

نشریه پژوهش‌های زبان‌شناسی

سال نهم، شماره دوم، شماره ترتیبی ۱۷، پاییز و زمستان ۱۳۹۶

تاریخ وصول: ۱۳۹۵/۳/۲۰

تاریخ اصلاحات: ۱۳۹۵/۹/۲۹، ۱۳۹۵/۱۰/۲۹، ۱۳۹۵/۱۱/۱۱، ۱۳۹۶/۲/۴، ۱۳۹۶/۲/۱۷، ۱۳۹۶/۷/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۱۹

صص ۴۳ - ۵۸

## بررسی خوشه‌های همخوانی در کلمات تک‌هجایی زبان فارسی با توجه به بسامد، همسانی واکی و همایی با هسته هجا

\*مهرزاد منصوری

### چکیده

محدودیت‌های همنشینی همخوان‌ها در خوشه پایانی از جمله موارد مورد توجه در واج‌شناسی می‌باشد. این محدودیت‌ها می‌تواند به دلیل هر یک از ویژگی‌های محل تولید، شیوه تولید یا واکداری باشد. در این پژوهش ۶۲۵ واژه تک‌هجایی با ساختار CVCC در زبان فارسی مورد بررسی قرار گرفته است. خوشه‌های همخوانی در این پژوهش به لحاظ همسانی/ناهمسانی در واکداری، بسامد خوشه در پیکره مورد مطالعه و بسامد هر یک از همخوان‌ها در خوشه‌ها در هر یک از جایگاه‌ها مورد بررسی شده است. همچنین علاوه بر این که توصیفی تحلیلی از موارد فوق ارائه شده است، تحلیلی محدودیت بنیان نیز در قالب بهینگی از محدودیت‌های حاکم بر خوشه‌های همخوانی در زبان فارسی ارائه شده است. این بررسی نشان می‌دهد که زبان فارسی بیشتر تمایل به ناهمسانی واکی، بعد از آن همسانی واکداری و کمتر از این دو همسانی بی‌واکی دارد. به لحاظ بسامد نیز همخوان‌ها با تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای در خوشه همخوانی ظاهر می‌شوند که بعضاً با بسامد طبیعی آنها در زبان گفتار متفاوت است.

### واژه‌های کلیدی:

خوشه‌های همخوانی، محدودیت‌های واجی، واج آرایی، بهینگی، همسانی واکی

## ۱- مقدمه

## ۱-۱- طرح مسئله تحقیق

خوشه همخوانی در هجا به سبب محدودیت‌های همنشینی همواره از مواردی بوده است که مورد توجه زبان‌شناسان قرار گرفته است (کوته، ۱۹۹۷ a. ۱۹۹۷ b.؛ ۱۹۹۸؛ زامونر، ۲۰۰۶؛ شینوهارا، ۲۰۰۶). اگرچه در برخی از زبان‌ها در جایگاه آغازه یا پایانه چند همخوان می‌توانند تشکیل خوشه دهند ولی همنشینی همخوان‌ها در خوشه‌ها از محدودیت‌هایی برخوردار است که این محدودیت‌ها با توجه به سنگینی خوشه و همچنین آغازه یا پایانه بودن خوشه متفاوت است. به عنوان مثال، در زبان انگلیسی عضو اول خوشه سه‌تایی در آغازه همواره /s/ است. همچنین اعضای دیگر خوشه نیز همخوان‌های مشخصی می‌باشند. توزیع نظامند واج‌آرایی و محدودیت‌های خوشه از جمله مواردی است که در شکل‌گیری ساختار واژگان کودک موثر است (برنت و کارت‌رایت، ۱۹۹۶). از جمله عواملی که می‌تواند در همنشینی همخوان‌ها در خوشه موثر باشد، جایگاه تولید، شیوه تولید و همچنین همسانی یا ناهمسانی واکداری اعضا نسبت به هم و یا محدودیت باهم‌آیی نسبت به هسته هجا می‌باشد. این پژوهش بر آن است تا نشان دهد که تا چه اندازه تناسب رسایی اعضا می‌تواند در خوشه پایانی در زبان فارسی موثر باشد. در این پژوهش علاوه بر واج‌آرایی در خوشه پایانی در کلمات تک‌هجایی بسامد آن نیز مد نظر قرار گرفته است. آنچه که این پژوهش را از پژوهش‌های مشابه متفاوت می‌سازد، نشان دادن این واقعیت است که بسامد خوشه‌ها در واژه‌های تک‌هجایی از تفاوت قابل تأملی برخوردار است که این تفاوت به ویژگی‌های همنشینی اعضای خوشه وابسته است. به همین منظور در این پژوهش خوشه‌ها به لحاظ بسامد به دسته‌هایی تقسیم شده‌اند که در تحلیل داده‌ها این طبقه‌بندی تعریف شده است. در این پژوهش موارد زیر به عنوان پرسش‌های تحقیق مد نظر قرار گرفته‌است:

۱. بسامد خوشه‌های همخوانی در واژه‌های تک‌هجایی زبان فارسی به چه صورت است؟
۲. همخوان‌های تشکیل‌دهنده خوشه پایانی کدامند و بسامد هر کدام به چه صورت است؟
۳. بسامد هر یک از همخوان‌ها در خوشه پایانی در جایگاه اول و دوم به چه صورت است؟
۴. همسانی واکداری و بی‌واکی دو عضو خوشه به چه صورت است؟
۵. تناسب هسته هجا با خوشه پایانی چگونه است؟

در این پژوهش با توجه به رویکرد بهینگی برخی از محدودیت‌های موجود در خوشه‌های همخوانی مورد بحث

بررسی شده است.

## ۱-۲- روش تحقیق

در این پژوهش به منظور جمع‌آوری داده‌ها ابتدا نگارنده که خود گویشور زبان فارسی می‌باشد سعی در جمع‌آوری کلمات تک‌هجایی با خوشه پایانی ظرف مدت شش ماه به تناوب نموده است. علاوه بر این وی با مراجعه به پیکره‌ای از سه میلیون واژه کلمات تک‌هجایی را استخراج نموده و با فهرست گردآوری شده مطابقت داده و مواردی که در فهرست موجود نبوده است اضافه نموده است تا بتوان مجموعه قابل قبولی از واژه‌های تک‌هجایی زبان فارسی جمع‌آوری نمود. این مجموعه ۶۲۵ کلمه تک‌هجایی زبان فارسی را شامل شده است. در این پژوهش ابتدا خوشه‌های پایانی برحسب بسامد حضور در واژه‌های تک‌هجایی زبان فارسی، دسته‌بندی شده است. پس از تحلیل بسامدی خوشه‌ها،

اعضای خوشه‌ها به لحاظ همسانی در واکداری محک زده شده است. همچنین بسامد تک تک همخوان‌های حاضر در خوشه‌ها تعیین و نسبت به جایگاه اول و دوم و همچنین هسته هجا مورد ارزیابی قرار گرفته است.

## ۲- پیشینه تحقیق

عمده پژوهش‌هایی که در خصوص خوشه همخوانی زبان فارسی صورت گرفته است، پیرامون توالی رسایی در خوشه همخوانی می‌باشد که از آن جمله می‌توان به احمدی و بی‌جن خان (۱۳۸۹)، مهربان (۱۳۸۹)، شجاعی و بی‌جن خان (۱۳۹۱) و رحیمی، وزیر نژاد و اسلامی (۱۹۹۳) اشاره کرد. در این بخش ابتدا به پیشینه مطالعاتی که در خصوص خوشه پایانی خصوصاً با توجه به بحث بسامد و واکداری در زبان فارسی انجام شده معرفی و مورد نقد و بررسی قرار خواهد گرفت.

ثمره (۱۳۷۱) ظاهراً اولین کسی است که در خصوص خوشه همخوانی زبان فارسی بر مبنای یک پژوهش اصیل اظهار نظر می‌کند. وی چهار محدودیت ساختی، رفتاری، تحول زبان و موارد اتفاقی را (ص ۱۷۰) عوامل موثر در همنشینی همخوان‌ها در هجا بر می‌شمرد. وی از جمله محدودیت‌های ساختی را که در همنشینی همخوان موثر است را یکسانی دو عضو، جایگاه یکسان (با قبول استثنائات)، توالی همخوان‌های صغیری و پاشیده، برشمرده است. در خصوص واکداری نیز ادعا کرده است که دو انفجاری گرایش به نیمه واکداری و سایشی‌ها به بی‌واکی گرایش دارند. به لحاظ رفتاری نیز ثمره ادعا کرده است /p/ و /ʒ/ و /ʔ/ نمی‌توانند با هم تشکیل خوشه دهند.

در خصوص رابطه اعضای خوشه و هسته هجا، ثمره (۱۳۷۱: ۱۷۲) نشان داده است که واکه‌های بلند در همنشینی با خوشه‌های همخوانی دارای محدودیت است. در خصوص عضو دوم خوشه نیز برخی از همخوان‌ها از خود محدودیتی در همراهی با برخی از واکه‌ها ایجاد می‌کنند. به عنوان مثال در بین خوشه‌های /b/ فقط آنهایی می‌توانند بعد از /x/ قرار گیرند که جزء دوم آنها یکی از همخوان‌های /p, s, n, h/ باشد.

کامبوزیا (۱۳۸۳) با بررسی خوشه‌های همخوانی زبان فارسی نشان داده است که هسته هجا با آرایش واجی در پایانه هجا رابطه مستقیم دارد. وی ادعا کرده است که از ۲۳ همخوان زبان فارسی ۱۲ همخوان در خوشه پایانی بعد از واکه‌های /d, u, i/ قرار می‌گیرند. این در حالی است که هجایی که در خوشه پایانی آن /a, e, o/ باشد همه همخوان‌ها بجز /p/ و /ʒ/ در آن به کار می‌روند. البته شواهد زیادی وجود دارد که بعد از این سه واکه خوشه‌هایی با همخوان /p/ به کار می‌رود که در بخش تحلیل داده‌ها به مواردی از این دست اشاره خواهد شد. وی ادعا کرده است بعد از واکه‌های /d, u, i/ خوشه همخوانی گرفته (- رسا) بی‌واک خواهد بود ولی بعد از واکه‌های /a, e, o/ این گونه نمی‌باشد. این مسأله نیز از جمله مواردی می‌باشد که لازم است بیشتر بررسی شود؛ چرا که موارد نقضی برای آن وجود دارد (مانند خواند، راند، ...). مگر این که بر واژه‌های انتخاب شده قیدی زده شود، مثلاً ساده باشد نه باوند اشتقاقی یا تصریفی. در این بررسی همچنین ادعا شده است که بعد از واکه‌های /d, u, i/ همخوان چاکنایی قرار نمی‌گیرد.

کامبوزیا (۱۳۸۸) نشان داده است که خوشه‌های پایانی (در هجای CVCC) در پایان تکواژ و یا پایان واژه قرار می‌گیرند. به عبارتی خوشه‌ها نه در هجای آغازین و نه در هجای میانی تکواژ و کلمه قرار نمی‌گیرد. وی نشان داده است همخوان‌های گرفته بعد از واکه‌های بلند در مشخصه واک مشترک می‌باشند. همچنین در صورتی که هسته هجا یکی از واکه‌های بلند باشد دو همخوان چاکنایی /h/ و /ʔ/ ظاهر نمی‌شوند. وی همچنین نشان داده است همخوان‌های خیشومی

نسبت به هسته هجا حساس است. وی همچنین ادعا کرده است همخوان خیشومی /m/ جز در واژه‌های قرضی به عنوان عضوی از خوشه در صورتی که هسته هجا یکی از واکه‌های /d, u, i/ باشد ظاهر نمی‌شوند.

کامبوزیا و هادیان (۱۳۸۸) با توجه به رفتار متفاوت واکه‌های /d, u, i/ نسبت به سایر واکه‌ها، نشان داده است که واکه‌های مذکور نسبت به سایر واکه‌ها طبقه طبیعی را شکل می‌دهد. کامبوزیا و ذوالفقاری سریش (۲۰۰۶) با بررسی خوشه‌های همخوانی در زبان فارسی ادعا کرده است که در صورتی که هسته هجا در زبان فارسی یکی از واکه‌های /d, u, i/ باشد، اصل توالی رسایی رعایت می‌شود ولی در صورتی که هسته هجا یکی دیگر از واکه‌های زبان فارسی باشد اصل توالی رسایی نقض می‌گردد. در این پژوهش بر این اساس ادعا شده است که واکه‌های /d, u, i/ و همچنین /a, e, o/ تشکیل طبقات طبیعی می‌دهند.

قیومین، قیومی و محمود بختیاری (۱۳۹۰) در یک بررسی نشان داده‌اند فراگیری خوشه‌های همخوانی در کودک از ۲/۷ تا ۳ سالگی آغاز می‌شود. در این پژوهش نشان داده شده است که همخوان‌هایی که یکی از اعضای آن همخوان خیشومی یا انسدادی باشد زودتر از سایر همخوان‌ها تثبیت می‌شود. جلیله‌وند و دیگران (۱۳۹۰) نیز در بررسی خود که در خصوص رشد زبانی کودکان ۴ تا ۶ ساله انجام داده‌اند، نشان داده‌اند که با افزایش سن حذف همخوان از خوشه پایانی کاهش می‌یابد. این پژوهش همچنین نشان می‌دهد که علی‌رغم این که در فاصله ۴ تا ۶ سالگی سایر فرایندهای واجی به زیر ۵ درصد می‌رسد ولی این فرایندها تا پایان دوره مورد بررسی (شش سالگی) به بیشتر از ۵ درصد می‌رسد.

### ۳- تحلیل داده‌ها

در این بخش از پژوهش متناسب با پرسش‌های پژوهش، داده‌های پژوهش در چند بخش تحلیل خواهد شد. در بخش اول خوشه‌های پایانی برحسب بسامد که در چند دسته تقسیم شده است معرفی خواهد شد.

#### ۳-۱- تحلیل خوشه‌های پایانی بر حسب بسامد

خوشه‌های همخوانی در تولید واژه از وضعیت نامتوازنی برخوردارند، به طوری که برخی از خوشه‌ها تا بیش از بیست برابر خوشه‌های دیگر فعال می‌باشند. به منظور ارائه تصویری روشن از این وضعیت در این پژوهش خوشه‌های همخوانی برحسب حضور در واژه‌های تک‌هجایی به پنج دسته ۱ و ۲ واژه، ۳ الی ۵ واژه، ۶ الی ۱۰ واژه، ۱۱ الی ۲۰ واژه CVCC و بالاتر از ۲۰ واژه تقسیم شده است (جدول ۱)). داده‌های این بخش از پژوهش نشان می‌دهد که علی‌رغم این که فاصله دسته‌ها به تدریج افزایش می‌یابد ولی تعداد خوشه‌ها به طور محسوسی کاهش یافته است. به طوری که در دسته بالای ۲۰ واژه سه خوشه و بین ۱۱ الی ۲۰ پنج خوشه بیشتر وجود ندارد. این در حالی است که در دسته اول تعداد به ۹۶ خوشه می‌رسد. به لحاظ آماری نیز این تفاوت فراوانی تا سطح معناداری ۰/۰۰۰ ( $p < .001$ ) معنادار است. بیش از نیمی از خوشه‌ها در گروه اول، بیش از ۸۵ درصد از خوشه‌ها در گروه‌های اول و دوم قرار دارد. این نشان می‌دهد که اغلب خوشه‌ها در بیش از پنج واژه شرکت نمی‌کنند. بررسی داده‌های این مجموعه همچنین نشان می‌دهد که کمتر از ۴ چهار درصد از خوشه‌های مورد بررسی دارای بسامد ۱۰ و بیش از ۱۰ می‌باشد. به عبارتی دیگر، بیش از ۹۶ درصد از مجموعه خوشه‌ها در ۱۰ و کمتر از ۱۰ واژه تکرار شده‌اند.

جدول (۱) نشان می‌دهد که فعال‌ترین خوشه‌های پایانی زبان فارسی در کلمات تک‌هجایی به ترتیب st, ft, و ft می‌باشد. این میزان از خوشه‌ها به لحاظ نوع تنها ۱/۶٪ از خوشه‌ها را شامل می‌شود. در هر سه خوشه هر دو عضو بی‌واک می‌باشد. عضو اول در هر سه سایشی و عضو دوم انسدادی می‌باشد. عضو پایانی در هر سه خوشه پیش دهانی، تیغه‌زبانی بی‌واک غیر پیوسته می‌باشد. این جدول همچنین نشان می‌دهد که بیش از ۵۲ درصد از انواع خوشه‌ها، آنهایی هستند که بیش از ۲ بار در پیکره مورد بررسی تکرار نشده‌اند. جدول (۱) همچنین نشان می‌دهد که همه همخوان‌های زبان فارسی به جز همخوان /ʒ/ حداقل یک بار به عنوان یکی از اعضای خوشه همخوانی به کار رفته‌اند.

جدول ۱: توزیع خوشه‌های همخوانی با توجه به تعداد واژه

تعداد واژه	خوشه	تعداد خوشه	جمع تعداد واژه
۱ و ۲	fG, vʔ, sd, bt, sʔ, sG, zG, zʔ, fʋ, χv, fl, zf, fv, fʃ, J, fχ, vr, vh, hs, hz, sɔʒ, zʒ, zn, šj, fʃ, bd, bc, tb, b dG, Gt, bʔ, Gb, Gv, dv, Gš, ʔz, ʔj, bs, bf, bχ, cm, Gš, dl, cl, Gr, ʔr, mš, mb, mG, mt, nχ, nh, ls, lh, lχ, m, ld, rχ, ɔʒʔ, ɔʒz, ɔʒv, ɔʒh, jʔ, jʃ, zb, jG, sf, zv, vf, vʃ, hz, jn, hj, ds, Gf, Gz, ʔf, ʔʃ, ʔm, Gs, tn, cm, nf, md, mt, nʔ, lv, rv, ɔʒb, ɔʒd, jb, jt, jc, jz, jm, jr	۹۶ (/۵۲/۵)	۱۳۲
۳ الی ۵	zd, fʔ, vt, vd, vG, sc, hd, χf, fʃ, vl, sl, fr, zl, vz, vɔʒ, hv, sm, hn, fm, tG, Gd, ʔd, tf, ks, ʔs, bz, kr, tm, Gl, ti, ʔl, nb, ns, ms, mʔ, mp, ml, mm, nz, rt, rʃ, rc, rs, lb, lt, lc, lG, lʔ, rʃ, rʔ, rɔʒ, rG, rʃ, rn, rG, ɔʒr, ɔʒm, jd, ys, jf, jn	۶۱ (/۳۳/۳)	۲۲۸
۶ الی ۱۰	sb, ʃc, sr, sl, hl, zm, hm, br, dr, mr, nɔʒ, rz, rm, lf, rb, rf, rz, jl	۱۸ (/۹/۸)	۱۱۹
۱۰ الی ۲۰	χt, hr, nd, nʃ	۴ (/۲/۱)	۷۴
بالای ۲۰	ft, st, ft	۳ (/۱/۶)	۶۸
جمع		۱۸۲	۶۲۵

مقایسه رتبه همخوان‌ها در پیکره گفتاری (منصوری، ۱۳۸۶ و ۱۳۸۸) و خوشه‌های پایانی (جدول ۲) نشان می‌دهد که تفاوت معناداری بین این رتبه‌ها وجود دارد. رتبه ۳ و ۴ و /d n/ از تنزل ۹ رتبه‌ای برخوردارند که این نشان می‌دهد برخلاف پیش‌بینی این دو واج چندان تمایلی به حضور در خوشه نسبت به گونه گفتاری ندارند. به همین صورت همخوان‌های /c/ و /s/ از تنزل ۸ رتبه‌ای و /t, j, h/ به ترتیب از تنزل ۵، ۶ و ۷ رتبه‌ای برخوردارند. تحلیل این قسمت

نشان می‌دهد برخی از همخوان‌ها حضورشان در خوشه پایانی کمتر از زنجیره معمولی گفتار است. برخی از همخوان‌های دیگر به عکس، میل به حضورشان در خوشه بسیار بیشتر از حضورشان در زنجیره معمولی گفتار است. دو همخوان /f/ و /G/ (انسدادی واکدار ملازی) با ۱۱ رتبه افزایش، /l/ با ۱۰ و همچنین /z/ و /v/ با ۸ رتبه افزایش از این دسته‌اند. دو همخوان انسدادی /b/ و /p/ (انسدادی چاکنایی) با تنزل ۳ و ۲ رتبه‌ای و همچنین /dʒ/ با ۳ و /x/ و /ɣ/ با ۲ رتبه افزایش نشان می‌دهد این همخوان‌ها چندان تفاوتی از این حیث نداشته‌اند. سه همخوان /ʒ/, /ʃ/, /p/ که از همخوان‌های کم بسامد زبان فارسی و /m/ و /r/ (واج‌های پر بسامد) و /ʃ/ حضورشان در خوشه و محیط عادی زبان تفاوتی نشان نمی‌دهد.

جدول ۲: مقایسه رتبه همخوان در خوشه و زبان گفتار

تغییر رتبه	رتبه خوشه	رتبه عادی	رتبه	همخوان	تغییر رتبه	رتبه خوشه	رتبه عادی	همخوان
اف ۱۰	۳	۱۳	۰	l	۰	۱	۱	r
اف ۸	۶	۱۴	۰	z	۰	۲	۲	m
اف ۸	۷	۱۵	ک ۹	v	ک ۹	۱۲	۳	n
اف ۱۱	۵	۱۶	ک ۹	G	ک ۹	۱۳	۴	d
ک ۲	۱۹	۱۷	ک ۳	χ	ک ۳	۸	۵	b
ک ۲	۲۰	۱۸	ک ۲	ʃ	ک ۲	۸	۶	ʒ
اف ۱۱	۸	۱۹	ک ۵	f	ک ۵	۱۲	۷	t
اف ۳	۱۷	۲۰	ک ۶	dʒ	ک ۶	۱۴	۸	j
۰	۲۱	۲۱	ک ۷	p	ک ۷	۱۶	۹	h
۰	۲۲	۲۲	ک ۸	ʃ	ک ۸	۱۸	۱۰	c
۰	۲۳	۲۳	اف ۸	ʒ	اف ۸	۳	۱۱	s
			۰		۰	۱۲	۱۲	ʃ

اف=افزایش ک = کاهش

به لحاظ مقایسه میزان حضور همخوان بی‌واک به واکدار در خوشه‌های پایانی زبان فارسی می‌توان اذعان کرد که این تفاوت قابل توجه است. در این بررسی میزان حضور همخوان‌های واکدار در خوشه ۲۵ درصد بیش‌تر از همخوان‌های بی‌واک می‌باشد. از این منظر که واکدار بودن و بی‌واک بودن در عضو اول و دوم تأثیرگذار می‌باشد یا خیر می‌توان ادعا کرد که تفاوت محسوسی دیده نمی‌شود.

### ۳-۲- بسامد هر همخوان در خوشه پایانی

به منظور نشان دادن سهم هریک از همخوان‌ها در خوشه‌های همخوانی در واژه‌های تک‌هجایی، بسامد هر همخوان در بیکره مورد بررسی تعیین و به صورت جدول (۳) ارائه شده‌است.

جدول ۳: بسامد همخوان‌ها در خوشه

جمع	چاکنایی	ملازی	نرمکامی	کامی	لثوی کامی	لثوی	دندانی لثوی	لب و لثوی	لیبی
73	ʔ,20			c,11			t,18		p,1
40		G,23		ʃ,3			d,17		b,20
1					ʃ,1				
13					ɟ,13				
83	h,14		χ,8		ʃ,18	s,23		f,20	
42					3,0	z,21		v,21	
42						n,18			m,24
23						l,23			
31						r,31			
17					ɟ,17				
158	34	22	8	31	32	116	35	41	46
208									جمع

جدول (۳) نشان می‌دهد که بیشترین بسامد متعلق به همخوان /r/ با ۳۱ بار تکرار می‌باشد. فراوانی این همخوان با همخوانی که در رتبه بعد قرار گرفته است یعنی /m/ با ۲۴ بار فراوانی قابل توجه است. تفاوت رتبه‌های بعدی یعنی /s/ و /l/ با ۲۳ و /G/ با ۲۲ فراوانی چندان محسوس نمی‌باشد. در پژوهش‌هایی که در خصوص زبان فارسی صورت گرفته است (منصوری، ۱۳۸۶ و ۱۳۸۸) نشان می‌دهد که همخوان‌های /m, n, r/ پربسامدترین همخوان‌های زبان فارسی هستند که در خصوص فراوانی در خوشه همخوان، همخوان /n/ از دو همخوان دیگر کمتر است. همخوان /s/ نیز در مجموع در سایر پژوهش‌ها در جایگاه این چینی قرار ندارد عجیب تر از همه همخوان /G/ است که در زبان فارسی ز همخوان‌های نسبتاً کم بسامد به حساب می‌آید ولی به لحاظ حضور در خوشه در ردیف چند همخوان پر بسامد قرار می‌گیرد. این نشان می‌دهد که همخوان‌ها الزاماً از توزیع یکسانی در آغاز و پایانه و همچنین در خوشه و غیر خوشه برخوردار نیستند. ده همخوان /m, l, s, r, b, G, ʔ, f, v, z/ از فراوانی ۲۰ و بالاتر و همخوان‌های /t, d, c, ʃ, h, ɟ, n, j/ از فراوانی کمتر از ۲۰ و بیشتر از ۱۰ برخوردار می‌باشند. همخوان‌های /p, ʃ, ʃ/ از فراوانی ناچیز ۱ الی ۳ برخوردارند که نشان می‌دهد این همخوان‌ها تمایلی به شرکت در خوشه ندارند. مقایسه این همخوان‌ها با جفت‌های متناظر خود به لحاظ جایگاه و شیوه تولید نشان می‌دهد که جایگاه یا شیوه نمی‌تواند دلیل عدم حضور این همخوان‌ها باشد.

در مجموع همخوان‌های گرفته، همخوان‌های بی‌واک از بسامد بیشتری برخوردار می‌باشند که این با بی‌نشان بودن جفت بی‌واک در همخوان‌های گرفته (بی‌جن خان، ۱۳۸۴) هم راستا می‌باشد. در مجموع به لحاظ واگذاری ۴۳٪ بی‌واک و ۵۷٪ واگذار می‌باشند. به لحاظ جایگاه تولید لثوی‌ها بیشترین (۳۲ درصد) میزان مشارکت در شکل‌گیری خوشه همخوانی داشته‌اند. به لحاظ شیوه تولید سایشی‌ها با ۳۴ درصد و انسدادی‌ها با ۳۱ درصد بیشترین و انسایشی‌ها با ۴ درصد و ناسوده‌ها با ۵ درصد کمترین میزان حضور را به خود اختصاص داده‌اند.

به لحاظ برخی از مشخصات تمایزدهنده [+پیش دهانی]ها با ۶۴/۷٪ در مقابل [-پیش دهانی]ها با ۳۵/۳٪ برتری پیش‌دهانی‌ها در شکل‌گیری خوشه‌های پایانی نشان داده می‌شود. همچنین مشارکت ۶۹٪ همخوان‌های گرفته در مقابل ۳۱٪ همخوان‌های رسا برتری همخوان‌های گرفته را در شکل‌گیری خوشه‌های پایانی زبان فارسی نشان می‌دهد. به لحاظ مشخصه تیغه زبانی، بسامد همخوان‌های [+تیغه زبانی] و [-تیغه زبانی] تقریباً برابر است.

### ۳-۳- مقایسه همخوان‌ها در جایگاه اول و دوم

حضور همخوان‌ها در جایگاه اول و دوم خوشه پایانی یکی از مواردی است که می‌تواند مورد توجه قرار گیرد؛ چرا که حضور همخوان‌ها در جایگاه اول و دوم می‌تواند متأثر از سه عامل رسایی، ویژگی‌های هسته هجا و همچنین ویژگی‌های مرز هجا باشد. ثمره (۱۳۷۱) نیز این مهم را مد نظر قرار داده‌است. در این مطالعه بسامد حضور هر همخوان در خوشه به صورت جدول (۴) ارائه شده است. مقایسه فراوانی همخوان به عنوان عضو اول و دوم خوشه نشان می‌دهد که در اغلب موارد بجز در خصوص /f, h, r, j, t, d/ تفاوت محسوسی مشاهده نمی‌گردد. همخوان /f/ که از همخوان‌های کم بسامد در خوشه می‌باشد صرفاً به عنوان عضو دوم خوشه و بعد از همخوان واکدار در این پژوهش مشاهده شده است. همخوان /h/ نیز از جمله همخوان‌هایی است که تمایل دارد در خوشه پایانی به عنوان عضو اول واقع شود. نسبت دو برابری همخوان /r/ به عنوان عضو اول نیز نشان می‌دهد که این همخوان به‌طور محسوسی تمایل به قرار گرفتن به عنوان عضو اول خوشه دارد. حضور سه برابری همخوان /dʒ/ در جایگاه اول نشان می‌دهد که این همخوان نیز تمایل به حضور به عنوان عضو اول را دارد. همخوان‌های /t/ و /d/ نیز بیشتر تمایل دارند به عنوان عضو پایانی خوشه همخوانی قرار گیرند.

جدول ۴: بسامد همخوان‌ها در خوشه‌های پایانی در جایگاه اول و دوم

جمع	چاکنایی	ملازی	نرمکامی	کامی	لثوی کامی	لثوی	دندانی لثوی	لب و دندانی	لیبی
73 40	?,11,9	G,12, 11		c,5,6 ʃ,0,3			t,6,12 d,12,5		p,0,1 b,10,1 0
1 13				ʧ,0,1 dʒ,8,5					
83 42	h,10,4		χ,3,5	ʃ,9,9 ž,0		s,11,12 z,10,11	f,10,10 v,10,11		
42					n,11,7				m,12,1 2
23					l,11,12				
31					r,19,12				
17				j,13, 4					
158 208	34	22	8	31	32	116	35	41	46

بر اساس این تحلیل بسامد چهار همخوان /b, f, m, ʃ/ در جایگاه اول و دوم (عضو اول و دوم خوشه) برابر است. همخوان‌های /G, s, z, v, l/ با یک درجه اختلاف نیز برابر هستند. همخوان‌های /r, j, d, n, h/ آشکارا تمایل دارند



در جایگاه اول ظاهر شوند تا دوم. همخوان /z/ در جایگاه دوم فقط بعد از همخوان بی‌واک ولی در جایگاه اول قبل از همخوان بی‌واک و واکدار ظاهر می‌شود. مقایسه جفت بی‌واک و واکدار /t/ و /d/ که یکی در جایگاه دوم دو برابر جایگاه اول و در دیگری در جایگاه اول بیش دو برابر جایگاه دوم می‌باشد جالب توجه است. این جدول نشان می‌دهد حضور ده همخوان از مجموع ۲۳ همخوان زبان فارسی (بیش از ۴۳٪) در جایگاه اول و دوم از تفاوت چندانی برخوردار نیست. این همخوان‌ها از جایگاه‌های متنوع محل‌های تولید و شیوه تولید برخوردار بوده و متعلق به جایگاه و شیوه تولید خاصی نمی‌باشد. همچنین به لحاظ مولفه واکداری نیز در هر دو گروه واکدار و بی‌واک قرار دارند.

### ۳-۴. تحلیل همسانی و غیرهمسانی واکی همخوان‌های خوشه

یکی دیگر از مواردی که می‌تواند در بحث همنشینی همخوان‌ها در خوشه پایانی مد نظر قرار بگیرد، همنشینی همخوان‌ها در خوشه به لحاظ واکداری می‌باشد. به لحاظ همسانی واکداری می‌توان سه حالت همسانی واکداری، همسانی بی‌واکی و ناهمسانی متصور شد که در جدول (۵) ارائه شده است. بیش از ۴۷٪ از خوشه‌ها به لحاظ واکداری و بی‌واکی همسان می‌باشند. این در حالی است که نزدیک به ۵۳٪ از خوشه‌ها از این لحاظ ناهمسان می‌باشند. این واقعیت نشان می‌دهد که گرایش در خوشه‌های همخوانی به سمت ناهمسانی می‌باشد.

جدول ۵: توزیع همسانی واکی همخوان‌ها در خوشه پایانی

درصد	تعداد	خوشه	
۱۰/۴	۱۹	sʔ, fʃ, fχ, sf, ʔf, ʔʃ, fʔ, sc, χʃ, ʃʃ, ft, st, ʃt, χt, ʃc, tf, cs, ʔs, hs,	همسانی بی‌واکی
۳۶/۸	۶۷	dʒz, dʒv, jz, jm, jr, lv, rv, dʒb, dʒd, jb, md, zv, Gz, zb, ,rn, ld, mb, Gb, Gv, mG, dl, Gr, vr, dv, bʃ, dG, zdʒ, ,zn, bd, zG, rn, rG, dʒr, dʒm, jd, jn, rdʒ, rG, lG, ml, mm, nz, rʃ, zl, vz, vdʒ, nd, ng, bz, Gl, nb, lb, vd, vG, Gd, zd, vl, rz, jl, br, dr, mr, ndʒ, rz, rm, rb, zm,	همسانی واکداری
۵۲/۸	۹۶	jt, jc, mt, nʔ, tn, ʔm, Gs, fG, vʔ, sd, bt, rχ, dʒʔ, vh, ,lf, hm, sr, sl, hl sb, rf, hr, hd, ti, ʔl, vt, ʔd, hz, sdʒ, sG, zʔ, ʃv, χv, fl, zf, fv, vf, vʃ, hz, ʃn, hj cm, nf, ,bc, tb, ds, Gf, dʒh, jʔ, ʃʃ, ʃG, ʃj, fj, mt, nx, nh, ls, ,lh, lx, ʔr, mʃ, cl, Gʃ, ʔz, ʔj, bs, bʃ, bx, cm, Gʃ, Gt, bʔ, js, jf, lt, rc, rs, rt, ns, cr, tm, lc, lʔ, rʃ, rʔ, rʃ, fr, hn, ʃm, sl, tG, ms, mʔ, mp, hv, sm	ناهمسانی
۱۰۰	۱۸۲		جمع

مقایسه همسانی در بی‌واکی که تنها کمی بیش از ۱۰٪ را به خود اختصاص داده است در مقابل همسانی واکداری که نزدیک به ۳۸٪ از خوشه‌ها به خود اختصاص داده است نشان می‌دهد که خوشه‌های همخوانی در همسانی واکی گرایش به همسان شدن در واکداری را دارند.

با مقایسه داده‌های جداول (۵) و (۱) می‌توان به این نتیجه رسید که در خوشه‌های کم بسامد همسانی بی‌واکی کمتر از همسانی باواکی و ناهمسانی می‌باشد. این در حالی است که در خوشه‌های پر بسامد بالای بیست واژه از هر سه خوشه ناهمسانی بی‌واکی برخوردار هستند. این جداول همچنین نشان می‌دهند که حجم قابل توجهی از خوشه‌های با بسامد ۵ و کمتر، از همسانی با واکی برخوردار هستند. ناهمسانی نیز در این خوشه‌ها در مجموع بیش از نیمی از مجموع خوشه‌ها می‌باشد. با توجه به این که که ۵۷٪ واژه‌های پیکره با بسامد ۵ و کمتر از ۵ می‌باشد. این وضعیت نشان می‌دهد که سهم همسانی بی‌واکی کمتر از همسانی واکداری و همسانی واکداری کمتر از ناهمسانی می‌باشد. در فاصله ۵ تا ۲۰ واژه که بیش از ۳۱٪ پیکره را شامل شده است. همسانی واکداری از سهم بسیار بیشتری نسبت به همسانی بی‌واکی برخوردار است. علی‌رغم این که همه خوشه‌های با بسامد بالای ۲۰ دارای همسانی بی‌واکی هستند، با توجه به اینکه این مجموعه به لحاظ نوع ۱/۶ و به لحاظ بسامد در پیکره ۱۱٪ برخوردار است، این وضعیت نمی‌تواند تغییر چندانی در نتیجه حاصل کند. بر این اساس به طور قطع همسانی بی‌واکی کمتر از همسانی واکداری می‌باشد و ناهمسانی واکی نیز حجم قابل توجهی را به خود اختصاص داده است. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که ضمن قبول گرایش به ناهمسانی واکی در خوشه‌های پایانی، گرایش به همسانی واکداری بسیار بیشتر از گرایش به همسانی بی‌واکی می‌باشد. به عبارتی دیگر، به لحاظ وضعیت واک در خوشه‌های زبان فارسی هر دو وضعیت همسانی و ناهمسانی قابل توجه است و نمی‌توان به طور مطلق حکم کرد که خوشه‌های فارسی از این لحاظ همسان یا ناهمسان می‌باشند. با فرض همسانی داده‌ها نشان می‌دهند که در خوشه‌ها تمایل آشکارا به سمت همسانی واکداری می‌باشد.

در اینجا این پرسش ذهن خواننده را به خود مشغول می‌کند که ممکن است در ناهمسانی‌ها یکی از دو جایگاه به طور مشخص نسبت به جایگاه دیگر در بی‌واکی یا واکداری اولویت داشته باشد. به همین منظور مقایسه وضعیت ناهمسانی بی‌واکی و واکداری در جایگاه اول و دوم در جدول (۶) مورد مقایسه قرار گرفته است. این جدول نشان می‌دهد که اگرچه تفاوت اندکی بین دو جایگاه وجود دارد ولی این تفاوت در هیچ یک از حالت‌های زیر قابل تصور نیست. این جدول نشان می‌دهد که در ترکیب‌های بی‌واکی واکداری و همچنین واکداری و بی‌واکی تفاوت عضو بی‌واکی و واکداری چندان قابل ملاحظه نیست (تفاوت ۲٪ بین ۴۹٪ و ۵۱٪). بر این اساس علی‌رغم اینکه عوامل سه گانه رسایی، وضعیت هسته هجا و همچنین مرز هجا می‌تواند موثر باشد ولی این باعث نشده است وضعیت واکداری با توجه به جایگاه تغییر قابل ملاحظه‌ای نشان دهد.

جدول ۶: ناهمسانی در جایگاه اول و دوم

ناهمسانی	تعداد	درصد	جمع
بی‌واکی	۴۱	۴۵	٪۴۹
	۴۹	۵۵	
ناهمسانی واکداری	۵۱	۵۴	٪۵۱
	۴۳	۴۶	

### ۳-۵- تناسب هسته هجا با خوشه پایانی

تناسب پایانه به‌طور عام و خوشه‌های همخوانی با هسته هجا به‌طور خاص از جمله مواردی است که در برخی از پژوهش‌هایی که در خصوص فارسی و غیر فارسی صورت گرفته است به آن اشاره شده است. داده‌های جدول (۷) تناسب هسته هجا با خوشه پایانی در پژوهش مورد بحث را نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های این جدول اگرچه سایشی انسدادی‌ها مانند بقیه گروه‌ها بیشتر تمایل دارند که با /a/ هم‌نشین شوند ولی با واکه‌های دیگر نیز به‌طور تقریباً متوازن هم‌نشین می‌شوند. این گروه با فاصله معناداری از بقیه گروه‌ها فعال‌تر هستند. خوشه سایشی علاوه بر این که مانند اکثر خوشه‌های دیگر هیچ تمایلی به هم‌نشینی با واکه‌های /D, u, i/ ندارد، تمایلی به هم‌نشینی با /e/ نیز نشان نمی‌دهد. خوشه انسدادی - سایشی در این مجموعه نیز از وضعیت متفاوت‌تری برخوردار است. از ۳۳ مورد، ۳۰ مورد هم‌نشینی با /a/ و سه مورد بقیه با /o/ و /e/ هم‌نشینی پیدا کرده است. یعنی هم‌نشینی با یک واکه ۱۰ برابر هم‌نشینی با کل واکه‌های دیگر است.

جدول ۷: توزیع واکه‌های /a, e, o/ در خوشه

خوشه	o	e	a	خوشه	o	e	a
س-ا	۲۱	۱۶	۴۷	ا-ر	۱	۱۲	۱۹
س-س	۱۴	۱	۱۵	خ-ا	۱۰	۶	۲۸
س-ر	۱۳	۴	۲۴	خ-س	۴	۷	۱۰
ا-ا	۴	۳	۲۱	ل-ا	۱۱	۱۱	۳۵
ا-س	۲	۱	۳۰	ل-س	۱۲	۹	۲۹
سایر	۱۶	۲۷	۳۱				

در خصوص واکه‌های /D, u, i/ باید گفت که تنها سایشی-انسدادی‌ها از خود تمایل به هم‌نشینی با آنها را نشان می‌دهند. از مجموع ۳۹ مورد که هسته هجا واکه‌های /D, u, i/ بوده است ۳۳ مورد با گروه سایشی انسدادی و تنها ۶ مورد با سایر گروه‌های دهگانه مشاهده شده است. جالب این که پنج مورد از شش مورد در این گروه‌ها متعلق به واژه‌های دخیل بوده است (به دلیل عدم هم‌نشینی واکه‌های /D, u, i/ با گروه‌های متعدد، در جدول آورده نشده است). بیش از ۵۴٪ از مجموع هسته هجا‌های مورد بررسی با /a/ هم‌نشین شده است این در حالی است که سهم پنج واکه دیگر کمتر از ۴۶٪ است.

### ۳-۶- تحلیل هم‌نشینی همخوان‌ها در خوشه پایانی در قالب نظریه بهینگی

بر اساس تحلیلی که در بندهای ۱-۳ الی ۳-۵ در خصوص هم‌نشینی همخوان‌ها در خوشه ارائه شد می‌توان محدودیت‌هایی را به صورت زیر تعریف کرد. در بند ۳-۵ مشخص شد که واکه‌های /D, u, i/ تنها با همخوان‌های سایشی در جایگاه اول هم‌نشین می‌شوند. این محدودیت را می‌توان به صورت زیر معرفی کرد.

محدودیت Vtens.C fr

در صورتی که هستهٔ هجا واکهٔ سخت باشد همخوان مجاور در خوشه باید سایشی باشد.

در بند ۳-۴ اشاره شد که همخوان‌ها به لحاظ همسانی واکهٔ تمایلی به همسانی بی‌واکهٔ ندارند. این مفهوم را می‌توان به صورت محدودیت زیر تعریف کرد.

محدودیت \*VOICELESS-hem

دو همخوان بی‌واکه نباید همجوار باشند.

در بند ۳-۴ مشخص شد که به لحاظ واکهٔ نیز بخش قابل توجهی از خوشه‌ها به صورتی هستند که همخوان‌های واکدار همجوار هم نمی‌شوند. این محدودیت را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد.

محدودیت \*VOICE-hem

دو همخوان واکدار نباید همجوار باشند.

همچنین در بند ۳-۴ مشخص شد که بیش از نیمی از خوشه‌های پایانی به لحاظ واکهٔ ناهمسان می‌باشند. بر این اساس می‌توان محدودیت زیر را نیز اضافه کرد.

محدودیت VOICE-het

دو همخوان در خوشه همخوانی به لحاظ واکهٔ ناهمسان می‌باشند.

یکی دیگر از محدودیت‌ها محدودیت حفظ مشخصهٔ پسین می‌باشد.

حفظ مشخصهٔ پسین IDENT-IO (back)

وضعیت هستهٔ هجا در درونداد به لحاظ پسین در برونداد حفظ شود.

محدودیت‌های پنجگانه زیر را می‌توان با توجه به اهمیت به صورت زیر رتبه‌بندی کرد:

Vtens C fr >> IDENT-IO (back) \* VOICELESS -hem >> \*VOICE hem >> VOICE het

می‌توان تابلو زیر را در دستگاه بهینگی برای واژه «بافت» متصور شد.

تابلو ۱: رقابت محدودیت‌ها در واژه «بافت»

/bɒft/	Vtens C fr	BACK-IO(back)	*VOICELESS hem	*VOICE-hem	VOICE-het
[baft]		*!	*		*
☞ [bɒft]			*		*
[bɒpt]	*!		*		*
[bɒvd]				*!	*

بر اساس داده‌های جدول (۳) همچنین می‌توان محدودیتی را برای حضور نادر /p/ به صورت زیر تعریف کرد:

محدودیت \*LAB-VOICE LESS

در خوشه نباید همخوان لبی بی‌واکه قرار گیرد.

بی‌جن خان (۱۳۸۴) محدودیتی را ناظر بر عدم تغییر مشخصه واکداری از درونداد به برونداد به صورت IDENT-IO (voice) تعریف می‌کند.

شکل‌گیری واژه «حدس» را می‌توان به صورت تابلوی (۲) نشان داد:

تابلو ۲: تحلیل واژه «حدس» در قالب بهینگی

/hads/	*Lab-voicles	IDENT-IO(voice)	*VOICELESS hem	VOICE- het
[hats]		*!	*	*
$\text{☞}$ [hads]				*
[haps]	*!	*	*	*
[hars]		*!		*

در خصوص هسته هجا می‌توان محدودیت‌های دیگری علاوه بر محدودیت Vtense C cont که در بالا به آن اشاره شد، تعریف کرد:

محدودیت IDENT-IO (low)

به ازای مشخصه افتادگی در درونداد باید در برونداد ویژگی افتادگی حفظ شود.

محدودیت IDENT-IO (high)

مشخصه افراشتگی در درونداد باید حفظ شود.

محدودیت IDENT-IO (back)

مشخصه پسین درونداد باید در برون داد حفظ شود.

محدودیت‌های فوق را می‌توان به صورت زیر مرتبه‌بندی کرد:

Vtense C cont >> IDENT-IO (hi.h) >> IDENT-IO (back)

محدودیت‌های مربوط به هسته هجا در واژه «سرد» را می‌توان به صورت زیر تحلیل کرد.

تابلو ۳: رقابت محدودیت‌ها در واژه «سرد»

/sard/	Vtense C cont	IDENT-IO(high)	IDENT-IO(back)	VOICE-hem
[sird]	*!	*		*
[sord]		*!	*	*
$\text{☞}$ [sard]				*

در قالب نظریه بهینگی ساخت هجایی CVCC ساختی خوش‌ساخت نیست چرا که محدودیت‌های مختلفی چه به لحاظ ساخت هجا و چه به لحاظ واج آرایشی نقض می‌شود. برخی از این محدودیت‌ها را می‌توان به صورت زیر مطرح کرد.

محدودیت: OCP

وقوع آوای مشدد [در اینجا همسانی مشخصه] در پایان هجای فارسی مجاز نیست (بی‌جن خان، ۱۳۸۴: ۲۰۱)

#### محدودیت ALIGN-R

به ازای هر ستاک یک هجا وجود دارد، به طوری که لبه سمت راست ستاک منطبق بر لبه سمت راست هجاست، یعنی ستاک و هجا در لبه سمت راست مشترکند (بی‌جن خان ۱۳۸۴: ۲۰۳).

#### محدودیت [+CONT]\*

همخوان‌های گرفته در خوشه نباید پیوسته باشند.

برای واژه «ضبط» می‌توان تابلو (۱۰) را ترسیم کرد:

#### تابلو ۱۰: رقابت محدودیت‌ها در واژه «ضبط»

/zabt/	ALIGN R	VOICE het	*+CONT	OCP
[zaft]			*!	*
[zabt]				*
[zɒft]			*!	*
[zɒb]	*!			
[zɒpt]		*!		*

لازم به توضیح این نکته است که محدودیت‌های عام MAX-IO و COMPLEX (کاگر، ۱۹۹۹؛ و مکاری، ۲۰۰۸) به دلیل وجود دو محدودیت خاص‌تر از تابلوی بالا حذف شده‌است.

آخرین بحثی که لازم است در این قسمت به آن پرداخته شود این است که تشکیل هجای CVCC که خوشه پایانی در آنها شکل می‌گیرد خود بر نقض دو محدودیت \*COMPLEX و NO-CODA استوار است چر که بی‌نشان‌ترین ساخت هجا در زبان‌ها به‌طور کلی هجای CV می‌باشد. از این واقعیت می‌توان چهار محدودیت در ساخت هجا به صورت زیر تعریف کرد.

#### محدودیت NECULOUS:

هر هجا بایستی هسته داشته باشد.

#### محدودیت ONSET

هر هجا بایستی غازه داشته باشد.

#### محدودیت NO-CODA

هجای مطلوب بدون پایانه است.

#### محدودیت \*COMPLEX

هجا نباید ساختار پیچیده داشته باشد.

بر اساس محدودیت‌های ذکر شده می‌توان تابلو زیر را ترسیم کرد. واژه «رفت» را بر اساس محدودیت‌های ساخت هجا می‌توان به صورت زیر ترسیم کرد.

تابلو ۴: رقابت محدودیت‌ها برای واژه «رفت»

/raft/	NECULOES	ONSET	MAX-IO	*COMPLEX	NO-CODA
[raf]			*!		*
[raft]				*	*
[ra]			**!		
[re]			**!		

در جدول فوق گزینه بهینه با نقض دو محدودیت \*COMPLEX و NO CODA تولید شده‌است. خوشه پایانی که لازمه‌اش نقض دو محدودیت است، دارای بیشترین محدودیت در ساخت هجا در زبان فارسی و نشاندارترین آن می‌باشد. این در حالی است که هجاهای CV و CVC هر کدام یک یا دو محدودیت کمتر نقض کرده‌اند. در برخی از گویش‌ها و گونه‌های زبان فارسی ra، raf و re به کار می‌رود که منطبق بر رتبه برخی از محدودیت‌ها است. در آن گونه‌های زبانی MAX-IO در رتبه کمتری از محدودیت قرار می‌گیرد.

#### ۴- نتیجه‌گیری

با تحلیلی که از داده‌های این پژوهش صورت گرفت می‌توان مواردی را به صورت زیر به عنوان نتایج این پژوهش برشمرد.

پربسامدترین خوشه‌های همخوانی، خوشه‌هایی می‌باشند که به لحاظ واکداری هر دو عضو بی‌واک، به لحاظ مشخصه‌های شیوه تولید، عضو اول [+پیوسته] و عضو دوم [-پیوسته] باشد. همچنین عضو دوم همه خوشه‌های پربسامد [-پیوسته، +تیغه‌ای، بی‌واک] می‌باشد. به لحاظ جایگاه بسامدی همخوان‌ها بیشترین بسامد همخوانی در نوع خوشه‌ها /r/، پس از آن /m/ و سپس /s, l/ و در رتبه پنجم /G/ قرار دارد. فاصله بین کمترین بسامد عضو خوشه /p, t, g/ با بیشترین بسامد بیش از ۳۰ برابر است. همخوان /z/ در هیچ یک از خوشه‌ها یافت نشده است.

به لحاظ همسانی واکی، در خوشه‌های همخوانی گرایش به ناهمسانی وجود دارد. در خوشه‌های همسان نیز گرایش به سمت همسانی واکداری می‌باشد. آشکارا خوشه‌های همخوانی به همسانی بی‌واکی تمایل نشان نمی‌دهند. به لحاظ رابطه هسته هجا با خوشه، این پژوهش نشان می‌دهد که واکه‌های /a, u, i/ به شدت نسبت به همنشینی به نوع خوشه حساس می‌باشند و عمدتاً تنها با خوشه‌ای که عضو اول آن گرفته پیوسته و عضو دوم آن گرفته غیر پیوسته باشد هم‌نشینی می‌شود. این پژوهش همچنین نشان می‌دهد که علی‌رغم این که در قالب نظریه بهینگی خوشه همخوانی محدودیت‌های قابل نقضی را نقض می‌کند و از این جهت نشاندارترین صورت هجایی را در زبان فارسی به خود اختصاص می‌دهد ولی به خوبی اولویت محدودیت‌های حاکم در این نظریه قابل دفاع می‌باشد. این پژوهش همچنین نشان می‌دهد که بررسی بسامدی واج‌ها می‌تواند اطلاعات مناسبی را از وضعیت واج یا هجا در حوزه واج‌شناسی به دست دهد که این اطلاعات می‌تواند زیربنای تحلیل در برخی از نظریه‌های واج‌شناسی قرار گیرد.

#### کتابنامه

احمدی، مهدی و بی‌جن‌خان، محمود (۱۳۸۹). خوشه‌های صامت پایانی در فارسی میانه و فارسی نو: قیاسی با سنجه محدودیت توالی رسایی. پژوهش‌های زبان‌شناسی. س ۲، ش ۲: ۳۵-۱۳.

- بی‌جن‌خان، محمود (۱۳۸۴). *نظریه بهینگی*. تهران: انتشارات سمت.
- ثمره، یدالله (۱۳۷۱). *ساخت آوایی زبان فارسی*. چاپ سوم. تهران: انتشارات مرکز نشر دانشگاهی.
- جليله وند، ناهید و دمرچی، زینب و محمودی بختیاری، بهروز و کیهانی، محمدرضا (۱۳۹۰). بررسی فرایند واجی کودک ۴ تا ۶ ساله فارسی زبان. *مجله زبان و زبان‌شناسی*. ش ۱۳: ۶۰-۵۱.
- رحیمی، افشین. وزیر نژاد، بهرام و اسلامی، محرم (۱۳۹۳). اصل توالی رسایی در زبان فارسی، دو فصلنامه پردازش علائم و داده‌ها. ش ۲۳: ۹۴-۸.
- شجاعی، راضیه و بی‌جن‌خان، محمود (۱۳۹۱). تحلیل رسایی بنیاد کاهش خوشه‌های همخوانی در تلفظ کودکان فارسی زبان. *پژوهش‌های زبان‌شناسی*. س ۴، ش ۱: ۲۰-۱.
- قسیسین، لیلا. قیومی، زهرا و محمودی بختیاری، بهروز (۱۳۹۰). بررسی رشد برخی از خوشه‌های همخوانی در کودکان ۲ تا ۴ ساله فارسی زبان. *پژوهش در علوم توانبخشی*. س ۷ ش ۳: ۳۹۷-۳۹۱.
- کامبوزیا، عالیه کرد زعفرانلو (۱۳۸۳). فرایند تضعیف در زبان فارسی. *پژوهش‌های زبان‌شناسی ایرانی جلد دوم (جشن نامه دکتر یدالله ثمره)*، به همت دکتر امید طیب زاده و دکتر راسخ مهند، همدان: انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.
- (۱۳۸۸). فرایند تضعیف در زبان فارسی. *در مجموعه مقالات زبان‌های ایرانی و زبان‌شناسی*. مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، صص ۲۴۷-۲۵۵.
- کامبوزیا، عالیه کرد زعفرانلو هادیان، بهرام (۱۳۸۸). طبقات طبیعی در واژه‌های زبان فارسی، *مجله پژوهش زبان و ادبیات فارسی*. ش ۱۵: ۱۴۴-۱۱۷.
- منصوری، مهرزاد (۱۳۸۶). *سامد نسبی واجگان زبان فارسی در متون گفتاری و نوشتاری*. طرح پژوهشی دانشگاه ایلام.
- (۱۳۸۸). *نظام سامدی واج‌ها در زبان فارسی*. ایلام: انتشارات دانشگاه ایلام.
- مهربان، مارال (۱۳۸۹). بررسی اصول رسایی در زبان فارسی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
- Brent, M. R., & Cartwright, T. A. (1996). Distributional regularity and phonotactic constraints are useful for segmentation. *Cognition*, 61(1), 93-125.
- Cote', M. H. (1997.a). Phonetic salience and consonant cluster simplification, in Benjam Bruening, Yoonjung Kang & Martha McGinnis (eds.) PF: papers at the interface, MIT Working Papers in Linguistics 29, Cambridge, MA: MITWPL, 229-26.
- (1997.b). "Phonetic salience and the OCP in coda cluster reduction", Proceedings of the Chicago Linguistic Society (CLS 33), vol. 1 The main session: 57-71.
- (1998) "Saillance phonétique et contraste dans la réduction des groupes consonantiques: le cas du français québécois", in Patrick Sauzet (ed.) *Langues et grammaire II & III: Phonologie, Documents de travail Langues et grammaire 6*, Paris: CNRS / Département des sciences du langage, Université Paris 8, 25-42.
- Kager, R. (1999). *Optimality Theory*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Kambuziya, Aliye. K.Z. & Mehdi Zolfeghari Serish (2006) Sonority Hierarchy Principle in cvcc Syllable of Persian. *J. Humanities* (2006) 13 (1): 107 - 122.
- McCarty, J. (2008). *Doing Optimality Theory, Applying Theory to Data*, Oxford: Blackwell Publishing.
- Shinohara, S. (2006). Perceptual effects in final cluster reduction patterns. *Lingua* 116 (7), 046-1078.
- Zamuner, T. S. (2006). Sensitivity to word-final phonotactics in 9-to 16-month-old infants. *Infancy* 10 (1), 77-95.