اصل توالی رسایی در زبان فارسی

افشین رحیمی[1]، بهرام وزیرنژاد[2] و محرم اسلامی[3]
[1و2] آزمایشگاه پردازش گفتار و زبان، گروه زبان‌شناسی رایانشی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران
[3] دانشکدهٔ زبان‌شناسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

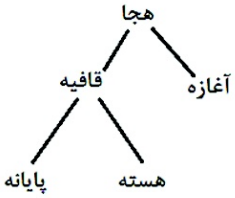
چکیده

در این پژوهش توزیع رسایی در هجای زبان فارسی بررسی شده است. مطابق با اصل توالی رسایی، رسایی در هجا می‌بایست از مقدار کمینهٔ شروع شده در هسته به اوج رسیده و سپس تا پایانه کاهش یابد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که زبان فارسی از این الگو به صورت کلی پیروی می‌کند. نتایج حاصله نشان می‌دهد که گروه‌های هم‌خوانی رسا در تمامی جایگاه‌ها بیش از میزان قابل انتظار ظاهر شده و گروه‌های هم‌خوانی نارسا مانند هم‌خوان‌های انفجاری تنها در جایگاه‌های پیش‌واکه‌ای به میزان مورد انتظار ظاهر شده‌اند که نشان‌گر اهمیت جواز ادراکی بافت در میزان رخداد این گروه از هم‌خوان‌هاست. این نتایج تأییدی بر نظریه جواز ادراکی است.

واژگان کلیدی: اصل توالی رسایی، هجا، زبان فارسی، واج‌شناسی

۱- معرّفی

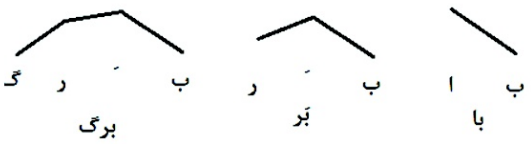
یکی از مباحث اصلی واج‌آرایی زبان، ساختار هجایی و محدودیت‌های واج‌آرایی مرتبط با آن است. هجا یکی از متداول‌ترین و از نظر تطبیق با عملکرد شناختی مغز انسان طبیعی‌ترین ساختارهایی است که در مطالعهٔ زبان به‌کار رفته است. هجا به‌صورت ساده از یک واکه که به‌طور معمول یک یا چند هم‌خوان را در پیش و گاهی یک یا چند هم‌خوان را در پس خود دارد، تشکیل می‌شود. به واکهٔ مرکزی هسته[1] هجا، به هم‌خوان‌های پیش از هسته، آغازه[2] و به هم‌خوان‌های پس از واکه، پایانهٔ[3] هجا گفته می‌شود. قدیمی‌ترین دیدگاه در مورد هجا بر اساس مشاهدهٔ تولید گفتار به وجود آمده است. در هنگام تولید یک هجا دهان ابتدا باز و سپس بسته می‌شود. بر اساس این دیدگاه هر واج در یک دنبالهٔ واجی از یک هجا دارای درجه خاصی از شدت و یا رسایی[4] است که نشان‌گر میزان بازبودن دهان است. در هنگام تولید یک هجا از یک موقعیت که دهان بسته است (آغازه) به یک موقعیت که دهان به‌صورت بیشینه باز است (هسته) رسیده و سپس دوباره به یک موقعیت که دهان بسته است (پایانه) می‌رسیم. بنابراین میزان شدت و یا رسایی واج‌های زبان در تولید یک هجا ابتدا دارای شیب مثبت است تا به هسته و بیشینه مقدار خود برسد و سپس شیب رسایی منفی می‌شود و رسایی از هسته به پایانه کاهش می‌یابد. شکل (۱-۱) ساختار هجایی شرح داده شده را نشان می‌دهد. در بررسی‌های هجایی به‌طور معمول هسته و پایانه را جزیی از یک ساختار بزرگ‌تر به نام قافیه[5] به شمار می‌آورند.



(شکل- ۱-۱): ساختار هجا

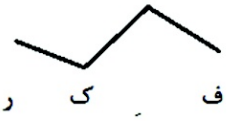
[1] nucleus
[2] onset
[3] coda
[4] sonority
[5] rhyme

همان‌طور که گفته شد، رسایی که به‌طور ساده می‌توان آن را میزان بازبودن دهان در هنگام ادای یک واج یا میزان شدت صوت سیگنال حاصل دانست از آغازه تا هستهٔ هجا افزایش یافته، در هسته به اوج رسیده و از هسته تا پایانه کاهش می‌یابد. به این الگوی تغییر رسایی در هجا دراصطلاح اصل توالی رسایی[1] گفته می‌شود. در شکل (۱-۲) این الگو در چند واژه از زبان فارسی مشاهده می‌شود.



(شکل- ۱-۲): اصل توالی رسایی در هجاهای زبان فارسی

همان‌طور که در شکل (۱-۲) مشاهده می‌شود میزان رسایی در تمامی واژه‌ها از آغازه به‌سمت هسته افزایش و از هسته به‌سمت پایانه کاهش می‌یابد. البته در زبان فارسی واژه‌های فراوانی وجود دارند که از این قانون به تمامیت پیروی نمی‌کنند. در شکل (۱-۳) یک نمونه از این واژه‌ها دیده می‌شود.



(شکل ۱-۳): الگوی نشان‌دار تغییر رسایی در زبان فارسی

همان‌طور که مشاهده می‌شود در واژهٔ "فِکر" رسایی پس از هسته ابتدا کاهش یافته و سپس افزایش می‌یابد. پرسش مطرح‌شده این است که زبان فارسی به چه میزان از این الگوها پیروی می‌کند؟

۱-۱- رسایی

رسایی از کلیدهای شناختی[2] در تشخیص آواهای زبان است و از نظر تولیدی، نشان‌گر بازبودن بیشتر دهان؛ از نظر شنیداری، نشان‌گر شدت بیش‌تر صوت و از نظر صوت‌شناختی، نشان‌گر دامنه بیشتر سیگنال صوتی است. رسایی هر آوا ناظر بر بلندی نسبی آن در مقایسهٔ با دیگر آواهاست (Ladefoged & Johnson, 2010). رسایی مقوله‌ای نسبی است؛ به این معنی که میزان رسایی یک آوا نسبت به آوای دیگری سنجیده می‌شود و براساس آن آواهای هر زبان را به صورت سلسله‌مراتبی دسته‌بندی می‌کنند. نسبت رسایی آواها در زبان‌های مختلف، اندکی متغیر است و می‌توان سلسله‌مراتب آواها را از نظر میزان رسایی در مورد همه زبان‌ها با تغییراتی اندک جاری دانست. درصورتی‌که رسایی دارای طبقات جهانی باشد، این مشخصه می‌بایست به‌حتم دارای کلیدهای فیزیکی صوت‌شناختی که براساس ساختار تولید گفتار و سیستم شنوایی انسان بنا شده باشد. پژوهش‌های متنوعی در زمینه ماهیت رسایی انجام شده و نتایج مختلفی را دربرداشته است. به‌عنوان مثال (Clements, 1990) بیان می‌کند اختلاف رسایی نمی‌تواند براساس یک مشخصهٔ فیزیکی یا شنیداری تعریف شود. همچنین در منابع دیگر مانند (Kenstowicz, Kawasaki & Ohala, 1980 ; 1994) نیز همین نظر را داشته‌اند. رسایی را با استفاده از میزان عبور آزاد هوا از دهان یا بینی تعریف کرده‌اند (Hyman, 1975; Fromkin, Rodman, & Hyams, 2010 ; Roca & Johnson, 1999). در (Parker, 2002) پایه‌های آوایی رسایی به‌طور مفصل بررسی شده است. واج‌های زبان را با توجه به میزان رسایی در یک سلسله‌مراتب قرار می‌دهند. در زیر یک نمونه از این سلسله‌مراتب که در این بررسی از آن استفاده شده، مشاهده می‌شود.

(جدول- ۱-۱): سلسله‌مراتب رسایی گروه‌های واجی زبان فارسی به همراه نشانهٔ اختصاری و درجهٔ رسایی آنها

ردیف	گروه هم‌خوان	هم‌خوان‌ها	مخفف	تعداد هم‌خوان	درجه رسایی
۱	روان‌ها	[y, r, l]	LI	۳	۵
۲	خیشومی‌ها	[m, n]	NA	۲	۴
۳	سایشی‌ها	[v, z, ʒ, f, s, ʃ, h, x]	FR	۸	۳
۴	انسایشی‌ها	[t ʃ, dʒ]	AF	۲	۲
۵	انسدادی‌ها	[b, d, g, q, ʔ, p, t, k]	PL	۸	۱

۱-۲- اصل توالی رسایی

هجا به‌صورت دنباله‌ای از یک یا چند قطعه تعریف می‌شود که یک پالس از انرژی صوتی را تشکیل می‌دهند. انرژی صوتی که در حاشیه هجا کمینه و در هستهٔ هجا بیشینه می‌شود، رسایی نام گرفته است (Pike, 1943). با شکل‌گیری مدل‌های رسمی در زبان‌شناسی در قرن بیستم تمایل صداهای زبان به قرارگیری در یک الگوی پایین و بالای

[1] Sonority Sequencing Principle (SSP)
[2] Cognitive Cues

رونده اصل توالی رسایی[1] نام گرفت. پژوهش‌های بسیار زیادی در این زمینه انجام شده که برخی از مهم‌ترین آن‌ها (Clements, 1990; J. W. Harris, 1982; Blevins, 1995 ; Hooper, 1976; Selkirk, 1984) است. اصل توالی رسایی را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد:

الف) در هر هجا یک بیشینهٔ مقدار رسایی وجود دارد که هستهٔ هجا نامیده می‌شود.

ب) هرچه از حاشیهٔ هجا به سمت هستهٔ هجا حرکت کنیم، رسایی بیشتر می‌شود.

به همین خاطر است که به‌طور معمول در هستهٔ هجا واکه‌ها و در حاشیه آنها هم‌خوان‌ها قرار می‌گیرند. همچنین در زبان انگلیسی خوشه‌های هم‌خوانی که در آغازهٔ هجا قرار می‌گیرند، درصورتی‌که از این اصل پیروی کنند، خوش‌ساخت‌ترند. به‌عنوان مثال /pl/ یک خوشهٔ هم‌خوانی خوش‌ساخت و /lp/ یک خوشهٔ هم‌خوانی غیرخوش‌ساخت برای آغازهٔ یک هجا محسوب می‌شود. در زبان فارسی اهمیت این اصل به حدی است که اساساً خوشه‌های هم‌خوانی در آغازه را ممنوع کرده است.

با این وجود برخی از زبان‌ها الگوهای توالی رسایی را در خود دارند که برخلاف اصل توالی رسایی است. (Ohala, 1990). یک نمونه از این الگوهای ناقض اصل توالی رسایی کلماتی مانند school و stick در زبان انگلیسی هستند که در آنها قطعهٔ دوم قرارگرفته در آغازه، رسایی کمتری نسبت به قطعهٔ اوّل دارد و این موضوع خلاف اصل توالی رسایی است. از جمله زبان‌های دیگری که دارای ساختار هجایی پیچیده و بعضاً ناقض اصل توالی رسایی هستند روسی (Halle, 1971) است. چارچوب‌های بسیار متنوعی برای توجیه این استثناها در واج‌شناسی ایجاد شده است که از جملهٔ آنها می‌توان به هستهٔ تهی‌بودن هجاها اشاره کرد. در نظریهٔ بهینگی (Prince & McCarthy & Prince, 1993 ; Smolensky, 1993) مدلی ارائه شده که می‌تواند این استثناها را توجیه کند. در نظریهٔ بهینگی تمامی محدودیت‌های نشان‌داری در تمامی زبان‌ها به‌صورت جهانی حضور دارند؛ اما درجهٔ اهمیت متفاوتی در هر زبان داشته و قابل نقض هستند. استثناهای اصل توالی رسایی نیز به پایین‌بودن درجهٔ اهمیت محدودیت‌های نشان‌داری مرتبط با این اصل در زبان‌ها مربوط می‌شوند. بنابراین در یک زبان، اصل توالی رسایی می‌تواند اهمیت بسیار بالایی و در زبانی دیگر اهمیت پایینی داشته باشد. بررسی میزان پیروی زبان فارسی از این اصل یکی از اهداف این پژوهش است.

۲- مطالعات پیشین

در زبان فارسی پژوهش‌های متنوعی در زمینه ساختار هجایی به‌صورت عمومی و همچنین اصل توالی رسایی به‌طور اخص وجود دارد. برای بررسی بیشتر به (بی‌جن‌خان، ۱۳۸۴) مراجعه شود. همچنین (کامبوزیا و دیگران، ۱۳۸۹) به بررسی اصل توالی رسایی در زبان فارسی باستان پرداخته‌اند و نتایج آنها نشان می‌دهد با اینکه ساختار هجایی زبان فارسی باستان پیچیده تر بوده است، اصل توالی رسایی رعایت می‌شده است، اما ضعفی که در این پژوهش و سایر پژوهش‌های مشابه وجود دارد، این است که مبتنی بر یک روش آماری دقیق همانند معیار میزان مشاهده‌شده به میزان مورد انتظار نیستند و همچنین نتایج به‌دست آمده را با نظریه‌های واج‌شناختی مانند نظریهٔ جواز ادراکی پشتیبانی نمی‌کنند. در این پژوهش علاوه‌بر استفاده از روش‌های آماری از نظریه‌های زبان‌شناختی نیز برای تبیین نتایج به‌دست آمده استفاده می‌شود.

۳- داده‌ها و روش آزمایش

در این بررسی از واژگان زایای زبان فارسی (اسلامی و دیگران، ۱۳۸۳) برای استخراج ساختارهای هجایی و بررسی توزیع گروه‌های رسایی مختلف در آنها استفاده شده است. واژگان زایای زبان فارسی واج نویسی شده‌اند و همچنین هر واژه دارای بسامد در پیکره است.

در این بررسی ابتدا تمامی واژه‌ها در واژگان زبان فارسی براساس قوانین سادهٔ هجاسازی زبان فارسی به هجاهای تشکیل دهندهٔ خود تجزیه‌شده و در پایگاه داده ذخیره شدند. سپس به ازای هر نوع هجا بسامدهای نوع (بسامد در واژگان) شمارش شده و در پایگاه داده ذخیره شد؛ سپس بسامد نوع هر گروه رسایی در هر جایگاه هجایی مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش‌ها برای بسامد واحد نیز تکرار شد که به‌دلیل یکسان‌بودن تقریبی نتایج با آزمایش‌های بسامد نوع از آوردن نتایج مربوطه خودداری کردیم. برای بررسی بسامد رخداد گروه‌های مختلف رسایی در جایگاه‌های مختلف نمی‌توان صرفاً به بسامد رخداد و یا احتمال رخداد توجه کرد؛ چون‌که به‌عنوان مثال گروه رسایی یک با هشت هم‌خوان را نمی‌توان تنها با استفاده از بسامد با

[1] Sonority Sequencing Principle (SSP)

گروه هم‌خوانی روان‌ها با چهار هم‌خوان مقایسه کرد. به این منظور از معیار مشهور بخش میزان مشاهده شده به میزان قابل انتظار[1] استفاده می‌کنیم به این معنی که احتمال واقعی رخداد یک گروه هم‌خوانی در یک جایگاه را بر احتمال قابل انتظار بر اساس تعداد هم‌خوان‌های این گروه‌ها تقسیم می‌کنیم.

۴- نتایج

در این بخش نتایج بررسی توزیع گروه‌های مختلف رسایی در جایگاه‌های مختلف هم‌خوانی در سه ساختار هجایی CV, CVC و CVCC ارائه شده است.

۴-۱- توزیع رسایی در هجای CV

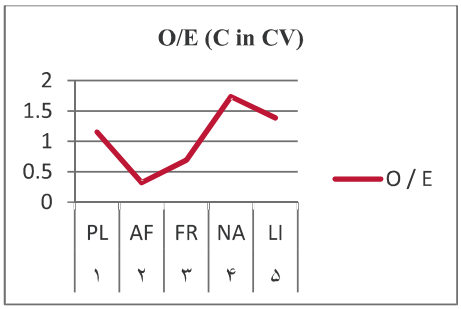
در جدول (۴-۱) توزیع گروه‌های مختلف رسایی در جایگاه هم‌خوانی هجای CV مشاهده می‌شود.

(جدول- ۴-۱): توزیع رسایی در هجای CV

رسایی	گروه رسایی	تعداد هم‌خوان	بسامد نوع	احتمال نوع	احتمال انتظار	معیار O/E
۱	PL	۸	۴۱۷۵۴	۰/۴۰	۰/۳۵	۱/۱۵
۲	AF	۲	۲۸۹۱	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۳۲
۳	FR	۸	۲۵۰۰۴	۰/۲۳	۰/۳۵	۰/۶۹
۴	NA	۲	۱۵۷۳۱	۰/۱۵	۰/۰۹	۱/۷۴
۵	LI	۳	۱۸۸۳۱	۰/۱۸	۰/۱۳	۱/۳۹

همچنین در شکل (۴-۱) معیار O/E برای گروه‌های مختلف هم‌خوانی رسم شده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، گروه‌های هم‌خوانی انفجاری، خیشومی و روان در بالای خط یک و بقیه زیر خط یک قرار دارند.



(شکل- ۴-۱): توزیع C در هجای CV

[1] Observed / Expected (O / E)

۴-۲- معیار O/E

معیار O/E نشان می‌دهد که یک رخداد چقدر بیشتر یا کمتر از آنچه انتظار می‌رود رخ داده است. در اینجا سعی می‌کنیم این معیار را با یک مثال ساده توضیح دهیم. به‌عنوان مثال حروف زبان فارسی را در نظر بگیریم. با توجه به اینکه زبان فارسی ۳۲ حرف دارد، انتظار این است که حرف "ر" در یک متن با اندازهٔ کافی به میزان $\frac{1}{32}$ رخ دهد اما همان‌طور که می‌دانیم برخی حروف زبان فارسی پرکاربردترند. به‌عنوان مثال حرف "ر" بسیار بیشتر از میزان قابل انتظار رخ می‌دهد. حال اگر درصد رخداد (احتمال رخداد) حروف زبان فارسی را از یک پیکره استخراج نماییم و آن را بر درصد رخداد قابل انتظار که در اینجا $\frac{1}{32}$ است، تقسیم کنیم معیار O/E به دست می‌آید. حرف‌های پرکاربرد زبان فارسی معیار بزرگ‌تر از یک و حرف‌های کم‌کاربرد، معیار کوچک‌تر از یک دارند.

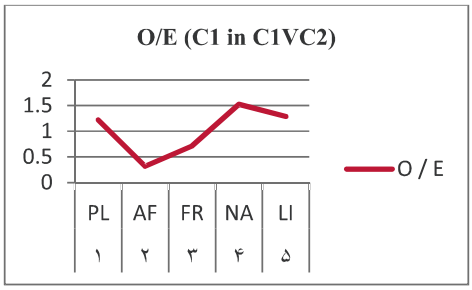
۴-۳- توزیع رسایی در هجای CVC

در جدول (۴-۲) توزیع گروه‌های مختلف هم‌خوانی در جایگاه هم‌خوانی C1 در ساختار هجایی C1VC2 آمده است.

(جدول- ۴-۲): توزیع رسایی در هجای CVC

رسایی	گروه رسایی	تعداد هم‌خوان	احتمال انتظاری	احتمال مشاهده شده	معیار O/E
۱	PL	۸	۰/۳۵	۰/۴۲	۱/۲۲
۲	AF	۲	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۳۲
۳	FR	۸	۰/۳۵	۰/۲۵	۰/۷۱
۴	NA	۲	۰/۰۹	۰/۱۳	۱/۵۲
۵	LI	۳	۰/۱۳	۰/۱۷	۱/۲۹

نمودار معیار O/E برای گروه‌های مختلف هم‌خوانی در شکل (۴-۲) رسم شده است.



(شکل- ۴-۲): توزیع هم‌خوان‌ها در جایگاه C1 از هجای C1VC2

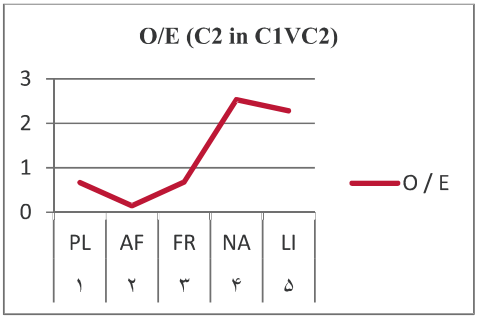
همان‌طور که مشاهده می‌شود، انسایشی‌ها و سایشی‌ها زیر خط یک و انفجاری‌ها، خیشومی‌ها و روان‌ها، بالای خط یک هستند.

در جدول (۴-۳) توزیع گروه‌های مختلف رسایی در جایگاه C2 در ساختار هجایی C1VC2 آمده است.

(جدول- ۴-۳): توزیع هم‌خوان‌ها در جایگاه C2 از هجای C1VC2

رسایی	گروه رسایی	تعداد هم‌خوان	احتمال انتظاری	احتمال مشاهده شده	معیار O/E
۱	PL	۸	۰/۳۵	۰/۲۳	۰/۶۷
۲	AF	۲	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۱۵
۳	FR	۸	۰/۳۵	۰/۲۴	۰/۶۸
۴	NA	۲	۰/۰۹	۰/۲۲	۲/۵۳
۵	LI	۳	۰/۱۳	۰/۳	۲/۲۸

در شکل ۴-۳ نمودار معیار O/E در جایگاه C2 در ساختار هجایی C1VC2 در زیر آمده است.



(شکل- ۴-۳): توزیع هم‌خوان‌ها در جایگاه C2 از ساختار هجایی C1VC2

همان‌طور که مشاهده می‌شود برخلاف جایگاه C1 که در بافت پیش‌واکه قرار دارد، در جایگاه C2 که پس‌واکه است معیار O/E برای هم‌خوان‌های انفجاری کاهش یافته و در مقابل این معیار برای گروه‌های رساتر افزایش یافته است.

۴-۴- توزیع رسایی در هجای CVCC

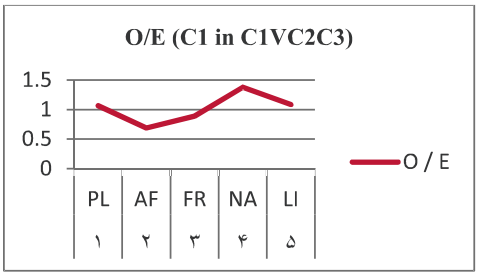
در این بخش نتایج بررسی توزیع گروه‌های مختلف رسایی در جایگاه‌های C1, C2 و C3 در ساختار هجایی C1VC2C3 به‌ترتیب آورده شده است.

در جدول (۴-۴) توزیع گروه‌های رسایی در جایگاه C1 در هجای C1VC2C3 آمده است.

(جدول- ۴-۴): توزیع هم‌خوان‌ها در جایگاه C1 از ساختار هجایی C1VC2C3

رسایی	گروه رسایی	تعداد هم‌خوان	بسامد نوع	احتمال مشاهده شده	احتمال انتظاری	معیار O/E
۱	PL	۸	۲۷۷۸	۰/۳۷	۰/۳۵	۱/۰۶
۲	AF	۲	۴۴۹	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۶۹
۳	FR	۸	۲۳۲۲	۰/۳۱	۰/۳۵	۰/۸۹
۴	NA	۲	۹۰۰	۰/۱۲	۰/۰۹	۱/۳۸
۵	LI	۳	۱۰۶۲	۰/۱۴	۰/۱۳	۱/۰۸

در شکل (۴-۴) معیار O/E گروه‌های مختلف رسایی در جایگاه C1 رسم شده است.



(شکل- ۴-۴): توزیع هم‌خوان‌ها در جایگاه C1 از ساختار هجایی C1VC2C3

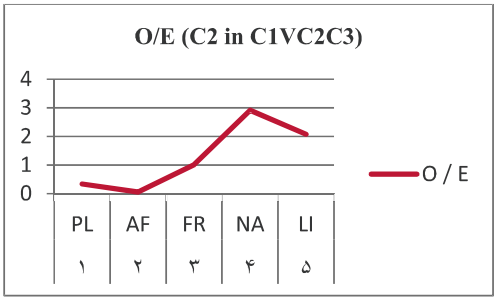
همان‌طور که مشاهده می‌شود الگوی رخداد گروه‌های هم‌خوانی در جایگاه پیش‌هم‌خوانی با سایر ساختارهای هجایی تفاوت چندانی ندارد.

در جدول (۴-۵) توزیع گروه‌های رسایی در جایگاه C2 از هجای C1VC2C3 آمده است.

(جدول- ۴-۵): توزیع هم‌خوان‌ها در جایگاه C2 از ساختار هجایی C1VC2C3

رسایی	گروه رسایی	تعداد هم‌خوان	بسامد نوع	احتمال مشاهده شده	احتمال انتظاری	معیار O/E
۱	PL	۸	۸۸۶	۰/۱۲	۰/۳۵	۰/۳۴
۲	AF	۲	۳۷	۰/۰۰۴	۰/۰۹	۰/۰۶
۳	FR	۸	۲۶۵۲	۰/۳۵	۰/۳۵	۱/۰۲
۴	NA	۲	۱۹۰۳	۰/۲۵	۰/۰۹	۲/۹۱
۵	LI	۳	۲۰۳۳	۰/۲۷	۰/۱۳	۲/۰۸

در شکل (۴-۵) نمودار معیار O/E برای گروه‌های رسایی در جایگاه C2 رسم شده است.



(شکل- ۴-۵): توزیع هم‌خوان‌ها در جایگاه C2 از ساختار هجایی C1VC2C3

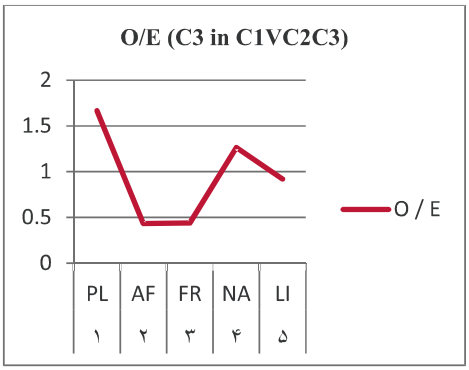
همان‌طور که مشاهده می‌شود این معیار برای گروه‌های انفجاری و انسایشی که نارساتر هستند، به‌شدت کاهش یافته است. این بدین معناست که با توجه به تعداد هم‌خوان‌های موجود در این گروه‌ها، میزان رخداد نارساها در جایگاه C2 که یک جایگاه پیش‌هم‌خوانی است از میزان قابل انتظار بسیار کمتر است.

در جدول (۴-۶) توزیع گروه‌های رسایی در جایگاه C3 در ساختار هجایی C1VC2C3 آمده است.

(جدول- ۴-۶): توزیع هم‌خوان‌ها در جایگاه C3 از ساختار هجایی C1VC2C3

رسایی	گروه رسایی	تعداد هم‌خوان	بسامد نوع	احتمال مشاهده شده	احتمال انتظاری	معیار O/E
۱	PL	۸	۴۳۵۴	۰/۵۸	۰/۳۵	۱/۶۷
۲	AF	۲	۲۸۳	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۴۳
۳	FR	۸	۱۱۴۷	۰/۱۵	۰/۳۵	۰/۴۴
۴	NA	۲	۸۲۶	۰/۱۰	۰/۰۹	۱/۲۶
۵	LI	۳	۹۰۱	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۹۲

در شکل (۴-۶) نمودار معیار O/E در جایگاه C3 رسم شده است.



(شکل- ۴-۶): توزیع هم‌خوان‌ها در جایگاه C3 از ساختار هجایی C1VC2C3

همان‌طور که مشاهده می‌شود معیار O/E برای گروه انفجاری در جایگاه C3 بالا رفته است. این مقدار با اصل توالی رسایی که عنوان می‌کند هر چه از هسته به سمت پایانه پیش برویم، رسایی کاهش می‌یابد، هم‌خوانی دارد.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

در شکل‌های (۳-۱)، (۳-۲) و (۳-۴) توزیع هم‌خوان‌ها در موقعیت پیش‌واکه‌ای در ساختارهای CV، CVC و CVCC مشاهده می‌شود. هم‌خوان‌های انفجاری کمی بیش از آنچه که انتظار می‌رفت حضور داشته‌اند. به نظر می‌رسد بافت پیش‌واکه‌ای محیط مناسبی را برای حضور هم‌خوان‌های انفجاری در مقایسه با سایر بافت‌ها فراهم می‌کند. نظریه جواز ادراکی (Steriade, 1997) مبتنی بر نقش آواشناسی در واج‌شناسی است. براساس این نظریه نگاه‌داشت تقابل واجی ارتباط بسیار نزدیکی با میزان جواز ادراکی که یک بافت در اختیار یک قطعه قرار می‌دهد، دارد. جواز ادراکی به‌صورت شنوابودن و مقاوم‌بودن گفتار در مقابل نوفه تعریف می‌شود. هر میزان که ویژگی واجی F متعلق به قطعهٔ S در بافت C از نظر شنیداری مقاوم‌تر باشد، احتمال اینکه قطعهٔ S براساس مقادیر مختلف ویژگی F تمایز واجی ایجاد کند، بیشتر می‌شود؛ در مقابل هر چه در یک بافت جواز ادراکی یک ویژگی کمتر باشد، احتمال خنثی‌شدن تقابل واجی قطعات با استفاده از آن ویژگی در آن بافت کمتر می‌شود. به نظر می‌رسد بافت پیش‌واکه‌ای نسبت به سایر بافت‌ها جواز ادراکی بیشتری را برای حضور هم‌خوان‌های انفجاری فراهم می‌کند.

یکی از نکته‌های بسیار جالب این است که هم‌خوان‌های انسایشی بسیار کمتر از آنچه انتظار می‌رفته حضور یافته‌اند؛ این امر در تمامی جایگاه‌ها مشهود است. یافتن علت این امر پژوهش‌های جداگانه‌ای را می‌طلبد. هم‌خوان‌های سایشی در تمامی جایگاه‌ها به‌طور تقریبی به همان نسبتی که انتظار می‌رفت، حاضر شده‌اند و بنابراین معیار O/E برای آنها به‌طور تقریبی همه جا نزدیک به یک است. در مقابل هم‌خوان‌های رسای خیشومی و روان به‌دلیل رسایی بیشتر در همه جایگاه‌ها به‌خصوص در جایگاه‌های پیش‌هم‌خوانی و در پایانهٔ هجا، بیش از آنچه انتظار می‌رود، حضور دارند. این امر به‌دلیل عدم تمایل سایر هم‌خوان‌های نارسا در این جایگاه‌ها است. این مشاهده‌ها با اصل توالی رسایی هم‌خوانی کامل دارد. در (Clements, 1990)

محدودیت‌های رسایی در هجا با استفاده از اصل توزیع رسایی[1] بیان می‌شود. توزیع رسایی بیان می‌کند که هجایی خوش‌ساخت‌تر است که فاصلهٔ رسایی بین آغازه و هسته بیشینه و فاصله رسایی بین هسته و پایانه کمینه باشد. کلمنتس این اصل را با توجه به پژوهش (Fujimura & Lovins, 1978) انجام می‌دهد. براساس این بررسی هر هجا به دو نیم‌هجا[2] تقسیم می‌شود. به‌عنوان مثال هجای /kran/ به دو نیم‌هجای /kra/ و /an/ شکسته می‌شود و هسته جزیی از هر دو نیم‌هجاست. بنابراین اصل توزیع رسایی می‌تواند به این شرح ارائه شود:

الف) نیم‌هجای اوّل، یک هجا درصورتی خوش‌ساخت‌تر است که در آن فاصلهٔ رسایی بین قطعات بیشینه باشد.

ب) نیم‌هجای دوم، یک هجا درصورتی خوش‌ساخت‌تر است که در آن فاصلهٔ رسایی بین قطعات کمینه باشد.

بنابراین، تعریف هجایی خوش‌ساخت‌تر است که در آغازه دارای کمترین رسایی و در پایانه دارای بیشترین رسایی باشد تا فاصله رسایی آغازه و هسته، بیشینه و فاصله رسایی پایانه و هسته، کمینه شود. یافته‌های این پژوهش تأییدی بر فرمولاسیون ارایه شده در (Clements, 1990) است. همان‌طور که در شکل‌ها مشاهده می‌شود، در تمامی جایگاه‌های پایانه هم‌خوان‌های رسا مانند خیشومی‌ها و روان‌ها تمایل بیش از انتظاری برای حضور از خود نشان داده‌اند. همچنین هم‌خوان‌های نارسا تمایل بیشتری برای حضور در آغازه و در محیط پیش‌واکه نشان داده‌اند. همچنین مشاهده شد انفجاری‌ها که نارساترین گروه رسایی هستند، در موقعیت‌های پیش‌واکه بالای خط یک بوده اما در موقعیت C2 در هجای CVCC به‌شدت زیر خط یک قرار دارد؛ به این معنی که میزان رخداد انفجاری‌ها در جایگاه C2 بسیار کمتر از آن است که با توجه به تعداد هم‌خوان‌های این گروه انتظار می‌رفت. در جایگاه پیش‌هم‌خوانی C2 در C1VC2C3 بافت مناسبی برای کلیدهای شنیداری هم‌خوان‌های انفجاری برخلاف هم‌خوان‌های رسا وجود ندارد؛ بنابراین هم‌خوان‌های نارسا کمتر در این جایگاه حضور دارند و هم‌خوان‌های رسا بیشتر حضور می‌یابند. هم‌چنین این الگو با اصل توالی رسایی مطابقت دارد. نکتهٔ جالب توجه، حضور بیش از انتظار گروه‌های انفجاری در موقعیت C3 است که در تطابق کامل با اصل توالی رسایی است. به‌نظر می‌رسد هم‌خوان‌های انفجاری در موقعیت C3 برخی از کلیدهای شنیداری خود را در انتقال سیگنال از هم‌خوان رسای قبلی ذخیره می‌کنند تا در این بافت قابل بازیابی باشند. همچنین بر طبق اصل توالی رسایی، هر چه از هسته به سمت حاشیهٔ پایانه حرکت کنیم، می‌بایست شاهد کاهش رسایی هم‌خوان‌ها باشیم. هم‌خوان‌های رساتر در ساختارهای CVCC در محیط پیش‌هم‌خوانی حضور یافته و هم‌خوان‌های نارسا مانند انفجاری‌ها در جایگاه C3 حضور پیدا می‌کنند تا توالی کاهش رسایی از هسته تا آخرین هم‌خوان پایانه حفظ شود.

[1] Sonority Dispersion Principle
[2] Demisyllable

مراجع

اسلامی، محرم، مسعود شریفی آتشگاه ، صدیقه علیزاده لمجیری و طاهره زندی.۱۳۸۳. واژگان زایای زبان فارسی، مجموعه مقالات اولین کارگاه پژوهشی زبان فارسی و رایانه، دانشگاه تهران، ایران.

بی‌جن‌خان، محمود. ۱۳۸۴. واج شناسی: نظریهٔ بهینگی، مرکز تحقیق و توسعهٔ علوم انسانی (سمت)، تهران، ایران.

کرد زعفران‌لو کامبوزیا، عالیه و دیگران. ۱۳۸۹. پژوهش‌های زبان و ادبیات تطبیقی سال اول زمستان ۱۳۸۹ شماره ۴.

Blevins, J. (1995). The syllable in phonological theory. In J. Goldsmith (Ed.), The Handbook of Phonological Theory (pp. 206-244).Cambridge, MS: Blackwell.

Clements, G. (1990). The role of the sonority cycle in core syllabification. Papers in Laboratory Phonology I, edited by John Kingston & Mary Beckmann, 283-333: Cambridge: Cambridge University Press.

Fromkin, V., Rodman, R., & Hyams, N. (2010). An introduction to language: Wadsworth Publishing Company.

Fujimura, O., & Lovins, J. (1978). Syllables as concatenative phonetic units. Syllables and segments, 107-120.

Halle, M. (1971). The sound pattern of Russian: A linguistic and acoustical investigation (Vol. 1): De Gruyter Mouton.

Harris, J. (2006). The phonology of being understood: Further arguments against sonority. Lingua, 116(10), 1483-1494.

Harris, J. W. (1982). Syllable structure and stress in Spanish: a nonlinear analysis.

Hooper, J. B. (1976). An introduction to natural generative phonology: Academic Press New York.

Hyman, L. M. (1975). Phonology: theory and analysis: Holt, Rinehart and Winston New York.

Jekosch, U. (1993). Speech quality assessment and evaluation. Paper presented at the Third European Conference on Speech Communication and Technology.

Kawasaki, H., & Ohala, J. J. (1980). Acoustic basis for universal constraints on sound sequences. The Journal of the Acoustical Society of America, 68(S1), S33-S33.

Kenstowicz, M. (1994). Phonology in generative grammar. Instructor&s manual: Blackwell.

Ladefoged, P., & Johnson, K. (2010). A course in phonetics: Wadsworth Publishing Company.

McCarthy, J. J., & Prince, A. (1993). Generalized alignment. Yearbook of morphology, 79-153.

Ohala, J. J. (1990). There is no interface between phonology and phonetics: a personal view. Journal of Phonetics, 18(2), 153-172.

Ohala, J. J. (1992). The segment: primitive or derived. Papers in Laboratory Phonology II: Gesture, Segment, Prosody, 166-183.

Parker, S. G. (2002). Quantifying the sonority hierarchy.

Pike, K. L. (1943). Phonetics: A Critical Analysis of Phonetic Theory and Technique for the Practical Description of Sounds: University of Michigan Press.

Prince, A., & Smolensky, P. (1993). 2004. Optimality Theory: Constraint interaction in generative grammar.

Roca, I., & Johnson, W. (1999). A course in phonology: Blackwell Oxford.

Selkirk, E. O. (1984). On the major class features and syllable theory.

Steriade, D. (1997). Phonetics in phonology: the case of laryngeal neutralization. Ms, UCLA.

افشین رحیمی مدرک کارشناسی خود را در رشتهٔ مهندسی کامپیوتر در سال ۱۳۸۵ از دانشگاه صنعتی شریف اخذ کرد. وی همچنین مدرک کارشناسی ارشد خود را از همین دانشگاه در سال ۱۳۹۱ در رشتهٔ زبان‌شناسی رایانشی دریافت کرد. زمینه‌های تحقیقاتی مورد علاقهٔ وی آواشناسی، واج‌شناسی و پردازش و به‌سازی گفتار است.

نشانی رایانامهٔ ایشان عبارت است از:
afshinrahimi@gmail.com

بهرام وزیرنژاد عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی شریف است. ایشان دکترای خود را در رشتهٔ مهندسی پزشکی- بیوالکتریک از دانشگاه صنعتی امیرکبیر دریافت کرد. وی طی سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۸ به‌عنوان پژوهش‌گر مهمان در دانشگاه سیدنی مشغول به امور پژوهشی بود. از او بیش از سی مقاله در کنفرانس‌ها و نشریات معتبر داخلی و خارجی به چاپ رسیده است. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقهٔ ایشان شامل پردازش گفتار، پردازش زبان طبیعی و متن آزاد، داده‌کاوی، هوش مصنوعی و زبان‌شناسی رایانشی است.

نشانی رایانامهٔ ایشان عبارت است از:
bahram@sharif.edu

محرم اسلامی در سال ۱۳۷۰ در رشتهٔ مترجمی زبان انگلیسی از دانشگاه علامه طباطبایی فارغ‌التحصیل شد. سپس در سال ۱۳۷۳ در رشتهٔ زبان‌شناسی همگانی دورهٔ کارشناسی ارشد را در دانشگاه تهران به پایان رسانید و در سال ۱۳۷۹ در همان رشته و همان دانشگاه موفق به اخذ مدرک دکتری شد. از ایشان بیش از سی مقاله در نشریات و همایش‌های داخلی و خارجی به چاپ رسیده است و همچنین صاحب تألیفاتی هستند. وی هم اکنون عضو هیأت علمی دانشگاه زنجان است و زمینه‌های تخصصی ایشان واج‌شناسی، آهنگ و آواشناسی است.

نشانی رایانامهٔ ایشان عبارت است از:
meslami@znu.ac.ir