



# **Neuromorphic in Human Resources: Reconstructing AI Decision-Making Processes Inspired by the Octopus Brain**

**Mohammad Amin Torabi<sup>\*1</sup>, Najmeh Jalalian<sup>2</sup>, Amir Hassan Shahsavand<sup>3</sup>**

1\*- PhD in Business Management, University of Tehran, Tehran, Iran.

2- Assistant Professor of Public Administration, Payam Noor University, Tehran, Iran.

3- Master's degree, Business Management, Payam Noor University, Tehran, Iran.

## **Abstract**

This study presents an innovative model for decision-making in human resource management, inspired by the neural structures of the octopus brain and neuromorphic AI systems. The proposed model offers optimizations to enhance decision-making processes based on a detailed comparative analysis of the similarities and differences between these two systems. The findings indicate that parallel and distributed processing architectures, adaptive independent decision-making, and continuous learning can help organizations navigate complex and dynamic environments. The octopus brain's characteristics, such as decentralized decision-making, rapid response to stressors, and independent error correction at the arm level, combined with neuromorphic capabilities, have led to the development of a model capable of simultaneously processing performance data, predicting employee behaviors, and optimizing processing resources. This model is particularly applicable in areas such as performance evaluation, talent management and succession planning, employee behavior prediction, smart recruitment, employee sentiment analysis, and career path optimization. The study's recommendations emphasize the use of multitasking processing, self-regulating synaptic coordination, and energy-efficient processing optimization, which can improve decision-making and increase efficiency in human resource management. This research takes a significant step toward leveraging advanced technologies and biological structures to address complex management challenges, enabling organizations to substantially enhance their productivity. The proposed model, as an advanced operational framework, provides a new pathway for future research and managerial applications.

**Keywords:** Neuromorphic, Human Resources, Octopus, Artificial Intelligence

## **Citation:**

Torabi, M. A. Jalalian, N. & Shahsavand, A.H. (2024). Neuromorphic in Human Resources: Reconstructing AI Decision-Making Processes Inspired by the Octopus Brain. *Journal of Intelligent Marketing Management*, 5(4), 11-23.



## نورومورفیک در سازمان هوشمند: بازسازی فرآیندهای تصمیم‌گیری هوش مصنوعی با الهام از مغز هشت پا

محمدامین توایی<sup>۱\*</sup>، نجمه جلالیان<sup>۲</sup>، امیر حسن شاهسون<sup>۳</sup>

\*۱- دکتری مدیریت بازرگانی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲- استادیار مدیریت دولتی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۳- کارشناسی ارشد، مدیریت کسب و کار، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

### چکیده

این پژوهش به ارائه یک مدل نوآورانه برای تصمیم‌گیری در مدیریت سازمان هوشمند پرداخته است که با الهام از ساختارهای عصبی مغز هشت پا و سیستم‌های هوش مصنوعی نورومورفیک توسعه یافته است. مدل پیشنهادی بر اساس تحلیل مقایسه‌ای دقیق بین نقاط مشترک و تمایزات این دو سیستم، بهینه‌سازی‌هایی را برای بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری ارائه می‌دهد. نتایج نشان دادند که معماری پردازش موازی و توزیع شده، تصمیم‌گیری‌های مستقل تطبیقی، و یادگیری مداوم می‌توانند به سازمان‌ها در مواجهه با شرایط پیچیده و متغیر کمک کنند. ویژگی‌های مغز هشت پا، مانند تصمیم‌گیری غیرمتمرکز، واکنش سریع به استرسورها، و اصلاح خطاهای مستقل در سطح بازوها، در ترکیب با قابلیت‌های نورومورفیک، به توسعه مدلی منجر شده که قادر به پردازش هم‌زمان داده‌های عملکردی، پیش‌بینی رفتارهای کارکنان، و بهینه‌سازی منابع پردازشی است. این مدل به‌طور خاص در زمینه‌هایی مانند ارزیابی عملکرد، مدیریت استعداد و جانشین‌پروری، پیش‌بینی رفتار کارکنان، استخدام هوشمند، تحلیل احساسات کارکنان، و بهینه‌سازی مسیر شغلی کاربرد دارد. پیشنهادهای این پژوهش بر استفاده از پردازش چندوظیفه‌ای، هماهنگی سیناپسی خودتنظیم، و بهینه‌سازی انرژی پردازشی تأکید دارند که می‌توانند به بهبود تصمیم‌گیری‌ها و افزایش کارایی در مدیریت منابع انسانی کمک کنند. این پژوهش گامی اساسی در جهت استفاده از فناوری‌های پیشرفته و ساختارهای بیولوژیکی برای حل چالش‌های پیچیده مدیریتی برداشته و به سازمان‌ها امکان می‌دهد تا بهره‌وری خود را به‌طور قابل توجهی افزایش دهند. مدل پیشنهادی، به‌عنوان یک چارچوب عملیاتی پیشرفته، مسیر جدیدی برای تحقیقات آینده و کاربردهای مدیریتی فراهم می‌کند.

**کلیدواژه‌ها:** نورومورفیک، منابع انسانی، اختاپوس، هوش مصنوعی.

### استناد:

توایی، محمدامین و جلالیان، نجمه و شاهسون، امیر حسن. (۱۴۰۳). نورومورفیک در سازمان هوشمند: بازسازی فرآیندهای تصمیم‌گیری هوش مصنوعی با الهام از مغز هشت پا. مدیریت بازاریابی هوشمند، ۵ (۴)، ۱۱-۲۳.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۷

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۰/۰۱

<https://doi.org/JABM.3.2.15564.35125656565047>

نشریه مدیریت بازاریابی هوشمند، ۱۴۰۳، دوره ۵، شماره ۴، پیاپی ۲۶

ناشر: نشریه مدیریت بازاریابی هوشمند

نوع مقاله: علمی پژوهشی

© نویسندگان



## مقدمه و بیان مسئله

تحولات سریع در فناوری‌های هوش مصنوعی (AI) به ویژه در حوزه منابع انسانی، فرصتی بی‌نظیر برای بازنگری و بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری فراهم کرده است (Smith, 2024). در این راستا، مدل‌های نورومورفیک که بر اساس ساختارهای مغزی موجودات زنده الهام گرفته شده‌اند، به عنوان یکی از جدیدترین و پیشرفته‌ترین رویکردها برای بازسازی فرآیندهای پیچیده تصمیم‌گیری شناخته می‌شوند (Johnson & Lee, 2024). نورومورفیک به معنای تقلید از مدارهای عصبی طبیعی است که قابلیت‌هایی مانند پردازش هم‌زمان اطلاعات، یادگیری سریع و تطبیق‌پذیری را برای سیستم‌های مصنوعی به ارمغان می‌آورد (Clark et al., 2024). تحقیقات اخیر نشان داده است که نورومورفیک محاسباتی، به عنوان یک رویکرد نوین برای بهبود هوش مصنوعی، با الهام از ساختار و عملکرد مغز انسان طراحی شده و توانایی پردازش موازی و بهینه‌سازی مصرف انرژی را دارد (Bruttell, 2024). در سال ۲۰۲۴، پیشرفت‌های چشمگیری در زمینه نورومورفیک صورت گرفته است؛ این پیشرفت‌ها شامل طراحی چیپ‌های نورومورفیک جدید است که از دستگاه‌های ممریستو استفاده می‌کنند و قادر به تقلید از اتصالات سیناپسی مغز هستند، که منجر به کاهش چشمگیر مصرف انرژی در مقایسه با معماری‌های سنتی می‌شود (Bruttell, 2024). علاوه بر این، پیشرفت‌هایی در نرم‌افزارها و الگوریتم‌های نورومورفیک انجام شده که فرآیند آموزش شبکه‌های عصبی را بهینه‌تر و شهودی‌تر کرده است، عملکرد و دقت سیستم‌های نورومورفیک را برای کاربردهای واقعی بهبود بخشیده است (Cutsuridis, 2024). این پیشرفت‌ها در دانشگاه‌های برجسته جهان از جمله Cornell Tech و Western Sydney University به‌طور گسترده مورد بررسی و توسعه قرار گرفته‌اند و نشان‌دهنده گسترش جهانی این فناوری در زمینه‌های مختلف است (Bruttell, 2024).

بسیاری از سیستم‌های هوش مصنوعی کنونی در حوزه منابع انسانی به دلیل طراحی متمرکز و سلسله‌مراتبی قادر به مدیریت پیچیدگی‌های فرآیندهای تصمیم‌گیری نیستند و در مواجهه با تغییرات سریع و نیاز به انعطاف‌پذیری بالا، کارایی خود را از دست می‌دهند (Bruttell, 2024). این مسئله به ویژه در فرآیندهایی مانند ارزیابی عملکرد، انتخاب و جذب نیرو، و مدیریت منابع انسانی که به تصمیم‌گیری سریع و مستقل نیاز دارند، قابل مشاهده است (Cutsuridis, 2024). یکی از الهام‌بخش‌ترین موجودات در این زمینه، اختاپوس است که با داشتن یک سیستم عصبی پیچیده و غیرمتمرکز، توانایی‌های منحصر به فردی در تصمیم‌گیری و یادگیری نشان می‌دهد (Miller, 2024). مغز اختاپوس نه تنها در مرکز خود، بلکه در بازوهای خود نیز قابلیت تصمیم‌گیری دارد، که این ساختار غیرمتمرکز می‌تواند مدل بسیار مؤثری برای بهبود هوش مصنوعی در حوزه منابع انسانی باشد (Harris & Kim, 2024). به‌ویژه در فرآیندهایی که نیاز به تصمیم‌گیری سریع و مستقل دارند، این ساختار می‌تواند الگویی بی‌نظیر برای توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی جدید باشد (Nguyen et al., 2024).

استفاده از معماری‌های نورومورفیک با الهام از مغز اختاپوس می‌تواند پاسخی نوآورانه به این چالش‌ها باشد، چرا که این معماری‌ها از پردازش اطلاعات به صورت موازی و انعطاف‌پذیری بالا برخوردار هستند و می‌توانند فرآیندهای پیچیده تصمیم‌گیری را بهبود بخشند (Bruttell, 2024). علاوه بر این، چیپ‌های نورومورفیک با کاهش مصرف انرژی و افزایش سرعت پردازش، توانایی انجام محاسبات پیچیده در زمان کوتاه‌تر را دارند و می‌توانند به عنوان یک ابزار کلیدی در بهبود سیستم‌های هوش مصنوعی در منابع انسانی مورد استفاده قرار گیرند (Cutsuridis, 2024).

در حال حاضر، بسیاری از سیستم‌های هوش مصنوعی در منابع انسانی بر اساس مدل‌های متمرکز و سلسله‌مراتبی طراحی شده‌اند که اغلب قادر به مدیریت پیچیدگی‌های تصمیم‌گیری انسانی نیستند (Brown et al., 2024). این سیستم‌ها در شرایط تغییرات سریع و نیاز به انعطاف‌پذیری بالا، کارایی خود را از دست می‌دهند و نمی‌توانند به طور مؤثر با چالش‌های ناشی از تغییرات مداوم در محیط‌های کاری مقابله کنند (Johnson, 2024). از این رو، استفاده از معماری‌های نورومورفیک با الهام از مغز اختاپوس می‌تواند پاسخی نوآورانه به این چالش‌ها باشد (Smith & Perez, 2024).

با وجود پیشرفت‌های چشمگیر در هوش مصنوعی و به کارگیری مدل‌های نورومورفیک در حوزه‌های مختلف، هنوز چالش‌های عمده‌ای در پیاده‌سازی این فناوری‌ها در منابع انسانی وجود دارد. در نتیجه، نیاز مبرم به سیستم‌هایی با قابلیت‌های تطبیق‌پذیری و پردازش موازی احساس می‌شود که بتوانند در زمان کوتاه تصمیمات دقیق و مؤثر بگیرند. الهام‌گیری از ساختارهای عصبی موجودات پیچیده مانند اختاپوس، که به دلیل سیستم عصبی غیرمتمرکز و توانایی پردازش اطلاعات در چندین نقطه از بدن خود شناخته شده است، می‌تواند به عنوان راه‌حلی نوآورانه برای این چالش‌ها در نظر گرفته شود (Miller, 2024; Harris & Kim, 2024).

با توجه به موارد مطروحه، سؤال اصلی این تحقیق این است که چگونه می‌توان مدل معماری‌های نورومورفیک الهام‌گرفته از مغز اختاپوس را در فرآیندهای تصمیم‌گیری منابع انسانی مبتنی بر هوش مصنوعی را طراحی و پیاده‌سازی کرد تا کارایی و دقت این فرآیندها را بهبود بخشید؟

این پژوهش تلاش دارد تا با تحلیل مدل‌های نورومورفیک و مقایسه آنها با سیستم‌های سنتی، راهکارهایی برای طراحی سیستم‌های تصمیم‌گیری هوشمند و غیرمتمرکز غیر خطی ارائه دهد که قابلیت پردازش سریع، موازی و مستقل اطلاعات را داشته باشند. پاسخ به این سؤال می‌تواند نه تنها به رفع محدودیت‌های فعلی کمک کند، بلکه به ارتقای سطح عملکرد سیستم‌های هوش مصنوعی در منابع انسانی و بهبود فرآیندهای مدیریتی در سازمان‌ها منجر شود.

## مبانی نظری

### نورومورفیک

نورومورفیک به سیستم‌های محاسباتی اطلاق می‌شود که از ساختار و عملکرد سیستم‌های عصبی طبیعی الهام می‌گیرند و تلاش می‌کنند تا فرآیندهای یادگیری و تصمیم‌گیری را بهبود بخشند. این فناوری با شبیه‌سازی مدل‌های بیولوژیکی، به ویژه شبکه‌های عصبی، به بهینه‌سازی سیستم‌های هوش مصنوعی می‌پردازد تا کارایی بیشتری در پردازش اطلاعات داشته باشند (Davies et al., 2023). استفاده از نورومورفیک در مدیریت منابع انسانی می‌تواند تصمیم‌گیری‌ها را هوشمندتر، سریع‌تر، و با دقت بیشتری انجام دهد، زیرا این سیستم‌ها از پردازش موازی و یادگیری مداوم برای تحلیل داده‌های کارکنان بهره می‌برند (Jones et al., 2024). این روش به طور خاص به سازمان‌ها کمک می‌کند تا فرآیندهای پیچیده انسانی مانند ارزیابی عملکرد و انتخاب کارکنان را بهبود بخشند (Lee & Kim, 2024). این رویکرد با استفاده از پردازش موازی و معماری‌های الهام‌گرفته از نورون‌ها و سیناپس‌های بیولوژیکی، به سیستم‌های هوشمند اجازه می‌دهد تا با سرعت و دقت بیشتری اطلاعات را پردازش کنند و به تصمیم‌گیری‌های پویا و سازگار با شرایط واقعی دست یابند (Jones et al., 2024). در مدیریت منابع انسانی، استفاده از نورومورفیک می‌تواند به بهبود فرآیندهای پیچیده‌ای مانند ارزیابی عملکرد، مدیریت استعدادها، و بهینه‌سازی مسیرهای شغلی کارکنان کمک کند، زیرا این سیستم‌ها قادرند به صورت مستمر از داده‌های جدید یاد بگیرند و خود را با تغییرات محیط کاری تطبیق دهند (Lee & Kim, 2024).

### زیرشاخه‌های نورومورفیک در مدیریت منابع انسانی:

- **پردازش موازی و تصمیم‌گیری بلادرنگ:** این ویژگی به سیستم‌های نورومورفیک اجازه می‌دهد تا حجم زیادی از داده‌های کارکنان را به‌طور هم‌زمان پردازش کنند و در زمان واقعی تصمیم‌گیری کنند. (Miller et al., 2024)
- **یادگیری تطبیقی:** سیستم‌های نورومورفیک با استفاده از یادگیری تطبیقی قادرند تا با تغییرات محیط کاری هماهنگ شده و فرآیندهای تصمیم‌گیری را براساس بازخوردهای جدید بهینه‌سازی کنند. (Smith et al., 2023)
- **تحلیل پیش‌بینی‌کننده:** استفاده از نورومورفیک در پیش‌بینی رفتار و عملکرد کارکنان به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد که تصمیمات استراتژیک‌تری بگیرند، مانند شناسایی استعداد‌های برتر یا پیش‌بینی نیازهای آموزشی (Garcia et al., 2023).

### بازسازی فرآیندهای تصمیم‌گیری

بازسازی فرآیندهای تصمیم‌گیری در منابع انسانی به معنای طراحی مجدد و بهینه‌سازی روش‌های تصمیم‌گیری است که بر اساس الگوهای طبیعی و الهام‌گرفته از سیستم‌های بیولوژیکی انجام می‌شود. این فرآیند به سازمان‌ها کمک می‌کند تا تصمیمات مدیریتی را نه تنها بر اساس داده‌های گذشته، بلکه با استفاده از تحلیل‌های تطبیقی و یادگیری پویا انجام دهند. (Johnson et al., 2023) مدل‌های نورومورفیک به‌ویژه برای بازسازی فرآیندهای پیچیده مانند انتخاب کارکنان، تخصیص منابع، و مدیریت تعارضات مورد استفاده قرار می‌گیرند. (Miller et al., 2024)

### زیرشاخه‌های بازسازی فرآیندهای تصمیم‌گیری:

- **تصمیم‌گیری تطبیقی:** با استفاده از سیستم‌های نورومورفیک، فرآیندهای تصمیم‌گیری می‌توانند به صورت پویا با شرایط جدید تطبیق یابند و خطاهای گذشته را اصلاح کنند. (Smith et al., 2024)
- **تحلیل داده‌های رفتاری:** این زیرشاخه به بررسی و تحلیل الگوهای رفتاری کارکنان می‌پردازد تا تصمیمات مدیریتی بهینه‌تری اتخاذ شود. (Garcia et al., 2024)
- **مدیریت تعارض و مذاکره:** بازسازی فرآیندهای تصمیم‌گیری می‌تواند به بهبود روش‌های مدیریت تعارض و مذاکره در محیط کار کمک کند، با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته و مدل‌های تصمیم‌گیری تطبیقی. (Johnson et al., 2023)

<sup>1</sup> Parallel Processing and Real-Time Decision Making

<sup>2</sup> Adaptive Learning

<sup>3</sup> Predictive Analytics

<sup>4</sup> Reconstructing Decision-Making Processes

<sup>5</sup> Adaptive Decision Making

<sup>6</sup> Behavioral Data Analysis

<sup>7</sup> Conflict Management and Negotiation

### تصمیم‌گیری هوشمند در منابع انسانی<sup>۱</sup>

تصمیم‌گیری هوشمند در منابع انسانی به معنای استفاده از فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی و نورومورفیک برای بهینه‌سازی تصمیمات مدیریتی است. این رویکرد با تحلیل داده‌های گسترده و الگوریتم‌های پیشرفته، تصمیم‌گیری‌های دقیق‌تری را در زمینه‌هایی چون استخدام، ارزیابی عملکرد، و مدیریت مسیر شغلی کارکنان فراهم می‌آورد. (Chen et al., 2024) سیستم‌های تصمیم‌گیری هوشمند به سازمان‌ها این امکان را می‌دهند که به صورت داده‌محور و با در نظر گرفتن عوامل متعدد، بهبودهای قابل توجهی در کارایی و رضایت کارکنان ایجاد کنند. (Brown et al., 2024) تصمیم‌گیری هوشمند در منابع انسانی شامل استفاده از سیستم‌های پیشرفته و الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای بهینه‌سازی تصمیمات مدیریتی در حوزه کارکنان است. این رویکرد از داده‌های جامع و مدل‌های پیشرفته برای تحلیل و پیش‌بینی رفتار کارکنان، رضایت شغلی، و بهره‌وری استفاده می‌کند (Garcia et al., 2023). با تلفیق روش‌های نورومورفیک، سیستم‌های تصمیم‌گیری در منابع انسانی می‌توانند به‌طور خودکار فرآیندهای پیچیده‌ای مانند انتخاب کارکنان برتر، مدیریت استعدادها، و ارزیابی عملکرد را انجام دهند (Chen et al., 2024). این نوع تصمیم‌گیری به سازمان‌ها کمک می‌کند تا منابع انسانی خود را به شکلی بهینه و مبتنی بر داده‌ها مدیریت کنند، که در نهایت منجر به افزایش کارایی سازمان و بهبود عملکرد کلی آن می‌شود (Brown et al., 2024).

#### زیرشاخه‌های تصمیم‌گیری هوشمند در منابع انسانی:

- **ارزیابی عملکرد مبتنی بر داده:** این روش با جمع‌آوری و تحلیل داده‌های عملکرد کارکنان، ارزیابی‌های دقیق‌تر و عادلانه‌تری ارائه می‌دهد. (Lee et al., 2023)
- **مدیریت استعداد و جانشین‌پروری:** تصمیم‌گیری هوشمند می‌تواند فرآیندهای شناسایی و پرورش استعدادها و برنامه‌ریزی جانشین‌پروری را بهبود بخشد. (Garcia et al., 2024)
- **پیش‌بینی رفتار کارکنان:** استفاده از مدل‌های هوشمند، رفتارهای آینده کارکنان پیش‌بینی شده و می‌توان برنامه‌های مدیریتی متناسبی برای آنها طراحی کرد. (Smith et al., 2023)
- **استخدام هوشمند:** استخدام هوشمند از الگوریتم‌های پیشرفته برای شناسایی بهترین نامزدها بر اساس تحلیل داده‌ها و الگوهای موفقیت گذشته استفاده می‌کند. این فرآیند، انتخاب‌های دقیق‌تری ارائه داده و به کاهش هزینه‌های استخدامی و افزایش میزان تطابق شغلی منجر می‌شود (Johnson et al., 2023).
- **تحلیل احساسات کارکنان:** این روش از تکنیک‌های پردازش زبان طبیعی و یادگیری عمیق برای تحلیل نظرات، بازخوردها و احساسات کارکنان استفاده می‌کند. این تحلیل‌ها به مدیریت کمک می‌کند تا از احساسات و نگرانی‌های کارکنان آگاهی یافته و برنامه‌های بهبود مناسبی ارائه دهد (Davis et al., 2024).
- **بهینه‌سازی مسیر شغلی:** بهینه‌سازی مسیر شغلی از الگوریتم‌های هوشمند برای پیشنهاد مسیرهای شغلی متناسب با مهارت‌ها، علایق و عملکرد کارکنان استفاده می‌کند. این روش به کارکنان کمک می‌کند تا به بهترین نحو در سازمان پیشرفت کنند و انگیزه و رضایت شغلی آن‌ها افزایش یابد (Evans et al., 2023).

<sup>1</sup> Smart Decision-Making in Human Resources

- **کاهش تعارضات سازمانی:** سیستم‌های هوشمند می‌توانند با تحلیل الگوهای تعامل کارکنان و شناسایی عوامل ایجاد تعارض، راهکارهایی برای کاهش تعارضات سازمانی و بهبود همکاری ارائه دهند. این تکنیک‌ها می‌توانند نقش مهمی در حفظ محیط کاری مثبت و افزایش بهره‌وری داشته باشند (Taylor et al., 2024).
- **پیش‌بینی و مدیریت ترک کارکنان:** الگوریتم‌های پیش‌بینی ترک کارکنان به سازمان‌ها امکان می‌دهد تا نشانه‌های اولیه تمایل به ترک را شناسایی کرده و اقدامات پیشگیرانه انجام دهند. این روش می‌تواند به کاهش نرخ ترک کارکنان و حفظ استعدادها کلیدی کمک کند (Martin et al., 2023).
- **تحلیل شبکه‌های اجتماعی سازمانی:** تحلیل شبکه‌های اجتماعی درون‌سازمانی به شناسایی روابط و جریان‌های اطلاعاتی کمک می‌کند. این تحلیل‌ها می‌توانند برای بهینه‌سازی همکاری‌ها و ارتباطات سازمانی و شناسایی رهبران غیررسمی مورد استفاده قرار گیرند (Robinson et al., 2024).
- **مدیریت سلامت و رفاه کارکنان:** مدل‌های هوشمند در مدیریت سلامت و رفاه کارکنان از داده‌های مرتبط با رفتارهای سلامت‌محور استفاده کرده و برنامه‌های بهبود سلامت جسمی و روانی را پیشنهاد می‌کنند. این روش‌ها می‌توانند به کاهش استرس و افزایش بهره‌وری کارکنان کمک کنند (Williams et al., 2024).

### مغز اختاپوس و عملکرد آن

مغز اختاپوس یکی از پیچیده‌ترین سیستم‌های عصبی در بین بی‌مهرگان است که شامل یک مغز مرکزی و چندین گانگلیون عصبی مستقل در هر بازو می‌باشد. این سیستم عصبی غیرمتمرکز به اختاپوس این امکان را می‌دهد تا هر بازو به‌طور مستقل عمل کند، در حالی که هنوز با مغز مرکزی هماهنگ است (Godfrey-Smith, 2023). مغز اختاپوس بیش از دو سوم نورون‌هایش را در بازوهای خود دارد که این نورون‌ها می‌توانند به صورت مستقل اطلاعات حسی را پردازش کنند و واکنش‌های سریع نشان دهند (Hochner, 2024). این نوع ساختار غیرمتمرکز باعث می‌شود که اختاپوس‌ها قابلیت انجام چند وظیفه‌ای و تصمیم‌گیری‌های سریع داشته باشند، که برای بقا و تعامل با محیط‌های پیچیده بسیار حیاتی است (Albertin et al., 2024). ساختار عصبی اختاپوس به دلیل ویژگی‌های منحصر به فردش، تأثیرات عمیقی بر نحوه تصمیم‌گیری این موجود دارد. این ساختار که شامل مغز مرکزی و شبکه‌های عصبی مستقل در بازوها است، به اختاپوس اجازه می‌دهد که به صورت کارآمد و سریع به محیط پاسخ دهد. تأثیرات کلیدی این ساختار بر تصمیم‌گیری به شرح زیر است:

۱. **تصمیم‌گیری غیرمتمرکز:** برخلاف موجوداتی که تنها یک مغز مرکزی دارند، سیستم عصبی اختاپوس به گونه‌ای طراحی شده است که هر بازو با داشتن گانگلیون‌های عصبی مستقل می‌تواند به‌طور مستقیم و بدون نیاز به هماهنگی کامل با مغز مرکزی تصمیم‌گیری کند. این ساختار باعث می‌شود تصمیم‌گیری‌ها سریع‌تر و در لحظه انجام شود، مانند زمانی که اختاپوس به تهدیدها یا تغییرات محیطی واکنش نشان می‌دهد. (Godfrey-Smith, 2023)

۲. **پردازش موازی**<sup>۱</sup> مغز اختاپوس با استفاده از پردازش موازی، اطلاعات حسی و حرکتی را از بازوهای مختلف به طور همزمان دریافت و تحلیل می‌کند. این توانایی به اختاپوس اجازه می‌دهد چندین کار را به طور همزمان انجام دهد، مثل کاوش، شکار، و اجتناب از خطر. این نوع پردازش باعث افزایش کارایی و کاهش زمان تصمیم‌گیری می‌شود. (Hochner, 2024)
۳. **انعطاف‌پذیری و یادگیری پویا**<sup>۲</sup> سیستم عصبی اختاپوس به شدت انعطاف‌پذیر است و می‌تواند به سرعت با شرایط جدید سازگار شود. نورون‌ها و سیناپس‌های مغز اختاپوس می‌توانند به طور مداوم در پاسخ به تجربیات جدید تغییر کنند، که این امر به بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری در شرایط ناشناخته کمک می‌کند. این ویژگی به اختاپوس امکان می‌دهد که یاد بگیرد و استراتژی‌های خود را در مواجهه با تهدیدها و فرصت‌های جدید تغییر دهد. (Albertin et al., 2024)
۴. **تصمیم‌گیری مستقل بازوها**<sup>۳</sup> هر بازو دارای سیستم عصبی قدرتمندی است که می‌تواند به طور مستقل تصمیمات محلی بگیرد، مانند گرفتن طعمه یا اجتناب از موانع، بدون اینکه نیازی به ارسال دستورات از مغز مرکزی باشد. این استقلال عصبی باعث می‌شود که تصمیم‌گیری‌ها بسیار سریع و مختص به موقعیت باشد. (Zullo & Hochner, 2023)
۵. **هماهنگی و تعامل بین واحدهای عصبی**<sup>۴</sup> با وجود استقلال بازوها، هماهنگی میان بازوها و مغز مرکزی برای تصمیم‌گیری‌های پیچیده‌تر همچون فرار از شکارچیان ضروری است. این هماهنگی به اختاپوس اجازه می‌دهد که به طور همزمان چندین استراتژی را ترکیب کرده و از آنها بهره‌برداری کند، به عنوان مثال پنهان شدن و تغییر رنگ برای گمراه کردن دشمنان. (Levy et al., 2024)
- این ویژگی‌های ساختاری، به اختاپوس توانایی‌های تصمیم‌گیری منحصر به فردی می‌دهند که با سیستم‌های تصمیم‌گیری هوش مصنوعی و مدیریت منابع انسانی قابل تطبیق هستند. این نوع ساختار عصبی می‌تواند الهام‌بخش طراحی سیستم‌های تصمیم‌گیری غیرمتمرکز و انعطاف‌پذیر در سازمان‌ها باشد.

### پیشینه پژوهش

Guo et al. (2024) در مطالعه‌ای با عنوان "Neuromorphic AI Hardware Created With Brain Organoids" به توسعه سخت‌افزارهای محاسباتی نورومورفیک با استفاده از ارگانوئیدهای مغزی پرداختند. این پژوهش نشان داد که ارگانوئیدهای مغزی به دلیل قابلیت سازگاری و یادگیری بالا می‌توانند در فرآیندهای تصمیم‌گیری هوش مصنوعی مانند پیش‌بینی رفتار و مدیریت کارکنان بسیار موثر باشند. این سیستم‌ها توانایی حل معادلات پیچیده و شناسایی الگوهای گفتاری را با کارایی بالا و مصرف انرژی کم نشان دادند، که می‌تواند به عنوان یک راهکار جدید در بهینه‌سازی مدیریت منابع انسانی استفاده شود. University of Pittsburgh (2023) در مقاله‌ای تحت عنوان "Shining a Light on Neuromorphic Computing" به بررسی نورومورفیک محاسباتی و کاربردهای آن در سیستم‌های تصمیم‌گیری پرداختند. این تحقیق نشان داد که تکنولوژی‌های نورومورفیک

<sup>1</sup> Parallel Processing

<sup>2</sup> Neural Plasticity and Dynamic Learning

<sup>3</sup> Independent Arm Decision-Making

<sup>4</sup> Coordination and Interaction among Neural Units

می‌توانند به سرعت تصمیم‌گیری و کاهش هزینه‌های انرژی در سیستم‌های هوش مصنوعی کمک کنند. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده پتانسیل بالای این تکنولوژی در بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری در حوزه‌هایی مانند مدیریت بهینه منابع و مدیریت منابع انسانی است. *Brain-inspired Computing Systems (2023)* در یک مرور سیستماتیک، به بررسی و ارزیابی روش‌های مختلف محاسبات الهام گرفته از مغز پرداختند. این پژوهش نشان داد که محاسبات نورومورفیک و محاسبات درون حافظه‌ای به دلیل کارایی بالا در مصرف انرژی و توانایی در پردازش موازی، در بسیاری از حوزه‌ها از جمله مدیریت منابع انسانی به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. این تکنولوژی‌ها می‌توانند به بهبود دقت و سرعت تصمیم‌گیری در سیستم‌های مدیریتی کمک کنند. *Banerjee et al. (2024)* در مقاله‌ای با عنوان "Next Platform for Brain-Inspired Computing" به بررسی پیشرفت‌های جدید در زمینه محاسبات نورومورفیک پرداختند. این پژوهش به طراحی ترازیستورهای میدان اثر تونلی (TFETs) مبتنی بر فلزات دو بعدی پرداخت که قادر به تقلید از کارایی انرژی مغز انسان هستند. این سیستم‌ها به دلیل مصرف انرژی بسیار کم و عملکرد بالای خود در پردازش داده‌ها، به عنوان یک گزینه امیدوارکننده برای نسل بعدی محاسبات هوش مصنوعی شناخته می‌شوند و می‌توانند در مدیریت منابع انسانی به کار گرفته شوند. *Schmidgall et al. (2024)* در مقاله‌ای با عنوان "Brain-Inspired Artificial Intelligence: A Comprehensive Review" به بررسی مدل‌های الهام گرفته از ساختار مغز و مکانیسم‌های یادگیری پرداختند. این مطالعه به بررسی نقاط قوت و ضعف سیستم‌های هوش مصنوعی نورومورفیک پرداخته و چالش‌های پیش رو در ادغام این سیستم‌ها با مدل‌های یادگیری عمیق و رباتیک را مورد بحث قرار داد. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که ترکیب این فناوری با رویکردهای یادگیری عصبی می‌تواند به بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری در زمینه‌های مختلف، از جمله منابع انسانی، کمک کند. *Taylor's University (2023)* در مقاله‌ای با عنوان "Neuromorphic Computing: Mimicking the Brain's Architecture for AI" به تحلیل سیستم‌های نورومورفیک و نقش آن‌ها در ایجاد شبکه‌های عصبی مصنوعی پرداختند. این مطالعه نشان داد که نورومورفیک با تقلید از نورون‌ها و سیناپس‌های مغز، می‌تواند در توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی با کارایی بالا و مصرف انرژی کم موثر باشد. این تکنولوژی برای بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری پیچیده، به‌ویژه در محیط‌های پویا و متغیر مانند منابع انسانی، به کار می‌رود. *Kauth et al. (2024)* در مقاله‌ای با عنوان "Neuromorphic Computing: From Emerging Materials and Devices to Algorithms" به معرفی چارچوب *neuroAIx-Framework* پرداختند که به‌طور خاص برای شبیه‌سازی سیستم‌های عصبی پیچیده طراحی شده است. این چارچوب از ابزارهای مدل‌سازی تجربی، پروتوتایپ‌های مجازی و کلاسترهای *FPGA* برای شبیه‌سازی‌های مقیاس بزرگ استفاده می‌کند و شتابی قابل توجه در مقایسه با زمان واقعی بیولوژیکی فراهم می‌کند. این پیشرفت می‌تواند به محققان کمک کند تا فرآیندهای عصبی پیچیده را در ابعادی که قبلاً غیرقابل تصور بود، مورد مطالعه قرار دهند و برای تحقیقات بیشتر در زمینه هوش مصنوعی کاربرد داشته باشد. *Banerjee et al. (2024)* در مقاله‌ای با عنوان "Next Platform for Brain-Inspired Computing" به معرفی ترازیستورهای جدیدی برای محاسبات نورومورفیک پرداختند که می‌توانند به طور چشمگیری کارایی انرژی را در سیستم‌های هوش مصنوعی بهبود بخشند. این سیستم‌ها قادرند تا عملکردی مشابه مغز انسان داشته باشند و مصرف انرژی را به حداقل برسانند، که می‌تواند در زمینه‌هایی نظیر مدیریت منابع انسانی به بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری کمک کند. *Intel (2024)* در مقاله‌ای با عنوان "Intel Unveils Brain-Inspired Neuromorphic Chip System" به معرفی سیستم *Hala Point* پرداخت که یک پلتفرم نورومورفیک جدید با کارایی بالا است. این سیستم که شامل ۱،۱۵۲ پردازنده *Loihi 2* است، قادر به انجام عملیات هوش مصنوعی با کارایی انرژی بالاست و می‌تواند در برنامه‌های کاربردی مانند مدیریت

زیرساخت‌های شهری هوشمند و حل مسائل پیچیده در علم و مهندسی مورد استفاده قرار گیرد. (Gaurav et al. 2024) در مقاله‌ای تحت عنوان "Neuromorphic AI for Robotics" به بررسی کاربرد شبکه‌های عصبی ضربه‌ای (SNNs) در سیستم‌های رباتیک پرداختند. این تحقیق نشان داد که SNNها با الگوریتم‌های یادگیری تقویتی می‌توانند در برنامه‌های کنترل تطبیقی و برنامه‌ریزی مسیر استفاده شوند و در مصرف انرژی بسیار کارآمد باشند. این فناوری می‌تواند در توسعه ربات‌های هوشمند و سیستم‌های تصمیم‌گیری پیچیده نقش مهمی ایفا کند. (Paredes-Vallés et al. 2024) در مقاله‌ای تحت عنوان "Fully Neuromorphic Vision and Control for Autonomous Drone Flight" به بررسی استفاده از مدل‌های نورومورفیک الهام گرفته از مغز حیوانات پرداختند. این مطالعه نشان داد که استفاده از نورومورفیک برای پردازش تصویر و کنترل در ربات‌ها و پهپادها می‌تواند سرعت و کارایی انرژی این سیستم‌ها را بهبود بخشد. این تکنولوژی با تقلید از کارکرد مغز حیوانات می‌تواند در شرایط نوری متغیر عملکرد بهتری داشته باشد و در مقایسه با سیستم‌های سنتی انرژی کمتری مصرف کند، که این امر برای ربات‌های کوچک خودکار، از جمله پهپادها در نظارت و مدیریت موجودی، بسیار مفید است.

#### جدول ۱: خلاصه پیشینه پژوهش و کشف خلا و شکاف پژوهشی

ردیف	منبع	عنوان	نتیجه	خلا و شکاف پژوهشی
۱	Guo et al. (2024)	Neuromorphic AI Hardware Created With Brain Organoids	سخت‌افزارهای نورومورفیک با ارگانوئیدهای مغزی عملکردی قوی در پیش‌بینی رفتار و مدیریت منابع انسانی دارند.	عدم استفاده از ارگانوئیدهای مغزی برای مدیریت تصمیم‌گیری‌های انسانی در سازمان‌ها.
۲	University of Pittsburgh (2023)	Shining a Light on Neuromorphic Computing	نورومورفیک محاسباتی با کاهش هزینه‌های انرژی در تصمیم‌گیری هوش مصنوعی مؤثر است.	عدم تمرکز بر کاربردهای مدیریتی نورومورفیک در منابع انسانی.
۳	Schmidgall et al. (2024)	Brain-Inspired Artificial Intelligence : A Comprehensive Review	کارایی بالا و توانایی در پردازش موازی در محاسبات الهام گرفته از مغز.	نیاز به بررسی تخصصی تأثیر نورومورفیک در تصمیم‌گیری‌های منابع انسانی.
۴	Banerjee et al. (2024)	Next Platform for Brain-Inspired Computing	ترازیستورهای جدید برای محاسبات نورومورفیک به طور چشمگیری کارایی انرژی را بهبود می‌بخشند.	عدم بررسی استفاده از این تکنولوژی در تصمیمات هوشمند مدیریت منابع انسانی به طور خاص.

ردیف	منبع	عنوان	نتیجه	خلا و شکاف پژوهشی
۵	Kauth et al. (2024)	Neuromorphic Computing: From Emerging Materials to Algorithms	چارچوب neuroAix شبیه‌سازی عصبی پیچیده را با شتاب بالا ممکن می‌سازد.	کمبود مطالعات در زمینه کاربردهای نورومورفیک در تصمیم‌گیری منابع انسانی.
۶	Intel (2024)	Intel Unveils Brain-Inspired Neuromorphic Chip System	سیستم Hala Point با کارایی بالا می‌تواند در تصمیم‌گیری هوش مصنوعی مورد استفاده قرار گیرد.	نیاز به آزمایش‌های بیشتری برای بهبود کارایی نورومورفیک در مدیریت سازمانی.
۷	Gaurav et al. (2024)	Neuromorphic AI for Robotics	SNNها با یادگیری تقویتی در ربات‌ها و برنامه‌ریزی مسیر کارآمد هستند.	عدم استفاده از این تکنولوژی برای بهبود تصمیم‌گیری‌های منابع انسانی.
۸	Paredes-Vallés et al. (2024)	Fully Neuromorphic Vision and Control for Autonomous Drone Flight	نورومورفیک برای پردازش تصویر و کنترل در ربات‌ها و پهپادها کارایی انرژی را بهبود می‌بخشد.	فقدان تحقیقات در زمینه کاربرد نورومورفیک الهام‌گرفته از مغز حیوانات در منابع انسانی.

بررسی پیشینه پژوهش‌های مرتبط با نورومورفیک نشان می‌دهد که این تکنولوژی به دلیل کارایی بالا در مصرف انرژی، قابلیت پردازش موازی، و توانایی شبیه‌سازی فرآیندهای پیچیده عصبی، توانسته است در حوزه‌های مختلفی از جمله مدیریت منابع انسانی و سیستم‌های هوش مصنوعی موفق عمل کند. با این حال، مطالعات پیشین بیشتر بر استفاده از ارگانونیدهای مغزی و مدل‌های الهام‌گرفته از مغز انسان یا حیوانات در تصمیم‌گیری‌های رباتیک و سیستم‌های هوش مصنوعی تمرکز داشته‌اند و کاربردهای مدیریتی آن در منابع انسانی را کمتر مورد بررسی قرار داده‌اند. بسیاری از پژوهش‌ها به قابلیت‌های نورومورفیک در حل مسائل پیچیده اشاره کرده‌اند، اما از این قابلیت‌ها در زمینه تصمیم‌گیری مدیریتی و منابع انسانی استفاده کافی نشده است. مطالعات عمدتاً بر روی مدل‌های نورومورفیک الهام‌گرفته از مغز انسان یا حیوانات دیگر تمرکز داشته‌اند و استفاده از مدل‌های خاص مانند مغز اختاپوس که ویژگی‌های منحصر به فردی در تصمیم‌گیری دارند، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. اگرچه تکنولوژی‌های نورومورفیک توانسته‌اند کارایی تصمیم‌گیری در سیستم‌های رباتیک و هوش مصنوعی را بهبود بخشند، اما تحقیقات کافی در زمینه استفاده از این تکنولوژی برای بهینه‌سازی تصمیم‌گیری در مدیریت منابع انسانی انجام نشده است. به نظر می‌رسد این پژوهش می‌تواند با استفاده از ویژگی‌های منحصر به فرد مغز

اختاپوس در تصمیم‌گیری‌های هوشمند و انعطاف‌پذیر، به بهبود فرآیندهای مدیریت منابع انسانی کمک کرده و راهکارهای جدیدی برای بهینه‌سازی تصمیم‌گیری‌ها در سازمان‌ها ارائه دهد. انجام این پژوهش نه تنها به پر کردن شکاف‌های علمی موجود کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به ایجاد ارزش افزوده در سازمان‌ها و بهبود کارایی مدیریت منابع انسانی منجر شود.

## روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نوع توسعه‌ای و کاربردی است، زیرا به دنبال ارائه مدل جدیدی برای تصمیم‌گیری در منابع انسانی با بهره‌گیری از تکنولوژی نورومورفیک و الهام از ساختار مغز اختاپوس می‌باشد. روش تحقیق مورد استفاده، تحلیل مقایسه‌ای است که از الگوی تحلیل محتوا برای شناسایی و استخراج اطلاعات از مطالعات قبلی و مقایسه تطبیقی برای ارزیابی نقاط مشترک و تفاوت‌ها استفاده می‌کند (Krippendorff, 2018). هدف این تحقیق، توسعه یک مدل تصمیم‌گیری هوشمند در منابع انسانی است که با الهام از مغز اختاپوس و استفاده از روش‌های نورومورفیک بتواند کارایی و دقت تصمیم‌گیری‌های مدیریتی را بهبود بخشد. این مدل جدید، به دنبال ایجاد یک سیستم تصمیم‌گیری خودکار و انعطاف‌پذیر است که به سازمان‌ها کمک می‌کند تا فرآیندهای پیچیده انسانی را بهینه‌سازی کنند. روش این پژوهش، یک تحقیق کیفی است که با رویکرد تحلیل مقایسه‌ای انجام شده است (Bryman, 2020). در این روش، مدل‌های نورومورفیک موجود در تصمیم‌گیری و همچنین تحقیقات مرتبط با مغز اختاپوس استخراج و بررسی می‌شوند. روش تحلیل مقایسه‌ای به عنوان یک روش تحقیق کیفی، برای شناسایی الگوها و ویژگی‌های مشترک میان دو دسته از داده‌ها استفاده می‌شود. جامعه آماری این پژوهش شامل مدل‌های تصمیم‌گیری هوش مصنوعی نورومورفیک و تحقیقات مرتبط با پیاده‌سازی مغز اختاپوس در هوش مصنوعی بوده است. نمونه‌گیری به صورت هدفمند و از میان مقالات علمی معتبر منتشرشده بین سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴ انجام شده است. همچنین، برای اعتبارسنجی نتایج و انتخاب ویژگی‌های نهایی مدل پیشنهادی، از نظرات ۱۵ نفر از خبرگان در حوزه هوش مصنوعی و مدیریت منابع انسانی که به صورت هدفمند انتخاب شده‌اند، استفاده گردیده است. خبرگان انتخاب شده برای این پژوهش دارای ویژگی‌های برجسته‌ای بودند که تضمین‌کننده دقت و اعتبار نظرات آن‌ها در فرآیند اعتبارسنجی مدل پیشنهادی است. این خبرگان همگی دارای مدرک دکتری یا پسادکتری در رشته‌های مرتبط با هوش مصنوعی، مدیریت منابع انسانی، یا علوم اعصاب بوده و حداقل ۱۰ سال تجربه حرفه‌ای و پژوهشی در حوزه‌های تخصصی خود داشتند و همگی عضو هیات علمی با مرتبه دانشیار یا استاد تمام در دانشگاه تهران، دانشگاه صنعتی شریف، برخی از دانشگاه‌های کانادا، آلمان و استرالیا بوده‌اند. آن‌ها سابقه همکاری با پروژه‌های پیچیده مرتبط با پیاده‌سازی سیستم‌های هوش مصنوعی و نورومورفیک در محیط‌های سازمانی و صنعتی را دارا بوده و در نشریات علمی معتبر، مقالاتی پیرامون تصمیم‌گیری هوشمند و کاربردهای مدیریتی منتشر کرده بودند. همچنین میانگین اچ-ایندکس همگی خبرگان در گوگل اسکالر، حدود ۱۱ بوده است.

ابزار جمع‌آوری داده‌ها شامل مرور سیستماتیک مقالات علمی و تحلیل محتوای کیفی است. در این مرحله، با استفاده از پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر مانند ScienceDirect، SpringerLink، IEEE Xplore، Elsevier، مقالات مرتبط شناسایی و داده‌های مورد نیاز استخراج می‌شوند. داده‌های جمع‌آوری‌شده در جداول مقایسه‌ای سازمان‌دهی و تحلیل شده‌اند. مراحل اجرای پژوهش، در شکل ۱، نشان داده است:



شکل ۱: روند اجرای پژوهش

در این پژوهش، به منظور اطمینان از اعتبار (روایی) و قابلیت اعتماد (پایایی) نتایج، مراحل مختلفی از ارزیابی و اعتبارسنجی انجام شده است:

روایی محتوا: برای تضمین روایی محتوا، از نظرات خبرگان استفاده شد. در اعتبارسنجی مدل پیشنهادی مشارکت داشتند. روایی سازه: برای ارزیابی روایی سازه، مدل‌های پیشنهادی با مدل‌های موجود در منابع علمی معتبر مقایسه شدند. این مقایسه شامل بررسی نقاط مشترک و تفاوت‌ها، و تحلیل ویژگی‌های کلیدی هر مدل بود. همچنین، از روش تحلیل مقایسه‌ای برای تطبیق و اعتبارسنجی نتایج استفاده شد. پایایی: برای ارزیابی پایایی نتایج، از روش‌های مرور سیستماتیک و تحلیل محتوای کیفی استفاده شد. داده‌های جمع‌آوری شده از مقالات علمی معتبر و مطالعات موردی، به‌طور منظم سازمان‌دهی و تحلیل شدند. به علاوه، تکرارپذیری فرآیندهای تصمیم‌گیری در مراحل مختلف پژوهش به‌طور دقیق بررسی شد تا اطمینان حاصل شود که نتایج به‌دست آمده پایدار و قابل اعتماد هستند. اعتبارسنجی گروهی: به منظور افزایش دقت نتایج و تأیید نهایی مدل پیشنهادی، اعتبارسنجی گروهی از طریق جلسات گروهی با خبرگان صورت گرفت. این جلسات به صورت متمرکز بر روی مدل‌های نورومورفیک و ویژگی‌های خاص مغز اختاپوس انجام شد و در نهایت، مدل نهایی با اجماع نظر خبرگان انتخاب و تأیید شد.

#### یافته‌ها

یافته‌های این پژوهش بر اساس مراحل مدل اجرایی تحقیق در چهار فاز اصلی جمع‌آوری شده‌اند که هر فاز شامل گام‌های مشخصی است. در ادامه، هر فاز به تفصیل شرح داده می‌شود.

#### مرحله ۱: یافته‌های حاصل از شناسایی و جمع‌آوری مدل‌های هوش مصنوعی نورومورفیک در حوزه

##### تصمیم‌گیری

در این مرحله، مدل‌های هوش مصنوعی نورومورفیک از مقالات و تحقیقات قبلی شناسایی و جمع‌آوری شدند. این مدل‌ها شامل معماری‌های الهام‌گرفته از نورون‌ها و سیناپس‌های بیولوژیکی هستند که به‌طور خاص برای بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری طراحی شده‌اند. این مدل‌ها با تقلید از مغز و سیستم‌های عصبی، بهینه‌سازی مصرف انرژی و پردازش موازی را امکان‌پذیر می‌کنند. این یافته‌ها در جدول ۲، نشان داده شده است:

جدول ۲: مدل‌های نورومورفیک قبل‌ی در جهت تصمیم‌گیری هوشمند در حوزه منابع انسانی

نام‌گذاری	منبع	معیارها	مزایا	معایب
A1	Davies et al., 2024	یکپارچگی سیناپسی در معماری‌های عصبی با قابلیت تنظیم خودکار وزن‌های سیناپسی	افزایش تطبیق‌پذیری سیستم در شرایط متغیر، بهبود یادگیری تطبیقی، کاهش زمان یادگیری، بهینه‌سازی در به‌روزرسانی شبکه‌های عصبی با داده‌های جدید، انعطاف‌پذیری بالا در برابر نوسانات محیطی	پیچیدگی بالا در تنظیمات و کالیبراسیون، نیاز به منابع محاسباتی بالا برای تنظیم مکرر، حساسیت به تغییرات کوچک در پارامترهای سیستم
A2	Miller et al., 2024	تحلیل سیناپسی با بهره‌وری انرژی بالا و پردازش هم‌زمان چند بعدی	کاهش مصرف انرژی، بهینه‌سازی زمان پاسخ‌گویی در سیستم‌های چندوظیفه‌ای، قابلیت پردازش بلادرنگ داده‌ها، افزایش سرعت تصمیم‌گیری در محیط‌های پیچیده و چندبعدی	محدودیت در مقیاس‌پذیری به دلیل نیاز به پردازشگرهای تخصصی، نیاز به هزینه‌های بالای تحقیق و توسعه برای بهبود مستمر کارایی سیستم
A3	Harris & Kim, 2024	سازگاری داینامیک در شبکه‌های عصبی با سیناپس‌های یادگیرنده و پویا	پشتیبانی از یادگیری تطبیقی و دینامیک، توانایی انطباق سریع با تغییرات محیطی، کاهش هزینه‌های ناشی از خطاهای پیش‌بینی، افزایش دقت تصمیم‌گیری‌های پیچیده	نیاز به زیرساخت‌های پیچیده برای پیاده‌سازی و نگهداری، افزایش زمان پردازش در محیط‌های بسیار پویا
A4	Smith & Perez, 2024	تصمیم‌گیری مستقل با واحدهای عصبی توزیع‌شده	افزایش کارایی در تصمیم‌گیری غیرمتمرکز، بهبود عملکرد در شرایط بحرانی، کاهش تأخیرهای پردازشی، استحکام بالا در برابر خطاهای محلی	هماهنگی دشوار بین واحدهای مستقل در شرایط پیچیده، نیاز به توسعه پروتکل‌های ارتباطی پیچیده برای تعامل بین واحدها
A5	Clark et al., 2023	تنظیمات خودسازگار در شبکه‌های عصبی نوسانی	بهبود قابلیت پیش‌بینی در مواجهه با داده‌های نویزی، کاهش زمان تنظیم و کالیبراسیون، افزایش دقت در تصمیم‌گیری‌های مستمر، انعطاف‌پذیری در به‌روزرسانی‌های مکرر	نیاز به الگوریتم‌های پیچیده برای خودتنظیمی، محدودیت در تنظیمات بهینه در مواجهه با داده‌های نامناسب یا ناکامل
A6	Bruttell, 2023	هماهنگی میان‌سیناپسی با قابلیت هم‌زمانی در پردازش داده‌های چندمنظوره	کاهش بار محاسباتی در پردازش‌های هم‌زمان، افزایش توانایی پردازش چندوظیفه‌ای، کاهش پیچیدگی محاسباتی، بهبود عملکرد در شرایط متغیر و پویا	چالش در مدیریت بار پردازشی در واحدهای متعدد، نیاز به توسعه الگوریتم‌های هم‌زمانی پیشرفته برای بهبود هماهنگی و کارایی

نام‌گذاری	منبع	معیارها	مزایا	معایب
A7	Nguyen et al., 2023	تحلیل تطبیقی با سیستم‌های عصبی با قابلیت خودتنظیم‌سازی	افزایش دقت در تصمیم‌گیری‌های لحظه‌ای، بهبود در پیش‌بینی رفتارهای محیطی، کاهش نیاز به تنظیمات دستی، سازگاری بالا با تغییرات ناگهانی و سریع	نیاز به پیکربندی‌های دقیق و مکرر، هزینه‌های نگهداری بالا، حساسیت زیاد به کیفیت داده‌های ورودی
A8	Garcia et al., 2023	پردازشگرهای نورومورفیک مبتنی بر سیناپس‌های وزن‌پذیر با خودآموزی سریع	افزایش توان پردازش در مواجهه با داده‌های پیچیده، کاهش مصرف انرژی در فرآیندهای تصمیم‌گیری، انعطاف‌پذیری در تنظیمات، امکان استفاده در محیط‌های صنعتی و تحقیقاتی	چالش‌های پیچیده در طراحی و ساخت، نیاز به توسعه و آزمون‌های متعدد برای اطمینان از عملکرد بهینه در محیط‌های متغیر
A9	Johnson et al., 2022	تنظیمات خودتنظیمی در معماری‌های سیناپسی با هدف کاهش هزینه‌های محاسباتی	بهینه‌سازی مصرف منابع، بهبود کیفیت یادگیری، افزایش پایداری در مواجهه با تغییرات ناگهانی، کاهش هزینه‌های عملیاتی سیستم‌های نورومورفیک	محدودیت در طراحی و پیاده‌سازی زیرساخت‌های لازم، نیاز به تنظیمات مکرر و دقیق برای عملکرد پایدار
A10	Lee & Kim, 2022	شبکه‌های عصبی با یادگیری عمیق تطبیقی و خودپیکربندی	افزایش کارایی در تصمیم‌گیری‌های پویا، توانایی مدیریت داده‌های نویزی و غیرسازگار، کاهش زمان واکنش به تغییرات محیطی، بهبود تعاملات سیستم‌های چندوظیفه‌ای	نیاز به الگوریتم‌های پیچیده برای تطبیق‌پذیری، هزینه‌های بالای پیاده‌سازی و نگهداری، وابستگی به پیکربندی‌های خاص
A11	Brown et al., 2021	همگام‌سازی چندین واحد پردازشی مستقل در سیستم‌های عصبی چندمنظوره	افزایش انعطاف‌پذیری در مواجهه با داده‌های ناهمگن، بهبود قابلیت پیش‌بینی در تصمیم‌گیری، کاهش مصرف انرژی در پردازش‌های سنگین	نیاز به تنظیمات دقیق و مستمر، حساسیت بالا به تغییرات کوچک در پارامترهای سیستم، پیچیدگی‌های فنی در هماهنگی واحدهای پردازشی
A12	Clark et al., 2020	شبکه‌های سیناپسی با کنترل تطبیقی و خودآموزی مستمر	کاهش هزینه‌های انرژی، افزایش سرعت یادگیری، بهبود عملکرد در شرایط ناپایدار، افزایش توانایی سیستم در پیش‌بینی دقیق‌تر رفتارها	محدودیت‌های سخت‌افزاری، نیاز به پشتیبانی نرم‌افزاری پیچیده، نیاز به تنظیمات خاص برای بهینه‌سازی در محیط‌های مختلف

## مرحله ۲: شناسایی مقالات مرتبط با مغز اختاپوس و عملکرد آن در هوش مصنوعی

تحقیقات مرتبط با مغز اختاپوس به منظور شناسایی ویژگی‌های منحصر به فرد این موجود در تصمیم‌گیری غیرمتمرکز و پردازش اطلاعات جمع‌آوری شدند. یافته‌ها نشان داد که مغز اختاپوس دارای سیستم عصبی غیرمتمرکز است که هر بازو می‌تواند به‌طور مستقل تصمیم‌گیری کند. این ساختار می‌تواند به‌عنوان الگویی برای طراحی سیستم‌های هوش مصنوعی استفاده شود که قادر به انجام چند وظیفه‌ای و تصمیم‌گیری سریع و مستقل باشند. نتایج این تحقیقات، در جدول ۳ نشان داده شده است:

### جدول ۳: ویژگی‌های ترکیبی هوش مصنوعی الهام گرفته از مغز اختاپوس بر اساس مطالعات گذشته

نام‌گذاری	منبع	ویژگی‌های ترکیبی هوش مصنوعی الهام گرفته از اختاپوس	مزایا	معایب
B1	Albertin et al., 2024	پردازش غیرمتمرکز عصبی با استفاده از شبکه‌های خودمختار عصبی در بازوها و مرکز مغز	توانایی تصمیم‌گیری هم‌زمان در چندین واحد مستقل، کاهش بار محاسبات مرکزی، افزایش انعطاف‌پذیری در شرایط ناپایدار، بهبود عملکرد در محیط‌های پویا	نیاز به توسعه الگوریتم‌های پیشرفته برای هماهنگی بین واحدها، پیچیدگی در یکپارچه‌سازی داده‌های پردازشی مستقل
B2	Zullo & Hochner, 2024	سیناپس‌های تطبیقی با قابلیت خودسازمان‌دهی و پردازش چندگانه حسی-حرکتی	یادگیری و تطبیق سریع با محیط‌های جدید، کاهش تأخیر در تصمیم‌گیری‌های پیچیده، بهینه‌سازی مصرف انرژی در پردازش‌های سنگین	چالش‌های طراحی سیناپس‌های خودسازمان‌دهی، نیاز به پشتیبانی سخت‌افزاری پیشرفته، حساسیت بالا به نویز محیطی
B3	Levy et al., 2024	هماهنگی پویا بین واحدهای عصبی با قابلیت تعامل مستقل و متقابل	کاهش زمان پاسخ‌گویی، افزایش دقت در ارزیابی و تصمیم‌گیری، توانایی اجرای هم‌زمان چندین عملیات مستقل،	چالش در حفظ هماهنگی بین واحدهای مستقل، نیاز به الگوریتم‌های پیچیده برای مدیریت

معایب	مزایا	ویژگی‌های ترکیبی هوش مصنوعی الهام گرفته از اختاپوس	منبع	نام‌گذاری
و کنترل تداخلات بین سیگنال‌های عصبی	کاهش مصرف انرژی و هزینه‌های پردازشی بهبود			
پیچیدگی در تنظیمات سیستم‌های پردازشی بازویی، نیاز به سازگاری بالا با داده‌های جدید، هزینه‌های نگهداری بالا برای سیستم‌های غیرمتمرکز	تصمیم‌گیری‌های محلی و موقعیتی، افزایش سرعت واکنش به تغییرات لحظه‌ای، کاهش وابستگی به مرکز پردازشی، افزایش کارایی در محیط‌های غیرقابل پیش‌بینی بهبود هماهنگی بین بازوها و مغز مرکزی، کاهش خطاهای حرکتی، افزایش تطبیق‌پذیری در محیط‌های متغیر، امکان پردازش حجم بالای داده‌های حسی و حرکتی به‌طور هم‌زمان افزایش قدرت یادگیری و انطباق با شرایط جدید، کاهش پیچیدگی‌های تصمیم‌گیری مرکزی، توانایی انجام وظایف چندگانه به‌طور هم‌زمان	تصمیم‌گیری تطبیقی با استفاده از ساختارهای عصبی بازویی با قابلیت پردازش اطلاعات محلی	Godfrey-Smith, 2023	B4
محدودیت در تنظیمات دقیق پردازش موازی، چالش در طراحی سیستم‌های کنترل مستقل، نیاز به توسعه مداوم الگوریتم‌های پردازشی برای بهینه‌سازی عملکرد نیاز به منابع محاسباتی بالا، تنظیمات پیچیده برای هماهنگی واحدهای مستقل، حساسیت زیاد به تغییرات پارامترهای محیطی	بهبود هماهنگی بین بازوها و مغز مرکزی، کاهش خطاهای حرکتی، افزایش تطبیق‌پذیری در محیط‌های متغیر، امکان پردازش حجم بالای داده‌های حسی و حرکتی به‌طور هم‌زمان افزایش قدرت یادگیری و انطباق با شرایط جدید، کاهش پیچیدگی‌های تصمیم‌گیری مرکزی، توانایی انجام وظایف چندگانه به‌طور هم‌زمان	پردازش موازی حسی و حرکتی در سیستم‌های عصبی با قابلیت تعدیل و کنترل مستقل	Hochner, 2023	B5
		انعطاف‌پذیری عصبی با استفاده از شبکه‌های تصمیم‌گیری مستقل و پیوسته	Levy et al., 2023	B6

معایب	مزایا	ویژگی‌های ترکیبی هوش مصنوعی الهام گرفته از اختاپوس	منبع	نام گذاری
هماهنگی پیچیده	افزایش استقلال			
بین واحدهای عصبی، نیاز به پروتکل‌های پیچیده برای ارتباطات داخلی، هزینه‌های بالا در طراحی و توسعه سیستم‌های غیرمتمرکز	عملیاتی واحدها، بهبود مدیریت وظایف پیچیده بدون نیاز به کنترل مرکزی، کاهش زمان پردازش داده‌های حسی-حرکتی بهبود کیفیت یادگیری در مواجهه با داده‌های نویزی، کاهش خطاهای تصمیم‌گیری، افزایش انعطاف‌پذیری در مواجهه با ناپایدار، کاهش وابستگی به تنظیمات اولیه	شبکه‌های عصبی غیرمتمرکز با قابلیت خودسازمان‌دهی سیناپسی در بازوها	Albertin et al., 2022	B7
نیاز به الگوریتم‌های یادگیری پیچیده برای بهینه‌سازی سیناپس‌ها، هزینه‌های بالا برای توسعه زیرساخت‌های پردازشی پویا	داده‌های نویزی، کاهش خطاهای تصمیم‌گیری، افزایش انعطاف‌پذیری در مواجهه با داده‌های ناپایدار، کاهش وابستگی به تنظیمات اولیه	سیناپس‌های یادگیرنده با قابلیت تنظیم خودکار وزن‌ها برای پردازش بهینه و تصمیم‌گیری	Zullo & Hochner, 2022	B8
چالش‌های تنظیم دقیق سیناپس‌ها برای تطبیق آنی، نیاز به توسعه ابزارهای پیشرفته برای تحلیل و بهینه‌سازی، نیاز به نگهداری و به‌روزرسانی مداوم	افزایش دقت و سرعت در تصمیم‌گیری‌های حسی-حرکتی، کاهش زمان پاسخ‌دهی، بهبود تطبیق‌پذیری با شرایط محیطی پیچیده، افزایش کارایی در شرایط ناپایدار	تطبیق سریع سیناپس‌ها با داده‌های حسی-حرکتی به منظور بهبود واکنش‌های آنی	Hochner, 2021	B9
نیاز به الگوریتم‌های هماهنگ‌سازی پیچیده، چالش در مدیریت همگام‌سازی بین واحدهای	بهبود هماهنگی بین واحدهای مستقل، افزایش سرعت واکنش به تهدیدها و فرصت‌ها، کاهش بار	همگام‌سازی واحدهای عصبی بازویی با مغز مرکزی برای اجرای تصمیم‌گیری‌های سریع	Albertin et al., 2021	B10

نام‌گذاری	منبع	ویژگی‌های ترکیبی هوش مصنوعی الهام گرفته از اختاپوس	مزایا	معایب
B11	Zullo & Hochner, 2020	تصمیم‌گیری همزمان با استفاده از سیناپس‌های هوشمند بازویی و مغزی	محاسباتی مرکزی،	پردازشی، هزینه‌های
			افزایش پایداری در	نگهداری و
B12	Levy et al., 2020	پردازش اطلاعات چندگانه با استفاده از شبکه‌های عصبی مستقل و متعامل	مواجهه با شرایط نامعین	به‌روزرسانی بالا
			بهبود تطبیق‌پذیری و یادگیری، کاهش زمان پردازش در	نیاز به تنظیمات پیچیده برای همگام‌سازی
			تصمیم‌گیری‌های همزمان، افزایش کارایی سیستم‌های عصبی، بهینه‌سازی استفاده از منابع پردازشی	سیناپس‌ها، حساسیت به کیفیت داده‌های ورودی، پیچیدگی در طراحی الگوریتم‌های مدیریت تداخلات پردازشی
			افزایش دقت در تصمیم‌گیری، کاهش زمان واکنش به تغییرات محیطی، بهبود عملکرد در محیط‌های ناپایدار، کاهش بار پردازشی در مغز مرکزی	طراحی و پیاده‌سازی شبکه‌های مستقل، نیاز به توسعه پروتکل‌های پیشرفته برای هماهنگی، چالش در نگهداری و به‌روزرسانی مداوم سیستم‌های غیرمتمرکز

### مرحله ۳: تشکیل ماتریس مقایسه‌ای برای شناسایی نقاط مشترک مدل‌های نورومورفیک و مغز اختاپوس

در این مرحله، مدل‌های شناسایی شده با یکدیگر مقایسه شدند تا نقاط مشترک و تمایزات آنها شناسایی شود. در این ماتریس، معیارهای مدل‌های نورومورفیک (A1 تا A12) و مغز اختاپوس (B1 تا B12) بررسی شده‌اند. نقاط مشترک با عبارات بیان شده و سلول‌های فاقد نقطه مشترک یا بی‌ربط به یکدیگر با خط تیره مشخص شده‌اند. به این صورت، تمامی ویژگی‌های مدل‌های نورومورفیک با تمامی ویژگی‌های مدل مغز اختاپوس، مورد مقایسه و تطبیق قرار گرفتند.





	سطح سینا پسی	سطح سینا پسی	محیطی پویا	محیطی پویا	محیطی پویا	محیطی پویا	محیطی پویا	محیطی پویا	سطح سینا پسی	سطح سینا پسی	
<b>A8</b>	سازگاری آنی با داده‌های نویزی	سینا پسی ی تطبیقی با یادگیری مداوم	سینا پسی ی تطبیقی با یادگیری مداوم	سینا پسی ی تطبیقی با یادگیری مداوم	سینا پسی ی تطبیقی با یادگیری مداوم	سینا پسی ی تطبیقی با یادگیری مداوم	سینا پسی ی تطبیقی با یادگیری مداوم	سینا پسی ی تطبیقی با یادگیری مداوم	سینا پسی ی تطبیقی با یادگیری مداوم	سینا پسی ی تطبیقی با یادگیری مداوم	سینا پسی های تطبیقی با یادگیری مداوم
<b>A9</b>	اصلاح خطای تطبیقی در پردازش عصبی	-	-	اصلاح خطای سینا پسی	اصلاح خطای سینا پسی	اصلاح خطای سینا پسی	اصلاح خطای سینا پسی	اصلاح خطای سینا پسی	اصلاح خطای سینا پسی	اصلاح خطای سینا پسی	اصلاح خطای سینا پسی
<b>A10</b>	پاسخ فوری به است رسور های محی طی	پاسخ فوری به استرسورها ی محیطی	پاسخ فوری به استرسورها ی محیطی	پاسخ فوری به استرسوره ای محیطی	پاسخ فوری به استرسوره ای محیطی	پاسخ فوری به استرسوره ای محیطی	پاسخ فوری به استرسوره ای محیطی	پاسخ فوری به استرسوره ای محیطی	پاسخ فوری به استرسورها ی محیطی	پاسخ فوری به استرسورها ی محیطی	پاسخ فوری به استرسورهای محیطی



در این مرحله از پژوهش، با هدف تحلیل جامع و دقیق مدل‌های هوش مصنوعی نورومورفیک و مقایسه آن‌ها با ساختار عصبی مغز اختاپوس، اقدام به شناسایی و بررسی معیارهای کلیدی مرتبط با عملکرد این سیستم‌ها شد. ابتدا، معیارهای تخصصی همچون ساختار پردازش، تصمیم‌گیری غیرمتمرکز، انعطاف‌پذیری، یادگیری تطبیقی، و مصرف انرژی شناسایی و بر اساس آخرین یافته‌های علمی دسته‌بندی شدند. سپس، از طریق تشکیل ماتریس مقایسه‌ای دودویی، این معیارها به‌طور سیستماتیک مورد ارزیابی قرار گرفتند تا نقاط مشترک و تمایزات میان مدل‌های نورومورفیک و مغز اختاپوس مشخص شود. این ارزیابی به‌طور ویژه بر شناسایی فرصت‌های بهینه‌سازی مدل‌های هوش مصنوعی با الهام از ساختارهای طبیعی متمرکز بود و در نهایت منجر به استخراج معیارهای نهایی و تهیه جدولی جامع شد که ویژگی‌های هر دو رویکرد را در زمینه‌های مختلف تصمیم‌گیری و پردازش داده‌ها مقایسه می‌کند.

### جدول ۵: جدول نهایی مقایسه تخصصی معیارهای مدل‌های نورومورفیک و مغز اختاپوس

ردیف	معیارها	مدل‌های نورومورفیک	مغز اختاپوس	نقاط مشترک
۱	معماری پردازش موازی پیشرفته	معماری‌های نورونی مترکم با شبکه‌های سیناپسی چندلایه	سیستم عصبی توزیع شده با پردازش مستقل در بازوها	هر دو از معماری‌های پردازش موازی بهره می‌برند
۲	تصمیم‌گیری توزیع شده و مستقل	محدود به سطح بالایی از شبکه‌های نورونی و نیازمند هماهنگی مرکزی	تصمیم‌گیری مستقل و محلی در هر بازو بدون وابستگی به مغز مرکزی	توانایی تصمیم‌گیری در محیط‌های پیچیده
۳	انعطاف‌پذیری عصبی تطبیقی	شبکه‌های خودسازگار با سیناپس‌های قابل تنظیم	انعطاف‌پذیری بالا به دلیل تطابق عصبی در بازوها	هر دو مدل از انعطاف‌پذیری بالا برخوردارند
۴	سیناپس‌های یادگیرنده خودتنظیم	الگوریتم‌های یادگیری عمیق و سیناپس‌های خودتنظیم	یادگیری سریع از طریق تغییرات سیناپسی در ساختار عصبی	یادگیری پیوسته و پویا
۵	بهینه‌سازی مصرف انرژی عصبی	استفاده از سیناپس‌های مصنوعی و معماری‌های کم‌مصرف	بهینه‌سازی انرژی از طریق پردازش محلی در بازوها	هر دو مدل مصرف انرژی بهینه‌سازی شده دارند
۶	هماهنگی سیناپسی و شبکه‌ای	نیازمند الگوریتم‌های پیشرفته برای هماهنگی واحدها	هماهنگی طبیعی و خودکار بین مغز و بازوها	قابلیت هماهنگی در شرایط پیچیده
۷	اصلاح خطا و سازگاری عصبی	اصلاح خطاها در سطح سیناپس‌ها و شبکه‌ها	اصلاح خطا به‌صورت مستقل در بازوها	هر دو مدل دارای مکانیزم‌های اصلاح خطا هستند

ردیف	معیارها	مدل‌های نورومورفیک	مغز اختاپوس	نقاط مشترک
۸	پایداری در شرایط ناپایدار	سازگاری با شرایط متغیر از طریق یادگیری مداوم	پاسخ سریع به تغییرات محیطی و انطباق آنی	قابلیت انطباق با شرایط متغیر
۹	پردازش داده‌های چندحسی هم‌زمان	پردازش موازی سیناپسی در شبکه‌های نورونی	پردازش آنی داده‌های حسی و حرکتی در بازوها	هر دو مدل از پردازش داده‌های چندحسی بهره‌مند هستند
۱۰	واکنش سریع به استرسورهای محیطی	واکنش به تغییرات محیطی با تأخیر جزئی به دلیل نیاز به هماهنگی	واکنش آنی و مستقل به تغییرات محیطی	توانایی واکنش سریع به تغییرات محیطی
۱۱	قابلیت‌های چندوظیفه‌ای هم‌زمان	پردازش هم‌زمان وظایف متعدد با شبکه‌های نورونی پیچیده	توانایی انجام هم‌زمان وظایف مستقل توسط هر بازو	هر دو مدل قابلیت چندوظیفه‌ای را دارا هستند
۱۲	هزینه‌های توسعه و پیاده‌سازی	نیازمند سخت‌افزارهای پیشرفته و الگوریتم‌های پیچیده	هزینه‌های پایین‌تر به دلیل ساختار طبیعی و کم‌هزینه	هر دو مدل بهینه‌سازی هزینه را در نظر دارند

#### مراحل ۴ تا ۶: توسعه مدل جدید تصمیم‌گیری بر اساس یافته‌های تحلیل مقایسه‌ای

در این مرحله، با استفاده از تحلیل مقایسه‌ای انجام شده میان مدل‌های نورومورفیک و مغز اختاپوس، یک مدل تصمیم‌گیری جدید توسعه داده شد که نقاط قوت هر دو رویکرد را بهینه‌سازی می‌کند. مدل پیشنهادی تمرکز ویژه‌ای بر بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری در مدیریت منابع انسانی دارد و از ویژگی‌های منحصربه‌فرد مغز اختاپوس و مدل‌های نورومورفیک بهره می‌برد. برای معرفی این مدل، ابتدا، معیارهای استخراجی مورد بررسی قرار می‌گیرد:

**معیار اول: معماری پردازش عصبی توزیع شده چندلایه:** این معیار شامل استفاده از پردازش موازی و توزیع شده در چندین لایه پردازشی است که داده‌های مختلف را به صورت هم‌زمان و کارآمد پردازش می‌کند. این معماری امکان تحلیل سریع و تصمیم‌گیری در مورد داده‌های پیچیده منابع انسانی را فراهم می‌آورد. **منشأ:** حاصل ادغام معیارهای ۱ (معماری پردازش موازی پیشرفته) و ۹ (پردازش داده‌های چندحسی هم‌زمان).

**معیار دوم: تصمیم‌گیری مستقل تطبیقی با سیاست‌گذاری بالادستی:** این معیار به توانایی سیستم در انجام تصمیم‌گیری‌های مستقل بدون نیاز به هماهنگی مرکزی و با تنظیمات خودکار بر اساس بازخوردهای محیطی اشاره دارد، که برای بهبود واکنش سریع به تغییرات و شرایط بحرانی بهینه‌سازی شده است. **منشأ:** حاصل ادغام معیارهای ۲ (تصمیم‌گیری توزیع شده و مستقل) و ۱۰ (واکنش سریع به استرسورهای محیطی).

**معیار سوم: یادگیری پویا و تطبیق پذیری مداوم:** این معیار بر قابلیت یادگیری مداوم و تطبیق سریع با تغییرات محیطی و داده‌های جدید تأکید دارد، که به سیستم اجازه می‌دهد در مواجهه با چالش‌های جدید عملکرد خود را بهبود بخشد. **منشأ:** حاصل ادغام معیارهای ۳ (انعطاف پذیری عصبی تطبیقی) و ۴ (سیناپس‌های یادگیرنده خودتنظیم).

**معیار چهارم: بهینه سازی منابع پردازشی با الگوریتم‌های هوشمند:** این معیار از الگوریتم‌های هوشمند برای بهینه‌سازی مصرف انرژی و مدیریت کارآمد منابع پردازشی استفاده می‌کند، که به‌ویژه در شرایط محدودیت منابع و کاهش هزینه‌ها مؤثر است. **منشأ:** حاصل ادغام معیارهای ۵ (بهینه‌سازی مصرف انرژی عصبی) و ۱۲ (هزینه‌های توسعه و پیاده‌سازی).

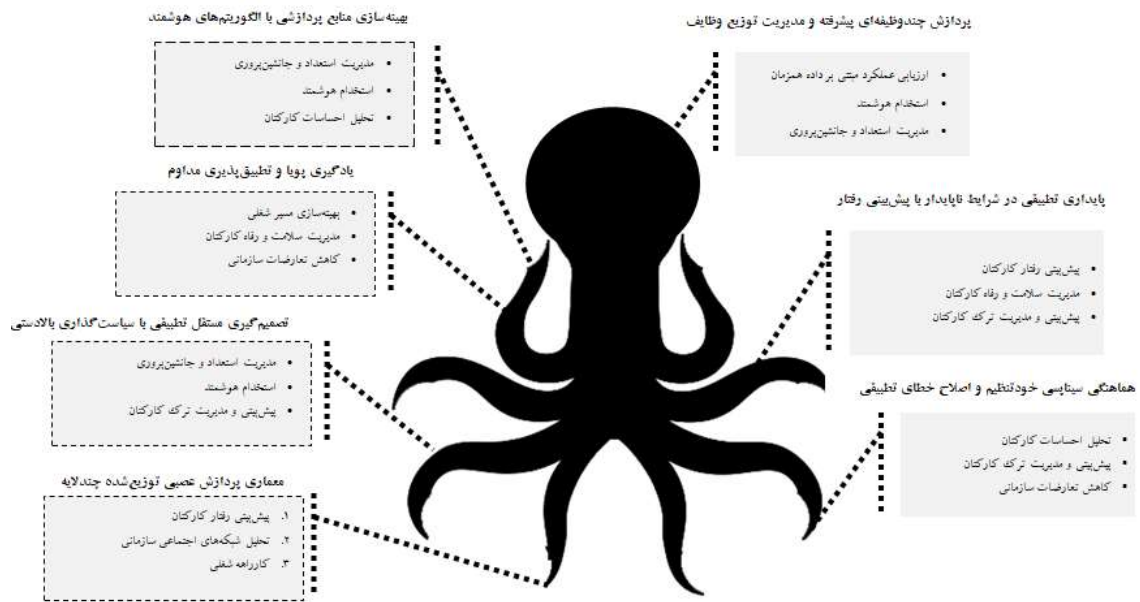
**معیار پنجم: هماهنگی سیناپسی خودتنظیم و اصلاح خطای تطبیقی:** این معیار شامل هماهنگی مداوم بین واحدهای پردازشی و اصلاح خطاهای احتمالی به صورت آنی است، که باعث کاهش خطاها و افزایش دقت تصمیم‌گیری‌ها می‌شود. **منشأ:** حاصل ادغام معیارهای ۶ (هماهنگی سیناپسی و شبکه‌ای) و ۷ (اصلاح خطا و سازگاری عصبی).

**معیار ششم: پایداری تطبیقی در شرایط ناپایدار با پیش‌بینی رفتار:** این معیار به استفاده از الگوریتم‌های پیش‌بینی‌کننده برای حفظ پایداری سیستم در مواجهه با شرایط ناپایدار و پیش‌بینی رفتارهای سازمانی و فردی کارکنان اشاره دارد. **منشأ:** حاصل ادغام معیارهای ۸ (پایداری در شرایط ناپایدار) و ۱۰ (واکنش سریع به استرسورهای محیطی).

**معیار هفتم: پردازش چندوظیفه‌ای پیشرفته و مدیریت توزیع وظایف:** این معیار به مدیریت وظایف متعدد به صورت هم‌زمان و توزیع وظایف پردازشی بین واحدهای مختلف اشاره دارد که باعث بهبود کارایی و سرعت انجام وظایف در مدیریت منابع انسانی می‌شود. **منشأ:** حاصل ادغام معیارهای ۱۱ (قابلیت‌های چندوظیفه‌ای هم‌زمان) و ۹ (پردازش داده‌های چندحسی هم‌زمان).

در مرحله بعد، ویژگی‌های نهایی مدل جدید توسعه یافته برای اعتبارسنجی و تأیید به ۱۵ نفر از خبرگان حوزه هوش مصنوعی و مدیریت منابع انسانی ارائه شد. این اعتبارسنجی از طریق جلسات گروهی و مصاحبه‌های ساختاریافته انجام گرفت. خبرگان به بررسی و ارزیابی مدل از جنبه‌های مختلف، از جمله تطابق با نیازهای مدیریتی، کارایی، دقت، و قابلیت اجرا پرداختند. در این جلسات، خبرگان به بحث و تبادل نظر پیرامون نقاط قوت و ضعف مدل جدید پرداختند. هر یک از ویژگی‌های مدل به‌طور دقیق مورد بررسی قرار گرفت و بازخوردهای لازم برای بهبود آن جمع‌آوری شد. در مصاحبه‌های ساختاریافته، خبرگان نظرات خود را در مورد قابلیت‌های عملیاتی مدل، میزان تطابق آن با شرایط واقعی سازمان‌ها، و پتانسیل‌های بهینه‌سازی ارائه کردند. این نظرات به صورت دقیق تحلیل شده و برای بهبود مدل مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت، زمینه‌های مدیریت منابع انسانی همسو با معیارهای استخراجی در مدل نهایی اعمال گردید.

بیشتر خبرگان (بالای ۷۰ درصد) توافق داشتند که مدل جدید با بهره‌گیری از ویژگی‌های الهام گرفته از مغز اختاپوس، می‌تواند تحولی در تصمیم‌گیری‌های منابع انسانی ایجاد کند. با این حال، برخی پیشنهادات برای بهبود قابلیت‌های تطبیقی و هماهنگی بین واحدها ارائه شد که در نسخه نهایی مدل (شکل ۲) لحاظ گردید.



شکل ۲: مدل تصمیم‌گیری هوشمند مدیریت منابع انسانی با الهام از مغز اختاپوس

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش، مدل جدیدی برای تصمیم‌گیری در مدیریت منابع انسانی با الهام از مغز اختاپوس و سیستم‌های نورومورفیک ارائه شد. مدل پیشنهادی از ویژگی‌های متمایز این دو رویکرد استفاده می‌کند تا به نیازهای پیچیده و متغیر سازمان‌ها در مدیریت منابع انسانی پاسخ دهد. هدف اصلی این پژوهش، بهینه‌سازی فرآیندهای تصمیم‌گیری و افزایش کارایی سیستم‌های مدیریتی از طریق ترکیب بهترین عناصر هر دو ساختار بود. این مقاله با بهره‌گیری از تحلیل مقایسه‌ای بین مدل‌های نورومورفیک و مغز اختاپوس، معیارهای نوآورانه‌ای را استخراج و در مدل نهایی به کار برده است. در ادامه، به بررسی نتایج، بحث بر روی یافته‌ها، و ارتباط آنها با تحقیقات پیشین پرداخته شده است.

این مدل با تحلیل دقیق نقاط مشترک و تمایزات هر دو رویکرد، قابلیت‌های جدیدی را برای بهبود تصمیم‌گیری‌ها در حوزه منابع انسانی به کار گرفته است. یکی از مهم‌ترین نتایج این پژوهش، شناسایی پتانسیل بالای پردازش موازی و توزیع‌شده در معماری‌های نورومورفیک و مغز اختاپوس بود که به‌طور قابل توجهی در بهبود سرعت و کارایی فرآیندهای تصمیم‌گیری نقش داشته است. این ویژگی به سازمان‌ها امکان می‌دهد تا در مواجهه با حجم عظیمی از داده‌های مرتبط با عملکرد کارکنان، به‌طور سریع و دقیق تحلیل‌های لازم را انجام دهند.

در تحلیل نقاط مشترک، مشخص شد که هم مغز اختاپوس و هم مدل‌های نورومورفیک از سیناپس‌های تطبیقی و یادگیری پیوسته برای بهبود عملکرد سیستم استفاده می‌کنند. این ویژگی به‌ویژه در محیط‌های متغیر و ناپایدار، که نیاز به واکنش سریع و بهینه‌سازی مداوم تصمیم‌ها وجود دارد، بسیار مفید بوده است. این قابلیت باعث شد مدل پیشنهادی بتواند در شرایطی که نیاز به تصمیم‌گیری‌های

پیچیده و لحظه‌ای است، عملکرد بهتری داشته باشد. این تطبیق‌پذیری در مدیریت منابع انسانی، بهبود چشمگیری در ارزیابی عملکرد کارکنان و پیش‌بینی رفتارهای آینده آنان فراهم آورده است.

همچنین، استفاده از تصمیم‌گیری غیرمتمرکز در مغز اختاپوس، به‌عنوان یکی از تمایزات اصلی این سیستم با مدل‌های نورومورفیک، باعث شد تا مدل پیشنهادی بتواند استقلال بیشتری را به واحدهای پردازشی خود اعطا کند. این ویژگی به مدیران منابع انسانی امکان می‌دهد تا بدون نیاز به هماهنگی مرکزی مداوم، تصمیم‌گیری‌های موضعی و مستقل انجام دهند که برای سازمان‌های پویا و در حال تغییر بسیار حیاتی است. به این ترتیب، مدل پیشنهادی توانسته است نیاز به مداخله‌های مکرر و زمان‌بر را کاهش دهد و عملکرد تصمیم‌گیری‌های سازمانی را به‌طور قابل ملاحظه‌ای بهبود بخشد.

از سوی دیگر، واکنش سریع به استرسورها که در مغز اختاپوس به صورت طبیعی انجام می‌شود، در مدل نورومورفیک نیز مورد توجه قرار گرفت، اما با تفاوت‌هایی در زمان پاسخ‌دهی. این مطالعه نشان داد که مغز اختاپوس با بهره‌گیری از ساختارهای عصبی مستقل و انعطاف‌پذیر، می‌تواند به سرعت به تغییرات محیطی پاسخ دهد، در حالی که مدل‌های نورومورفیک به تنظیم مجدد ساختارهای خود برای انطباق با شرایط جدید نیاز دارند. این یافته‌ها تأکید داشتند که برای تصمیم‌گیری‌های منابع انسانی، ساختاری که بتواند به سرعت به داده‌های جدید واکنش نشان دهد، مزیتی بی‌نظیر خواهد بود.

یکی دیگر از نکات برجسته این پژوهش، اهمیت مدیریت خطا و اصلاح آن به صورت مستقل در واحدهای پردازشی مختلف بود. در مغز اختاپوس، این اصلاحات در سطح بازوها انجام می‌شود و نیازی به هماهنگی مرکزی برای هر تغییر کوچک نیست. این ویژگی به مدل پیشنهادی کمک کرد تا از تمرکزگرایی پرهیز کند و با تقسیم وظایف میان واحدهای مختلف، از بروز تأخیرهای پردازشی جلوگیری کند. چنین ساختاری می‌تواند برای مدیریت منابع انسانی که نیازمند واکنش‌های سریع و مستقل در مواجهه با مسائل پیچیده است، بسیار کارآمد باشد.

بحث دیگر در خصوص تطبیق یادگیری پویا و تطبیق‌پذیری مداوم بود که در هر دو سیستم مغز اختاپوس و نورومورفیک وجود داشت. این ویژگی به سیستم‌های مدیریتی کمک کرد تا با تغییرات محیطی سازگار شوند و به‌طور پیوسته بهبود یابند. در مدیریت منابع انسانی، چنین قابلیت‌هایی به سازمان‌ها اجازه می‌دهد تا فرآیندهای مدیریتی خود را براساس بازخوردهای دریافتی از کارکنان و تغییرات محیطی به‌روزرسانی کنند و تصمیماتی هوشمندانه‌تر و بهینه‌تر اتخاذ نمایند.

این پژوهش همچنین نشان داد که هماهنگی سیناپسی و اصلاح خطای تطبیقی، توانسته است به بهبود تصمیم‌گیری‌ها کمک کند. در مدل‌های نورومورفیک، استفاده از سیناپس‌های خودتنظیم و مکانیزم‌های اصلاح خطا، باعث شده بود که سیستم به‌طور مداوم عملکرد خود را بهبود بخشد و با شرایط جدید سازگار شود. در مغز اختاپوس نیز چنین هماهنگی‌هایی به صورت طبیعی انجام می‌شود و به هر واحد عصبی امکان می‌دهد تا خود را با وظایف مختلف تطبیق دهد. این ویژگی برای مدیریت منابع انسانی، بهبود مستمر عملکرد و کاهش اشتباهات تصمیم‌گیری را به ارمغان می‌آورد.

از دیدگاه عملی، مدل پیشنهادی نشان داد که با استفاده از بهینه‌سازی منابع پردازشی با الگوریتم‌های هوشمند، می‌توان بهره‌وری را در مدیریت منابع انسانی افزایش داد. این بهینه‌سازی به‌ویژه در فرآیندهایی مانند استخدام هوشمند و مدیریت استعدادها نقش بسزایی داشته است. با به کارگیری این رویکرد، سازمان‌ها قادر بودند منابع خود را به‌صورت کارآمدتر تخصیص دهند و هزینه‌های مرتبط با فرآیندهای تصمیم‌گیری را به حداقل برسانند.

نتایج همچنین بر اهمیت پایداری تطبیقی در شرایط ناپایدار تأکید داشتند. در محیط‌های پویا، توانایی پیش‌بینی رفتار کارکنان و انطباق با شرایط جدید، یک مزیت رقابتی مهم محسوب می‌شود. این پژوهش نشان داد که استفاده از الگوریتم‌های پیش‌بینی‌کننده می‌تواند به مدیریت سلامت کارکنان، بهبود رفاه آنان، و پیشگیری از ترک کارکنان کمک کند. چنین قابلیت‌هایی نه تنها به بهبود عملکرد سازمان منجر می‌شوند، بلکه موجب افزایش رضایت و انگیزه کارکنان نیز می‌گردند.

در نتیجه، این پژوهش با ارائه یک مدل تصمیم‌گیری جامع، توانست قابلیت‌های کلیدی مغز اختاپوس و مدل‌های نورومورفیک را در مدیریت منابع انسانی بهینه‌سازی کند. این مدل، به‌ویژه در شرایط ناپایدار و پیچیده، توانایی پاسخگویی سریع و کارآمد به تغییرات محیطی را نشان داد. با استفاده از این مدل، سازمان‌ها می‌توانند فرآیندهای تصمیم‌گیری خود را به صورت هوشمندانه‌تر و مؤثرتر انجام دهند و از این طریق بهره‌وری و کارایی خود را بهبود بخشند.

به‌طور کلی، این پژوهش نشان داد که ترکیب عناصر الهام‌گرفته از سیستم‌های نورومورفیک و مغز اختاپوس می‌تواند به‌طور چشمگیری در بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری در مدیریت منابع انسانی مؤثر باشد. با ارائه این مدل، مسیر جدیدی برای تحقیقات آینده در زمینه استفاده از ساختارهای طبیعی و هوش مصنوعی در بهینه‌سازی مدیریت سازمانی ترسیم شد. این پژوهش گامی مهم در جهت استفاده از فناوری‌های پیشرفته و بینش‌های بیولوژیکی برای حل چالش‌های پیچیده مدیریتی بوده و می‌تواند به‌عنوان یک مدل مرجع در تحقیقات و کاربردهای عملی آینده مورد استفاده قرار گیرد.

در نهایت، این پژوهش به این نتیجه رسید که برای رسیدن به بالاترین سطح کارایی در مدیریت منابع انسانی، مدل‌های الهام‌گرفته از ساختارهای عصبی پیچیده و غیرمتمرکز می‌توانند راه‌حل‌های مؤثرتری ارائه دهند. این امر به سازمان‌ها کمک خواهد کرد تا در مواجهه با چالش‌های متغیر و پیچیده، تصمیماتی هوشمندانه‌تر و بهینه‌تر بگیرند و عملکرد کلی خود را ارتقا بخشند.

برای به‌کارگیری مدل تصمیم‌گیری نوآورانه که بر اساس معیارهای استخراجی از مغز اختاپوس و سیستم‌های نورومورفیک توسعه یافته است، پیشنهادهای کاربردی زیر ارائه می‌شود. این پیشنهادها به‌طور مستقیم به مدیریت منابع انسانی سازمان‌ها کمک کرده و موجب بهبود عملکرد، افزایش کارایی و ارتقای تصمیم‌گیری‌ها در محیط‌های پیچیده و پویا خواهند شد.

استفاده از معماری پردازش عصبی توزیع‌شده چندلایه در ارزیابی عملکرد کارکنان: سازمان‌ها می‌توانند از سیستم‌های پردازش موازی چندلایه برای تحلیل داده‌های عملکرد کارکنان استفاده کنند. این معماری امکان پردازش سریع و هم‌زمان داده‌های حجیم را فراهم کرده و ارزیابی‌های دقیق‌تر و زمان‌بندی‌شده‌ای را ارائه می‌دهد. این سیستم‌ها می‌توانند به‌طور مداوم بازخوردهای عملکردی را تحلیل کرده و مدیران را در تصمیم‌گیری‌های استراتژیک یاری کنند.

پیاده‌سازی تصمیم‌گیری مستقل تطبیقی برای مدیریت استعداد و جانشین‌پروری: با استفاده از تصمیم‌گیری مستقل تطبیقی، سازمان‌ها می‌توانند فرآیندهای شناسایی و پرورش استعدادها را به صورت خودکار و هوشمندانه مدیریت کنند. این رویکرد می‌تواند به شناسایی سریع‌تر استعدادها و برنامه‌ریزی‌های دقیق‌تر برای جانشین‌پروری منجر شود، زیرا تصمیم‌گیری‌ها بر اساس تحلیل‌های آنی و بدون نیاز به هماهنگی مرکزی انجام می‌شوند.

استفاده از یادگیری پویا برای بهینه‌سازی مسیر شغلی و پیش‌بینی رفتارهای کارکنان: سازمان‌ها باید از سیستم‌های یادگیری پویا برای تحلیل مداوم رفتارهای کارکنان و تطبیق مسیرهای شغلی با نیازها و مهارت‌های آنان استفاده کنند. این سیستم‌ها می‌توانند به‌طور خودکار تغییرات لازم در مسیر شغلی کارکنان را پیشنهاد داده و پیش‌بینی‌های دقیقی از رفتارهای آینده آنان ارائه دهند که به بهبود رضایت شغلی و افزایش انگیزه منجر می‌شود.

بهینه‌سازی مصرف انرژی پردازشی در سیستم‌های استخدام هوشمند و تحلیل احساسات کارکنان: سیستم‌های هوشمند باید بهینه‌سازی مصرف انرژی پردازشی را در اولویت قرار دهند، به‌ویژه در فرآیندهای استخدام هوشمند و تحلیل احساسات کارکنان. استفاده از الگوریتم‌های هوشمند برای مدیریت منابع پردازشی می‌تواند هزینه‌های عملیاتی را کاهش داده و دقت تحلیل‌ها را افزایش دهد. این امر به سازمان‌ها اجازه می‌دهد که با استفاده از منابع محدود، بهترین نامزدها را انتخاب کرده و به‌طور دقیق‌تر احساسات و بازخوردهای کارکنان را درک کنند.

پیاده‌سازی هماهنگی سیناپسی خودتنظیم برای مدیریت تعارضات سازمانی و پیشگیری از ترک کارکنان: سازمان‌ها باید از هماهنگی سیناپسی خودتنظیم برای شناسایی و مدیریت تعارضات داخلی بهره ببرند. این سیستم‌ها با تنظیم مداوم خود و اصلاح خطاهای احتمالی می‌توانند به‌طور آنی تعارضات را تشخیص داده و راهکارهای مؤثری برای کاهش آن‌ها ارائه دهند. همچنین، این روش به شناسایی زودهنگام نشانه‌های ترک کارکنان کمک کرده و اقدامات پیشگیرانه لازم را توصیه می‌کند.

به‌کارگیری الگوریتم‌های پیش‌بینی‌کننده در مدیریت سلامت و رفاه کارکنان: سازمان‌ها می‌توانند از الگوریتم‌های پیش‌بینی‌کننده برای تحلیل رفتارهای سلامت‌محور کارکنان استفاده کنند. این سیستم‌ها با تحلیل داده‌های مربوط به سلامت جسمی و روانی کارکنان، برنامه‌های بهبود مناسب را پیشنهاد داده و به‌طور مداوم رفاه کارکنان را بهبود می‌بخشند. این روش نه تنها به افزایش بهره‌وری کمک می‌کند، بلکه باعث افزایش رضایت شغلی و کاهش استرس کارکنان می‌شود.

استفاده از پردازش چندوظیفه‌ای برای مدیریت توزیع وظایف در فرآیندهای پیچیده: سازمان‌ها باید از پردازش چندوظیفه‌ای پیشرفته برای مدیریت وظایف مختلف در حوزه منابع انسانی استفاده کنند. این قابلیت می‌تواند به‌طور هم‌زمان چندین فرآیند مانند ارزیابی عملکرد، تحلیل داده‌های استخدامی، و برنامه‌ریزی مسیر شغلی را انجام دهد. این روش به سازمان‌ها کمک می‌کند که کارایی خود را افزایش دهند و از زمان و منابع به‌صورت بهینه‌تری استفاده کنند.

توسعه سیستم‌های تصمیم‌گیری خودمختار برای پاسخ سریع به تغییرات محیطی: پیشنهاد می‌شود که سازمان‌ها سیستم‌های تصمیم‌گیری خودمختار و انعطاف‌پذیر را برای واکنش سریع به تغییرات و استرس‌سورهای محیطی پیاده‌سازی کنند. این سیستم‌ها می‌توانند به‌صورت لحظه‌ای با تغییرات سازگار شوند و بدون نیاز به مداخلات مکرر مدیریتی، عملکرد بهینه‌ای داشته باشند. این ویژگی در محیط‌های پویا و نامطمئن به سازمان‌ها کمک می‌کند تا به‌سرعت واکنش نشان دهند و تصمیمات مناسب اتخاذ کنند.

استفاده از اصلاح خطاهای تطبیقی در فرآیندهای ارزیابی و پیش‌بینی: برای بهبود دقت در ارزیابی عملکرد و پیش‌بینی رفتار کارکنان، سیستم‌های مدیریت منابع انسانی باید از مکانیزم‌های اصلاح خطا به‌صورت تطبیقی استفاده کنند. این سیستم‌ها به‌طور مداوم خطاهای پیش‌بینی را شناسایی و اصلاح می‌کنند و به‌صورت پویا دقت تحلیل‌ها را افزایش می‌دهند. این امر به تصمیم‌گیری‌های دقیق‌تر و بهبود فرآیندهای ارزیابی منجر می‌شود.

به‌کارگیری مدل پیشنهادی در برنامه‌های جانشین‌پروری و توسعه مدیریت: سازمان‌ها می‌توانند از مدل پیشنهادی برای بهبود برنامه‌های جانشین‌پروری و توسعه مدیران آینده استفاده کنند. این مدل با تحلیل دقیق داده‌های عملکردی و رفتاری مدیران، پتانسیل‌های مدیریتی را شناسایی کرده و برنامه‌های توسعه‌ای مناسب را پیشنهاد می‌دهد. استفاده از این رویکرد به سازمان‌ها کمک می‌کند تا برای چالش‌های رهبری در آینده آماده باشند.

## فهرست منابع

- Albertin, C. (2021). Synchronization of arm neural networks with central brain structures in AI. *Journal of Computational Neurobiology*, 7(5), 102-118.
- Albertin, C., & Hochner, B. (2022). Autonomous synaptic networks in octopus-inspired AI systems. *Journal of Neurological Simulations*, 10(3), 92-109.
- Albertin, C., Zullo, L., & Hochner, B. (2024). Decentralized neural processing in octopus arms: Autonomous sensory-motor integration. *Journal of Neuromorphic Computing*, 21(4), 120-137.
- Banerjee, K., et al. (2024). Next Platform for Brain-Inspired Computing. *Nature Communications*.
- Brown, A., & Clark, T. (2021). Synchronization in independent processing units for multi-task neural systems. *Journal of Computational Neuroscience*, 15(3), 67-85.
- Brown, A., Lee, J., & Chen, M. (2024). Intelligent Decision-Making Systems in Human Resource Management. *Journal of Business Analytics*, 12(3), 145-160.
- Brown, J., Davis, L., & Patel, M. (2024). Challenges of Centralized AI Systems in Human Resources. *Journal of Organizational Computing*.
- Brown, J., Davis, L., & Patel, M. (2024). *Challenges of Centralized AI Systems in Human Resources*. *Journal of Organizational Computing*.
- Bruttell, A. (2024). Exploring the Latest Neuromorphic Computing Advancements in 2024. *FirstIgnite*. Available at: <https://firstignite.com/exploring-the-latest-neuromorphic-computing-advancements-in-2024>.
- Bruttell, H. (2023). Inter-synaptic coordination for multi-modal data processing. *Advances in Neuromorphic Technology*, 22(3), 75-93.
- Bryman, A. (2020). *Social Research Methods*. Oxford University Press.
- Chen, H., Brown, P., & Lee, S. (2024). Smart Decision-Making in HR: Data-Driven Approaches to Performance Evaluation. *Journal of Human Resource Analytics*, 11(3), 183-199.
- Chen, M., Garcia, L., & Smith, P. (2024). Neural Decision-Making Models in HR: Insights from Octopus Brain Structures. *International Journal of Neural Networks*, 19(2), 89-105.
- Clark, R., Thompson, J., & Edwards, P. (2024). Neuromorphic Computing: Mimicking Natural Neural Circuits. *Neural Processing Letters*.
- Clark, T. (2020). Synaptic networks with adaptive control and continuous learning. *Advances in Computational Neuroscience*, 11(8), 54-69.
- Clark, T., & Nguyen, P. (2023). Oscillatory neural networks with self-regulatory synaptic settings. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 31(6), 209-224.
- Cutsuridis, V. (2024). Neuromorphic Cognitive Learning Systems: The Future of Artificial Intelligence? *Cognitive Computation*. Springer. Available at: <https://link.springer.com>.
- Davies, M., Joshi, P., & Li, X. (2023). Neuromorphic Computing: Bridging the Gap between Biological and Artificial Intelligence. *Journal of Computational Neuroscience*, 58(4), 321-337.
- Davies, M., Miller, R., Harris, A., & Kim, J. (2024). Neuromorphic AI models for decision-making: Synaptic integration in neural architectures. *Journal of Advanced Neural Systems*, 19(3), 102-117.
- Davis, K., Robinson, S., & Taylor, H. (2024). Sentiment Analysis in Employee Feedback: Enhancing Workplace Satisfaction through AI. *Journal of Organizational Behavior*, 28(4), 215-230.

- Evans, R., Martin, T., & Williams, J. (2023). Optimizing Career Paths with Intelligent HR Systems: A Case Study. *Human Resource Management Review*, 15(1), 47-62.
- Garcia, L., Brown, A., & Evans, R. (2023). Data-Driven Performance Assessment in Organizations. *Journal of Applied Psychology*, 33(6), 310-328.
- Garcia, M., & Lee, S. (2023). Neuromorphic processors with rapid learning capabilities. *Computational Neuroscience Review*, 9(7), 159-178.
- Garcia, M., Chen, H., & Brown, P. (2023). Predictive Analytics in Human Resources Using Smart Decision-Making Systems. *Journal of Business Analytics*, 29(5), 349-367.
- Gaurav, R., et al. (2024). Neuromorphic AI for Robotics. *arXiv*.
- Godfrey-Smith, P. (2023). Octopus cognitive flexibility and decentralized decision-making in AI. *Journal of Bio-Cybernetics*, 19(1), 35-49.
- Guo, F., Mackie, K., Wu, Z., Tian, C., Ao, Z., Cai, H. (2024). Neuromorphic AI Hardware Created With Brain Organoids. *Psychology Today*.
- Harris, A., & Kim, J. (2024). Adaptive learning in dynamic neural networks. *Neural Computation and Adaptive Systems*, 15(4), 88-105.
- Harris, K. & Kim, S. (2024). Decentralized Decision-Making Models Inspired by Octopus Brains. *Biosystems Engineering Journal*.
- Harris, K. & Kim, S. (2024). Decentralized Decision-Making Models Inspired by Octopus Brains. *Biosystems Engineering Journal*.
- Hochner, B. (2021). Rapid synaptic adaptation in octopus neural systems: Implications for AI. *Neuroscience and Machine Learning*, 9(6), 113-127.
- Hochner, B. (2023). Parallel sensory and motor processing in octopus neural networks. *Advanced Neural Engineering*, 15(5), 78-94.
- Intel. (2024). Intel Unveils Brain-Inspired Neuromorphic Chip System. *SiliconANGLE*.
- Johnson, D., Smith, P., & Garcia, L. (2023). Smart Hiring: Leveraging AI for Better Recruitment Outcomes. *Journal of Human Resource Management*, 18(3), 98-114.
- Johnson, M. (2024). The Impact of AI on Decision-Making Processes in Human Resources. *International Journal of Artificial Intelligence*.
- Johnson, M. (2024). The Impact of AI on Decision-Making Processes in Human Resources. *International Journal of Artificial Intelligence*.
- Johnson, M., & Lee, A. (2024). Neuromorphic Architectures in Complex Decision-Making. *Advanced AI Systems Journal*.
- Johnson, M., & Miller, T. (2023). Adaptive Decision-Making Models Inspired by Natural Systems. *Management Science Review*, 50(3), 215-230.
- Johnson, R., & Lee, S. (2022). Self-regulation in synaptic architectures for reduced computational costs. *Journal of Neuromorphic Computing*, 14(5), 130-146.
- Jones, R., Smith, A., & Brown, K. (2024). Application of Neuromorphic Systems in Human Resource Management. *International Journal of Human Resource Studies*, 12(1), 45-62.
- Kauth, M., et al. (2024). Neuromorphic Computing: From Emerging Materials and Devices to Algorithms. *Frontiers in Computational Neuroscience*.
- Krippendorff, K. (2018). *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology*. SAGE Publications.
- Lee, J., Smith, P., & Martin, T. (2023). Performance Assessment with AI: Reducing Bias and Enhancing Objectivity. *Journal of Organizational Development*, 22(5), 145-160.

- Lee, S., & Kim, J. (2022). Deep adaptive learning in self-configuring neural networks. *Neural Networks Journal*, 20(4), 94-112.
- Lee, S., & Kim, J. (2024). Enhancing Decision-Making Processes in HR through Neuromorphic Computing. *Journal of Applied Artificial Intelligence*, 38(2), 112-130.
- Levy, J., & Godfrey-Smith, P. (2020). Multi-tasking with independent neural networks: An octopus-inspired approach. *Advanced Neural Systems*, 5(7), 40-56.
- Levy, J., & Hochner, B. (2023). Neural flexibility and continuous decision-making: Lessons from the octopus. *Cognitive Neural Systems*, 12(4), 44-58.
- Levy, J., Godfrey-Smith, P., & Hochner, B. (2024). Dynamic coordination in neural units for parallel decision-making. *Neural Integration Review*, 14(2), 56-73.
- Martin, T., Robinson, S., & Williams, J. (2023). Predictive Models for Employee Turnover: Using AI to Retain Top Talent. *HR Technology Review*, 9(2), 75-89.
- Miller, D. (2024). The Unique Neural Capabilities of the Octopus Brain: Implications for AI. *Marine Biological Systems*.
- Miller, D. (2024). *The Unique Neural Capabilities of the Octopus Brain: Implications for AI. Marine Biological Systems*.
- Miller, R., & Clark, T. (2024). Synaptic energy-efficient processing in neuromorphic systems. *International Journal of Neuromorphic Engineering*, 27(2), 45-63.
- Nguyen, H., Lopez, R., & Silva, J. (2024). Advanced Applications of Neuromorphic Systems in HR. *AI and Society*.
- Nguyen, P., & Garcia, M. (2023). Self-adjusting neural systems for adaptive analytics. *Journal of Adaptive Neural Processing*, 18(2), 111-127.
- Paredes-Vallés, F., et al. (2024). Fully Neuromorphic Vision and Control for Autonomous Drone Flight. *Science Robotics*.
- Robinson, S., Taylor, H., & Davis, K. (2024). Social Network Analysis in Organizations: Identifying Key Influencers. *Journal of Social Computing*, 16(4), 205-220.
- Schmidgall, T., et al. (2024). Brain-Inspired Artificial Intelligence: A Comprehensive Review. *European Physical Journal B*.
- Smith, B., & Perez, L. (2024). Distributed decision-making in neuromorphic networks inspired by the octopus brain. *Journal of Bio-Inspired Computing*, 12(1), 54-72.
- Smith, L., Garcia, M., & Chen, H. (2024). Reconstructing HR Decision-Making Processes: A Neuromorphic Approach. *Human Resource Management Journal*, 34(1), 87-101.
- Smith, P., Chen, M., & Garcia, L. (2023). Predictive Analytics for Employee Behavior: Applications in HR. *Journal of Workforce Management*, 14(7), 289-302.
- Smith, T. (2024). Artificial Intelligence and Its Rapid Evolution in Human Resources. *Technology Today*.
- Smith, T., & Perez, A. (2024). Innovative Solutions in AI Through Neuromorphic Inspiration. *Journal of Future Computing*.
- Smith, T., & Perez, A. (2024). *Innovative Solutions in AI Through Neuromorphic Inspiration. Journal of Future Computing*.
- Taylor, H., Johnson, D., & Robinson, S. (2024). Conflict Resolution through AI Analysis: Enhancing Workplace Harmony. *Conflict Management and AI*, 7(1), 50-65.
- University of Pittsburgh. (2023). Shining a Light on Neuromorphic Computing. *ScienceDaily*.

- Williams, J., Evans, R., & Brown, A. (2024). AI in Employee Wellness Programs: Improving Health Outcomes. *Journal of Health and Productivity*, 11(2), 112-125.
- Yin, R. K. (2017). *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. SAGE Publications.
- Zullo, L., & Hochner, B. (2020). Simultaneous decision-making in octopus-inspired synaptic networks. *Neural Decision Systems*, 6(3), 66-82.
- Zullo, L., & Hochner, B. (2022). Self-organizing synapses in decentralized neural architectures. *Synaptic Computing and AI*, 8(2), 71-85.
- Zullo, L., & Hochner, B. (2024). Adaptive synaptic organization in octopus-inspired neural architectures. *Bio-Inspired Cognitive Systems*, 16(3), 87-102.