



## Quantum superposition and general and special merge: Remarks on matrix multiplication, tensorization and language evolution

Mostafa Barzegar Bafru'i<sup>1</sup>, Mohammad Dabir-Moghaddam<sup>2</sup>

Received: 2024/07/09      Accepted: 2024/09/16

### 1. Introduction

Syntax has long been believed to be the heartbeat of Homo Sapiens. Some (Berwick and Chomsky, 2015) even claim that syntax, and in particular Merge, is the prerequisite of becoming human, differentiating us from the upright man, Homo Erectus, from the Pleistocene. Berwick and Chomsky (2015) also argue that our mathematical and physical understanding originates from the linguistic evolution of Merge. However, in Matrix Syntax (MS), we witness the existence of First and Elsewhere Merge. In the physics and mathematics jargon, First Merge is equivalent to Matrix Multiplication and Elsewhere Merge equals Tensor Product (Tensorization). In the present work, we assume the minimalist approach with strong MS concerns and investigate the quantum superposition of syntactic chains resulting in the two newly-introduced operations of General and Special Merge. We argue that the evolution of the cognitive capacity of Tensorization (Elsewhere Merge), alongside Matrix Multiplication (First Merge) made us human. We then compare the physical, mathematical and biological advantages of the aforementioned view with

---

#### How to Cite:

Barzegar Bafru'i, M; Dabir-Moghaddam, M (2025), Quantum superposition and general and special merge: Remarks on matrix multiplication, tensorization and language evolution, *Journal of Language Research*, 17 (56), 155-183.

<https://doi.org/10.22051/jlr.2024.47685.2457>

homepage: <https://zabanpazhuhi.alzahra.ac.ir>

1. Postdoctoral Researcher in Linguistics, University of Tehran, Tehran, Iran (corresponding author); [mostafabarzegar@ut.ac.ir](mailto:mostafabarzegar@ut.ac.ir)

2. Professor of Linguistics, Allameh Tabataba'i University; [dabirmoghaddam@atu.ac.ir](mailto:dabirmoghaddam@atu.ac.ir)



Copyright © 2025 The Authors. Published by Alzahra University. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited; and does not alter or modify the article.

the (in)famous hypothesis of *all you need is Merge*. Consequently, we posit that human language faculty did not have a communicative reason to evolve and its biophysical nature has always been to gratify the conditions triggered by First and Elsewhere Merge.

## 2. Materials and Methods

MS argues that “chains are best described as sums of vectors in some Hilbert space with a tensor product structure and thus act very much like superposition does in quantum mechanics”. In this sense, chains are the analogue of “Schrödinger’s cat” in quantum physics.

MERGE appears to *decide* what it wants, siggesting the need for a meta-operation intelligent enough to make the decision. We refer to that operation as *General Merge*. This entails, at least from a physics perspective, that there also has to be another operation responsible for “updating” the system based on what General Merge generates. We call that operation as *Special Merge*. In MS, Special Merge operates on Hilbert spaces, so what it does is transforming a HS to HS’. At this point, we can reduce axioms 3 and 4 to General Merge as it controls multiplication and tensor product:

General Merge:

$$HS = [\{A, \{B, C\}\}, D, E]$$

Let X be  $\{A, \{B, C\}\}$  iff  $Y = d$  and every  $X_n = \{E\}$

$$HS' = [\{D, \{A, \{B, C\}\}\}, E]$$

If  $\alpha$  merges to  $\beta$  to form a unique head complement K, apply First Merge= First Merge of  $\alpha$  with  $\beta$  entails multiplying  $\alpha$  by  $\beta$ , otherwise apply Matrix Tensor Product to Merge elsewhere.

Now with special Merge:

The group  $G8^1 = \{\pm I, \pm Z, \pm C1, \pm C2\}$  is abelian because all matrices are diagonal and therefore, they mutually commute:

$$HS: [\{A, \{B, C\}\}, D, E]$$

Let X be  $\{A, \{B, C\}\}$  iff  $Y = C$  and every  $X_n = \{D, C\}$

Special Merge elements in the derivation and update the space:

$$HS' = [\{C, \{A, \{B, C\}\}\}, D, E]$$

---

1. G8, is in fact the linguistic version of a qubit.

For every SO generated, apply SMC<sup>1</sup> and NTC<sup>2</sup> rendering the outcome visible but not accessible.

### 3. Results and Discussion

A physicist-friendly equation in Dirac notation for chains can be described as follows (MOU In Progress):

$$|\text{Chain}\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} \left( |\hat{\alpha}\rangle \otimes |\hat{K}\rangle + |\hat{\alpha}\rangle \otimes |\hat{\Lambda}\rangle \right) = \frac{1}{\sqrt{2}} |\hat{\alpha}\rangle \otimes (|\hat{K}\rangle + |\hat{\Lambda}\rangle)$$

However, perhaps what might be more familiar to linguists is the following:

$$[\text{Chain}] = [\alpha \otimes K] + [\alpha \otimes \Lambda] = \alpha[K + \Lambda]$$

Considering the above formulae, it can be said that “in a valid chain, a specifier is at two different positions”. In this example,  $|\hat{\alpha}\rangle$  acts as the specifier of  $|\hat{K}\rangle$  and  $|\hat{\Lambda}\rangle$  *simultaneously*. In the MS model, this is achieved through summing the elements that are being “specified”, amounting to  $(|\hat{K}\rangle + |\hat{\Lambda}\rangle)$ . In the physics jargon, one would say that a linguistic chain is a superposition of two different states, both of which are specified by the same linguistic specifier.

Now, regarding the evolution of the language faculty, many (Berwick and Chomsky 2015; Chomsky et al. 2019; Chomsky 2021b; Barzegar 2018, 2021, 2023; Barzegar and Dabir-Moghaddam *forthcoming*) have posited that its emergence did not have a communicative origin. We agree with that position in this work and suppose that it is in line with our reasoning<sup>3</sup>. We think there is substantial evidence to believe that General Merge appeared first in the evolutionary timeline and within GM, it seems that First Merge may have been the primary operation to evolve. The idea is that the system found a way to compress information and dimensionality,

---

1. Shortest Move Corollary

2. No Tampering Condition

3. For detailed analysis of this subject in both Persian and English data, please see Barzegar's “*The Biological Foundations of Syntax*” (2018), MS thesis, Allameh Tabataba'i University Publications.

whether by mutation or other evolutionary mechanisms. It is plausible to think that at first, there was only First Merge, evolved by a game-changing mutation as suggested by Berwick and Chomsky (2015). However, they only consider the evolution of one single operation: MERGE. On the contrary, we believe that First Merge appeared first, enabling man to *project* items from the lexicon. Therefore, General Merge shows up first and immediately after that, for what can be rendered as “updating” mechanisms, Special Merge appeared in the system. Such a system demonstrates that one does not need communicative reasons for the evolution of language, even if one departs from Chomsky’s *infamous* all-you-need-is-Merge theorem. We agree with Barzegar and Dabir-Moghaddam (*forthcoming*) that the evolution of the language faculty had cognitive advantages and has always been a powerful engine for a human-level thought system.

#### 4. Conclusion

In summary, there seems to be practically and technically no single operation within the aforementioned forms of Merge whose mathematical foundations have not already discussed and established in our preferred General and Special Merge. We also argued for a thought-generating system rather than a communicative one, whose internal structure seems to perfectly satisfy the conditions triggered by General and Special Merge, otherwise known as Matrix Multiplication and Tensorization in the mind.

**Keywords:** matrix syntax, quantum superposition, general and special merge, evolution

## برهم نهی کوانتومی و ادغام عام و خاص: ملاحظات در ضرب ماتریسی، تنسورسازی و فرگشت زبان

مصطفی بزرگر بفرؤئی<sup>۱</sup>، محمد دبیر مقدم<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۶

### چکیده

مدتها باور بر این بوده است که نحو، پیشرانۀ تپنده اصلی انسان خردمند است. برخی (Berwick & Chomsky, 2015) حتی ادعا کرده اند که نحو، و به ویژه ادغام، پیش نیاز بنیادی برای انسان شدن است و ما را از انسان راست قامت، و همچنین از پلیستوسن متمایز می کند. برویک و چامسکی (همان) استدلال می کنند که درک ریاضیاتی و فیزیکی ما از فرگشت زبانی ادغام سرچشمه می گیرد. ولی در نحو ماتریسی، شاهد وجود ادغام اولیه و دگرادغام هستیم. در اصطلاح علم فیزیک و ریاضی، ادغام اولیه معادل ضرب ماتریسی و دگرادغام با ضرب تنسوری برابر است. در پژوهش حاضر، تلاش بر این است تا با لنزی کمینه گرا به نحو ماتریسی بنگریم و برهم نهی کوانتومی حاضر در زنجیره های نحوی را، که سبب پیشنهاد دو عملیات جدید ادغام عام و خاص می شود، بررسی نماییم. همچنین نشان داده خواهد شد که انسان شدن ما حاصل فرگشت ظرفیت شناختی تنسورسازی (دگرادغام)، در کنار ضرب ماتریسی (ادغام اولیه) است. سپس مزیت های فیزیکی،

### استناد به مقاله:

بزرگر بفرؤئی، مصطفی؛ دبیرمقدم، محمد (۱۴۰۴)، برهم نهی کوانتومی و ادغام عام و خاص: ملاحظات در ضرب ماتریسی، تنسورسازی و فرگشت زبان، زبان پژوهی، ۱۷ (۵۶)، ۱۵۵-۱۸۳.

<https://doi.org/10.22051/jlr.2024.47685.2457>

homepage: <https://zabanpazuhhi.alzahra.ac.ir>

۱. پژوهشگر پسادکتری زبان شناسی، گروه زبان شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تهران، تهران، ایران، (نویسنده

مسئول)؛ [mostafabarzegar@ut.ac.ir](mailto:mostafabarzegar@ut.ac.ir)

۲. استاد زبان شناسی، گروه زبان شناسی، دانشکده ادبیات فارسی و زبان های خارجی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران؛

[dabirmoghaddam@atu.ac.ir](mailto:dabirmoghaddam@atu.ac.ir)

حق انتشار این مستند، متعلق به نویسندگان آن است. © ۱۴۰۴. ناشر این مقاله، دانشگاه الزهراء است.

این مقاله تحت گواهی زیر منتشر شده و هر نوع استفاده غیرتجاری از آن مشروط بر استناد صحیح به مقاله و عدم تغییر یا تعدیل مقاله مجاز است.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)



ریاضیاتی و زیست‌شناختی دیدگاه مذکور را با فرضیه (نا)محبوب<sup>۱</sup> «تمام آنچه که نیاز دارید ادغام است» مقایسه می‌کنیم. در نتیجه، خواهیم دید که قوهٔ نطق انسانی، به دلایل ارتباطی فرگشت نیافته و ماهیت و سرشت زیست‌شناختی آن همواره برای اقناع شرایط تحمیلی به وسیلهٔ ادغام عام و ادغام خاص بوده است.

**واژه‌های کلیدی:** نحو ماتریسی، برهم‌نهی کوانتومی، ضرب ماتریسی، ادغام عام و ادغام خاص، فرگشت

## ۱. مقدمه

نحو ماتریسی<sup>۱</sup> مدلی از روابط نحوی در زبان است که از میل به درک زنجیره‌ها رشد کرده است (Orús et al. 2017). در این نگاه، نحو بر روی فضای هیلبرت<sup>۲</sup> عمل می‌کند. همان‌گونه که اوروس و همکاران (همان) پیشنهاد می‌کنند «فراکن شدن ابژه‌های نحوی در سطح رابطهٔ قابل مشاهده<sup>۳</sup>، همان اتفاقی است که در واقعیتی کلاسیک رخ می‌دهد (و مقصود آن‌ها از این فرافکنی، فروپاشی کوانتومی ابژه‌های نحوی در مغز است)»، که هستارها، مرجع، کمیت‌نمایی و ارزش‌های صادق<sup>۴</sup> یا مانند آن را ارائه می‌دهند. بسیاری از موج‌های گفتار (یا نوشتار، حداقل در اغلب نظام‌ها) یکی پس از دیگری خطی می‌شوند» (Orús et al. 2017: 30) - که پژوهش حاضر نیز آن را نوعی «فروپاشی<sup>۵</sup>» می‌داند. ما با این موضع موافقیم، باین‌حال، حذف اخیر سطح‌های رابطه توسط چامسکی (Chomsky, 2021b) ممکن است بر کلیات آن چه بیان شد تأثیر بگذارد.<sup>۶</sup> ولی به نظر می‌رسد که داشتن یا نداشتن رابطه‌ها بیشتر نوعی بازی با واژه‌ها است.<sup>۷</sup> تا هنگامی که نحو یک مؤلفهٔ جداگانه است، همیشه یک رابطه وجود خواهد داشت، با وجود میل افراد به سخن‌بردن از

---

۱. در زیست‌شناسی، ماتریس ماده‌ای است که در بین یاختهٔ یوکاریوتی قرار دارد. در شیمی و تحلیل شیمیایی، ماتریس به اجزای یک نمونه غیر از آنالیت موردنظر اشاره دارد. در زمین‌شناسی، ماتریس یک سنگ، توده ریزدانه‌ای از مواد است که دانه‌های بزرگ‌تری در آن جاسازی شده است. در زبان‌شناسی و به‌ویژه در نحو، بند ماتریسی از نظر ساختاری عبارتی تعبیه‌شده را احاطه می‌کند. باین‌حال، پژوهش حاضر متمایل است که ماتریس‌ها را بیش از پیش جدی بگیرد و آن‌ها را صرفاً در مقام تعاریف سنتی که در ابتدای عزم زایشی استفاده می‌شد رها نکند. بنابراین، ماتریس در پژوهش حاضر، به مفهومی ورای بند ماتریسی می‌پردازد که در ادامه به آن خواهیم پرداخت.

2. hilbert space

3. observable interface

4. truth values

5. collapse

۶. ممکن است به‌جای رابطه‌ها، تنها چیزی که نیاز داشته باشیم یک ماشه با انگیزهٔ CLASH در سیستم است - به‌مفهوم اوریاگرکا (Uriagereka, 2018). مقصود اوریاگرکا از واژه مذکور، شروطی بر آزادسازی یک شکاف ساده است.

۷. باید توجه داشته باشیم که این مسئله به‌صورت کلی در مورد عزم زایشی صادق است. به‌فرض مثال، ممکن است کسی به هیچ سطح رابطی در پیوند گرایبی اعتقاد نداشته باشد.

آن.<sup>۱</sup> برای ما، نظام بدون رابط یادآور معناشناسی زایشی است، دیدگاهی که معتقد است ساخت‌های نحوی اساساً براساس معنا محاسبه می‌شوند؛ نگاهی منسوخ که سخن از آن در حوصله این مختصر نمی‌گنجد. البته اشاره به این نکته شایسته است که ته‌مانده‌های نگاه مورد اشاره همچنان در برخی از رهیافت‌های در اصطلاح شناختی زبان دیده می‌شود.

به بیان ساده، در نحو ماتریس، جمله‌ها به‌عنوان بردار<sup>۲</sup> در فضای هیلبرت مدل‌سازی می‌شوند که ساختاری تنسوری دارند و فرآورده ماتریس‌های  $2 \times 2$  هستند.

در سخنرانی‌های آمهرست، که در سال ۱۹۷۴ ارائه شد، چامسکی ویژگی‌هایی برای  $N$  و  $V$  پیشنهاد می‌دهد. حال با توجه به ویژگی‌هایی که چامسکی از آن‌ها سخن گفته بود و همچنین با پیروی از اوروس و همکاران (Orús et al. 2017)، فرض زیر صادق است:

$$N = 1$$

$$1 - \sqrt{i} = V$$

بی‌درنگ از فرض بالا چنین برمی‌آید که توزیع مقوله‌های واژگانی چامسکی به شکل زیر بازنگری می‌شود.<sup>۳</sup>

آ. اسم:  $[i, 1]$  ب. فعل:  $[i, -1]$

ج. صفت:  $[i, 1]$  د. قید:  $[i, -1]$

بدون سخن گفتن از جزئیات غیرضروری، می‌توانیم بردارهای (۲) را به ماتریس‌های مربع مورب<sup>۴</sup> زیر ترجمه کنیم:

آ. اسم:  $(1, 0)$  ج. صفت:  $(0, 1)$

$(i, 0)$   $(0, i)$

ب. فعل  $(-1, 0)$  د. عبارت:  $(0, -1)$

$(i, 0)$   $(0, i)$

اوروس و همکاران (Orús et al. 2017) ماتریس‌های (۳) را ماتریس‌های چامسکی<sup>۵</sup> نام‌گذاری کرده‌اند. در این جا البته، اشاره به برخی موارد الزامی به‌نظر می‌رسد. ماتریس‌های چامسکی به‌طور کلی در نحو ماتریس نقش اساسی دارند. از این جهت که، هر ماتریس یک ویژگی نحوی ویژه را نشان می‌دهد و می‌توان از طریق عملیات ماتریسی این واحدها را با یک‌دیگر ترکیب کرد تا

۱. آیا این سیستم از سازوکاری هم‌تراز با قانون بورن در مکانیک کوانتوم پیروی می‌کند؟ دلایل منطقی و ریاضیاتی قابل‌توجهی برای این ادعا وجود دارد: همان‌گونه که به‌وسیله مدل CLASH پیشنهاد شده‌است، ما برای طبیعی کردن معنا به مشاهده نیاز داریم.

2. vector

۳. نحو ماتریس اصرار دارد که ترتیب ویژگی‌ها بر خلاف موضع چامسکی در سال ۱۹۷۴ بسیار مهم است.

4. diagonal square matrices

5. Chomsky matrices

ساختارهای پیچیده‌تر ساخته شوند. این ماتریس‌ها به ما اجازه می‌دهند تا واحدهای زبانی را با استفاده از عملگرهای ماتریسی، مانند ضرب ماتریسی و ضرب تنسوری ترکیب نماییم. به سبب وجود محدودیت‌های فضا، نمی‌توانیم تا از همهٔ جزئیات سخن گوئیم، ولی آنچه در این جا شایسته است بیان کنیم این است که در پژوهش حاضر، بر آن نیستیم تا از کارایی ضرب ماتریس یا ضرب تنسوری، همان‌گونه که در نحو ماتریس پیرامونش بحث شده، سخن گوئیم. بلکه، با معرفی سازوکارهای جدیدمان، نشان خواهیم داد که نحو ماتریس و به صورت کلی نظریه زبانی می‌تواند پویاتر، هوشمندتر و همچنین کمینه‌تر شود. همان‌گونه که شرح خواهیم داد، ضرب ماتریس و ضرب تنسوری، دو عملیات کاملاً جدا از هم هستند و دو بُنداشت متفاوت را در نحو ماتریس شامل می‌شوند. ولی در این جا نشان می‌دهیم که می‌توان خاصیت هر دوی عملیات مورد اشاره را در یک سازوکار واحد داشت که این موضوع از دیدگاه ریاضیاتی و صوری بسیار اهمیت دارد. از این رو، ماتریس‌های چامسکی از این دید اهمیت دارند که اجزا و مصالح مورد نیاز ادغام پیشنهادی ما را فراهم می‌سازند و وجودشان به مانند اعداد است برای جدول ضرب؛ بدیهی است که تا اعداد نباشند، جدول ضربی نیز وجود نخواهد داشت. در این میان، مفاهیمی مانند فضای هیلبرتی و مکانیک کوانتوم نیز جایگاه ویژه‌ای در پژوهش ما دارند و زمینه ساز صورت بندی یکی از عملیات پیشنهادی پژوهش حاضر است که در بخش‌های بعدی از آن‌ها سخن خواهیم گفت. البته در این جا ممکن است این پرسش نیز برای خوانندهٔ کنجکاو پیش آید که دو سازوکار پیشنهادی ما، چه مزیت‌هایی به نسبت دیگر نُسخ ادغام دارد، به ویژه ادغام درونی و برونی. ابتدا بیان می‌کنیم که این پژوهش خود نیز در راستای هدف‌های کلی کمینه‌گرایی بنا نهاده شده است، همان‌گونه که نحو ماتریس نیز فرزندی از کمینه‌گرایی است. همان‌گونه که پیش تر اشاره شد، در نحو ماتریس، ضرب ماتریس معادل ادغام اولیه و ضرب تنسوری معادل دگرادغام است. این دو، متفاوت از هم، کار می‌کنند و بُنداشت‌های سوم و چهارم نحو ماتریس را شامل می‌شوند (که از آن‌ها، با آوردن نمونه، سخن خواهیم گفت). این دو عملیات، دقیقاً وظیفهٔ ادغام درونی و برونی بدنهٔ اصلی نحلهٔ زایشی را بازنمایی می‌کنند، با این تفاوت که در محیطی اعمال می‌شوند و پیش می‌روند که شروط دوازده گانهٔ بُنداشت‌های نحو ماتریس را بیان کنند؛ شرط‌هایی که به زودی آن‌ها را شرح خواهیم داد. بنابراین، ادغام اولیه و دگرادغام از این رو از ادغام درونی و برونی ارجح‌اند که بنیان‌های ریاضیاتی و فیزیکی قوی‌تر را در اصول کمینه‌گرایی خود جای داده‌اند. اکنون ممکن است پرسش این باشد که با توجه به این موارد، پژوهش حاضر به دنبال چه چیزی است؟ به گمان نگارندگان، ما همچنان می‌توانیم دو عملیات ادغام اولیه و دگرادغام را با پیروی از

اصول ریاضیاتی و فیزیکی کمینه‌تر کنیم. به‌دیگرسخن، نشان خواهیم داد که ادغام اولیه و دگرادغام خود بخشی از یک سازوکارند و درواقع، دو روی یک سکه‌اند. ازاین‌رو، نظریه پیشنهادی مقاله حاضر، به پیچیده‌ترشدن مسائل منجر نمی‌شود، بلکه تبیینی تازه و کمینه‌تر را به‌دست می‌دهد.

اکنون، پیش از آنکه ادامه دهیم، باید به تعریف مختصری از فضای برداری پردازیم، زیرا در تحلیل‌های ما اهمیت دارند. فضای برداری بر روی میدان  $X$  مجموعه‌ای از  $Y$  است که به دو عملیات دوتایی مجهز شده‌است. عناصر  $Y$  را بردار و عناصر  $X$  را اسکالر<sup>۱</sup> می‌نامند. عملیات اول هر دو بردار دو عنصر فرضی  $Z$  و  $Q$  را می‌گیرد و عامل سوم  $Z+Q$  را خروجی می‌دهد. باین‌حال، عملیات دوم، هر  $K$  اسکالر و هر بردار  $Q$  را می‌گیرد و یک بردار جدید  $KQ$  را خروجی می‌دهد. به‌بیان ساده، فضای برداری را می‌توان اساساً مجموعه‌ای از بردارها دید و به‌دنبال آن، ماتریس‌ها را می‌توان به‌عنوان بردار نیز خوانش کرد. در ادامه، ما برآنیم که ماتریس‌ها را آن‌قدر جدی بگیریم که «از آن‌ها در صورت‌بندی قوانین استفاده کنیم، نه فقط برای ساختمان زیربنایی آنچه ادغام دستکاری می‌کند، همچنین، به‌طور جسورانه‌تر، با بهره‌گیری از نحو ماتریس، می‌توانیم عمیات ادغام را در جهت‌های مشخصی نیز تنظیم کنیم» (Orús et al., 2017: 17) و مشاهده کنیم که این رویکرد ممکن است چه پیامدهایی برای نظریه زبانی داشته باشد. در نحو ماتریس، فضای هیلبرت «واژگان»<sup>۲</sup> است و اشتقاق‌های گوناگون نیز از فضای مورد اشاره استفاده می‌کنند.<sup>۳</sup>

از آغاز برنامه کمینه‌گرا (Chomsky, 1995)، چامسکی در پی کاهش ابزارهای صوری برای جلوگیری از پیچیدگی نظری بوده‌است: «ادغام، عملیاتی ضروری در یک نظام برگشت‌پذیر است ... که دو شیء نحوی  $A$  و  $B$  را می‌گیرد و شیء جدید  $\{B,A\}=G$  را تشکیل می‌دهد» (Chomsky, 1995: 2).

باین‌حال، چامسکی در مقاله‌ای جدیدتر (Chomsky, 2019) تعریف ادغام را بازتعریف می‌کند که به شرح زیر است. برای سهولت انتقال پیام و پیش‌گیری از کج‌فهمی‌های ناشی از ترجمه، این صورت‌بندی بدون هیچ برگردانی آورده شده‌است؛ البته در سطرهای بعدی نیز، عصاره بازتعریف مفهوم ادغام را در قالب هفت شرطی که به چامسکی (Chomsky, 2019) باز می‌گردد بررسی خواهیم نمود:

For any accessible terms  $P, Q$  in  $WS$ ,  $MERGE(P, Q, WS) = [\{P, Q\}]$ ,

1. scalar  
2. lexicon

۳. در این جا دغدغه‌های مرتبط با «تکرار» در سیستم مطرح می‌شود که با آن موافقیم.

$X_1, \dots, X_n = WS'$ , where:

(i)  $Y \in WS$  and  $Y \neq P, Q \rightarrow Y \in \{X_1, \dots, X_n\} \cup \emptyset$

(ii) accessible terms appear only once in  $WS'$

(iii)  $\{X_1, \dots, X_n\}$  minimal, where "minimal" means n minimal and each  $X_i$  minimal

چامسکی (Chomsky, 2021a) تأکید می‌کند که تعریف سنتی ادغام فضا را برای عملیات خاصی باز می‌کند که اگر به‌طور جدی به آن‌ها نگاه شود، برای محاسبات کارآمد و بهینه زبان‌شناختی مشکل ایجاد می‌کنند.<sup>۱</sup> آن‌چه که حداقل برای نگارندگان بحث‌برانگیز است آن است که پس از دهه‌ها پژوهش، همچنان این‌گونه می‌نماید که نه ادغام سنتی و نه ادغام جدید به‌تنهایی نمی‌توانند همه پیچیدگی‌های زبان انسان را شرح دهند.<sup>۲</sup> درست و شایسته است که در علم ملزم به توضیح ساده برای پدیده‌های پیچیده هستیم، اما نه ساده‌تر از آن‌چه لازم است. به‌دیگر سخن، از نقطه‌نظر نحوه عملکرد قوه نطق زبان انسان، به‌نظر نمی‌رسد که ادغام سنتی یا جدید به‌تنهایی بتوانند از پس تبیین آن برآیند. پیشنهاد پژوهش حاضر بر این نیست که ادغام سنتی یا جدید وجود ندارند، اما شاید در پایان قصه، «همه آن‌چه که نیاز دارید ادغام است» پاسخ نهایی نباشد.

نکته جالب دیگر مربوط به فضاهای کاری<sup>۳</sup>، ماهیت و جایگاه آن‌ها در نظریه است. متأسفانه چامسکی و همکاران (Chomsky et al., 2019: 245) چیزی بیش از اینکه «فضای کاری نشانگر مرحله اشتقاق در هر نقطه است» به ما نمی‌گوید. چامسکی سپس محدودیت‌هایی را برای ادغام جدید توسط فضاهای کاری اعمال می‌کند که در نوع خود می‌توانند گمراه‌کننده باشند.<sup>۴</sup> در این‌جا نیز بیان برخی نکته‌ها مهم به‌نظر می‌رسد. در کارهای جدیدتر چامسکی و همکاران (Chomsky et al., 2023) دوباره به موضوع فضای کاری بازگشته‌است، ولی گره‌های نظری‌ای که پیش‌تر بیان کردیم بی‌پاسخ باقی مانده‌اند و مسائل جدیدی مطرح شده که از حوصله این مختصر حاضر خارج است. ولی به‌طور کلی و در ساده‌ترین تعریف ممکن، مقصود نگارندگان از

۱. چامسکی با معرفی ادغام جدید، عملیاتی مانند ادغام موازی، حرکت جانبی یا ادغام مورب، دیرادغام و مانند آن‌ها را کنار می‌گذارد. افزون‌بر این، ادغام جدید با اشراف چندگانه نیز سازگار نیست، بنابراین عملیات مورد اشاره به‌صورت خودکار حذف می‌شوند که به آن‌ها باز خواهیم گشت.

۲. به‌نظر می‌رسد که چامسکی خود نیز، حداقل در جوانی، با این موضوع موافق باشد. یکی از مواردی که این ادعا را تأیید می‌کند، وجود هم‌ادغام به‌عنوان سازوکاری جدا از ادغام جدید است. نه اینکه چامسکی متمایل به سخن از عملیاتی بیش از ادغام باشد، بلکه این امر اجتناب‌ناپذیر است.

3. workspaces (WSs)

۴. با توجه به اهمیت فضاهای کاری، معتقدیم که آن‌ها سزاوار توجه بیشتری در نظریه زبانی و به‌صورت کلی علوم شناختی هستند.

فضای کاری، همان محلی است که ابژه‌های نحوی برای ادغام شدن در آن حاضر می‌شوند. این فضا در پژوهش حاضر، فضایی هیلبرتی است که دارای خصوصیات کوانتومی نیز هست. این فضا به صورت ویژه هم‌راستا با یکی از ادغام‌های پیشنهادی پژوهش حاضر است که در ادامه به آن اشاره خواهیم نمود.

## ۲. بُنداشت‌ها و دیگر موارد

همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد، نحو ماتریس اساساً از میل به درک زنجیره‌ها رشد کرد. با این وجود، جریان اصلی نحلهٔ زایشی نظریه‌ای تثبیت‌شده پیرامون زنجیره‌ها در اختیار ما قرار نمی‌دهد.

نحو ماتریس استدلال می‌کند که زنجیره‌ها به‌عنوان مجموع بردارها در قسمتی از فضای هیلبرتی با ساختار تسوری توصیف می‌شوند و بنابراین بسیار شبیه برهم‌نهی در مکانیک کوانتوم<sup>۱</sup> عمل می‌کنند. از این دیدگاه، زنجیره‌ها<sup>۲</sup> مشابه «گرهٔ شرودینگر»<sup>۳</sup> در فیزیک کوانتوم هستند. همان‌گونه که اشتقاق نحوی به یک رابط فرستاده می‌شود (برای برونی‌شدگی<sup>۴</sup> آوایی یا معنایی)، یکی از گزینه‌های تولیدشده در زنجیره به‌طور تصادفی انتخاب می‌شود، که بسیار شبیه به قوانین آشنا در مکانیک کوانتوم است: «یعنی همان فروپاشی مکانیکی یک حالت کوانتومی پس از اندازه‌گیری»<sup>۵</sup> (Orús et al. 2017: 7). می‌دانیم که چنین فرضیه‌هایی ممکن است برای زبان‌شناسان کمی ناآشنا یا عجیب به نظر برسد، ولی اگر زبان به‌معنای واقعی کلمه یک ابژهٔ طبیعی است، و زبان‌شناسی نیز در معنای محض خود، جزء علوم طبیعی است، پس همهٔ ویژگی‌های زبان دارای توضیحات زیستی-فیزیکی است. در این مرحله، کاملاً منطقی به نظر می‌رسد که با بیشاپ و آتمانسپاچر<sup>۶</sup> و اصل پیشنهادی آن‌ها موافق باشیم.<sup>۷</sup> یعنی ممکن است در نهایت همه‌چیز به فیزیک خلاصه شود، ولی در علم و روش علمی، به جزئیات بسیار بیشتری نیازمندیم.

چامسکی (Chomsky, 2019) در بازتعریف مفهوم ادغام، هفت شرط را برای نظام زبانی

1. axioms
2. Quantum mechanics
3. chains
4. schrödinger's cat
5. externalization
6. measurement
7. wendt

۸ CCP (اصل کفایت علی فیزیک) به این معنا است که علوم اجتماعی و دیگر علوم تحت محدودیتی فیزیکی قرار دارند: هیچ موجودیت، رابطه، یا فرایندی که در پژوهش‌های آن‌ها ارائه شده‌است نباید با قوانین فیزیک ناسازگار باشد

تعریف می‌کند:

- (i) کفایت توصیفی<sup>۱</sup>
- (ii) فرض<sup>۲</sup> کمینه‌گرای قوی<sup>۳</sup>
- (iii) شناسابودن<sup>۴</sup>
- (iv) محدود کردن منابع محاسباتی<sup>۵</sup>
- (v) ثبات<sup>۶</sup>
- (vi) برگشت‌پذیری<sup>۷</sup>
- (vii) دو تایی‌بودگی محض<sup>۸</sup>

کفایت توصیفی می‌تواند به سادگی در مقام یک نقشه راه خوب برای ادامه در نظر گرفته شود. فرض کمینه‌گرای قوی به دنبال بهینه‌ترین راه حل برای اقصاع مسئله رابطه‌هاست. شناسابودن یا شناسابودگی به ما می‌گوید که «اگر شرایط ساختاری یک قانون برای برخی از فضاهای کاری برقرار باشد، در نتیجه تغییر ساختاری نیز می‌باید منحصر به فرد باشد». یا به بیان دیگر، اصطلاح‌های قابل دسترس فقط یک بار در فضای کاری نمایان می‌شوند. شرط چهارم دسترسی را محدود می‌کند، یا همان گونه که کوماچی و همکاران (Komachi et al., 2019: 269) بیان کرده‌اند «ادغام جدید هرگز نباید فضای کاری را گسترش دهد». شرط پنجم ادعا می‌کند که ابژه‌های نحوی نمی‌توانند وضعیت خود را در طول اشتقاق تغییر دهند. شرط ششم اصرار دارد که هر ابژه نحوی، اگر یک بار تولید شود، باید برای همه مرحله‌های بعدی ادغام جدید در دسترس باقی بماند. و آخرین شرط به ما می‌گوید که ادغام جدید فقط می‌تواند دو و فقط دو ابژه نحوی را تحت تأثیر قرار دهد.

در این مرحله باید تأکید کنیم که شرایط مورد اشاره به مانند نحوه ساخت ماشین حساب است، نحو ماتریس ولی، در مورد نظریه اعدادی است که در آن ماشین حساب پیش فرض قرار می‌گیرد؛ یعنی همان جبر زیربنایی. برای نمونه، مفهوم فضای کاری را در نظر بگیرید. نحو ماتریس جبر زیرین را فضای هیلبرت می‌دانند. این در مورد نحوه برخورد نظام زبانی با زنجیره‌ها، روگرفت‌ها<sup>۹</sup> و

---

1. descriptive adequacy  
2. Strong Minimalist Thesis (SMT)

۳. «زبان راه حل بهینه برای شروط خوانشی است.» (Chomsky, 2000: 97).

4. determinacy  
5. Restrict Computational Resources  
6. stability  
7. recursion  
8. strict binarity  
9. copies

مانند آن نیز صدق می‌کند. نحو ماتریس خود نیز دوازده بُنداشت یا اصل را پیشنهاد می‌دهد تا درک بیشتر ریاضیاتی و فیزیکی را از قوه نطق به دست دهد.

نحو ماتریس بر دوازده اصل استوار است. برای توصیف بهتر این نظریه، هر یک را به اختصار

شرح می‌دهیم.

- اصل اول: فرض اساسی: ویژگی‌های لغوی  $N=1$  و  $V=1$  هستند.
  - اصل دوم: ماتریس‌های چامسکی؛ که پیش‌تر پیرامون آن‌ها سخن گفتیم.
  - اصل سوم: ضرب ماتریسی: ادغام اولیه همان ضرب ماتریسی است.<sup>۱</sup>
  - اصل چهارم: ضرب تنسوری یا تنسورسازی: دگرادغام همان ضرب تنسوری است.
  - اصل پنجم: ادغام پادتقارنی<sup>۲</sup> است.
  - اصل ششم: قانون گویمارژ<sup>۳</sup>: فقط اسم‌ها توانایی خود-ادغامی<sup>۴</sup> دارند.
  - اصل هفتم: برجسب زبانی یک عبارت، فاز مرکب و پیچیده شناساکننده آن ماتریس است.
  - اصل هشتم: فضای هیلبرت: زنجیره‌های زبانی مجموع نرمال‌شده‌ای از بردارها از فضای هیلبرت هستند.
  - اصل نهم: رابطه: وقتی زنجیره  $|\psi\rangle$  به یک رابط ارسال می‌گردد، بردار آن در یکی از عناصر  $|\varphi\rangle$  نمایش داده می‌شود و براساس احتمال  $\langle\varphi|\psi\rangle$  مشخص می‌شود و سپس نمایان می‌گردد.
  - اصل دهم: زنجیره‌های استوار، حالت‌های جداشدنی در فضای هیلبرت هستند.
  - اصل یازدهم: فشردسازی<sup>۵</sup>: ماتریس‌های زنجیره‌های دستوری دارای یک بخش تهی هستند (که در علم فیزیک آن را فضای ویژه<sup>۶</sup> می‌خوانیم).
  - اصل دوازدهم: ساختار: سیستم دارای تقارن بازتابی است.
- اکنون می‌توانیم در مثالی به توضیح دو عملیات ادغام اولیه و دگرادغام پیردازیم و آن‌ها را بر مبنای نظریه از یک دیگر تمیز دهیم.<sup>۸</sup> ادغام اولیه به ادغام یکی از مقوله‌های واژگانی (مانند فعل)

۱. ضرب، به یک معنا، تغییر شکل فضایی معین (ذهنی و مفهومی) از طریق یک عملگر خطی است (Orús et al. 2017: 32).

2. anti-symmetrical

3. Guimarães

4. self-merge

۵. به دلیل کمبود فضا، در پژوهش حاضر تنها شش اصل اولیه نحو ماتریس را مورد بحث قرار خواهیم داد.

6. compression

7. eigenspace

۸. ادغام درونی و برونی به‌طور خودکار از ادغام مورد اشاره پیروی می‌کنند که به‌زودی به آن باز خواهیم گشت.

اشاره دارد که نقش هسته را بازی می‌کند و آن‌چه با او ادغام می‌شود را حاکمیت می‌کند که معمولاً یک ابژه پیچیده یا مرکب است که قبلاً در اشتقاق نحوی صورت‌سازی شده‌است. به پادتقارن در این جا توجه کنید: هسته اتمی از واژگان ریشه می‌گیرد، درحالی که متممی که این هسته بر آن حاکم است پیش‌تر در اشتقاق حاضر است، و ممکن است کاملاً حتی پیچیده باشد. در اصطلاح زبان‌شناختی، این عملیات در واقع همان «فرافکنی»<sup>۱</sup> نامیده می‌شود.<sup>۲</sup>

برای نمونه، جمله زیر را در نظر بگیرید:

۱. سلیمان هدهد را دید.

در این جا «دید» فعل و «هدهد را» گروه حالت‌نما است که از طریق ادغام اولیه در «هدهد را دید» ادغام می‌شوند. ممکن است بپرسیم که آیا این عمل به صورت تقارن انجام می‌شود یا خیر. شاهدیم که در ادغام اولیه، هسته از واژگان گرفته شده (هسته اتمی است)، با این حال ولی، متمم، یک ابژه پیچیده یا مرکب است که پیش‌تر در اشتقاق ساخته شده‌است. بنابراین ادغام اولیه پادتقارنی عمل می‌کند. اکنون اجازه دهید به دگرادغام بپردازیم. دگرادغام ترکیبی از دو ابژه نحوی را بازنمایی می‌کند که پیش‌تر در اشتقاق ادغام شده‌اند، یعنی همان نقطه‌ای که منجر به ایجاد فرافکنی نحوی و به وجود آمدن **مشخص‌گر** می‌شود. برای نمونه، به جمله «سلیمان بعل را کشت» دقت کنید. با توجه به اصول نحو ماتریس و با صرف نظر از بیان جزئیات نظری اشتقاق نحوی جمله‌های فارسی در بدنه اصلی کمنیه‌گرایی: ابتدا «بعل (را)» و «کشت» با هم ادغام اولیه می‌شوند و گروه فعلی «بعل را کشت» را تشکیل می‌دهند. حال در این جا و به زبان بسیار ساده، اضافه شدن مشخص‌گر یعنی ورود دگرادغام به اشتقاق. یعنی «سلیمان» در جایگاه دگرادگامی به جمله افزوده می‌گردد. به نمونه زیر توجه کنید:

۲. سربازان سلیمان همواره شکوه معبد را می‌بینند.

الف) چه چیزی را (چیو) سربازان سلیمان همواره می‌بینند؟

ب) \*چه چیزی را (چیو) سربازان همواره می‌بینند شکوه معبد را؟

همان گونه که در بالا مشاهده شد، استخراج پرسش اطلاعاتی از یک متمم امکان‌پذیر است،

همان گونه که در زبان انگلیسی چنین است:

3. What does Solomon's best advisor often like to summon?

ولی اگر بخواهیم مشخص‌گر را استخراج نماییم، خواهیم دید که این مهم ممکن نیست.

1. projection

۲. در این جا تأکید می‌کنیم مقصود ما مواردی که شامل صرف توزیعی و ریزنحو می‌شوند نیست و صرفاً اصل موضوع فرافکنی در آرای نحو ماتریس موردنظر است.

پژوهش حاضر بر این باور است که این شکست به سبب تمایز میان ادغام اولیه و دگرادغام است. یادآور می‌شود که دگرادغام همواره به نتیجه فرافکنی ادغام اولیه اعمال می‌شود. پس از معرفی اجمالی این دو سازوکار در نحو ماتریس، اکنون به سراغ معرفی دو عملیات دیگر می‌رویم که هسته اصلی پژوهش حاضرند و معتقدیم می‌توانند جایگزین سازوکارهای فعلی ادغام در نظریهٔ زبانی شوند.

### ۳. ادغام عام و خاص

چنین به نظر می‌رسد که ادغام **تصمیم می‌گیرد** که چه می‌خواهد، و با انجام این کار از ساخت‌هایی مانند (۲ ب) جلوگیری می‌کند.

اگر کاری که ادغام انجام می‌دهد، نگاشت فضای کاری به فضای کاری دیگری است، پس از این منظر، ادغام روی فضای کاری اعمال می‌شود. «مگر در مواردی که شرط شده باشد، یک و تنها یک فضای کاری در هر مرحله از اشتقاق وجود دارد، و ادغام با «به‌روزرسانی»<sup>۱</sup> فضای کاری گام‌به‌گام پیش می‌رود» (Komachi et al., 2019: 276).

همان‌گونه که پیش‌تر پیشنهاد شده، ادغام اولیه و دگرادغام دو عملیات جداگانه هستند، ولی تمایز زمانی رخ می‌دهد که نظام زبانی تصمیم بگیرد که کدام عملیات در آن نقطه ضروری است. بنابراین چنین می‌نماید که برای تصمیم‌گیری به یک ابرعملیات هوشمند نیاز داریم. نام این عملیات را **ادغام عام** می‌گذاریم.<sup>۲</sup> چنین چیزی حداقل از منظر فیزیک مستلزم آن است<sup>۳</sup> که می‌باید عملیات دیگری نیز وجود داشته باشد که نظام را در مورد آنچه ادغام عام ایجاد می‌کند «به‌روزرسانی» کند. آن عملیات را **ادغام خاص** می‌نامیم.<sup>۴</sup> در نحو ماتریس اصلاح‌شده، که مورد نظر پژوهش حاضر است و این دو عملیات به آن افزوده می‌شوند، ادغام خاص در فضاهای هیلبرت عمل می‌کند. بنابراین، وظیفه‌اش تبدیل فضای هیلبرت به فضای هیلبرت پیریم<sup>۵</sup> است.

---

#### 1. updating

۲. ما معتقدیم که ادغام اولیه و دگرادغام هر دو بخشی از یک عملیات جامع هستند: ادغام عام. ادغام عام سپس تصمیم می‌گیرد که سیستم به چه نیاز دارد. ادغام عام همچنین می‌تواند همواره به واژگان دسترسی داشته باشد و تصمیم می‌گیرد چه چیز را می‌توان و چه چیز را نمی‌توان ادغام کرد. بنابراین می‌توانیم از ادغام برونی پرهیز کنیم، زیرا بین ادغام اولیه و دگرادغام تفاوتی در نظر نمی‌گیرد.

۳. نسیت عام و خاص در فیزیک.

۴. بیان این موضوع ممکن است خواننده کنجکاو را به یاد نسیت زبانی بنجامین لی وُورف بیندازد، که البته این موضوع ابداً هیچ ارتباطی به آن‌چه در پژوهش حاضر مورد بحث است ندارد.

می‌دانیم که فضاهاى هیلبرت، بنابه تعریف تخصصی، فضاهاى برداری توپولوژیکی<sup>۱</sup> هستند که نشانگر آن است که فضایی که ما در ذهن داریم می‌تواند تغییر شکل دهد، کشیده شود، بیچند و در اصطلاح مچاله شود، ولی ویژگی‌های آن همواره حفظ گردد.<sup>۲</sup> در این مرحله، می‌توانیم اصول (۳) و (۴) را به ادغام عام تقلیل دهیم، زیرا می‌تواند ضرب ماتریسی و تنسوری را کنترل کند. با در نظر گرفتن ماتریس‌های چامسکی، چنانچه ادغام عام تصمیم به ضرب بگیرد،<sup>۳</sup> نتیجه خود-ادغامی هر یک از دسته‌های چامسکی یکسان خواهد بود:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -i \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix} = \\ = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -i \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} = Z$$

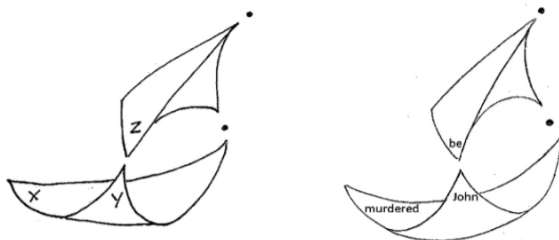
اساساً، نظام زبانی‌ای که تمایل دارد با صورت‌بندی بالا ادغام خود را آغاز نماید، نخست ملزم به حل مسئله «تعدد»<sup>۴</sup> است، به گونه‌ای که به جای همه ادغام‌های ممکن که به Z ختم می‌شوند، سیستم تنها یکی را انتخاب می‌کند (Orús et al. 2017). از فرض بالا، نتیجه خودکاری که دستور جهانی<sup>۵</sup> به کار می‌گیرد می‌تواند این گونه صورت‌بندی شود:

$$N \text{ (understood as Chomsky's } \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -i \end{pmatrix} \text{) self-merges as } \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -i \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -i \end{pmatrix} \\ = Z.$$

از صورت‌بندی بالا این نتیجه به دست می‌آید که فقط اسم‌ها می‌توانند به صورت پایه نمایان

1. topological vector spaces

۲. کریوچن (Krivochen, 2018; 2022) بازنمایی زیر را برای گروه زمان «جان به قتل رسید» پیشنهاد می‌کند. در نظریهٔ اوتدم توپولوژیک در نمودار مهم است. از این رو مفاهیمی مانند زنجیره‌ها، تکرارها، ادغام درونی و برونی و مانند آن نیز حذف شده‌اند.



۳. پس از مشاهده، همان‌گونه که در یک نظام کوانتومی رخ می‌دهد، فقط ادغام عام باقی مانده‌است؛ تا زمانی که سیستم عملیات مورد نیاز خود را اندازه‌گیری کند.

4. multiguity

5. Universal Grammar (UG)

شوند، همان گونه که نام‌ها می‌توانند همین کار را انجام دهند. این گونه می‌توان شاهدی اختصاری برای اصل ششم به دست دهیم. به این ترتیب، می‌توان با استفاده از داده‌های فارسی و انگلیسی، چگونگی رفتار زنجیره‌ها را در چارچوب نحو ماتریس بررسی کرد. اکنون به نمونه‌های زیر توجه کنید (البته در این جا این مهم در اختصاری‌ترین حالت خود بیان شده است):

۴.

الف) به نظر می‌رسد شادمهر ساموئل رو دوست داره

ب) شادمهر به نظر می‌رسد ساموئل رو دوست داره

پس از اینکه گروه حرف تعریف فاعلی مبتدا شد و در مشخص گر گروه مبتدا قرار گرفت، می‌بینیم که «شادمهر» از موقعیت اشتقاق در پایه خود، که مشخص گر گروه فعلی است، به خط مقدم اشتقاق حرکت می‌کند:

Dare Dust VP]Shadmehr TP]Mirese nazar be VP]Shadmehr TP]Shadmehr TopP]  
[[[[[Ro Samuel KP]]

=

Dare Dust VP]Shadmehr TP]Mirese nazar be VP]Shadmehr TP]mehrShad TopP]  
[[[[[Ro Samuel KP]]

با این حال، اشاره به این نکته دارای اهمیت است که تا به امروز زبان‌شناسانی (Dabir-Moghaddam, 1990) استدلال کرده‌اند که فارسی فاقد ساخت ارتقایی است. کریمی (Karimi, 2005; 2018) پیشنهاد می‌کند که گروه حرف تعریف مشتق شده در جایگاه مبتدا است، که این مسئله عدم مطابقت فعل با آن را نشان می‌دهد. ما در نوشته حاضر با دبیرمقدم (Dabir-Moghaddam, 1990; Shafaei & Dabir-Moghaddam, 2019) هم‌نظریم و معتقدیم که در فارسی ارتقا رخ نمی‌دهد و موضوع کاملاً به گفتمان و تأکید مربوط می‌شود. از سوی دیگر، می‌توان استدلال کرد که فارسی امروز ساخت **ابوارتقایی** را پذیرفته باشد؛ ایده‌ای بسیار جالب توجه که در بحث کنونی جایی ندارد. برای آگاهی بیشتر، به برزگر و دبیرمقدم (زیرچاپ) مراجعه نمایید.

پیش از سخن گفتن پیرامون زنجیره‌ها، اجازه دهید چند فرض صوری در مورد ادغام عام و خاص پیشنهاد کنیم:

گروه  $AG^1 = \{I\pm, Z\pm, C\pm, YC\pm\}$  آبلی یا جابه‌جایی‌پذیر<sup>۲</sup> است، زیرا همه ماتریس‌ها تراکنج

۱. AG در واقع نسخه زبان‌شناختی کیوبیت است.

(مورب) هستند و بنابراین آن‌ها متقابلاً جابه‌جا می‌شوند. این گروه همچنین توسط ضرب‌های مکرر هر یک از ماتریس‌های چامسکی ایجاد می‌شود. ما در پژوهش حاضر این گروه را مورد نظر گرفته، محاسباتمان را بر پایه آن پیش می‌بریم. بنابراین، منظور ما از فضای هیلبرت در صورت‌بندی‌های زیر، در واقع همان فضای هیلبرتی آبلی است که در آن ماتریس‌های  $AG$  به‌عنوان بردارهای انتزاعی خوانش می‌شوند. تعریف صوری سازوکار جدید ادغام خاص از دیدگاه پژوهش حاضر به شرح زیر است:

HS:  $\{A, \{B, C\}, D, E\}$

Let X be  $\{A, \{B, C\}\}$  iff  $Y = C$  and every  $X_n = \{D, C\}$

Special Merge elements in the derivation and update the space:

HS' =  $\{C, \{A, \{B, C\}\}, D, E\}$

For every SOs generated, apply SMC<sup>1</sup> and NTC<sup>2</sup> rendering the outcome visible but not accessible.

و اکنون، ادغام عام:

HS =  $\{A, \{B, C\}, D, E\}$

Let X be  $\{A, \{B, C\}\}$  iff  $Y = d$  and every  $X_n = \{E\}$

HS' =  $\{D, \{A, \{B, C\}\}, E\}$

If  $\alpha$  merges to  $\beta$  to form a unique head complement K, apply First Merge = First Merge of  $\alpha$  with  $\beta$  entails multiplying  $\alpha$  by  $\beta$ , otherwise apply Matrix Tensor Product to Merge elsewhere.

حال اجازه دهید تا به صورت ویژه و تخصصی‌تر، به جزئیات بیشتر این دو عملیات پردازیم و با آوردن نمونه از ایشان سخن گوئیم. ابتدا با ادغام عام و هوشمندی کوانتومی آن می‌پردازیم.

فرمول نهایی ادغام عام (هوشمند کوانتومی) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$G(M, T) = \alpha M + \beta T$$

در این صورت‌بندی:

M: عملیات ضرب ماتریسی

T: عملیات ضرب تنسوری

$\alpha$  و  $\beta$ : ضرایب برهم‌نهی کوانتومی که به ترتیب نمایش‌دهنده احتمالات هر یک از

عملیات‌ها هستند.

**ضرایب برهم‌نهی کوانتومی:**

$\alpha$  و  $\beta$  مقادیری هستند که به احتمال انجام هر یک از عملیات‌ها بستگی دارند. این ضرایب

1. Shortest Move Corollary: Let  $A = \{x1, \{y, \{z, x2\}\}\}$ ,  $B = \{y, \{z, x2\}\}$ ,  $C = \{z, x2\}$ , and the path of  $x$  is a maximal set of terms of which  $x$  is a term. Thus,  $\{A\}$ ,  $\{A, B, C\}$ , and under SMC,  $x1$  renders  $x2$  inaccessible.

2. No Tampering Condition

می‌توانند در بازه  $[0, 1]$  باشند و شرط  $\alpha^2 + \beta^2 = 1$  را اقیاع کنند.

این مقادیر می‌توانند به صورت دینامیکی و بر اساس شرایط و نیازهای جمله‌های زبانی تنظیم شوند.

### انتخاب عملیات:

فرمول به گونه‌ای طراحی شده که بتواند هم‌زمان هم ضرب ماتریسی و هم ضرب تنسوری را انجام دهد، و وزن هر یک از عملیات‌ها بر اساس ضرایب برهم‌نهی تعیین می‌شود.

### مثال:

برای نمونه، جمله «سلیمان رفت» را با استفاده از این فرمول بررسی می‌کنیم:  
نمایش بردارها:

فرض کنید  $S$  نمایش دهنده واژه «سلیمان» و  $V$  نمایش دهنده واژه «رفت» در فضای برداری است.

با توجه به فرمول، ادغام این دو بردار به صورت زیر است:

$$G(S, V) = \alpha(S \times V) + \beta(S \otimes V)$$

### تعیین ضرایب برهم‌نهی:

برای سادگی، فرض کنیم  $\alpha = 1/\sqrt{2}$  و  $\beta = 1/\sqrt{2}$ . در این صورت، صورت‌بندی جمله به صورت زیر خواهد بود:

$$G(S, V) = \frac{1}{\sqrt{2}}(S \times V) + \frac{1}{\sqrt{2}}(S \otimes V)$$

نتیجه نهایی یک ترکیب خطی از ضرب ماتریسی و ضرب تنسوری خواهد بود که با توجه به ضرایب برهم‌نهی، به طور هم‌زمان انجام می‌شود و نمایش دهنده ادغام عام است. ادغام عام می‌تواند به صورت هم‌زمان از ضرب ماتریسی و ضرب تنسوری استفاده کند، مشابه به وضعیت گریه شروینگر در مکانیک کوانتومی.

اکنون، فرمول نهایی ادغام خاص در فضای هیلبرت به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{Special Merge: } S(A, B) = P_{\alpha, \beta}(A \otimes B)$$

که در آن:

$A$  و  $B$  دو بردار زبانی هستند.

$\otimes$  ضرب تنسوری است.

P\_W فرافکن فضای کاری است که بردارهای زبانی را در فضای هیلبرت بهینه‌سازی

می‌کند.

مراحل ادغام خاص برای جمله «داوود رفت و سلیمان آمد»:

تحلیل نحوی جمله

• «داوود رفت»

• «سلیمان آمد»

این دو جمله توسط حرف ربط به هم متصل شده‌اند.

نمایش هر واژه در فضای هیلبرت:

ابتدا هر واژه به صورت یک بردار در فضای هیلبرت نمایش داده می‌شود:

• **D**: داوود:

• **R**: رفت:

• **W**: و:

• **S**: سلیمان:

• **A**: آمد:

اعمال ادغام خاص بر روی هر واژه:

برای هر واژه، عملیات ادغام خاص انجام می‌شود تا آنها در فضای کاری مناسب قرار بگیرند:

• ادغام خاص برای داوود:  $S(D) = P_W(D)$

• ادغام خاص برای رفت:  $S(R) = P_W(R)$

• ادغام خاص برای و:  $S(W) = P_W(W)$

• ادغام خاص برای سلیمان:  $S(S) = P_W(S)$

• ادغام خاص برای آمد:  $S(A) = P_W(A)$

ترکیب واژه‌ها با استفاده از ادغام عام:

حال باید واژه‌ها را با استفاده از ادغام عام ترکیب کنیم. در این جا، فرض می‌کنیم که ادغام عام به صورت ترکیب خطی برای جمله‌های مرکب عمل می‌کند. دیگر آنکه، با توجه به محدودیت‌های فضا، دیگر به محاسبه ضریب احتمال تابعی و کوانتومی بین ضرب ماتریسی و تنسوری نمی‌پردازیم و انتخاب هوشمند ادغام عام را پیش فرض خود قرار می‌دهیم.

«داوود رفت»

$$G(S(D), S(R)) = \alpha S(D) + \beta S(R) \bullet$$

«سلیمان آمد»

$$G(S(S), S(A)) = \alpha S(S) + \beta S(A) \bullet$$

«و»:

$$G(G(S(D), S(R)), G(S(S), S(A))) = \alpha G(S(D), S(R)) + \beta G(S(S), S(A)) \bullet$$

## نتیجه نهایی

نتیجه نهایی ترکیب به صورت زیر است:

$$G(G(S(D), S(R)), G(S(S), S(A))) = \alpha(\alpha S(D) + \beta S(R)) + \beta(\alpha S(S) + \beta S(A))$$

در هر مرحله از ترکیب، ابتدا واژه‌ها به صورت بردارهای زبانی در فضای هیلبرت نمایش داده می‌شوند، سپس ادغام خاص بر روی هر واژه اعمال می‌شود تا فضای کاری به‌روزرسانی شود و در نهایت با استفاده از ادغام عام، ترکیب نهایی به دست می‌آید.

اکنون، پس از معرفی صوری اشکال مختلف ادغام، اجازه دهید به زنجیره‌ها بازگردیم. معادله زیر از زنجیره‌ها، صورت‌بندی فیزیکی و تخصصی آن است که در آرای خالقان نحو ماتریس به آن اشاره شده است:

$$|\text{Chain}\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (|\hat{\alpha}\rangle \otimes |\hat{K}\rangle + |\hat{\alpha}\rangle \otimes |\hat{\Lambda}\rangle) = \frac{1}{\sqrt{2}} |\hat{\alpha}\rangle \otimes (|\hat{K}\rangle + |\hat{\Lambda}\rangle)$$

با این حال، آنچه ممکن است برای زبان‌شناسان و پژوهشگران علوم شناختی آشنا تر باشد، به شرح زیر است:

$$[\text{Chain}] = [\alpha \otimes K] + [\alpha \otimes \Lambda] = \alpha [K + \Lambda]$$

حال می‌توان گفت که «در یک زنجیره استوار، یک مشخص‌گر در دو موقعیت مختلف قرار دارد». در این مثال،  $|\hat{\alpha}\rangle$  به عنوان مشخص‌گر  $|K\rangle$  و  $|\hat{\Lambda}\rangle$  به طور همزمان عمل می‌کند. در نحو ماتریس، چنین موضوعی از طریق جمع عناصری که «مشخص می‌شوند» به دست می‌آید که برابر با  $(|K\rangle + |\Lambda\rangle)$  است. در علم فیزیک، می‌توان بیان کرد که یک زنجیره زبانی **برهم‌نهی** دو حالت مختلف است که هر دو توسط یک مشخص‌گر زبانی مشخص شده‌اند. به بیان دیگر، در نحو ماتریس، یک زنجیره نسخه زبان شناختی گره‌به‌شرو دینگر است که براساس برهم‌نهی هم‌وزن دو بردار متعامد در فضای هیلبرت است.<sup>۱</sup> توضیح بیشتر آنکه، برای نگارندگان، آنچه در مشاهده

۱. ما معتقدیم که منشأ این نقطه نظر به اوریاگر کا ۱۹۹۹، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۲ بازمی‌گردد.

(مقصود از مشاهده، تعریف دقیق آن در مکانیک کوانتوم است که همراه با مشاهده و اندازه‌گیری یک احتمال، تمام احتمال‌های دیگر آن از میان می‌رود) آشکار می‌شود، برهم‌نهی حالت‌های مشخص‌گر (تنسورسازی)، یعنی همان زنجیره است. آن‌جاست که نظام زبانی ملزم است ابعاد حاصل از ادغام عام (تنسورسازی) را فشرده کند و ماتریس‌های  $2 \times 2$  را به  $4 \times 4$  برساند.<sup>۱</sup> اگر جملگی این موارد به نوبه خود در مسیر درست حرکت نماید، بدون توجه به اینکه ابزار اندازه‌گیری تا چه میزان قدرتمند باشد، همچنان **نمی‌توان** همه ماتریس‌های فضای هیلبرت را مشاهده نمود.

احتمالاً در مورد حاضر، می‌توانیم با توجه به قانون آنتروپی<sup>۲</sup> فکر کنیم و اساساً پرسیم چه مقوله‌هایی ترکیب‌پذیرترین هستند. از دید تجربی، باید دست‌اسم‌ها را به‌عنوان پیروز میدان بالا برد، تنها به این سبب که اسم‌ها می‌توانند از نظر دستوری با خودشان، با اسم‌های دیگر و تقریباً با هر چیز دیگری ترکیب شوند. در مقابل، افعال مشخصاً محدودترند. البته در این جا باید بیان کنیم که می‌توانستیم به جای آنتروپی از قانون دیگری استفاده کنیم، یا فرضیه‌مان را کاملاً عوض کنیم. ممکن است پژوهشگر دیگری نیز از منظر متفاوتی به موضوع بنگرد، ولی ما معتقدیم نظامی که برای عملکرد کلی ذهن و ادغام عام و خاص در نظر داریم، در محوری کلان، آنتروپیک است. در این زمینه، کریووجن (Krivochen, 2014) نیز در مقاله‌ای مفصل استدلال نموده است که زبان نظامی آنتروپیک و غیرخطی است. اشاره به جزئیات این مقاله و همچنین دیگر آثار از حوصله این مختصر خارج است، ولی بیان می‌کنیم که ما نیز به پیروی از کریووجن و همچنین سال‌ها پیش از او، اوریاگرکا (Uriagereka, 1999)، مبحث آنتروپی را در طراحی زبان بااهمیت می‌دانیم.

اکنون، مسئله‌ای حیاتی در این جا وجود دارد، یعنی، چرا موارد بالا صادق است یا حداقل می‌تواند درست باشد؟ اسم‌ها اساساً نقاطی در یک فضای برداری هستند، درحالی که فعل‌ها و حتی عبارت‌های فعلی، در عام‌ترین حالت، توابعی از اسم‌ها هستند و البته می‌توانند شامل دیگر موارد مانند ارزش درستی یا منطقی نیز بشوند. اگر در فضای برداری تأمل کنیم و مقوله‌ای را تصور کنیم که بتواند هم نقطه و هم ترکیبی از نقاط (مقوله و عملگر<sup>۳</sup>) زایش کند، این مهم به ما امکانات بیشتری نسبت به ترکیبی بودن می‌دهد. به همین سبب است که برای نمونه، هر فردی را که خودکشی می‌کند می‌توان قاتل نامید، درحالی که نمی‌توان هر کس را که مرتکب قتل می‌شود متمایل به

۱. به نظر می‌رسد که زنجیره‌ها راه چاره‌ای هستند که سیستم بتواند ابعاد را به فرمت  $2 \times 2$  بازگرداند. آیا این به آن معناست که یک سناریوی فرگشتی منحصربه‌فرد وجود دارد؟ چنین مباحثی مستقیماً از دغدغه‌های جدی زبان‌شناسی زیستی است.

2. Entropy

3. Category and Operator

خودکشی نامید.

اکنون، می‌توانیم ادعا کنیم که دراصل مرتبط با خود-ادغامی، که پیش‌تر از آن سخن گفتیم، چیزی بنیادی‌تر نهفته است: اشتقاق از بیشترین حالت به کمترین حالت آنتروپیک یا آشفتنگی می‌رود. البته این امر به‌نظر شهودی است، زیرا سرنوشت نهایی یک اشتقاق، نوعی ادعای صدق<sup>۱</sup> است. تصور کنید که سه واژه دارید، مانند «شادمهر»، «رفت» و «خونه»؛ در این‌جا ترکیب‌های ممکن زیادی وجود دارد، از اصلی‌ترین آن‌ها یعنی همان «شادمهر رفت خونه» تا انواع دیگر، از جمله «رفت-رفت خونه شادمهر-خونه» و مانند آن. آن‌چه ممکن است به‌عنوان یک آرایه<sup>۲</sup> واژگانی بدیهی با آن سه واژه کوچک ساده در نظر بگیریم، به‌معنای واقعی کلمه تعداد نامتناهی از مشتقات ممکن سازگار با آن را به‌دست می‌دهد. این مشتقات درنهایت و به‌زودی به هزار تو می‌رسند، با این حال ولی، نکته‌ای کلیدی وجود دارد که شایسته توجه است: مجموعه بدون‌ساختار واژه‌ها همه گزینه‌های ممکن برای ترکیب دستوری آن‌ها را در اختیار ما قرار می‌دهد، و این در حالی است که درنهایت، هر آن‌چه که فرد (در ذهن خود) گردآوری می‌کند و به برونی‌شدگی تحویل می‌دهد، فقط نوعی ادعای صدق است.

اکنون، چرا اصل لنگرگاه<sup>۳</sup> یا همان اصل خود-ادغامی اسم‌ها همچنان پابرجاست؟ زیرا اگر بپذیریم که اسم‌ها در اصطلاح بی‌بندوبارترین مقوله‌ها هستند، آغاز خود-ادغامی آن‌ها آنتروپیک‌ترین (آشفته‌ترین یا بی‌نظم‌ترین) حالت ممکن است. در این‌جا، می‌توان ادعا کرد که آنتروپیی اشتقاقی با آشکارشدن اشتقاق، در واقع کاهش می‌یابد.

ولی این پایان کار نیست و مسیر پژوهش حاضر می‌تواند حتی از این نیز جذاب‌تر پیش رود. اکنون، برچسب‌گذاری‌ها<sup>۳</sup> را در نظر بگیرید. در پژوهش حاضر، ما برچسب‌گذاری را به‌عنوان محدودیتی اساساً آنتروپیک در نظر می‌گیریم، تا آن‌جا که یک فرافکنی را مقوله‌بندی کند. حال فرض کنید، پیش از ادغام، دو ابژه «بستی» و «نیست» را در اختیار داریم، نمی‌دانیم که آیا «بستی نیست» در مقام مقدور نبودن بسته‌شدن چیزی گفته شده یا اینکه صرفاً نشانگر این موضوع است که در آن مغازه یا خانه بستنی وجود ندارد. ولی به محض اینکه سیستم، برچسب‌گذاری مطلوب را انتخاب می‌کند، تصمیم می‌گیرد: یکی از فرافکنی‌ها گروه صفتی و دیگری گروه حرف تعریف یا اسمی است. به بیان دیگر، یا یکی از خوانش‌ها است یا دیگری؛ گزینه هر دو وجود ندارد. دقیقاً به‌مانند گربه شرودینگر: پیش از مشاهده، مرده یا زنده است، ولی پس از مشاهده، فقط و تنها فقط

---

1. Truth claim  
2. The Anchoring Axiom  
3. Labelings

یکی است، نه هر دو؛ این چیزی است که برچسب‌گذاری به ما می‌دهد. در این صورت، باید توجه داشته باشیم که برچسب‌گذاری خود یک روش کاهش آنتروپی است. حال باید پرسیم که در اشتقاق، کدام برچسب‌گذاری در بالا و کدام در پایین قرار می‌گیرد.

بدیهی به نظر می‌رسد که اگر مشتقات به دنبال کاهش آنتروپی هستند، باید با بیشترین برچسب‌های آنتروپیک آغاز کنیم و به کمترین مقدار آن برسیم. از این دیدگاه، مرحله بالایی فقط یک یا صفر است (یا همان درست یا نادرست). ولی در پایین، همه چیز به نظر کاملاً نامرتب باشد. به‌ویژه، ما احتمالاً نباید برچسب‌های حفظ‌مقوله (مانند ترکیب) را در بالا پیدا کنیم، به این سبب که فراوانی آن‌ها باید در پایین اشتقاق باشد. این موضوع کاملاً درست به نظر می‌رسد (ترکیبات در انتهای مسیرهای اشتقاقی قرار دارند)، ولی این پرسش را ایجاد می‌کند که ترکیب‌بندی، چه نوع برچسب‌گذاری‌ای باید داشته باشد؟ یعنی برخلاف ادغام سنتی یا جدیدی که مورد نظر چامسکی است، و همچنین آنتروپیک‌تر.

در این رابطه، توجه داشته باشید که ماتریس اجماعی<sup>۱</sup> آنتروپیک‌ترین راه‌حل است، به این سبب که نه ابعاد و نه خواص اصلی ترکیب را تغییر نمی‌دهد. از دیدگاه گروه چامسکی-پائولی، یک ترکیب اسم-اسم (یا هر ترکیب دیگری که شامل ماتریس‌هایی با شناسه‌های یکسان است) باید تقریباً همان آنتروپی ما را در این محفل ایجاد کند: اگر «مرد» داشته باشیم، از جنبه نحوی از «مرد برفی» کمتر آنتروپیک‌تر نیست. ممکن است از نظر معنایی کمتر آنتروپیک باشد، ولی نه از نظر نحوی. نکته قابل توجه در این موضوع این است که ترکیب، برهم‌نهی (مجموع<sup>۲</sup>) ماتریس‌ها است. گزینه کمتر آنتروپیک بعدی باید ضرب ماتریسی (اسکالر) باشد، که ابعاد را تغییر نمی‌دهد - حتی اگر شناسا یا برچسب را تغییر دهد. این البته برای ما قلمرو آشنایی است: خود-ادغامی اسم‌ها با ضرب، که به سادگی آنتروپیک‌ترین گزینه است.

این به‌نوبه خود مستقیماً ما را به سوی موضوعی می‌کشاند که از دغدغه‌های اصلی پژوهش حاضر است: تعمیم ادغام، از ضرب ماتریسی به تنسورسازی. در این جا نخستین چیزی که شایسته است در نظر داشته باشیم این است که ما متمایسیم تا دو ویژگی اساسی تنسورسازی را با هم ترکیب کنیم: الف) محافظه‌کاری (همه اطلاعاتی که در اختیار داشتیم باقی می‌ماند) و ب) انبساط‌بُعدی. آنچه جالب توجه است این است که بدون دومی، اولی نمی‌توانست اتفاق بیفتد. حال، وجود ویژگی نخست به ما می‌گوید که تنسورسازی کمتر آنتروپیک است. دلیلش هم آن است که در بردارنده اطلاعات بیشتری است. همان‌گونه که در نحو ماتریس به آن پرداخته شده‌است، این

1. matrix addition  
2. sum

موضوع انفجار اطلاعاتی<sup>۱</sup> ایجاد می‌کند. راه‌حل موجود در نظریه اطلاعات (کوانتومی یا غیر کوانتومی) آشناست: باید فشرده‌سازی انجام شود. در واقع، یکی از مهم‌ترین نتیجه‌گیری‌ها این است که فقط آن دسته از ترکیب‌هایی (از زنجیره‌ها یا مشخص‌گرها)، که یافته‌ها قابل فشرده‌سازی به دست می‌دهند، دستوری هستند.

بنابراین در این مفهوم گسترده، نظام زبانی در واقع عملیات ترکیبی تعمیم‌یافته‌ای به ما تحویل می‌دهد، اگرچه این گزینه را داریم که آن را ادغام‌ننامیم؛ زیرا شامل ترکیب، ادغام برونی و ادغام درونی است. می‌توانیم آن را به عنوان یک عملیات ترکیبی در نظر بگیریم، و با فرض کاهش اطلاعات، به صورت‌بندی‌های جبری و ریاضیاتی اجازه دهیم کار را انجام دهند. از این منظر، این سه حالت عبارت‌اند از جمع، ضرب، تنسورسازی؛ که همیشه در فضای جبری‌ای که گروه چامسکی/پائولی فراهم می‌سازد فعالیت می‌کنند، نه بیشتر و نه کمتر. این در واقع یکی از راه‌های نگرستن به مسئله ادغام عام خواهد بود. همچنین، می‌توانیم دو احتمال دیگر را نیز در نظر بگیریم.

نخست، مشاهده کنید که مجموع خالص، و ترکیبات برهم‌نهی که ایجادکننده مشخص‌گرها هستند، هر دو برهم‌نهفته‌هایی در فضاهای هیلبرت هستند. نگارندگان معتقدند که مجموع ترکیبی منجر به استعاره می‌شود، در حالی که زایش مشخص‌گرها منجر به تولید زنجیره می‌شود. احتمالاً درهم‌تنیدگی‌های بلندمرتبه‌تری نیز وجود دارد (مانند کنترل<sup>۲</sup>، حذف<sup>۳</sup>، شکاف‌های انگلی<sup>۴</sup>، ترجیح برای خوانش‌های متفاوت: برای نمونه در برهم‌کنش‌های کمیت‌نما، که آشکارا نشان می‌دهند که بازنمایی‌ها مانند امواج چگالی کوانتومی<sup>۵</sup> رفتار می‌کنند، درست مانند آزمایش دو شکاف<sup>۶</sup>). دوم، این ایده که اشتقاق آنتروپی را کاهش می‌دهد، احتمالاً در نهایت یک اصل نیست، بلکه به‌طور کلی یک ویژگی عمیق‌تر خود آنتروپی است، زیرا به درهم‌تنیدگی اطلاعات<sup>۷</sup> مربوط می‌شود. ولی همان‌گونه که توسط اوریاگراکا (Uriagereka, 2016) پیشنهاد شده است، اگر ما ثابت پلانک<sup>۸</sup> را نادیده بگیریم، معادله شروودینگر می‌تواند به‌طور معناداری در مورد نحوه سازماندهی اطلاعات به وسیله زبان اعمال شود.

حال، با توجه به فرگشت قوه نطق (زبان)، بسیاری (Berwick, & Chomsky, 2015; Chomsky et al., 2019; Chomsky, 2021b; Barzegar, 2019; 2021; 2023;

---

1. information explosion
2. control
3. ellipsis
4. parasitic gaps
5. quantum density waves
6. double-slit experiment
7. information entanglement
8. Planck's constant

Barzegar & Dabir-Moghaddam، در نوبت چاپ) استدلال کرده‌اند که زبان برای ارتباط فرگشت نیافته‌است و خاستگاه آن از جهشی ژنتیکی<sup>۱</sup> (و نه انتخاب طبیعی<sup>۲</sup>) و در راستای اقناع فرض کمینه‌گرای قوی، یعنی همان برآورده کردن شروط رابط‌ها، بوده‌است.<sup>۳</sup> با تکیه بر استدلال‌های پیشین ما پیرامون مبانی ریاضیاتی ضرب ماتریسی و تنوسازی (ادغام عام)، بر این باوریم که شواهد قابل توجهی وجود دارد که بپذیریم ادغام عام برای نخستین بار در تقویم فرگشتی نمایان شد و به صورت جزئی‌تر، به نظر می‌رسد که ادغام اولیه ممکن است ابتدایی‌ترین و مقدماتی‌ترین بوده باشد. چنین می‌نماید که سیستم راه‌حلی برای فشرده‌سازی اطلاعات و بُعدها<sup>۴</sup> پیدا کرده، حال چه از طریق جهش ژنتیکی یا هر سازوکار فرگشتی دیگری. منطقی است که بیندیشیم در ابتدا، تنها ادغام اولیه وجود داشت که خود به وسیله یک جهش ژنتیکی انقلابی، فرگشت یافته بود؛ که مسئله جهش و چگونگی آن در برویک و چامسکی (Berwick, & Chomsky, 2015) به تفصیل شرح داده شده‌است. باین حال، آن‌ها فقط فرگشت یک عملیات واحد را در نظر می‌گیرند: یعنی ادغام. ولی بر خلاف آن‌ها، ما معتقدیم که ادغام اولیه ابتدا نمایان شد و انسان را قادر ساخت تا اقلامی را از واژگان **فرا فکون** کند. اصل وجود واژگان خود می‌تواند به دلیل پدیده‌های ادغام-ویژه در سطوح میکروسکوپی باشد. موضوعاتی که در ریزنحو و صرف توزیعی مورد بحث قرار گرفته‌اند. ولی نگارندگان معتقدند که اگر واژگان واقعاً یک ابژه نحوی باشد، پایه‌های آن بر اساس ویژگی‌های ادغام عام و خاص بنا نهاده شده‌است (برای آگاهی بیشتر نگاه کنید به اثر برزگر (Barzegar, 2019; 2023)). بنابراین، در این معنا، آن‌ها (ادغام عام و خاص) هر دو در مقیاس‌های کلان و خرد عمل می‌کنند. البته این مورد نیازمند توجه و تحلیل پیچیده از سوی زبان‌شناسان نظری و همچنین زبان‌شناسان زیستی است. باین حال، ادغام اولیه به تنهایی نمی‌تواند برگشت پذیر باشد. بنابراین، جایگاه مشخص‌گر نتیجه فرگشت دگردادام بود. اکنون، از میان این دو، به نظر می‌رسد که طبیعت اصول ۳ و ۴ را در نحو ماتریس ترکیب کرد، که ما در پژوهش حاضر برخی شواهد ریاضیاتی-فیزیکی آن را شرح دادیم.

بنابراین، ابتدا ادغام عام فرگشت پیدا کرد و بلافاصله پس از آن، برای تحقق آنچه که می‌توان سازوکارهای «به‌روزرسانی» نامید، ادغام خاص در نظام زبانی نمایان شد. چنین دستگامی قویاً نشانگر این است که طبیعت نیازی به دلایل ارتباطی برای فرگشت زبان انسان خردمند نداشته‌است. ما با برزگر و دبیرمقدم (زیرچاپ) موافقیم که فرگشت قوه نطق دارای مزایای شناختی بوده و

1. genetic mutation

2. natural selection

۳. برای تجزیه و تحلیل دقیق و تفصیلی این موضوع در دو زبان فارسی و انگلیسی نگاه کنید به برزگر (Barzegar, 2019).

4. dimensions

همواره پیشرانۀ قدرتمندی برای نظامی ذهنی در سطح انسان خردمند بوده است. در این مرحله، ما همچنین می‌توانیم جایگزینی را برای فرضیه مورد اشاره، که در پژوهش حاضر تبیین شده است، مطرح کنیم. به هر روی، در علم، همه چیز در بهترین حالت، یک نظریه است. بنابراین، آنچه می‌تواند حدس نسبتاً قابل قبولی باشد، اولویت دادن به مرحله فرگشتی ادغام اولیه است، بدون توجه به هر گونه دغدغه برای عملیات هوشمند ترکیبی ادغام عام. همچنین می‌توان در مورد حذف انتخاب طبیعی به عنوان یک عامل حیاتی فرگشتی در طراحی زبان، تردیدهایی ایجاد کرد. با این حال، اگر از انتخاب طبیعی استقبال کنیم، این احتمال را می‌پذیریم که ارتباط نقش غیر قابل انکاری هم در برونی‌شدگی و هم در دستور جهانی داشته است. برای جالب‌تر کردن (یا حتی ترسناک‌تر کردن) مسائل، می‌توانیم بررسی کنیم چرا طبیعت عملیات هوشمندی مانند ادغام عام را برای انسان خردمند به‌رمغان آورده است. ما بخشی از مزایای ریاضیاتی این مهم را در کار خود دیده‌ایم، اما این پرسش که آیا ارتباط نقشی داشته است یا خیر، هنوز می‌تواند محل بحث باشد. بیان این نکته الزامی به نظر می‌رسد که چامسکی همواره کوچک‌ترین احتمال ممکن برای دخالت ارتباط در فرگشت قوه نطق را به شدت رد کرده است. با این حال، ما در این جا موضع **محتاطانه تری** نسبت به چامسکی در نظر می‌گیریم. با توجه به محدودیت‌های فضا، از پرداختن به جزئیات بیشتر پرهیز می‌کنیم.<sup>۱</sup>

#### ۴. نتیجه گیری

همان گونه که اشاره شد، ادغام عام و خاص گزینه‌ای جز عملکرد براساس شرط شناسا بودگی و بهینگی کوانتومی ندارند، از این رو عملیاتی مانند ادغام موازی<sup>۲</sup>، ادغام جانبی<sup>۳</sup>، ادغام دوقله<sup>۴</sup> و دیرادغام<sup>۵</sup> در فرضیه ما نمایان نمی‌شوند. خوش آمدگویی به هر یک از عملیات مورد اشاره مستلزم پذیرفتن جزئیات پیچیده‌ای در طراحی کلی قوه نطق است که از بنیان‌های اصلی کمینه‌گرایی به دور است. افزون‌بر این و مهم‌تر از آن، چنین می‌نماید که عملاً و از نظر فنی هیچ عملیات واحدی در اشکال مورد اشاره ادغام وجود ندارد که مبانی ریاضیاتی آن در ادغام عام و خاص مورد بحث و

---

۱. به نظر می‌رسد که بهینگی محاسباتی در مقایسه با بهینگی ارتباطی همواره پیروز است. حتی اگر فعل پیونددهنده را با کوتاه‌ترین فاصله خطی جابه‌جا کنیم، طراحی زبان چیز دیگری را نشان می‌دهد. تنها حرکت سلسله‌مراتبی مجاز است، مطابق با آنچه که بهینگی محاسباتی نامیده می‌شود، در حالی که نظم خطی (بهینگی ارتباطی) هرگز برای نوزادان یا حتی بزرگسالان یک گزینه نیست.

2. Parallel Merge

3. Sideways Merge

4. Double peak creating Merge

5. Late Merge

بررسی قرار نگرفته باشد.<sup>۱</sup> ادغام اولیه (ضرب ماتریسی) ابعاد سیستم را کاهش نمی‌دهد یا از بین نمی‌برد، در نتیجه هیچ زنجیره‌ای ایجاد نمی‌گردد و به دنبال آن، ادغام عام متمایل است تا ابعاد سیستم را دست‌نخورده نگه دارد، بنابراین دوباره هیچ زنجیره‌ای (گره شروودینگر و فراتر از آن) ایجاد نمی‌کند. با این حال، به محض اینکه تنسورسازی وارد بازی شود، دگرادغام ابعاد را از بین می‌برد. نتیجه آنکه، از یک سو، به نظر می‌رسد که ادغام عام دائماً در تلاش است تا سیستم را پویا و پایدار نگه دارد و از این منظر، همان‌گونه که پیش‌تر در مبانی ریاضیاتی آن نشان دادیم، انتخاب هوشمندانه خود را برای تغییر از ادغام اولیه (ضرب مانریسی) به دگرادغام (ضرب تنسوری) حفظ می‌کند. از این رو، منطقی است که نظام زبانی برای حفظ عملکرد خود نیاز به نوسان<sup>۲</sup> خاصی داشته باشد که از سخن گفتیم. ما همچنین پیرامون فرگشت یک نظام شناختی به جای نظام ارتباطی به بحث پرداختیم، که به نظر می‌رسد ساختار درونی آن کاملاً شروط تحمیلی توسط ادغام عام و خاص را برآورده می‌سازد؛ شروطی که با برهم‌نهی کوانتومی و اصول ریاضیاتی‌ای مانند ضرب ماتریسی و تنسورسازی در ذهن مطابق‌اند.

## References

- Barzegar, M. (2019). Looking at language through a biological lens; Toward a solution for the Unification Problem. *The Tenth International Iranian Conference on Linguistics*. Tehran: Allameh Tabataba'i Publications. [In Persian]
- Barzegar, M. (2021). Remarks on Language Evolution. *The 12th interdisciplinary seminar of Iran's Brain Mapping Center: National Brain Mapping Laboratory (NBML) documents and recordings*.
- Barzegar, M. (2023). General and Special Merge. *The first international conference on the science of language and the brain: Advances in Cognitive Sciences*.
- Barzegar, M., & Dabir-Moghaddam, M. (Under Press). Biological Foundations of Syntax *Language Science*. [In Persian]
- Berwick, R. C., & Chomsky, N. (2015). *Why Only Us: Language and Evolution*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Bishop, R. C., & Atmanspacher, H. (2012). The causal closure of physics and free will. In *Oxford University Press eBooks* (pp. 101–111).  
<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195399691.003.0005>
- Chomsky, N. (1995) The Minimalist Program. The MIT Press, Cambridge.
- Chomsky, N. (2000). *The Architecture of Language*. Oxford University Press.
- Chomsky, N. (2019). *The UCLA Lectures*. Lectures transcribed and edited by Robert Freidin. Retrieved from <<https://ling.auf.net/lingbuzz/005485>>.
- Chomsky, N. (2021a). The Linguistic Society of Japan talk. Retrieved from <<https://ls-japan.org/en/>>

۱. رسانابودگی، همراه با دیگر اصل‌ها و بُنداشت‌ها، می‌تواند عملیاتی مانند ادغام موازی را از میان بردارد: ادغام عام شامل تمام موارد مورد اشاره می‌شود.

- Chomsky, N. (2021b). *The Minimalist Program in 2021*. Allameh Tabataba'i Talk with Mohammad Dabir-Moghaddam and Mostafa Barzegar. Organized by the Linguistic Society of Allameh Tabataba'i University.
- Chomsky, N., Ángel J. Gallego, A. J., & Ott, D. (2019). Generative Grammar and the Faculty of Language: Insights, Questions, and Challenges. *Catalan Journal of Linguistics*, 229–261. <https://doi.org/10.5565/rev/catjl.288>
- Chomsky, N. Seely, D. Berwick, R. (2023). *Merge and the Strong Minimalist Program*. MIT Publication Press.
- Dabir-Moghaddam, M. (2004). Theoretical Linguistics : Emergence and Development of Generative Grammar. *Samt* [In Persian]
- Dabir-Moghaddam, M. (1990). About /ra/ in Persian Language. *Zabânšênâsi*. 7(1). pp. 1-60. SID. <https://sid.ir/paper/431030/fa> [in Persian]
- Karimi, Simin (2005). *A Minimalist Approach to Scrambling: Evidence from Persian*. Berlin: Mouton de Gruyter.
- Karimi, Simin (2018). Generative Approaches to Syntax. *The Oxford Handbook of Persian Linguistics*. Anousha Sedighi (ed.), Pouneh Shabani-Jadidi (ed.). Oxford: Oxford University Press. pp. Pages 161–204. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198736745.013.7>
- Komachi, M., Hisatsugu K., Asako U., and K. Takita. (2019). Generative Procedure Revisited. *Reports of the Keio Institute of Cultural and Linguistic Studies* 50, 269-283. <https://doi.org/10.14991/005.00000050.0269>
- Krivochen, D. G. (2014). Language, chaos and entropy: A physical take on biolinguistics. *Iberia-International Journal of Theoretical Linguistics*, 6, 27-74. <https://revistascientificas.us.es/index.php/iberia/article/view/3006>
- Krivochen, D. G. (2018) *Aspects of emergent cyclicality in language and computation*. PhD thesis, University of Reading
- Krivochen, D. G. (2022). Towards a theory of syntactic workspaces: Neighborhoods and distances in a lexicalised grammar. *The Linguistic Review*, 40(2), 311-360. <https://doi.org/10.1515/tlr-2023-2004>
- Orús, R., Martin, R., & Uriagereka, J. (2017). Mathematical Foundations of Matrix Syntax. Ms. <https://arxiv.org/abs/1710.00372>
- Uriagereka, J. (1988). *On Government*, PhD dissertation, UConn. <https://digitalcommons.lib.uconn.edu/dissertations/AAI8905987/>
- Uriagereka, J. (1997). Multiple Spell-Out. *Groninger Arbeiten Zur Germanistischen Linguistik* 40, 109–135. <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=2459261>
- Uriagereka, J. (1999). *Multiple spell-out*. In *Working Minimalism*, edited by Samuel David Epstein and Norbert Hornstein, chapter 10. . Cambridge, MA: MIT Press.
- Uriagereka, J. (2016). *On the Algorithmic Beauty of Language*. A Lecture in IAI Colloquium, University of Maryland.
- Uriagereka, J. (2018). *Biolinguistic Investigations and the Formal Language Hierarchy*. Routledge Leading Linguists. New York: Routledge.
- Shafai, I. and Dabirmoghaddam, M. (2019). A Syntactic Analysis of Ergative Case Marking in some Iranian Languages: A minimalist View. *ZABANPAZHUHI (Journal of Language Research)*, 11(31), 77-108. [In Persian] doi: 10.22051/jlr.2018.17217.1415