

Review and Integration of Neurobiological Evidence on the Metatrait of Plasticity within the Cybernetic Big Five Theory: From Regional Correlates to Brain Network Organization

1. Farshid Rahmanian^{OR}: PhD Student, Department of Psychology, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

2. Bita Nasrollahi^{OR}*: Department of Psychology, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.

3. Hooman Namvar^{OR}: Department of Psychology, Sav.C., Islamic Azad University, Saveh, Iran

*Corresponding Author's Email Address: Nasrolahi@iau.ac.ir



Abstract:

Objective: The aim of this study was to conceptualize and integrate neuroscientific evidence related to the metatrait of Plasticity within the Cybernetic Big Five Theory by synthesizing findings on Extraversion, Openness/Intellect, and large-scale brain networks.

Methods and Materials: A review–analytical approach was employed to synthesize evidence from cognitive neuroscience, neuroimaging research, and personality neuroscience studies related to Extraversion and Openness to Experience; findings were examined at regional and network levels considering task context, processing stage, functional connectivity patterns, and individual differences, and were organized within the cybernetic personality framework.

Findings: Inferential results indicated that Extraversion is primarily associated with reward and valuation circuits with context-dependent and small effect sizes, whereas Openness to Experience is more consistently linked to frontoparietal cognitive systems and interactions between the default mode and frontoparietal control networks; at the integrative level, Plasticity emerged not as a localized neural marker but as a dynamic interaction among the default mode, frontoparietal, and salience networks, reflecting state-dependent personality–brain relationships.

Conclusion: Plasticity can be interpreted as a network-based capacity for behavioral and cognitive exploration supported by flexible reconfiguration of motivational and control systems, suggesting that personality metatraits arise from dynamic multi-network interactions rather than fixed neural signatures.

Keywords: Plasticity; Cybernetic Big Five Theory; Personality Metatraits; Extraversion; Openness to Experience; Default Mode Network; Frontoparietal Network; Personality Neuroscience

How to Cite: Rahmanian, F., Nasrollahi, B., & Namvar, H. (2026). Review and Integration of Neurobiological Evidence on the Metatrait of Plasticity within the Cybernetic Big Five Theory: From Regional Correlates to Brain Network Organization. *Quarterly of Experimental and Cognitive Psychology*, 3(4), 1-19.

Received: 24 September 2025

Revised: 16 February 2026

Accepted: 24 February 2026

Initial Publish: 27 July 2026

Final Publish: 22 December 2026



Copyright: © 2026 by the authors.

Published under the terms and conditions of Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

مرور و یکپارچه‌سازی شواهد عصب‌شناختی فراصفت پلاستیسته در چارچوب نظریه سایبرنتیک پنج‌عاملی شخصیت: از همبسته‌های ناحیه‌ای تا سازمان شبکه‌ای مغز

۱. فرشید رحمانیان^{ID}: دانشجوی دکتری، گروه روانشناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. بیتا نصرالهی^{ID*}: گروه روانشناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)

۳. هومن نامور^{ID}: گروه روانشناسی، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران

*پست الکترونیک نویسنده مسئول: Nasrolahi@iau.ac.ir

چکیده

هدف: هدف این پژوهش تبیین و یکپارچه‌سازی شواهد عصب‌شناختی مرتبط با فراصفت پلاستیسته در چارچوب نظریه سایبرنتیک پنج‌عاملی شخصیت از طریق تلفیق یافته‌های مربوط به برون‌گرایی، گشودگی به تجربه و شبکه‌های بزرگ‌مقیاس مغزی است.

مواد و روش: پژوهش حاضر با رویکرد مروری-تحلیلی انجام شد و مطالعات علوم اعصاب شناختی، تصویربرداری مغزی و پژوهش‌های علوم اعصاب شخصیت مرتبط با برون‌گرایی و گشودگی به تجربه گردآوری و در دو سطح ناحیه‌ای و شبکه‌ای تحلیل شدند؛ استخراج داده‌ها بر اساس نوع تکلیف، مرحله پردازش، الگوهای اتصال عملکردی و تفاوت‌های فردی صورت گرفت و یافته‌ها در چارچوب نظریه سایبرنتیک پنج‌عاملی سازمان‌دهی شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد برون‌گرایی عمدتاً با مدارهای پاداش و ارزش‌گذاری مرتبط است، اما اندازه اثرها کوچک و وابسته به بافت تکلیف‌اند؛ در مقابل، گشودگی به تجربه بیشتر با شبکه‌های شناختی پیشانی-آهیانه‌ای و تعامل شبکه پیش‌فرض و شبکه کنترل فرونتوپرییتال همبستگی دارد؛ در سطح استنباطی، فراصفت پلاستیسته نه به یک ناحیه منفرد بلکه به تعامل پویا میان شبکه حالت پیش‌فرض، شبکه فرونتوپرییتال و شبکه برجستگی وابسته است و روابط صفت-مغز ماهیتی وابسته به وضعیت دارند.

نتیجه‌گیری: پلاستیسته را می‌توان به‌عنوان ظرفیت شبکه‌ای مغز برای اکتشاف رفتاری و شناختی مفهوم‌سازی کرد که از بازپیکربندی انعطاف‌پذیر سامانه‌های انگیزشی و کنترلی ناشی می‌شود و بنابراین به‌جای یک امضای عصبی ثابت، به الگوهای تعامل چندشبکه‌ای وابسته است.

کلیدواژگان: پلاستیسته؛ نظریه سایبرنتیک پنج‌عاملی شخصیت؛ فراصفت‌های شخصیت؛ برون‌گرایی؛ گشودگی به تجربه؛ شبکه حالت پیش‌فرض؛ شبکه فرونتوپرییتال؛ علوم اعصاب شخصیت

نحوه استناددهی: رحمانیان، فرشید، نصرالهی، بیتا، و نامور، هومن. (۱۴۰۵). مرور و یکپارچه‌سازی شواهد عصب‌شناختی فراصفت پلاستیسته در چارچوب نظریه سایبرنتیک پنج‌عاملی شخصیت: از همبسته‌های ناحیه‌ای تا سازمان شبکه‌ای مغز. فصلنامه روانشناسی تجربی و شناختی، ۳(۴)، ۱-۱۹.



تاریخ دریافت: ۲ مهر ۱۴۰۴

تاریخ بازنگری: ۲۷ بهمن ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۵ اسفند ۱۴۰۴

تاریخ چاپ اولیه: ۵ مرداد ۱۴۰۵

تاریخ چاپ نهایی: ۱ دی ۱۴۰۵



مجوز و حق نشر: © ۱۴۰۵ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0) صورت گرفته است.

Extended Abstract

Introduction

Personality psychology has increasingly moved beyond descriptive trait taxonomies toward explanatory models that link psychological constructs to underlying neurobiological mechanisms. Among these frameworks, the Five-Factor Model (FFM) has remained the most empirically robust structure for describing individual differences across cultures and developmental stages (McCrae & Costa, 2008). Contemporary psychometric advances have strengthened the hierarchical representation of personality by demonstrating that broad domains can be decomposed into facets and aspects while retaining structural stability (Denissen et al., 2020; Soto & John, 2017). Longitudinal meta-analyses further indicate that personality traits exhibit both stability and systematic developmental change across the lifespan, suggesting the existence of higher-order regulatory mechanisms underlying behavioral consistency (Bleidorn, 2024; Bleidorn et al., 2022).

A major theoretical advancement in this regard is the Cybernetic Big Five Theory (CB5T), which conceptualizes personality as a cybernetic self-regulating system aimed at minimizing discrepancies between current states and internal goals (DeYoung, 2015). Within this framework, higher-order personality organization emerges through two metatraits: Stability and Plasticity. The metatrait of Plasticity, formed by the shared variance of Extraversion and Openness/Intellect, represents the organism's tendency toward exploration, learning, adaptation, and expansion of internal models of the environment (DeYoung et al., 2002; Digman, 1997). Theoretical accounts further associate Plasticity with dopaminergic systems supporting motivational and cognitive exploration (DeYoung, 2013; DeYoung et al., 2013).

Neuroscientific research has increasingly attempted to identify neural correlates of personality traits. Extraversion

has frequently been linked to reward-processing systems, including valuation circuits involving the ventral striatum and medial prefrontal regions (Bartra et al., 2013; Levy & Glimcher, 2012). Meta-analytic evidence demonstrates consistent engagement of reward anticipation and delivery networks, although individual differences findings often reveal heterogeneous and context-dependent effects (Jauhar et al., 2021; Tian et al., 2025). Studies using large neuroimaging datasets also suggest that associations between extraversion and neural responses may be modest and dependent on task structure or reward context (Hyatt et al., 2020).

In contrast, Openness/Intellect appears more closely related to higher-order cognitive and associative processes. Functional connectivity research indicates that Openness is among the few personality traits reliably predicted from whole-brain resting-state connectivity patterns (Dubois et al., 2018). Neuroimaging meta-analyses highlight the involvement of default mode and frontoparietal control networks, supporting processes such as abstract reasoning, self-referential cognition, and cognitive flexibility (Blain et al., 2020a, 2020b). Creativity research provides convergent evidence, demonstrating that interaction between internally oriented and executive control networks underlies exploratory cognition and idea generation (Beaty et al., 2015; Beaty et al., 2016).

Over the past two decades, neuroscience has shifted from region-based explanations toward large-scale network models of brain organization. Functional brain systems such as the default mode network (DMN), frontoparietal control network (FPN), and salience network (SN) have been proposed as fundamental architectures supporting cognition, emotion regulation, and goal-directed behavior (Menon, 2011, 2023; Yeo et al., 2011). Evidence suggests that personality traits are reflected in intrinsic functional architecture rather than isolated brain regions (Adelstein et al., 2011; Simon et al., 2020). Moreover, dynamic connectivity research demonstrates that relationships

between personality and neural activity vary across cognitive contexts, supporting a situationally dependent view of trait expression (Hardikar et al., 2024).

Despite these advances, neuroscientific findings related to Extraversion and Openness have largely developed in parallel, leaving the neural organization of Plasticity insufficiently integrated. The present study therefore aimed to review and synthesize neurobiological evidence related to the metatrait of Plasticity within the Cybernetic Big Five framework by integrating regional findings and large-scale network perspectives.

Methods and Materials

This study employed a review-analytical design integrating empirical findings from cognitive neuroscience, personality psychology, and network neuroscience. Rather than collecting primary experimental data, the research synthesized existing neuroscientific evidence examining Extraversion, Openness/Intellect, and higher-order personality organization.

Relevant studies were identified through systematic searches of major academic databases. Inclusion criteria required empirical neuroimaging evidence, theoretical contributions to personality neuroscience, or large-scale functional connectivity research related to personality traits. Both task-based and resting-state studies were examined to capture state-dependent and trait-related neural patterns.

Data extraction focused on three analytical levels: regional neural correlates, functional circuits associated with reward and cognition, and large-scale brain networks. Studies were compared according to task context, processing stage, methodological design, and reported effect size patterns. The analytic strategy emphasized conceptual integration rather than quantitative meta-analysis, enabling synthesis across heterogeneous methodologies.

Findings

The analysis revealed that Plasticity cannot be attributed to a single neural region or network. Instead, results indicated a hierarchical organization emerging across

motivational, cognitive, and network levels of brain function.

At the motivational level, Extraversion was consistently associated with neural systems involved in reward processing and incentive salience. Activation patterns involving valuation circuits were observed across multiple experimental paradigms, although individual differences effects varied depending on reward anticipation versus reward outcome conditions. These findings suggested that exploratory motivation constitutes one foundational component of Plasticity.

At the cognitive level, Openness/Intellect demonstrated broader involvement of associative and executive processes. Neural evidence pointed toward distributed activation across prefrontal and parietal regions supporting abstraction, imagination, and flexible cognition. Functional connectivity findings indicated that Openness was more reliably expressed through large-scale connectivity patterns than through localized activation.

The transition from regional to network-level analysis revealed that personality traits were better explained by distributed connectivity rather than isolated brain structures. Evidence converged on interactions among internally oriented networks supporting self-generated thought and control networks supporting goal-directed regulation. These interactions appeared to provide a neural substrate for exploratory cognition and adaptive behavior.

Dynamic analyses further indicated that neural correlates of personality varied across situational contexts. Patterns of connectivity shifted depending on task demands, emotional conditions, and cognitive states, suggesting that stable personality traits may emerge from flexible network configurations rather than fixed neural signatures.

Integrative synthesis across findings suggested that Plasticity reflects coordinated engagement among multiple functional systems. Exploratory motivation, cognitive expansion, and attentional prioritization jointly contributed to a flexible neural architecture capable of adapting behavior to novelty and opportunity.

Discussion and Conclusion

The present synthesis supports a network-based conceptualization of the personality metatrait Plasticity. Rather than representing a localized neural mechanism, Plasticity appears to emerge from coordinated interactions among motivational valuation systems, cognitive control processes, and large-scale brain networks responsible for internal simulation and environmental engagement. This interpretation aligns with cybernetic models of personality that frame traits as regulatory parameters governing adaptive behavior.

The findings suggest that Extraversion and Openness constitute complementary pathways of exploration. Extraversion primarily contributes behavioral activation and reward sensitivity, enabling engagement with opportunities in the external environment. Openness/Intellect contributes cognitive exploration, supporting flexible thinking, creativity, and abstract reasoning. Plasticity therefore reflects the integration of motivational energy with cognitive flexibility, allowing individuals to update internal models and pursue adaptive goals.

Importantly, the absence of a single neural signature should not be interpreted as theoretical weakness. Instead, it indicates that personality traits operate as emergent properties of dynamic neural systems. Brain networks continuously reorganize in response to contextual demands, and stable personality characteristics may arise from

consistent tendencies in how these networks reconfigure rather than from static activation patterns.

The results also help explain inconsistencies reported across personality neuroscience studies. Small effect sizes, analytic variability, and situational dependency are expected features when studying distributed systems governing complex behavior. A shift toward large-scale datasets, hierarchical trait modeling, and dynamic network analysis may therefore provide a more accurate understanding of personality–brain relationships.

Conceptually, Plasticity may be understood as the neural capacity for exploration—the ability of the brain to transition between internally generated cognition and externally guided action. Through coordinated network interaction, individuals maintain openness to novelty while preserving goal-directed regulation. This synthesis highlights the importance of integrating psychological theory with network neuroscience in order to move from descriptive models of personality toward mechanistic explanations grounded in brain organization.

In conclusion, Plasticity represents a dynamic, multi-network phenomenon linking motivational exploration, cognitive flexibility, and adaptive self-regulation. Future personality neuroscience research may benefit from focusing less on identifying single brain correlates and more on understanding how patterns of network interaction support enduring individual differences in exploration, creativity, and psychological adaptation.

درونی اوست (DeYoung, 2015). در این چارچوب، رفتار حاصل تعامل فرایندهای انگیزشی، شناختی و ادراکی است و صفات شخصیت به مثابه پارامترهای تنظیمی این سامانه عمل می کنند. تحلیل های مرتبه دوم عاملی نشان دادند که پنج عامل شخصیت می توانند در سطحی بالاتر به دو فراصفت کلان سازمان یابند؛ مفهومی که نخستین بار در پژوهش های ساختاری شخصیت مطرح شد (DeYoung et al., 2002; Digman, 1997). این دو فراصفت شامل «پلاستیسیته» و «ثبات» هستند که هر یک ابعاد متفاوتی از تنظیم رفتار انسانی را بازنمایی می کنند.

فراصفت پلاستیسیته که از همپوشانی برون گرایی و گشودگی به تجربه شکل می گیرد، به گرایش کلی فرد برای اکتشاف محیط، یادگیری، انعطاف شناختی و جست و جوی فرصت های جدید اشاره دارد (DeYoung, 2015; Sacchi, 2025). از منظر نظری، این سازه را می توان بیانگر ظرفیت سیستم شناختی-انگیزشی برای گسترش مدل های درونی جهان دانست؛ فرایندی که با سازوکارهای دوپامینرژیک مرتبط با انگیزش اکتشافی پیوند خورده است (DeYoung, 2013; DeYoung et al., 2013). پژوهش های عصب زیستی نشان داده اند که دوپامین نه تنها در تجربه لذت، بلکه در برجستگی انگیزشی و جست و جوی اطلاعات نقش کلیدی دارد؛ موضوعی که پایه زیستی مفهوم اکتشاف در پلاستیسیته را تقویت می کند (Berridge, 2007).

در این میان، صفت برون گرایی به طور سنتی با حساسیت به پاداش و فعال سازی سامانه های انگیزشی مرتبط دانسته شده است. مطالعات تصویربرداری مغزی نشان داده اند که مدارهای ارزش گذاری شامل استریاتوم شکمی و نواحی پیش پیشانی در فرایند انتظار و دریافت پاداش فعال می شوند (Bartra et al., 2013; Levy & Glimcher, 2012). فراتحلیل های جدید نیز نشان می دهند که برون گرایی با الگوهای فعال سازی متنوعی در بافت تجربه عاطفه مثبت همراه است، هرچند اندازه اثرها کوچک و وابسته به شرایط

مطالعه تفاوت های فردی در روان شناسی شخصیت یکی از پایداترترین حوزه های پژوهشی علوم رفتاری محسوب می شود و طی دهه های اخیر چارچوب نظری پنج عاملی شخصیت به عنوان غالب ترین مدل توصیف ساختار شخصیت انسانی تثبیت شده است. این مدل شخصیت را مجموعه ای از گرایش های نسبتاً پایدار هیجانی، شناختی و رفتاری می داند که در تعامل میان عوامل زیستی و محیطی شکل می گیرند و در بافت های فرهنگی مختلف قابلیت بازتولید بالایی نشان داده اند (McCrae & Costa, 2008). پژوهش های روان سنجی جدید نیز نشان داده اند که ساختار پنج عاملی نه تنها در سطح عامل های کلی، بلکه در سطح جنبه ها و خرده مقیاس ها نیز از روایی و پایایی مناسبی برخوردار است و ابزارهایی مانند نسخه دوم پرسشنامه پنج عامل بزرگ امکان سنجش دقیق تر این ساختار را فراهم کرده اند (Denissen et al., 2020; Soto & John, 2017).

با وجود موفقیت مدل پنج عاملی در توصیف شخصیت، پرسش بنیادین در دهه های اخیر از سطح توصیف به سطح تبیین انتقال یافته است؛ به عبارت دیگر، پژوهشگران تلاش کرده اند مشخص کنند که این صفات چگونه در سطح زیستی، عصبی و کارکردی سازمان می یابند. ظهور حوزه «علوم اعصاب شخصیت» پاسخی به همین نیاز نظری بود؛ حوزه ای که می کوشد ساختارهای روان شناختی شخصیت را با سامانه های عصبی زیربنایی پیوند دهد (Allen et al., 2021; DeYoung, 2017; DeYoung et al., 2021). در این رویکرد، شخصیت نه صرفاً مجموعه ای از صفات توصیفی، بلکه بازتاب سازمان یافتگی پایدار سامانه های تنظیم رفتار در مغز تلقی می شود.

یکی از پیشرفت های نظری مهم در این مسیر، نظریه سایبرنتیک پنج عاملی شخصیت است که شخصیت را در قالب یک سامانه خود تنظیم گر در نظر می گیرد؛ سامانه ای که هدف آن کاهش فاصله میان وضعیت فعلی فرد و اهداف

شناختی و هدایت هدف‌محور رفتار را ایفا می‌کنند (Cole & Schneider, 2007; Dosenbach et al., 2008).

از منظر شبکه‌ای، شخصیت می‌تواند به‌عنوان الگوی پایدار تعامل میان این سامانه‌ها در نظر گرفته شود. مطالعات حالت استراحت نشان داده‌اند که تفاوت‌های فردی در صفات شخصیت با معماری عملکردی ذاتی مغز مرتبط هستند (Adelstein et al., 2011; Simon et al., 2020). برای مثال، پویایی‌های شبکه پیش‌فرض با برون‌گرایی ارتباط نشان داده‌اند (Lei et al., 2018; Tian et al., 2013) و تعامل میان شبکه‌های پیش‌فرض و توجه پشتی بسته به وضعیت شناختی تغییر می‌کند (Dixon et al., 2017). این یافته‌ها از این ایده حمایت می‌کنند که صفات شخصیت در قالب بازپیکربندی‌های پویا میان شبکه‌ها بروز می‌یابند (Braun et al., 2015; Ciric et al., 2017).

با این حال، پژوهش‌های علوم اعصاب شخصیت با چالش‌های روش‌شناختی مهمی نیز روبه‌رو هستند. تحلیل‌های چندگروهی نشان داده‌اند که حتی هنگام تحلیل یک مجموعه داده واحد، تیم‌های پژوهشی می‌توانند به نتایج متفاوتی دست یابند؛ موضوعی که اهمیت تصمیم‌های تحلیلی در تصویربرداری مغزی را برجسته می‌کند (Botvinik-Nezer et al., 2020). افزون بر این، مطالعات ارتباط مغز و رفتار نیازمند نمونه‌های بسیار بزرگ هستند تا اثرهای کوچک اما پایدار شناسایی شوند (Marek et al., 2022). چنین یافته‌هایی توضیح می‌دهند که چرا نتایج پژوهش‌های شخصیت گاه ناهمگون گزارش می‌شوند.

پژوهش‌های جدید همچنین نشان داده‌اند که ارتباط میان صفات شخصیت و فعالیت مغزی به‌شدت وابسته به وضعیت است؛ به این معنا که یک صفت ممکن است در شرایط مختلف شناختی یا هیجانی با الگوهای متفاوت فعالیت مغزی همراه باشد (Hardikar et al., 2024). این دیدگاه با چارچوب

تکلیف گزارش شده‌اند (Tian et al., 2025). افزون بر این، داده‌های پروژه اتصال‌نگاری مغز انسان نشان داده‌اند که ارتباط میان برون‌گرایی و پاسخ عصبی پس از دریافت پاداش الزاماً یکنواخت نیست و به بافت موقعیتی وابسته است (Hyatt et al., 2020). چنین ناهمگونی‌ای نشان می‌دهد که صفات شخصیت احتمالاً به یک ناحیه منفرد فروکاست‌پذیر نیستند.

هم‌زمان با توسعه مطالعات برون‌گرایی، پژوهش درباره گشودگی به تجربه نیز تحول قابل توجهی یافته است. این صفت با کنجکاوی شناختی، پردازش انتزاعی و خلاقیت مرتبط دانسته شده و پژوهش‌ها نشان داده‌اند که گشودگی و فکوروری می‌توانند پیامدهای شناختی متفاوتی پیش‌بینی کنند (Kaufman et al., 2016; Schwaba & Thalmayer, 2025). مطالعات اتصال عملکردی نشان داده‌اند که گشودگی یکی از معدود صفات شخصیتی است که می‌توان آن را به‌طور نسبتاً پایدار از الگوهای اتصال کل مغز پیش‌بینی کرد (Dubois et al., 2018). افزون بر این، مدل‌های عصب‌شناختی اخیر مشارکت شبکه‌های پیش‌فرض و کنترل فرونتوپرییتال را در سازمان عصبی این صفت برجسته کرده‌اند (Blain et al., 2020a, 2020b).

تغییر مهم دیگر در علوم اعصاب شخصیت، گذار از رویکرد ناحیه‌محور به رویکرد شبکه‌ای بوده است. پژوهش‌های معاصر نشان می‌دهند که کارکردهای شناختی و هیجانی پیچیده در قالب تعامل شبکه‌های بزرگ‌مقیاس مغز تحقق می‌یابند، نه در یک ناحیه منفرد (Yeo et al., 2011). شبکه حالت پیش‌فرض، شبکه کنترل فرونتوپرییتال و شبکه برجستگی به‌عنوان سه سامانه مرکزی در سازمان‌دهی رفتار هدف‌محور و پردازش درون‌سو معرفی شده‌اند (Menon, 2011, 2023). شبکه پیش‌فرض با تفکر خودارجاعی و شبیه‌سازی ذهنی مرتبط است (Andrews-Hanna et al., 2010; Buckner et al., 2008)، در حالی که شبکه‌های کنترلی پیشانی نقش تنظیم

سایبرنتیک شخصیت همسو است که رفتار را نتیجه تعامل فرد و موقعیت می‌داند (Safron & DeYoung, 2021). بنابراین انتظار می‌رود فراصفت‌هایی مانند پلاستیسیته نه به‌صورت یک امضای عصبی ثابت، بلکه به‌صورت تعامل پویا میان چندین سامانه مغزی ظاهر شوند.

از منظر رشد طولی نیز شخصیت ساختاری ایستا نیست. فراتحلیل‌های بزرگ نشان داده‌اند که صفات شخصیت در طول عمر تغییرات نظام‌مند اما پایدار را تجربه می‌کنند (Bleidorn et al., 2022) و مدل‌های نظری جدید تلاش کرده‌اند سازوکارهای رشدی این تغییرات را توضیح دهند (Bleidorn, 2024). چنین شواهدی اهمیت مطالعه فراصفت‌ها را افزایش می‌دهد، زیرا سازه‌های مرتبه‌بالا ممکن است پایدارترین سطح سازمان شخصیت باشند.

در مجموع، ادبیات موجود نشان می‌دهد که اگرچه شواهد فراوانی درباره همبسته‌های عصبی برون‌گرایی و گشودگی به تجربه وجود دارد، اما یکپارچه‌سازی این یافته‌ها در سطح فراصفت پلاستیسیته هنوز به‌طور نظام‌مند انجام نشده است. مطالعات جداگانه مدارهای پاداش، کنترل شناختی، خلأیت و اتصال شبکه‌ای را بررسی کرده‌اند (Barbey et al., 2013; Beaty et al., 2015; Beaty et al., 2016; Filimon et al., 2020; Jauhar et al., 2021)، اما چارچوبی که این خطوط پژوهشی را در قالب یک مدل واحد شبکه‌ای ادغام کند، همچنان نیازمند توسعه نظری و تحلیلی است.

بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف مرور و یکپارچه‌سازی شواهد عصب‌شناختی مربوط به فراصفت پلاستیسیته در چارچوب نظریه سایبرنتیک پنج‌عاملی شخصیت و با تمرکز بر سازمان‌یافتگی ناحیه‌ای و شبکه‌ای همبسته‌های عصبی آن انجام شده است.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر با رویکرد مروری-تحلیلی و با هدف یکپارچه‌سازی شواهد عصب‌شناختی مرتبط با فراصفت پلاستیسیته در چارچوب نظریه

سایبرنتیک پنج‌عاملی شخصیت انجام شد. در این مطالعه، به‌جای گردآوری داده‌های اولیه از آزمودنی‌های انسانی، بدنه‌ای نظام‌مند از مطالعات تجربی و نظری در حوزه علوم اعصاب شخصیت، روان‌شناسی تفاوت‌های فردی و علوم اعصاب شبکه‌ای مورد تحلیل و ترکیب مفهومی قرار گرفت. طراحی روش‌شناختی پژوهش به‌گونه‌ای سامان‌دهی شد که امکان مقایسه و ادغام یافته‌ها در دو سطح ناحیه‌ای و شبکه‌ای مغز فراهم شود و در عین حال پیوند میان شواهد تجربی و چارچوب نظری CB5T حفظ گردد.

این مطالعه از نوع پژوهش کیفی مبتنی بر مرور تحلیلی شواهد بود. جامعه پژوهش شامل منابع علمی منتشرشده در حوزه علوم اعصاب شناختی، علوم اعصاب شخصیت و روان‌شناسی شخصیت بود که به بررسی همبسته‌های عصبی صفات برون‌گرایی و گشودگی به تجربه - به‌عنوان مؤلفه‌های سازنده فراصفت پلاستیسیته - پرداخته بودند. جست‌وجوی منابع در پایگاه‌های علمی بین‌المللی شامل PubMed، Scopus، Web of Science، PsycINFO و Google Scholar انجام گرفت. بازه زمانی انتشار منابع از سال ۱۹۹۷ تا سال ۲۰۲۵ در نظر گرفته شد؛ زیرا از اواخر دهه ۱۹۹۰ پژوهش‌های مربوط به عوامل مرتبه‌دوم شخصیت و نیز رویکردهای عصب‌شناسی شبکه‌ای به‌طور چشمگیری گسترش یافته‌اند.

در مرحله نخست جست‌وجو، مجموعاً ۲۱۴ منبع علمی شناسایی شد. پس از حذف موارد تکراری و غربالگری اولیه بر اساس عنوان و چکیده، ۱۳۷ مقاله برای بررسی متن کامل انتخاب گردید. معیارهای ورود شامل ارائه داده‌های تجربی یا فراتحلیلی عصب‌شناختی، ارتباط مستقیم با صفات برون‌گرایی یا گشودگی/فکرورزی، استفاده از روش‌های تصویربرداری مغزی یا تحلیل اتصال عملکردی، و ارتباط نظری با مدل پنج‌عاملی شخصیت یا نظریه سایبرنتیک پنج‌عاملی بود. مطالعاتی که صرفاً ماهیت بالینی داشتند، فاقد داده‌های عصب‌زیستی بودند یا ارتباط مستقیمی با تفاوت‌های فردی شخصیتی

نداشتند حذف شدند. در نهایت ۸۲ منبع علمی به عنوان نمونه نهایی پژوهش انتخاب شد و مبنای تحلیل نظری و یکپارچه سازی شواهد قرار گرفت.

این نمونه شامل مطالعات fMRI تکلیف محور، مطالعات حالت استراحت، فراتحلیل های مختصات محور، پژوهش های مبتنی بر پروژه های بزرگ نمونه مانند Human Connectome Project، مطالعات طولی شخصیت و مدل های نظری علوم اعصاب شخصیت بود. چنین تنوع روش شناختی امکان مقایسه یافته ها در بافت های شناختی و انگیزشی متفاوت و بررسی همگرایی یا ناهمگونی نتایج در سطوح مختلف تحلیل عصبی را فراهم ساخت

در این پژوهش ابزار گردآوری داده ها شامل چارچوب استخراج نظام مند شواهد از منابع علمی بود. بدین منظور یک الگوی استخراج داده طراحی شد تا اطلاعات مطالعات منتخب به صورت استاندارد ثبت و قابل مقایسه شود. برای هر منبع، اطلاعاتی شامل نوع طرح پژوهش، ویژگی های نمونه انسانی مطالعه اصلی، ابزار سنجش شخصیت، روش تصویربرداری مغزی، نوع تکلیف شناختی یا هیجانی، شاخص های اتصال عملکردی و نواحی یا شبکه های مغزی گزارش شده استخراج گردید.

تمرکز ویژه ای بر مطالعاتی قرار گرفت که از ابزارهای معتبر سنجش شخصیت مبتنی بر مدل پنج عاملی استفاده کرده بودند، به ویژه نسخه های مختلف Big Five Inventory و مدل های سلسله مراتبی صفات. داده های گردآوری شده سپس بر اساس دو سطح تحلیلی سازمان دهی شدند. در سطح ناحیه ای، مطالعاتی که فعال سازی یا تفاوت های ساختاری در نواحی مشخصی از مغز مانند استریاتوم شکمی، قشر پیش پیشانی میانی، قشر اریتو فرونتال، اینسولا، سینگولیت قدامی و نواحی پیشانی-آهیانه ای گزارش کرده بودند طبقه بندی شدند. در سطح شبکه ای، یافته ها بر اساس شبکه های بزرگ مقیاس مغزی شامل شبکه حالت پیش فرض، شبکه فرونتوپریتال، شبکه برجستگی و شبکه توجه پشتی دسته بندی گردیدند.

در فرآیند گردآوری داده ها علاوه بر شاخص های عصبی، متغیرهای زمینه ای نیز ثبت شد؛ از جمله نوع وضعیت ثبت (حالت استراحت یا تکلیف)، مرحله پردازش (انتظار پاداش یا دریافت پاداش)، بافت شناختی مطالعه، و میزان همخوانی یافته ها میان پژوهش های مختلف. این رویکرد امکان بررسی شواهد نه به صورت مجزا، بلکه در قالب الگوهای همگرایی مفهومی و شبکه ای را فراهم ساخت.

تحلیل داده ها به صورت چند مرحله ای و مبتنی بر سبب کیفیت انجام شد. در مرحله نخست، یافته های استخراج شده بر اساس دو مؤلفه اصلی فراصفت پلستیسیت سازمان دهی شدند؛ به گونه ای که شواهد مربوط به برون گرایی به عنوان مسیر اکتشاف رفتاری-انگیزشی و شواهد مربوط به گشودگی/فکروزی به عنوان مسیر اکتشاف شناختی-ادراکی به طور جداگانه بررسی گردید. در هر حوزه، ابتدا همبسته های ناحیه ای و سپس الگوهای شبکه ای تحلیل شدند تا امکان مقایسه میان سطوح مختلف سازمان مغزی فراهم شود.

در مرحله دوم، تحلیل تطبیقی میان مطالعات انجام گرفت تا نقاط همگرایی، ناهمگونی و وابستگی یافته ها به بافت موقعیتی مشخص گردد. به جای تکیه بر نتایج منفرد، الگوهای تکرارشونده در مطالعات متعدد مورد توجه قرار گرفتند. این رویکرد اجازه داد اثرهای کوچک اما پایدار که در پژوهش های علوم اعصاب تفاوت های فردی رایج هستند، در قالب تجمع شواهد معنا یابند.

در مرحله سوم، یافته های تجربی در چارچوب نظریه سایبرنتیک پنج عاملی شخصیت بازتفسیر شدند. در این مرحله، داده های مربوط به برون گرایی و گشودگی به تجربه به عنوان دو مسیر مکمل اکتشاف به سطح فراصفت پلستیسیت نگاشت شدند و ارتباط آن ها با سامانه های شبکه ای بزرگ مقیاس بررسی گردید. تحلیل نهایی به شکل مدل سازی مفهومی انجام شد که در آن

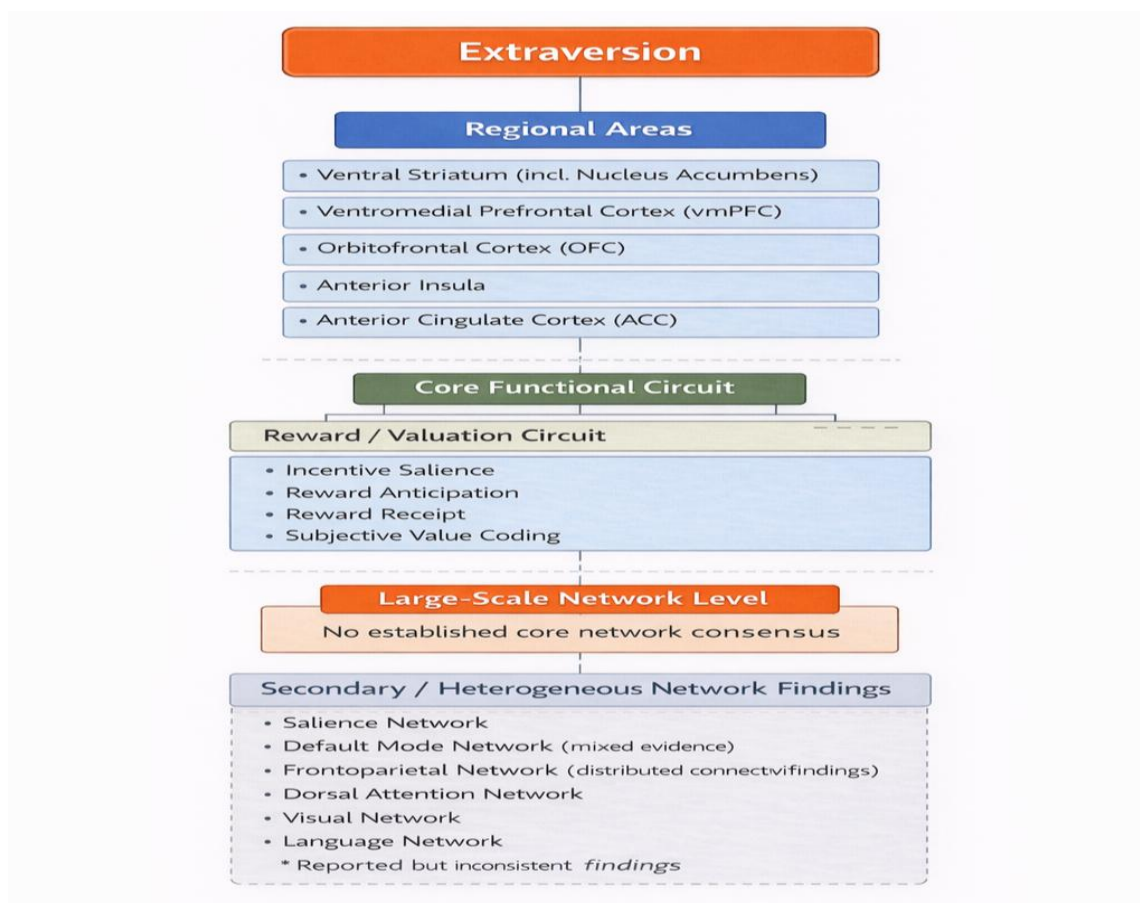
یافته‌ها

در راستای هدف پژوهش، یافته‌های حاصل از مرور و یکپارچه‌سازی مطالعات علوم اعصاب شخصیت در پنج سطح تحلیلی سازمان‌دهی شد تا مسیر گذار از شواهد ناحیه‌ای به تبیین شبکه‌ای فراصفت پلاستیسته به صورت نظام‌مند روشن گردد. تحلیل‌ها نشان داد که پلاستیسته را نمی‌توان به یک شاخص عصبی منفرد فروکاست، بلکه این فراصفت حاصل تعامل پویا میان سامانه‌های انگیزی، شناختی و شبکه‌های بزرگ‌مقیاس مغز است.

پلاستیسته نه به عنوان محصول یک ناحیه یا شبکه منفرد، بلکه به صورت تعامل پویا میان شبکه حالت پیش فرض، شبکه فرونتوپرییتال و شبکه برجستگی مفهوم‌سازی شد.

در گام پایانی، محدودیت‌های روش شناختی ادبیات موجود - از جمله وابستگی نتایج به نوع تکلیف، تفاوت ابزارهای سنجش شخصیت، ناهمگونی نمونه‌ها و تصمیم‌های تحلیلی در پیش‌پردازش داده‌های تصویربرداری - در تحلیل لحاظ شد تا استنتاج‌ها با احتیاط نظری صورت گیرد. بدین ترتیب، روش تحلیل این پژوهش بر ترکیب نظام‌مند شواهد، تفسیر نظری مبتنی بر مدل شخصیت و استخراج الگوهای شبکه‌ای مشترک استوار بود و چارچوبی

یکپارچه برای فهم عصب‌شناسی فراصفت پلاستیسته فراهم آورد.



شکل ۱. نواحی و شبکه‌های مرتبط با برونگرایی

برون‌گرایی و مدارهای پاداش: پایه انگیزشی پلاستیسته

نخستین خوشه یافته‌ها مربوط به صفت برون‌گرایی بود که به‌عنوان مؤلفه رفتاری-انگیزشی فراصفت پلاستیسته تحلیل شد. مرور مطالعات تصویربرداری عصبی نشان داد که مهم‌ترین بستر عصب‌شناختی برون‌گرایی در سامانه‌های پاداش قرار دارد. فراتحلیل‌های گسترده نشان داده‌اند که فعال‌سازی استریاتوم شکمی، قشر پیش‌پیشانی میانی و مدارهای ارزش‌گذاری در هنگام انتظار و دریافت پاداش به‌طور مکرر گزارش شده‌اند (Bartra et al., 2013; Jauhar et al., 2021). این مدارها به‌عنوان سامانه «ارزش مشترک» مغز در تصمیم‌گیری و انتخاب هدف توصیف شده‌اند (Levy & Glimcher, 2012).

در سطح فرایندی، داده‌های تجربی نشان دادند که استریاتوم شکمی می‌تواند میان مراحل مختلف پاداش—از انتظار تا دریافت—تمایز ایجاد کند (Filimon et al., 2020). این تمایز اهمیت ویژه‌ای برای فهم برون‌گرایی دارد، زیرا افراد برون‌گرا بیشتر به فرایند «جست‌وجوی پاداش» حساس هستند تا صرفاً تجربه لذت پس از دریافت آن. نظریه‌های دوپامینرژیک نیز نشان می‌دهند که دوپامین نقش اصلی در انگیزش اکتشافی و جهت‌دهی رفتار به سوی فرصت‌های جدید ایفا می‌کند (DeYoung, 2013; DeYoung et al., 2013).

با وجود این، یافته‌ها یکنواخت نبودند. مطالعه مبتنی بر داده‌های Human Connectome Project نشان داد که رابطه میان برون‌گرایی و پاسخ مغزی پس از دریافت پاداش اندازه اثر کوچکی دارد و وابسته به طراحی تکلیف است (Hyatt et al., 2020). فراتحلیل‌های جدید نیز گزارش کردند که فعال‌سازی‌های مرتبط با برون‌گرایی در بافت عاطفه مثبت در نواحی متعددی توزیع شده و نه در یک مرکز واحد مغزی متمرکز است (Tian et al., 2025).

این ناهمگونی نشان می‌دهد که برون‌گرایی بیش از آنکه یک ویژگی ناحیه‌ای باشد، بازتاب سازمان‌یافتگی عملکردی گسترده‌ای است. از منظر نظریه سایبرنتیک شخصیت، چنین الگویی منطقی است زیرا رفتار برون‌گرایانه نتیجه تنظیم هدف‌محور در تعامل با محیط محسوب می‌شود (DeYoung, 2015). بنابراین، مدار پاداش را می‌توان زیرساخت انگیزشی اولیه پلاستیسته دانست، اما نه امضای عصبی نهایی آن.

گشودگی به تجربه و شبکه‌های شناختی-انتزاعی

دومین دسته یافته‌ها به صفت گشودگی به تجربه اختصاص داشت که مؤلفه شناختی فراصفت پلاستیسته تلقی می‌شود. تحلیل مطالعات نشان داد که گشودگی بیش از آنکه با مدارهای پاداش مرتبط باشد، با شبکه‌های شناختی سطح بالا همبستگی دارد.

مطالعات تصویربرداری ساختاری و کارکردی نشان داده‌اند که نواحی پیش‌پیشانی جانبی، قشر آهیانه‌ای و نواحی میانی مغز در افراد دارای گشودگی بالا فعالیت بیشتری نشان می‌دهند (DeYoung et al., 2010). این نواحی با استدلال انتزاعی، پردازش معنایی و انعطاف شناختی مرتبط‌اند. فراتحلیل‌های اخیر نیز مشارکت شبکه پیش‌فرض و شبکه کنترل فرونتوپرییتال را در سازمان عصبی گشودگی برجسته کرده‌اند (Blain et al., 2020a, 2020b).

پژوهش‌های اتصال عملکردی نشان دادند که گشودگی تنها صفتی است که به‌طور قابل اتکا از الگوهای اتصال کل مغز در حالت استراحت پیش‌بینی می‌شود (Dubois et al., 2018). این یافته نشان می‌دهد که گشودگی ممکن است بیش از سایر صفات با معماری پایه‌ای مغز مرتبط باشد.

مطالعات خلاقیت نیز شواهد مکملی ارائه کردند. تعامل میان شبکه پیش‌فرض و شبکه‌های اجرایی در تولید ایده‌های خلاقانه نقش اساسی دارد (Beaty et al., 2015; Beaty et al., 2016). از آنجا که خلاقیت و

اکتشاف شناختی از ویژگی‌های مرکزی گشودگی محسوب می‌شوند، این نتایج تبیین شبکه‌ای این صفت را تقویت می‌کنند.

از منظر نظری، گشودگی بازتاب «اکتشاف شناختی» است؛ یعنی تمایل به گسترش مدل‌های ذهنی و مواجهه فعال با پیچیدگی اطلاعات (Kaufman et al., 2016; Schwaba & Thalmayer, 2025). بنابراین یافته‌ها نشان دادند که گشودگی به تجربه زیرساخت شناختی پلاستیسته را تشکیل می‌دهد.

گذار از نواحی منفرد به سازمان شبکه‌ای مغز

سومین سطح یافته‌ها نشان داد که ادبیات علوم اعصاب شخصیت طی دو دهه اخیر از رویکرد ناحیه‌محور به رویکرد شبکه‌ای تغییر جهت داده است. نقشه‌های اتصال ذاتی قشر مغز نشان داده‌اند که کارکردهای روان‌شناختی در قالب شبکه‌های بزرگ‌مقیاس سازمان می‌یابند (Yeo et al., 2011).

شبکه حالت پیش‌فرض به‌عنوان سامانه مرکزی پردازش درون‌سو شامل یادآوری گذشته، شبیه‌سازی آینده و تفکر خودارجاعی شناخته شده است (Andrews-Hanna et al., 2010; Buckner et al., 2008). در مقابل، شبکه‌های کنترلی پیشانی مسئول هدایت هدف‌محور رفتار و تنظیم شناختی هستند (Cole & Schneider, 2007; Dosenbach et al., 2008).

مدل سه‌گانه شبکه‌ای نشان داد که شبکه برجستگی نقش سوئیچ‌کننده میان این دو سامانه را ایفا می‌کند (Menon, 2011). مرور جدید بیست‌ساله پژوهش‌های شبکه پیش‌فرض نیز تأکید کرد که بسیاری از کارکردهای پیچیده انسانی نتیجه تعامل این شبکه‌هاست (Menon, 2023).

مطالعات شخصیت در حالت استراحت نشان دادند که تفاوت‌های فردی در صفات شخصیت در معماری عملکردی ذاتی مغز بازتاب می‌یابد (Adelstein et al., 2011; Simon et al., 2020). افزون بر این، برون‌گرایی با پویایی‌های شبکه پیش‌فرض مرتبط گزارش شد (Lei et al., 2013; Tian et al., 2018).

این مجموعه یافته‌ها نشان داد که هیچ صفت شخصیتی به یک ناحیه واحد محدود نیست؛ بلکه صفات به‌صورت الگوهای اتصال توزیع‌شده ظاهر می‌شوند. بنابراین، پلاستیسته نیز باید در سطح تعامل شبکه‌ها تحلیل شود، نه در سطح فعال‌سازی منفرد.

پویایی شبکه‌ها و وابستگی به بافت

چهارمین خوشه یافته‌ها بر ماهیت پویا و وابسته به وضعیت همبسته‌های عصبی شخصیت تأکید داشت. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که ارتباط میان صفات شخصیت و فعالیت مغزی بسته به موقعیت شناختی یا هیجانی تغییر می‌کند (Hardikar et al., 2024). این نتیجه نشان می‌دهد که صفات پایدار ممکن است از طریق پیکربندی‌های متغیر شبکه‌ای بروز یابند.

پژوهش‌های اتصال پویا نشان دادند که شبکه‌های مغزی در طول انجام تکالیف بازپیکربندی می‌شوند و این بازپیکربندی با عملکرد اجرایی مرتبط است (Braun et al., 2015). چارچوب «اتصال وابسته به بافت» نیز نشان می‌دهد که الگوهای ارتباطی مغز به شرایط شناختی حساس هستند (Ciric et al., 2017).

تعامل میان شبکه پیش‌فرض و شبکه توجه پشتی نیز در طول زمان و با تغییر حالت شناختی نوسان می‌کند (Dixon et al., 2017). چنین شواهدی از این فرض حمایت می‌کنند که پلاستیسته نه یک حالت ثابت مغزی، بلکه ظرفیت انعطاف‌پذیری شبکه‌ای است.

از منظر نظری، این نتایج با رویکرد سایبرنتیک شخصیت همخوان است؛ زیرا رفتار حاصل تعامل سیستم فرد با الزامات محیطی محسوب می‌شود (Safron & DeYoung, 2021). بنابراین ناهمگونی یافته‌های تصویربرداری نه ضعف پژوهش، بلکه بازتاب ماهیت زمینه‌مند شخصیت است.

یکپارچه‌سازی فراصفت پلاستیسته در سطح شبکه‌ای

پنجمین و مهم‌ترین سطح یافته‌ها به ادغام شواهد در چارچوب فراصفت پلاستیسته اختصاص داشت. تحلیل یکپارچه نشان داد که پلاستیسته را می‌توان حاصل همگرایی سه سامانه کلان دانست: شبکه پیش‌فرض، شبکه فرونتوپریتال و شبکه برجستگی.

برون‌گرایی از طریق سامانه‌های پاداش و انگیزش مسیر اکتشاف رفتاری را فراهم می‌کند، در حالی که گشودگی به تجربه از طریق شبکه‌های شناختی و خلاقیت مسیر اکتشاف شناختی را شکل می‌دهد. تعامل این دو مسیر در سطح شبکه‌ای همان چیزی است که نظریه سایبرنتیک به‌عنوان سازوکار اکتشاف توصیف می‌کند (DeYoung, 2015).

مطالعات پیش‌بینی شخصیت از اتصال کل مغز نشان داده‌اند که ویژگی‌های شخصیتی در تعامل میان چندین شبکه توزیع شده‌اند (Cai & et al., 2020). همچنین شواهد نشان می‌دهد که شخصیت در طول عمر تغییر می‌کند اما سازمان بنیادی آن پایدار باقی می‌ماند (Bleidorn, 2024; Bleidorn et al., 2022).

در سطح مفهومی، پلاستیسته را می‌توان به‌صورت ظرفیت مغز برای جابه‌جایی میان پردازش درون‌سو، کنترل هدف‌محور و برجسته‌سازی محرک‌های مهم تعریف کرد؛ فرایندی که پایه زیستی انعطاف رفتاری و شناختی انسان را تشکیل می‌دهد (Sacchi, 2025).

در نهایت، یافته‌ها نشان دادند که نبود یک امضای عصبی واحد برای پلاستیسته با ماهیت چندسطحی شخصیت سازگار است. مطالعات بزرگ‌نمونه تأکید کرده‌اند که کشف روابط پایدار مغز و رفتار نیازمند تجمیع اثرهای کوچک در مقیاس وسیع است (Marek et al., 2022). بنابراین پلاستیسته نه یک ساختار ایستا، بلکه الگوی پویا و چندشبکه‌ای سازمان مغز است که امکان اکتشاف، یادگیری و سازگاری انسان با محیط را فراهم می‌سازد.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این مرور-تحلیلی نشان داد که فراصفت پلاستیسته را نمی‌توان به یک «امضای عصبی» واحد و ثابت فروکاست، بلکه باید آن را به‌مثابه یک ظرفیت تنظیمی چندسطحی فهم کرد که از هم‌گرایی و تعامل پویا میان سامانه‌های انگیزشی و شناختی و نیز شبکه‌های بزرگ‌مقیاس مغز پدید می‌آید. این نتیجه با صورت‌بندی نظریه سایبرنتیک پنج‌عاملی همسو است که در آن صفات، پارامترهای یک سامانه خودتنظیم‌گر هستند و رفتار به‌منزله کاهش شکاف میان وضعیت موجود و اهداف درونی، در تعامل با اقتضائات محیطی شکل می‌گیرد (DeYoung, 2015). بر این مبنا، پلاستیسته به‌عنوان گرایش کلان به اکتشاف، هم شامل اکتشاف رفتاری-انگیزشی (برون‌گرایی) و هم اکتشاف شناختی-ادراکی (گشودگی/فکروریزی) است و بنابراین انتظار می‌رود همبسته‌های عصبی آن نیز توزیع‌شده، چندمسیره و وابسته به وضعیت باشند (DeYoung et al., 2002; Digman, 1997).

در سطح نتایج مربوط به برون‌گرایی، مرور شواهد نشان داد که «مدار پاداش/ارزش‌گذاری» یک نامزد نظری مهم برای تبیین وجه انگیزشی پلاستیسته است، اما رابطه آن با تفاوت‌های فردی برون‌گرایی یکنواخت و پر قدرت نیست. از یک سو، فراتحلیل‌های پردازش پاداش نشان می‌دهند که انتظار و دریافت پاداش به‌طور قابل اتکا با فعال‌سازی استریاتوم شکمی و نواحی قشری ارزش‌گذاری همراه است (Bartra et al., 2013; Jauhar et al., 2021). از سوی دیگر، شواهد فرایندی دقیق‌تر نشان می‌دهد که استریاتوم شکمی مؤلفه‌های زمانی متمایزی مانند انتظار اطلاعات، انتظار پاداش و دریافت پاداش را از هم جدا می‌کند؛ یعنی «پاداش» در سطح عصبی یک رویداد واحد نیست و به اجزای چندگانه تفکیک می‌شود (Filimon et al., 2020). بنابراین، وقتی برون‌گرایی به‌عنوان حساسیت به پاداش مفهوم‌سازی می‌شود، تفاوت در این است که کدام مؤلفه از پاداش هدف تحلیل

اتکا پیش‌بینی می‌شود (Dubois et al., 2018). افزون بر این، فراتحلیل‌ها و مدل‌های نظری جدید در حوزه گشودگی-روان‌پریشی‌گرایی نیز بر نقش شبکه پیش‌فرض و شبکه کنترلی فرونتوپرییتال تأکید کرده‌اند و آن را بستری برای پردازش‌های خودارجاعی، شبیه‌سازی ذهنی و کنترل شناختی معرفی می‌کنند (Blain et al., 2020a, 2020b). از نظر روان‌شناختی نیز تمایز میان «گشودگی» و «فکروزی» نشان می‌دهد که بخشی از این صفت با اکتشاف ادراکی-زیباشناختی و بخشی دیگر با درگیری شناختی و استدلال انتزاعی مرتبط است؛ تمایزی که می‌تواند به تفاوت در مشارکت شبکه‌های مغزی بینجامد (Kaufman et al., 2016; Schwaba & Thalmayer, 2025).

قرار دادن نتایج گشودگی در کنار ادبیات خلاقیت، تصویر شبکه‌ای را تقویت می‌کند. پژوهش‌های خلاقیت نشان داده‌اند که تولید ایده‌های خلاقانه نه نتیجه فعالیت یک شبکه منفرد، بلکه نتیجه «کوپلینگ» یا هم‌نوسانی شبکه پیش‌فرض و شبکه‌های اجرایی/کنترلی است (Beaty et al., 2015; Beaty et al., 2016). این دقیقاً همان الگویی است که در تبیین گشودگی و مسیر اکتشاف شناختی پلاستیسته انتظار می‌رود. از سوی دیگر، شواهد ساختاری و کارکردی در تبیین زیست‌عصب‌شناختی صفات نشان می‌دهد که برخی تفاوت‌های فردی در گشودگی/فکروزی می‌تواند با تفاوت در نواحی پیشانی و آهیانه مرتبط باشد، اما همچنان تبیین اصلی در سطح شبکه‌ای حاصل می‌شود (DeYoung et al., 2021; DeYoung et al., 2010).

مهم‌ترین نتیجه تلفیقی مقاله این بود که پلاستیسته را می‌توان به صورت تعامل پویا میان سه سامانه بزرگ‌مقیاس صورت‌بندی کرد: شبکه حالت پیش‌فرض، شبکه کنترل فرونتوپرییتال و شبکه برجستگی؛ بدون آنکه ادعا شود پلاستیسته به یک «امضای شبکه‌ای ثابت» قابل تقلیل است. شواهد نظری و تجربی درباره شبکه پیش‌فرض نشان می‌دهد که این شبکه بستری برای تفکر درون‌سو، خودارجاعی و شبیه‌سازی ذهنی فراهم می‌کند و از نظر عملکردی

قرار گرفته است؛ تمایزی که می‌تواند بخش مهمی از ناهمگونی یافته‌ها را توضیح دهد. افزون بر این، چارچوب‌های دوپامینرژیک که «اکتشاف» را به عنوان کارکرد مرکزی دوپامین مطرح می‌کنند، نشان می‌دهند که سهم دوپامین در برون‌گرایی احتمالاً بیش از آنکه به «لذت» مربوط باشد، به برجستگی انگیزشی و جهت‌دهی رفتاری به سوی فرصت‌های جدید مربوط است (Berridge, 2007; DeYoung, 2013; DeYoung et al., 2013).

با این حال، یافته‌های مبتنی بر نمونه‌های بزرگ نشان دادند که در شرایطی مانند دریافت پاداش پولی، رابطه برون‌گرایی با پاسخ عصبی ممکن است بسیار کوچک یا وابسته به طراحی تکلیف باشد (Hyatt et al., 2020). همچنین فراتحلیل‌های مختصات‌محور نشان دادند که برون‌گرایی در بافت عاطفه مثبت با فعال‌سازی‌های ناحیه‌ای متنوعی همراه است و نمی‌توان آن را به یک مرکز ثابت تقلیل داد (Tian et al., 2025). این دو دسته نتیجه، در کنار هم، از یک تبیین «شبکه‌ای-بافتی» حمایت می‌کنند: برون‌گرایی احتمالاً نه یک اثر ناحیه‌ای بزرگ، بلکه یک الگوی تنظیمی ظریف است که بسته به مرحله پردازش (انتظار/دریافت)، نوع پاداش (پولی/اجتماعی/عاطفه مثبت) و سطح تحلیل (فعال‌سازی ناحیه‌ای/اتصال شبکه‌ای) تغییر می‌کند. چنین تفسیری با مطالعاتی همسو است که نشان داده‌اند برون‌گرایی در حالت استراحت در دینامیک شبکه پیش‌فرض بازنمایی می‌شود یا با تفاوت‌های شبکه‌ای در رویکردهای داده‌محور همراه است (Lei et al., 2013; Tian et al., 2018).

در سطح نتایج مربوط به گشودگی/فکروزی، یافته‌ها سازگارتر از برون‌گرایی بود و نشان داد که این صفت با معماری اتصال کل مغز و به‌ویژه تعامل شبکه‌های پیش‌فرض و کنترل فرونتوپرییتال پیوند نزدیکی دارد. این نتیجه با مطالعاتی همخوان است که نشان می‌دهند گشودگی یکی از محدود صفات شخصیتی است که از الگوهای اتصال حالت استراحت به صورت قابل

متفاوت یا حالت‌های شناختی مختلف روابط متفاوتی نشان دهند (Hardikar et al., 2024). این نتیجه با رویکرد اتصال پویا و بازیگر بندی شبکه‌ها در طول شناخت اجرایی همسو است (Braun et al., 2015) و در چارچوب «اتصال بافتی» که شبکه‌ها را حساس به زمینه می‌داند قابل توضیح است (Ciric et al., 2017). همچنین مطالعات تعامل شبکه پیش فرض و شبکه توجه پشتی نشان داده‌اند که رابطه شبکه‌ها در طول زمان و با تغییر حالت شناختی تغییر می‌کند و بنابراین انتظار یک الگوی ثابت در همه وضعیت‌ها واقع‌بینانه نیست (Dixon et al., 2017). مجموع این شواهد نشان می‌دهد پلاستیسیته به‌عنوان فراصفت اکتشاف باید در قالب ظرفیت بازیگر بندی شبکه‌ای و تنظیم گذارهای درون‌سو/برون‌سو مفهوم‌سازی شود، نه صرفاً در قالب سطح فعالیت یک ناحیه خاص.

در تراز مفهومی، مقاله حاضر نشان داد که یکپارچه‌سازی شخصیت در سطح فراصفت‌ها نه تنها از نظر ساختاری قابل دفاع است، بلکه از نظر تحولی نیز معنادار است. شواهد طولی نشان می‌دهد شخصیت در طول عمر هم ثابت رتبه‌ای و هم تغییرات نظام‌مند را تجربه می‌کند (Bleidorn et al., 2022) و نظریه‌های جدید رشد صفات تلاش کرده‌اند این پویایی را توضیح دهند (Bleidorn, 2024). بنابراین، تمرکز بر پلاستیسیته می‌تواند به فهم سطحی از سازمان شخصیت کمک کند که هم از صفات خرد پایدارتر است و هم از نظر کارکردی با سازگاری، یادگیری و انعطاف‌پذیری مرتبط‌تر است. افزون بر این، پژوهش‌هایی که رابطه میان صفات پنج‌گانه را تحلیل می‌کنند نشان داده‌اند که همبستگی‌های بین صفات و ساختار مرتبه‌بالای آن‌ها می‌تواند پیامدهای تبیینی مهمی داشته باشد (Sacchi, 2025).

در نهایت، یافته‌های این مقاله نشان داد که پیش‌بینی شخصیت از اتصال عملکردی کل مغز امکان‌پذیر است، اما این پیش‌بینی بیشتر به الگوهای توزیع شده متکی است تا گره‌های منفرد (Cai & et al., 2020). این نتیجه با

با اکتشاف شناختی همسو است (Andrews-Hanna et al., 2010; Buckner et al., 2008; Menon, 2023). در مقابل، شبکه کنترل فرونتوپریتال به‌عنوان سامانه انعطاف‌پذیر کنترل هدف‌محور معرفی شده است که می‌تواند منابع شناختی را متناسب با اهداف جاری بسیج کند (Cole & Schneider, 2007; Dosenbach et al., 2008). شبکه برجستگی نیز در مدل سه‌گانه به‌عنوان مکانیزم تشخیص محرک‌های مهم و تسهیل سوئیچ میان پردازش درون‌سو و کنترل اجرایی معرفی می‌شود (Menon, 2011). ترکیب این سه شبکه، از نظر نظری، بستری مناسب برای توضیح این است که چگونه پلاستیسیته هم می‌تواند «اکتشاف» را در سطح انگیزشی فعال کند (از مسیر برون‌گرایی/پاداش) و هم آن را در سطح شناختی سامان دهد (از مسیر گشودگی/کوپلینگ شبکه‌ای).

هم‌زمان، نتایج این مقاله از یک گزاره روش‌شناختی مهم حمایت می‌کند: بخش قابل توجهی از ناهمگونی ادبیات علوم اعصاب شخصیت ناشی از ماهیت کوچک و زمینه‌مند اثرها و همچنین حساسیت شدید نتایج به تصمیم‌های تحلیلی است. نشان داده شده است که تحلیل‌های متفاوت روی یک داده یکسان می‌تواند به خروجی‌های متفاوت بیانجامد (Botvinik-Nezer et al., 2020). همچنین پژوهش‌های انجمنی گسترده تأکید کرده‌اند که برای دستیابی به ارتباط‌های بازتولیدپذیر میان مغز و رفتار، اغلب به هزاران شرکت‌کننده نیاز است؛ زیرا اندازه اثرها کوچک‌اند و نویز تحلیلی و اندازه‌گیری بالاست (Marek et al., 2022). این دو خط شواهد به ما کمک می‌کند یافته‌های متناقض ظاهری در برون‌گرایی یا ارتباط‌های پراکنده شبکه‌ای را نه به‌عنوان شکست نظری، بلکه به‌عنوان ویژگی طبیعی پژوهش‌های تفاوت‌های فردی در تصویربرداری مغزی تفسیر کنیم.

از سوی دیگر، داده‌های جدید نشان می‌دهد که صفات شخصیت در ارتباط با فعالیت مغز «وابسته به وضعیت» هستند؛ یعنی ممکن است در تکلیف‌های

شواهدی همسو است که نشان می‌دهند معماری ذاتی مغز بازتابی از تفاوت‌های فردی در شخصیت است (Adelstein et al., 2011; Simon et al., 2020). به‌طور کلی، ادبیات علوم اعصاب شخصیت نشان می‌دهد که «سازوکار» در این حوزه بیشتر باید به معنای الگوی تعامل شبکه‌ها و قوانین بازپیکربندی آن‌ها فهم شود، نه به معنای یک مرکز عصبی واحد. از این منظر، پلاستیسیته را می‌توان ظرفیت مغز برای اکتشاف و گسترش رفتار و شناخت تعریف کرد که با تعامل مدارهای ارزش‌گذاری، شبکه‌های کنترل شناختی و سامانه‌های برجسته‌سازی/سوئیچ شبکه‌ای پشتیبانی می‌شود (DeYoung et al., 2021; Safron & DeYoung, 2021).

این پژوهش به‌عنوان یک مرور تحلیلی، وابسته به کیفیت و دامنه مطالعات موجود است و بنابراین با محدودیت‌های ذاتی ادبیات مواجه بود. نخست، ناهمگونی ابزارهای سنجش شخصیت، تفاوت در سطح سنجش (صفت کلی در برابر جنبه‌ها/خرده‌مقیاس‌ها) و تفاوت در پارادایم‌های تکلیف‌محور موجب می‌شود مقایسه مستقیم یافته‌ها همواره ممکن نباشد. دوم، بسیاری از مطالعات تصویربرداری مغزی در حوزه تفاوت‌های فردی با اندازه اثرهای کوچک سروکار دارند و برخی نتایج ممکن است در نمونه‌های کوچک پایدار نباشد. سوم، تمرکز بخش عمده ادبیات بر داده‌های fMRI و حالت استراحت می‌تواند سبب شود سایر شواهد چندوجهی مانند EEG، MEG یا داده‌های بین‌رشته‌ای کمتر در جمع‌بندی وارد شوند.

پژوهش‌های آینده بهتر است طراحی‌های چندحالتی را به‌کار گیرند تا بتوانند تمایز میان مؤلفه‌های پایدار و وابسته به وضعیت صفات را به‌طور مستقیم آزمون کنند. همچنین توصیه می‌شود سنجش شخصیت به‌صورت سلسله‌مراتبی انجام شود و در کنار نمره‌های کلی، جنبه‌ها و خرده‌مقیاس‌ها نیز تحلیل شوند تا مشخص گردد کدام سطح از شخصیت بیشترین همبستگی را با الگوهای شبکه‌ای نشان می‌دهد. استفاده از نمونه‌های بسیار بزرگ و

همسان‌سازی تصمیم‌های تحلیلی (پیش‌پردازش، کنترل حرکت، انتخاب اطلس و شاخص‌های اتصال ایستا/پویا) برای افزایش بازتولیدپذیری ضروری است. علاوه بر این، به‌کارگیری مدل‌های شبکه‌ای پویا و روش‌های یادگیری ماشین همراه با اعتبارسنجی سخت‌گیرانه می‌تواند به استخراج الگوهای ظریف اما پایدار مرتبط با پلاستیسیته کمک کند.

یافته‌های این مطالعه می‌تواند برای طراحی مداخلات آموزشی و بالینی با هدف تقویت اکتشاف شناختی و انگیزشی مفید باشد، به‌ویژه اگر پلاستیسیته به‌عنوان ظرفیت انعطاف‌پذیری شبکه‌ای در نظر گرفته شود. در حوزه آموزش، می‌توان بر راهبردهایی تمرکز کرد که تعامل میان خودبازتابی، کنترل شناختی و برجسته‌سازی اهداف را تقویت می‌کنند تا یادگیری و خلاقیت ارتقا یابد. در حوزه سازمانی و توسعه فردی، نتایج می‌تواند به طراحی برنامه‌های توانمندسازی کمک کند که هم انگیزش برای تجربه‌های جدید و هم ظرفیت پردازش شناختی پیچیدگی را افزایش می‌دهند. در نهایت، در حوزه سیاست‌گذاری سلامت روان، این چارچوب می‌تواند به ارزیابی دقیق‌تر تفاوت‌های فردی و طراحی مداخلات شخصی‌سازی‌شده مبتنی بر ویژگی‌های اکتشافی افراد منجر شود.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منفعی وجود ندارد.

حمایت مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که در طی مراحل این پژوهش یاری رساندند تشکر و

قدردانی می‌گردد.

References

- control networks. *Schizophrenia Bulletin*, 46(3), 540-551. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbz103>
- Bleidorn, W. (2024). Toward a theory of lifespan personality trait development. *Annual Review of Developmental Psychology*, 6, 455-478. <https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-010923-101709>
- Bleidorn, W., Schwaba, T., Zheng, A., Hopwood, C. J., Sosa, S. S., Roberts, B. W., & Briley, D. A. (2022). Personality stability and change: A meta-analysis of longitudinal studies. *Psychological bulletin*, 148(7-8), 588-619. <https://doi.org/10.1037/bul0000365>
- Botvinik-Nezer, R., Holzmeister, F., Camerer, C. F., Dreber, A., Huber, J., Johannesson, M., & Schönbrodt, F. D. (2020). Variability in the analysis of a single neuroimaging dataset by many teams. *Nature*, 582(7810), 84-88. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2314-9>
- Braun, U., Schäfer, A., Walter, H., Erk, S., Romanczuk-Seiferth, N., Haddad, L., & Bassett, D. S. (2015). Dynamic reconfiguration of frontal brain networks during executive cognition in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(37), 11678-11683. <https://doi.org/10.1073/pnas.1422487112>
- Buckner, R. L., Andrews-Hanna, J. R., & Schacter, D. L. (2008). The brain's default network: Anatomy, function, and relevance to disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124, 1-38. <https://doi.org/10.1196/annals.1440.011>
- Cai, H., & et al. (2020). Robust prediction of individual personality from brain functional connectome. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 15(3), 359-369. <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa044>
- Ciric, R., Rosen, A. F. G., Erus, G., Cieslak, M., Adebimpe, A., Cook, P. A., & Satterthwaite, T. D. (2017). Contextual connectivity: A framework for understanding the intrinsic dynamic architecture of large-scale functional brain networks. *Scientific reports*, 7, 6537. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-06866-w>
- Cole, M. W., & Schneider, W. (2007). The cognitive control network: Integrated cortical regions with dissociable functions. *NeuroImage*, 37(1), 343-360. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.03.071>
- Denissen, J. J. A., Geenen, R., van Aken, M. A. G., Gosling, S. D., & Potter, J. (2020). The Big Five Inventory-2: Replication of psychometric properties in a Dutch adaptation and first evidence for the discriminant predictive validity of the facet scales. *Journal of Personality Assessment*, 102(3), 309-324. <https://doi.org/10.1080/00223891.2018.1539004>
- DeYoung, C. G. (2013). The neuromodulator of exploration: A unifying theory of dopamine function. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 762. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00762>
- DeYoung, C. G. (2015). Cybernetic Big Five Theory. *Journal of research in personality*, 56, 33-58. <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2014.07.004>
- DeYoung, C. G., Grazioplene, R. G., & Allen, T. A. (2021). The neurobiology of personality. In O. P. John & R. W. Robins (Eds.), *Handbook of personality: Theory and research*. Guilford Press. <https://psycnet.apa.org/record/2021-06060-008>
- DeYoung, C. G., Hirsh, J. B., Shane, M. S., Papademetris, X., Rajeevan, N., & Gray, J. R. (2010). Testing predictions from personality neuroscience: Brain structure and the Big Five. *Schizophrenia Bulletin*, 46(3), 540-551. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbz103>
- Adelstein, J. S., Shehzad, Z., Mennes, M., DeYoung, C. G., Zuo, X. N., Kelly, C., Margulies, D. S., Bloomfield, A., Gray, J. R., Castellanos, F. X., & Milham, M. P. (2011). Personality is reflected in the brain's intrinsic functional architecture. *PLoS One*, 6(11), e27633. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027633>
- Allen, T. A., & DeYoung, C. G. (2017). Personality neuroscience and the five-factor model. In T. A. Widiger (Ed.), *The Oxford Handbook of the Five Factor Model*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199352487.013.26>
- Andrews-Hanna, J. R., Reidler, J. S., Sepulcre, J., Poulin, R., & Buckner, R. L. (2010). Functional-anatomic fractionation of the brain's default network. *Neuron*, 65(4), 550-562. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2010.02.005>
- Barbey, A. K., Colom, R., & Grafman, J. (2013). Distributed neural system for emotional intelligence revealed by lesion mapping. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(3), 265-272. <https://doi.org/10.1093/scan/nss124>
- Bartra, O., McGuire, J. T., & Kable, J. W. (2013). The valuation system: A coordinate-based meta-analysis of BOLD fMRI experiments examining neural correlates of subjective value. *NeuroImage*, 76, 412-427. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.02.063>
- Beaty, R. E., Benedek, M., Kaufman, S. B., & Silvia, P. J. (2015). Default and executive network coupling supports creative idea production. *Scientific reports*, 5, 10964. <https://doi.org/10.1038/srep10964>
- Beaty, R. E., Benedek, M., Silvia, P. J., & Schacter, D. L. (2016). Creative cognition and brain network dynamics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(37), 10838-10843. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26553223/>
- Berridge, K. C. (2007). The debate over dopamine's role in reward: The case for incentive salience. *Psychopharmacology*, 191(3), 391-431. <https://doi.org/10.1007/s00213-006-0578-x>
- Blain, S. D., Grazioplene, R. G., & DeYoung, C. G. (2020a). The neurobiology of the openness-psychoticism dimension: A meta-analysis of functional neuroimaging studies. *Schizophrenia Bulletin*, 46(4), 863-873. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbaa017>
- Blain, S. D., Grazioplene, R. G., & DeYoung, C. G. (2020b). Toward a neural model of the openness-psychoticism dimension: Functional connectivity in the default and frontoparietal

- neurobiology, 22(6), 1027-1038. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2012.06.001>
- Marek, S., Tervo-Clemmens, B., Calabro, F. J., Montez, D. F., Kay, B. P., Hatoum, A. S., & Dosenbach, N. U. F. (2022). Reproducible brain-wide association studies require thousands of individuals. *Nature*, 603(7902), 654-660. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04492-9>
- McCrae, R. R., & Costa, P. T. (2008). The five-factor theory of personality. In O. P. John, R. W. Robins, L. A. Pervin, & rd (Eds.), *Handbook of personality: Theory and research* (pp. 159-181). Guilford Press. <https://psycnet.apa.org/record/2008-11667-005>
- Menon, V. (2011). Large-scale brain networks and psychopathology: A unifying triple network model. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(10), 483-506. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.08.003>
- Menon, V. (2023). 20 years of the default mode network: A review and synthesis. *Neuron*, 111(16), 2469-2487. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2023.04.023>
- Sacchi, L. (2025). Understanding the Relationship Between the Big Five. *Frontiers in psychology*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41488914/>
- Safron, A., & DeYoung, C. G. (2021). Integrating Cybernetic Big Five Theory with the Free Energy Principle: A new strategy for modeling personalities as complex systems. In *Measuring and modeling persons and situations* (pp. 617-649). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819200-9.00010-7>
- Schwaba, T., & Thalmayer, A. G. (2025). Openness/Intellect: A unique trait requires unique considerations. *Annual review of psychology*. <https://doi.org/10.1177/10888683251377227>
- Simon, S. S., Varangis, E., & Stern, Y. (2020). Associations between personality and whole-brain functional connectivity at rest: Evidence across the adult lifespan. *Brain and Behavior*, 10(2), e01515. <https://doi.org/10.1002/brb3.1515>
- Soto, C. J., & John, O. P. (2017). The next Big Five Inventory (BFI-2). *Journal of personality and social psychology*, 113(1), 117-143. <https://doi.org/10.1037/pspp0000096>
- Tian, F., Wang, J., Xu, C., Li, H., & Ma, X. (2018). Focusing on the differences of resting-state brain networks, using a data-driven approach to explore the functional neuroimaging characteristics of extraversion trait. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 109. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00380>
- Tian, Q., Li, Q., Lai, H., Shekara, A., Li, J., & Wang, S. (2025). Extraversion and the Brain: A Coordinate-Based Meta-Analysis of Functional Brain Imaging Studies on Positive Affect. *Journal of Evidence-Based Medicine*, 18(1), e12675. <https://doi.org/10.1111/jebm.12675>
- Yeo, B. T. T., Krienen, F. M., Sepulcre, J., Sabuncu, M. R., Lashkari, D., Hollinshead, M., & Buckner, R. L. (2011). The organization of the human cerebral cortex estimated by intrinsic functional connectivity. *Journal of Neurophysiology*, 106(3), 1125-1165. <https://doi.org/10.1152/jn.00338.2011>
- Psychological Science, 21(6), 820-828. <https://doi.org/10.1177/0956797610370159>
- DeYoung, C. G., Peterson, J. B., & Higgins, D. M. (2002). Higher-order factors of the Big Five predict conformity. *Personality and individual differences*, 33(4), 533-552. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(01\)00171-4](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(01)00171-4)
- DeYoung, C. G., Quilty, L. C., & Peterson, J. B. (2013). Unifying the aspects of the Big Five, the interpersonal circumplex, and trait affiliation. *Journal of personality*, 81(5), 465-475. <https://doi.org/10.1111/jopy.12020>
- Digman, J. M. (1997). Higher-order factors of the Big Five. *Journal of personality and social psychology*, 73(6), 1246-1256. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.73.6.1246>
- Dixon, M. L., Andrews-Hanna, J. R., Spreng, R. N., Irving, Z. C., Mills, C., Girn, M., & Christoff, K. (2017). Interactions between the default network and dorsal attention network vary across default subsystems, time, and cognitive states. *NeuroImage*, 147, 632-649. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.12.073>
- Dosenbach, N. U. F., Fair, D. A., Cohen, A. L., Schlaggar, B. L., & Petersen, S. E. (2008). A dual-networks architecture of top-down control. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(3), 99-105. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.01.001>
- Dubois, J., Galdi, P., Han, Y., Paul, L. K., & Adolphs, R. (2018). Resting-state functional brain connectivity best predicts the personality dimension of openness to experience. *Personality neuroscience*, 1, e6. <https://doi.org/10.1017/pen.2018.8>
- Filimon, F., Nelson, J. D., Sejnowski, T. J., Sereno, M. I., & Cottrell, G. W. (2020). The ventral striatum dissociates information expectation, reward anticipation, and reward receipt. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(26), 15200-15208. <https://doi.org/10.1073/pnas.1911778117>
- Hardikar, S., McKeown, B., Turnbull, A., Xu, T., Valk, S. L., Bernhardt, B. C., & Smallwood, J. (2024). Personality traits vary in their association with brain activity across situations. *Communications Biology*, 7(1), 1498. <https://doi.org/10.1038/s42003-024-07061-0>
- Hyatt, C. S., Hallowell, E. S., Owens, M. M., Weiss, B. M., Sweet, L. H., & Miller, J. D. (2020). An fMRI investigation of the relations between Extraversion, internalizing psychopathology, and neural activation following reward receipt in the Human Connectome Project sample. *Personality neuroscience*, 3, e11. <https://doi.org/10.1017/pen.2020.11>
- Jauhar, S., Fortea, L., Solanes, A., Albajes-Eizaguirre, A., McKenna, P. J., & Radua, J. (2021). Brain activations associated with anticipation and delivery of monetary reward: A systematic review and meta-analysis of fMRI studies. *PLoS One*, 16(8), e0255292. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255292>
- Kaufman, S. B., Quilty, L. C., Grazioplene, R. G., Hirsh, J. B., Gray, J. R., Peterson, J. B., & DeYoung, C. G. (2016). Openness to experience and intellect differentially predict creative achievement in the arts and sciences. *Journal of personality*, 84(2), 248-258. <https://doi.org/10.1111/jopy.12156>
- Lei, X., Zhao, Z., & Chen, H. (2013). Extraversion is encoded by scale-free dynamics of default mode network. *NeuroImage*, 74, 52-57. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.02.020>
- Levy, D. J., & Glimcher, P. W. (2012). The root of all value: A neural common currency for choice. *Current opinion in*