Advances in Cognitive Sciences
Vol 26, No. 3, Autumn 2024
Research Article
Pages 88-101

Investigating brain responses to topicalization processing in Persian based on Friederici's model

Delangiz Dalir[1], Mehdi Purmohammad[2*], Arsalan Golfam[3], Reza Khosrowabadi[4], Mahnaz Karbalaei Sadegh[5]

1. PhD Student of Department of Linguistics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Researcher of Special Education, Faculty of Education, University of Alberta, Alberta, Canada
3. Associate Professor of Department of Linguistics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
4. Associate Professor of Institute for Cognitive and Brain Science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
5. Assistant Professor of Department of Linguistics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Recieved: 14 Jun. 2024
Revised: 17 Nov. 2024
Accepted: 19 Nov. 2024

Keywords
Psycholinguistics
Linguistics
Topicalization
Interrogative complements
Event-related potentials

Corresponding author
Mehdi Purmohammad, Researcher of Special Education, Faculty of Education, University of Alberta, Alberta, Canada

Email: Purmoham@ualberta.ca

doi.org/10.30514/icss.26.3.88

Abstract

Introduction: In Persian discourse, characterized by a Subject-Object-Verb (SOV) word order, the positioning of interrogative complements or prepositional objects is crucial for discourse structure and speech markers. These elements often appear in a focal position after the object but can be moved within the sentence and discourse. This movement is significant for discourse analysis and creating marked structures, particularly when these elements are placed at the beginning of sentence.

Methods: This study investigates the processing of discourse comprehension in Persian by topicalizing interrogative complements using Event-Related Potentials (ERPs). Following Friederici's language processing model (1995), the focus is on the N200 component in the anterior left hemisphere. Four different positions of the interrogative complement within sentences were examined.

Results: Analysis of the ERPs revealed distinct brain responses associated with the topicalization of interrogative complements in Persian. Specifically, when the interrogative complement was moved to the beginning of the sentence in a topicalized position, a notable increase was observed in N200 amplitude in the left anterior region. These findings indicate that the topicalization of interrogative complements in Persian creates a marked structure with altered neural correlates, reflecting its communicative and discourse-related significance.

Conclusion: The study demonstrates that the movement of interrogative complements in Persian to achieve topicalization affects neurophysiological processes, particularly evidenced by changes in N200 amplitude. This supports the hypothesis that topicalization in Persian serves discourse and communicative functions. These findings contribute to our understanding of how sentence structure variations in Persian are reflected in neurophysiological responses.

Citation: Dalir D, Purmohammad M, Golfam A, Khosrowabadi R, Karbalaei Sadegh M. Investigating brain responses to topicalization processing in Persian based on Friederici's model. Advances in Cognitive Sciences. 2024;26(3):88-101.

Extended Abstract

Introduction

The ability to move elements within a sentence structure, known as topicalization, is a fundamental characteristic of natural languages and plays a crucial role in discourse analysis and understanding. In Persian, interrogative complements generally appear in a post-object position and can be moved to different locations within a sentence, significantly impacting discourse and communicative dynamics. This syntactic flexibility is particularly

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

relevant for creating marked structures that serve specific communicative functions, such as emphasizing or clarifying information.

This study's primary aim is to examine how the brain processes the movement of interrogative complements to the sentence-initial position in Persian, utilizing ERPs to capture the neural responses associated with this syntactic operation. The focus is on the N200 component, a neural marker associated with detecting syntactic anomalies and structural parsing, located in the left anterior region of the brain. Friederici's language processing model, postulating that this component is crucial for structural information processing, provides the theoretical framework for this investigation.

Methods

Four different syntactic conditions, each involving repositioning the interrogative complement, were designed to investigate the neural mechanisms underlying topicalization in Persian. For each condition, 50 sentences were created, resulting in a total of 200 sentences. These sentences were presented to participants on a computer screen in a controlled experimental setting. Participants were instructed to read the sentences silently while maintaining minimal facial and lip movement to ensure the accuracy of the electroencephalogram (EEG) recordings.

The experimental procedure involved displaying sentences one at a time, each being broken down into constituent phrases. Participants' brain responses were recorded using a 64-electrode EEG cap, focusing on the N200 component. The primary task for participants was to comprehend the sentences without vocalizing them, thereby isolating the cognitive processes involved in syntactic parsing and comprehension.

The EEG data were preprocessed to remove artifacts and noise, ensuring that the recorded ERPs accurately reflected the brain's response to the syntactic manipulations. The analysis focused on the N200 component, which was expected to show variations in amplitude depending on the syntactic condition. Statistical analyses were conducted using SPSS-27 software, comparing the ERP responses across the different conditions to identify significant differences in brain activity related to the topicalization of interrogative complements.

Results

The findings reveal that the topicalization of interrogative complements in Persian leads to distinct neural responses, as evidenced by variations in the N200 component. Specifically, when the interrogative complement is moved to the beginning of the sentence, there is a significant increase in the N200 amplitude in the left anterior region of the brain. This suggests that the brain recognizes this syntactic movement as a marked structure, requiring additional cognitive resources for processing.

These results support the hypothesis that the topicalization process in Persian is not merely a surface-level syntactic change but involves deeper neurophysiological mechanisms. The increased N200 amplitude indicates that the brain engages in more intensive structural parsing and anomaly detection when dealing with sentences that deviate from the canonical SOV order.

The study's findings have significant implications for our understanding of language processing and the neurobiological basis of syntax. The increased N200 amplitude associated with the topicalization of interrogative complements suggests that the brain's response to syntactic movement is consistent with Friederici's language processing model. This model posits that the left anterior region of the brain plays a crucial role in handling structural information and detecting syntactic anomalies.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

Moreover, the study highlights the importance of marked structures in communication. By repositioning interrogative complements to the beginning of a sentence, speakers can create emphasis and clarity, facilitating more effective discourse. The neural evidence provided by this study underscores the cognitive effort involved in processing these marked structures, reflecting the brain's capacity to adapt to syntactic variability in language.

In addition, the findings contribute to the broader field of psycholinguistics by providing empirical evidence of the neurophysiological processes underlying syntactic movement. This research bridges the gap between linguistic theory and cognitive neuroscience, demonstrating how abstract syntactic operations are realized in the brain.

Conclusion

In conclusion, this study provides compelling evidence that the topicalization of interrogative complements in Persian involves distinct neurophysiological processes, as indicated by variations in the N200 component. The results align with Friederici's language processing model, highlighting the brain's role in structural parsing and anomaly detection. These findings enhance our understanding of the cognitive mechanisms underlying language processing and underscore the significance of marked structures in communication.

The implications of this research extend beyond Persian, offering insights into the universal principles of syntax and discourse processing in natural languages. By elucidating the neural basis of topicalization, this study contributes to the broader endeavor of understanding the intricate relationship between language and the brain.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The ethical conduct of this study adhered to the highest standards of research integrity. All participants provided informed consent prior to their inclusion in the study, ensuring that they were fully aware of the nature and purpose of the research. The study design included measures to protect the privacy and confidentiality of participant data. Participants were tested individually in a quiet, dimly lit room to ensure their comfort and minimize distractions. They were also instructed to avoid consuming any substances that might affect nervous system or cognitive functions for 24 hours before the experiment. Additionally, the study was approved by the Ethics Committee of Shahid Beheshti University, with the approval ID: IR.SBU.REC.1402.099, ensuring that all procedures comply with ethical guidelines for research involving human subjects.

Authors' contributions

The first author wrote the draft paper. After reviewing and applying some corrections by other authors, the second author compiled the final version.

Funding

This research has been done at the author's expense.

Acknowledgments

This Article is a part of my PhD dissertation. The authors appreciate all experts and professors for their advice.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

مجله تازه‌های علوم شناختی
دوره ۲۶، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳
صفحات ۱۰۱-۸۸
مقاله پژوهشی

بررسی پاسخ مغزی به فرآیند مبتداسازی در زبان فارسی بر مبنای مدل Friederici

دل‌انگیز دلیر[۱]، مهدی پورمحمد[۲*]، ارسلان گلفام[۳]، رضا خسروآبادی[۴]، مهناز کربلائی صادق[۵]

۱. دانشجوی دکتری زبان‌شناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. پژوهشگر آموزش ویژه، دانشکده آموزش، دانشگاه آلبرتا، آلبرتا، کانادا
۳. دانشیار گروه زبان‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۴. دانشیار گروه علوم شناختی و مغز، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۵. استادیار گروه زبان‌شناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۵
اصلاح نهایی: ۱۴۰۳/۰۸/۲۷
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۹

واژه‌های کلیدی
روان‌شناسی زبان
زبان‌شناسی
مبتداسازی عنصر پرسشی
پتانسیل وابسته به رویداد (ERPs)

نویسنده مسئول
مهدی پورمحمد، پژوهشگر آموزش ویژه، دانشکده آموزش، دانشگاه آلبرتا، آلبرتا، کانادا

ایمیل: Purmoham@ualberta.ca

doi.org/10.30514/icss.26.3.88

چکیده

مقدمه: در گفتمان زبان فارسی که ترتیب کلمات آن از نوع (فاعل مفعول فعل) است، متمم پرسشی، یا مفعول حرف اضافه‌ای معمولاً پس از مفعول در جایگاه کانونی قرار می‌گیرند. با این حال، امکان جابه‌جایی این عبارت به مکان‌های دیگر در داخل جمله و گفتمان وجود دارد که این جابه‌جایی از اهمیت ویژه‌ای در تحلیل گفتمان و شاخص‌های گفتاری برخوردار است. یکی از اهداف این جابه‌جایی، حرکت عنصر جمله به ابتدای جمله می‌باشد که در تحلیل گفتمان به دلایل کلامی و ایجاد ساختار نشان‌دار مورد بررسی قرار می‌گیرد. هدف این مطالعه، بررسی پردازش درک گفتمانی مبتداسازی جابه‌جایی متمم پرسشی در زبان فارسی با استفاده از پتانسیل‌های مرتبط با رویدادها بود.

روش کار: این مطالعه بر روی بخش قدامی نیمکره چپ مولفه (N200) تمرکز دارد، که طبق مدل مطرح شده توسط Friederici در پردازش زبان (۱۹۹۵) ارائه شده است. چهار جایگاه مختلف متمم پرسشی در زبان فارسی مورد بررسی قرار گرفته است و ۵۰ جمله برای هر شرایط آزمایشگاهی ساخته شده است و جملات در صفحه نمایش به صورت سازهای ارائه شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که مبتداسازی متمم پرسشی به منظور برآورده‌سازی دلایل گفتمانی یا کلامی باعث پاسخ مغزی متفاوت می‌گردد بدین صورت که افزایش دامنه N200 در بخش قدامی چپ با قرار گرفتن متمم پرسشی در ابتدای جمله و در جایگاه مبتداسازی متمم پرسشی دیده شد.

نتیجه‌گیری: از این یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که فرآیند مبتداسازی متمم پرسشی در زبان فارسی بر اساس مدل مطرح شده توسط Friederici پایه نوروفیزیولوژیکی دارد و به عنوان ساختی نشان‌دار در زبان فارسی با ترتیب واژگانی متفاوت مطرح می‌گردد.

مقدمه

یکی از ویژگی‌های اصلی ساختار زبان‌های طبیعی همواره جابه‌جایی بوده است. بخشی از نظام محاسباتی عبارت است از فرآیند حرکت و جذب که در برنامه کمینه‌گرا مفروض است و در این برنامه این باور وجود دارد که سازه‌ها حتی‌المکان نباید حرکت کنند و اگر حرکتی صورت گیرد باید به تعویق انداخته شود تا زمانی که آن حرکت اجتناب‌ناپذیر است در حرکت و یا جابه‌جایی واژه یا عبارتی که یک ساختار نحوی می‌باشند، در واقع جایگاه اولیه متفاوتی در فرآیند ادغام دارند که نقش معنایی آنها را مشخص می‌کند (۱). بررسی حرکت در زبان فارسی نیز از اهمیت ویژه‌ای می‌تواند برخوردار باشد از آنجا که سخنوران این زبان به واسطه تصریف قوی می‌توانند عناصر مختلف جمله را در جایگاه‌های متفاوت به صورت دستوری در عبارات به کار گیرند. یکی از ارکان جمله با قابلیت جابه‌جایی سازه متمم پرسشی می‌باشد که عبارت است از

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

مفعول + حرف اضافه که یک عبارت پرسشی است که به واسطه حرف اضافه در ترتیب واژگانی مختلف جمله قرار می‌گیرد و این سازه جزیی از عناصر جمله است که در سوالی‌سازی و بیان تاکید می‌تواند نقش داشته باشد. قرارگیری این سازه در ابتدا جمله در بررسی فرآیند مبتداسازی می‌تواند حائز اهمیت باشد و همچنین سازوکار حرکت در حین فرآیند مبتداسازی در بزرگسالان کمک شایانی به فهم بهتر فرآیند تولید و درک گفتار خواهد نمود. به گفته Lambrecht (۱۹۹۴) مبتداسازی یکی از مباحث مطرح در جابه‌جایی می‌باشد که این مکانیسم زبانی، ترتیب بین عناصر یک جمله را تغییر می‌دهد و ساختارهای "نشان‌دار"، به عبارتی ساختارهایی که ساختار بی‌نشان را تغییر می‌دهند، را معرفی می‌نماید. مبتداسازی بخشی از اطلاعات متکلم را به جایگاه اولیه درون جمله اختصاص می‌دهد، که با هدف تسهیل فرآیند پردازش وضعیت اطلاعاتی است. مبتداسازی شامل جابه‌جایی یک عنصر ارجاعی است که باید نقش موضوع یا مفعول را در جمله داشته باشد، خارج از دامنه محتوایی که شامل آن مفعول است (۲). در فرآیند مبتداسازی، طبق اظهارات Lambrecht (۲۰۰۱)، یک عنصر ارجاعی به جایگاه اولیه جمله منتقل می‌شود، همراه با ظهور یک ضمیر هم ارجاع به آن عنصر در جایگاه بی‌نشان. به طور مثال، عبارت "چاقو ر باش بازی نکن" که به عنوان یک نمونه بیان شده است (۳). همچنین در بعضی ساختارها جابه‌جایی سازه اصلی از جایگاه اصلی به ابتدای جمله باعث ایجاد رد یا خلا در جایگاه اصلی آن سازه می‌گردد.

در پژوهش حاضر پاسخ مغزی به فرآیند مبتداسازی متمم پرسشی زبان فارسی بر پایه مدل درک گفتار Friederici مورد بررسی قرار می‌گیرد. مهم می‌باشد که خاطر نشان گردد که مبتداسازی به عنوان بخشی از عملیات جابه‌جایی سازه متمم پرسشی در نظر گرفته می‌شود و آنچه در این میان حائز اهمیت است این امر است که این جابه‌جایی به واسطه خلا که در جایگاه اصلی سازه متمم پرسشی شکل گرفته است صورت می‌پذیرد. این خلا در معنی‌شناسی به عنوان عملگر می‌باشد که در ارتباط گزاره و مبتدا نقش ایفا می‌نماید (۴). سازه متمم پرسشی در نقش مبتدا در پژوهش حاضر با توجه به صورت ارجح (بی‌نشان) و با ارجحیت کمتر (نشان‌دار) در مدل پردازش زمانی زبان Friederici مورد بررسی قرار گرفته و در صورت‌هایی که عبارت حرف اضافه‌ای در جایگاه دیگری به جز مفعول حرف اضافه‌ای واقع شده، ما آن را به نوعی تخطی از عبارت ارجح در نظر بگیریم و فرض بر این است که با جابه‌جایی سازه پرسشی در ابتدای جمله با توجه به مدل پیشنهادی Friederici وابستگی بین سازه مبتدا و جایگاه جابه‌جا شده یا خلا در فرآیند مبتداسازی باید به صورت موج منفی در بخش قدامی چپ در شرایط مورد نظر مشخص گردد (۵).

در این مطالعه ۴ جمله در نظر گرفته شد که هر جمله معرف یک شرایط می باشد که برای هر شرایط ۵۰ جمله در نظر گرفته شده است. شرایط‌ها جملاتی متشکل از ۴ واژه بودند که متشکل از فاعل، مفعول، مفعول حرف اضافه و فعل دو مفعولی می‌باشد. با استفاده از پتانسیل وابسته به رویداد (Event-related potential (ERP)) با استفاده از کلاهی مخصوص دارای ۶۴ الکترود به بررسی مفعول حرف اضافه که به صورت پرسشی می‌باشد، در جایگاه‌های مختلف در ترتیب واژگانی متفاوت در جملات پرداختیم. در این پژوهش ERPهای مربوط به کلمات هدف یا سازه متمم پرسشی مورد بررسی قرار گرفت که به منظور بررسی ارتباط ERP با میزان تاثیر جابه‌جایی متمم پرسشی از همبستگی آماری استفاده گردید و نتایج از نظر معناداری آماری با نرم‌افزار SPSS-27 مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش متشکل از ۵ بخش می‌باشد که شامل مقدمه، پیشینه مطالعات، مبانی نظری، تحلیل داده‌ها و نتیجه‌گیری است.

پیشینه مطالعات پژوهش

پیشینه مطالعات مبتنی بر مبتداسازی

سابقه پژوهش‌های مرتبط با این مطالعه در دو زمینه مبتنی بر مبتداسازی و مطالعات پاسخ مغزی، مورد بررسی قرار خواهد گرفت پژوهش در زمینه بررسی فرآیند مبتداسازی در زبان فارسی بر اساس پاسخ مغزی صورت نگرفته است و این پژوهش‌ها بیشتر در منابع خارجی در بحث جابه‌جایی مورد بررسی قرار گرفته است. در بررسی مبتداسازی، پژوهش‌ها در حوزه‌هایی مانند صورت‌گرایی و نقش‌گرایی انجام شده است که در ادامه به توضیح برخی از آنها می‌پردازیم. به عنوان مثال، دبیری‌مقدم (۲۰۱۳) به بررسی توزیع حرف نشانه پس اضافه "را" در زبان فارسی پرداخته و رفتارهای مختلف آن را در نقش‌های گوناگون نحوی و جملات نشان‌دار فارسی تحلیل کرده است (۶). او پس از بررسی تاریخچه تحول این حرف نشانه از دوره فارسی باستان تا فارسی معاصر، به نقش آن در فرایند مبتداسازی اشاره کرده است. بر اساس نظر او، گروه‌های اسمی از جایگاه‌های مختلف نحوی در جمله می‌توانند با اعمال فرایند مبتداسازی به همراه حرکت ضمیر گذار و ضمیر ناگذار، با "را" در جمله مبتدا قرار بگیرند. لذا او این حرف نشانه را به عنوان نشانه مبتدای ثانویه توصیف کرده و بیان کرده است که "را" در فارسی علاوه بر نقش آن به عنوان نشانه مفعول صریح در زمینه کلام، نقش مبتدای ثانویه‌ای نیز دارد.

Kahnamouei Pour و Shabani (۲۰۱۸) در یک پژوهش به بررسی فرایند مبتداسازی گروه‌های اسمی گسسته در زبان گیلکی و مقایسه

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

آن با زبان فارسی پرداخته‌اند (۷). آنها بررسی کرده‌اند که آیا این فرایند حاصل حرکت نحوی سازه است یا از تولید پایه‌زایشی نشأت می‌گیرد و توصیه کرده‌اند که برای ساخت مبتدا از ساخت ملکی در زبان فارسی استفاده شود.

در مقاله‌ای مرتبط با رساله دکتری خود حرکت سازه به ابتدای جمله را در فارسی بررسی و نام‌گذاری این حرکت به عنوان مبتداسازی یا کانونی‌سازی را تحلیل نموده است. به اعتقاد وی برخی از زبان‌شناسان این فرآیند را مبتداسازی و برخی دیگر کانونی‌سازی دانسته‌اند که این گوناگونی مصادیق و نام‌گذاری‌ها تشخیص نوع فرآیند مورد نظر را برای زبان‌شناسان با چالش روبه‌رو ساخته است (۸). Givon (۲۰۰۱) در پژوهش‌های خود به سازه‌هایی در زبان‌های مختلف اشاره کرده است که مبتدای جمله را نشان‌دار می‌نمایند. او باور دارد که این سازه‌ها عمدتاً با استفاده از ابزارهای نحوی، ساختار جمله را با جابه‌جایی سازه‌ها به ابتدای جمله، نشان‌دار می‌سازند (۹). او علت این جابه‌جایی سازه را در این دیدگاه می‌بیند که سازه مورد نظر برای اولین بار برای مخاطب ارائه شده و یا پس از یک مکث طولانی، دوباره به جمله وارد می‌شود.

Lambrecht (۲۰۰۱) بر اساس نظریه‌ای از ساخت اطلاعی به تحلیل فرایند مبتداسازی پرداخته است. او باور دارد که فرآیند مبتداسازی به دلیل درک بهتر و پردازش آسان‌تر مخاطب از وضعیت اطلاعاتی سازه مبتداسازی، استفاده می‌شود (۳).

پیشینه مطالعات مبتنی بر پاسخ مغزی در درک سازه جمله

پژوهش روی ERP مختص زبان با مطالعات Kutas و Hillyard (۱۹۸۰) پردازش نحوی جملات نوشتاری آغاز شد (۱۰). این پژوهشگران زمانی با ERP تولید شده برخورد کردند که آزمودنی‌ها جملات خاتمه‌یافته به یک واژه سازگار یا ناسازگار پاسخ می‌دادند. آنها هنگامی که افراد را با واژگان غیر منتظره مواجه کردند انتظار مشاهده موج مثبت P300 را داشتند در صورتی که به جای آن موج منفی که به صورت خلفی توزیع می‌شود را مشاهده کردند. این موج قسمتی از پاسخ طبیعی مغز به واژه‌ها و دیگر محرک‌های معنادار شامل شنیداری و دیداری، نشان‌های زبان اشاره، تصاویر، چهره‌ها، صداهای محیطی و بومی است (۱۱).

همچنین در این میان پژوهش‌های وسیعی در زمینه ساختار وابستگی پرکننده که همان سازه جابه‌جا شده است و خلا که رد به جای گذاشته از آن سازه می‌باشد بر اساس پاسخ مغزی صورت گرفت. در مجله زبان و مغز در پژوهشی با عنوان پاسخ مغزی به خلا پر شده از Hestvik (۲۰۰۶) بحث در مورد مسائل حل نشده در مطالعه فهم جملات پرداخته شد به منظور بررسی این موضوع که آیا پردازش خلایابی به واسطه بررسی ساختار مقولات تهی (رد) صورت می‌گیرد و یا این که آیا این پرکننده به طور مستقیم مرتبط با ساختار عنصر فعلی می‌باشد (۱۲). این بررسی به واسطه مطالعه ERP صورت گرفته است که پارادایم نقض به منظور بررسی توزیع زمانی و مکانی پاسخ مغزی به خلایابی غیر دستوری مورد بررسی قرار می‌گیرد. این پژوهش نشان می‌دهد که زودترین پاسخ مغز به نقض پارادایم به صورت (ELAN) یا موج منفی قدامی چپ زودهنگام خواهد بود. این یافته‌ها حاکی از آن است که خلایابی بیشتر به واسطه مقوله تهی پیش‌بینی شده از لحاظ ساختاری، صورت می‌گیرد تا به طور مستقیم و توسط عملیات ساختار موضوعی.

در پژوهش دیگری به واسطه Barkley (۲۰۱۵) که در پژوهش مغز به چاپ رسید به بررسی فرآیند ارجاعی در مغز انسان توسط مطالعه ERP، با پاسخ مغزی پرداخته شد (۱۳). بخش مهمی از پژوهش‌های ERP در مورد فرآیند پردازش دور می‌باشد که نشان می‌دهد در بین زبان‌ها و انواع ساختاری، دومین عنصر معمولا باعث استخراج ELAN یا موج منفی قدامی چپ می‌گردد. این‌طور فرض می‌شود که این اثر به وابستگی نحوی مرتبط نمی‌شود بلکه نشان‌دهنده عملیات شناختی عمومی می‌باشد که در آن دومین عنصر در ارتباط دورادور زبانی در سطح جمله پردازش پیوستگی با عنصر اول را نشانه می‌گیرد. در این پژوهش این فرضیه به واسطه وابستگی ارجاعی مستقیم، مقایسه ضمایر با مرجع اسم خاص و در صورت عدم حضور مرجع، اسم خاص با ضمیر هم مرجع یا بدون آن، مورد بررسی قرار می‌گیرد. این پژوهش پیش‌بینی می‌کند که LAN فازی در پاسخ به عنصر ارجاعی دومین در هر دو مقایسه فعال گردد. اما آن چه مشاهده می‌شود تنها در پاسخ ضمایر با مرجع می‌باشد. نکته حائز اهمیت در این پژوهش‌ها این است که ساختار وابستگی فعال در بزرگسالان فرآیند ساخت سازه‌ای پیش‌بینی‌کننده‌ای است که پیش از رمزگذاری اطلاعات پر کننده شروع می‌گردد و این روند ساخت سازه‌ای در حافظه کاری باقی می‌ماند.

در مقاله دیگری در زبان ماندرین با عنوان همبستگی EEG در ساختار وابستگی راه دور در واژه پرسشی، مولفه ERP در پردازش‌هایی که در زمینه درک سوالات حساس می‌باشند، مورد بررسی قرار می‌گیرد (۱۴). در این مقاله اصطلاح واژه پرسشی پوشیده در زبان ماندرینی به کار برده می‌شود به منظور جستجو در مورد این که چطور چنین مولفه‌ای در بین انواع مختلف ساختارها تعمیم می‌یابد. این پژوهش نشان می‌دهد که واژه پرسشی ماندرینی موج منفی قدامی که مرتبط با نگهداری حافظه‌ای می‌باشد را استخراج نمی‌کند حتی در زمانی که چنین وابستگی‌ای به صورت واضح مورد اشاره می‌باشد نتیجه این پژوهش نشان‌دهنده این موضوع می‌باشد که بر خلاف مطالعات پیشین هیچ

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

موج منفی قدامی پایدار در بین واژه مورد نظر و پرکننده واژه پرسشی مشاهده نگردیده است. موج منفی قدامی پایدار مرتبط با نگهداری حافظه کاری می‌باشد. همچنین در پژوهشی دیگر در این زبان با عنوان خلایابی فعال و محدودیت جزیره‌ای در پردازش، ساختار موضوع "نوع-خلا" در زبان ماندرینی به بررسی ساختار موضوع پرداخته می‌شود که آیا برگرفته از حرکت می‌باشد و همچون مبتداسازی انگلیسی وابستگی پرکننده-خلا ایجاد می‌نماید یا خیر. این مطالعه ERP این موضوع را به واسطه بررسی این که آیا محدودیت جزیره‌ای، تشخیصی برای حرکت، در طی پردازش برخط "نوع-خلا" در زبان ماندرینی می‌باشد، مورد مطالعه قرار می‌دهد (۱۵). در نتیجه این بررسی به منظور اندازه‌گیری پتانسیل رویداد وابسته ساختار موضوعی خلا در زمان واقعی و پژوهش در مورد این که ساختار موضوعی خلا آیا یک حرکت نحوی می‌باشد و وابستگی پرکننده-خلا را همچون مبتداسازی در زبان انگلیسی تشکیل می‌دهد، موج مثبت ۷۹۶-۶۷۲ میلی‌ثانیه پس از اولین فعل در جملات غیر جزیره‌ای ایجاد گردید که نشان‌گر این است که تجزیه‌کننده به صورت فعال به دنبال تعیین و بررسی ساختار وابستگی می‌باشد که این P600 به عنوان نشان‌گری در رابطه با تاثیر ممکن بودن یا غیر ممکن بودن جمله در نظر گرفته می‌شود و مهمتر این که این موج مثبت در شرایط جزیره‌ای ناپدید گردیده است که حاکی از آن است که موضوع به فعل در جزیره مرتبط نمی‌باشد. یافته‌ها حاکی از تشخیص پتانسیل رویداد وابسته متفاوت در شرایط جزیره‌ای و غیر جزیره‌ای می‌باشد و یافته‌ها منطبق با تحلیل حرکتی، می‌باشد اگر چه تنها یک نوع از محدودیت‌های جزیره‌ای و محدودیت جمله واره اسمی پیچیده، و یک نوع عبارت موصولی مورد بررسی قرار گرفته است. در پژوهش حاضر سازه جابه‌جا شده متمم پرسشی در شرایط مختلف در ترتیب واژگانی متفاوت از منظر پاسخ مغزی مورد تحلیل قرار می‌گیرد بدین منظور که مشخص گردد قرارگیری سازه متمم پرسشی در ابتدای جمله در جایگاه مبتدا چه نوع پاسخ مغزی را ایجاد می‌نماید که بر اساس مدل مطرح شده توسط Friederici این پاسخ باید به صورت موج منفی قدامی چپ در سازه جابه‌جا شده مشاهده گردد.

مبانی نظری

مبتداسازی فرآیندی است که چیدمان جمله بی‌نشان را برهم زده و ساختی نشان‌دار را ایجاد می‌نماید و در آن، صورت بنیادین جمله تغییر می‌یابد. در فرآیند مبتداسازی، سخنگو به جهت تسهیل فرآیند پردازش وضعیت اطلاعی مخاطب، بخشی از اطلاعات مورد نظر را در نخستین جایگاه در جمله قرار می‌دهد. جمله‌های ذیل نمونه‌هایی از فرآیند مبتداسازی غیر ضمیر گذار است که در آنها به ترتیب سازه‌های مفعول صریح، مفعول غیرمستقیم جایگاه نخست را در جمله به خود اختصاص داده و چیدمان جمله را نشان‌دار نموده‌اند.

۱. خرمشهر را خدا آزاد کرد.

۲. برای هومان تو بهترین هدیه را تهیه کردی.

فرآیند مبتداسازی فارسی به دو نوع ضمیر گذار و غیرضمیرگذار متمایز می‌گردد. در فرآیند مبتداسازی ضمیر گذار، عنصری زبانی از جایگاه خود به ابتدای جمله حرکت می‌کند و در جایگاه اولیه عنصر جابه‌جا شده ضمیری که هم مرجع آن است جایگزین می‌گردد. جمله زیر به عنوان نمونه‌ای از مبتداسازی ضمیر گذار است.

۴. کیفُ زیپشُ هومان بست.

در پژوهش حاضر مبتداسازی غیر ضمیرگزار متمم پرسشی در زبان فارسی بر پایه دستور زایشی Chomsky (۱۶) در مدل درک گفتار Friederici مورد بررسی قرار می‌گیرد. در دستور زایشی مشخصه جابه‌جایی را به صورت گشتار نشان می‌دهد که عنصر جابه‌جا شده در فرآیند مبتداسازی در جای اصلی سازه یک رو گرفت به جا می‌گذارد که در مقاطع پیشین دستور زایشی گشتاری پس از حرکت سازه، ردی در جایگاه اصلی آن سازه به جا گذاشته می‌شد. در این پژوهش سعی بر آن است که با بررسی فرآیند مبتداسازی متمم پرسشی، به کی یا به چه کسی، در جملات پرسشی، پاسخ مغزی به سازه جابه‌جا شده و سازه اصلی در جایگاه اولیه، به منظور بررسی فرآیند مبتداسازی با استفاده از سیگنال میانگین ERP بر اساس مدل پردازش نحوی Friederici مورد بررسی قرار می‌گیرد. ERP بخش کوچکی از ثبت‌های (EEG) هستند و همچنین منعکس‌کننده تغییرات فعالیت مغز به وسیله فعالیت خاص در لحظه معینی که در عصب‌شناسی شناختی ERP یا پتانسیل وابسته به رویداد گفته می‌شود (۱۱). در واقع ERP در پاسخ به محرک‌هایی نظیر مشاهده تصویر یا واژه بر روی نمایش‌گر برانگیخته می‌شوند. امواج مشاهده شده در طول ERP بر اساس این که بالاترین دامنه‌شان در محدوده مثبت یا منفی قرار گیرد و همچنین زمان مشاهده موج نام‌گذاری می‌شوند. برای مثال ان ۱۰۰ موج منفی‌ای می‌باشد که ۱۰۰ میلی‌ثانیه بعد از ارائه محرک مشاهده می‌گردد. با ارجاع به پردازش زبانی، چند مولفه ERP با مشخصه‌های فضایی و زمانی متفاوت مشخص شده‌اند که هر یک نشان‌دهنده سازوکارهای مجزایی هستند که در فرآیندهای نحوی یا معنایی دخیل‌اند (۱۱).

در بحث پردازش زبان همواره مدل‌های متفاوتی به منظور بررسی پردازش نحوی مطرح گردیده است که از این میان بازه زمانی فعالیت نحوی در پردازش زبانی توسط مدلی بر اساس داده‌های عصب‌روان‌شناسی و عصب فیزیولوژی برای اولین بار به واسطه Friederici (۱۹۹۸) در

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

مقاله زبان و مغز معرفی گردید. بر این اساس ما سه فاز در پردازش زبانی داریم که ماهیت دو فاز آن نحوی به حساب می‌آید (۴). یکی از مباحث مهم در بحث پردازش نحوی زبان در ساختار وابستگی پرکننده-خلا می‌باشد که در ادبیات روان زبان‌شناختی، عنصر پرسشی جابه‌جا شده یا مبتداسازی شده به طور معمول به عنوان پرکننده (Filler) که در فرآیند مبتداسازی مشهود می‌باشد شناخته می‌شود، در حالی که جایگاه اصلی آن به عنوان خلا شناخته می‌شود. پرکننده و خلا به عنوان وابسته به یکدیگر در نظر گرفته می‌شوند، زیرا تفسیر یک خلا شامل ارتباط دادن آن با پرکننده‌اش است (۱۷). اصطلاح "وابستگی پرکننده-خلا" برای تأکید بر جنبه زمانی ارتباط عبارت پرکننده با موقعیت بعدی استفاده می‌شود. در این پژوهش متمم پرسشی در جایگاه سازه مبتدا شده به عنوان پرکننده و جایگاه اصلی آن به عنوان خلا در نظر گرفته شده است. این مطالعه مولفه N200 را در چارچوب مدل Friederici در ساختار وابستگی پرکننده-خلا در مبتداسازی متمم پرسشی مورد بررسی قرار می‌دهد. در ادامه، به توضیحات دقیق‌تری از این مولفه می‌پردازیم.

N200

این مولفه (ELAN) به عنوان N2 نیز شناخته می‌شود و بسیار مورد مطالعه است. این جزء با موج منفی‌ای که ۳۵۰-۲۰۰ میلی‌ثانیه پس از ارائه محرک بیشتر در مناطق قدامی مغز مشاهده می‌شود (۱۸). در ابتدا، N200 عمدتاً به عنوان یک تشخیص دهنده عدم تطبیق مورد بررسی قرار می‌گرفت. با این حال، پژوهش‌های اخیر نقش آن را در عملکرد کنترل شناختی اجرایی و ارتباط آن با مطالعه زبان برجسته کرده‌اند (۱۸). پژوهش‌های Friederici نشان می‌دهد که این مولفه به پردازش اطلاعات ساختاری، مانند عبارات اسمی و فعلی، مرتبط است (۴). این نکته بیشتر به ماهیت مولفه N200 و نقش آن در درک و تولید زبان اشاره می‌کند.

روش کار

آزمودنی‌ها

۲۳ فرد بزرگسال (۱۰ مرد و ۱۳ زن) ۴۰-۱۸ سال با میانگین سنی ۲۵ سال، راست دست، ساکن تهران و فارسی زبان، در مقطع کارشناسی یا بالاتر، برای این پژوهش انتخاب گردید که برای هر ساعت مشارکت هدایایی مناسب آنها داده شد. رضایت‌نامه‌ای توسط آزمودنی‌ها و همچنین فرم خودارزیابی در مورد زبان، سن، مقطع تحصیلی و وضعیت سلامتی آنها پرگردید. این افراد از نظر بینایی سالم و یا اصلاح شده_ سالم می‌باشند و سابقه بیماری‌های عصبی و یا زبان‌پریشی نخواهند داشت. همچنین پیش از آزمون، به آزمودنی‌ها اطمینان داده شد که در تمامی مراحل پژوهش از ذکر نام آنها و اطلاعات شخصی ایشان خودداری می‌شود و در جای دیگری از آنها استفاده نمی‌گردد. در پژوهش حاضر از یک فرم برای آشنایی آزمودنی‌ها در خصوص روش پژوهش ERP و بی‌خطر بودن آن و عدم هرگونه عوارض جانبی بر مغز خاطر نشان گردید.

اقلام آزمایشی و طراحی آزمایش

به منظور بررسی در این پژوهش ۴ جمله در نظر گرفته شد که هر جمله معرف یک شرایط می‌باشد که برای هر شرایط ۵۰ جمله در نظر گرفته شده است. شرایط‌ها جملاتی متشکل از ۴ واژه بودند که متشکل از فاعل، مفعول، مفعول حرف اضافه، و فعل دو مفعولی می‌باشد. در این پژوهش به بررسی مفعول حرف اضافه که به صورت پرسشی می‌باشد پرداختیم که متشکل از حرف اضافه و واژه پرسشی می‌باشد. ترتیب واژگانی جملات بر اساس آن چه در گفتار گویشور فارسی زبان مورد استفاده قرار می‌گیرد انتخاب شد. طول واژگان به صورتی انتخاب گردید که در تمامی کوشش‌ها مشابه می‌باشند و در این پژوهش از واژگان بلند استفاد نشد. فاعل جملات ضمایر یا اسامی خاص کوتاه، مفعول در این پژوهش شامل یک اسم + حرف نشانه را، متمم پرسشی شامل حرف اضافه + واژه پرسشی و فعل دو مفعولی ۱ می‌باشد.

بدین ترتیب که جمله اصلی یا همان شرایط اول گویای ترتیب واژگانی پایه در زبان فارسی در گفتار است که به صورت فاعل + مفعول + متمم پرسشی + فعل می‌باشد. از آنجا که سوال اصلی این پژوهش بررسی روند مبتداسازی به واسطه جابه‌جایی متمم پرسشی در زبان فارسی است متمم پرسشی در هر شرایط عبارت حرف اضافه‌ای مورد نظر برای بررسی قرار می‌گیرد. هر جمله از ضمیر، مفعول، مفعول حرف اضافه‌ای یا متمم پرسشی و فعل تشکیل شده است و با توجه به این که زبان فارسی ضمیر انداز است و می‌تواند بدون ضمیر فاعلی جمله‌ای را به صورت دستوری ساخت یک شرایط که شامل ۵۰ جمله می‌باشد بدون ضمیر فاعلی در نظر گرفته شده است. در این جملات متمم پرسشی از جایگاه اصلی آن که بعد از مفعول در ترتیب واژگانی زبان فارسی است حرکت کرده و در جایگاه‌های مختلف در جمله قرار می‌گیرد:

در شرایط اول در جایگاه اصلی آن بعد از مفعول قرار دارد.

تو کتاب را به کی دادی؟

در شرایط دوم قبل از فاعل در ابتدای جمله به صورت مبتدا قرار دارد.

به کی تو کتاب را دادی؟

در شرایط سوم متمم پرسشی یا مفعول حرف اضافه‌ای بعد از فاعل قرار دارد.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

تو به کی کتاب را دادی؟

و در شرایط چهارم که به صورت جمله ضمیر انداز است، محرک ما در جایگاه مبتدا در ابتدای جمله قرار می‌گیرد،

به کی کتاب را دادی؟

آن چه حائز اهمیت می‌باشد بررسی روند پردازش مبتداسازی در وابستگی پرکننده-خلا در ساختارهای ذکر شده در پژوهش حاضر می‌باشد.

روند اجرای آزمایش

این مطالعه شامل ارائه متمم پرسشی به صورت سازه به سازه توسط تصویر روی یک صفحه نمایش با رزولوشن بالا بود. هر جزء به مدت ۱۰۰۰ میلی‌ثانیه نشان داده می‌شد. هر سازه با نمایش علامت "+" به عنوان نقطه تثبیت به مدت ۵۰۰ میلی‌ثانیه پس از آن دنبال می‌شد. بعد از توضیح کامل روند آزمایش به شرکت‌کنندگان، آزمایش با فشردن کلید وارد کردن توسط شرکت‌کنندگان به عنوان دستور داده شده در صفحه شروع شد. فاصله بین چشمان هر آزمودنی و صفحه نمایش به ۵۰ سانتی‌متر ثابت ماند. برای کاهش هرگونه تغییرپذیری ناشی از ترتیب جملات که می‌تواند سیگنال ناخواسته به تحلیل تفاوت‌های فردی اضافه کند، همه سوال‌ها به ترتیب تصادفی به کار گرفته شدند. سوال‌ها با رنگ سیاه روی پس‌زمینه خاکستری نمایش داده شدند. برای جلوگیری از خستگی شرکت‌کنندگان و مدیریت طول وظیفه، سوال‌ها به دو مجموعه ۱۰۰تایی تقسیم شدند و مدتی کوتاهی بین آنها به عنوان استراحت اعمال شد. شرکت‌کنندگان به صورت تک تک در یک اتاق آرام و کم نور آزمون شدند. هر جلسه آزمایشی حدود ۶۰ دقیقه به طول می‌انجامید که شامل مرحله آماده‌سازی برای انجام آزمون نیز بود. لازم به ذکر است که پیش از آزمون رضایت آزمودنی‌ها جهت انجام تست اتخاذ گردید و از آزمودنی خواسته شد ۲۴ ساعت قبل از انجام آزمایش هیچ‌گونه داروی موثر بر سیستم عصبی‌خواب و توجه مصرف ننماید.

جمع‌آوری داده‌ها

این پژوهش با استفاده از روش ERP انجام پذیرفته است که روال اجرای آن در این بخش شرح داده می‌شود: ابتدا کلاهی مخصوص دارای ۶۴ الکترود بر اساس سیستم ۲۰-۱۰ بر سر آزمودنی قرار داده می‌شود. سپس الکتروژل بر روی پوست سر تزریق می‌شود تا رسانای لازم برای ایجاد جریان الکتریکی به وجود آید. شاخص اندازه‌گیری رسانایی مطلوب عددی است که رایانه از جریان برق حاصل ثبت می‌نماید و آمپدانس نام دارد. در پژوهش حاضر تلاش شده است که آمپدانس طبق معیار جهانی زیر عدد ۵ نگاه داشته شود. با استفاده از MATLAB (MathWorks Inc., USA) و در (EEGLAB toolbox66) تحلیل داده‌های EEG و پیش‌پردازش سیگنال صورت گرفت و سپس از تحلیل مولفه‌های مستقل ((Independent Component Analysis (ICA) پردازش سیگنال EEG انجام گرفت امکان استفاده از تحلیل مولفه‌های مستقل برای جداسازی منابع دارای منشا مغزی و منابع آرتیفکتی در مقالات زیادی تایید شده است که فرضیات و شرایط مورد بررسی با خصوصیات سیگنال سازگار است داده‌ها با نرخ نمونه‌گیری ۵۱۲ هرتز با فیلتر ۱ تا ۴۰ هرتز دیجیتالی شدند جهت حذف نویز برق شهر و آرتیفکت‌های حرکتی در داده از یک فیلتر میان گذر ۱ تا ۶۰ هرتز استفاده شده است سپس مولفه‌های مستقل به دست آمده از نظر زمانی فرکانسی مکانی بررسی گردیده و بهترین مولفه دارای منشا مغزی انتخاب گردیده است. داده‌ها در مولفه مستقل از ۲۰۰ میلی‌ثانیه قبل تا ۱۰۰۰ میلی‌ثانیه در (ERPLAB Toolbox) در MATLAB سیگنال EEG جدا شده‌اند و نسبت به وقوع تحریک قفل شده‌اند و میانگین آنها به عنوان ERP محاسبه شده است. با توجه به حالت‌های مختلف جمله برای هر واژه یک کد در نظر گرفته شد که بر اساس این کدها میانگین ERP منحصرا در نظر گرفته شد. در این پژوهش ERPهای مربوط به کلمات هدف یا متمم پرسشی مورد بررسی قرار گرفت که به منظور بررسی ارتباط ERP با میزان تاثیر جابه‌جایی متمم پرسشی از همبستگی آماری استفاده گردید. امواج مغزی حاصل توسط نرم‌افزار EEGLAB تحلیل شده و نتایج از نظر معناداری آماری با نرم‌افزار SPSS-27 مورد بررسی قرار گرفت.

تحلیل داده‌ها

جهت تحلیل آماری داده‌های ERP ابتدا نرمال بودن توزیع داده‌ها با انجام آزمون کولموگروف_اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت سپس از آزمون واریانس یک طرفه (ANOVA)، تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، روش بنفرونی جهت مقایسه میانگین ویژگی‌های متغیر کمی وابسته N200 با متغیرهای مستقل شامل: متمم پرسشی بعد از فعل (BIN3) متمم پرسشی در ابتدا جمله، جایگاه مبتدا (BIN5)، متمم پرسشی بعد از فاعل (BIN10)، متمم پرسشی در جملات فاعل‌انداز در بدون فاعل (BIN13) مورد بررسی قرار گرفتند. بدین منظور الکترودها در ناحیه قدامی چپ در ELAN یا (Fp1-Af3-Af7) N200 و به عنوان نواحی هدف (Region of interest) مورد بررسی قرار گرفتند (۹).

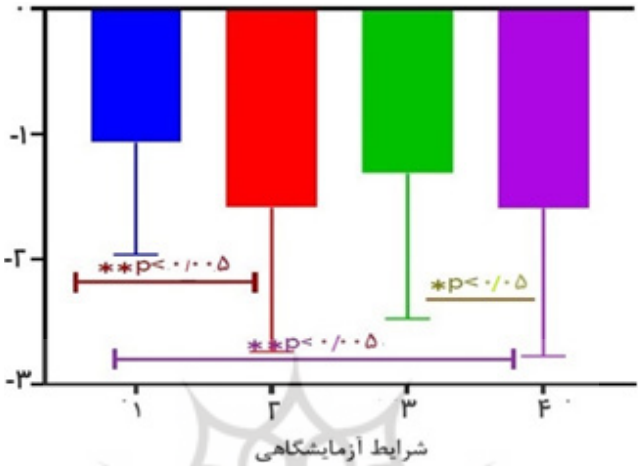
یافته‌ها

در ادامه به بحث جداول و نتایج داده‌های متمم پرسشی که نتیجه آزمون ANOVA می‌باشد و مقدار P در متغیر وابسته N200 می‌پردازیم.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

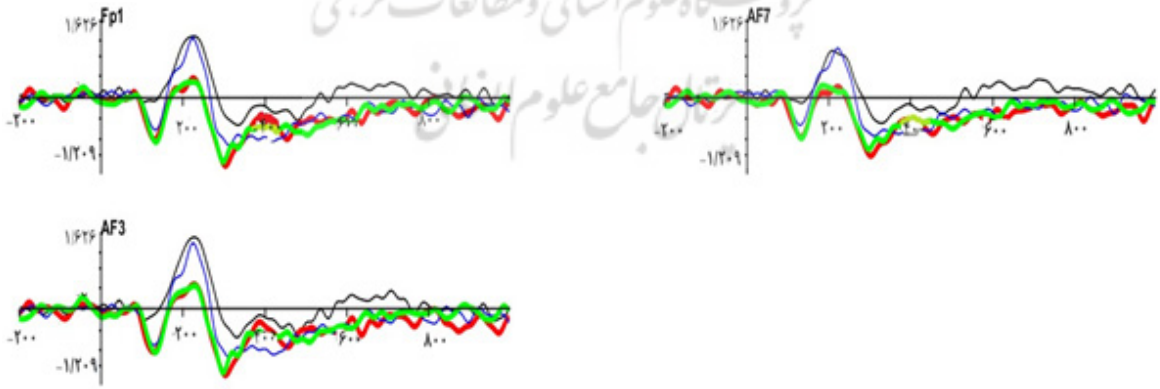
N200

در بررسی صورت گرفته مشخص گردید از آنجا که مقدار P کوچکتر از حداقل احتمال خطای نوع اول ۰/۰۵ شده است تفاوت معنادار بین شرایط ۱و ۲، ۳ و ۴، ۴ و ۱، دیده می‌شود (P<۰/۰۵). همچنین بیشترین دامنه در شرایط ۲ و ۴ دیده می‌شود که در نمودار ۱ و ۲ مقایسه وضعیت‌های آزمایشگاهی مشخص گردیده است و همچنین نمودار توپوگرافیک این دو کاندیشن در بازه زمانی ۳۰۰-۱۵۰ میلی‌ثانیه در نمودار ۴ ارائه گردیده است.



نمودار ۱. توزیع میانگین N200 در شرایط آزمایشگاهی

نمایش یافته‌ها در کانال‌های هدف

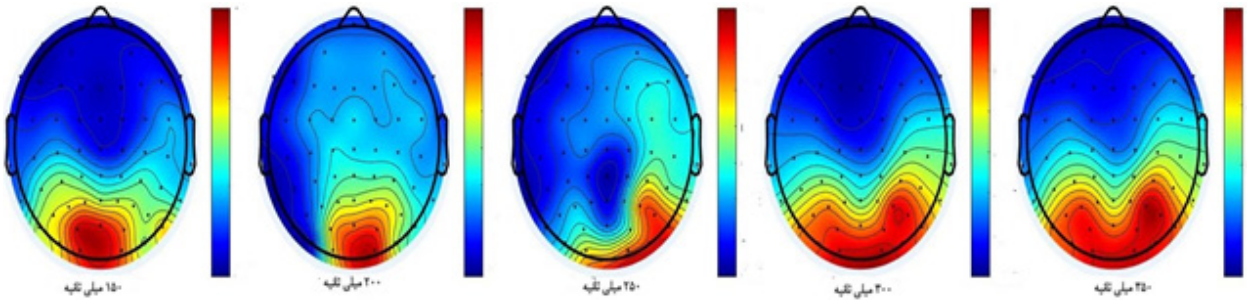


نمودار ۲. نمایش دامنه قله در کاندیشن ۲ و ۴ با رنگ سبز و قرمز در موج N200 در مقایسه با دو کاندیشن

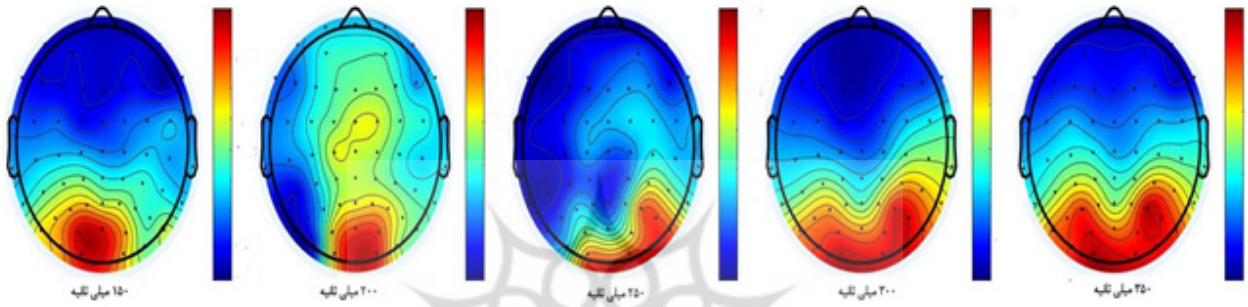
نمودار توپوگرافیک مغز

در ادامه به نمودار توپوگرافیک مغز در بازهای زمانی ۳۵۰-۱۵۰ در شرایط ۲ و ۴ می‌پردازیم.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License



شکل ۳. توپوگرافیک مغز در بازه زمانی ۳۵۰-۱۵۰ میلی‌ثانیه در شرایط ۲



شکل ۴. توپوگرافیک مغز در بازه زمانی ۳۵۰-۱۵۰ میلی‌ثانیه در شرایط ۴

بحث

بر اساس داده‌های ERP، به نتیجه می‌رسیم که خلا و ساختار وابستگی‌های پرکننده-خلا مرتبط ، در مقایسه با شکل‌گیری زنجیره‌های نحوی بین پرکننده- خلا نقش حیاتی در تجزیه و تحلیل جمله‌ها و همچنین مشخص نمودن ساخت نشاندار در فرآیند مبتداسازی دارند. از آنجا که جابه‌جایی سازه متمم پرسشی در ابتدا در فرآیند مبتداسازی جمله نوعی وابستگی پرکننده-خلا به حساب می‌آید. اهمیت زمان‌بندی در شکل‌گیری ساختار این نوع وابستگی پرکننده-خلا با نظریه نحوی زایشی در پاسخ به پدیده پرکننده-خلا در زبان‌های مختلف همراستا می‌باشد (۱۹). در مطالعه صورت گرفته همان‌طور که پیشتر ذکر گردید هدف بررسی تأثیر جابه‌جایی ساختار وابستگی_متمم پرسشی در حین فرآیند مبتداسازی بر اجزای ERP می‌باشد بدین منظور که پردازش جابه‌جایی در ساختار وابستگی‌های متمم پرسشی و همچنین واکنش‌های مغزی مرتبط را در ترتیب واژگانی متفاوت مورد بررسی قرار دهیم. تا بتوان به پرسش در رابطه با ساختار نشان‌دار در ساختار وابستگی پرکننده و خلا در ذهن سخنوران فارسی زبان پاسخ داد. با توجه به دستاوردهای به دست آمده از مولفه (N200) نتایج زیر همراستا با پرسش مطرح گردیده، به دست آمد.

مولفه N200

N200 همان‌طور که Friederici اظهار داشته بر گرفته از پردازش اطلاعات ساختار سازه‌ای می‌باشد، که شامل مبتداسازی نیز می‌باشد و آن چه از نظر Friederici در پردازش اولیه مطرح گردیده است همان برآورده کردن اطلاعات مقوله‌ای در مرحله پردازش تعریف می‌گردد و سپس نقش‌های تتایی اعطا می‌گردد. در مطالعه حاضر، قطبیت منفی پیشانی، به نام مولفه N200، یا ELAN که می‌توان در شرایط ۲ و ۴ مشاهده نمود می‌تواند همسو با فرضیه مطرح شده در این پژوهش گردد که این ساختار، ساختار نشان‌دار در زبان فارسی است. این اتفاق به دلیل تطبیق پرکننده متمم پرسشی که در ابتدا جمله به عنوان مبتدا قرار گرفته است با خلا مناسب رخ می‌دهد بدین منظور که مرجع‌ها را در حافظه کاری فعال سازد. مطالعات پیشین در ارتباط با ایجاد وابستگی در سازه بلند نشان داده‌اند که قطبیت قدامی چپ و یا N200، نمایان‌گر بار حافظه کاری فعال در ذخیره پرکننده‌ها مانند هسته اسم یک عبارت موصولی و یا یک مفعولی که در ابتدا جمله واقع شده است، می‌باشد. همچنین این مولفه در عناصر تهی که جابه‌جا شده‌اند، در زبان آلمانی مشاهده شده است (۱۸). علاوه بر این، Kutas و Kluender

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

(۱۹۹۳) یک اثر LAN با دامنه بزرگتر در سؤالات پرسشی نسبت به سؤالات با بله/خیر یافتند. در پژوهش حاضر، مشاهده کردیم که متمم پرسشی به هنگامی که انتظارات مقوله واژه‌ای را در پردازش جملات نقض می‌کند، پتانسیل N200 را برانگیخته می‌کند (۲۰). این پتانسیل نشان داده شده است که با شناسایی "خطاهای قابل تشخیص سریع مقوله واژگانی" همبستگی دارد .بر اساس پژوهش‌های Friederici، مولفه N200 در هنگام پردازش اطلاعات ساختاری مانند عبارت‌های اسمی و فعلی پدید می‌آید. Friederici (۱۹۹۲) پیشنهاد می‌دهد پس از پردازش اولیه که شامل برآورده‌سازی اطلاعات مقوله‌ای- تخصیص نقش‌های تتا انجام می‌شود (۵). با مشاهده مولفه‌های بررسی شده دریافتیم که مولفه N200 قدامی، با افزایش بزرگی دامنه در منطقه قدامی چپ (Fp1، Af7، Af3) در شرایط ۲ و ۴ مشاهده می‌شود. از آنجایی که در هنگام فرآیند ادغام، در برنامه کمینه‌گرا ، فعل به گروه حرف اضافه‌ای به منظور برآورده‌سازی اطلاعات مقوله‌ای نیاز دارد که این گروه حرف اضافه همان سازه متمم پرسشی در جمله مورد بررسی می‌باشد جابه‌جایی متمم پرسشی از جایگاه اصلی خود باعث ایجاد رد یا خلا می‌گردد که این جابه‌جایی به منظور برآورده‌سازی مشخصه پرسشی و همچنین فرآیند مبتداسازی می‌باشد. تجزیه‌کننده به هنگام برخورد با متمم پرسشی در جایگاه مبتدا در ابتدای جمله، اطلاعات پرکننده را در حافظه نحوی نگه داشته است، این جابه‌جایی در حین فرآیند مبتداسازی و جستجوی فعال برای یافتن خلا که جایگاه اصلی سازه جابه‌جا شده می‌باشد و نگه داشت اطلاعات پرکننده در حافظه تا زمانی که عنصر اصلی پیدا شود، باعث افزایش دامنه در شرایط ۲ و ۴ می‌گردد. این یافته با پژوهش‌های قبلی همراستا می‌باشد که مدعی است تجزیه‌کننده به طور فعال مقوله نحوی پرکننده (مانند عبارت اسمی) را تا رسیدن به رد یا جایگاه خلا نگه می‌دارد سپس اطلاعات معنایی دقیق را از حافظه کاری آزاد می‌کند و پس از دریافت شواهد مستقیم از جایگاه رد، آن را مجدداً فعال می‌کند (۲۱). همچنین این موج قسمتی از پاسخ طبیعی مغز به برخورد غیر منتظره واژگان است (۲۲). بنابراین، تامین اطلاعات و افزایش در دامنه N200 به جابه‌جایی متمم پرسشی و نگهداشت اطلاعات در حافظه نسبت داده می‌شود که مشخص‌کننده فرآیند مبتداسازی می‌باشد. به طور خلاصه، یافته‌های ما نشان می‌دهد که پردازش مبتداسازی متمم پرسشی شامل اثرات ERP متمایز است. مولفه N200 نشان‌دهنده پردازش اطلاعات ساختاری عبارات است و می‌توان این‌طور اظهار داشت که مطالعه ما شواهد قابل توجهی برای پردازش جملات با ترتیب واژگانی مختلف و نشان‌دار در زبان فارسی به دست آورد.

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر با استفاده از EEG، و پاسخ مغزی ERP، به بررسی و درک عمیق‌تر مبتداسازی در متمم پرسشی با توجه به جایگاهای متفاوت پرداختیم. وضوح زمانی بالا و بُعد بالای داده‌های EEG، به ما درک عمیق‌تری از فرایندهای مرتبط با فرآیند مبتداسازی به صوت فعّال و همچنین تصویر دقیقی از این فرایندها را ارائه داده است. نتایج به دست آمده فرضیات مطرح شده شواهدی در ارتباط با تشکیل ساختار وابستگی فعّال پرکننده ارائه می‌دهند که با مؤلفه‌های N200، که مؤلفه‌های ERP مرتبط با زبان هستند، نشان داده می‌شوند.

به طور خاص، مشاهده کردیم زمانی که یک متمم پرسشی در ابتدای جمله به دست می‌آید، این موقعیت به عنوان ساختار غیر ارجح یا نشان‌دار در نظر گرفته می‌شود که منجر به حفظ اطلاعات حافظه نحوی و افزایش دامنه N200 می‌شود، که نشان از چگونگی روند پردازش فرآیند مبتداسازی در متمم پرسشی دارد. اگرچه این مطالعه تحلیل‌های ارزشمندی را فراهم آورد، که با استفاده از روش‌های روش‌شناسی و نظری انجام گرفته است، محدودیت‌های نمونه‌ای کم و مشکلات داده‌ای، قدرت قاطعانه نتایج ما را محدود می‌کنند و برای تقویت ادعاهای موجود، مطالعات با اندازه نمونه‌های بزرگتر نیاز است. علاوه بر این، محدودیت طراحی در عدم وجود شرایطی که به طور مستقل اثر یکپارچه‌سازی متمم پرسشی که با دیگر عناصر جمله آزمون کند، سؤالاتی درباره زمان‌بندی و توزیع جمجمه سر از تأثیرات مشاهده شده، برمی‌انگیزد. بررسی‌های بیشتر آینده باید به سوالاتی در این رابطه پاسخ دهند. مطالعه حاضر نشان‌دهنده بررسی اولیه بر تأثیر اطلاعات معنایی و لغوی می‌باشد که در فرایندهای تشکیل ساختار وابستگی فعّال و پردازش وضعیت اطلاعاتی سازه مبتداسازی، همچنین واکنش‌های مغزی در مدل‌های زبان‌شناختی نظری، نمایان می‌شوند. این پژوهش به عنوان نقطه شروع مفیدی برای تفکیک پیچیدگی تعامل معناشناختی و نحوی و درک بهتر مبتداسازی از منظر زبان‌شناسی نظری و عصب‌شناسی عمل می‌کند و همچنین نقش حرکت سازه در جملات را مشخص می‌سازد که می‌تواند در فراهم کردن تئوری‌های جدید علم زبان‌شناسی از دیدگاه بیولوژیکی کمک کننده باشد. با این حال، به دلیل محدودیت‌های این مطالعه، نیاز به احتیاط در تفسیر نتایج وجود دارد. برای درک عمیق‌تر از مکانیسم‌های پیچیده‌ای که در حال انجام هستند، پژوهش‌های بیشتری لازم است.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق در پژوهش

اجرای اخلاقی این مطالعه بر اساس بالاترین استانداردهای یکپارچگی پژوهشی انجام شد. تمامی شرکت‌کنندگان قبل از ورود به مطالعه رضایت‌نامه آگاهانه ارائه دادند و اطمینان حاصل شد که آنها به طور کامل از ماهیت و هدف پژوهش آگاه هستند. طراحی مطالعه شامل تدابیری برای حفاظت از حریم خصوصی داده‌های شرکت‌کنندگان بود. علاوه بر این، این مطالعه توسط کمیته اخلاق دانشگاه شهید بهشتی با شناسه تأیید IR.SBU.REC.1402.099 تأیید شد و اطمینان حاصل شد که تمامی مراحل با دستورالعمل‌های اخلاقی برای پژوهش‌های مرتبط با انسان مطابقت دارد.

مشارکت نویسندگان

پیش‌نویس مقاله را نویسنده اول نوشته است. پس از بازبینی و اعمال برخی اصلاحات توسط سایر نویسندگان، نسخه نهایی با مسئولیت نویسنده دوم تدوین شد.

منابع مالی

برای انجام این پژوهش از هیچ موسسه یا سازمانی کمک مالی دریافت نشده است.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر بخشی از رساله دکتری است. از کلیه اساتید و متخصصانی که ما را با نظراتشان یاری کردند سپاس‌گزاریم.

References

1. Chomsky N. Barriers. Cambridge, MA:MIT Press;1986.

2. Lambrecht K. Information structure and sentence form: Topic, focus, and the mental representations of discourse referents. Cambridge:Cambridge University Press;1994.

3. Lambrecht K. A framework for the analysis of cleft constructions. *Linguistics*. 2001;39(3):463-516.

4. Friederici AD. The neurobiology of language processing. In: Friederici AD, editor. Language comprehension: A biological perspective. Berlin:Springer;1998. pp. 263-301.

5. Friederici AD, Frazier L. Thematic analysis in agrammatic comprehension: Syntactic structures and task demands. *Brain and Language*. 1992;42(1):1-29.

6. Dabirmoghaddam M. Typology of Iranian languages. 2nd ed. Tehran:Organization for Research and Composing University Textbooks in the Humanities (SAMT);2013. (Persian)

7. Shabani M, Kahnamouei Pour HR. Corrigendum to: Split noun phrase topicalization in Eshkevarat Gilaki. *The Linguistic Review*. 2018;35(4):625-646.

8. Gibson E, Desmet T, Grodner D, Watson D, Ko K. Reading relative clauses in English. *Cognitive Linguistics*. 2005;16(2):313-353.

9. Givon T. Syntax: A functional-typological introduction. Vol 1. Amsterdam/Philadelphia:John Benjamins;1984.

10. Kutas M, Hillyard SA. Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*. 1980;207(4427):203-205.

11. Purmohammad M. Psycholinguistics. Tehran:SAMT;2019. (Persian)

12. Hestvik A, Maxfield N, Schwartz RG, Shafer V. Brain responses to filled gaps. *Brain and Language*. 2007;100(3):301-316.

13. Barkley C, Kluender R, Kutas M. Referential processing in the human brain: An Event-Related Potential (ERP) study. *Brain Research*. 2015;143:15-25.

14. Wang HC, Lo HY. EEG correlates of long-distance dependency formation in Mandarin wh-questions. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2021;15:591613.

15. Zhou W-Y, Chow Y. Eye-tracking evidence for active gap-filling regardless of dependency length. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 2019;72(6):1297-1307.

16. Chomsky N. Lectures on government and binding: The Pisa lectures. Dordrecht (Netherlands), Cinnaminson, New

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

Jersey:Foris Publications;1981.

17. Fiebach CJ, Schlesewsky M, Friederici AD. Separating syntactic memory costs and syntactic integration costs during parsing: The processing of German wh-questions. *Journal of Memory and Language*. 2002;47(2):250-272.

18. Fodor JD. Empty categories in sentence processing. *Language and Cognitive Processes*. 1989;4(3-4):SI155-SI209.

19. Federmeier KD, Mai H, Kutas M. Both sides get the point: Hemispheric sensitivities to sentential constraint. *Memory & Cognition*. 2005;33(5):871-286.

20. Kluender R, Kutas M, Brouwer H. Event-related potentials and syntactic anomaly: Evidence of anomaly detection during the perception of continuous speech. *Language and Cognitive Processes*. 2006;21(5):608-637.

21. Swaab TY, Ledoux K, Camblin CC, Boudewyn MA. The cognitive neuroscience of syntactic processing. In: Friederici AD, editor. Language in our brain: The origins of a uniquely human capacity. Cambridge, MA:MIT Press;2021. pp. 319-344.

22. Purmohammad M. New methods and devices in language

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License