

## توسعه یک معماری شناختی محاسباتی به منظور شبیه‌سازی تأثیر اضطراب صفتی بر حافظه‌ی کاری

**هدف:** توسعه یک معماری شناختی محاسباتی به منظور شبیه‌سازی تأثیر اضطراب صفتی بر حافظه‌ی کاری. **روش:** با مبنا قرار دادن نظریه‌ی پنج عامل شخصیت و در نظر گرفتن صفت شخصیتی اضطراب، سعی در شبیه‌سازی تأثیر این صفت بر حافظه‌ی کاری داریم. در این راستا، یک مدل از اضطراب صفتی بر اساس نظریه‌ی فازی ارائه شده و تأثیر اضطراب بر آستانه‌ی بازیابی از حافظه‌ی کاری با توجه به مقالات روز روان‌شناسی مدل شده است. مدل اضطراب توسعه داده شده در معماری شناختی ACT-R جاسازی شده تا قابلیت تصمیم‌گیری و پردازش اطلاعات بر مبنای شخصیت را به این معماری اضافه کند. **یافته‌ها:** مقایسه‌ی نتایج شبیه‌سازی‌ها با نتایج تجربی و مقالات روان‌شناسی، نشان داد که این پژوهش توانسته است تا حد قابل قبولی رفتاری شبیه انسان را در شبیه‌سازی‌های خویش تولید کند. **نتیجه‌گیری:** اضطراب از جمله مهم‌ترین و مؤثرترین صفت‌های شخصیتی موثر بر رفتار انسان به خصوص حافظه‌ی کاری است که گنجانیدن مفهوم آن در مدل‌های شناختی محاسباتی منجر به افزایش دقت این مدل‌ها خواهد شد.

صهبا زجاجی\*  
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر-هوش مصنوعی و ریاتیک  
محمدرضا کنگاوری  
استادیار دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه علم و صنعت ایران  
جواد حاتمی  
استادیار دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه تهران

\* نشانی: تهران، دانشگاه علم و صنعت ایران  
رایانامه: sahiba\_zojaji@comp.iust.ac.ir

کلیدواژه‌ها: مدل‌های شناختی محاسباتی، شخصیت، اضطراب، نمایش رفتار انسان

## Extending a Computational Cognitive Architecture for Simulating the Effect of Trait Anxiety on Working Memory

**Objective:** A computational cognitive architecture for simulating the effect of trait anxiety on working memory. **Method:** The research used Big Five theory of personality as its psychological basis. It simulated the effect of trait anxiety on working memory. The study proposes a model of personality based on fuzzy theory and the effect of trait anxiety on retrieval threshold is modeled based on up-to-date psychological references and comments of experts. The extended personality model is embedded in ACT-R cognitive architecture to make it capable of making decisions and processing information based on personality factor. **Results:** The model is able of simulating human behavior at an acceptable level with respect to being compared with experimental data and psychological papers. **Conclusion:** Anxiety is one of the most important personality traits that affect human behavior, specially working memory. Accordingly, embedding this factor in computational cognitive models can improve their precision.

**Key words:** : Computational cognitive models; personality; anxiety; human behavior representation

Sahba Zojaji\*  
MA student of computer engineering / artificial intelligence, Iran University of Science and Technology

Mohammad Reza Kangavari  
Assistant Professor, Department of Computer Engineering, Iran University of Science and Technology

Javad Hatami  
Assistant Professor, Department of Education and Psychology, University of Tehran

\* Corresponding Author:  
E-mail: sahiba\_zojaji@comp.iust.ac.ir

مقدمه

مدل‌های محاسباتی برای این فاکتورها و اعمال آن مدل‌ها در سیستم‌های هوشمند کامپیوتری از جنبه‌ی کاربری این سیستم‌ها و همچنین ارزیابی تئوری‌های روان‌شناسی شدیداً حائز اهمیت می‌باشد. همچنین، با توجه به گسترش روز افزون ماشین‌های هوشمند، کامپیوترها، موبایل‌ها و ربات‌ها در زندگی انسان، لزوم ایجاد رابطه‌ای بهتر و انسانی‌تر بین ماشین‌ها و کاربران انسانی‌شان بیش از پیش حیاتی شده است. در این راستا، باید ماشینی داشت که هر چه بیش‌تر و بهتر رفتاری مشابه انسان از خود بروز می‌دهد. در این زمینه به طور مسلم، رهیافت‌های علوم شناختی راه‌گشا و راهنمای مسیر آینده‌ی تعامل انسان و ماشین<sup>۹</sup> خواهد بود (برینگ<sup>۱۰</sup>، ۲۰۰۲).

به علت پیچیدگی و گستردگی بحث شخصیت در روان‌شناسی، نظریه‌های متعدد و گوناگونی در این حوزه ارائه شده است و تعاریف مختلفی هم که برای شخصیت ارائه شده، ناشی از گوناگونی این نظریه‌ها و نظرات نظریه‌پردازان آن‌هاست. یکی از نظریه‌های مطرح در این حوزه، نظریه پنج عامل بزرگ شخصیت (خدایاری فرد، سو و پرند، ۱۳۸۸) است که پنج عامل یا صفت مرکزی شخصیت طبق این نظریه عبارتند از:

۱. روان‌رنجورخویی<sup>۱۱</sup>

۲. برون‌گرایی<sup>۱۲</sup>

۳. گشودگی برای کسب تجارب جدید<sup>۱۳</sup>

۴. مطلوبیت<sup>۱۴</sup>

۵. با وجدان بودن<sup>۱۵</sup>

در باب تأثیر شخصیت بر رفتار انسان، در حوزه‌ی روان‌شناسی کارهای متعددی انجام گرفته است و هر یک از

تاکنون تعاریف متعددی از شناخت، از تفکر گرفته تا فرآیندهای ذهنی شامل دانستن، یادگیری، قضاوت و حل مسئله ارائه شده است. در تعاریف ارائه شده همگی به نوعی به توانایی پردازش، به‌کارگیری دانش، تغییر اولویت‌ها به شیوه‌ی انسان اشاره دارند (پولاک<sup>۱</sup>، ۱۹۹۱). مدل‌سازی شناختی را می‌توان یک روش سیستماتیک برای تقلید یا شبیه‌سازی فرآیندهای موجود در یادگیری انسان، حل مسئله، برنامه‌ریزی و به طور کلی آن چیزی که ما از هوشمندی می‌شناسیم، دانست (همان‌جا). بنابراین هدف از مدل‌سازی شناختی ایجاد یک فرآیند محاسباتی است که همانند انسان فکر کند. در این نوع مدل‌سازی تمرکز زیادی بر نتیجه انجام کار (حل مسئله داده شده) نیست، بلکه تمرکز اصلی بر نحوه حل مسئله است. هدف از هر نوع مدل‌سازی شناختی، به دست آوردن شناخت بیشتری نسبت به فرآیند تفکر انسان است. مدل‌سازی شناختی در داخل یک فیلد میان‌رشته‌ای که در برگیرنده رشته‌هایی نظیر روان‌شناسی و هوش مصنوعی است، مطرح می‌شود. از مدل‌سازی شناختی برای ایجاد سیستم‌هایی که رفتاری شبیه انسان از خود بروز می‌دهند، استفاده می‌شود. در واقع هدف، مدل‌سازی روش حل مسئله توسط انسان و مقایسه آن با داده‌های تجربی واقعی به دست آمده از انسان است. روش‌های سنتی نظیر اندازه‌گیری زمان مورد نیاز برای اتمام کار و اندازه‌گیری درصد خطا را می‌توان برای این منظور مورد استفاده قرار داد. در این راستا نول<sup>۲</sup> ایده‌ی «تئوری‌های یکپارچه شده از شناخت»<sup>۳</sup> را ارائه داد. منظور وی ارائه یک روش یکپارچه برای در نظر گرفتن تمام فرآیندهای شناختی در قالب یک سیستم یکپارچه بود (همان‌جا).

شخصیت، احساسات و فرهنگ زیربنای فرآیند شناخت هستند (زاکاری<sup>۴</sup>، لمنتک<sup>۵</sup>، میلر<sup>۶</sup>، رید<sup>۷</sup> و توماس-میرز<sup>۸</sup>، ۲۰۰۵؛ رید و همکارانش، ۲۰۰۸) و برای بازنمایی رفتار انسان باید بتوانیم، تا حد امکان همه‌ی فاکتورهای تأثیرگذار بر رفتار انسان را مد نظر قرار دهیم، بنابراین دست‌یابی به

- |                                  |                              |
|----------------------------------|------------------------------|
| 1- Pollack                       | 9- Human-Machine Interaction |
| 2- Newell                        | 10- Boring                   |
| 3- Unified Theories Of Cognition | 11- Neuroticism              |
| 4- Zachary                       | 12- Extroversion             |
| 5- LeMentec                      | 13- Openness to experience   |
| 6- Miller                        | 14- Agreeableness            |
| 7- Read                          | 15- Conscientiousness        |
| 8- Thomas-Meyers                 |                              |

مختل کرده و باعث ایجاد اختلال در کار عملکردهای اجرایی مذکور می‌شود.

از سوی دیگر آیزنک (آیزنک و درخشان، ۲۰۱۱) معتقد است، اضطراب، بیش‌تر کارآمدی پردازش را مختل می‌کند، تا تأثیر عملکرد<sup>۹</sup>. با استفاده از تکنیک‌های مختلف ارزیابی فعالیت مغز (مثل: fMRI یا ERP) مشخص شد که اضطراب بالا با فعالیت بیش‌تر مغز مرتبط است. حتی در مواردی که تفاوتی بین کارآیی افراد دارای اضطراب بالا و پایین وجود نداشت، باز هم افراد دارای اضطراب بالا دارای فعالیت بیش‌تر مغزی بودند و از آنجایی که کارآمدی پردازش، نسبت تأثیر عملکرد به استفاده از منابع است، پس با بالا رفتن فعالیت مغز و استفاده بیش‌تر از منابع مغزی، کارآمدی کاهش خواهد یافت.

در نتیجه لزوم توسعه‌ی معماری‌های شناختی مبتنی بر شخصیت که توان شبیه‌سازی بالاتری نسبت به معماری‌های شناختی رایج را دارند، به چشم می‌خورد. این گونه معماری‌های نوین، رفتارهایی انسان‌گونه‌تر از خود بروز داده و سیستم تفکر و پردازش اطلاعات انسان را به شیوه‌ای بهتر شبیه‌سازی می‌نمایند. هدف و انگیزه‌ی این پژوهش نیز ارائه یک معماری شناختی مبتنی بر شخصیت است که از طریق آن بتوان سیستم تفکر و تصمیم‌گیری انسان را به شیوه‌ای بهتر شبیه‌سازی نمود و رفتار انسان را در شرایط آزمون با استفاده از این معماری شناختی توسعه داده شده و با توجه به فاکتورهای شخصیتی و شناختی شبیه‌سازی کرد.

در برخی از مطالعات (زاکاری و همکاران، ۲۰۰۵؛ رید و همکاران، ۲۰۰۸) نوعی معماری با نام PAC<sup>۱۰</sup> ارائه شده است که امکان ایجاد نمایش‌های رفتاری انسان را فراهم کرده است و می‌خواهد پراکندگی رفتاری را بر اساس شخصیت، احساسات

سویی به بررسی و تحلیل تأثیر این موضوع بر رفتار انسان پرداخته‌اند. به طور قطع، انسان موجودی چند بعدی است که هر محقق، بخشی از یک بعد انسان را مورد کنکاش و بررسی قرار می‌دهد. یکی از ابعاد وجود انسان، حافظه است. حافظه نیز به نوبه‌ی خود تحت تأثیر شخصیت است. برخی از محققین حوزه‌ی شخصیت و حافظه، به بررسی تأثیر شخصیت بر حافظه و در نهایت تأثیر هر دوی آن‌ها بر رفتار انسان پرداخته و بیان می‌دارند که حافظه متأثر از شخصیت و در نهایت، رفتار فرد به خصوص در شرایط آزمون متأثر از شخصیت و حافظه‌ی اوست (بدلی<sup>۱</sup>، آیزنک<sup>۲</sup> و اندرسون<sup>۳</sup>، ۲۰۰۹؛ بدلی، ۲۰۰۷؛ میاک<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۰؛ آیزنک و درخشان، ۲۰۱۱).

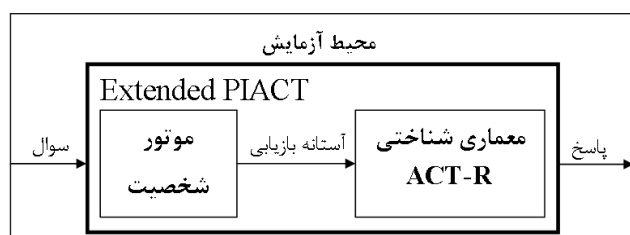
یکی از صفات شخصیتی تأثیرگذار بر رفتار انسان، اضطراب است. اضطراب صفتی، به ویژگی‌های اضطرابی به نسبت ثابت اشاره دارد و مرتبط با بعد روان‌رنجورخویی از ابعاد پنج‌گانه مدل پنج عاملی شخصیت است (خدایاری فرد و همکاران، ۱۳۸۸).

بدلی به منظور تبیین رابطه‌ی بین حافظه‌ی بلند مدت، حافظه‌ی کوتاه مدت و سایر فرآیندهای شناختی، مدل حافظه‌ی کاری را ارائه نموده است (بدلی، ۲۰۰۷). طبق نظر وی، به منظور بازیابی اطلاعات و پاسخ‌گویی به محرک‌های بیرونی، اطلاعات از حافظه‌ی بلند مدت وارد حافظه‌ی کاری شده و پس از انجام محاسبات لازم در این حافظه، نتیجه‌ی بازیابی شده از حافظه‌ی کاری منتج به یک رفتار خواهد شد (بدلی و همکاران، ۲۰۰۹؛ بدلی، ۲۰۰۷). از سوی دیگر، طبق نتایج تحقیقات آیزنک و درخشان (۲۰۱۱)، اضطراب موجب ایجاد اختلالات زیر در حافظه‌ی کاری شده و از این طریق عملکرد شناختی فرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این مطالعه با استفاده از مدل حافظه‌ی کاری بدلی (بدلی، ۲۰۰۷)، به بررسی تأثیر اضطراب بر مؤلفه‌های حافظه‌ی کاری شامل عامل اجرایی مرکزی<sup>۵</sup> و عملکردهای اجرایی نظیر انتقال<sup>۶</sup> توجه و نیز بازداری<sup>۷</sup> توجه پرداخته شده است. مطابق یافته‌های آیزنک و درخشان (۲۰۱۱) اضطراب، کارآمدی<sup>۸</sup> عامل اجرایی مرکزی را

- |                      |  |
|----------------------|--|
| 1- Baddeley          | 6- Shifting function                               |
| 2- Eysenck           | 7- Inhibition function                             |
| 3- Anderson          | 8- efficiency                                      |
| 4- Miyake            | 9- Performance effectiveness                       |
| 5- Central executive | 10- Personality-enabled Architecture for Cognition |

یافته‌های مقالات روان‌شناسی، با نتایج حاصل از انجام این آزمون بر روی انسان نیز تطابق داشت و نشان داد که معماری پیشنهادی تا حد قابل قبولی رفتاری مشابه انسان تولید کرده است. پس از ارزیابی و آزمایش معماری پیشنهادی در محیط آزمایش توسعه داده شده، قابلیت‌های این معماری نسبت به مدل‌های مشابه آن مقایسه شد. در پیاده‌سازی این معماری، هم به مباحث نظری و هم عملیاتی توجه شده است، اما تاکید بر جنبه‌ی عملیاتی از اهمیت بیش‌تری برخوردار بوده است. از این رو، معماری پیشنهاد شده نسبت به معماری‌هایی که تاکید بیش‌تری بر جنبه‌ی نظری دارند، دارای جنبه‌ی نظری ضعیف‌تر و از آن سو، جنبه‌ی عملی قوی‌تری است.

### روش



شکل ۱- معماری پیشنهادی در سطح کلان

اجزای اساسی معماری پیشنهادی که در شکل ۱ مشاهده می‌کنید، شامل موارد زیر هستند:

- موتور شخصیت
- معماری شناختی ACT-R (بوتل<sup>۹</sup>، ۲۰۰۷)
- آستانه‌ی بازیابی
- محیط آزمایش

و تا حدی ابعاد فرهنگی نمایش دهد. این معماری به دنبال در نظر گرفتن هر پنج عامل بزرگ شخصیت است و با تغییر دادن ساختارهای مبتنی بر هدف، PAC قادر به ایجاد شخصیت‌های متفاوت -عامل‌های محاسباتی که به ورودی یکسان پاسخ‌های متفاوتی می‌دهند- است.

به منظور در نظر گرفتن فرهنگ و شخصیت به همراه هیجان‌ها در یک مدل، نیاز به گنجاندن سه تئوری مختلف در کنار یکدیگر وجود دارد. این کار در مدل ارائه شده توسط نظیر<sup>۱</sup>، انز<sup>۲</sup>، لیم<sup>۳</sup>، آیلت<sup>۴</sup> و کاسوی<sup>۵</sup> (۲۰۰۹)، انجام گرفته است. در مدل پیشنهادی آن‌ها ابعاد فرهنگی هافستد<sup>۶</sup> (هافستد و هافستد، ۲۰۰۵)، مدل پنج عامل بزرگ شخصیت و نظریه‌ی هیجان‌های PSI (دورنر<sup>۷</sup>، ۲۰۰۳) به منظور تولید یک مدل جدید ترکیب شده‌اند. این مدل نیز در حد نظری است و هنوز به پیاده‌سازی‌های عملی نرسیده است.

با توجه به مطالبی که تاکنون عنوان شد، این پژوهش قصد ارائه‌ی یک معماری شناختی مبتنی بر شخصیت را دارد. نظریه‌ی صفات و به طور خاص نظریه‌ی پنج عامل شخصیت به عنوان مبانی این کار تحقیقاتی استفاده شده‌اند. با توجه به مقالات و مراجع متعدد در زمینه تأثیر شخصیت -به ویژه اضطراب صفتی- بر رفتار انسان (بدلی و همکاران، ۲۰۰۹؛ بدلی، ۲۰۰۷؛ میاک و همکاران، ۲۰۰۰؛ آیزنک و درخشان، ۲۰۱۱) اضطراب صفتی به عنوان یکی از مهم‌ترین صفات شخصیتی تأثیرگذار بر رفتار انسان برگزیده شده و یک مدل فازی برای آن توسعه داده شده است. خروجی موتور شخصیت، مشخص‌کننده‌ی آستانه‌ی بازیابی از حافظه‌ی کاری است.

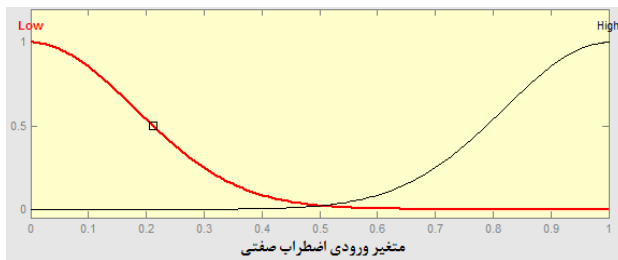
لازم به ذکر است که هدف این پژوهش، ارائه مدلی برای یک فاکتور شخصیتی -مثلاً اضطراب- بدون در نظر گرفتن مباحث شناختی نیست. بلکه قصد دارد تا تأثیر شخصیت را بر عملکردهای شناختی و سیستم تفکر انسان مدل کرده و معماری پیشنهاد شده را در شرایط آزمون مورد ارزیابی قرار دهد.

محیط آزمایشی که معماری پیشنهادی در آن مورد ارزیابی و آزمون قرار گرفته، آزمایش فن<sup>۸</sup> (اندرسون، ۱۹۷۴) است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی بر روی آزمایش فن علاوه بر مطابقت با

1- Nazir	6- Hofstede's cultural dimensions
2- Enz	7- Dorner
3- Lim	8- Fan test
4- Aylett	9- Bothel
5- Cawsey	

## موتور شخصیت

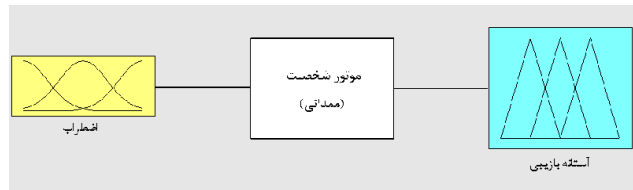
اساسی‌ترین مؤلفه‌ی معماری پیشنهادی، موتور شخصیت آن است. این جزء وظیفه‌ی بازنمایی رفتار را بر اساس صفت‌های شخصیتی بر عهده دارد. بیاپید نگاهی به اجزای داخلی این موتور که در شکل ۲ نشان داده شده‌اند، بیاندازیم.



شکل ۳- عبارت فازی اضطراب

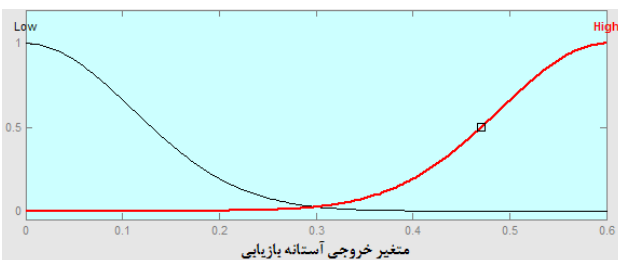
## آستانه‌ی بازیابی

موتور شخصیت با توجه مقدار متغیر ورودی و بر اساس قوانین فازی موجود در پایگاه قانون، مقدار متغیر خروجی یا همان آستانه‌ی بازیابی از حافظه‌ی کاری را معین می‌کند. همان طور که پیش از این نیز بیان شد، هدف این تحقیق مدل‌سازی تأثیر اضطراب صفتی بر حافظه‌ی کاری است. از این رو تأثیر این صفت بر بازیابی از حافظه‌ی کاری توسط پارامتری تحت عنوان «آستانه‌ی بازیابی» به صورت فازی مدل شده است. همان طور که در شکل ۴ مشاهده می‌نمایید، این عبارت نیز دارای دو مقدار «کم» و «زیاد» است و تابع عضویت آن دارای دامنه‌ی مقادیر ۰ تا ۰٫۶ بوده و از نوع گوسی می‌باشد. دامنه‌ی مقادیر آستانه‌ی بازیابی، بر اساس نتایج واقعی به دست آمده از انجام آزمون بر روی انسان، به دست آمد. نتایج تجربی را در جدول ۱ مشاهده می‌کنید.



شکل ۲- موتور شخصیت

همان طور که در شکل ۲ مشاهده می‌نمایید، برای مدل کردن اضطراب صفتی از سیستم فازی استفاده شده است. علت انتخاب سیستم فازی برای مدل‌سازی این بخش، کیفی بودن پارامترهای ورودی و خروجی و قوانین موجود بود. همان طور که مشاهده می‌کنید، ورودی موتور شخصیت، اضطراب صفتی و خروجی آن، آستانه‌ی بازیابی است. هر دوی این پارامترها دارای مقادیر کیفی «کم» و «زیاد» هستند. موتور استنتاج فازی در معماری پیشنهادی، موتور استنتاج ممدانی<sup>۱</sup> است و از وافازی‌ساز<sup>۲</sup> مرکز ثقل<sup>۳</sup> استفاده شده است. در ادامه اجزای موتور شخصیت را به تفصیل بیان خواهد شد.



شکل ۴- عبارت فازی آستانه بازیابی

## اضطراب

برای بیان صفت اضطراب از عبارت فازی شکل ۳ استفاده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، این عبارت دارای دو مقدار «کم» و «زیاد» است. همچنین دامنه‌ی تابع عضویت از ۰ تا ۱ بوده و تابع از نوع گوسی است. لازم به ذکر است که انتخاب مقادیر و دسته‌بندی آن‌ها برای تابع عضویت عبارت فازی اضطراب، با توجه به مقالات روان‌شناسی (بدلی و همکاران، ۲۰۰۹؛ بدلی، ۲۰۰۷؛ میاک و همکاران، ۲۰۰۰؛ آیزنک و درخشان، ۲۰۱۱) صورت گرفته است.

1- Mammdani  
2- Dufuzzifier

3- Centroid

جدول ۱- نتایج تجربی حاصل از آزمایش فن اندرسون (۱۹۷۴)

فن محل	نمونه‌های هدف				نمونه‌های اشتباه			
	فن فرد			میانگین	فن فرد			میانگین
	۱	۲	۳		۱	۲	۳	
۱	۱,۱۱۱	۱,۱۷۴	۱,۲۲۲	۱,۱۶۹	۱,۱۹۷	۱,۲۲۱	۱,۲۶۴	۱,۲۲۷
۲	۱,۱۶۷	۱,۱۹۸	۱,۲۲۲	۱,۱۹۶	۱,۲۵۰	۱,۳۵۶	۱,۲۹۱	۱,۲۹۹
۳	۱,۱۵۳	۱,۲۳۳	۱,۳۵۷	۱,۲۴۸	۱,۲۶۲	۱,۴۷۱	۱,۴۶۵	۱,۳۹۹
میانگین	۱,۱۴۴	۱,۲۰۲	۱,۳۵۷	۱,۲۰	۱,۲۳۶	۱,۳۴۹	۱,۳۴۰	۱,۳۰۸

سیستم تفکر انسان را شبیه‌سازی نمود، نیاز به استفاده از یک معماری شناختی برای شبیه‌سازی تفکر و تصمیم‌گیری انسان وجود دارد. نظر به دلایل خلاصه شده‌ی زیر، معماری شناختی ACT-R بدین منظور برگزیده شد.

- معماری شناختی ACT-R یک معماری شناختی - با زبان توصیف دانش دوگانه - نمادین و زیرنمادین - است که قوانین سیستم را با استفاده از زبان نمادین و تنظیماتی از قبیل آستانه بازیابی را با استفاده از زبان زیرنمادین مدل کردیم.

- این معماری شناختی با معیارهای «تئوری‌های یکتا شده از شناخت»<sup>۱</sup> (پولاک، ۱۹۹۱) تطابق زیادی دارد.

پس از انتخاب این معماری شناختی به عنوان معماری پایه، پارامترها و ماژول‌هایی از آن که با هدف این تحقیق - یعنی شبیه‌سازی تأثیر اضطراب بر حافظه‌ی کاری - مرتبط بود، مقداردهی شدند.

### حافظه‌ی کاری در ACT-R

در ACT-R حافظه‌ی کاری به صورت مستقیم قابل دسترسی نیست. در واقع مجموعه‌ای از چانک‌های<sup>۲</sup> فعال در محلی قرار می‌گیرند که از دسترس کاربر خارج است - که همان حافظه‌ی کاری است - و سپس با توجه به آستانه‌ی بازیابی، یک چانک از مجموعه چانک‌های فعال شده بازیابی می‌شود (بوتل، ۲۰۰۷). مقدار خروجی آستانه‌ی بازیابی از موتور شخصیت به طور مستقیم بر آستانه‌ی بازیابی از حافظه‌ی کاری در معماری شناختی ACT-R تأثیر گذاشته و مقدار آن را از طریق پارامتر  $rt$ : تعیین می‌کند.

مقدار وافازی شده‌ی این پارامتر به عنوان ورودی به معماری شناختی ACT-R داده شده و مقدار پارامتر<sup>۱</sup>  $rt$ : این معماری را تعیین می‌کند. در مورد حافظه‌ی کاری در ACT-R و پارامتر  $rt$ : در ادامه توضیحات بیش‌تری داده شده است.

### قوانین

پس از تعریف پارامترهای ورودی و خروجی، نوبت به تعیین قوانین رسید. مهم‌ترین، پرهزینه‌ترین و زمان‌برترین بخش این تحقیق، کشف قوانین بود. همان طور که می‌دانید، هر چه اعتبار و صحت و سقم قوانین موتور استنتاج بیش‌تر باشد، نتایج حاصل از آن بسیار دقیق‌تر خواهد بود. دو نمونه از قوانین معماری پیشنهادی در زیر ذکر شده است.

- If (Anxiety is Low) then (RetThreshold is Low)

- If (Anxiety is High) then (RetThreshold is High)

مبنای نظری کشف قوانین موتور شخصیت، مقاله‌ی (آیزنک و درخشان، ۲۰۱۱) به عنوان مرجع روان‌شناسی اساسی در بحث تأثیر شخصیت بر رفتار انسان بود.

### معماری شناختی ACT-R

یکی دیگر از اجزای معماری پیشنهادی، معماری شناختی ACT-R است. در واقع برای آن که بتوان سیستم پردازش اطلاعات و تفکر انسان را مدل‌سازی کرده و تأثیر شخصیت بر

1- Retrieval Threshold

2- Unified theories of cognition:

آلن نیوال رویکرد «تئوری‌های یکتا شده از شناخت» را به عنوان یک قدم مهم در حرکت به سمت هوش عمومی مطرح کرد. وی ادعا نمود که سیستم‌هایی را می‌توان به عنوان یک کاندیدا برای این رویکرد در نظر گرفت که دارای ۱۶ ویژگی باشند (زاکاری و همکارانش، ۲۰۰۵).

3- chunk



## یافته‌ها

پیش از بیان نتایج تحقیق به معرفی اجمالی محیط آزمایش خواهیم پرداخت.

## آزمون فن

اندرسون در سال ۱۹۷۴ آزمونی را انجام داد، که در آن، آزمودنی ۲۶ واقعیت به صورت زیر را مطالعه می‌کرد:

۱. ناخدا در پارک است.

۲. ناخدا در غار است.

۳. آتش‌نشان در پارک است.

۴. ...

پس از مطالعه‌ی این واقعیت‌ها، فرد آزمودنی باید در مورد دیدن یا ندیدن واقعیت‌هایی که از او سؤال می‌شود، قضاوت کند. به عنوان نمونه، مورد زیر را در نظر بگیرید.

- آتش‌نشان در پارک است.

- ناخدا در بانک است.

همان طور که دیده می‌شود این جملات شامل نمونه‌های مطالعه شده (هدف<sup>۱</sup>) و نمونه‌های جدید (اشتباه<sup>۲</sup>) است. افراد و محل‌ها در جملات مورد مطالعه می‌تواند در یک، دو یا سه جمله‌ی مورد مطالعه تکرار شود، که فن آن‌ها نامیده می‌شود. جدول ۱ زمان تأخیر شناسایی حاصل از آزمون را در واحد ثانیه برای نمونه‌های هدف و اشتباه به عنوان تابعی از فن فرد<sup>۳</sup> و فن محل<sup>۴</sup> نشان می‌دهد.

اثرات اصلی که در این داده‌ها مشاهده می‌شود، این است که با افزایش فن، زمان پاسخ‌گویی نیز افزایش می‌یابد و همچنین، جملات اشتباه زمان پاسخ‌گویی طولانی‌تری دارند.

محیط آزمایش این پژوهش بر اساس آزمون فن طراحی شده است. بدین منظور از زبان معماری شناختی ACT-R برای پیاده‌سازی محیط آزمون استفاده شده است و محدودیت زمانی ۳۰ ثانیه برای پاسخ‌گویی ماشین در نظر گرفته شده که خود عامل ایجاد اضطراب خواهد بود.

## نتایج شبیه‌سازی

در دسته‌ی اول، گروه «اضطراب کم» که دارای پایین‌ترین میزان آستانه‌ی بازبایی از حافظه‌ی کاری است، قرار می‌گیرد (آیزنک و درخشان، ۲۰۱۱).

پس از اعمال آستانه‌ی بازبایی کم -البته مقدار وافازی شده‌ی آن- در محیط آزمایش نتایج جدول ۲ حاصل شد. همان طور که مشاهده می‌شود، مقادیر این جدول با مقادیر جدول ۱ دارای اختلاف بسیار جزئی از نظر کمی می‌باشند.

جدول ۲- نتایج شبیه‌سازی برای دسته‌ی اضطراب کم

فن محل	نمونه‌های هدف			نمونه‌های اشتباه		
	فن فرد			فن فرد		
	۱	۲	۳	۱	۲	۳
۱	۰.۹۴۸	۰.۹۹۹	۱.۰۵۰	۱.۰۹۹	۱.۱۶۳	۱.۲۲۶
۲	۰.۹۹۹	۱.۰۷۶	۱.۱۵۳	۱.۱۶۳	۱.۲۲۷	۱.۲۹۰
۳	۱.۰۵۰	۱.۱۵۳	۱.۲۵۶	۱.۲۲۶	۱.۲۹۰	۱.۳۵۴

در دسته‌ی دوم، گروه «اضطراب زیاد» قرار می‌گیرد که طبق نتایج آیزنک و درخشان (۲۰۱۱)، دارای میزان آستانه‌ی بازبایی از حافظه‌ی کاری بالا بود.

پس از اعمال آستانه‌ی بازبایی زیاد -البته مقدار وافازی شده‌ی آن- در محیط آزمایش نتایج جدول ۳ به دست آمد.

جدول ۳- نتایج شبیه‌سازی برای اضطراب زیاد

فن محل	نمونه‌های هدف			نمونه‌های اشتباه		
	فن فرد			فن فرد		
	۱	۲	۳	۱	۲	۳
۱	۰.۹۴۸	۰.۹۹۹	۱.۰۵۰	۱.۰۹۹	۱.۱۶۳	۱۵.۵۴۹
۲	۰.۹۹۹	۱.۰۷۶	۱.۱۵۳	۱.۱۶۳	۱.۲۲۷	۱۵.۶۱۴
۳	۱.۰۵۰	۱.۱۵۳	۱.۲۵۶	۱۵.۵۴۹	۱۵.۶۱۴	۳۰.۰۰۰

1- target

3- Person fan

2- foil

4- Location fan

بحث

تولید شده توسط معماری پیشنهادی، علاوه بر تطابق از نظر کمی، از نظر کیفی نیز با رفتارهای انسان تطابق دارند. با توجه به موارد فوق، می‌توان بیان کرد که این پژوهش توانسته است یک معماری محاسباتی ارائه دهد که با استفاده از آن می‌توان به دو عامل ماشینی - با اضطراب کم و با اضطراب زیاد - با رفتارهایی متفاوت دست یافت و این یعنی، دست یافتن به ماشین‌هایی که - همچون انسان‌ها - در شرایط یکسان، رفتارهایی متفاوت از خود بروز می‌دهند. جدول ۴ به طور خلاصه، مقایسه‌ای بین معماری پیشنهادی و دو معماری شناختی محاسباتی دیگر است.

جدول ۴- مقایسه‌ی معماری پیشنهادی و دو معماری دیگر

شخصیت		هیجانان		فرهنگ	
کاربردی	نظری	کاربردی	نظری	کاربردی	نظری
ضعیف	قوی	ضعیف	ضعیف	ندارد	ندارد
ضعیف	قوی	ضعیف	قوی	ضعیف	قوی
قوی	متوسط	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد

در توضیح مقایسات انجام شده در این جدول باید این گونه بگوییم که دو معماری نخست این جدول هنوز در حد نظری بوده و تقریباً وارد وادی پیاده‌سازی عملی نشده‌اند. به همین علت توان بیش‌تری را برای کارهای نظری به خرج داده و به مدل نظری و مجرد<sup>۱</sup> جامع‌تری دست یافته‌اند؛ در حالی که معماری پیشنهادی ما با مد نظر قرار دادن هر دو دیدگاه عملی و نظری و با تکیه‌ی بیش‌تر بر دیدگاه عملی توسعه داده شده است. از این رو، معماری پیشنهادی از نظر پشتوانه نظری دارای جایگاه خوبی است، اما از نظر مدل‌سازی نظری بحث شخصیت نسبت به دو معماری دیگر ضعیف است.

همان‌طور که نتایج شبیه‌سازی شده در جدول ۲ نشان می‌دهند، با افزایش فن، زمان پاسخ‌گویی عامل ماشینی نیز همچون انسان افزایش یافته است که این موضوع در نتایج تجربی حاصل از انجام آزمون بر روی انسان - به جدول ۱ مراجعه نمایید - نیز به چشم می‌خورد. در ضمن، در نتایج شبیه‌سازی همچون نتایج واقعی، جملات اشتباه زمان پاسخ‌گویی طولانی‌تری دارند. بنابراین، معماری پیشنهادی توانسته است، شبیه‌سازی قابل قبولی - هم از نظر کمی و هم از نظر کیفی - از گروه «اضطراب کم» تولید نماید.

پیرامون نتایج به دست آمده در جدول ۳ می‌توان به نکات زیر اشاره نمود.

۱. عامل ماشینی در گروه «اضطراب زیاد»، نتوانسته به پرسشی از دسته‌ی نمونه‌های اشتباه که دارای فن فرد ۳ و فن محل ۳ است، پاسخ گوید و همچنین در پاسخ‌گویی به ۴ مورد دیگر از این دسته نیز دچار مشکل شده و با تأخیر بیش‌تری پاسخ داده است که این خود نشان‌دهنده‌ی پایین آمدن کارایی عامل در اثر بالا رفتن اضطراب اوست.

۲. وقتی آستانه‌ی بازیابی از حافظه‌ی کاری افزایش می‌یابد، زمان تأخیر نمونه‌های اشتباه که دارای زمان تأخیر بیش‌تری بودند، بالاتر می‌رود و به بیش از ۱۵ ثانیه می‌رسد.

۳. ماشین تنها به یک مورد پاسخ نداده است و آن موردی است که داری بیش‌ترین فن محل و فن فرد است.

نکات فوق با توجه به بررسی یافته‌های پژوهش‌های روان‌شناسی (بدلی و همکاران، ۲۰۰۹؛ بدلی، ۲۰۰۷؛ میاک و همکاران، ۲۰۰۰؛ آیزنک و درخشان، ۲۰۱۱) در مورد انسان کاملاً مورد انتظار و محتمل بود. این که معماری پیشنهادی نیز توانسته، رفتاری شبیه به انسان را در این موارد از خود نشان بدهد، بیان‌گر صحت روش است. بنابراین، رفتارهای



به معماری موجود. از آن جایی که رفتار انسان ناشی از همگی این ویژگی‌هاست، به طور قطع افزودن این ویژگی‌ها به معماری، باعث تکمیل شدن و دقیق‌تر شدن شبیه‌سازی می‌شود.

۳- با توجه به این که بحث تعامل انسان و ماشین امروزه بسیار جدی‌تر از دیروز مطرح است، استفاده از معماری پیشنهادی در محیط‌های تعامل انسان و ماشین نیز خود می‌تواند یکی دیگر از راه‌کارهای ادامه این مسیر تحقیقاتی باشد.

دریافت مقاله: ۹۰/۰۴/۱۹؛ پذیرش مقاله: ۹۰/۱۰/۱۹

با توجه به این که معماری پیشنهادی دارای پایه‌های قوی روان‌شناسی است و از طرفی در شبیه‌سازی‌های کامپیوتری نیز موفق عمل کرده است، بستری آماده -از دیدگاه روان‌شناسی و کامپیوتر- برای پیاده‌سازی و آزمایش در محیط‌های تعامل انسان و ماشین به وجود آمده است که می‌تواند مورد استفاده در چنین محیط‌هایی قرار گیرد.

با توجه به مباحث مطرح شده، مسیرهای زیر برای ادامه تحقیقات در این مسیر پیشنهاد می‌شوند.

۱- افزودن ویژگی‌های دیگر شخصیت به معماری موجود و بررسی تأثیر آن بر کارایی.

۲- افزودن موتورهای تولید هیجان‌ات، فرهنگ و قصد

## منابع

خدایاری فرد م.، سو، و پرند ا. (۱۳۸۸). *ارزیابی و آزمونگری روانشناختی*. تهران: موسسه انتشارات دانشگاه تهران.

Anderson, J. R. (1974). Retrieval of propositional information from long-term memory. *Cognitive Psychology*, 5, 451-474.

Baddeley, A. D. (2007). *Working memory, thought, and action*. Oxford: Oxford University Press.

Baddeley, A., Eysenck, M. W., & Anderson, M. (2009). *Memory*. Hove: Psychology Press.

Boring, R. L. (2002). Human-computer interaction as cognitive science. *Proceedings of the 46th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society, Santa Monica*, 1767-1771.

Bothel, D. (2007). *ACT-R 6.0 reference manual*. Carnegie Mellon University. Retrieved from <http://act-r.psy.cmu.edu/actr6/reference-manual.pdf>

Dorner, D. (2003). The mathematics of emotions. *Proceedings of the 4th International Conference on Cognitive Modeling, Bamberg, Germany*, 75-79.

Eysenck, M. W., & Derakshan, N. (2011). New perspectives in attentional control theory. *Personality and Individual Differences*, 50, 955-960.

Hofstede, G., & Hofstede, G. J. (2005). *Cultures and organizations: Software of the mind*. New York: McGraw-Hill.

Pollack, J. B. (1991). *Book review: Allen Newell, Unified Theories of Cognition*. Laboratory for AI Research, The Ohio State University. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.68.2514>

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.

Nazir, A., Enz, S., Lim, M. Y., Aylett, R., & Cawsey, A. (2009). Culture-personality based affective model. *AI & Society*, 24, 281-293.

Read, S., Miller, L., Kostygina, A., Chopra, G., Christensen, J. L., Corsbie-Massay, C., et al. (2008). *The Personality-enabled architecture for Cognition*. Affective Computing and Intelligent Interaction 2007. Springer-Verlag.

Zachary, W., LeMentec, J-C., Miller, L. C., Read, S. J., & Thomas-Meyers, G. (2005). Steps toward a personality-based architecture for cognition. *Paper in the Proceedings of the Annual Conference on Behavioral Representation in Modeling and Simulation, Los Angeles, CA*.