



Chain Shifts in Persian Vowel System: An Optimality Theoretic Account

Fahimeh Khodaverdi¹ 

PhD in Linguistics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Abstract

This research investigates diachronic changes of Persian vowel system from Old Iranian to Middle Persian, to Dari and to Present Day Persian, describes how they have occurred and analyzes why they have happened in the framework of Optimality Theory (OT). The changes are regular and context free, formed in a chain shift fashion resulting in a more symmetrical vowel system in terms of the qualitative distinctions of simple vowels and also in elimination of the phonemic role of Persian diphthongs and long vowels. These changes are explained through constraints interaction whose final output in each language period (variation) is the optimal vowel of that period and corresponds to the input for its speaker and remains in his lexicon until another vowel change occurs. New changes are represented by constraints reranking and result in input restructuring. Also, the intermediate stages of gradual vowel changes are explained in OT with candidate chains.

Keywords: Candidate chains, Chain shift, Optimality Theory, Persian language, Vowel system

1. Introduction

In historical phonology, sound changes are of three general types: 1) regular context-independent changes which occur in the entire

- This article is taken from the PhD Dissertation in Linguistics, Allameh Tabataba'i University.
1. fahimehkhodaverdi60@gmail.com (Corresponding Author)

How to cite: Khodaverdi, F. (2024). Chain Shifts in Persian Vowel System: An Optimality Theoretic Account. *Language and Linguistics*, 20(39), 209- 230. doi: 10.30465/LSI.2025.49094.1765

phonological system of the language; 2) regular context-dependent changes with phonetic motivations; and 3) sporadic irregular changes arisen context-independently (Hock, 1991, pp. 34-35). The diachronic changes of Persian vowel system (space) are considered regular and context-independent (type 1) formed in a chain shift fashion. The goals of the present research are a) to investigate the diachronic changes of Persian vowel system from Old Iranian (OI) to Middle Persian (MP) and Dari Persian (Dar), and then to Present Day Persian (PP), b) to describe their mechanism, and c) to explain them in the framework of Optimality Theory, especially in its recent serial approaches. Achieving the goals is possible through answering the following questions.

- 1) What are Persian vowel changes from OI to PP?
- 2) What is the mechanism of those changes?
- 3) How are those changes explained in OT?

2. Literature Review

Diachronic vowel changes of Persian have been mentioned in different historical studies; Barthelomae (1893), Kent (1950), Oranski (1999), Testen (1997), Skjærvø (2009), Klein et al. (2017) on OI, Hübschmann (1895) and Maggi and Orsatti (2018) on sound changes from Old Persian (OP) to Modern Persian (MoP), Natel-Khanlari (1986) and Abolghasemi (2008) on sound changes from OI to Present day Persian (PP), and Weber (1997) and Rohani Rahbar (2008) on MP sounds, are some of the dominant ones. All these researchers agree on the point that the ten-membered vowel system of OI (/a, i, u, ai(j), au(w), ā, ī, ū, āi, āu/) has shifted to a system with eight members (/a, i, u, ē, ō, ā, ī, ū/) in MP and Dari and then to a six-membered one in PP (/i:, u:, α:, a, e, o/).

A list of observed vowel changes in the Persian history exemplified in limited number of linguistic forms is the mere outcome of the past studies. They do not provide us with a description of the chain mechanism of the vowel changes. Also, Optimality Theory (OT) (Prince & Smolensky, [1993]2004) has rarely been used in explaining Persian diachronic sound changes in general and in analyzing its vowel system in particular. To the best knowledge of the present author, the most prominent research in this regard is Rees (2008) where the sound changes from MP to Proto-Persian (ProP) and then

to Iranian Persian (IrP) have been analyzed in OT without their gradual chain shift and their relations being considered. As a result, the serial approaches of the theory are absent there. In historical phonology of Persian, descriptive and explanatory studies concentrated on those characteristics of sound changes are missing and the present study is an effort to fill at least some part of the void.

3. Method

The present study relied on a combination of methods encompassing thorough review studies, collecting data, and theoretical analysis. In this case, studies on Persian historical phonology were looked into, and historical vowel changes from OI to PP were taken from them. Then, using Hasandoust's etymological dictionary (2014), the Persian forms were found and put into groups. The stages of their gradual evolution through different linguistic periods were also described. Gathering lists of linguistic forms with common vowel changes and observing the different steps of vowel system changes in Persian history, Optimality Theoretic constraints came into play. Along with the idea of input-restructuring and the theory's sequential approach, these rules and their language-specific order helped to explain not only the grammar of each period of Persian language use and how it related to the others, but also how vowel changes that aren't categorical happen over time.

4. Conclusion

Diachronic vowel changes of Persian are regular context-free changes occurred gradually in a chain shift fashion and under the influence of both pull and push forces around the vowel space: 1-diphthongs /ai(j), au(w)/ simplification to /ē, ō/; 2- /ē, ō/ raising and their merging with original /ī, ū/; 3- /i, u/ falling to /e, o/; 4- central /ā/ backing to /ɑ:/. The ultimate destination of the long journey has been the extension of the Persian vowel space (a change in its shape), its simplification (reduction of the number of vowels), disappearance of the quantitative contrast among its members (though a quantitative balance is seen among PP vowels), elimination of its diphthongs as phonemic units (while they exist phonetically in PP), and its development as a more symmetrical system with regard to the qualitative features of its members. Linguistic constraints and their rankings in both parallel and serial OT approaches help us represent those Persian changes. Specifically, serial optimality with its candidate chains (OT-CC) and

PRECEDENCE constraints is able to account for the gradual and multi-step changes like diphthong breaking as demonstrated in 1:

1) OI. > MP.

NO-DIPHTHONG >> MAX-IO, PREC (IDENT-IO, MAX-IO) >> IDENT-IO

Furthermore, OT has two general views towards diachronic changes. The first one is constraint reranking which reflects language typology in giving both new grammars (new languages/variations) and the interlanguage relations. Comparing the rankings 2-4 clears the point for Persian vowels history:

2) MP., Dar. > PP.

NO-DIPHTHONG, SPACEcolor ≥ 1 , *[Long, Mid], *[short, +high], ā(backness) >> NO-MERGE

3) OI. > MP., Dar

NO-DIPHTHONG, NO-MERGE >> *[Long, Mid], SPACEcolor ≥ 1 , *[short, +high], ā(backness)

4) OI.

*[Long, Mid], NO-MERGE >> NO-DIPHTHONG, SPACEcolor, *[short, +high], ā(backness)

The re-rankings seen in 2-4 are due to changes in vowels that happen over time and are examples of how the language was ranked and how it was put together in different times in Persian history. The output of each grammar enters the language speaker's lexicon as the most harmonic form, which is completely faithful to its input and stays there till a new change occurs in the vowel system. For instance, the input for OI speakers who hear diphthongs contains diphthongs and coincides with the output (4), while for MP speakers who do not receive such inputs (in what they hear) but mid-long vowels, the inputs contain mid-long vowels (3). Mid-long vowels stay in those speakers' lexicon until a new change starts, and mid-long vowels are not received anymore. So, inputs are restructured (2). The second view of OT in language change analysis is input restructuring, which results from constraint reranking but does not cause it.



تحلیل بهینگی جابه‌جایی‌های زنجیری نظام واکه‌ای زبان فارسی

فهمیه خداوری  دانش‌آموخته دکتری زبان‌شناسی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

چکیده

پژوهش حاضر به بررسی تغییرات در زمانی نظام واکه‌ای زبان فارسی از ایرانی باستان به فارسی میانه، فارسی دری و به فارسی امروز، توصیف چگونگی رخداد آنها و تحلیل چرایی وقوع آنها در چارچوب نظریه بهینگی پرداخته‌است. این تغییرات از نوع نظام‌مند مستقل‌از یافت هستند که در قالب جابه‌جایی‌های زنجیری در فضای واکه‌ای شکل گرفته‌اند و نتیجه آنها ایجاد نظام واکه‌ای متقارن‌تر به لحاظ تمایزهای کیفی واکه‌های ساده و ازمیان‌رفتن نقش واجی واکه‌های مرکب و واکه‌های بلند بوده‌است. این تحولات در نظریه بهینگی با تعامل محدودیت‌ها توجیه‌می‌شود. برون‌داد نهایی این تعامل در هر دوره (گونه) زبانی واکه بهینه آن دوره است که برای گویشور آن منطبق بر درون‌داد است و تا زمانی که تغییر واکه‌ای دیگری ایجادنشود، در واجگان وی باقی‌می‌ماند. تغییر جدید با تغییر در مرتبه محدودیت‌ها بازنمایی‌می‌شود و به بازسازی درون‌داد می‌انجامد. تحلیل مراحل میانی تغییرات واکه‌ها مانند تغییرات واکه‌های مرکب نیز در رویکرد زنجیره گزینیه‌ها در این نظریه ممکن است.

کلیدواژه: زبان فارسی، نظام واکه‌ای، جابه‌جایی زنجیری، نظریه بهینگی، زنجیره گزینیه‌ها.

۱- مقدمه

در «واج‌شناسی تاریخی»^۱، تغییرات آوایی^۲ شامل سه نوع کلی هستند: ۱- تغییرات منظم مستقل از بافت/بافت‌آزاد^۳ که در کل نظام آوایی/واجی زبان رخ داده‌اند؛ ۲- تغییرات منظم وابسته به بافت^۴ با انگیزه‌های آوایی؛ ۳- تغییرات نامنظم^۵ که به‌طور پراکنده^۶ و مستقل از بافت به وجود آمده‌اند (هاک^۷، ۱۹۹۱: ۳۵-۳۴). تغییرات در زمانی نظام واکه‌ای زبان فارسی حول فضای واکه‌ای^۸ که موضوع پژوهش حاضر است از انواع تغییرات منظم مستقل از بافت محسوب می‌شوند. نظام واکه‌ای ایرانی باستان^۹ مجموعه‌ای ده‌عضوی شامل واکه‌های افراشته، افتاده و مرکب /a, i, u, ai, au, ā, ī, ū, āi, āu/ بوده است^{۱۰} که تا رسیدن به دوره میانه زبان فارسی^{۱۱} با نظام هشت‌واکه‌ای از واکه‌های ساده افراشته، افتاده و میانی /a, i, u, ē, ō, ā, ī, ū/ جایگزین شده است (ابوالقاسمی، ۱۳۸۷: ۵-۲۷). مدخل واکه‌های فارسی میانه در فارسی دری^{۱۲} بدون تغییر مانده است، اما در گذر از فارسی دری به فارسی معیار امروز^{۱۳}، تمایز^{۱۴} کیفی-کمی واکه‌ها به تمایز کیفی آنها کاهش یافته است و نظام شش‌واکه‌ای فارسی امروز شامل /a, e, o, ɒ, i:, u:/ با تمایز کیفی به لحاظ دو جایگاه پسین و پیشین و سه ارتفاع افراشته، میانی و افتاده پدیدار شده است (دوست‌دار توسروندانی، ۲۰۰۴). هدف از انجام پژوهش حاضر توصیف سازوکار این تغییرات در زمانی نظام واکه‌ای زبان فارسی در گذر از ایرانی باستان به فارسی میانه، فارسی دری و سپس به فارسی امروز، ارائه صورت‌های زبانی‌ای که روند این تغییرات در آنها قابل ردیابی است و نیز توضیح چرایی وقوع

1. historical phonology

2. sound change

3. context independent/free

4. context dependent/sensitive

5. irregular sound change

6. sporadic

7. H. H. Hock

8. vowel space

9. Old Iranian (OI.)

۱۰. در این پژوهش، واکه‌های بلند به سنت منابع در زمانی از ایرانی باستان تا فارسی امروز با خط بار روی واکه

نشان داده شده‌اند، اما در مورد فارسی امروز در صورت نیاز به نمایش کشش واکه، به سنت امروز از نشانهٔ دوقطه (:))

منطبق بر نظام آوانگاری IPA استفاده شده است. همخوان‌ها نیز در تمام ادوار منطبق بر همین نظام آوانویسی شده‌اند.

11. Middle Persian (MP.)

12. Dari (Dar.)

13. Present Day Standard Persian (PP.)

14. contrast

آنها در قالب نظریه بهینگی^۱ (پرینس و اسمولنسکی^۲، [1993] 2004) به‌ویژه در رویکرد متوالی^۳ آن است. نوشته پیش‌رو شامل مقدمه (بخش ۱)، پیشینه (بخش ۲) و روش پژوهش (بخش ۳)، مرور نظریه بهینگی و رویکردهای آن به تغییرات آوایی در زمانی و مطرح‌شدن امکان به‌کارگیری رویکرد متوالی آن در تحلیل تحولات تدریجی در زمانی (بخش ۴)، یافته‌های پژوهش (بخش ۵) و بحث و نتیجه‌گیری (بخش ۶) است.

۲. پیشینه پژوهش

تغییرات تاریخی واکه‌ای زبان فارسی در پژوهش‌های تاریخی مختلفی، از جمله بارتلومه^۴ (1893: ۱۱۹-۱۱۲)، کنت^۵ (1950: ۶۰-۴۶)، ارانسکی^۶ (1999: ۵۵-۲۵ و ۱۰۹)، تستن^۷ (1997)، شروو^۸ (2009)، کلاین و همکاران^۹ (2017: ۵۰۳-۴۸۱) در مورد ایرانی باستان، هوبشمان^{۱۰} (1895: ۶۰-۱۳) و مگی و ارستی^{۱۱} (2018) در بیان تغییرات فارسی باستان^{۱۲} تا فارسی نو^{۱۳}، (ناتل خانلری، ۱۳۶۵: ۱۸۲-۱۸۳، ۲۵۵ و ۳۳۹-۳۴۰) و (ابوالقاسمی، ۱۳۸۷: ۲۷-۵) در مورد تغییرات ایرانی باستان تا فارسی امروز و وبر^{۱۴} (1997) و روحانی رهبر (۲۰۰۸) ضمن معرفی آواهای فارسی میانه، مطرح‌شده‌اند. در این منابع تنها فهرستی از تغییرات واکه‌ای مشاهده‌شده (آن‌گونه که در مقدمه به آن اشاره‌شد) در تعداد محدودی از صورت‌های زبانی ارائه‌شده‌است، اما سازوکار رخداد آنها در فضای واکه‌ای توصیف‌نشده‌است. همچنین، نظریه بهینگی به‌ندرت در تحلیل تغییرات در زمانی زبان فارسی به‌طور کلی و در مورد تغییرات واکه‌های این زبان به‌طور خاص، به‌کارگرفته‌شده‌است. تا آنجا که نویسندۀ این سطور آگاه است، شاخص‌ترین مورد پژوهش ریس^{۱۵} (2008) است که تغییرات را تنها در گذر از فارسی میانه به فارسی مادر^{۱۶} و سپس به فارسی ایرانی، تحلیل کرده‌است و سیر تدریجی تغییرات زنجیری

1. Optimality Theory (OT)
2. A. Prince & P. Smolensky
3. Serial Optimality Theory
4. C. Barthelomae
5. R. G. Ken
6. I. M. Oranski
7. D. Teste
8. P. O. Skjærvø
9. J. S. Klein et al.
10. H. J. Hübschmann
11. M. Maggi & P. Orsatti
12. Old Persian (OP.)
13. New Persian
14. D. Webe
15. D. A. Rees
16. Proto-Persian (PPer.)

واکه‌ها و ارتباط میان مراحل آن را در واژه‌های زبان مدنظر قرار داده‌است و به همین دلیل، رویکردهای متوالی نظریه در آن جایی ندارند. به بیان دیگر، جای مطالعات متمرکز بر چگونگی و چرایی این تغییرات در واج‌شناسی تاریخی زبان فارسی خالیست و اهمیت این پژوهش تلاش آن برای پرکردن دست‌کم بخشی از این جای خالیست.

۳. روش پژوهش

روش پژوهش در این مقاله ترکیبی از مطالعات مروری، گردآوری داده و تحلیل نظری است. تغییرات نظام واکه‌ای زبان فارسی از ایرانی باستان تا فارسی امروز بنا بر مشاهدات پیشینیان (که نام آنها در پیشینه ذکر شد) گردآوری شده‌اند. سپس مجموعه‌ای از صورت‌های شامل این تغییرات از فرهنگ حسن‌دوست (۱۳۹۳) یافت و دسته‌بندی شده‌اند. این دسته‌بندی امکان تشخیص ویژگی‌های مشترک میان نوع تغییرات و تعیین محدودیت‌های زبانی ناظر بر تبیین چرایی آنها را فراهم می‌کند. پس از دسته‌بندی، سازوکار تغییرات نظام واکه‌ای توصیف و در قالب نظریه بهینگی تحلیل شده‌است.

۴. نظریه بهینگی: رویکردهای موازی و متوالی

در چارچوب نظریه بهینگی (OT)، تغییرات هم‌زمانی^۱ زبان بازتاب تعامل محدودیت‌های جهانی قابل‌نقض^۲ و رتبه‌بندی زبان‌ویژه^۳ آنهاست. سازوکار این نظریه در توجیه تغییرات مذکور شامل سه بخش اصلی است: ۱- واژگان^۴ که درون‌داد^۵ها، بنا بر اصل غنای پایه^۶، از آن استخراج می‌شوند. مطابق این اصل، هیچ محدودیتی بر صورت‌های درون‌دادی وارد نیست. ۲- مولد^۷ که نظام واجی با طیفی از برون‌داد^۸های بالقوه را به‌دست می‌دهد. ۳- ارزیاب^۹ که مجموعه‌ای از محدودیت‌های وفاداری^{۱۰} و نشان‌داری^{۱۱} است. محدودیت‌های وفاداری تمایل به حفظ صورت‌های درون‌دادی دارند، اما محدودیت‌های نشان‌داری در جهت خلق صورت‌های زبانی متفاوت از صورت‌های درون‌دادی پیش می‌روند. تعامل این محدودیت‌ها منجر به انتخاب گزینه بهینه^{۱۲}

1. synchronic
2. universal violable constraints
3. language specific ranking
4. lexicon
5. input
6. richness of base
7. generator
8. output
9. evaluator
10. faithfulness
11. markedness
12. optimal candidate

و نه گزینه بی نقص می شود، گزینه ای که کمترین میزان تخلف را از محدودیت های رتبه بالا دارد (پرینس و اسمولنسکی، 2004: ۸-۴؛ کاگر^۱، 1999: ۱۲-۶). در نسخه معیار OT، ارزیابی گزینه ها موازات گرایانه^۲ است، یعنی نگاشت درون داد به برون داد طی یک مرحله و فارغ از تعداد تغییرات رخ داده در صورت درون دادی انجام می گیرد. در این دیدگاه برخلاف رویکردهای قاعده بنیاد، مفاهیمی مانند اشتقاق^۳، صورت های میانی^۴ و تیرگی تعاملات واجی^۵ قابل بازنمایی نیستند، زیرا اساساً آنچه حائز اهمیت است، صورت نهایی برون داد است. یکی از راهکارهای OT در مواجهه با این مشکل، ارزیابی متوالی^۶ و استفاده از زنجیره گزینه ها^۷ است. در این نوع ارزیابی، بر اساس اصل تدریجی بودن^۸، گزینه ها به طور مرحله به مرحله و هر بار تنها با یک تغییر به روستاخت می رسند، آنگاه برون داد هر مرحله درون داد مرحله بعد است و برون داد نسبت به برون داد مرحله قبل سلسله مراتب محدودیت ها^۹ را بهتر برآورده می کند. بدین ترتیب، به تدریج بر میزان هماهنگی^{۱۰} آن با برون داد نهایی افزوده می شود تا جایی که هم گرایی^{۱۱} نهایی حاصل شود (اصل پیش روی هماهنگ^{۱۲}). هم گرایی زمانی است که برون داد یک مرحله با درون داد همان مرحله دقیقاً یکسان باشد و تغییر دیگری رخ ندهد (مک کارتی^{۱۳}، 2000). انگاره زنجیره گزینه های مک کارتی (2006: ۹۳-۵۹) ضمن حفظ اصول رویکرد متوالی، محدودیت تقدم^{۱۴} $PREC(A, B)$ (نقض محدودیت وفاداری A بر نقض محدودیت وفاداری B مقدم است)، زنجیره های گزینه ای با صورت بندی $\langle C1, C2, C3, \dots, Cn \rangle$ و همراه با آن، مجموعه ای از نگاشت های غیر وفادار موضعی شده^{۱۵} (محدودیت های وفاداری نقض شده تا آن مرحله) $\langle F0, \dots, Fn \rangle$ را به نظریه وارد کرده است. در این انگاره، تنها زنجیره های معتبر با یکدیگر در رقابتند و زنجیره هایی معتبرند که هر دو اصل مذکور را رعایت کرده باشند. رویکرد توالی هماهنگ و زنجیره گزینه ها البته در مورد تغییرات شفاف^{۱۶} نیز کاربرد دارد، زیرا اصولاً این

1. R. Kager
2. parallelistic
3. derivation
4. intermediate forms
5. opacity
6. serial optimality theory (SOT)
7. OT with candidate chains (OT-CC)
8. gradualness principle
9. constraints hierarchy (H)
10. harmony
11. convergence
12. harmonic improvement
13. J. J. McCarthy
14. precedence
15. localized unfaithful mappings (LUM)
16. transparent

نظریه مراحل میانی اشتقاق را در رسیدن به برون‌داد نهایی لحاظ می‌کند، خواه این مراحل در روابط تیره رخ داده باشند، خواه در تعامل شفاف طی شده باشند (لی^۱، ۲۰۰۶؛ مک‌کارتی، ۲۰۰۸). معرفی اصول توالی هماهنگ و تدریجی بودن و مفهوم زنجیره‌های غیرمعتبر از نوآوری‌های رویکرد متوالی نظریه بهینگی برای کاستن از آزادی تحلیل^۲ مولد در تولید گزینه‌های متعدد و متنوع است. بر این اساس، هر زنجیره‌ای امکان تولید نمی‌یابد و نظام ارزیابی محدودیت‌ها تنها گزینه‌های معتبر را ارزیابی می‌کنند. با این توصیف، OT-CC مانند نظریه‌های قاعده‌بنیاد^۳ رویکردی اشتقاقی است، اما برخلاف آنها مجهز به ابزار تحلیل تعامل تیره^۴ فرایندهاست.

ابزار OT در تحلیل تغییرات در زمانی، همان ابزار تحلیل‌های هم‌زمانی است به علاوه دو راهکار اصلی در به‌کارگیری این ابزار: جابه‌جایی مرتبه محدودیت‌ها^۵ و اتکا به مفهوم بهینه‌سازی واژگان/بازسازی درون‌داد^۶ (هالت^۶، ۲۰۰۳). تغییر زبانی به جابه‌جایی محدودیت‌های نشان‌داری و تسلط آنها بر محدودیت‌های وفاداری می‌انجامد. در ابتدا تولید صورت‌های جدیدی (برون‌داد) که بر اساس محدودیت‌های ارتقایافته شکل گرفته‌اند، اختیاری است، اما گرایش تدریجی به تولید آنها ممکن است تا آن جا پیش‌رود که محدودیت‌های نشان‌داری صورتی کاملاً متفاوت از صورت اولیه خلق کنند و آن صورت جدید بنا بر اصل بهینه‌سازی واژگان در واژگان بازتعبیر شود. صورت واژگانی بازتعبیر شده به تدریج در واژگان تثبیت می‌گردد و به صورت بنیادین زبان مبدل می‌شود. این امر به نوبه خود منجر به تنزل محدودیت‌های نشان‌داری و سرانجام ارتقای محدودیت‌های وفاداری می‌شود که به این صورت کنونی پایبندند. مرتبه بالای محدودیت‌های وفاداری تا زمانی که تغییر زبانی دیگری ترتیب محدودیت‌ها را دستخوش تغییر نکند، حفظ می‌شود (ریس، ۲۰۰۸: ۱۵۶-۱۶۸). جابه‌جایی مرتبه محدودیت‌ها و بازسازی درون‌داد هر دو پیامد تغییر هستند و نه علت آن. به عبارت دیگر، رتبه‌بندی جدید وضعیت آن مرحله مشخص از زبان را پس از تغییر نشان می‌دهد. بازسازی درون‌داد نیز تنها پس از مشاهده ظهور برون‌دادی جدید و متفاوت از آنچه تا آن زمان از محیط دریافت شده‌است، منطقی است. رویکرد OT-CC می‌تواند در بازنمایی چگونگی تغییرات یا مراحل میانی آنها از دوره‌ای قبل تا رسیدن به رتبه‌بندی جدید کارآمد باشد. پیشنهاد پژوهش حاضر، تحلیل تغییرات نظام

-
1. Y. S. Lee
 2. freedom of analysis
 3. rule-based
 4. reranking
 5. lexicon optimization/input restructuring
 6. E. D. Holt

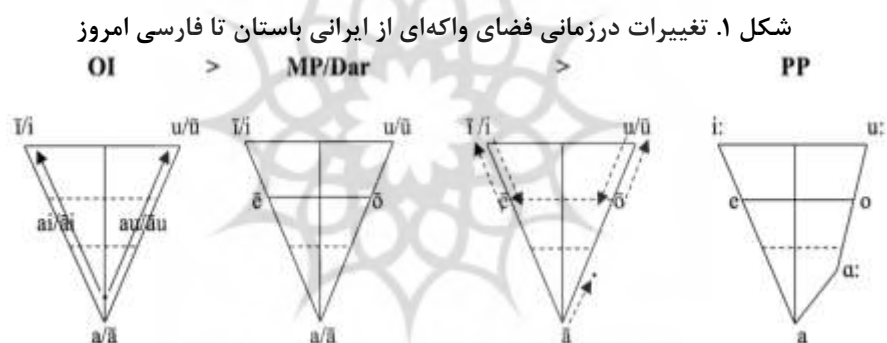
واکه‌ای زبان فارسی در گذر زمان با استفاده از این رویکرد به تغییرات تدریجی در کنار رویکرد موازی به فرایندهای مستقل است. آنگاه جابه‌جایی در مرتبه محدودیت‌ها دستور بهینگی هر مرحله از زبان را پس از تغییر به‌دست‌می‌دهد.

۵. یافته‌ها

یافته‌های این پژوهش از بررسی سازوکار تغییرات در زمانی نظام واکه‌ای زبان فارسی و تحلیل بهینگی آن تغییرات به‌دست‌آمده‌است.

۵-۱. سازوکار تغییرات در زمانی نظام واکه‌ای زبان فارسی

در بخش مقدمه گفته شد که تغییرات در زمانی نظام واکه‌ای زبان فارسی تغییراتی در ویژگی‌های کیفی (ارتفاع و جایگاه) و رابطه کمی میان اعضای آن بوده‌است که به تدریج، به گسترش فضای واکه‌ای (تغییر شکل) و ساده‌شدن (کاهش تعداد واکه‌ها) منجر شده‌است. این تغییرات را از ایرانی باستان تا فارسی امروز، می‌توان به شکل زیر نشان داد:



مطابق شکل ۱، در ایرانی باستان سه جایگاه اصلی با واکه‌های افراشته /i/، افراشته پسین /u/ و مرکزی /a/ و هم‌تاهای بلند آنها پر بوده‌است (تستن، ۱۹۹۷؛ شرو، ۲۰۰۹). واکه‌های مرکب ایرانی باستان با پیکان‌هایی در فضای واکه‌ای آن زبان نمایش داده شده‌اند که جهت‌گیری واکه را بر اساس عضو دوم آنها نشان می‌دهند.^۱ در گذر از ایرانی باستان به ایرانی

۱. واکه‌های زبان اوستایی گونه‌های دیگری نیز داشته‌است (تستن، ۱۹۹۷؛ ابوالقاسمی، ۱۳۸۷: ۵) که موضوع پژوهش حاضر نیست.

میان، طبق الگویی رایج و صرف‌نظر از پراکندگی‌های واژگانی^۱، واکه‌های مرکب بلند از میان‌رفته‌اند و همتهای کوتاه آنها با تبدیل به واکه‌های ساده اما بلند /ē/ و /ō/، جایگاهی را در میانه فضای واکه‌ای اشغال کرده‌اند که در ایرانی باستان خالی بوده‌است. نظام واکه‌ای فارسی میانه و فارسی دری تفاوتی با یکدیگر نداشته‌اند، اما در فاصله میان این دو تا فارسی امروز، جابه‌جایی‌های دیگری در فضای واکه‌ای رخ داده‌اند؛ واکه‌های /ē/ و /ō/ با افزایش ارتفاع، به جایگاه واکه‌های افراشته رسیده‌اند و با واکه‌های بلند افراشته /ī/ و /ū/ ادغام^۲ شده‌اند. بدین ترتیب، دو گروه واکه‌های /ī, ē, ō/ و /ū, ī, ē, ō/ در قالب یک جفت واکه /i: (ī), u: (ū)/ به فارسی امروز رسیده‌اند. همتهای کوتاه /ī/ و /ū/ یعنی /i/ و /u/ که اصیل ایرانی باستان بوده‌اند و تا فارسی دری وجود داشته‌اند، جای خود را به واکه‌های کوتاه میانی /e/ و /o/ داده‌اند (ویندفور^۳، 1979: ۱۳۴-۱۳۸؛ میلر^۴، 2013؛ مگی و ارستی، 2018). ریس (2008: ۱۰۹-۱۱۶) و میلر (2013) معتقدند هر دو واکه /ā, a/ تا رسیدن به فارسی امروز، از جایگاه مرکزی جابه‌جاشده‌اند و با /æ, ǣ/ جایگزین شده‌اند، اما بررسی‌های صوت‌شناختی واکه‌های زبان فارسی معیار امروز (مدرسی قوامی، ۱۳۹۱) نشان داده‌است که واکه /a/ موقعیت افتاده و مرکزی خود را در فضای واکه‌ای حفظ کرده‌است و تنها واکه /ā/ به موقعیت واکه /a/ تغییر مکان داده‌است. نتیجه مجموع این تغییرات تدریجی ایجاد نظامی شش‌عضوی از واکه‌هاییست که تمایز میان گونه‌های بلند و کوتاه آنها از میان‌رفته‌است و واکه‌های مرکب در میان آنها دیده نمی‌شوند، اما به لحاظ کیفی، جایگاه‌های متنوع‌تری از فضای واکه‌ای را اشغال کرده‌اند. مجموع تغییرات واکه‌ای که توصیف‌شد، تغییر موقعیت واکه‌ها حول فضای واکه‌ای است که در واج‌شناسی تاریخی، با نام جابه‌جایی زنجیری واکه‌ها^۵ خوانده می‌شود؛ به معنای تغییر موقعیت زنجیروار واکه‌ها یکی پس از دیگری، به موقعیتی در همسایگی آنها در فضای واکه‌ای که ممکن است قبلاً اشغال‌بوده‌باشد یا خیر. این جابه‌جایی ممکن است به صورت کششی، فشاری^۶ و یا ترکیبی از هر دو باشد (مک‌کل میلر^۷، 2015: ۷۸-۸۰) که در مورد واکه‌های زبان فارسی متأثر از هر دو نیرو بوده‌است. در دوره میانه، جایگاه خالی میانه فضای واکه‌ای واکه‌های

۱. lexical diffusion: منظور از پراکندگی واژگانی این است که تمام واژه‌های مستعد یک تغییر آوایی خاص به‌طور هم‌زمان تن به تغییر نمی‌دهند و بسیاری از آنها ممکن است هرگز دچار تغییر نشوند (کمپل (L. Campbell): 2003: ۱۹۵-۱۹۶).

2. merge
3. G. Windfuhr
4. C. Miller
5. vowel chain shift
6. drag/pull vs. push chain
7. R. McColl Millar

مرکب /ai, au/ را به سمت خود کشیده است که پیامد آن، شکل‌گیری گونه‌های [ei, eu] بوده است. در ادامه، با رخداد کشش جبرانی^۱ یا درهم‌شدگی^۲ در ساخت این گونه‌ها، واکه‌های بلند /ē, ō/ به وجود آمده‌اند. در مرحله‌ای دیگر، /ē, ō/ به سمت واکه‌های افراشته و پیشین‌تر حرکت کرده‌اند. واکه‌های واردشده /ē, ō/ فشاری برای رانده شدن واکه‌های /i:, u:/ (>/ī, ū) تحمیل نکرده‌اند، بلکه با آنها ادغام شده‌اند. حال دو گروه از واکه‌های افراشته در فضای واکه‌ای قرار می‌گرفته‌اند (/i, u/ به جامانده از ایرانی باستان و /i:, u:/ ادامه /ī, ū/ ایرانی باستان و یا پیامد ادغام با /ē, ō/). این بار به جای ادغام این دو گروه واکه‌ها، واکه‌های کوتاه اصیل تحت تأثیر نیروی کششی جایگاه تهی میانی به جامانده از حرکت /ē, ō/ (و/ یا تأثیر فشاری هم‌زمان واکه‌های بلند افراشته) به سمت جایگاه افتاده و پسین‌تر /e, o/ جابه‌جاشده‌اند و فضایی را در جایگاه میانی اشغال کرده‌اند (میلر، ۲۰۱۳).^۳

انگیزه‌های مختلفی برای رخداد فرایندهای زنجیری مطرح شده است، از جمله رسیدن به تقارن در نظام واجی^۴، تثبیت صورت‌های بی‌نشان^۵ و طبیعی‌تر در زبان، ایجاد بیشترین میزان تمایز میان واحدهای واجی و پرشدن فضاهای خالی در مدخل‌های واجی (کمپل، ۲۰۱۳: ۴۰). مشخص است که مجموعه تغییرات نظام واکه‌ای زبان فارسی در جهت استفاده هرچه بهینه‌تر از جایگاه‌های در دسترس آن در ایجاد تمایز میان واکه‌های این زبان، رسیدن به تقارن بیشتر از طریق پرشدن فضاهای خالی در نظام واجی بوده است. نظامی که در ایرانی باستان تنها از سه نقطه از فضای واکه‌ای بهره می‌برده است، اکنون واکه‌هایی در جایگاه‌های متنوع‌تر دارد که میان آنها به لحاظ جایگاه و ارتفاع زبان، تعادل برقرار است. در دوران باستان تعادل کمی میان واکه‌ها برقرار بوده است، اما تعادل کیفی خیر. واکه‌های میانی در آن زبان وجود نداشته‌اند و واکه‌های افتاده، متفاوت از واکه‌های افراشته، تنها جایگاه مرکزی را اشغال می‌کرده‌اند. گرچه در فارسی امروز، واکه /a/ موقعیت افتاده و مرکزی خود را حفظ کرده است، تغییر جایگاه واکه مرکزی /ā/ به سمت حاشیه پسین‌تر فضای واکه‌ای، سبب فاصله‌گیری آن از واکه /a/ و برقراری رابطه

1. compensatory lengthening (CL)

2. coalescence/telescoping

۳. هم‌راستابودن زوج‌واکه‌های /ē, ō/ و /e, o/ در شکل ۱ لزوماً به معنای انطباق دقیق آنها بر یکدیگر نیست. در این مورد، صادقی (۱۳۵۷: ۱۲۹-۱۳۲) و میلر (۲۰۱۳) معتقد به چنین انطباقی هستند و تنها به تفاوت کمی میان این دو گروه قائلند. اما مقایسه بسامد سازه (formant frequency) های اول و دوم /ē, ō/ (F1/F2) در فارسی دری افغانستان (که واکه‌های فارسی میانه را حفظ کرده است (ریس، ۲۰۰۸: ۵۳-۷۴))، با مقادیر آنها در /e/ و /o/ در فارسی معیار امروز (بی‌جن‌خان، ۱۳۹۲: ۱۵۵) نشان می‌دهد که /e/ و /o/ در فارسی معیار امروز، بازتر و پسین‌تر از واکه‌های /ē, ō/ در فارسی دری افغانستان هستند.

4. phonological symmetry

5. unmarked

پسین/پیشین(تر) میان این دو واکه شده‌است. حال واکه‌های افتاده نیز، کم‌وبیش مانند واکه‌های میانی و افراشته، دو گونه جایگاهی دارند. تغییرات زنجیری واکه‌ها به دلیل نقشی که در حفظ تمایزات ادراکی واکه‌ها دارند، در نقطه مقابل ادغام قرار می‌گیرند و درواقع، با آن در تناوبند. با ادغام واکه‌های /ō, ē/ و /ū, ī/ تمایز میان آنها خنثی^۱ شده‌است، اما با تبدیل واکه‌های کوتاه اصیل /i, u/ به /e, o/، تمایز میان واکه‌های افراشته و میانی(تر) حفظ شده‌است. برای تغییرات واکه‌ای انگیزه‌های آوایی نیز وجود دارد. برای مثال، لنرت-لهولیر^۲ (2013) تغییرات کیفی واکه‌های فارسی ایرانی را به سوءبرداشت شنونده از واکه‌های کوتاه‌تر /i, u/ به‌عنوان واکه‌های افتاده‌تر و شاید مرکزی‌تر /e, o/ نسبت داده‌است. بسامد بالاتر F1 در واکه‌های کوتاه نسبت به هم‌تاهای بلند آنها تعبیر واکه افتاده‌تر را به همراه دارد، زیرا این سرنخ هم‌بسته صوت‌شناختی^۳ اولیه ارتفاع واکه است و نه دیرش آن. گفتنی است که جابه‌جایی‌های واکه‌ای در زمانی زبان فارسی، تعادل کمی واکه‌ها و نیز واکه‌های مرکب نظام واجی زبان فارسی را از میان برده‌است، اما تعادل کمی هنوز در نظام آوایی آن برقرار است. /i:, u:, ə/ (دنباله /ā, ū, ī/ در فارسی امروز به لحاظ ویژگی‌های آوایی و واج‌آرایی^۴، طبقه واکه‌های بلند را در مقابل طبقه واکه‌های کوتاه /e, o, a/ (بازمانده /ī, u, a/ تشکیل می‌دهند (کرد زعفرانلو کامبوزیا و هادیان، ۱۳۸۸؛ مدرسی قوامی، ۱۳۹۳). توالی‌های واکه-غلت موجود در فارسی امروز نیز، به‌جامانده از تغییرات تاریخی دیگر (یا از وام‌واژه‌ها) هستند که نقش واجی ندارند، اما به لحاظ صوت‌شناختی، آوایی مرکب هستند (مدرسی قوامی، ۱۳۹۵).

۵-۲. تحلیل بهینگی تغییرات در زمانی نظام واکه‌ای زبان فارسی

تغییرات در زمانی نظام واکه‌ای زبان فارسی در گذر از ایرانی باستان به فارسی امروز، آن گونه که توصیف شد، شامل چهار نوع است: ۱- ساده‌شدن واکه‌های مرکب به واکه‌های بلند میانی؛ ۲- افراستگی واکه‌های بلند میانی حاصل و ادغام آنها با واکه‌های بلند افراشته اصیل؛ ۳- کاهش ارتفاع واکه‌های کوتاه افراشته به میانه فضای واکه‌ای؛ ۴- پسین‌شدگی واکه مرکزی /ā/. نمونه‌هایی از هر یک از انواع این تغییرات در جدول‌های ۱-۵ قرار گرفته‌اند و مورد تحلیل بهینگی واقع شده‌اند. نشانه‌های √، ...*، و > در جدول‌ها و صورت‌بندی‌های تغییرات به

1. neutralized
2. H. Lehnert-LeHouillier
3. acoustic correlate
4. phonotactics

ترتیب، نشان‌دهنده ریشه^۱ واژه، صورت بازسازی‌شده^۲، صورت نادرستی^۳ و تغییر از صورتی به صورت دیگر هستند.

۱-۲-۵. ساده‌شدن واکه‌های مرکب

ساده‌شدن واکه‌ها (توالی)‌های مرکب ایرانی باستان را به واکه‌های بلند میانی در فارسی میانه و سپس، جایگزینی آنها با واکه‌های بلند افراشته تا رسیدن به فارسی امروز در قالب الگوی ۱ خلاصه‌شده‌است و جدول ۱ صورت‌هایی شامل این تغییرات را نشان می‌دهد. گفتنی است که واکه‌های مرکب در مطالعات هندواروپایی^۴ (که زبان‌های ایرانی از زیرشاخه‌های آن هستند) با هر دو شکل /Vu, Vi/ (هوبشمان، ۱۸۹۵: ۲۶-۲۲) و /Vw, Vj/ (عضو دوم با نشانه‌های /^{*}u, ^{*}i/ (بارتلومه، ۱۸۹۳: ۷۰-۶۹) نمایش داده‌شده‌اند که البته این شکل دوم به معنای توالی واکه و غلت نیست (کاپوویچ^۵، ۲۰۱۷). از سوی دیگر، بارتلومه (۱۸۹۳: ۶۹) به این نکته اشاره کرده‌است که واکه‌های /^{*}u, i/ هندواروپایی در بافت پیش از واکه به شکل همخوان ظاهر می‌شده‌اند. این ویژگی در مورد زبان‌های ایرانی باستان نیز، مفروض است و در مورد عضو دوم واکه‌های مرکب در مثال‌های مورد استناد در پژوهش حاضر لحاظ شده‌است.

۱)

OI./ai(j), āi(j), au(w), āu(w)/ > MP./ai(j), au(w)/ > MP., Dar./ē, ō/ > PP./i:, u:/

مطابق جدول ۱، الگوی شایع تغییرات واکه‌های مرکب /ai(j), au(w)/ جایگزینی آنها با واکه‌های بلند میانی /ō, ē/ در گذر از ایرانی باستان/فارسی باستان به فارسی میانه بوده‌است. این واکه‌های میانی در منابع تاریخی زبان فارسی با نام واو و یای مجهول شناخته می‌شوند که در فارسی دری نیز باقی مانده‌اند، اما تا رسیدن به فارسی امروز با واکه‌های افراشته /^{*}u:, ^{*}i:/ (واو و یای معروف) جایگزین شده‌اند (صادقی، ۱۳۵۷: ۱۲۹؛ ابوالقاسمی، ۱۳۷۳: ۲۸۹-۲۹۰). این تغییر نشان می‌دهد که در ایرانی باستان، واکه‌های مرکب مجاز بوده‌اند، اما در دوره میانه، محدودیت نشان‌داری NoDIPHTHONG (محدودیت ۱) بر حضور این واکه‌ها برقرار بوده‌است که با درهم‌شدگی اعضای واکه‌ای آنها و یا با کشش جبرانی واکه به دنبال حذف عضو دوم برآورده شده‌است. برون‌داد نهایی هریک از این دو فرایند واکه‌های /ō, ē/ است و این یعنی در مسیر شکل‌گیری این برون‌داد میان اعضا به لحاظ ارتفاع و جایگاه هماهنگی واکه‌ای/همگونی

1. root

2. reconstructed form

3. ungrammatical

4. Indo-European (IE.)

5. M. Kapović

رخ داده‌است. در صورت درهم‌شدگی، واکه افتاده مرکزی /a/ تحت‌تأثیر واکه افراشته و پیشین به واکه‌های میانی /e/ و /o/ ارتقا یافته و پیشین شده‌است و ارتفاع واکه/غلت‌های افراشته تحت‌تأثیر /a/ یا واکه‌های میانی حاصل از تغییر آن، تا ارتفاع واکه‌های میانی /e/ و /o/ کاهش یافته‌است، یعنی هر دو واکه‌های افراشته و افتاده تحت هماهنگی تدریجی با یکدیگر، به سمت جایگاه میانی تغییر موقعیت داده‌اند. نتیجه این هماهنگی تدریجی توالی دو واکه مشابه بوده‌است. سپس برای رفع این توالی، درهم‌شدگی اعضای آن توالی رخ داده‌است. گرایش به سمت جایگاه میانی از واکه /a/ آغاز شده‌است، زیرا توالی‌های * [ae] و * [ao] در مسیر این تغییر (> /ai(j), au(w)/) در هیچیک از [ae, ao] > [ee, oo] مراحل زبان فارسی مشاهده نشده‌است، درحالی‌که گونه‌های میانی [ei(j)] و [ou(w)] منطبق بر ملاحظات آوایی این زبان هستند و نمونه‌های به‌جامانده از توالی‌های /ai(j), au(w)/ فارسی میانه در فارسی امروز، به شکل [ei(j)] و [o:] > [ou(w)] تغییر کرده‌اند. محدودیت‌های (۱)–(۶) ناظر بر تغییرات مذکور هستند و تعامل میان آنها در بازنمایی هماهنگی و درهم‌شدگی اعضای واکه‌های مرکب در واژه‌های ریز (ستاک حال) و روز، در تابلوی ۱ و با بهره‌گیری از رویکرد OT-CC نشان داده شده‌است.

جدول ۱. تغییرات واکه‌های مرکب در گذر از ایرانی باستان به فارسی امروز

OI.	OP.	MP.	Dar.	PP.	
*awo-hja-	*awa-hja-	ōj	ō(j)	u:(j)	اوی)
√dau/wk(>x)-ta-	√dauxta-	dōxt	dōxt	du:xt	دوخت (ستاک گذشته)
√rau/wtʃ-a- >rau/wdʒ-a-	*√raw/utʃ/ts-a- >raw/udʒ/dz-a-	rōtʃ/dʒ/z	rōz	ru:z	روز
√sraw-ak(>g)a- >√sraw-aya-	*√θrawak(>g)a- >√çawayā-	sōj(a)-	sōj	su:(j)	سو(ی) (جهت)
√gau/wra-	√gaura-	gōr	gōr	gu:r	گور (جانور)
√hwar-xʃai/j-ta-	√huwar-xʃaita-	x ^w arʃēt	x ^w urʃēd	xorʃi:d	خورشید
√rai/jk-a- >rai/jʃ(>dʒ)-a-	√rai/jdʒ/dz-a-	rēz	rēz	ri:z	ریز (ستاک حال)
√mai/jt(>θ)-ana-	√maiθana-	mēhan	mēhan	mi:han	میهن
√maj(ū)-ka- >maj(ū)-xa- naj-√vah(>s)-ti-	√maj(ū)-xa- naij-√as-ti-	mēx nēst	mēx nēst	mi:x ni:st	میخ نیست

واکه مرکب مجاز نیست (ریس، ۲۰۰۸: ۲۲). $\text{NoDIPHTHONG} = *DIPHTHONG$ (۱)

$\text{Diphthong Harmony}(\text{Height/Backness}) = DH(H/B)$ (۲)

اعضای واکه‌های مرکب باید به لحاظ جایگاه و ارتفاع هماهنگ باشند (ریس، ۲۰۰۸: ۱۹۲)

$\text{IDENT-INPUTOUTPUT}[F] = \text{IDENT-IO}[F](\pm\text{high}, [\text{low}])$ (۳)

ارزش مشخصه‌ها (مانند ارتفاع) باید در درون داد و همتای برون‌دادی آن یکسان باشد (کاگر، ۱۹۹۹: ۵۲۰).

$\text{IDENT}(\text{Height}) \& \text{IDENT}(\text{Backness}) = \text{IDENT-IO}(H/B)$ (۴)

تغییر هم‌زمان ارتفاع و جایگاه واکه مجاز نیست. این محدودیت زمانی نقض می‌شود که هر دو مشخصه مذکور در واکه موردنظر تغییر کنند (برگرفته از یامانی^۱، ۲۰۰۲).

$\text{UNIFORMITY-INPUTOUTPUT} = \text{UNIFORMITY-IO}$ (۵)

هر عنصر برون‌دادی تنها یک همتای متناظر درون‌دادی دارد؛ درهم‌شدگی عناصر صورت درون‌دادی مجاز نیست (کاگر، ۱۹۹۹: ۶۳).

بر اساس تابلوی ۱ در زبان دو محدودیت رتبه‌بالای $DH(H/B)$ و $*DIPHTHONG$ وجود دارند که در گزینه a به نفع وفادارماندن به درون‌داد، نقض شده‌اند. در گزینه b برای برآورده شدن اولی، ارزش مشخصه‌های جایگاه و ارتفاع واکه /a/ تغییر می‌کند و محدودیت $\text{IDENT-IO}(H/B)$ نقض می‌شود. با این تغییر واکه‌های [ei] و [ou] شکل می‌گیرند که گرچه میان اعضای آنها هماهنگی برقرار است، اما هنوز واکه‌هایی مرکب هستند. برای رفع این واکه‌ها، در مرحله بعد ارتفاع واکه‌های /i, u/ تغییر می‌کند و از $\text{IDENT-IO}[\pm\text{high}]$ تخطی می‌شود (c). توالی واکه‌های میانی به وجود آمده در میانه مسیر اشتقاق خود به دلیل نقض بیشینه محدودیت $*N/\text{Mid}$ نشان‌دار است. با درهم‌شدگی آنها (نقض UNIFORMITY-IO) در مرحله بعد، از نشان‌داری این توالی کاسته می‌شود (d). در نتیجه، برون‌داد زنجیره d شامل واکه‌های /d/ و /ē/ برون‌دادهای نهایی تابلوی ۱ هستند که تنها محدودیت‌های مرتبه پایین را به میزان کمینه نقض کرده‌اند. زنجیره‌های a-d زنجیره‌های معتبر تابلوی ۱ هستند، زیرا اصول تدریجی بودن و توالی هماهنگ را رعایت کرده‌اند. زنجیره‌های e و f نمونه‌هایی از زنجیره‌های نامعتبر هستند.

1. N. Yamane

برون‌داد زنجیره e با درنظرگیری محدودیت DH(H/B)، نسبت به مرحله قبل برون‌داد ناهماهنگی است، زیرا تبدیل /o, e/ > /a/ تغییری در جهت برآورده‌شدن محدودیت مذکور نیست. در برون‌داد زنجیره f نیز، دو تغییر در یک مرحله رخ داده‌است و اصل تدریجی بودن رعایت نشده‌است.

تابلوی ۱. ساده‌شدن واکه‌های مرکب در گذر از ایرانی باستان به فارسی میانه (تحلیل اول)

/raiz/, /rauz/		DH(H/B)	*DIPHTHONG	IDENT-IO(H/B)	*N/Mid	IDENT-IO[+high]	UNIFORMITY-IO
a	<raiz> <rauz> < >	*!	*				
b	<raiz, reiz> <rauz, rouz> <IDENT-IO(H/B)>		*	*	*		
c	<raiz, reiz, reez> <rauz, rouz, rooz> <IDENT-IO(H/B), IDENT-IO[+high]>				**!	*	
d	 <raiz, reiz, reez, rēz> <rauz, rouz, rooz, rōz> <IDENT-IO(H/B), IDENT-IO[+high], UNIFORMITY-IO>				*		*

e <raiz, roiz> <rauz, reuz> f <raiz, reez> <rauz, rooz>
not harmonically improving under H not gradually divergent

تحلیل دیگر برای ساده‌شدگی واکه‌های /ai,j/ و /au,w/ در فارسی میانه این است که پس از هماهنگی/همگونی میان اعضای این توالی‌ها، غلت محرک این تغییر در جایگاه پایانه^۱ یا عضو دوم واکه در جایگاه هسته^۲ حذف‌شود و به دنبال این حذف، کشش جبرانی واکه رخ‌دهد. کشش جبرانی (واکه/همخوان) فرایندی است که بر اساس ملاحظات وزنی هجا^۳ تحلیل می‌شود.

1. coda
2. nucleus/peak
3. syllable weight

از نظریه‌هایی که بر این ملاحظات استوارند، نظریهٔ مورایی^۱ (Hyman, 1985) است. موراه‌ها در بازنمایی وزن جایگاهی^۲ عناصر هجا و تمایز میان هجاهای سبک و سنگین نقش دارند. به این معنا که تنها قافیه^۳ هجا (شامل هسته و پایانه) در محاسبهٔ وزن هجا دخیل است و به آغازه^۴ هجا مورایی تعلق نمی‌گیرد. در نتیجه، حذف واحد آوایی وزن‌دار از جایگاه‌های خاصی از هجا موجب کشش جبرانی می‌شود. در این نظریه واکه‌های بلند و واکه‌های مرکب دو مورایی و واکه‌های کوتاه تک‌مورایی هستند و تعداد موراه‌ها طی فرایند کشش جبرانی ثابت می‌ماند. در تحلیل دوم ساده‌شدگی واکه‌های مرکب در تاریخ زبان فارسی، حذف عضوی از واکهٔ مرکب و کشش جبرانی ناشی از آن، پس از هماهنگی/همگونی میان اعضای آن رخ داده‌است، زیرا در غیر این صورت، هماهنگی/همگونی مسدود می‌شود (زمینه‌کاهی). بنابراین میان این دو فرایند رابطهٔ عکس زمینه‌کاه^۵ برقرار است. برای ارزیابی ترتیب رخداد این دو فرایند در OT-CC، باید به محدودیت تقدم (۷) قائل شد که با محدودیت‌های (۸)–(۱۱) در تعامل است. تابلوی ۲ تحلیل ساده‌شدگی واکه‌های مرکب طی فرایند کشش جبرانی در همان واژه‌های ریز (ستاک حال) و روز است. زنجیره‌های نامعتبر در توضیحات تابلوی ۲ تکرار نشده‌اند.

(۷) PREC(IDENT-IO(H/B), MAX-IO)

هر دو محدودیت وفاداری IDENT-IO(H/B) و MAX-IO باید نقض شوند و نقض MAX-IO نباید قبل از نقض IDENT-IO(H/B) رخ دهد.

(۸) MAX-IO هر عنصر درون‌دادی همتایی در برون‌داد دارد؛ حذف مجاز نیست (کاگر، ۱۹۹۹: ۶۷).

(۹) مورای شناور (بدون پیوند با عناصر لایهٔ واجی یا گره هجا) مجاز نیست *FLOATING-μ (لی، ۲۰۲۱).

هر مورای درون‌داد باید همتایی در برون‌داد داشته‌باشد؛ حذف مورای مجاز MAX-IO-μ (۱۰) نیست (لی، ۲۰۲۱).

1. Moraic Theory
2. weight by position
3. rhyme
4. onset
5. counterbleeding
6. S. Lee

(۱۱) $DEPENDENCY-LINK-\mu = DEP-LINK-\mu$

پیوند میان مورا و گره مسلط بر آن در برون‌داد باید همتایی در درون‌داد داشته‌باشد؛ درج پیوند مورایی در برون‌داد مجاز نیست (لی، ۲۰۲۱).

تابلوی ۲. ساده‌شدن واژه‌های مرکب در گذر از ایرانی باستان به فارسی میانه (تحلیل دوم)

	<i>/rai(j)z/</i>	DH(H/B)	*DIPHTHONG	*FLOATING- μ	MAX-IO	PREC(IDENT-IO(H/B), MAX-IO)	MAX- μ	IDENT-IO(H/B)	DEP-LINK- μ
a	$\begin{array}{c} \langle \text{ra jz} \rangle \\ \quad \\ \mu \quad \mu \\ \langle \quad \rangle \end{array}$	*!	*						
b	$\begin{array}{c} \langle \text{ra jz, re jz} \rangle \\ \quad \quad \quad \\ \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \end{array}$		*!					*	
c	$\begin{array}{c} \langle \text{IDENT-IO(H/B)} \rangle \\ \langle \text{ra jz, re jg, re-z} \rangle \\ \quad \quad \quad \quad \\ \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \end{array}$			*	*				
d	 $\begin{array}{c} \langle \text{ra jz, re jg, re-g, rēz} \rangle \\ \quad \quad \quad \quad \wedge \\ \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \end{array}$								*
e	$\begin{array}{c} \langle \text{ra jz, ra-z} \rangle \\ \quad \quad \\ \mu \quad \mu \quad \mu \end{array}$			*	*	*!			
f	$\begin{array}{c} \langle \text{ra jg, re jg, re-g, reg} \rangle \\ \quad \quad \quad \quad \\ \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \end{array}$						*		
	$\langle \text{IDENT-IO(H/B), MAX-IO, MAX-}\mu \rangle$								

تابلوی ۲ نشان می‌دهد که نخست برای برآورده‌شدن محدودیت DH(H/B)، ارزش مشخصه‌های جایگاه و ارتفاع واکه /a/ تغییر می‌کند و سپس برای رعایت محدودیت رتبه‌بالای *DIPHTHONG، عضو دوم واکه مرکب (در پایانه یا هسته) حذف می‌شود. این ترتیب رخداد برای برآوردن محدودیت تقدم است. برون‌داد زنجیره a با وفادارماندن به درون‌داد، هر دو این محدودیت‌ها را نقض کرده‌است. برون‌داد زنجیره a با وفادارماندن به درون‌داد، هر دو محدودیت نشان‌داری مرتبه بالا را نقض کرده‌است. برون‌داد b با رعایت DH(H/B)، بر گزینه a برتری دارد، اما هنوز *DIPHTHONG را نقض می‌کند. بنابراین به مرحله بعد واگذاری می‌شود. برون‌داد زنجیره C این محدودیت را با حذف غلت برآورده کرده‌است که پیامد آن شکل‌گیری مورای آزاد است که مجاز نیست. پس برون‌داد این زنجیره برای رفع محدودیت *FLOATIG-μ درون‌داد مرحله بعد واقع شده‌است. برون‌داد زنجیره d این محدودیت را با ایجاد پیوند مورایی جدید با واکه ماقبل (که خود در جایگاه هسته دارای موراست) و نه با حذف مورای آزاد، برآورده کرده‌است. بنابراین، برون‌داد زنجیره d نسبت به زنجیره‌های ماقبل، برون‌داد بهینه است که در آن تعداد مورای و وزن هجا ثابت مانده‌است. در انتخاب میان برون‌دادهای زنجیره‌های C و e، نقش محدودیت تقدم تعیین‌کننده است. برون‌داد C این محدودیت را برآورده‌است. پس، نسبت به e مطلوب‌تر است. برون‌داد زنجیره f نیز در برآوردن محدودیت‌های مرتبه بالا با برون‌داد d هم‌ارزش است، اما به دلیل نقض MAX-μ در مرتبه‌ای بالاتر، برون‌داد مطلوبی نیست.^۱

۲-۲-۵. افراستگی واکه‌های بلند میانی و ادغام آنها با واکه‌های بلند افراشته اصیل واکه‌های افراشته بلند /ī, ū/ اصیل ایرانی باستان تا فارسی امروز حفظ شده‌اند (الگوی ۲)، اما ادغام آنها با واکه‌های افراشته بلند /i:, u:/ که نتیجه افراستگی /ē, /ō/ هستند، باعث شکل‌گیری صورت‌های هم‌آوا^۲ در زبان فارسی امروز شده‌است. جدول ۲ شامل مواردی صورت‌هایی است که آن واکه‌های اصیل را حفظ کرده‌اند.

۲) OL./ī, ū/ > MP./ī, ū/ > Dar./ī, ū/ > PP./i:, u:/

۱. اگر عضو دوم واکه مرکب را واکه بدانیم، باز همین تحلیل درست است (ر.ک. Utulu, 2013).

جدول ۲. حفظ واکه‌های افراشته بلند اصیل

OI.	OP.	MP.	Dar.	PP.	
pāt(>d)ī-√z(a)ja- >pāðī-√z(a)ja-	*pāðī-√z(a)ja-	pād(>ð)īz >pājīz	pāðīz ~pāðīz	pāji:z	پاییز
√dʒīwa-ra-ka-	*√dʒīwa-ra-ka-	dʒīrak	dʒīra	dʒi:re	جیره
√xri-ti-	√xri-ti-	xirīd	xi~arīd	xari:d	خرید
√sand-īka- >sað-īka-	*√sað-īka-	sahīk/g	sahī	sahi:	سهی (بلند)
√āsū-ka-	√āθūka-	āhūk/g	āhū	a:hu:	آهو
√bāzūka-	*√bād(>ð)ūka-	bāzūk/g	bāzū	ba:zu:	بازو
√zanū-ka-	*√dānū-ka-	zānūk/g	zānū	za:nu:	زانو
√mūf-	√mūf-	mūf	mūf	mu:f	موش

پیامد تبدیل واکه‌های بلند میانی /ē, ō/ به واکه‌های بلند افراشته در گذر از فارسی میانه و دری به فارسی امروز و ادغام آنها با واکه‌های افراشته اصیل، از میان رفتن تمایز میان این دو گروه واکه است و شاهد آن صورت‌های هم‌آوایی است که در فارسی امروز وجود دارند. این خنثی‌شدگی تمایز^۱ فرایندی متأخر در زبان فارسی است. گواه این مدعا هم‌قافیه‌نشستن صورت‌های مختوم به این دو گروه واکه در شعرهای دوره‌های پیشین است (طیب‌زاده، ۱۳۹۹). ادغام دو گروه واکه‌های مذکور را می‌توان به شکل ۳ صورت‌بندی نمود. جدول ۳ نیز، صورت‌های هم‌آوای به جامانده از ادغام این دو گروه را در فارسی امروز نشان می‌دهد.^۲

۳)

OI./ai, āi/, /au, āu/ > MP./ai, au/ > /ē, ō/ > Dar./ē, ō/
 PP./i:, u:/
 OI./ī, ū/ > MP./ī, ū/ > Dar./ī, ū/

1. contrast neutralization

۲. داده‌های جدول ۳ این نکته را نیز نشان می‌دهند که صورت‌های مرکب واکه-غلت در تاریخ زبان فارسی گاه پیامد تغییرات دیگری در زبان بوده‌است، مانند تضعیف (denition) همخوان‌های انسدادی به غلت در واژه «شیر» (جانور) و یا قلب (metathesis) غلت‌ها با آوای مجاور (یا کشش جبرانی غیرمجاور واکه به دنبال حذف غلت) در کلمه «مور».

جدول ۳. ادغام (>/ē, ē/, >/i:, u:/ با /ī, ū/ اصیل

OI.	OP.	MP.	Dar.	PP.	
*√sig-ra- >siɣra-	*√θigra-	siɣr>sīr	sīr	si:r	سیر (گیاه)
√sag-ra- >sayra-	*√θagra-	sair >sēr	sēr	si:r	سیر (در مقابل گرسنه)
√xjīra	*√xjīra	jīr	jīr	jī:r	شیر (نوشیدنی)
√sjarga- >faryā-	*√θjarga- >jjarga-	jaɣr Pth.fary > jaɣr >ajr >jēr	jēr	jī:r	شیر (جانور)
fra-√hau-ta- >fra-hū-ta-	*fra-√hū-ta-	frahūd /rūd	farhūd /rūd	farhu:d /ru:d	رود (فرزند)
√rauta ^h -	√rauta ^h -	rōd	rōd	ru:d	رود (نهر)
√zūra ^h -	Av.zūro-	zūr	zūr	zu:r	زو (فریب)
√zaw-ar-	—	zōr	zōr	zu:r	زور (نیرو)
√mūra-	—	mūr	mūr	mu:r	مور (زنگار)
√marw-i- >maur-i	Av.maorv-i-	mōr	mōr	mu:r	مور (جانور)

تحلیل بهینگی الگوی رایج افراشتگی واکه‌های بلند میانی برون داد تابلوی ۲/۱ و ادغام آنها با واکه‌های بلند افراشته اصیل در ادامه این بخش آمده‌است. در تحلیل فرایندهای مذکور محدودیت‌های (۳) و (۱۲)–(۱۶) دخیلند.

واکه‌های بلند میانی مجاز نیستند (نشان‌دارند) (ریس، ۲۰۰۸: [Long, Mid] * (۱۲) ۱۸۰–۱۸۱).

^۱NoMERGE (۱۳)

هر واژه برون‌دادی تنها یک همتای متناظر درون‌دادی دارد؛ ادغام واژه‌ها مجاز نیست (پجت^۲، ۲۰۰۳).

۱. این محدودیت متفاوت از محدودیت UNIFORMITY (۵) است که ناظر بر فرایند درهم‌شدگی عناصر در یک صورت زبانی است.

۲. J. Padgett

(۱۴) $\text{SPACE } x \geq 1/n^{\text{th}}$

(۱۵) $\text{SPACE } x \geq 1/3^{\text{th}} \gg \text{SPACE } x \geq 1/2^{\text{th}} \gg \text{SPACE } x \geq 1$

اگر x مشخصه ممیز جفت‌های کمینه^۱ باشد، تفاوت آنها به لحاظ x باید حداقل یک ان‌ام فضای (ادراکی) در دسترس باشد (پجت، ۲۰۰۳).

(۱۶) IDENT-IO(length)

دیرش واکه درون‌داد و همتای برون‌دادی آن باید یکسان باشد (کیرشنر^۲، ۲۰۰۰).

محدودیت‌های خانواده $\text{SPACE } (14)$ محدودیت‌های نشان‌داری‌ای هستند که حفظ تمایز عناصر/مشخصه‌های خاصی را در جفت‌های کمینه کنترل می‌کنند و می‌توان آنها را در قالب پیوستاری مانند (۱۵) تعریف کرد. این پیوستار مبنی بر این واقعیت است که گرچه زبان‌های دنیا به‌طور کلی، فضای ادراکی بیشتر را ترجیح می‌دهند. یعنی تخصیص تمام فضای ادراکی به یک عنصر مطلوب‌تر/بی‌نشان‌تر است تا شریک شدن آن فضا با عناصر دیگر. این محدودیت‌ها در تعامل با محدودیت ضد خنثی‌شدگی NOMERGE تحلیل ادغام (خنثی‌شدگی تمایزها) و یا برعکس، حفظ تمایزها را به دست می‌دهند (پجت، ۲۰۰۳). با در نظرگیری تمایز میان واکه‌های $\bar{e}, \bar{o}$ و $\bar{i}, \bar{u}$ در زبان فارسی، جفت کمینه‌های شامل این واکه‌ها محدودیت $\text{SPACEcolor} \geq 1/2^{\text{th}}$ را برآورده می‌کنند (مشخصه‌های واکه‌ای = color)، اما از $\text{SPACEcolor} \geq 1$ تخطی می‌کنند، زیرا هر یک از اعضای این جفت (با تمایز در ارزش مشخصه [high]) یک‌دوم فضای ادراکی واکه‌های $[-\text{low}, +\text{long}, (\pm\text{back})]$ را اشغال می‌کند، حال آنکه لازمه برآورده شدن محدودیت $\text{SPACEcolor} \geq 1$ این است که هر واکه تمام فضای ادراکی در دسترس را از آن خود کند. در شرایطی که تمایز میان این دو واکه برقرار است، این محدودیت نقض می‌شود، زیرا هر واکه بخشی از فضای ادراکی را در اختیار دارد و نه تمام آن را و در صورت خنثی‌شدگی تمایز، این محدودیت برآورده می‌شود که به معنی نقض محدودیت NOMERGE است. سلسله‌مراتب محدودیت‌ها در تحلیل این فرایند در واژه‌های «رود» (فرزند-نهر) و «شیر» (نوشیدنی - جانور) در تابلوی ۳ آمده است.

1. minimal pairs
2. R. Kirchner

تابلوی ۳. افراستگی و ادغام واکه‌های بلند غیرافتاده در گذر از فارسی میانه (و دری) به

فارسی امروز

	/fēr/	/fīr/	SPACEcolor ≥ 1	*[Long, Mid]	IDENT-IO (length)	IDENT-IO [low]	IDENT-IO [high]	NOMERGE
a	fēr rōd	fīr rūd	**!	*				
b	fēr rūd	fīr rūd					*	*
c	fēr rod	fīr rūd			*!			
d	fār rad	fīr rūd				*!		

مطابق تابلوی ۳، محدودیت‌های [Long, Mid]* و SPACEcolor ≥ 1 مرتبه بالایی دارند. برای برآورده شدن اولی، واکه میانی افراشته می‌شود، اما تغییری در دیرش یا ارزش مشخصه [low] آن رخ نمی‌دهد. پیامد افراستگی واکه‌های بلند میانی، ادغام آنها با واکه‌های بلند افراشته اصیل زبان است و این به معنای اختصاص تمام فضای ادراکی به یک واکه و خنثی شدن تمایز درون‌دادی آنها و برآورده شدن محدودیت SPACE است. درون‌دادهای تابلوی ۳ جفت‌های کمینه‌ای هستند که واکه‌های آنها جایگاه و دیرش یکسان دارند و تنها وجه تمایز آنها ارزش مشخصه [high] است. در این تابلو، گزینه‌های a محدودیت‌های نشان‌داری مرتبه بالا را دو بار نقض کرده‌اند (هر واکه یک‌بار) و طرد شده‌اند. گزینه‌های b محدودیت‌های مرتبه بالا برآورده کرده‌اند و از این جهت گزینه‌های بهینه هستند. گزینه‌های c و d به دلیل تخطی از محدودیت‌های وفاداری در مرتبه بالا از رقابت خارج شده‌اند. محدودیت SPACEcolor ≥ 1 نقشی در ارزیابی گزینه‌های c و d ندارد، زیرا این گزینه‌ها جفت‌های کمینه نیستند.

۳-۲-۵. کاهش ارتفاع واکه‌های کوتاه افراشته

/i/ و /u/ اصیل که هم‌تاهای کوتاه /ī/ و /ū/ بوده‌اند تا فارسی دری باقی‌مانده‌اند، اما بعد از آن با /e/ و /o/ جایگزین شده‌اند. جدول ۴ شامل برخی صورت‌هایبست که تغییر /i, u/ > /e, o/ را در گذر از فارسی دری به فارسی امروز تجربه کرده‌اند.

۴) OI./i, u/ > MP./i, u/ > Dar./i, u/ > PP./e, o/

جدول ۴. تبدیل Dar./i, u/ > PP./e, o/

OI.	OP.	MP.	Dar	PP.	
Av. √vah-iʃta-	√wahiʃta-	wahiʃt	bihiʃt	beheʃt	بهشت
√raiʃ-ta- >√riʃ-ta-	√riʃ-ta-	riʃt	riʃt	reʃt	رشت (ستاک گذشته)
√mit(>θ)-ra-	√miça-	mihṛ	mihṛ	mehr	مهر
ni-√kar-a- > ni-√kāṛ-a-	*ni-√kāṛ-a-	nigār	nigār	negɑ:r	نگار (ستاک حال)
ni-√kas-a- >ni-√kāṣ-a-	ni-√kāṭh-a-	nigāh	nigāh	negɑ:h	نگاه
ā-√xʃaub-ta- >ā-xʃuf-ta-	*ā-√xʃuf-ta-	āʃuft	āʃuft	ɑ:ʃoft	آشفت (ستاک گذشته)
√huʃ-ka-	√ ^h uʃ-ka-	h/xuʃk	xuʃk	xoʃk	خشک
√sux-ra-	*√ ^h uxra-	suxr	surx	sorx	سرخ
√gaub-ta- >guf-ta-	√guf-ta-	guft	guft	goft	گفت (ستاک گذشته)
√mud(>ð)-rā-	*√mud(>ð)-rā-	muhr	muhr	mohr	مهر

صورت‌های جدول ۴ نشان‌می‌دهند که واژه‌هایی که تا فارسی دری با واکهٔ افراشتهٔ کوتاه تلفظ‌می‌شده‌اند، در فارسی امروز با همتهای میانی آنها ظاهر می‌شوند. در نتیجهٔ این تغییر، واکه‌های افراشتهٔ بلند همتای کوتاه ندارند و تعادل کمی میان واکه‌های افراشته از میان رفته‌است. کاهش ارتفاع واکه‌های افراشتهٔ کوتاه را می‌توان به مرتبهٔ بالای محدودیت نشان‌داری (۱۷) نسبت داد. در این تغییر نیز کمیت واکه‌های افراشتهٔ کوتاه تغییر نکرده‌است و واکه‌های افراشته به واکه‌ای افتاده تبدیل نشده‌اند، اما مشخصهٔ [+high] در آنها تغییر کرده‌است. تابلوی ۴ بازنمایی این تغییر برای مثال در واژه‌های «مهر» و «مهر» است.

واکه‌های کوتاه نباید افراشته باشند (ریس، ۲۰۰۸: ۱۸۰). [short, +high] * (۱۷)

تابلوی ۴. کاهش ارتفاع واکه‌های کوتاه افراشته در گذر از فارسی میانه (و دری) به فارسی امروز

	/mihr/, /muhr/	*[short, +high]	IDENT-IO (length)	IDENT-IO [+high]
a	mihr, xuhr	*!		
b	 mehr, xohr			*
c	mīhr, xūhr		*!	

تابلوی ۴ نشان می‌دهد که واکه‌های افراشته کوتاه در زبان مجاز نیستند. برای رفع این نشان‌داری، ارزش مشخصه [+high] در این واکه‌ها تغییر کرده است، اما دیرش آنها خیر. گزینه‌های a و c هر یک به دلیل نقض یکی از محدودیت‌های مرتبه‌بالا از رقابت حذف‌شده‌اند و گزینه b با برآوردن آن محدودیت‌ها منتخب نهایی است.

۳-۲-۵. تغییرات واکه بلند مرکزی /ā/

آخرین تغییری که در نظام واکه‌ای زبان فارسی مورد بررسی قرار می‌دهیم، تغییر موقعیت واکه افتاده و مرکزی /ā/ به موقعیت واکه /a:/ است. برخی نمونه‌های شامل این تغییر در جدول ۵ قرار گرفته‌اند.

جدول ۵. تبدیل PP./a:/ > ... > OI./ā/

OI.	OP.	MP.	Dar.	PP.	
ā-√zast-an-ja-	ā-√d(>ð)ast-an-ja-	ājastēn >āstēn	āstē~īn	a:stin	آستین
a-√br-nā-ju-	*a-√brnā-ju-	aburnāj	burnā	borna:	برنا
√wah-ar-a-	*wāhara-	wahār	bahār	baha:r	بهار
>√wāh-ar-a-					
√dān-akā-	*√dān-akā-	dānag	dāna	da:ne	دانه
√saud(>ð)-āna-	*√θauð-āna-	sōhān	sōhān	so:ha:n	سوهان (ابزار)
a-√war-j(a>)ā-na-	*a-√war-jā-na-	awarjān >awērān	wērān	vi:ra:n	ویران

انگیزه تغییر موقعیت واکه /ā/ از جایگاه مرکزی به سمت جایگاه پسین فضای واکه‌ای و جایگزینی آن با واکه /a:/ افزایش تمایز میان واکه‌های افتاده بوده‌است. تمایزی که پیش از این تنها به لحاظ دیرش میان واکه‌های افتاده /a/ و /ā/ برقرار بوده‌است، با این تغییر در جایگاه، به تمایز در دیرش و جایگاه تبدیل شده‌است. تابلوی ۵ سلسله‌مراتب محدودیت‌ها را در بازنمایی این تغییر برای مثال در واژه «بهار»، نشان می‌دهد.

(۱۸) Max-Low(long¹, +Back) = ā(backness)

واکه‌های [long, +low] باید به‌طور بیشینه پسین باشند (ریس، ۲۰۰۸: ۱۸۴-۱۸۵).

(۱۹) IDENT-IO(backness)

جایگاه عنصر درون‌دادی و همتای برون‌دادی آن باید یکسان باشد (ریس، ۲۰۰۸: ۱۸۴-۱۸۵).

تابلوی ۵. پسین‌شدن واکه افتاده بلند در گذر از فارسی میانه و دری به فارسی امروز

	/bahār/	ā(backness)	IDENT-IO (length)	IDENT-IO [low]	IDENT-IO (backness)
a	bahār	*!			
b	bahā:r				*
c	bahar	*	*!		
d	baher	*	*	*!	

بر اساس تابلوی ۵، در برون‌داد بهینه b برای برآورده‌شدن ā(backness) جایگاه واکه /ā/ تغییر کرده‌است و به واکه پسین /a:/ تبدیل شده‌است، اما دیگر مشخصه‌های این واکه بدون تغییر مانده‌اند. هر یک از سه گزینه دیگر از یک یا چند محدودیت مرتبه بالا تخطی کرده‌اند، بنابراین نشان‌دارتر از گزینه b هستند. همان‌طور که مشاهده‌شد، بیشتر تغییرات نظام واکه‌ای زبان فارسی در گذر از دوره میانه و دری این زبان به فارسی امروز و طبق تحلیل‌های تابلوهای ۳-۵ رخ داده‌اند. سلسله‌مراتب ۶ جمع روابط محدودیت‌ها در این سه تابلو است.

۱. ریس (۲۰۰۸: ۱۸۵-۱۸۴) تفاوت میان واکه‌های بلند و کوتاه را با تفاوت در ارزش مشخصه [ATR] نشان داده‌است.

۶) MP., Dar > PP.

SPACEcolor ≥ 1 , *[Long, Mid], *[short, +high], ā(backness), IDENT-IO(length) >> IDENT-IO[-high], IDENT-IO[+high], NOMERGE, IDENT-IO(backness)

۶. بحث و نتیجه‌گیری

در این مقاله به بررسی تغییرات در زمانی نظام واکه‌ای زبان فارسی از ایرانی باستان تا فارسی معیار امروز پرداختیم و با شواهدی از آنها آشنا شدیم. دانستیم که این تغییرات به‌طور زنجیروار تحت تأثیر هر دو نیروی کششی و فشاری حول فضای واکه‌ای رخ داده‌اند و پیامد آنها گسترش فضای واکه‌ای (تغییر شکل) هم‌زمان با ساده‌شدن نظام واکه‌ای (کاهش تعداد)، از میان رفتن تمایز کمی واکه‌ها (با وجود برقراری تعادل کمی به لحاظ آوایی در فارسی معیار امروز)، حذف واکه‌ها/توالی‌های مرکب اصیل (با وجود شواهد حضور آنها به لحاظ آوایی در فارسی معیار امروز) و شکل‌گیری نظام واکه‌ای متقارن‌تر به لحاظ ویژگی‌های کیفی در این فاصله زمانی بوده‌است. محدودیت‌های ناظر بر این تغییرات در چارچوب رویکردهای موازی و متوالی نظریه بهینگی معرفی شدند. توضیح داده‌شد که رویکرد متوالی به‌ویژه با بهره‌گیری از زنجیره گزینیه‌ها و محدودیت تقدم می‌تواند تحلیل تغییرات مرحله‌ای و تدریجی زبان به‌دست‌دهد و تعامل میان فرایندها را بازنمایی کند. امکان به‌کارگیری این رویکرد را در تحلیل ساده‌شدن واکه‌های مرکب به‌عنوان فرایندی چندمرحله‌ای، مشاهده کردیم. این نشان می‌دهد که رویکرد متوالی در تبیین پدیده‌های تدریجی در زمانی نیز کارآمد است. بعد دیگر نظریه بهینگی در تحلیل پدیده‌های در زمانی نگاهی است که به رده‌شناسی زبان‌ها دارد. در نگاه OT تغییر در مرتبه محدودیت‌ها بازتاب تغییر زبانی است که نه تنها دستوری جدیدی، بلکه ارتباط میان ویژگی‌های بین‌زبانی را به‌دست می‌دهد. چنین شرایطی در مورد تغییرات در زمانی نظام واکه‌ای زبان فارسی در قالب روابط تسلط میان محدودیت‌های اصلی در سلسله‌مراتب ۷-۹ قابل مشاهده است.

۷) MP., Dar. > PP.

*DIPHTHONG, SPACEcolor ≥ 1 , *[Long, Mid], *[short, +high], ā(backness) >> NOMERGE

در گذر از فارسی میانه و دری به فارسی امروز، محدودیت *DIPHTHONG مرتبه بالایی دارد، زیرا این واکه‌ها در نظام واجی زبان وجود ندارند. واکه‌های بلند میانی که در دوره میانه و دری وجود داشته‌اند، در این فاصله زمانی با واکه‌های بلند افراشته ادغام شده‌اند. نیز، واکه‌های کوتاه افراشته و واکه /ā/ که از ایرانی باستان به فارسی میانه و دری رسیده‌بوده‌اند، تا رسیدن

به فارسی امروز به‌ترتیب، با واکه‌های کوتاه میانی و واکه /a:/ جایگزین شده‌اند. با این توصیف، مرتبه بیشتر محدودیت‌های سلسله‌مراتب ۷ می‌بایست در دوره‌های پیشین متفاوت بوده باشد. در دوره میانه و دری واکه‌های بلند میانی به جای واکه‌های مرکب باستان شکل گرفته‌اند و میان آنها و واکه‌های بلند افراشته تمایز برقرار بوده است. به جز این تغییر، تغییر دیگری در واکه‌های این دو دوره نسبت به دوره باستان رخ نداده بوده است:

۸) OI. > MP., Dar

*DIPHTHONG, NoMERGE >> *[Long, Mid], SPACEcolor ≥ 1, *[short, +high], ā(backness)

طبق سلسله‌مراتب ۸ در فارسی میانه و دری نیز، محدودیت *DIPHTHONG در مرتبه بالا برآورده می‌شده است. در مقابل، به دلیل وجود واکه‌های /i, u, ā/ از یک سو و واکه‌های /ē, /ō/ حفظ تمایز آنها با /ī, ū/ از سوی دیگر، مرتبه محدودیت‌های [Long, NoMERGE, Mid], SPACEcolor ≥ 1 و ā(backness) نسبت به مرتبه آنها در سلسله‌مراتب ۷ جابه‌جاشده است. گفته شد که در ایرانی باستان محدودیتی بر حضور واکه‌های مرکب یا واکه‌های /i, u, ā/ وجود نداشته است، اما واکه‌های میانی /ē, /ō/ در زبان حضور نداشته‌اند، بنابراین:

۹) OI.

*[Long, Mid], NoMERGE >> *DIPHTHONG, SPACEcolor, *[short, +high], ā(backness)

مرتبه *DIPHTHONG و *[Long, Mid] در ایرانی باستان در مقایسه با آن در فارسی میانه معکوس است. در ایرانی باستان ادغامی میان واکه‌ها رخ نداده است، بنابراین صورت کلی محدودیت SPACE در نظر گرفته شده است. تغییر در مرتبه محدودیت‌ها در سلسله‌مراتب ۷-۹ نتیجه تغییرات واکه‌ها در گذر زمان و نماینده آرایش زبان‌ویژه محدودیت‌ها در هر یک از دوره‌های زبانیست. صورت برون‌داد هر یک از این دستورهای زبان‌ویژه به‌عنوان هماهنگ‌ترین صورتی که کاملاً منطبق بر درون‌داد است، به ذخیره وازگانی گویشور آن زبان وارد می‌شود و تا زمانی که تغییر دیگری در واکه‌ها ایجاد نشود، در آنجا باقی می‌ماند. برای گویشور ایرانی باستان که تنها صورت‌های برون‌دادی شامل واکه‌های مرکب را می‌شنود، درون‌داد منطبق بر برون‌داد و شامل واکه مرکب است. برای گویشور فارسی میانه که واکه‌های مرکب را در شنیده‌های خود دریافت نمی‌کند، درون‌داد صورتی شامل واکه بلند میانی است؛ منطبق با آنچه از محیط پیرامون

دریافت کرده‌است. واکه‌های بلند میانی تا زمانی که تغییر دیگری در آنها ایجادنشود، در واژگان فرد باقی‌می‌ماند و درغیراین‌صورت، جای خود را به صورت دیگری می‌دهد، چنانکه در گذر به فارسی امروز دیده‌می‌شود؛ جایگزینی /ē, ō/ با /i:, u:/ برای گویشور فارسی امروز. این تغییر در صورت‌های درون‌دادی مفهوم بازسازی واژگان/درون‌داد است که آن نیز مانند تغییر در مرتبه محدودیت‌ها پیامد تغییرات در زمانی آواهاست و نه دلیل آنها.

منابع

- ابوالقاسمی، محسن. (۱۳۷۳). *تاریخ زبان فارسی*. تهران: سمت.
- ابوالقاسمی، محسن. (۱۳۸۷). *دستور تاریخی زبان فارسی*. تهران: سمت.
- ارانسکی، یوسف میخائیلیان. (۱۳۷۸). *زبان‌های ایرانی* (ترجمه علی اشرف صادقی). تهران: نشر سخن.
- بارتلومه، کریستین. (۱۳۸۴). *تاریخچه واج‌های ایرانی* (ترجمه واهه دومانیان). تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.
- بی‌جن‌خان، محمود. (۱۳۹۲). *نظام آوایی زبان فارسی*. تهران: سمت.
- حسن‌دوست، محمد. (۱۳۹۳). *فرهنگ ریشه‌شناسی زبان فارسی*. تهران: فرهنگستان زبان و ادب فارسی.
- خداوردی، فهیمه. (۱۴۰۲). *واج‌شناسی تاریخی زبان فارسی بر مبنای نظریه بهینگی*. رساله دکتری، دانشگاه علامه طباطبائی.
- صادقی، علی‌اشرف. (۱۳۵۷). *تکوین زبان فارسی*. تهران: دانشگاه آزاد ایران.
- طیب‌زاده، امید. (۱۳۹۹). مثالی از تحول زبانی و تأثیر آن بر شعر: واو و یای مجهول. *روزنامه شرق*، سال ۱۷، ش ۳۶۹۳.
- کرد زعفرانلو کامبوزیا، عالی‌ه و هادیان، بهرام. (۱۳۸۸). طبقات طبیعی در واکه‌های زبان فارسی. *فصل‌نامه پژوهش زبان و ادبیات فارسی*، ۱۵، ۱۴۴-۱۱۷.
- مدرسی قوامی، گلناز. (۱۳۹۱). بررسی ویژگی‌های آکوستیکی واکه‌های زبان فارسی معیار. *طرح پژوهشی درون‌دانشکده‌ای*، تهران: دانشگاه علامه طباطبائی.
- مدرسی قوامی، گلناز. (۱۳۹۳). نگاهی دیگر به ویژگی‌های صوت‌شناختی واکه‌های کوتاه و بلند در زبان فارسی. *پژوهش‌های زبان‌شناسی تطبیقی*، ۴(۸)، ۹-۱.
- مدرسی قوامی، گلناز. (۱۳۹۵). واکه‌های مرکب در زبان فارسی: یک بررسی صوت‌شناختی. *پژوهش‌های زبان‌شناسی تطبیقی*، ۶(۱۱)، ۱-۱۷.
- ناتل خانلری، پرویز. (۱۳۶۵). *تاریخ زبان فارسی* (چاپ دوم). تهران: نشر نو.
- هوبشمان، هانریش. (۱۳۸۶). *تحول آوایی زبان فارسی (از هندواروپایی تا فارسی نو)* (ترجمه بهزاد معینی سام). تهران: انتشارات امیرکبیر.

Abolghasemi, M. (1994). *Persian Language history*. Tehran: SAMT. [In Persian]

Abolghasemi, M. (2008). *Historical Grammar of Persian Language*. Tehran: SAMT. [In Persian]

- Bartelomea, C. (1893). *Histry of Persian Phonemes* (V. Doumanian). Tehran: Research Institute of Humanities and Cultural Studies. [In Persian]
- Bijankhan, M. (2013). *Phonetic System of Persian*. Tehran: Samt. [In Persian]
- Campbell, L. (2013). *Historical Linguistics: an Introduction* (3rd ed.). Edinburgh University Press.
- Doustdar Toosarvandani, M. (2004). Vowel length in modern Farsi. *Journal of the Royal Asiatic Society*, 14, 241-251.
- Hasandoust, M. (2014). *The Etymological Dictionary of Persian*. Tehran: Academy of Persian Language and Literature. [In Persian]
- Hock, H. H. (1991). *Principles of Historical Linguistics*. Mouton de Gruyter.
- Holt, D. E. (2003). Remarks on optimality theory and language change. In D. E. Holt (Ed.), *Optimality Theory and Language Change*, (pp. 1-30). Dordrecht: Kluwer Academic.
- Hübschmann, H. (1895). *Persische Studien [Persian Sound Change (from Indo-European to New Persian)]* (Behzad Mo'ini Sam). Tehran: AmirKabir Publication. [In Persian]
- Hyman, L. M. (1985). *a Theory of Phonological Weight*. Foris: Dordrecht.
- Kager, R. (1999). *Optimality Theory*: Cambridge University Press.
- Kapović, M. (2017). Proto-Indo-European phonology. In M. Kapović (Ed.), *The Indo-European languages*, (pp. 13-60). Routledge.
- Kent, R. G. (1950). *Old Persian: Grammar, Texts, Lexicon*. American Oriental Society: New Haven Conncticut.
- Khodaverdi, F. (2023). *Persian Historical Phonology Based on Optimality Theory* [Doctoral dissertation, Allameh Tabataba'i University]. [In Persian]
- Kirchner, R. (2000). Geminate inalterability and lenition. *Language*, 76, 509-45.
- Klein, J. S., Joseph, B. D., Fritz, M., & Wenthe, M. (2017). *Handbook of Comparative and Historical Indo-European Linguistics*. Walter de Gruyter.
- Kord-e Za'franloo, A., & Hadian, B. (2009). Natural cclasses in Persian vowels. *Research in Persian Language and Literature*, 15, 144-117. [In Persian]
- Lee, S. (2021). Compensatory lengthening in harmonic serialism. *Linguistic Research*, 38(1), 99-121.
- Lee, Y. (2006). Precedence constraint and opacity. *Language Sciences*, 13(3), 231-253.
- Lehnert-Lehouillier, H. (2013). From long to short and from short to long: perceptual motivations for changes in vocalic length. In A. C. L. YU (Ed.), *Origins of Sound Change: Approaches to Phonologization*, (pp. 98-111). Oxford University.
- MacKenzie, D. N. (1986). *a Concise Pahlavi Dictionary* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Maggi, M., & Orsatti, P. (2018). From old to new Persian. In A. Sedighi and P. Shabani-Jadidi (Eds.), *The Oxford Handbook of Persian Linguistics*, (pp. 7-51). Oxford University Press.

- McCarthy, J. J. (2000). Harmonic serialism and parallelism. In M. Hirotani (Ed.), *Proceedings of the North East Linguistics Society*, (Vol. 30) (pp. 501-524). Amherst, MA: GLSA Publications.
- McCarthy, J. J. (2006). *Hidden Generalizations: Phonological Opacity in Optimality Theory*. London: Equinox Publishing.
- McCarthy, J. J. (2008). The gradual path to cluster simplification. *Phonology*, 25, 271-319.
- McColl Millar, R. (2015). *Trask's Historical Linguistics*. London: Routledge.
- Miller, C. (2013). Variation in Persian vowel systems. *Orientalia Suecana*, 61, 156-169.
- Modarresi Ghavami, G. (2012). Acoustics of vowels in standard Persian. *An intra-university research project*, Tehran: Allameh Tabataba'i University. [In Persian]
- Modarresi Ghavami, G. (2014). Acoustics of short and long vowels in Persian. *Comparative Linguistics Researches*, (4)8, 1-9. [In Persian]
- Modarresi Ghavami, G. (2016). Complex vowels in Persian: an acoustic investigation. *Comparative Linguistics Researches*, (6)11, 1-17. [In Persian]
- Natel-khanlari, P. (1986). *A History of the Persian Language*. Tehran. No: Publication. [In Persian]
- Oranski, I. M. (1999). *Iranian Languages* (A. Sadeghi). Tehran: Soxan. [In Persian]
- Padgett, J. (2003). The emergence of contrastive palatalization in Russian. In D. E. Holt (Ed.), *Optimality Theory and Language Change*, (pp. 307-336). Dordrecht: Kluwer Academic.
- Prince, A., & Smolensky, P. (2004[1993]). *Optimality Theory: Constraint Interaction in Generative Grammar*, Blackwell Publishing.
- Rees, D. A. (2008). *Towards Proto-Persian: An Optimality Theoretic Historical Reconstruction* [Doctoral dissertation, Georgetown University].
- Rohany Rahbar, E. (2008). A historical study of the Persian vowel system. *Kansas Working Papers in Linguistics*, 30, 233-245.
- Sadeghi, A. (1978). *Development of Persian Language*. Tehran: Azad University of Iran. [In Persian]
- Skjærvø, P. O. (2009). Old Iranian. In G. Windfuhr (Ed.), *The Iranian Languages*, (pp. 43-195). Routledge.
- Tabibzadeh, O. (2020). An example of linguistic evolution and its effect on poetry: passive <vāv(و)> and <yā(ی)>. *Sharq newspaper*, (17)3693. [In Persian]
- Testen, D. (1997). Old Persian and Avestan phonology. In A. S. Kaye (Ed.), *Phonologies of Asia and Africa*, (Vol. 2)(pp. 569-600). Indiana: Eisenbrauns.
- Utulu, D. C. (2013). Monophthongization and vowel lengthening process in educated urhobo English: a moraic account. *Journal of humanities*, 16 & 17(2), 81-100.
- Weber, D. (1997). Pahlavi phonology. In A. S. Kaye (Ed.), *Phonologies of Asia and Africa*, (Vol. 2) (pp. 601-636). Indiana: Eisenbrauns.

- Windfuhr, G. (1979). *Persian Grammar: History and State of its Study*. Trends in Linguistics 12, Mouton Publishers.
- Yamane, N. (2002). What is great about great vowel shift? an Optimality-Theoretic view. *English Linguistics*, 19(2), 392-416.

