[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]

[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

*Language Related Research*
*E-ISSN: 2383-0816*
*https://lrr.modares.ac.ir*
*https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2*

Tarbiat Modares University

**Vol. 13, No. 2, Tome 68**
**pp. 33-69**
**May & June 2022**

# Phonological Opacity in Kermanshahi Persian: An Account Based on Optimality Theory-Candidate Chains

*Mehdi Fattahi*[1] *& Ladan Javaheri*[2*]

**Received: 7 January 2021**
**Received in revised form: 19 May 2021**
**Accepted: 2 July 2021**

**Abstract**

The aim of this study is to analyze the role of phonological opacity in the phonetic representation of the prefix of progressive aspect in Kermanshahi Persian. In this dialect, when the progressive prefix /mi-/ is added to the verb stem, it changes in form in certain cases, depending on the nature of the first vowel of the verb. In Kermanshahi Persian, the progressive prefix is added to the left side of verbal root - which is, in turn, followed by verbal ending. This research is based on the Optimality Theory-Candidate Chains (McCarthy, 2007) - a version of Serial Optimality Theory. The data of this research have been collected through the conversations with the speakers of Kermanshahi Persian dialect in two age groups of over fifty- and under twenty-year-olds, relying – as well - on researchers' language intuition. The results of this study indicate that what causes the opacity in the phonetic representation of the vowel of progressive prefix in Kermanshahi Persian dialect is the occurrence of counter-bleeding interaction. The Serial Optimality Theory, is more successful in explaining this phenomenon than Parallel Optimality Theory.

***Keywords*:** Serial Optimality Theory, Optimality Theory-Candidate Chains, phonological opacity, Kermanshahi Persian

1. Assistant Professor of Linguistics, Department of English Language, Faculty of Literature and Humanities, Razi University, Kermanshah, Iran;
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1882-5591
2. Corresponding Author: PhD Candidate of Linguistics, Department of English Language, Faculty of Literature and Humanities, Razi University, Kermanshah, Iran;
*Email: l.javaheri@razi.ac.ir*, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4970-2789

[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]

[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]



## 1. Introduction

Kermanshahi Persian is a dialect which is spoken in the city of Kermanshah mainly in the west of Iran, and it presents certain linguistic differences with Standard Persian. One of the morpho-phonological differences is in the phonetic form of the progressive prefix /mi-/ when attached to certain verbal stems. Like what occurs in Standard Persian with the subjunctive prefix /be-/, the vowel of the prefix /mi/ undergoes vowel harmony if the following verbal stem contains a round vowel, and just as in /be-ro/ ("Go!") which surfaces as [bo-ro] on the phonetic level, /mi-/ in Kermanshahi Kurdish turns into [mo-] if there is a round element in the verbal stem, making forms like [mo.-ko.n-am] (meaning 'I do') out of /mi-kon-am/. The motivation of the such rule, however, is challenged by the phonetic form [mo.-xɑm] (I want), in which the vowel of the prefix is rounded, but there does not seem to be any round element as the motivation. This opaque application of the phonological process is analyzed in this article via the principles Optimality Theory. The main questions of the present study are as follows: (1) to what extent is Optimality Theory successful in explaining the opacity introduced by Kermanshahi Persian data? (2) What are the relevant active constraints? (3) In what permutation must the constraints be organized? (4) Which of the two versions of Optimality Theory, namely Parallel or Serial, is more successful in the explanation of the data in this study?

## 2. Literature Review

In order to prepare the grounds and to have a better insight into the present study, the review is based on the relevant works on phonological opacity and Optimality Theory which have been done inside and outside Iran.

### *2.1. International Studies*

Bermúdez-Otero (1999, pp. 36-39) is among the first researchers who reported

[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]

[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]



the challenge which the first versions of OT were faced with regarding the opacity phenomenon, and he asserts that the difficulty lies in OT neglecting the intermediate forms between the phonological and phonetic levels. This claim is also supported by McCarthy (2007, p.99), who reports the necessity of considering derivational path of the phonological processes. Urek (2013, p.1), too, reasons that Parallel OT fails to explain opacity since the Generator in this theory is designed to produce the candidates in one attempt. Anttila (2006, p. 893-901) classifies the suggested solutions to the problem of opacity in OT in three sets: "Input-Output Correspondence" theory which was first put forth by Benua (1995, pp. 77-82); "Sympathy Theory" suggested by MacCarthy (1999, 2000); and "Opacity Approach" put forward by Goldrick (2000, p.16). Alqahtani (2020, p. 22) is among the recent researchers who has investigated opacity as the result of counter-bleeding by analyzing examples from colloquial Persian. Also, Hauser and Hughto (2020, p. 29) claim that the general solution to opacity in OT could be found in what they call "contextual faithfulness constraints".

### *2.1. Iranian Studies*

Many optimality-theoretic studies have been conducted in Iran on Persian and Kurdish data, among which one can mention those of Bijankhan (2006), Modarresi Ghavami (2011), Heidarpor Bidgoli (2012) in Persian; and Naqshbandi (2011), Fattahi (2012), Zahedi (2014), and Mohammadi (2014) in different dialects of Kurdish. As valuable as these studies are, none deals with the problem of opacity in Optimality Theory.

## 3. Methodology

The data in the present study have been collected in two ways: (1) through interviews with Kermanshahi Persian speakers of two age groups of above

[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]

[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]



fifty and below twenty. The first group was chosen for their tendency towards using this dialect in their daily conversations, and the younger group was chosen as speakers who lean towards Standard Persian for its social prestige. This study, though, does not aim to investigate linguistic variations of these two age groups, but rather tries to identify the alternating forms in the verbal forms with progressive aspect. (2) through linguistic intuition of the researchers of the study, who are themselves, native speakers of Kermanshahi Persian. The collected data were then transcribed and the relevant alternating forms were identified. The last step was to identify the underlying phonological forms in order to decide on the nature and direction of the changes.

## 4. Discussion and Results

The following table illustrates the alternating forms of the progressive prefix in Kermanshahi Persian.

**Table 1**
*The Alternative Forms in Progressive Prefix of Kermanshahi Persian Dialog*

| | | | |
|---|---|---|---|
| (1) | mi.-bi.n-am<br>prog. – *see* – 1S<br>"I see." | (2) | mi.-xɑ.n-am<br>prog. – *read* – 1S<br>"I read." |
| (3) | mi.-bu.s-am<br>prog. – *kiss* – 1S<br>"I kiss." | (4) | mi.-ka.n.-am<br>prog. – *dig – 1S*<br>"I dig." |
| (5) | mi.-ʃu.r-am<br>prog.- *wash* – 1S<br>"I wash." | (6) | mi.-ke.ʃ-am<br>prog.-*pull*-1S<br>"I pull." |
| (7) | mo.- xor.-am<br>prog.-*eat*-1S<br>"I eat." | (8) | mi.- sɑ.z –am<br>prog.-*make*-1S<br>"I make." |

[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]

[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]



| | | | |
|---|---|---|---|
| (9) | mo.- ko.ʃ- i<br>prog.-*kill*-2S<br>"You kill." | (10) | mo.- ko.n- am<br>prog.-*do*-1S<br>"I do." |
| (11) | mo.- xɑ- m<br>prog.-*want*-1S<br>"I want." | (12) | mo.- wo.r -am<br>prog.-*cut*-1S<br>"I cut." |

* prog.: progressive – 1S: first person singular – 2S: second person singular

As can be seen from the data above, the alternating forms of the progressive prefix are [mi] and [mo], with the latter appearing where there is a round element in the verbal stem. The exception, though, is (11), in which the vowel of the prefix has been rounded without any apparent incentive. To have a better picture of what is going on in this form, we can compare the root with its likely historical form by synchronically comparing it with other Iranian languages and the forms in the history of Persian language. As evident even in the Persian orthography, there used to be the glide /w/ after /x/ sound in the verbal root of "to eat". If we take the /xw/ cluster as the onset of the root, then we can assume the line of the change as below (the verbal ending is removed for simplification):

/mi-xwɑ/ --(vowel rounding)→ moxwɑ --(the omission of glide w)→[moxɑ]

If the glide omission, which is motivated by cluster simplification, was applied earlier than vowel rounding, the process of vowel rounding would be bled by it, leading to the incorrect phonetic form of *[mi-xɑ]; but since the actual order is in the opposite direction, the order of vowel rounding and glide omission is that of counter-bleeding, which causes opacity.

As was cited by many studies in the review section, parallel OT seems unable to choose correct opaque forms, the same is proved about Kermanshahi Persian data.

[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]

[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]



**Tableau 1**
*Inability of Parallel Optimality Theory to explain Opacity Phenomenon*

| mi-xwɑ-m | ALIGH-LEFT(R) | IDENT (R) |
|---|---|---|
| a. mixwɑm | * | |
| b. moxwɑm | | * |
| ☞c. mixɑm | | |
| d. moxɑm | | * |

Notes: symbol ☞ shows an incorrect winning candidate. - ALIGH-LEFT(R) constraint penalizes any candidate with no agreement in rounding - IDENT (R) penalizes any candidate with a changed value in the feature [round]

Optimality Theory-Candidate Chains, in addition to valuing the intermediate steps and derivational paths, enjoys a new form constraint that guarantees a fixed order of the application of the processes, namely PREC(A,B), in which constraint B is only violated if constraint A has been violated earlier. We can consider PREC(IDENT(R),MAX(R)) to penalize any candidate in which: (a) the round element is deleted without the process of vowel rounding having occurred earlier; (b) the round element is deleted and the vowel rounding occurs following that. With this constraint at play, we can consider the steps of derivation as depicted by the following tableaux.

**Tableau 2**
*The First Step of Derivation*

| mi-xwɑ-m | ALIGN-L(R) | COMPLEX-SYLL | PREC(ID,MAX) | NO-CODA$_{PRG}$ | MAX (R) | IDENT (R) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ☞a. mox.wɑm | | | | * | | * |
| b. mi.xɑm | | | *! | | * | |
| c. mix.wɑm | *! | | | * | | |
| d. mox.wɑm | | *! | | | | * |

Notes: COMPLEX-SYLL penalizes any candidate in which there is consonant cluster in a syllable - NO-CODA$_{PROG}$ penalizes any form with a coda in the same syllable as the progressive prefix- MAX (R) penalizes any candidate in which a round segment has been deleted (compared with the input)

[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]

[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]



**Tableau 3**
*The Second Step of Derivation*

| mox.wɑm | ALIGN-L(R) | COMPLEX-SYLL | PREC(ID,MAX) | NO-CODAPROG | MAX (R) | IDENT (R) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ☞a. mo.xɑm | | | | | * | |
| b. mo.xwɑm | | *! | | | | |
| c. mox.wɑm | | | | *! | | |
| d. mix.wɑm | *! | | | * | | * |

**Tableau 4**
*The Third Step of Derivation and the End of Cycle (Convergence)*

| mo.xɑm | ALIGN-L(R) | COMPLEX-SYLL | PREC(ID,MAX) | NO-CODAPROG | MAX (R) | IDENT (R) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ☞a. mo.xɑm | | | | | | |
| b. mo.xwɑm | | *! | | | | |
| c. mox.wɑm | | | | *! | | |
| d. mi.xɑm | | | | | | *! |

In Serial Optimality Theory, which OT-CC is a version of, the Generator is only allowed to produce candidates with one difference from the input. The winner chosen by the Evaluator will then be given to the same tableau, and there again, the Generator produces candidates with only one difference from the new input. This cycle will continue until the winner is the same form as the input – a step which is also called as convergence. This success in choosing the right form as the final winner is all thanks to the gradualness of Serial OT and the PREC constraint, which disqualifies the threatening competing forms Parallel OT was not able to shed out of the competition.

[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]

[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]



## 6. Conclusion

Optimality Theory-Candidate Chains proves to be more successful in the case of opacity observed in Kermanshahi Persian progressive prefix than the Parallel version of OT, where the process of choosing the final winner is not gradual and the intermediate forms are not taken into account due to the Generator's permission to produce candidates with any number of differences compared to the input. The gradual nature of OT-CC along with the PREC constraint leads to the choice of the right candidate as the winner. The following tableau, also known as Harmonic Improvement tableau, shows how the winners of the later rounds incur less threatening violations.

**Tableau 5**
*The Harmonic Improvement in [mo.xam]*

| | ALIGN-L(R) | COMPLEX-SYLL | PREC(ID,MAX) | NO-CODAPROG | MAX (R) | IDENT (R) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| a. mix.wɑm | * | | | | | |
| b. mox.wɑm | | | | * | | * |
| c. mo.xɑm | | | | | * | |

In the tableau above, the candidates are the winners of each step of derivation, with each being more harmonic – incurring fewer violations to the higher-ranking constraints – than the previous candidate.

[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]

[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

جستارهای زبانی

دوماهنامهٔ بین‌المللی

د۱۳، ش۲ (پیاپی۶۸)، خرداد و تیر ۱۴۰۱، صص ۳۳- ۶۹

مقاله پژوهشی

http://dorl.net/dor/20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5

# تیرگی واج‌شناختی در فارسی کرمانشاهی: بررسی نمونه‌ای براساس «نظریهٔ بهینگی- زنجیره‌های گزینه‌ای»

**مهدی فتاحی[۱]، لادن جواهری[۲*]**

۱. استادیار زبان‌شناسی، گروه زبان انگلیسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

۲. دانشجوی دکتری زبان‌شناسی همگانی، گروه زبان انگلیسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۱۱

## چکیده

طی فرایند ساخت وجه استمراری/ اخباری در گویش فارسی کرمانشاهی، افزودن پیشوند فعلی /-mi/ به ستاک فعلی دارای آوای گرد، سبب گرد شدن واکهٔ پیشوند می‌شود. این نوع همگونی در مواردی که واکه یا همخوان گرد در ستاک فعلی نباشد، رخ نمی‌دهد. بااین‌حال، در فارسی کرمانشاهی صورت فعلی [mo.xam] وجود دارد، که در آن واکهٔ پیشوند ظاهراً بدون وجود هیچ انگیزه‌ای گرد شده است. این وضعیت گونه‌ای از تیرگی واج‌شناختی است. در این پژوهش به بررسی نقش این پدیده در تغییر بازنمایی آوایی و واجی پیشوند استمراری در گویش فارسی کرمانشاهی برمبنای نظریهٔ بهینگی ـ زنجیره‌های گزینه‌ای (McCarthy, 2007) که نسخه‌ای از نظریهٔ بهینگی متوالی است، پرداخته‌ایم. داده‌های این تحقیق از طریق گفت‌وگو با گویشوران گویش فارسی کرمانشاهی، در دو ردهٔ سنی بالای پنجاه سال و زیر بیست سال و با اتکا به شم زبانی پژوهشگران بومی، گردآوری شده است. نتایج حاصل از این پژوهش گویای آنند که علت بروز تیرگی در واکهٔ پیشوندِ وجه استمراری در گویش فارسی کرمانشاهی از آن نوع است که در واج‌شناسی اشتقاقی، تحت عنوان تعامل «عکسِ زمینه‌برچینی» مطرح است و نظریهٔ بهینگی متوالی در تبیین این تغییر، عملکردی موفق‌تر از نظریهٔ بهینگی موازی داشته است.

**واژه‌های کلیدی:** نظریهٔ بهینگی متوالی، نظریهٔ بهینگی - زنجیره‌های گزینه‌ای، پدیدهٔ تیرگی‌واج‌شناختی، گویش فارسی کرمانشاهی

---

نویسندهٔ مسئول مقاله: Email: l.javaheri@razi.ac.ir

## ۱. مقدمه

گویش فارسی کرمانشاهی گونه‌ای از گویش‌های زبان فارسی است که به‌صورت خاص در شهر کرمانشاه به آن تکلم می‌شود. برخی از زبان‌شناسان، این گویش را به‌دلیل وجود تعدادی واژگان کردیِ دگرگون‌شده در آن، برگرفته از گویش کردی کلهری می‌دانند و برخی دیگر معتقدند که علت پدیداری این گویش تأثیر متقابل زبان‌های کردی و فارسی در همجواری با یکدیگر است. در این گویش، از بدو پیدایش تاکنون تغییرات بسیاری به وقوع پیوسته است که برای گویشوران بومی پدیده‌ای متداول و برای پژوهشگران زبانی قابل‌تأمل است. یکی از این تغییرات، طی فرایند ساخت وجه استمراری، اتفاق می‌افتد، بدین‌سان که افزودن پیشوند فعلی /-mi/ به ستاکِ فعلِ دارای واکه یا همخوان گرد، باعث گرد شدن واکهٔ پیشوند و تبدیل آن به صورت [-mo] می‌شود. بااین‌حال، این گردشدگی واکه در پیشوند استمراری درحالی پس از افزوده شدن به فعل «خواستن» رخ می‌دهد که اساساً در صورت آوایی این فعل ([xɑstan]) هیچ عنصر گردی دیده نمی‌شود، و انگیزهٔ این گردشدگی واکهٔ پیشوند در نگاه اول چندان مشخص نیست. از آنجا که این تغییر در جایی که انتظار آن نمی‌رود، اتفاق می‌افتد، نمونه‌ای از تیرگی[۱] واج‌شناختی به‌حساب می‌آید، مسئلهٔ موردبررسی در فارسی کرمانشاهی نیز نمونه‌ای از این دست است. اگر از منظر واج‌شناسی اشتقاقی قاعده‌بنیاد به قضیه نگاه کنیم، دو نوع از تعاملی که در میان اعمال فرایندها وجود داشته باشد، و به تیرگی روساختی منجر شود، روابط «عکس زمینه‌برچینی» و «عکس زمینه‌چینی» است. با این حال، با توجه به اینکه در نظریهٔ بهینگی، زبان به‌مثابهٔ نظامی از محدودیت‌های رتبه‌بندی‌شده تلقی می‌شود و خبری از اعمال مرحله‌به‌مرحلهٔ قواعد نیست، باید دید که این نظریه، چگونه به تبیین چنین مواردی از تیرگی می‌پردازد. از دیدگاه این نظریه، بخش ارزیاب، با استفاده از ابزارِ محدودیت‌های جهانی نقض‌پذیر، صورت صحیح زبان را از میان بی‌نهایت صورت روساختی انتخاب می‌کند. به عبارت دیگر، نظریهٔ بهینگی صرفاً صورت‌های روساختی را موردبررسی قرار می‌دهد و به سیر تحول و مراحلی که صورت آوایی از آن گذشته است؛ دسترسی ندارد، و به همین دلیل بهینگی کلاسیک (موازی)[۲] در تبیین صورت‌های حاصل از تعاملات ایجادکنندهٔ تیرگی روساختی ناتوان است. نگارندگان پژوهش حاضر، ضمن تبیین پدیده مدّنظر، کارایی نسخهٔ جدیدی از نظریهٔ



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

بهینگی، تحت عنوان بهینگی زنجیره‌های گزینه‌ای[۳]، را موردبررسی قرار داده‌اند، و به بررسی و کشف محدودیت[٤]های فعال در تغییر بازنمایی آوایی و واجی پیشوند استمراری /-mi/ در ساختار وجه استمراری در گویش فارسی کرمانشاهی، در چارچوب این نظریه، اهتمام ورزیده و به واکاوی روابط تسلط[٥] در میان این محدودیت‌ها پرداخته‌اند.

پژوهش حاضر، تحلیلی ـ توصیفی است. در این تحقیق، ابتدا داده‌هایی از زبان فارسی کرمانشاهی جمع‌آوری شده و سپس صورت‌های متناوب تکواژها شناسایی شدند. در مرحلهٔ بعد، محدودیت‌هایی که قادر به تبیین چرایی این تغییرات در چارچوب بهینگی متوالی بودند انتخاب شدند.

جمع‌آوری داده‌ها به دو روش صورت گرفت. الف) گفت‌وگو با گویشوران گویش فارسی کرمانشاهی در شهر کرمانشاه. از آنجا که پژوهندگان خود ساکن و زادهٔ این شهر هستند؛ لذا این گفت‌وگوها با دوستان، افراد فامیل و همسایگان در دو ردهٔ سنی بالای پنجاه سال و زیر بیست سال انجام گرفته است. دلیل انتخاب گویشوران در این رده‌های سنی آن است که به اعتقاد پژوهندگان افراد بالای پنجاه سال بیشتر مایل به استفاده از این گویش در محاوره‌اند، در صورتی‌که افراد زیر بیست سال به‌منظور کسب اعتبار اجتماعی خواهان استفاده از فارسی معیار در مکالمات خود هستند. در این پژوهش مقصود بررسی تغییرات زبانی با اتکا به متغیر سن نبوده است. بلکه نگارندگان تنها درپی یافتن صورت‌های آوایی متناوب تکواژهایی بوده‌اند که در ساختار افعال وجه استمراری ایفای نقش می‌کنند؛ ب) روش دوم جمع‌آوری داده‌ها با اتکا به شم‌زبانی پژوهشگران بوده است. پس از جمع‌آوری داده‌ها، صورت‌های صوتی واج‌نویسی گردیده و تکواژهای دارای صورت‌های آوایی متناوب شناسایی شدند و پس از شناسایی این تکواژها، به‌منظور یافتن جهت و ماهیت تغییرات واجی، یکی از این صورت‌های آوایی متناوب، به‌عنوان صورت زیربنایی[٦] انتخاب شده است.

پژوهشگران در این تحقیق، در صدد پاسخ‌گویی به پرسش‌های زیرند: ۱. نظریهٔ بهینگی متوالی تا چه اندازه در تبیین پدیدهٔ «تیرگی» در گویش فارسی کرمانشاهی موفق بوده است؟ ۲. محدودیت‌های فعال در انتخاب صورت صحیح در تبیین تغییرات پیشوندِ استمراری در گویش فارسی کرمانشاهی کدام‌اند؟ ۳. چه روابط تسلطی بین این محدودیت ها وجود دارند؟ ٤. از بین



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

دو نظریهٔ بهینگی موازی و بهینگی متوالی، کدام یک در تبیین پدیدهٔ تیرگی موفق‌تر است؟ در ادامه به معرفی برخی از مطالعاتی که در این زمینه انجام شده است، می‌پردازیم.

## ۲. پیشینهٔ تحقیق

### ۲ـ۱. مطالعات خارجی

ازجمله مطالعات خارجی انجام‌شده در این زمینه، می‌توان به پژوهش‌هایی که در ادامه به آن پرداخته‌ایم اشاره کرد: برمودز ـ اترو[۷] (1999, pp. 36-39) معتقد است که پس از پیدایش نظریهٔ بهینگی واج‌شناسان دریافتند که این نظریه به‌دلیل نادیده گرفتن سطوح میانیِ موجود در بین دو سطح بازنمایی واجی و بازنمایی آوایی، قادر به تبیین پدیدهٔ تیرگی نیست. به باور مک‌کارتی[۸] (2007, p. 99) چنانچه بپذیریم که نظریهٔ بهینگی موازی به دلایل قانع‌کننده وجود قاعده‌ها را انکار می‌کند، باید رَدِ وجود قاعده‌ها، در این نظریه را منطقی بدانیم. در صورتی که در رویکردهای اشتقاقیِ قاعده‌بنیاد که تمامی مراحل اشتقاقِ بازنمایی آوایی از بازنمایی واجی به نمایش گذارده می‌شوند، می‌توان پدیدهٔ تیرگی را با استناد به ترتیب‌بندی قاعده‌ها، به‌سهولت تبیین کرد. مک‌کارتی در تحلیل «پدیدهٔ تیرگی»، درنظر گرفتن بازنمایی سطوح میانی را ضروری می‌داند. وی ویژگی مهمِ تحلیل اشتقاقی، را وجود سطوح بازنمایی سوم (چهارم یا پنجم) اعلام می‌کند. از سویی دیگر، اُرِک[۹] (2013, p.1) از «پدیدهٔ تیرگی واج‌شناختی» به‌علت عدم امکان بازنمایی سطوح میانی، به‌عنوان چالشی بزرگ برای نظریهٔ بهینگی موازی یاد می‌کند. چون بخش «مولد» ملزم به تولید و هم‌زمان ارزیابی تمام گزینه‌های ممکن، تنها در یک مرحله است. این ویژگیِ نظریهٔ بهینگی موازی تحلیل «پدیدهٔ تیرگی» را مشکل می‌سازد. از نظر آنتیلا[۱۰] (2006, p. 893-901) رویکردهای پیشنهادی در نظریهٔ بهینگی، برایِ ارائهٔ راه حلی در تبیین پدیدهٔ تیرگی را می‌توان به سه گروه اصلی تقسیم کرد. برخی از این رویکردها، بروز این مشکل را ناشی از ناکارآمدی نظریهٔ پایایی[۱۱] می‌دانند. به این منظور، دو نوع رابطهٔ جدید پایایی در این زمینه مطرح شده است. از جملهٔ این راهکارها می‌توان طرح نظریهٔ «تناظر درونداد و برونداد»[۱۲] توسط بِنووا[۱۳] (1995, pp. 77-82)، پیشنهاد «نظریهٔ همنوایی»[۱۴] از سوی مک‌کارتی



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

(2003,1999) و «رویکرد تیرگی» از سوی گلدریک[۱۵] (2000, p.16) را نام برد. مک‌کارتی (2003, p. 23-42) اذعان می‌دارد: رویکردهایی که ناکارآمدیِ «نظریهٔ نشان‌داری»[۱۶] را عامل بروز پدیدهٔ تیرگی می‌دانند، راهکار قدرت بخشیدن به محدودیت‌های نشان‌داری را برای رفع این مشکل پیشنهاد می‌کنند. ازجمله محدودیت‌های نشان‌داری که افزایش توان آن‌ها مدنظر قرار می‌گیرد، «محدودیت هدف»[۱۷] و «نشان‌داری تطبیقی»[۱۸] است. دیدگاه نظریهٔ «بهینگی لایه‌ای»[۱۹] توسط برمودز-اوتِرو (1999, pp. 41-56) و کیپارسکی[۲۰](2000, pp. 351-367) مطرح شده است. آن‌ها معتقدند که اغلب رویکردها تا حد امکان در چارچوب نظریهٔ بهینگی موازی مطرح شده‌اند. به اعتقاد آن‌ها محدودیت‌های واج‌شناختی، همواره به‌صورت شفاف با یکدیگر در تعامل بوده‌اند و آنچه سبب عدم تعامل این محدودیت‌ها می‌شود ناشی از تأثیر عوامل خارج از حیطهٔ واج‌شناسی، به‌ویژه ساخت واژه است. ساندرز[۲۱](2003, p. 65)، نیز مانند برمودز ـ اوتِرو وکیپارسکی، تیرگی را ناشی از تأثیر ساخت‌واژه بر واج‌شناسی دانسته و معتقد است که تعامل تیرگی در واج‌شناختی مبرا از تأثیر ساخت واژه وجودندارد. الکحتانی[۲۲] (2020, p. 22) به بررسی تیرگی واجی کشش جبرانی موضعی[۲۳] در فارسی محاوره‌ای جدید از منظر نظریهٔ بهینگی لایه‌ای پرداخته است. این قسم تیرگی در همخوان‌های چاکنایی /h/ و /ʔ/ در جایگاه پایانه دیده می‌شود. اختصاص یافتن کشش مورایی به همخوان‌های پایانه نشانگر آن است که این ساختار مورایی پیش از حذف یا کشش تشکیل شده است. ال کحتانی این اشتقاق تیره واجی را نمونه‌ای از تعامل عکس زمینه برچینی می‌داند. هاوسر و هاوتو[۲۴] (2020, p.29) مدعی ارائه راه‌حلی کلی برای تجزیه و تحلیل تیرگی مبتنی‌بر محدودیت‌های پایایی زمینه‌ای[۲۵] در دستور زبان‌های مبتنی‌بر محدودیت هستند. آن‌ها معتقدند که محدودیت‌های پایایی زمینه‌ای، از نظر مفهومی شبیه محدودیت‌های پایایی موضعی بوده، اما به بافت‌های متداول محدود نمی‌شوند. بنابراین، می‌توان از آن‌ها در تحلیل طیف گسترده‌ای از پدیده تیرگی استفاده کرد.

### ۲-۲. مطالعات داخلی

تاکنون پژوهش‌های بسیاری با اتکا به داده‌های گردآوری‌شده از زبان‌های فارسی و کردی در چارچوب بهینگی به انجام رسیده‌اند که ازبین این مطالعات می‌توان به تحقیقات بی‌جن‌خان



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

(۱۳۸٤)، مدرسی قوامی (۱۳۸۹)، حیدرپور بیدگلی (۱۳۹۰) در زبان فارسی، نقش‌بندی (۱۳۸۹) در کردی هورامی، زمانی (۱۳۹۱) و فتاحی (۱۳۹۰)، در کردی کلهری، زاهدی (۱۳۹۲) و محمدی (۱۳۹۲) اشاره کرد. به‌نظر می‌رسد که جدی‌ترین کار در حوزهٔ واج‌شناسی بهینگی در کردی، گویش‌های وابسته به آن و نیز زبان‌های در این زمینه را زاهدی (۱۳۹۲)، در رسالهٔ دکتری خود انجام داده است. وی فرایندهای واجی معمول در کردی سنندجی را استخراج کرده و سپس با نگرشی محدودیت بنیاد از منظر بهینگی بررسی کرده است. شاید بتوان تمامی این پژوهش‌ها را سرآغاز تحقیق در چارچوب بهینگی در ایران دانست. گرچه، هیچ یک از این پژوهش‌ها، از مرزهای بهینگی موازی فراتر نرفته و همگی بر واج‌شناسی متمرکز شده‌اند. ازجمله محققانی که دامنه‌های تحقیقات خود را به مرزهای بهینگی متوالی گسترش داده‌اند می‌توان به رضی‌نژاد (۱۳۹۱) و فتاحی (۱۳۹۳) اشاره کرد. رضی‌نژاد این نظریه را با گردآوری نمونه‌های از ترکی آذربایجانی بررسی و فتاحی، غلت‌سازی در کردی کلهری را به‌عنوان یکی از امکان‌های رفع التقای واکه‌ها براساس نظریهٔ توالی هماهنگ بررسی کرده است. گرچه در این دو مقاله، از تیرگی و سازوکار بهینگی بحثی به‌میان آورده نشده است. جم (۱۳۹٦) نیز در مقاله‌ای تیرگی واج‌شناختی در زبان فارسی را موردمطالعه قرار داده و تعاملات «عکسِ زمینه‌چین» و «عکسِ زمینه برچین» را در زبان فارسی عامل بروز تیرگی دانسته است. از پژوهش‌هایی که برای تحلیل داده‌های خود به نسخه‌ای غیر از بهینگی موازی کلاسیک متوسل شده‌اند، می‌توان به مقالهٔ مهدوی و علی‌نژاد (۱۳۹۹) اشاره کرد. در این مقاله، آن‌ها به واکاوی کاربرد نظریهٔ بهینگی لایه‌ای در زبان فارسی محاوره‌ای پرداخته و مدعی هستند که در پژوهش آن‌ها برای نخستین‌بار لایه‌های میانی در فرایندهای واژ ـ واجی زبان فارسی در نظریهٔ بهینگی لایه‌ای تحلیل شده است. احمد خانی و واثق (۱۳۹۹) نیز به بررسی هماهنگی واکه‌ای و واکه‌ای ـ همخوانی در زبان فارسی و در چارچوب نظریهٔ بهینگی پرداخته‌اند. نتایج حاصل از تحقیق آن‌ها گویای آن است که در زبان فارسی، تبیین هماهنگی‌ها، جایگاه قوی به‌لحاظ واجی و صرفی عامل مهمی به‌شمار می‌رود. همچنین، محدودیت‌هایی نظیر مجاز بودن، تطابق و همانندی در این هماهنگی‌ها گزینهٔ مهم را به‌دست خواهند داد.



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

## ۳. چارچوب نظری

### ۳ـ۱ . بهینگی متوالی

پرینس[۲۶] و اسمولنسکی[۲۷] (1993–2004) وجه افتراق دستور زایشی و نظریهٔ بهینگی را در تعداد سطوح بازنمایی‌شده در آنان می‌دانستند. در دستور زایشی، نگاشت در مسیر اشتقاق[۲۸] میان دو سطح بازنمایی‌شده صورت می‌گیرد. در این مسیر، تا رسیدن به صورت نهایی، مراحل و صورت‌های نهایی قابل رؤیت هستند. اما در نسخهٔ معیارِ نظریهٔ بهینگی، نگاشت[۲۹] تنها در یک مرحله، بدون درنظر گرفتنِ مراحل میانی و مستقیماً انجام می‌شود. یک‌مرحله‌ای بودن نگاشت، بخش مولد[۳۰] را ملزم می‌کند تا اعمال تغییرات بر درونداد، را در یک مرحله انجام دهد. پیامد اعمال این قاعده آن است که تعداد گزینه‌ها در بهینگی موازی، بسیار زیاد و متنوع باشند. در این میان، بخش ارزیاب[۳۱]، برای انتخابِ گزینهٔ برنده، سلسله‌مراتب زبانی ویژه‌ای از محدودیت‌های جهانی نقض‌پذیر را به‌کار می‌گیرد و درنهایت گزینهٔ برنده را از میان انبوه گزینه‌ها انتخاب می‌کند. مک‌کارتی (2000)، نسخه‌ای از بهینگی را پیشنهاد کرده و آن را «توالی هماهنگ»[۳۲] نام‌گذاری کرد. «توالی هماهنگ»، در اصول بنیادین خود مشابه بهینگی موازی بوده و تنها در دو اصل با این نظریه متفاوت است (Smolensky & Prince, 1993-2004 ). این تفاوت‌ها عبارت‌اند از: الف) در «توالی هماهنگ»، بخش مولد از نظر میزان تغییر در سطح درونداد و تولید گزینه‌ها دارای محدودیت است؛ ب) پس از انجام ارزیابی در هر مرحله، گزینهٔ منتخب به‌عنوان درونداد جدید به بخش مولد سپرده می‌شود تا این بخش مجموعه‌ای جدید از گزینه‌ها را تولید کند. این چرخهٔ مولد ـ ارزیاب تا زمانی که «همگرایی»[۳۳] رخ دهد و گزینهٔ برنده از سوی بخش «ارزیاب»، با جدیدترین درونداد بخش مولد همسان شود، ادامه دارد. در این مرحله گزینهٔ برنده انتخاب و به‌عنوان برندهٔ نهایی معرفی خواهد شد. بخش مولد شامل فهرستی از فرایندها و تنها مجاز به تولید گزینه‌هایی است که از اعمال یکی از این فرایندها حاصل شده باشند. از دیدگاه بهینگی متوالی، «ارتقای سطح هماهنگی»[۳۴]، و پایان یافتن مراحل اشتقاق، درونداد است که به بخش مولد سپرده می‌شود که در انتها، یکی از گزینه‌های تولیدشده در این بخش، به‌عنوانِ برندهٔ رقابت معرفی می‌شود.



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

### ۳ـ۲. نظریهٔ بهینگی ـ زنجیره‌های گزینه‌ای[۳۵]

در نظریهٔ بهینگی ـ زنجیره‌های گزینه‌ای، زنجیره‌هایی از صورت‌ها هستند که صورت درونداد، اولین حلقهٔ این زنجیره است. این صورت با داشتن یک تفاوت نسبت‌به صورت بعد از خود زنجیره‌ای را می‌سازد که در آن صورت‌ها گام به گام به‌سمت صورت نهایی تغییر می‌کنند. در اینجا، گزینهٔ صحیح زنجیره‌ای است که در صورت نهایی همان صورت صحیح زبانی باشد. بخش ارزیاب هم صرفاً صورت نهایی زنجیره را بررسی می‌کند. در اینجا، دو شرط اصلی خوش‌ساختی در شکل‌گیری این زنجیره‌ها اعمال می‌شوند.

الف) تدریجی بودن[۳۶]: هر حلقه (صورت منتخب یک مرحله) باید صرفاً از یک نظر نسبت‌به حلقهٔ (صورت) قبل تفاوت داشته باشد.

ب) ارتقای سطح هماهنگی[۳۷]: غیر از حلقهٔ اول، سایر حلقه‌ها باید نسبت‌به حلقهٔ پیش از خود سطح هماهنگی بهتری داشته باشند، به این معنا که از تعداد کم‌تری از محدودیت‌های بلندمرتبه تخطی کرده باشند.

مک‌کارتی (2000, pp. 65-71) تفاوت‌هایی را که «یک گام» محسوب می‌شوند چنین بر می‌شمارد.

الف) حذف یک عنصر واحد (همخوان یا واکه)؛

ب) درج یک عنصر واحد (همخوان یا واکه)؛

ج) یک تغییر واحد در مشخصه‌های واجی یک عنصر واحد؛

د) جابه‌جایی ترتیب خطی دو عنصر مجاور هم.

اصل تدریجی بودن به این معناست که حلقهٔ دوم وقتی به‌دست می‌آید که صرفاً از نظر یکی از چهار مورد فوق نسبت به حلقهٔ اول (درونداد) متفاوت باشد. اصل ارتقای سطح هماهنگی نیز این الزام را ایجاد می‌کند که حلقه‌های زنجیرهٔ تغییرات، هرچه که به انتهای زنجیره پیش می‌روند باید از نظر بخش ارزیاب مطلوب‌تر باشند. با رعایت محدودیت‌های مرتبهٔ بالا در هر مرحله، صورت‌ها (حلقه‌های زنجیره) هماهنگ‌تر می‌شوند، تا جایی که صورت نهایی از هیچ‌یک از محدودیت‌ها تخطی نمی‌کند و به‌عنوان هماهنگ‌ترین گزینه انتخاب می‌شود.



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

### ۳ـ۳. تیرگی

تاکنون زبان‌شناسان بسیاری به تبیین «پدیدهٔ تیرگی» پرداخته‌اند در سال ۲۰۰۰، کیپارسکی با طرح مفهوم پدیدهٔ «تیرگی واج‌شناختی» بحثی جدید را در حوزهٔ واج‌شناسی گشود. آنتیلا[۳۸] (2006, pp. 16-26), این پدیده را در دو وضعیت متفاوت بررسی کرد. در وضعیت نخست فرایندی واجی علی‌رغم عدم وجود بافت مناسب برای ارائه، اتفاق می‌افتد که این تغییر در بازنمایی آوایی آن واژه قابل‌مشاهده است. وضعیت دوم، حالتی معکوس با وضعیت نخست دارد. در این حالت علی‌رغم وجود بافت مناسب برای رخداد فرایندی واجی، شاهد عدم وقوع آن هستیم. کیپارسکی، علت اعمال «پدیدهٔ تیرگی» در وضعیت نخست را تعامل «عکس زمینهٔ برچین» و عدم اعمال «پدیدهٔ تیرگی» در وضعیت دوم را تعامل «عکس زمینه‌چین» می‌داند. مک‌کارتی (2007, pp. 72-83) به‌منظور نمایش تقدم و تأخر میان فرایندها، راهکار نظریهٔ بهینگی ـ زنجیره‌های گزینه‌ای به‌منظور طبقهٔ جدیدی از محدودیت‌ها را به شکل زیر معرفی می‌کند:

محدودیت PREC(A, B)

به‌ازای هر یک از موارد زیر به گزینهٔ یک نشان تخطی اختصاص داده شود:

الف) فرایند ناقض محدودیت پایایی B اعمال شود، اما پیش از آن، فرایند ناقض محدودیت پایایی A اعمال نشده باشد.

ب) فرایند ناقض محدودیت پایایی B اعمال شده باشد و در گام بعدی فرایند ناقض محدودیت A اعمال شود.

تسلط و فعالیت چنین محدودیتی، به‌عنوان محدودیتی بلندمرتبه متضمن آن است که مسیر اشتقاق به گونه‌ای پیش برود که حلقهٔ آخر آن همان صورت صحیح زبانی باشد. در بخش بعد به بحث و بررسی داده‌های گردآوری‌شده پرداخته و اهمیت این محدودیت‌ها را در تبیین آن‌ها مشخص خواهیم کرد.

## ۴. بحث و بررسی

در این بخش به تحلیل تغییر ساختمان افعال وجه استمراری در گویش فارسی کرمانشاهی،



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

خواهیم پرداخت. در فرایند ساخت وجه استمراری در این گویش، گاه افزودن پیشوند فعلی «می» با ساختار هجایی CV به ستاک فعل، سبب ایجاد تغییرات آوایی در پیشوند می‌شود. در این گویش، پیشوند استمراری در سمت چپ ریشهٔ فعلی و شناسه پس از آن می‌آید. مثال‌های زیر نشانگر صورت‌های متناوب پیشوند استمراری در بافت‌های گوناگون هستند.

جدول ۱: صورت‌های متناوب پیشوند استمراری در گویش فارسی کرمانشاهی

**Table 1:** The alternating forms of progressive prefix of Kermanshahi Persian dialogues

| | | | |
|---|---|---|---|
| مثال (۱-٤) | mi.-xɑ.n-am<br>ش.ا.م-خواندن-اس<br>«می‌خوانم» | مثال (۲-٤) | mi.-bi.n-am<br>ش.ا.م-دیدن-اس<br>«می‌بینم» |
| مثال (۳-٤) | mi.-ka.n.-am<br>ش.ا.م-کندن-اس<br>«می‌کَنَم» | مثال (٤-٤) | mi.-bu.s-am<br>ش.ا.م-بوسیدن-اس<br>«می‌بوسَم» |
| مثال (٥-٤) | mi.-ke.ʃ-am<br>ش.ا.م- کشیدن-اس<br>«می‌کِشم» | مثال (٦-٤) | mi.-ʃu.r-am<br>ش.ا.م-شستن-اس<br>«می‌شویَم» |
| مثال (۷-٤) | mi.- sɑ.z –am<br>ش.ا.م- ساختن -اس<br>«می‌سازم» | مثال (۸-٤) | mo.- xor.-am<br>ش.ا.م- خوردن -اس<br>«می‌خورم» |
| مثال (۹-٤) | mo.- ko.n- am<br>ش.ا.م- کردن-اس<br>«می‌کُنم» | مثال (۱۰-٤) | mo.- ko.ʃ- i<br>ش.د.م-کشتن-اس<br>«می‌کُشی» |
| مثال (۱۱-٤) | mo.- wo.r -am<br>ش.ا.م – بردن- اس<br>«می‌بَرم» | مثال (۱۲-٤) | mo.- xɑ- m<br>ش.ا.م – خواستن-اس<br>«می‌خواهم» |

نمونه‌های فوق گویای آنند که پیشوند استمراری در گویش فارسی کرمانشاهی با همخوان /m/ آغاز می‌شود، اما در صورت‌های مختلف آوایی این پیشوند، تناوب قابل رؤیت است.

[mi-] ~ [mo-]

در اینجا می‌توان صورت /-mi/ را به‌عنوان صورت زیربنایی انتخاب کرد، زیرا این صورت در بافت‌های زبانی متنوع به‌صورت [-mo] ظاهر می‌شود (ynsen, 2004, p.41)، و برای



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

تبدیل شدن آن به صورت [-mo]، می‌توان انگیزهٔ تبدیل را شناسایی کرد - هماهنگی با واکهٔ گرد ستاک فعلی. با دقت در نمونه‌های ٤ـ٨ تا ٤ـ١١، می‌توان فرض کرد که صورت آوایی [-mo] تنها زمانی رخ می‌دهد که نخستین واکهٔ ستاک فعل واکهٔ نیمه‌افراشتهٔ پسین گرد [o] باشد، که در این‌صورت بین واکهٔ پیشوند و واکهٔ گرد ستاک فعلی، هماهنگی کاملاً واکه‌ای اتفاق می‌افتد. با این حال، آنچه پایهٔ این فرضیه را متزلزل می‌کند، نمونهٔ ٤ـ١٢ (یعنی صورت [moxɑm]) است. در این نمونه، آنچه به‌عنوان نخستین واکهٔ ستاک فعلی ظاهر شده، واکهٔ افتادهٔ پسین غیرگرد [ɑ] هست، اما برخلاف انتظار، واکهٔ پیشوند گرد شده است. این درحالی است که در نمونه‌های ١ـ٤ و ٧ـ٤، با اینکه واکهٔ ستاک فعلی [ɑ] است، اما انگیزه‌ای برای گرد شدن واکهٔ پیشوند ایجاد نشده و این واکه، به‌شکل [-mi] ظاهر شده است. سؤالی که در اینجا مطرح می‌شود آن است که در نمونهٔ ١٢-٤، چرا واکهٔ پیشوند به شکل یک واکهٔ گرد ظاهر شده است؟ در پاسخ به این پرسش می‌توان آنچه را در نمونهٔ [mo.xɑm] رخ داده است در چارچوب نوعی از تیرگی واجی بررسی کرد. به این دلیل چنین وضعیتی را تیره تصور می‌کنند که چون محیط برای گردشدگی واکهٔ پیشوند مهیا نیست، پس، قائدتاً نباید این فرایند اعمال شود، اما در نمونهٔ فوق شاهد وقوع آن هستیم. درصورتی که فرایند گرد شدن واکه فقط در محیط و شرایط خاصی – وجود یک گردی در واکهٔ ستاک فعلی – اعمال می‌شود، و نه در این نمونه که واکهٔ ستاک محیط را برای اعمال این فرایند فراهم نکرده است. پیش از آنکه بحث را از منظر نظریهٔ بهینگی بررسی کنیم، بهتر است این پدیده را از دیدگاه واج‌شناسی اشتقاقی واکاوی کنیم.

در واج‌شناسی اشتقاقی ــ که واج‌شناسی زایشی سرآمد آن است ــ نظام واجی یک زبان به صورت مجموعه‌ای از قواعد واجی تعریف می‌شود که ترتیب خاص و زبان‌ویژه‌ای برای اعمالشان وجود دارد. ترتیب میان این فرایندها را می‌توان در چهار حالت «زمینه‌چینی»، «زمینه‌برچینی»، «عکس زمینه‌چینی»، و «عکس زمینه‌برچینی» مشاهده کرد که در این میان، دو مورد آخر، از عوامل اصلی تیرگی روساختی به‌شمار می‌آیند. صحبت از این چهار حالت و تعریف دقیق همهٔ آن‌ها، از حوصلهٔ این بحث خارج است. اما کافی است که بدانیم آنچه باعث ایجاد صورت [mo.xɑm] در سطح آوایی شده، این است که در گام اول و در سطح زیربنایی، عنصری گرد در ستاک فعلی وجود داشته، و در گام دوم همین گردی باعث گرد شدن واکهٔ پیشوند شده است. در گام سوم، آن عنصر گرد ستاک فعلی ــ که انگیزهٔ اصلی تغییر در واکهٔ



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

پیشوند بود ــ حذف شده است. در این سه گام، ما با دو فرایند گردشدگی و حذف روبه‌رو هستیم، که به ترتیبی که در ادامه به آن می‌پردازیم حادث می‌شوند: ابتدا گردشدگی اعمال‌شده و بعد از آن، حذف رخ داده است. این درحالی است که اگر ترتیب بین این دو برعکس می‌بود ــ نخست حذف عنصر گرد ستاک فعلی رخ می‌داد ــ دیگر انگیزه‌ای برای گردشدن واکهٔ پیشوند باقی نمی‌ماند (زمینه برای گرد شدن واکهٔ پیشوند ازبین می‌رفت). این ترتیب فرضی از نوع «زمینه‌برچینی» خواهد بود، اما چون برای شکل‌گیری صورت صحیح، ناچار به پذیرش اعمال عکس این ترتیب هستیم، پس، می‌توان ادعا کرد که برای شکل‌گیری صورت فعلی [mo.xɑm]، ترتیب میان دو فرایند حذف و گردشدگی واکه از نوع «عکس زمینه‌برچینی» بوده است.

برای روشن‌تر شدن آنچه مطرح شد، بهتر دیدیم که این مراحل را با ذکر نمونه بررسی کنیم. با توجه به سیر تحول فعل «خوردن» در زبان فارسی، می‌توان چنین تصور کرد که عنصر گرد ستاک فعلی /w/ بوده است. بدان معنا که صورت زیربنایی ستاک فعلی «خوردن» را با خوشهٔ همخوانی /xw/ مفروض بدانیم. در آن صورت، زنجیرهٔ زیر مراحل اعمال گردشدگی و حذف را در این صورت فعلی نشان می‌دهد (برای ساده کردن بحث، داده‌ها بدون شناسه آورده شده‌اند).

/mi - xwɑ / --گردشدگی واکهٔ پیشوند--> moxwɑ --حذف عنصر گرد در ستاک فعلی--> [moxɑ]

همانطور که از سیر اشتقاق این صورت فعلی پیداست، آنچه باعث تیرگی واجی شده، این است که عامل اصلی اعمال قاعدهٔ اول، یعنی گردشدگی، در مرحله آخر حذف شده، و اگر صرفاً صورت آوایی را مدنظر قرار دهیم، دلیل گرد شدن واکهٔ پیشوند را نمی‌توانیم از ظاهر صورت آوایی فعل پیدا کنیم. پیدا کردن دلیل تیرگی در واج‌شناسی اشتقاقی، با توسل جستن به روابط عکس‌زمینه‌چینی و عکس‌زمینه‌برچینی، کار دشواری به نظر نمی‌آید. اما تبیین همین پدیده در چارچوب نظریهٔ بهینگی موازی می‌تواند به چالشی بزرگ بدل شود. در نظریهٔ بهینگی، زبان به‌مثابهٔ مجموعه‌ای از قواعد نیست، بلکه این محدودیت‌های نقض‌پذیر جهانی هستند که با رتبه‌بندی زبان‌ویژه‌شان، صورت آوایی بهینه را که همان صورت آوایی صحیح است انتخاب می‌کنند. رتبه‌بندی میان محدودیت‌ها باید چنان باشد که هم گرد شدن واکهٔ پیشوند در صورتی مثل [mokoʃam] را تبیین کند، و هم در مواجهه با تیرگی صورت آوایی، گزینهٔ صحیح را انتخاب کند (در اینجا [moxɑm] ). برای شفاف‌تر شدن این چالش در بهینگی موازی – گونه‌ای



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

از بهینگی که نسبت‌به مراحل اشتقاق صورت‌های آوایی نابیناست – بهتر است که پدیدهٔ گردشدگی در واکهٔ پیشوند را بررسی کنیم.

برای تبیین گردشدگی واکه، باید ابتدا محدودیت‌های مربوط را شناسایی کرد. از آنجا که در اعمال این فرایند، نوعی تفاوت در صورت زیربنایی نسبت‌به صورت آوایی وجود دارد، نگاشت درونداد به برونداد از نوع غیرپایاست. این نوع نگاشت حاصل تسلّط محدودیتی نشانداری بر محدودیتی پایایی است. این محدودیت نشانداری به قرار زیر قابل تعریف است.[۳۹]

محدودیت شمارهٔ ۱ – ALIGN-LEFT ([+round]) : در نگاشت درونداد به برونداد، به ازای هر تعداد عنصر سمت چپ یک عنصرِ دارای مشخصهٔ گردی، که گرد نشده است، یک نشان تخطی به گزینه اختصاص یابد.

محدودیت شمارهٔ ۱ در حقیقت گزینه‌هایی را جریمه می‌کند که در آن‌ها مشخصهٔ گردی به‌سمت چپ واژه سرایت نکرده باشد. اکنون نوبت به معرفی محدودیت پایایی مرتبط به بحث رسیده است. محدودیت شمارهٔ ۱ باید بر محدودیت نشانداری خاصی مسلط باشد که تغییر در گردی را جایز نداند. این محدودیت پایایی را می‌توان به قرار زیر تعریف کرد.

محدودیت شمارهٔ ۲ – IDENT (round) : در نگاشت درونداد به برونداد، به ازای هر تغییر در مشخصهٔ گردی یک نشان تخطی به گزینه داده شود.

با مسلط دانستن محدودیت شمارهٔ ۱ بر محدودیت شمارهٔ ۲ می‌توان مواردی را که در آن‌ها گردی به‌شکل صحیح اعمال شده، تبیین کرد.

**تابلوی ۱**: گردشدگی واکهٔ پیشوند

**Tableau 1:** Prefix vowel rounding

| mi-xor-am | ALIGH-LEFT(R) | IDENT (R) |
|---|---|---|
| ☞a. moxoram | | * |
| b. mixoram | *! | |

در تابلوی شمارهٔ ۱ بین دو محدودیت نشانداری و پایایی در انتخاب گزینه‌ها تعارض دیده می‌شود. محدودیت نشانداری گزینهٔ اول را مطلوب می‌داند و محدودیت پایایی گزینهٔ دوم را



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

مجاز برمی‌شمرد، اما از آنجا که محدودیت نشانداری در مرتبهٔ بالاتری قرار دارد، گزینهٔ اول به‌عنوان گزینهٔ بهینه انتخاب می‌شود. همین گزینه صورت صحیح زبانی نیز هست. این تابلو درصورتی عملکرد مناسبی دارد که در انتخاب صورت‌های صحیح دیگر هم به‌درستی عمل کند. در تابلوی شمارهٔ ۲ صورتی به عنوان درونداد ارائه شده که در آن عنصر گرد وجود ندارد.

**تابلوی ۲:** عدم گردشدگی بدون عنصر گرد

**Tableau 2:** No vowel rounding and no presence of a round segment

| mi-sɑz-am | ALIGH-LEFT(R) | IDENT (R) |
|---|---|---|
| ☞a. misɑzam | | |
| b. mosɑzam | | * |

در تابلوی شمارهٔ ۲ هدف، بررسی این موضع است که اگر نمونه‌ای به‌عنوان درونداد به تابلوی ۱ داده شود که در آن، صورت صحیح فاقد عنصری با مشخصهٔ گردی است و در آن گردشدگی اتفاق نیفتاده است، آیا دوباره این عنصر به‌عنوانِ صورت صحیح انتخاب خواهد شد؟ همانطور که ملاحظه می‌شود، در اینجا، گزینهٔ بهینه گزینه‌ای است که در آن گردشدگی اتفاق نیفتاده است. دلیل انتخاب گزینهٔ اول به‌عنوان صورت بهینه، آن است که این گزینه از دو محدودیت نشانداری و محدودیت پایایی تخطی نکرده است. محدودیت نشانداری مسلط وقتی فعال می‌شود که عنصری با مشخصهٔ گردی در ستاک فعلی وجود داشته باشد و چنین وضعیتی در این نمونه دیده نمی‌شود. این درحالی است که در گزینهٔ دوم، به‌دلیل گرد شدن واکهٔ پیشوند، در این گزینه تغییری نسبت‌به صورت درونداد دیده می‌شود، و همین امر کافی است تا این گزینه از سویِ محدودیت پایاییِ مخالف با تغییر جریمه شود. تا بدین جای کار، به‌نظر می‌رسد که بهینگی موازی، بدون اینکه نیازی به درنظر گرفتن مسیر اشتقاق صورت‌های آوایی داشته باشد، می‌تواند هم به تبیین صورت‌هایی بپردازد که در آن‌ها گردشدگی رخ داده‌اند، و هم صورت‌هایی که نیازی به اعمال این فرایند ندارند. اکنون می‌توانیم صورتی را که نمونه‌ای از تیرگی واجی بوده و حاصل رابطهٔ «عکس‌زمینه‌برچینی» است به‌عنوان درونداد در تابلوی به‌دست آمده قرار دهیم



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

**تابلوی ۳**: عدم توانایی بهینگی موازی در تبیین پدیدهٔ تیرگی

**Tableau 3:** Inability of parallel optimality theory to explain opacity

| mi-xwɑ-m | ALIGH-LEFT(R) | IDENT (R) |
|---|---|---|
| a. mixwɑm | * | |
| b. moxwɑm | | * |
| ☞c. mixɑm | | |
| d. moxɑm | | * |

تابلوی شمارهٔ ۳ سلسله‌مراتبی از محدودیت‌ها را نشان می‌دهد که برای گردشدگی و نیز عدم اعمال گردشدگی، به‌شکل صحیح عمل کرده بودند. همانطور که می‌بینیم، در این تابلو، گزینهٔ انتخاب‌شده صورت صحیح زبان نیست. براساس رابطهٔ تسلط به‌دست‌آمده، با درونداد mixwɑm، صورت mixɑm به‌عنوان هماهنگ‌ترین گزینه انتخاب می‌شود. گزینهٔ mixwɑm به‌دلیل عدم انتشار گردی به سمت چپ واژه، از طرف محدودیت نشانداری مسلط از دور رقابت خارج شده است. در صورت فعلی moxwɑm، با اینکه مشخصهٔ گردی w به‌سمت چپ واژه انتقال یافته و همین امر سبب شده که از طرف محدودیت پایایی همگون‌ساز جریمه‌ای دریافت نکند، اما به‌دلیل تغییری که نسبت‌به درونداد پیدا کرده است، از طرف محدودیت پایایی IDENT (R) جریمه شده است. گزینهٔ d نیز به‌دلیل مذکور محدودیت پایایی را نقض کرده است. مشکل اصلی در چنین صورت‌های تیره‌ای آن است که محدودیت‌های ناظر بر صورت‌های آوایی، باید در جایی گزینه‌ای را جریمه کنند، و در جایی دیگر، با شرایط بافتی مشابه از این کار خودداری کنند. این محدودیت‌ها صرفاً صورت‌های آوایی (روساختی) را می‌بینند و به سیر تحول و اشتقاق آن‌ها دسترسی ندارند. برای رفع این مشکل، باید به نسخهٔ جدیدتری از نظریهٔ بهینگی توسل جست.

همانطور که در بخش مقدمه نیز آمد، در بهینگی متوالی، درحالی‌که محدودیت‌های جهانی نقض‌پذیر، کماکان ناظر بر صورت‌های آوایی هستند، اما نوع جدیدی از محدودیت به نظریه وارد می‌شود که ناظر بر ترتیب اعمال فرایندهاست. در این نسخه از نظریهٔ بهینگی، بخش مولد نمی‌تواند بدون محدودیت بر تعداد فرایندهای اعمال‌شده بر درونداد، گزینه تولید کند. بلکه موظف است برای تولید گزینه‌ها، صرفاً یک فرایند واجی را بر درونداد اعمال کند، خواه این



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

فرایند یک مورد حذف، یا تغییر در مشخصه‌ها باشد. گزینه‌های تولیدشده بدین شکل به بخش ارزیاب و محدودیت‌های رتبه‌بندی‌شده ارائه شده و در رقابت با هم قرار می‌گیرند. پس از انتخاب هماهنگ‌ترین گزینه از طرف ارزیاب، همان صورت مجدداً به‌عنوان درونداد به «همان» تابلو داده می‌شود. در اینجا نیز بخش ارزیاب تنها می‌تواند یک فرایند را بر آن اعمال کند. به همین ترتیب، صورت برنده این دور هم مجدداً به تابلو داده می‌شود. این چرخه وقتی متوقف می‌شود که هماهنگ‌ترین گزینه، همان صورت درونداد باشد. با این مقدمه، اکنون می‌توان تصور کرد که در چرخهٔ نخست، انتظار این است که از درونداد mixwɑm، صورت moxwɑm ــ که بر آن صرفاً یک فرایند گردشدگی واکه اعمال شده است ــ به‌عنوان هماهنگ‌ترین گزینه انتخاب شود، و با وارد کردن همین صورت به‌عنوان درونداد، در مرحلهٔ بعد، صورت آوایی moxɑm ــ که صرفاً یک عمل حذف همخوان گرد برآن اعمال شده است ــ به‌عنوان گزینهٔ برنده انتخاب شود. با تجربه‌ای که از تابلوی شمارهٔ ۳ به‌دست آمده است، می‌توان دریافت که قوی‌ترین رقیب برای صورت مطلوب moxwɑm در مرحلهٔ نخست، صورت آوایی mixɑm است که در آن صرفاً همخوان گرد حذف شده، و از هیچ کدام از محدودیت‌های نشانداری و پایایی این تابلو تخطی نکرده است. درحالی‌که صورت moxwɑm در این تابلو، به‌دلیل گرد شدن واکه، از طرف محدودیت پایایی IDENT (R) یک نشان تخطی دریافت کرده است. برای اینکه صورت moxwɑm در این مرحله بر صورت mixɑm برتری یابد، باید به دنبال محدودیتی باشیم که صورت mixɑm را گزینهٔ مطلوبی نداند. در این صورت آوایی، یک مورد حذف همخوان گرد صورت گرفته است. پس باید دنبال یک محدودیت پایایی بود که حذف همخوان گرد را جریمه کند. با مسلط دانستن این محدودیت بر محدودیت پایایی IDENT (R)، می‌توان مطمئن شد که در این مرحله صورت mixɑm گزینهٔ برنده نخواهد بود. محدودیت شمارهٔ ۳ محدودیت پایایی مانع از حذف را نشان می‌دهد.

محدودیت شمارهٔ ۳ – MAX (R) : در نگاشت درونداد به برونداد، به‌ازای هر مورد حذف عنصر گرد، یک نشان تخطی باید اختصاص یابد.

تابلوی شمارهٔ ٤ رابطهٔ تسلّط محدودیت پایایی شمارهٔ ۳ را بر محدودیت پایایی مانع از تغییر مشخصهٔ گردی نشان می‌دهد.



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

**تابلوی ۴ :** تسلّط محدودیت پایایی MAX(R) بر محدودیت پایایی IDENT (R)

**Tableau 4 :** MAX(R)>> IDENT (R)

| mi-xwɑ-m | MAX (R) | IDENT (R) |
|---|---|---|
| ☞a. moxwɑm | | * |
| b. mixɑm | *! | |

شروط احراز رابطهٔ تسلط بین دو محدودیت پایایی تابلوی شمارهٔ ٤ رعایت شده است. نخست اینکه بین این دو محدودیت در انتخاب گزینه تعارض دیده می‌شود. دوم، صورت برنده همان صورت صحیح و مطلوب این مرحله از اشتقاق است و بالأخره سوم اینکه هیچ محدودیتی وجود ندارد که بتواند کار محدودیت پایایی MAX(R) را انجام دهد. تا بدین جای کار مشخص می‌شود که محدودیت‌های ALIGH-LEFT(R) و MAX(R) بر محدودیت IDENT(R) مسلط هستند. تابلوی شمارهٔ ٥ مرحلهٔ نخست از اشتقاق را با درنظر گرفتن این سه محدودیت و گزینه‌های ممکن نشان می‌دهد.

**تابلوی ۵** : مرحلهٔ اول اشتقاق صورت [moxɑm]

**Tableau 5**: The first step of the derivation of [moxɑm]

| mi-xwɑ-m | ALIGN-L(R) | MAX (R) | IDENT (R) |
|---|---|---|---|
| ☞a. moxwɑm | | | * |
| b. mixɑm | | *! | |
| c. mixwɑm | *! | | |

با انتخاب صورت moxwɑm به‌عنوان هماهنگ‌ترین گزینه در این مرحله، باید این صورت را به‌عنوان درونداد جدید به همین تابلو داد و نتیجه را ارزیابی کرد. تابلوی شمارهٔ ٦ گام دوم چرخه را با رتبه‌بندی به‌دست‌آمده تا بدین‌جا نشان می‌دهد.



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

**تابلوی ۶:** مرحلهٔ دوم اشتقاق صورت [moxɑm]

**Tableau 6:** The second steps of the derivation of [mo.xɑm]

| moxwɑm | ALIGN-L(R) | MAX (R) | IDENT (R) |
|---|---|---|---|
| ☞a. moxwɑm | | | |
| b. moxɑm | | *! | |
| c. mixwɑm | *! | | * |

همانطور که ملاحظه می‌کنید، برخلاف انتظار، همان صورت moxwɑm به‌عنوان گزینهٔ برندهٔ مرحله دوم انتخاب شد، و با این اتفاق، چرخه متوقف می‌شود. این صورت از هیچ کدام از محدودیت‌های پایایی تخطی نکرده و درعین حال محدودیت نشانداری طرفدار انتشار گردی را راضی نگه می‌دارد. این درحالی است که گزینهٔ مطلوب ما در این مرحله، یعنی moxɑm به‌دلیل حذف عنصر گرد از طرف محدودیت MAX(R) جریمه شده است. حال باید به دنبال راهی بود تا گزینهٔ اول در تابلوی شمارهٔ ٦، که از هیچ محدودیتی تخطی نکرده، در رقابت با صورت مطلوب moxɑm بازنده شود. بدین منظور باید به دنبال محدودیتی گشت که این گزینه از آن تخطی کرده باشد. بسته به هجابندی این صورت آوایی، می‌توان محدودیت‌های زیر را برای رد کردن هر کدام مفروض دانست.

محدودیت شمارهٔ ٤- $\text{NO-CODA}_{\text{PRG-PREFEIX}}$ : در نگاشت درونداد به برونداد، به ازای هر پیشوند استمراری که در یک هجای بسته باشد، یک نشان تخطی باید اختصاص داده شود.

محدودیت شمارهٔ ٥- COMPLEX-SYLLABLE : در نگاشت درونداد به برونداد، به ازای هر مورد هجای سنگین ــ اعم از آغازه یا پایانهٔ دارای خوشهٔ همخوانی ــ یک نشان تخطی اختصاص یابد.

با مسلط دانستن محدودیت‌های ٤ و ٥ بر محدودیت MAX(R) می‌توان مطمئن شد که صورت moxwɑm با هر شکل از هجابندی در رقابت با صورت مطلوب [moxɑm] شکست می‌خورد. تابلوی زیر این روابط تسلط را نشان می‌دهد.



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

**تابلوی ۷:** COMPLEX-SYLL, NO-CODA>>MAX(R)

**Tableau 7**: COMPLEX-SYLL, NO-CODA>>MAX(R)

| moxwɑm | COMPLEX-SYLL. | NO-CODA | MAX(R) |
|---|---|---|---|
| ☞a. moxɑm | | | * |
| b. moxwɑm | *! | | |
| c. moxwɑm | | *! | |

در تابلوی شمارهٔ ۷ تعارض میان دو محدودیت اول بر محدودیت پایایی مانع از حذف در انتخاب صورت مطلوب مشخص است. گزینهٔ b به این دلیل از دور رقابت کنار گذاشته می‌شود که در هجای دوم آن یک خوشهٔ همخوانی به‌عنوان آغازه دیده می‌شود، و همین امر کافی است تا از طرف محدودیت نشانداری COMPLEX-SYLL جریمه شود. گزینهٔ سوم هم به‌دلیل اینکه پیشوند در یک هجای بسته قرار گرفته، از طرف محدودیت نشانداری NO-CODA جریمه شده و از رقابت با صورت برنده باز مانده است. تا بدین جای کار، به‌نظر می‌رسد که همان صورت‌هایی انتخاب شده‌اند که در هر مرحله از فرایند اشتقاق مدنظر بودند. اما مسئله این است که در هر مرحله باید درونداد جدید به «همان» تابلو داده شود و با همان محدودیت‌ها ارائه شود. در تابلوی شمارهٔ ۷ انتخاب گزینهٔ مطلوب تنها زمانی موردقبول است که روابط تسلط جدید بر انتخاب گزینهٔ مطلوب در گام اول اشتقاق (تابلوی شمارهٔ ۵) اثر منفی نگذارد. بدین منظور می‌توان تابلوی کامل‌تر را مجدداً برای گام اول اشتقاق موردبررسی قرار داد.

**تابلوی ۸** : بازبینی گام اول اشتقاق با روابط تسلط تابلوی ۷

**Tableau 8:** The review of the first step's derivation with the dominance relations in Tableau 7

| mi-xwɑ-m | ALIGN-L(R) | COMPLEX-SYLL | NO-CODA | MAX (R) | IDENT (R) |
|---|---|---|---|---|---|
| a. moxwɑm | | | *! | | * |
| ☞b. mixɑm | | | | * | |
| c. mixwɑm | *! | | | | |
| d. moxwɑm | | *! | | | * |



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

روابط به‌دست‌آمده در تابلوی شمارهٔ ۷، اگرچه ظاهراً در گام دوم اشتقاق گزینهٔ مطلوب را انتخاب می‌کرد، اما انتخاب گزینهٔ مدنظر در گام اول را مردود می‌شمرد. با این رتبه‌بندی از محدودیت‌ها اساساً صورت مناسب برای گام اول اشتقاق انتخاب نشده است و کار به گام دوم و انتخاب [moxɑm] نمی‌کشد! دلیل اصلی این تناقض در این است که به اشتباه از محدودیت‌های نقض‌پذیر عام در نظریهٔ بهینگی انتظار می‌رود که در یک مرحله باشند، ولی بر مرحله‌ای دیگر اثر سوء نگذارند. اینجاست که نیاز به محدودیت‌ها خاص بهینگی متوالی احساس می‌شود؛ محدودیت‌هایی که ناظر بر تقدم و تأخر اعمال فرایندها باشند. به‌نظر می‌رسد که چارهٔ رفع این تناقض در محدودیت شمارهٔ ٦ باشد.

محدودیت شمارهٔ ٦- PREC(IDENT(R), MAX(R)): در نگاشت درونداد به برونداد، به ازای هر یک از موارد زیر یک نشان تخطی اختصاص یابد.

الف) در مراحل اشتقاق، عنصر دارای مشخصهٔ گردی حذف شود، اما پیش از آن تغییر در گردی رخ نداده باشد.

ب) در مراحل اشتقاق، عنصر دارای مشخصهٔ گردی حذف شود، و تغییر در گردی بعد از این حذف اتفاق بیفتد.

اگر قرار باشد صورتی که در دور نخست به‌عنوان صورت برنده انتخاب می‌شود، [mox.wɑm] باشد، باید محدودیت شمارهٔ ٦ را بر محدودیت NO-CODA، که این صورت آوایی از آن تخطی می‌کند، مسلط کنیم. بهتر است با این فرض، وضعیت گام اول را با حضور محدودیت جدید موردبررسی قرار دهیم.

**تابلوی ۹:** فعالیت محدودیت PREC(IDENT, MAX) در گام اول اشتقاق

**Tableau 9**: The Activity of PREC (IDENT, MAX) constraint in the first step of derivation

| mi-xwɑ-m | ALIGN-L(R) | COMPLEX-SYLL | PREC(ID,MAX) | NO-CODA | MAX (R) | IDENT (R) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ☞a. moxwɑm | | | | * | | * |
| b. mixɑm | | | *! | | * | |
| c. mixwɑm | *! | | | | | |
| d. moxwɑm | | *! | | | | * |



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

با مقایسهٔ دو گزینهٔ اول در تابلوی شمارهٔ ۹ می‌توان به رابطهٔ تسلّط بین محدودیت‌های PREC(IDENT,MAX) و NO-CODA پی برد. در انتخاب گزینه، بین این دو محدودیت تعارض دیده می‌شود؛ گزینهٔ برنده همان صورت مطلوب برای این مرحله است؛ و هیچ محدودیتی نمی‌تواند کار PREC(IDENT,MAX) را در حذف رقیب انجام دهد. دلیل جریمه شدن گزینهٔ دوم توسط این محدودیت این است که در صورت mixɑm، حذف اتفاق افتاده، اما مرحلهٔ قبلی در اشتقاق وجود نداشته است که در آن تغییر در وضعیت گردی رخ دهد، و این نقض بند الف در محدودیت شمارهٔ ٦ است. حال باید امیدوار بود که این نسخه از روابط تسلط در گام دوم اشتقاق هم گزینهٔ مطلوب، یعنی صورت [mo.xɑm] را به‌عنوان هماهنگ‌ترین گزینه انتخاب می‌کند. تابلوی شمارهٔ ۱۰ گام دوم اشتقاق را با روابط به‌دست آمده نشان می‌دهد.

**تابلوی ۱۰ :** فعالیت محدودیت PREC(IDENT, MAX) در گام دوم اشتقاق

**Tableau 10**: The activity of PREC (IDENT, MAX) constraint in the second step of derivation

| moxwɑm | ALIGN-L(R) | COMPLEX-SYLL | PREC(ID,MAX) | NO-CODA | MAX (R) | IDENT (R) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ☞a. moxɑm | | | | | * | |
| b. moxwɑm | | *! | | | | |
| c. moxwɑm | | | | *! | | |
| d. mixwɑm | *! | | | * | | * |

از آنچه در تابلوی شمارهٔ ۱۰ پیداست، رتبه‌بندی به‌دست آمده از محدودیت‌ها توانسته است علاوه‌بر گام اول، در گام دوم چرخهٔ اشتقاق هم گزینهٔ درست را انتخاب کنند. در اینجا محدودیت ناظر بر ترتیب اعمال فرایندها، با توجه به تعریفی که از آن ارائه شد، فقط وقتی فعال می‌شود که یک مورد حذف عنصر گرد در گزینه رخ دهد. در آن صورت، صرفاً اگر دو شرطی که در بندهای الف و ب در تعریف آن ارائه شده باشد، این گزینه جریمه‌ای از طرف این محدودیت دریافت نمی‌کند. در اینجا نیز، با اینکه گزینهٔ نخست دارای یک عنصر گرد محذوف است، اما چون در گام قبل، تغییر در مشخصهٔ گردی بر آن اعمال شده است، از طرف محدودیت ناظر بر ترتیب اعمال فرایندها جریمه نمی‌شود. حال زمان آن رسیده که برونداد



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

تابلوی شمارهٔ ۱۰ را مجدداً به‌عنوان دروندادی جدید به همین تابلو ارائه کنیم. تابلوی شمارهٔ ۱۱ این وضعیت را به تصویر می‌کشد.

**تابلوی** ۱۱ : گام سوم اشتقاق و پایان چرخه

**Tableau 11**: The third steps of derivation and the end of cycle

| moxɑm | ALIGN-L(R) | COMPLEX-SYLL | PREC(ID,MAX) | NO-CODA | MAX (R) | IDENT (R) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ☞a. moxɑm | | | | | | |
| b. moxwɑm | | *! | | | | |
| c. moxwɑm | | | | *! | | |
| d. mixɑm | | | | | | *! |

با انتخاب همان صورت درونداد به‌عنوان هماهنگ‌ترین گزینه، می‌توان پایان چرخهٔ درونداد ـ برونداد را اعلام کرد و صورت برنده را همان صورت نهایی درنظر گرفت. نکتهٔ حائز اهمیت در این میان این است که گزینهٔ برنده در این مرحله از هیچ کدام از محدودیت‌های معرفی‌شده تخطی نکرده است، به همین دلیل، به‌منزلهٔ هماهنگ‌ترین گزینه و برندهٔ نهایی انتخاب شده است.

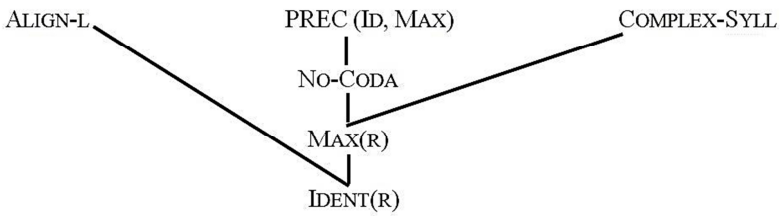
## ۵. نتیجه

در این پژوهش به بررسی صورت‌های متناوب واکهٔ پیشوند استمراری، در گویش فارسی کرمانشاهی پرداختیم. نکتهٔ اصلی بحث، تناوبی است که در تغییر واکه /i/ به / o/ در پیشوند استمراری اتفاق می‌افتد و سبب تبدیل پیشوند /-mi/ به /-mo/ می‌شود. در این گویش، این تغییر در همهٔ صورت‌های وجه استمراری به‌صورت یکسان دیده نمی‌شود که این خود مصداق بارز تیرگی است. برای تبیین این مسئله از تعامل «عکسِ زمینه‌برچینی» استفاده کردیم که یکی از علل بروز تیرگی در نظریهٔ بهینگی متوالی است. در تحلیل‌های به‌عمل‌آمده دیدیم که تعامل «عکسِ زمینه‌برچینی»، علی‌رغم مهیا نبودنِ بافت مناسب برای رخداد فرایند تبدیل پیشوند /mi-/ به /mo-/ در واژه‌ای مانند: [mi-xwɑ-m ]، شرایط را برای انجام این رخداد فراهم کرده و این واژه به‌صورت [ moxɑm ] تجلی آوایی می‌یابد. نمودار هسهٔ مربوط به رتبه‌بندی



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

به‌دست‌آمده از محدودیت‌ها به قرار زیر است.




**شکل ۱** : نمودار هسه[۴۰] از رتبه‌بندی محدودیت‌ها

**Figure 1:** OT soft labeled diagram from the constraints' ranking

ویژگی مثبت نمودار هسه این است که به‌واسطهٔ نمایش رتبه‌بندی محدودیت‌ها در یک فضای دوبعدی، می‌تواند تصویر دقیق‌تری از روابط تسلّط میان محدودیت‌ها نشان دهد. برای مثال، تابلوهای بهینگی از محدودیت‌ها، به‌واسطهٔ محدودیت فضایی که دارند، چنان روابط تسلط میان محدودیت‌ها را نشان می‌دهند که گویی محدودیت COMPLEX-SYLL بر محدودیت NO-CODA تسلط دارد. این درحالی است که در هیچ جا از تحلیل‌ها، چنین رابطهٔ تسلطی احراز نشده است. نمودار هسه این نقصان را برطرف کرده و تصویری دقیق‌تر از روابط تسلط به‌دست می‌دهد.

تحلیل‌های حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که چگونه بهینگی متوالی ــ و نسخهٔ زنجیره‌های گزینه‌ای ــ می‌تواند مسئلهٔ تیرگی روساختی حاصل از رابطهٔ عکس زمینه‌برچینی را تبیین کند. در این نگاه، به‌واسطهٔ تدریجی بودن و محدودیت عملکرد بخش ارزیاب، مسیر اشتقاق مشخص است، و این اتفاقی است که در بهینگی موازی هرگز رخ نمی‌دهد. در کنار این ویژگی مرحله‌به‌مرحله بودن، وجود محدودیت ناظر بر ترتیب نگاشت‌های غیرپایا کمک می‌کند که چرایی ضرورت اعمال فرایندی پیش از یک فرایند دیگر مشخص شود. در نمونه‌ای که در این پژوهش بدان پرداخته شد، محدودیت PREC(IDENT, MAX) و قرار گرفتن آن در مرتبه‌ای بالا، این امر را تضمین می‌کند که حذف عنصر گرد (تخطی از محدودیت پایایی MAX) صرفاً زمانی اتفاق بیفتد که پیش‌تر گردشدگی (تخطی از محدودیت پایایی IDENT) اتفاق افتاده باشد، و دیدیم که چطور همین ویژگی کمک می‌کرد تا صورت صحیح رقبای جدی خود را حذف‌شده ببینند.



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

اگر مسیر اشتقاق صورت فعلی در فارسی کرمانشاهی را یک زنجیره تصور کنیم، که حلقهٔ اول آن همان صورت درونداد و حلقه‌های بعدی صورت‌های میانی، و آخرین حلقه صورت نهایی و دستوری زبان باشد، هر یک از این حلقه‌ها باید از حلقهٔ قبل از خود سطح هماهنگی بهتری داشته باشند، به این معنا که تعداد بیشتری از محدودیت‌های دارای مرتبهٔ بالا را راضی نگه دارند. تابلوی زیر نشان می‌دهد که این سطح هماهنگی چطور ارتقا پیدا کرده است.

**تابلوی ۱۲**: ارتقای سطح هماهنگی در صورت moxɑm

**Tableau 12**: The harmonic improvement in [moxɑm]

| | ALIGN-L(R) | COMPLEX-SYLL | PREC(ID,MAX) | NO-CODA | MAX (R) | IDENT (R) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| a. mixwɑm | * | | | | | |
| b. moxwɑm | | | | * | | * |
| c. moxɑm | | | | | * | |

در تابلوی شمارهٔ ۱۲ صورت [mixɑm] به‌دلیل تخطی از محدودیت مهم ALIGN-L(R)، نسبت‌به صورت [moxwɑm]، هماهنگی کم‌تری دارد، چراکه این صورت از محدودیت NO-CODA تخطی کرده که نسبت‌به ALIGN-L(R)، در اولویت پایین‌تری قرار دارد. به همین ترتیب، این صورت نیز در مقایسه با گزینهٔ سوم، دارای هماهنگی کم‌تری است، چرا که گزینهٔ سوم محدودیت MAX(R) را نقض کرده که در اولویتی حتی پایین‌تر از محدودیت NO-CODA است. بدین ترتیب می‌بینیم که هرچه به حلقهٔ پایانی این زنجیرهٔ اشتقاق نزدیک می‌شویم، صورت آوایی هماهنگی بیشتری دارد.

همانطور که از بررسی یک نمونه از تیرگی در فارسی کرمانشاهی مشخص شد، بهینگی موازی در تبیین صورت‌های تیره ناتوان به‌نظر می‌رسد و به همین دلیل است که پژوهش‌های بسیاری همچون برمودز ـ اوترو (1999)، کیپارسکی (2000)، الکحتانی (2020)، هاوسر و هاتو (2020)، و مهدوی و علی‌نژاد (1999)، برای تبیین این پدیده، به نسخه‌ای غیر از بهینگی موازی کلاسیک روی آورده‌اند. به‌نظر می‌رسد که در تبیین آن نوع از تیرگی که در واج‌شناسی اشتقاقی با عنوان تعامل عکس زمینه‌برچینی مطرح است، بهینگی متوالی و نسخهٔ زنجیره‌های گزینه‌ای موفق عمل می‌کند.



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

## ۶. پی‌نوشت‌ها

1. opacity
2. parallel optimality Theory
3. optimality Theory – candidate Chains (OT-CC)
4. constraint
5. Dominance ordering
6. underlying form
7. Bermu´dez-Otero
8. McCarthy
9. Urek
10. Anttila
11. Faithfulness theory
12. Input- output correspondence
13. Benua
14. Sympathy theory
15. Goldrick
16. markedness theory
17. target constraint
18. comparative markedness
19. stratal Optimality Theory
20. Kiparsky
21. Sanders
22. Alqahtani
23. local compensatory lengthening
24. Hauser& Hughto
25. Contextual faithfulness constraints
26. Prince
27. Smolensky
28. derivation
29. mapping
30. Generator
31. Evaluator
32. Harmonic Serialism
33. convergence
34. harmonic improvement
35. Optimality Theory – Candidate Chains (OT-CC)
36. Gradualism
37. harmonic improvement
38. Anttila

۳۹. همهٔ محدودیت‌های مقاله از خانوادهٔ محدودیت‌های پایایی و نشانداری مک‌کارتی (2008, pp.223-



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

233) اقتباس شده است.

40. Hasse

## ۷. منابع


- احمدخانی، م.ر.، و واثق، ا. (۱۳۹۷). بررسی هماهنگی واکه‌ای و واکه‌ای ـ همخوانی در زبان فارسی در چارچوب نظریهٔ بهینگی. *جستارهای زبانی*، ٦ (٦٠)، ۳۵۱-۳۸۱.
- بی‌جن‌خان، م. (١٣٨٤). *واج‌شناسی: نظریهٔ بهینگی*. تهران: سمت.
- جم، ب. (۱۳۹٦). تحلیل تیرگی واج‌شناختی در زبان فارسی. *جستارهای زبانی*، *۷* (٤٢)، ۱-۲۷.
- حیدرپور بیدگلی، ت. (۱۳۹۰). *فرایند تکرار در زبان فارسی از دیدگاه نظریهٔ بهینگی*. پایان‌نامهٔ دکتری زبان‌شناسی همگانی. دانشگاه علامه طباطبایی.
- فتاحی، م. (۱۳۹۰). *فرایندهای صرفی ـ واجی در کردی کلهری*. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد زبان‌شناسی همگانی. دانشگاه علامه طباطبایی.
- فتاحی، م. (۱۳۹۳). غلت‌سازی واکه به‌عنوان راهکاری برای رفع التقای واکه‌ها: بررسی نمونه‌ای
در کردی کلهری. *پژوهش‌های زبان‌شناسی تطبیقی*، *۷*، ۲٦۳ـ۲۷۵.
- رضی‌نژاد، س.م. (۱۳۹۱). توالی هماهنگ در زبان ترکی آذربایجانی. *زبان و زبان‌شناسی*، *۲*، ۶۱ـ۸۰.
- زاهدی، م.ص. (۱۳۹۲). *بررسی فرایندهای واجی کردی سنندجی براساس واج‌شناسی بهینگی*. رسالهٔ دکتری زبان‌شناسی همگانی. دانشگاه اصفهان.
- مدرسی قوامی، گ. (۱۳۸۹). نظریهٔ بهینگی: مروری بر پیشینه و سازوکار آن. مجموعه *مقالات کارگاه بررسی نظریهٔ بهینگی*. به کوشش گلناز مدرسی قوامی. تهران: انجمن زبان‌شناسی ایران.صص ۱ـ۹.
- محمدی، آ. (۱۳۹۲). *فرایندهای صرفی ـ واجی در کردی سورانی*. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد زبان‌شناسی همگانی. دانشگاه علامه طباطبایی ،
- مهدوی، ف.، و علی‌نژاد، ب. (۱۳۹۹). نظریهٔ بهینگی لایه‌ای و کاربرد آن در فارسی.




[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

جستارهای زبانی، ۲ (۵۶)، ۲۵۷-۲۸۵.

- نقش‌بندی، ش. (۱۳۸۹). *ساخت هجا و محدودیت‌های واج‌آرایی در هورامی و فارسی معیار (در واج‌شناسی زایشی/ پسازایشی و نظریهٔ بهینگی)*. رسالهٔ دکتری زبان‌شناسی همگانی. دانشگاه علامه طباطبایی.

**References**

- Anttila, A. (2006). Variation and opacity. *NLLT.* Vol. 24. 893–944.
- Alqahtani, M. The Phonological Opacity of Local Compensatory Lengthening in Modern Colloquial Persian: A Stratal Optimality Theoretic Approach. Skase Journal of Theoretical Linguistics [online]. 2020, vol. 17, no. 5[cit. 2020-12-01].Available onweb page http://www.skase.sk/Volumes/JTL47/pdf_doc/01.pdf. ISSN 1336-782X
- Ahmadkhani, M. R. & Vasegh, E. (2021). A study of vowel and vowel-consonant harmony in Persian in the framework of optimality theory. *Language Related Research. 11*(6), 351-381. [In Persian].
- Benua, L. (1995). Identity Effects in Morphological Truncation. In J. N. Beckman, L.W.Dickey & S. Urbanczyk (Eds.). *Papers in Optimality Theory (Pp.77-136).*
- Bermúdez-Otero, R. (1999). *Constraint Interaction in Language Change [Opacity and Globality in Phonological Change*. PhD. Dissertation, University of Manchester / Universidad de Santiago de Compostela. University of Massachusetts. Occasional Papers 18, GLSA. University of Masssachusetts Amherst.
- Bijankhan, M. (2006*). Phonology: Optimality Theory*. SAMT. [In Persian].
- Fattahi, M. (2012). *The Morpho-Phonemic Process in Kalhori Kurdish*. M.A Thesis in Linguistics , Alameh Tabatabaei University. [In Persian].
- Fattahi, M. (2015). Vowel Glide as a resource for vowel hiatus. A case study in Kalhori Kurdish. *Comparative Journal of Language and Linguistics. .4*(7). [In Persian].
- Goldrick, M. (2000). Turbid Output Representations and the Unity of Opacity. In M.



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

Hirotani; A. Coetzee; N. Hall & J.-Y. Kim (Eds.). *Proceedings of the 30th* annual *meeting of the North East Linguistics Society* (pp. 231- 245). Vol. GLSA. Massachusetts: Amherst.

- Heidar Por Bidgoli, T. (2012). *The duplication process in Persian Language from the Optimality view.* PhD. Dissertation in Linguistics, Alameh Tabatabaei University. [In Persian].
- Jam, B. (2018). The Analysis of phonological opacity in Persian Language. *Language Related Research.*. P(N). 7, 1-27.
- Hauser, I. & Hughto, C. (2020).. Analyzing opacity with contextual faithfulness constraints. *Glossa: a Journal of General Linguistics*. *5*(1): 82. 1–33. DOI: https://doi.org/10.5334/gjgl.966.
- Jensen. John T. (2004). *Principles of generative phonology: an Introduction.* John Benjamins.
- Kiparsky, P. (2000) Opacity and cyclicity. *The Linguistic Review*17: 351-367.
- Modarressi Ghavami, G. (2011). Optimality theory: An overview of the background and its mechanism. *The Optimality Theory workshop Articles' collection*.
- Mohammadi, A. (2014). *The Morpho-phonemic Process in Sorani Kurdish*. M.A. Thesis in Linguistics. Alameh Tabatabaei University. Alameh Tabatabaei University. [In Persian].
- McCarthy, J. (1999). Sympathy and phonological opacity. *Phonology*. 16.. 331-399
- McCarthy, J. (2000). Harmonic Serialism and Parallelism. In M. Hirotani (ED). *Proceeding of the North East Linguistics Society 30* (Pp. 501-524). Ahmerst, MA: GLSA Publications.
- McCarthy, J. (2003) Sympathy, Cumulativity, and the Duke-of-York gambit. In Caroline Féry, and Ruben van de Vijver (eds.), *The Syllable in Optimality Theory (*pp. 23-76). Cambridge: Cambridge University Press.
- McCarthy, J. (2007). *Hidden generalizations: Phonological opacity in optimality*



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]

*theory*. London: Equinox.

- McCarthy, J. (2008). *Doing optimality theory*. Blackwell Publishing.
- Mahdavi, F. & Alinezhad, B. (2018). Stratal optimality theory and its application on Persian language. *Tehran: Language Related Research*. *11*, 257-285.
- Nagshbandi, S. (2011). *Syllable Structure. Phonological Constraints in Horami and Standard Persian. (In Generative Grammar Theory, Post Generative Grammar Theory and Optimality Theory).* PhD. Dissertation in Linguistics, Alameh Tabatabaei University. [In Persian].
- Prince, A., & Smolensky, P. (1993/2004) *Optimality theory: Constraint interaction in generative grammar*. Malden, MA, and Oxford, UK: Blackwell. [Revision of 1993 technical report, Rutgers University Center for Cognitive Science. Available on *Rutgers Optimality Archive*, ROA-537.]
- Razi Nezhad, M. (2013). The analysis of harmonic serialism in Azerbaijani Turkish language. *Language and Linguistics*, 2, 61-80. [In Persian].
- Sanders, N. (2003). *Opacity and Sound Change in the Polish Lexicon*. PhD. Dissertation in Linguistics, UCSC.
- Urek, O. (2013). Over application opacity in phonological acquisition. *Nordlyd.* [Online] *.40*. 1.
- Zahedi, M.S. (2014). *An Investigation of Phonological Presses in Sanandaji Kurdish.* PhD. Dissertation in Linguistics, Esfahan University. [In Persian].



[ Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2024-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223081.1401.13.2.10.5 ]
[ DOI: https://doi.org/10.52547/LRR.13.2.2 ]