

پژوهش‌های زبانی، سال ۱۰، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۸

(از ص ۱۵۳ تا ص ۱۷۰)



10.22059/jolr.2019.283339.666519

Print ISSN: 1026-2288 – Online ISSN: 2676-3362

<https://jolr.ut.ac.ir>

## Identification of Neural Mechanisms in Ambiguity Resolution of Pronominal Anaphor in Persian Language

Mina Karimian<sup>1</sup>

M.A.in General Linguistics, University of Tehran

Mahmood Bijankhan

Professor of Linguistics University of Tehran

Ahmadreza Khatoonabadi

Assistant Professor, Speech Therapy, School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Tehran

Received: July, 24, 2019 & Accepted: December, 30, 2019

### Abstract

This article is an EEG/ERP study based on psycholinguistic models of reference resolution to study the discourse comprehension and coherent contexts through co-referencing between an anaphor and its antecedent in the same spoken context. How brain is able to establish reference between an anaphor and potential antecedents in discourse has become of great interest. Based on Informational Load Hypothesis by Almor (1999), an auditory task using participants with no neurological or medical disorder was designed to compare coreference resolution of a referential pronoun and its acceptable antecedent in two-sentence discourse context. Based on this theory, and considering the morpho-syntactic limitations of Persian language for processing the information comes from the pronominal anaphor, discourse function and processing cost of reference resolution analysis was examined by situations such as ambiguity in referring expressions. Research method in this study is based on psycholinguistic experimental model which indicates the sub-processes of brain functions responding to co-reference resolution. The model used in this research represents the balance between discourse function and processing costs of reference resolution between referential coherence and referential ambiguity conditions. The ERP components shown in this project indicate that the processing of anaphor resolution in different situations imposes different processing cost on working memory. The two components Nref and Left Anterior Negativity (LAN) in frontal lobe were elicited during referential ambiguity of the pronominal anaphor (third person) which has no gender feature. Nref is a sustained referential negativity which indicates the ambiguity of the referring anaphor. (LAN) in previous researches has shown the increasing activity of working memory. This result which is incompatible with previous studies, has indicated that lower salience of the antecedent can cause higher processing cost for the working memory in order to establish a cross-reference bridge between the new information and the already existing representations of antecedent.

**Keywords:** EEG, ERP, Pronominal anaphor, Salience, Antecedent, Processing cost, Working memory.

---

1. Corresponding author Email: karimianmina9007@gmail.com

## شناسایی سازوکارهای عصبی در تحلیل ابهام در ارجاع ضمیری در

### زبان فارسی<sup>(۱)</sup>

مینا کریمیان<sup>۱</sup>

کارشناس ارشد زبان‌شناسی دانشگاه تهران

محمود بی‌جن خان

استاد زبان‌شناسی دانشگاه تهران

سید احمدرضا خاتون‌آبادی

استادیار گفتاردرمانی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۵/۲؛ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۱۰/۹

### چکیده

در یک تحقیق میان‌رشته‌ای، به‌منظور چگونگی درک گفتمان و ایجاد انسجام در یک متن با استفاده از دستگاه الکترومغزنگاری ۳۲ کاناله، آزمایشی برای بررسی نحوه پردازش رابطه هم‌مرجعی حین هم‌مرجع شدن عبارت ارجاعی ضمیری با عبارت پیشینه با استفاده از روش پتانسیل رخداد-وابسته (ای‌آرپی) انجام شد. در این تحقیق، متن‌های دوجمله‌ای به زبان فارسی طراحی شدند. برای تحلیل دقت ارجاع ضمیری شخصی "او" در جمله دوم هر متن، دو حالت پایه و ابهام در ارجاع بسته به پیشینه‌های بالقوه موجود در جمله نخست مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج به‌دست آمده از مقایسه حالت ابهام نسبت به حالت پایه با توجه به اصل میزان در دسترس بودن پیشینه حاکی از وجود مولفه‌های ای‌آرپی است که برای تحلیل دقت ارجاع میان تمام زبان‌ها مشترک است. در این پژوهش، با استفاده از طراحی آزمونی مطابق با مدل‌های روان‌شناسی زبان، نقش گفتمانی و هزینه پردازش حالت ابهام در ارجاع نسبت به حالت پایه با حضور دو مولفه Nref و LAN مشخص شد. مولفه Nref نشان‌دهنده دشواری در برقراری رابطه هم‌مرجعی میان یک عبارت ارجاعی با دو پیشینه بالقوه در متن است. دو پیشینه بالقوه در جمله نخست باید به یک میزان مبهم باشند تا باعث تحریک و ایجاد مولفه Nref شوند. بررسی افزایش شدت مولفه LAN که نشان‌دهنده افزایش فعالیت حافظه کاری است، تحلیل مناسبی برای دقت ارجاع و تعیین میزان سهولت در ایجاد ارجاع ارائه می‌دهد. در مطالعه اصل میزان در دسترس بودن پیشینه، با استفاده از دو عنصر مهم نقش گفتمانی و هزینه پردازش سازوکارهای عصبی در تحلیل دقت ارجاع مورد مطالعه قرار گرفتند. این دو مولفه بیانگر دشواری در بازنمایی مجدد پیشینه صحیح و ایجاد رابطه هم‌مرجعی میان ضمیر ارجاعی و دو پیشینه موجود در متن است. از آنجایی که تشکیل رابطه هم‌مرجعی از طریق ضمیر ارجاعی در حالت ابهام در ارجاع نسبت به حالت پایه سخت‌تر است، هزینه پردازش آن به خاطر عدم برجستگی پیشینه نیز بیشتر است.

**واژه‌های کلیدی:** الکترومغزنگاری، پتانسیل رخداد-وابسته، عبارت ارجاعی ضمیری، پیشینه، نقش گفتمان، هزینه پردازش، برجستگی.

### ۱- مقدمه

درک زبان و نحوه استفاده از آن برای خلق معنی و تولید انسجام در پاره‌گفتارها به‌بزر/ منسجم‌کننده متنی وابسته است. این دانش در طول متن از طریق مشخصه‌های زبانی

درون بافت به دست می‌آید (هوانگ<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷). مهم‌ترین مسئله برای درک معنای یک مطلب، انسجام یک متن است که از طریق ابزار منسجم‌کننده بافت فهمیده می‌شود. این ابزار منسجم‌کننده، رابط‌های متنی هستند که اطلاعات داده‌شده در متن را به هم مربوط می‌سازند. از جمله این رابط‌ها می‌توان به عبارات ارجاعی اشاره داشت که با داشتن مشخصه‌ها و اطلاعاتی که به متن اضافه می‌کنند، جمله‌ها را به هم پیوند می‌دهند (هالیدی و حسن<sup>۲</sup>، ۱۹۷۶). این عبارات مانند یک حلقه از زنجیر هستند که با مرجع پیوند خورده و به صورت مشترک به یک موجودیت در جهان اشاره دارند. پردازش‌های ارجاعی بسته به نوع اطلاعاتی است که در جمله آمده و مخاطب می‌تواند برای ایجاد معنی از آنها استفاده کند.

رابطه هم‌مرجعی مشخصه ضروری و جهان‌شمول گفتمان است. بدون وجود آن، توانایی درک زبان تقریباً غیرممکن خواهد بود. با توجه به نقش کلیدی آن در درک گفتمان، پردازش‌های صورت گرفته برای تشکیل ارجاع، کانون توجه مطالعات رفتاری زیادی بوده است. یکی از دلایلی که ماشین‌های ترجمه و سامانه‌های درک گفتار و زبان برای پردازش زبان طبیعی در بازشناسی گفتار و دادن الگوی صحیح برای خلاصه‌نویسی عاجز مانده است، یافتن انسجام از طریق پیدا کردن مرجع بین جمله‌ها و رابطه میان آنها در متن است؛ اما عمل تشخیص مرجع برای مغز انسان در کمترین زمان به راحتی انجام می‌شود. این رخداد شامل فعالیت‌های وسیعی در حوزه‌های مختلف زبانی از قبیل معنایی، نحوی و کاربردشناسی است.

#### ۱-۱- پیشینه پژوهش

در زبان‌شناسی مطالعه روابط ارجاعی به حوزه دانش کاربردشناختی؛ یا همان دانش استفاده از زبان، تعلق دارد (لایونز<sup>۳</sup>، ۱۹۷۷). در زبان‌شناسی، عبارت ارجاعی یک گروه اسمی یا یک جایگزین برای گروه اسمی است که نقش آن در گفتمان، شناسایی مصداقی است که برای مخاطب قابل تشخیص است. دو عبارت زبانی و زمانی با هم هم‌مرجع خوانده می‌شوند که هر دو به موجودیت یکسانی در جهان اشاره داشته باشند. عبارت اول که در نقش پیشینه در گفتمان قرار می‌گیرد، آن موجودیت را به مدل

---

1. Huang, Y  
2. Halliday, M.A.K., & R. Hasan  
3. Lyons, J.

گفتمانی معرفی می‌کند و عبارت دوم که در نقش /ارجاع است به آن رجوع داده می‌شود و با عبارت پیشینه، هم‌مرجع می‌شود (لدوکس و کمبلین<sup>۱</sup>، ۲۰۰۸).

در مطالعات گذشته سه حالت برای بررسی روابط هم‌مرجعی میان عبارت ارجاعی ضمیری و پیشینه آن در نظر گرفته شده است. نخست حالت پایه است که در آن انسجام در ارجاع قابل مشاهده است. در این حالت، ارجاع ضمیری با عبارت پیشینه در متن هم‌مرجع است و هر دو به یک موجودیت نام‌مند در جهان اشاره دارند. حالت بعدی به ابهام در ارجاع اشاره دارد که در آن به علت عدم برجستگی پیشینه، ارجاع ضمیری قادر به تشکیل یک زنجیره هم‌مرجع نیست. عدم برجستگی پیشینه به این معنی است که دو پیشینه بالقوه در متن وجود دارد که هر دو به یک اندازه امکان هم‌مرجع شدن با عبارت ارجاعی را دارند. ون برکوم و همکاران<sup>۲</sup> (۱۹۹۹) برای اولین بار مؤلفه ای‌آرپی مرتبط با ابهام ارجاعی را شناسایی کرد و به آن نام نریف<sup>۳</sup> را داد که تنها پس از ۳۰۰ میلی‌ثانیه از شروع عبارت ارجاعی، یک تغییر شدت منفی پایدار تا چند صد میلی‌ثانیه روی سیگنال مغزی رخ می‌دهد که در نواحی قدامی مغز قابل مشاهده است. این مؤلفه تنها در ارتباط با ابهام در ایجاد روابط هم‌مرجعی است و در دیگر فرایندهای شناختی یا زبانی مشاهده نشده است.

آخرین حالت متعلق به شکست در ارجاع است که طی آن ارجاع ضمیری به لحاظ جنسیت با عبارت اسمی در متن به‌عنوان پیشینه، هم‌مرجع نمی‌شود. در این حالت مؤلفه دیگری به نام P600 مشاهده می‌شود که در حدود ۵۰۰ میلی‌ثانیه پس از شروع ضمیر، با یک تغییر شدت مثبت روی منحنی آشکار می‌گردند. این مؤلفه در مطالعات گذشته به نقض روابط صوری و ساختارهای نحوی ربط داده شده است (نیولند و ون‌برکوم<sup>۴</sup>، ۲۰۰۶).

در زبان فارسی به این علت که ضمیر شخصی فاقد عنصر جنسیت است، حالت شکست در ارجاع تنها با حضور ضمیر ارجاعی در متن قابل تشخیص نیست و برای طراحی آن باید از عناصر دیگری اضافه بر ضمیر در متن استفاده شود.

- 
1. Ledoux, K., & C.C. Camblin
  2. Van Berkum, J.J.A., C.M. Brown, & P. Hagoort
  3. Referential Negativity (Nref)
  4. Nieuwland, M.S., & J.J.A. Van Berkum

مؤلفه<sup>۱</sup> LAN که نمایانگر فعالیت حافظه کاری در فرایندهای مختلف شناختی است، در حالت‌هایی به‌غیر از حالت پایه که از انسجام برخوردارند، مشاهده شده است (کولسون، کینگ و کوتاس<sup>۲</sup>، ۱۹۹۸). این مؤلفه در ارتباط با افزایش فعالیت حافظه کاری کلامی در حالت ابهام در ارجاع در مطالعات گذشته به همراه مؤلفه<sup>۳</sup> Nref، گزارش شده است. از آنجایی که این مؤلفه در ناحیه چپ قدامی سر مشاهده شده و به این علت که با بازه زمانی مؤلفه<sup>۴</sup> Nref نیز هم‌پوشانی دارد، تفکیک این دو مؤلفه در حالت ابهام در ارجاع تقریباً غیرممکن است. به همین خاطر با علم به حضور و مشاهده تغییر شدت روی منحنی، هر دو مؤلفه با هم گزارش می‌شوند (آلمور و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۷).

در دهه‌های اخیر مطالعه چگونگی درک و پردازش گفتمان با توجه به ظهور روش‌های الکتروفیزیولوژی نوین در ثبت داده‌های عصبی و یا عکس‌برداری مغزی برای تحلیل داده‌ها و اثبات نظریه‌های مربوط به مدل‌های نظری یا روان‌شناسی زبان، بسیار مورد توجه محققان حوزه‌های شناختی بوده است. در میان روش‌های گوناگون برای ضبط داده‌های عصبی، دستگاه الکترومغزنگاری<sup>۴</sup> و روش پتانسیل رخداد- وابسته از اهمیت خاصی برخوردار است. دستگاه الکترومغزنگاری که از دقت زمانی بالایی برای مطالعه کارکردهای عصبی زبان برخوردار است، قادر است کوچک‌ترین فعالیت عصبی را هنگام پردازش‌های مختلف زبانی، مورد بررسی قرار دهد. همچنین، فرایندهای زبانی را می‌توان با توجه به مؤلفه‌های ثبت‌شده در ای‌آرپی<sup>۵</sup> از طریق نمایش محرک‌های زبانی، بهتر تحلیل کرد.

مدل روان‌شناسی زبان که در جستجوی نحوه پردازش و درک زبان است، نظریه‌های بسیاری را در ارتباط با چگونگی تحلیل دقت ارجاع و پردازش‌های عصبی ارائه داده است که می‌توان صحت آنها را با روش‌های نوین ثبت داده‌های عصبی بهتر بررسی کرد. یکی از مهم‌ترین اصل‌ها در مدل روان‌شناسی زبان که در ارتباط با تحلیل روابط هم‌مرجعی، اصل میزان در دسترس بودن پیشینه است. بر پایه این اصل نظریه‌های مهمی از قبیل دسترسی سلسله‌مراتبی، برجستگی گفتمان و در نهایت بار اطلاعاتی شکل گرفتند.

- 
1. Left Anterior Negativity
  2. Coulson, S., King, J. W., & M. Kutas
  3. Almor, A., V.A. Nair, T.W. Boiteau, J.M.C. Vendemia
  4. Electroencephalography (EEG)
  5. Event-Related Potential

فرضیه بار اطلاعاتی<sup>۱</sup> آلمور (۱۹۹۹) نسخه پیشرفته‌تر نظریه برجستگی گفتمان گوردون و هندریک<sup>۲</sup> (۱۹۹۸) است که بر اساس قاعده کمیت گرایس<sup>۳</sup> (۱۹۷۵) با اضافه کردن دو عنصر نقش گفتمان و هزینه پردازش بازگو شده است (آلمور، ۱۹۹۹). نقش گفتمان به بازنمایی، جایگاه و اطلاعات اضافه‌شده در متن اشاره دارد. برجستگی پیشینه، نوع عبارت ارجاعی و جایگاه پیشینه و عبارت ارجاعی در متن، از نقش‌های گفتمانی هستند که در ایجاد روابط هم‌مرجعی بسیار تأثیرگذار هستند. هزینه پردازش به میزان بار اطلاعاتی اضافه‌شده از سوی عبارت ارجاعی به متن و بازنمایی پیشینه در حافظه کاری کلامی و تشکیل روابط هم‌مرجعی میان آنها اشاره دارد.

با استفاده از روش پتانسیل رخداد- وابسته بر اساس مدل روان‌شناسی زبان، تحلیل دقت ارجاع در تشکیل روابط هم‌مرجعی میان ارجاع ضمیری شخصی «او» و پیشینه آن در حالت ابهام در ارجاع با حالت پایه، بر پایه مبانی نظری بار اطلاعاتی آلمور (۱۹۹۹) مقایسه و بررسی شد. هدف این تحقیق مطالعه دقت ارجاع ضمیری در زبان فارسی با بررسی متغیر میزان برجستگی پیشینه و تغییر حاصل‌شده در شدت پتانسیل رخداد- وابسته در بازه‌های زمانی معین است. در این پژوهش قصد دارد تا میزان تغییر شدت مؤلفه‌های LAN و Nref برای ضمیر ارجاعی در حالت ابهام در ارجاع نسبت به حالت پایه مشاهده و هزینه پردازش تشکیل روابط هم‌مرجعی میان این دو حالت بر اساس اصل میزان در دسترس بودن مورد تحلیل قرار دهد.

## ۲- روش تحقیق

بررسی سازوکارهای عصبی در دقت ارجاع در زبان فارسی، از روش آزمایشی که روش دقیق مشاهده علمی است و بیش از دیگر روش‌های تحقیق با علوم ساختمند ارتباط دارد، استفاده شده است (پاشا شریفی، شریفی، ۱۳۸۳). در روش تحقیق آزمایشی نیاز به طراحی دقیقی برای آزمایش است تا بتوان تأثیرات را به‌درستی مشاهده کرده و نتایج مطلوب را به دست آورد.

### ۲-۱- شیوه جمع‌آوری داده

- 
1. Informational Load Hypothesis
  2. Gordon, P.C., & R. Hendrick
  3. 3. Grice, H.P.

در این مطالعه با استفاده از دستگاه الکترومغزنگاری (ای‌ای‌جی) ، فرایندهای مغزی به ثبت رسیده‌اند. دستگاه ای‌ای‌جی تمامی فرایندهای مغزی را ضبط می‌کند. برای آنکه بتوان پاسخ‌های برانگیخته به رویداد خاصی را مورد مطالعه قرار دهد، نیازمند روشی برای استخراج آن از میان دیگر فرایندهای مغزی هم‌زمان هست. با استفاده از روش پتانسیل رخداد- وابسته (ای‌آرپی) می‌توان پاسخ‌های مغزی برانگیخته‌شده را نسبت به رویداد دستکاری‌شده در آزمون به دست آورد. اجرای آزمون و ضبط داده با أخذ مجوز اخلاق و رعایت اصول اخلاقی در انجام آزمایش روی نمونه‌های انسانی در آزمایشگاه ملی نقشه‌برداری مغز انجام شود. در این آزمایش از یک دستگاه تقویت‌کننده بیوسیگنال ۳۲ کاناله استفاده می‌شود.

از آنجایی که ای‌آرپی‌ها از منظر زمانی هم‌زمان با وقوع رخداد هستند، لذا تقویت‌کننده‌های سیگنال ای‌ای‌جی می‌بایست مجهز به ورودی‌های تریگر باشند تا نشان‌گذاری‌های مرتبط با ارائه تحریک را ثبت نمایند. به همین منظور، از دستگاه جی/استیمباکس<sup>۱</sup> برای تولید و ثبت تکانه‌های<sup>۲</sup> تریگر هم‌زمان با وقوع رخدادها استفاده شده است. پارادایم‌های دلخواه می‌توانند با استفاده از ۱۶ خروجی دیجیتال طراحی و با دقت زمانی بالا پیاده‌سازی شوند و به‌طور هم‌زمان سیگنال‌های تریگر از دستگاه‌های خارجی می‌تواند با استفاده از ۱۴ ورودی دیجیتال دستگاه ثبت شوند. این‌گونه سیگنال‌ها را برای هم‌زمان کردن به کار برده می‌شوند. دستگاه از طریق یک کابل به رایانه متصل شده و به صورت هم‌زمان پتانسیل رخداد- وابسته به ثبت می‌رساند.

۲-۲ - معیار انتخاب داده

از آنجایی که طراحی آزمون و معیار انتخاب داده بر این اساس است که بتوان نتایج آن را تحت چارچوب نظری بار اطلاعاتی آل‌مور (۱۹۹۹) و تحقیق‌های حوزه گفت‌مان مورد بررسی قرار داد، مقایسه رابطه هم‌مرجعی در متن میان عبارت ارجاعی ضمیری و پیشینه آن میان حالت پایه و حالت ابهام در ارجاع انجام شد. برای مقایسه ارجاع ضمیری شخصی «او» میان حالت‌های پایه و ابهام ارجاعی در زبان فارسی، الگوی زیر برای متن‌های آزمون طراحی شده است:

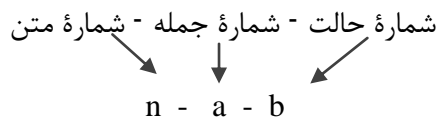
\* جمله اول: موجودیت نام‌مند + گروه حرف اضافه‌ای (از+گروه اسمی) + فعل ربطی.

1. g.STIMbox

2. Pulses

\* جمله دوم: عبارت ارجاعی ضمیری (او) + گروه حرف اضافه‌ای + گروه اسمی تداعی‌کننده<sup>۱</sup> + فعل.

برای موجودیت‌های نام‌مند در این الگو از اسامی اشخاص برجسته و مشهور استفاده شده است که طی پیش‌آزمونی که برای شرکت‌کنندگان این آزمون تهیه شده بود، بیشترین میزان آشنایی را با آنها داشته‌اند. تشخیص جمله‌ها و متن‌ها به این علت که برای اجرای برنامه در رایانه امکان‌پذیر باشد، مطابق الگوی زیر شماره‌گذاری شد:



هر جمله از متن دو حالت دارد که در جمله نخست، وجود یک موجودیت نام‌مند، یا هم‌آیندی دو موجودیت نام‌مند، دو حالت را ایجاد می‌کند. حالتی که در آن تنها یک موجودیت نام‌مند در جمله اول وجود دارد، حالت پایه است که انسجام میان ارجاع ضمیری و پیشینه را نشان می‌دهد. حالت دوم که در آن دو موجودیت نام‌مند به صورت هم‌آیندی آمده‌اند، باعث ایجاد ابهام روی ضمیر ارجاعی در جمله دوم می‌شود که تنها به یک موجودیت در جهان اشاره دارد. برای مثال طریقه احضار مورد ۱-۲-۱۷ برای رایانه به این صورت است که متن شماره ۱۷، جمله اول حالت دوم آن که در آن دو موجودیت نام‌مند وجود دارد، خوانده شود. جدول (۱) نشان‌دهنده قرار گرفتن هر دو جمله در متن و به وجود آمدن دو حالت پایه و ابهام است.

جدول (۱) انواع حالت‌های متن

نوع حالت متن	جمله دوم	جمله اول
حالت پایه	۲-۱	۱-۱
حالت ابهام	۲-۱	۱-۲

برای دقیق بودن آزمایش و اطمینان از صحت نتایج به‌دست‌آمده، تغییرات میان دو حالت مورد مطالعه را باید به حداقل رساند. در این آزمون تنها تفاوت روی تعداد موجودیت نام‌مند یا به عبارتی روی میزان برجستگی پیشینه است. بقیه عناصر داخل هر متن برای هر دو حالت مشابه است. به این طریق می‌توان ابهام در ارجاع‌دهی ضمیر به پیشینه خود را بررسی کرد.

## 1. associative priming NP



برای اطمینان از صحت طراحی آزمون و کفایت آن برای تحلیل‌های بعدی، ۳۵ متن اصلی دوجمله‌ای در دو حالت مطابق با جدول (۱) که در مجموع ۷۰ جمله می‌شود، طراحی شده است. همچنین برای بالا بردن توجه به آزمون، تغییر مسیر فکری شرکت‌کننده به روند آزمون و ارجاع‌دهی، چهل متن پرکننده نیز طراحی شده است که در آن هیچ عبارت ارجاعی ضمیری به کار نرفته است و به همین علت در این متن‌ها هیچ تشکیل رابطه هم‌مرجعی وجود ندارد. در مجموع ۱۱۰ متن دوجمله‌ای طراحی شده است که در چهار دسته تقسیم شده‌اند که میان هر دو دسته فواصل سه‌دقیقه‌ای برای استراحت تعبیه شده است. نمونه‌ای از متن‌های طراحی شده برای آزمون به صورت مثال (۱) است.

مثال (۱):

۱-۱) زکریای رازی از عالمان برجسته ایرانی است.

۱-۲) زکریای رازی و عمر خیام از عالمان برجسته ایرانی هستند.

۱-۳) او به خاطر کشف الکل شهرت دارد.

\* از ترکیب این سه جمله، دو حالت مطابق جدول (۱) شکل می‌گیرد.

حالت پایه) زکریای رازی از عالمان برجسته ایرانی است. او به خاطر کشف الکل شهرت دارد. حالت ابهام) زکریای رازی و عمر خیام از عالمان برجسته ایرانی هستند. او به خاطر کشف الکل شهرت دارد. نکته قابل ملاحظه آن است که طراحی مقایسه میان دو حالت به گونه‌ای است که تفاوت آن در سیگنال‌ها، قابل مشاهده باشد. برای مثال ابهام در این طراحی از نوع ابهام قوی است؛ یعنی شنونده قبل از شنیدن واژه رفع‌کننده ابهام نتواند مرجع را انتخاب کند. این یعنی هر دو موجودیت نام‌مند به یک اندازه قابلیت مرجع بودن را دارند.

۲-۳ - معیار انتخاب شرکت‌کننده

با توجه به تعداد شرکت‌کنندگان در مطالعات گذشته، میزان پراکندگی تعداد میانگین‌گیری شده با استفاده از انحراف معیار کنترل شده تا یک میزان حجم یک دست و متعادل به دست آید. میانگین اندازه‌گیری شده برای حجم نمونه این آزمایش ۲۰/۴ است. در این آزمون تعداد ۲۱ نفر شرکت‌کننده، با بازه سنی ۲۲ الی ۳۶ سال (میانگین: ۲۸/۶) شرکت کردند که همگی از قشر دانشجو و مقیم تهران بودند. تمامی شرکت‌کنندگان افراد سالم و بدون سابقه بیماری اعصاب بوده‌اند. از تمامی افراد رضایت‌نامه اخلاقی گرفته شد. برای انتخاب شرکت‌کننده از آنجایی که جنسیت و

راست‌دست یا چپ‌دست بودن آنها برای تحقیق اهمیت و ضرورتی نداشته و تأثیری بر روی نتایج آن ندارد، این مسئله باعث به وجود آمدن مانعی برای ضبط داده از شرکت‌کنندگان، نشده است. نرخ جنسیت در این آزمون به این قرار است: تعداد شرکت‌کننده خانم ۱۳ و تعداد شرکت‌کننده آقا ۸ نفر است یعنی ۶۱/۹ درصد شرکت‌کننده‌ها خانم و ۳۸/۱ درصد شرکت‌کننده‌ها آقا هستند.

#### ۲-۴ شرایط و نحوه اجرای آزمون

آزمون دقت ارجاع به صورت شنیداری بررسی و مطالعه شد. تمامی متن‌ها به صورت جمله‌های تکی با صدای یک خانم ضبط شد. کمترین طول و بیشترین طول صدای ضبط‌شده از ۳ ثانیه تا ۶ ثانیه است. از فن بیان برای حفظ آگاهی و میزان توجه شرکت‌کننده‌ها به متن‌ها، استفاده شد. صدای ضبط‌شده گاهی افت و گاهی افزایش داشته است. حالت صدا بی‌آنکه نوفه‌ای ایجاد کند، متغیر بوده است. صداها با برنامه *ایزی وویس رکورد*<sup>۱</sup> ضبط شد و توسط طراحی آزمون در برنامه *متلب*<sup>۲</sup> از طریق برنامه *سایک‌تول‌باکس*<sup>۳</sup> در محیط آزمایشگاه ملی نقشه‌برداری مغز، در محل ثبت ای‌ای‌جی با دستگاه اتریشی جی‌تک<sup>۴</sup> به اجرا درآمد. اتاق نیمه‌روشن و بی‌صدا و فاصله بلندگوها از شرکت‌کننده‌ها حدود ۶۰ سانتی‌متر و فاصله آنها با صفحه نمایش رایانه حدود ۷۵ سانتی‌متر بود. صدای ضبط‌شده با میزان بلندی ۸۰ درصد به‌طور یکسان در تمام طول آزمون، برای شرکت‌کنندگان اجرا شد. در طول آزمون از شرکت‌کنندگان خواسته شده بود که هیچ‌گونه حرکتی نداشته باشند و پاسخ شفاهی یا با اشارهٔ بدنی نداشته باشند. ما تنها به دنبال ثبت تحلیل‌های مغزی آنها هنگام ایجاد انسجام هستیم. برای کاهش حرکت چشمی و ایجاد نوفه روی موج‌های ضبط‌شده از شرکت‌کننده‌ها، از آنها خواسته شد تا در طول آزمون به نقطه‌ای که روی صفحه نمایشگر رایانه طراحی شده بود، نگاه کنند و از حرکت چشم به جهت‌های مختلف، قورت دادن آب دهان، پلک زدن سریع و پشت سر هم حرکت گردن یا اجزای صورت خودداری کنند. اجرای آزمون از طریق دو رایانه که یکی اجراکنندهٔ آزمون و دیگری ثبت‌کنندهٔ دادهٔ ای‌آرپی است از طریق درگاه موازی<sup>۵</sup> به صورت هم‌زمان با هم عمل می‌کنند. در این آزمون از هیچ فیلتر سخت‌افزاری

- 
1. Easy Voice Recorder
  2. M A thematical LA Boratory (MATLAB)
  3. Psychtoolbox
  4. gtec
  5. parallel port

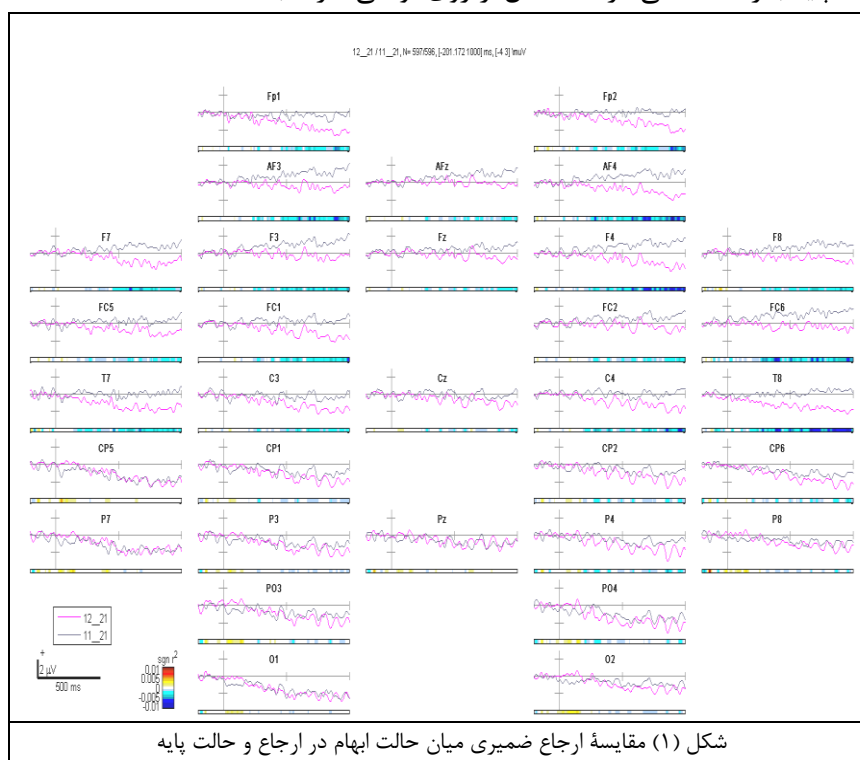
حین آزمایش استفاده نشده است. نرخ نمونه‌گیری آنالوگ به دیجیتال برابر با ۵۱۲ هرتز است. نحوه نام‌گذاری و شماره‌گذاری برای کانال‌های ای‌ای‌جی، قراردادی است و از روی سیستم ۲۰-۱۰ بسط داده و گذاشته شده است. در این آزمون محل مرجع، لاله گوش در نظر گرفته شده است. وظیفه مرجع حذف نوفه‌های مشترک است یعنی از افتادن این نوفه‌ها روی امواج کانال‌های به ثبت رسیده جلوگیری می‌کند. نمایش‌دهنده امواج کانال‌های ای‌ای‌جی بود، فرستاده می‌شد که برای جمله‌های اول عدد ۵۰ و برای جمله‌های دوم عدد ۱۰۰ شماره‌گذاری شده بود. با وجود تریگر بر سر جمله دوم، قابلیت دنبال کردن ارجاع و دقت آن از شروع ضمیر شخصی «او»، به دست آمد. به این طریق جمله‌های ابهام‌دار با جمله‌های پایه‌شان مورد بررسی قرار گرفتند و از تفریق مجموع ای‌آرپی‌های به دست آمده از هر کدام از حالت‌ها، مؤلفه زیرساختی مورد نظر به دست آمد.

### ۳- پردازش و تحلیل داده‌ها

پیش‌پردازش و میانگین‌گیری داده‌ها به کمک نرم‌افزار متلب انجام شد. پس از گردآوری داده‌های آزمون از ۲۱ نفر شرکت‌کننده، پیش‌پردازش‌هایی روی داده‌های خام که حاوی نوفه و آرتیفکت<sup>۱</sup> هستند، انجام شد تا سیگنال مطلوب را از داده‌های به‌دست‌آمده استخراج کرد. به‌طور کلی داده یکی از شرکت‌کنندگان حذف شد و موارد پیش‌پردازشی روی ۲۰ آزمودنی صورت گرفت. این حذف به این دلیل بود که شرکت‌کننده عملکرد خوبی در آزمون نداشت و بیشتر از ۵۹ درصد داده وی پر از انواع نوفه بود. روند اعمال پیش‌پردازش‌ها به این صورت بود که ابتدا داده‌ها از یک فیلتر فیر<sup>۱</sup> در محدوده ۰/۰۳ تا ۳۰ هرتز عبور داده شد. آرتیفکت‌ها که باعث خراب شدن سیگنال ای‌ای‌جی می‌شوند، با استفاده از روش آی.سی.ای<sup>۲</sup> حذف شدند. برای یکسان‌سازی وضعیت سیگنال‌ها پیش از شروع تحریک، از ۱۵۰ میلی‌ثانیه قبل از شروع تحریک تا آغاز آن به عنوان پایه<sup>۳</sup> داده‌ها، حذف شد. برای حذف آرتیفکت‌های باقی‌مانده در سیگنال آن دسته از دوره‌های زمانی<sup>۴</sup> که دامنه‌شان از ۱۰۰ میکروولت تجاوز می‌کرد، از ادامه پردازش خارج شدند که در

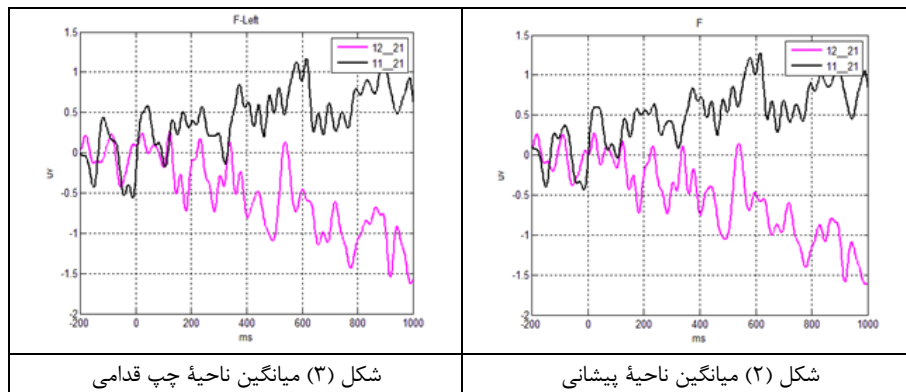
1. Fir
2. ICA
3. baseline
4. epochs

مجموع ۱۸ درصد از دوره‌های زمانی حذف شدند. شکل (۱) متعلق به ای آرپی ثبت شده در مقایسه میان حالت ابهام در ارجاع با حالت پایه است. حالت ابهام با رنگ صورتی و حالت پایه با رنگ مشکی در ۳۲ کانال از روی نواحی سر ضبط شده است.



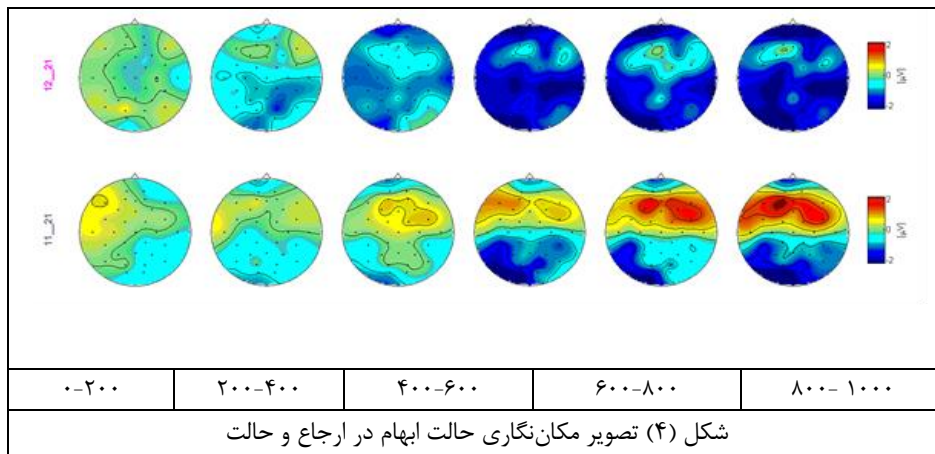
بازه زمانی برای مقایسه عبارت ارجاعی میان حالت ابهام با حالت پایه بین ۲۰۰- تا ۱۰۰۰ میلی‌ثانیه قرار داده شده است. از نواحی مرکزی رو به نواحی جلویی سر تغییر شدت منفی روی موج قابل مشاهده است. در تمامی الکترودهای ناحیه قدامی، این تغییر منفی در حالت ابهام ارجاعی نسبت به حالت پایه در حدود ۲۵۰ میلی‌ثانیه پس از شروع شنیده شدن عبارت ارجاعی ضمیری، اتفاق افتاده است و تا پایان بازه نمودار که ۱ ثانیه مشخص شده، ادامه دارد. حداکثر پتانسیل جریان الکتریکی موج که با تغییر منفی نشان داده است تا ۲/۵- میکروولت می‌رسد. برای تحلیل بهتر از نواحی پیشانی و سمت چپ قدامی میانگین گرفته شد تا اختلاف میان دو حالت

ابهام و پایه دقیق‌تر مشاهده شود. شکل (۲) میانگین ناحیه پیشانی سر و شکل (۳) متعلق به ناحیه چپ قدامی است.



در دو شکل (۲) و (۳) یک تغییر منفی پایدار روی موج در حدود ۲۰۰ میلی ثانیه آغاز می‌شود و تا پایان بازه زمانی نمودار با تغییر شدت از صفر تا  $1/5$  میکروولت ادامه دارد. موج منفی پایدار همان مؤلفه Nref است که در مطالعات پیشین گزارش شده است. در ناحیه چپ قدامی نیز موجی نظیر آنچه در کل این ناحیه دیده شده، مشاهده شده است. ناحیه چپ قدامی برای مؤلفه LAN گزارش شده است که در طول ارجاع‌دهی عبارت ضمیری مبهم وجود دارد و به همراه آن مؤلفه دیگر نشان‌دهنده فعالیت و بازنمایی عبارات پیشینه برای هم مرجع سازی است. درگیری حافظه کاری که در ناحیه پیشانی گزارش شده است در این مقایسه کاملاً مشهود است. چنانکه در مقدمه ذکر شد که دو مؤلفه Nref و LAN به علت هم‌پوشانی مکانی و زمانی و تغییر شدت منفی مشابه قابل تفکیک نیستند. از آنجایی که هر دو مؤلفه نشان از درگیری حافظه کاری برای بازنمایی پیشینه و تشکیل زنجیره عبارات هم‌مرجع و ساختن یک بافت منسجم دارند، هر دو مؤلفه مانند مطالعات گذشته در زبان‌های دیگر گزارش می‌شود. تغییر شدت منفی در نواحی قدامی سر در حدود بازه ۲۰۰ الی ۶۰۰ میلی ثانیه است. این بازه شامل هر دو مؤلفه بازتاب‌کننده ابهام در ارجاع یعنی Nref و LAN است.

از حالت ابهام در ارجاع و حالت پایه در بازه زمانی ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی ثانیه پس از شروع ضمیر ارجاعی با استفاده از ۳۲ الکتروود روی سر، تصویر مکان‌نگاری گرفته شد. شکل (۴) تصویر مکان‌نگاری حالت ابهام در ارجاع (۱-۲/۲-۱) و حالت پایه (۱-۱/۲-۱) است.



در شکل (۴) تفاوت این دو حالت در بازه ۲۰۰ الی ۴۰۰ میلی‌ثانیه در ناحیه قدامی قابل ملاحظه است که تا پایان یک ثانیه ادامه دارد. همچنین در همین بازه زمانی نواحی مرکزی و پسین نیز در حالت ابهام ارجاعی منفی‌تر از حالت پایه است. روش ثبت داده ای‌ای‌جی برای توزیع مکانی و تشخیص وقوع یک رخداد درست عکس دقت زمانی بالای آن است. از آنجایی که دقت مکانی داده‌های ای‌ای‌جی ضعیف است، تنها می‌توان به معرفی نواحی‌ای که در آن تفاوت پتانسیل جریان الکتریکی قابل توجه است، اکتفا کرد. در این روش هر الکتروود بیانگر توزیع دقیق مکان رخداد مورد نظر نیست. به همین علت مجموع الکتروودهای هر ناحیه حائز اهمیت برای شناسایی مؤلفه‌های ای‌آرپی است. این نکته برای تحلیل داده‌های ای‌آرپی مهم است که موجی که از هر الکتروود روی صفحه نمایشگر مشاهده می‌شود و قله‌هایی در آن نمایان می‌شود، نشان‌دهنده مؤلفه‌ها نیستند. بلکه این موج مجموعه‌ای از چند زیر مؤلفه<sup>۱</sup> پنهان است که حتی اگر نوفه و آرتیفکت را هم از آن کسر کنیم، باز هم نمی‌توان گفت که مؤلفه‌ای دیده شده است. این به آن خاطر است که ولتاژی که از هر الکتروود به دست می‌آید شامل مجموع وزنی از تمام زیر مؤلفه‌ها است. نسبت ولتاژی که از یک محل مولد برق به یک الکتروود داده می‌شود، وزن بین مولد و الکتروود نامیده می‌شود. موجی که یک الکتروود به ما نشان می‌دهد، شامل زیر مؤلفه‌هایی است که نسبت آن بنا بر وزن مولد و محل الکتروودی است که قرار دارد (لاک<sup>۲</sup>، ۲۰۱۴).

1. sub-component  
2. Luck, S.J.

#### ۴- بحث و نتیجه

در مقایسه عبارت ارجاعی ضمیری میان حالت ابهام در ارجاع و حالت پایه، در حالتی که برای آزمون طراحی شد تا تنها این دو متن در تعداد پیشینه قابل دسترس با یکدیگر متفاوت باشند، مؤلفه‌هایی نظیر Nref و LAN در الکترودهای جلویی و پیشانی در بازه ۲۰۰ الی ۱۰۰۰ میلی ثانیه مشاهده شدند.

میزان برجستگی پیشینه عامل به وجود آمدن ابهام روی عبارت ارجاعی ضمیری است. با توجه به اینکه نقش گفتمانی مشخص‌کننده نوع عبارت ارجاعی و پیشینه، جایگاه و میزان برجستگی پیشینه است، در این آزمون عبارت ارجاعی از نوع عبارت جایگزین اسم یا به عبارتی ضمیر است که از کلیت<sup>۱</sup> بیشتری نسبت به اسم یا عبارت اشاره‌ای برخوردار است. به همین علت اطلاعاتی که به متن توسط ضمیر اضافه می‌شود، کمتر است. برای پردازش و ایجاد رابطه هم‌مرجعی برای ضمیر در زبان فارسی که فاقد جنسیت است، عبارتی که پیش‌تر در متن آمده و به‌عنوان پیشینه برای آن قلمداد می‌شود، باید از دسترسی‌پذیری<sup>۲</sup> بالایی برخوردار باشد. در دسترس بودن پیشینه می‌تواند به عواملی مانند جایگاه و تعداد آن در متن بستگی داشته باشد. در طراحی این آزمون، جایگاه عبارت پیشینه فاعلی است که با در نظر گرفتن یک موجودیت نام‌مند در حالت پایه، پیشینه از برجستگی بالایی برخوردار است، به همین علت برای هم‌مرجع شدن با ضمیر ارجاعی در جایگاه فاعلی در دسترس‌تر است؛ اما در حالت هم‌آیندی دو موجودیت نام‌مند در جمله نخست متن، از آنجایی که اطلاعات زیادی از طریق ضمیر شخصی «او» به متن اضافه نمی‌شود، با وجود آنکه عبارت ارجاعی هم‌جایگاه با موجودیت‌های نام‌مند است، ولی به علت کم بودن برجستگی پیشینه برای هم‌مرجع شدن، پیشینه در دسترس برای ضمیر ارجاعی وجود ندارد و این مسئله باعث ایجاد حالت ابهام ارجاعی می‌شود.

هزینه پردازش برای حالت پایه مختص به پردازش اطلاعات اضافه شده به متن از سوی ضمیر ارجاعی و نقش گفتمانی عبارت پیشینه در متن است. بازنمایی اطلاعات موجود در حافظه کاری و ایجاد رابطه منسجم در متن برای حالت پایه از هزینه کمتری نسبت به حالت ابهام در ارجاع برخوردار است. به علت کم بودن میزان برجستگی و دسترسی‌پذیری کم پیشینه و اطلاعات کمی که ضمیر ارجاعی در حالت ابهام به متن

1. generality
2. accessibility

اضافه می‌کند، هزینه پردازش و بازنمایی اطلاعات و یافتن پیشینه مناسب برای هم‌مرجع شدن با عبارت ارجاعی برای حافظه کاری کلامی با افزایش فعالیت آن مشخص می‌شود.

به این ترتیب همان‌گونه که آلمور در نظریه بار اطلاعاتی (۱۹۹۹) توضیح داده است، رابطه معکوسی میان نقش گفتمانی و هزینه پردازش برقرار است. هرگاه نقش گفتمانی برای پیشینه کم باشد، هزینه بیش‌تری برای پردازش عبارت ارجاعی لازم است. بنا بر اصل در دسترس بودن، ایجاد رابطه هم‌مرجعی برای ضمیر ارجاعی با وجود کم بودن میزان برجستگی پیشینه، دشوارتر است و برقراری رابطه هم‌مرجعی میان ارجاع ضمیری با پیشینه‌ای با دسترسی‌پذیری بالا، آسان‌تر است.

در نظریه‌های پیش‌تر مانند نظریه برجستگی گفتمان، تنها روابط و ساختارهای نحوی در نظر گرفته شده بود حال آنکه عوامل بیشتری در شناسایی و تحلیل دقت ارجاع تأثیرگذار هستند. نقش گفتمان و هزینه پردازش بار اطلاعاتی آلمور در بررسی کارکردهای عصبی در ایجاد روابط هم‌مرجعی از صحت بالاتری در مدل‌های روان‌شناسی زبان برخوردار است. نتایج این تحقیق نشان‌دهنده زیر مؤلفه‌هایی است که هزینه پردازش ابهام را با افزایش فعالیت حافظه کاری کلامی نشان می‌دهند. مؤلفه‌های Nref و LAN نشان از سختی ادغام اطلاعات جدید با بازنمایی اطلاعات قدیمی دارند که منجر به طولانی‌تر شدن پردازش و برقراری رابطه هم‌مرجعی می‌شود (آلمور و همکاران، ۲۰۱۷). ظهور مؤلفه و افزایش مقدار شدت برای حالت ابهام در ارجاع نسبت به حالت پایه در مطالعات گذشته در زبان‌های دیگر بررسی و تأیید شده است. در زبان فارسی که یک‌زبان ضمیر انداز است، حضور ضمیر ارجاعی شخصی بدون داشتن پیشینه در دسترس نیز تأکیدی بر پردازش‌های روان‌شناسی مغز است که تحلیل‌های آن نه بر اساس صحت و کذب پاره‌گفتارها بلکه بر پایه میزان آسانی یا دشواری در برقراری روابط زبانی است.

به‌طور خلاصه، در یک تحقیق زبان‌شناسی میان‌رشته‌ای با استفاده از دستگاه الکترومغزنگاری به روش پتانسیل رخداد-وابسته، از پردازش‌های عصبی حین تحلیل دقت ارجاع داده ضبط و پردازش شد. نتایج به دست آمده دو مؤلفه Nref و LAN را برای مقایسه حالت ابهام در ارجاع نسبت به حالت پایه گزارش دادند که نشان‌دهنده دشواری در ایجاد رابطه هم‌مرجعی میان عبارت ارجاعی ضمیری و پیشینه آن در حالت ابهام



ارجاعی است. این افزایش درگیری حافظه کاری تا برطرف شدن ابهام به وسیله گروه اسمی تداعی‌کننده ادامه دارد. نتایج این آزمون به زبان فارسی با نتایج به دست آمده از مطالعات گذشته در زبان‌های دیگر هم‌خوانی دارد. دقت ارجاع تحت تأثیر عوامل زیادی است که تنها مدل‌های نظری برای بررسی آن در گفتمان کافی نیست. مدل‌های روان‌شناسی زبان که در ارتباط با درک، تولید و نحوه پردازش زبان است، نظریه‌های قابل‌بحث‌تری مانند بار اطلاعاتی آلمور، برجستگی گفتمان و دسترسی سلسله‌مراتبی برای تحلیل دقت ارجاع در حالت ابهام در ارجاع‌دهی دارد.

### پی‌نوشت‌ها

۱. این پژوهش بر اساس قرارداد شماره ۶۸۱۸ توسط ستاد توسعه علوم و فناوری‌های شناختی ایران مورد حمایت قرار گرفته است. از آزمایشگاه ملی نقشه‌برداری مغز برای امکانات مناسب و احقاق انجام آزمایش‌های شناختی این پژوهش تقدیر و قدردانی می‌شود.

### منابع

پاشا شریفی، حسن و نسرین، شریفی (۱۳۸۳). *روش‌های تحقیق در علوم اجتماعی*. تهران، چاپ چهارم، انتشارات سخن.

- Almor, A. 1999. Noun-phrase anaphora and focus: the informational load hypothesis. *Psychological Review*, 106. 748-765.
- Almor, A., V.A. Nair, T.W. Boiteau, & J.M.C. Vendemia. 2017. The N400 in processing repeated name and pronoun anaphors in sentences and discourse. *Brain & Language*, 173. 52-66.
- Coulson, S., King, J. W., & M. Kutas. 1998. Expect the unexpected: Event related brain response to morphosyntactic violations. *Language and Cognitive Processes*, 13, 21-58.
- Gordon, P.C., & R. Hendrick. 1998. The representation and processing of coreference in discourse. *Cognitive Science*, 22. 389-424.
- Grice, H. P. 1975. *Logic and conversation*, 41-58.
- Halliday, M.A.K., & R. Hasan. 1976. *Cohesion in English*. Longman.
- Huang, Y. 2007. *Pragmatics*, Oxford textbooks in linguistics. 9, 77956.
- Ledoux, K., & C.C. Camblin. 2008. The neural mechanisms of coreference. *Language and Linguistics Compass*, 2. 1013-1037.
- Luck, S.J. 2014. *An Introduction to the Event-Related Potential Technique*, 2nd Edition. MIT Press.
- Lyons, J. 1977. *Semantics*, Cambridge University Press.
- Nieuwland, M.S., & J.J.A. Van Berkum. 2006. Individual differences and contextual bias in pronoun resolution: evidence from ERPs. *Brain Research*, 1118. 155-167.

- Pashasharifi, H., & N. Sharifi. 2004. *Research Methods in Social Science*. Sokhan Press, fourth edition.
- Van Berkum, J.J.A., C.M. Brown, & P. Hagoort. 1999. Early referential context effects in sentence processing: evidence from event-related brain potentials. *Journal of Memory & Language*, 41. 147-182. Nieuwland, M.S., & J.J.A. Van Berkum. 2006. Individual differences and contextual bias in pronoun resolution: evidence from ERPs. *Brain Research*, 1118. 155-167.
- Van Berkum, J.J.A., C.M. Brown, & P. Hagoort. 1999. Early referential context effects in sentence processing: evidence from event-related brain potentials. *Journal of Memory & Language*, 41. 147-182.