial Temporal Domain". In: W.J., & A. Marchal (Eds.). *Speech Production and Speech Modelling*, 93-110. Netherlands: Kluwer Academic.
- Gay, T. (1979). "Coarticulation in Some Consonant-Vowel and Consonant-Cluster Vowel Syllables". In B. Lindblom, & S. E. G. Öhman (Eds.). *Frontiers of Speech Communication Research*, 69-76. London: Academic Press.
- Hoole, P. & S. Gfroerer & H. G. Tillmann (1990). "Electromagnetic Articulography as a Tool in the Study of Lingual Coarticulation". *Forschungsberichte des Instituts für Phonetik und Sprachliche Kommunikation*. München, 28, 107-122.
- Kühnert, B. & F. Nolan (1999). "The Origin of Coarticulation". In W. J. Hardcastle & N. Hewlett (eds.). *Coarticulation: Theory, Data and Techniques*, 7-30. Cambridge: Cambridge University Press.
- Manuel, S. (1999). "Cross-language Studies: Relating Language-particular Coarticulation Patterns to other Language-particular Patterns". In Hardcastle, W. J. & Hewlett, N. (eds.) *Coarticulation: Theory, Data and Techniques*, 179-198. Cambridge: Cambridge University Press.
- Öhman, S. (1966). "Coarticulation in VCV Utterances: Spectrographic Measurements". *Journal of the Acoustical Society of America*, 39, 151-68.
- Recasens, D. (2002). "An EMA Study of VCV Coarticulatory Direction". *Journal of the Acoustical Society of America*, 111, 2828-2841.
- Roca, I. & W. Johnson (1999). *A Course in Phonology*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Van Der Hulst, H. & J. Van Der Weijer (2007). "Vowel Harmony". *Blackwell Reference Online*.