پیکره
دوره ۱۴، شماره۴۲، زمستان۱۴۰۴ صفحه ۲۹ تا۴۴

مقاله پژوهشی

کاهش تثبیت طراحی در ایده‌پردازی توسط هوش مصنوعی با مداخلهٔ روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی

یزدان پرگشایی[۱]؛ ابراهیم باقری طالقانی[۲]؛ خشایار حجتی امامی[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد طراحی صنعتی، دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر ایران، تهران، ایران.
۲. نویسنده مسئول، استادیار گروه طراحی صنعتی، دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر ایران، تهران، ایران.
Email: e.bagheri@art.ac.ir
۳. استادیار گروه طراحی صنعتی، دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر ایران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳،۸،۲۳ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴،۷،۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴،۸،۶

چکیده

مقدمه: هوش مصنوعی به‌عنوان ابزاری نوین در حوزهٔ «هوش جمعی انسان- رایانه» مطرح‌شده است و می‌تواند خلاقیت را در فرآیند طراحی ارتقا دهد. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که استفاده از هوش مصنوعی به تولید سریع ایده‌های ارزشمند و بهبود روند ایده‌پردازی، تفکر واگرا و خلاق منجر می‌شود. با این حال، علی‌رغم دسترسی هوش مصنوعی به طیف گسترده‌ای از داده‌ها، مسئلهٔ تثبیت طراحی و محدودیت در تنوع ایده‌ها و نتایج نهایی همچنان چالش اساسی است که مفهوم واگرایی در ایده‌پردازی را با دشواری رو به رو می‌سازد. هدف این پژوهش، بررسی تأثیر روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی بر کاهش تثبیت طراحی در فرآیند ایده‌پردازی مبتنی بر هوش مصنوعی است.

روش پژوهش: رویکرد این پژوهش ترکیبی (کیفی-کمی) و از منظر هدف، بنیادی است. اطلاعات مورد نیاز در بخش پیشینه و مبانی نظری، به شیوه کتابخانه‌ای (اسنادی) گردآوری شده‌اند. از نظر روش اجرای پژوهش، یک آزمون تجربی است که در سه مرحله و در فرایند ایده‌پردازی توسط هوش مصنوعی انجام گرفت. داده‌ها از طریق اجرای آزمایش جمع آوری شده و ارزیابی نتایج توسط گروه تمرکز متشکل از متخصصان طراحی صنعتی انجام شده است. نتایج حاصل از ایده‌پردازی مستقیم توسط هوش مصنوعی با نتایج به‌کارگیری روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی در فرآیندی مشابه، مقایسه و تحلیل شده‌اند.

یافته‌ها: مقایسهٔ نتایج بر اساس شاخص‌هایی چون تعداد ایده‌ها، میزان تازگی و درصد تثبیت نشان داد که اگرچه در هر دو حالت نشانه‌هایی از تثبیت طراحی مشاهده می‌شود، اما در ایده‌های تولید شده با استفاده از روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی، میزان تثبیت طراحی کاهش می‌یابد. این روش موجب افزایش ایده‌های منحصربه‌فرد می‌شود که نشان‌دهندهٔ بهبود امتیاز تازگی است. همچنین، با تفکیک عملکردهای مورد انتظار، هوش مصنوعی، اغلب مؤلفه‌های ارائه شده در درخواست کاربر را مبنا قرار داده و ایده‌های کامل‌تری ارائه می‌کند.

نتیجه‌گیری: به‌کارگیری روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی در فرآیند ایده‌پردازی مبتنی بر هوش مصنوعی، افزون بر تقویت تفکر واگرا و خلاقیت، راهکاری مؤثر برای کاهش تثبیت طراحی و ارتقای تازگی و نوآوری ایده‌ها است.

کلیدواژه

فرآیند طراحی، ایده‌پردازی، تثبیت طراحی، هوش مصنوعی مولد، روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی

ارجاع به این مقاله: پرگشایی، یزدان، باقری طالقانی، ابراهیم و حجتی امامی، خشایار. (۱۴۰۴). کاهش تثبیت طراحی در ایده‌پردازی توسط هوش مصنوعی با مداخلهٔ روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی. پیکره، ۱۴(۴۲)، ۲۹-۴۴.
DOI: https://doi.org/10.22055/pyk.2025.20366

©2025 by the Authours.This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license)
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0

مقدمه و بیان مسئله

بی‌تردید خلاقیت یکی از توانایی‌های اساسی طراحان در طراحی محصولات جدید است. طراحان با بهره‌گیری از خلاقیت، می‌توانند ایده‌ها را ارتقا دهند و راه‌حل‌های نوآورانه‌ای برای مواجهه با چالش‌ها بیابند. از منظر روانشناسی شناختی، خلاقیت به‌عنوان یک فرآیند درونی و شناختی در نظر گرفته می‌شود که شامل فعالیت‌های ذهنی، شناختی، عاطفی و رفتاری است. این فرآیندها عمدتاً از بخش ناخودآگاه ذهن سرچشمه می‌گیرند و تا حدودی خارج از حیطهٔ خودآگاه قرار دارند. از این‌رو، فرآیندهای شناختی ذهن تأثیر قابل توجهی بر خلاقیت طراحان دارند. پژوهشگران همواره در تلاش بوده‌اند تا عوامل شناختی مؤثر بر خلاقیت را شناسایی کنند. یکی از این عوامل، پدیده تثبیت طراحی[۱] است. هنگامی‌که افراد با نمونه‌های موجود و راه‌حل‌های پیشین مواجه می‌شوند، به‌صورت ناخودآگاه تمایل دارند طرح‌های جدید را مشابه نمونه‌های پیشین یا موجود ارائه دهند. در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های چشمگیر در حوزهٔ هوش مصنوعی مولد[۲]، این فناوری را به ابزاری جدید برای ارتقای خلاقیت انسانی تبدیل کرده است. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که استفاده از هوش جمعی انسان- رایانه در گروه‌های طراحی می‌تواند به تولید سریع ایده‌های مفهومی کمک کند و روند ایده‌پردازی و تفکر خلاق را بهبود بخشد. از این‌رو، اخیراً بررسی تأثیر سامانه‌های هوش مصنوعی مولد بر کاهش تثبیت و تحریک ایده‌پردازی در فرآیند طراحی، به‌طور فزاینده‌ای مورد توجه قرارگرفته است. با این حال، مطالعات حاکی از آن است که استفادهٔ مستقیم و مستقل از هوش مصنوعی در تولید ایده‌های جدید، به‌ویژه زمانی که ورودی‌ها بر اساس کلمات کلیدی موجود در دستورالعمل طراحی[۳] یا ایده‌های اولیهٔ طراح انتخاب می‌شود، می‌تواند منجر به بازتولید الگوهای مشابه و در نتیجه افزایش تثبیت طراحی شود. از این‌رو، یکی از چالش‌های مهم و حل نشده در طراحی با کمک هوش مصنوعی، چگونگی کاهش تثبیت و افزایش تازگی ایده‌ها در تعامل با این سامانه‌هاست. کارکرد هوش مصنوعی بر پایهٔ الگوها و الگوریتم‌های از پیش تعریف شدهٔ یادگیری ماشین[۴] است. این سامانه می‌تواند اطلاعات گستردهٔ به‌دست آمده از منابع مختلف را به‌سرعت در الگوهای یادگیری خود جایگزین کند و با برقراری ارتباط میان داده‌ها بر اساس الگوریتم‌های مشخص، نتایج جدیدی تولید کند. بنابراین، ساختار و شیوهٔ عملکرد آن با ذهن انسان تفاوت‌هایی دارد و در نتیجه کاربرد آن در فرآیند طراحی نیز متفاوت است. بر این اساس، این سؤال مطرح می‌شود که آیا در فرآیند ایده‌پردازی با استفاده از هوش مصنوعی می‌توان از طریق به‌کارگیری روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی[۵]، میزان تثبیت طراحی را کاهش داد؟ بنابراین هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی بر کاهش تثبیت طراحی در فرآیند ایده‌پردازی با بهره‌گیری از هوش مصنوعی مولد است. با رشد چشمگیر کاربرد هوش مصنوعی در طراحی محصول، ابزارهای مولد مانند میدجرنی[۶] به‌عنوان منابعی نوآورانه برای ایده‌پردازی مورد توجه قرار گرفته‌اند. با این حال، پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهند که یکی از چالش‌های اساسی در استفاده از این ابزارها، پدیدهٔ تثبیت طراحی است؛ پدیده‌ای که منجر به تکرار ایده‌های مشابه و کاهش واگرایی در فرآیند طراحی می‌شود. از سوی دیگر، اغلب مطالعات پیشین بر استفادهٔ مستقل از هوش مصنوعی برای کاهش تثبیت طراحی متمرکز بوده‌اند و کمتر به بررسی اثربخشی روش‌های نظام‌مند در تعامل با هوش مصنوعی پرداخته‌اند. در این میان، کمبود پژوهشی که به‌طور مشخص تأثیر روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی را در کاهش تثبیت طراحی در بستر هوش مصنوعی بررسی کند، مشهود است. به بیان دیگر، نوآوری پژوهش حاضر، بهره‌مندی از رویکردی ترکیبی در فرآیند طراحی با کمک هوش مصنوعی است که شامل تفکیک مسئله طراحی، تولید ایده‌های مجزا و سنتز نهایی آن‌ها، با هدف کاهش تثبیت طراحی و افزایش تازگی و خلاقیت ایده‌ها

می‌شود. این مطالعه تلاشی برای پر کردن شکاف موجود و ارائه الگویی برای بهره‌گیری هدفمندتر از قابلیت‌های هوش مصنوعی در طراحی محصول است.

روش پژوهش

رویکرد این پژوهش ترکیبی (کمی-کیفی) و از منظر هدف، بنیادی است. اطلاعات مورد نیاز در بخش پیشینه و مبانی نظری، به شیوه اسنادی و از منابع مرتبط با حوزه‌های تثبیت طراحی و هوش مصنوعی گردآوری شده‌اند. این پژوهش از نظر شیوهٔ اجرا، تجربی است که می‌کوشد در فرآیند ایده‌پردازی با استفاده از هوش مصنوعی مولد، تأثیر کاربرد جدول ریخت‌شناسی را بر تثبیت طراحی بررسی نماید و در سه مرحله با کمک یک گروه تمرکز[۷] انجام شده است. گروه تمرکز شامل پنج نفر از متخصصان طراحی صنعتی است که با دقت و بر اساس معیارهایی چون تسلط بر مباحث نظری پژوهش، روش‌شناسی طراحی، مهارت در به‌کارگیری جدول ریخت‌شناسی و آشنایی با شیوهٔ استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی انتخاب شدند. ابزار ایده‌پردازی توسط هوش مصنوعی، میدجرنی است و شاخص‌های ارزیابی میزان تثبیت طراحی در این پژوهش، تعداد ایده‌های تولید شده، مفاهیم تازگی و درصد تثبیت طراحی هستند که مقادیر کمّی آن‌ها در جداول مربوطه بررسی، تجزیه و تحلیل و ارائه شده است.

پیشینه پژوهش

پژوهش‌های اندکی به بررسی تأثیر روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی بر پدیدهٔ تثبیت طراحی پرداخته‌اند؛ با این حال، اغلب این مطالعات، مستقل از فناوری‌های هوش مصنوعی و ابزارهای مرتبط با آن انجام شده‌اند و نتایج آن‌ها قابل تعمیم به این حوزه نیست. در ادامه، به برخی پژوهش‌های مرتبط با هوش مصنوعی و تثبیت طراحی اشاره می‌شود. بسیاری از محققان، مداخلات مختلفی را برای غلبه بر تثبیت طراحی بررسی کرده‌اند (Alipour et al., 2018). برای مثال، ساخت پرتوتایپ در روند ایده‌پردازی (Kershaw et al., 2011; Viswanathan et al., 2014; Youmans, 2011)، تجزیهٔ محصولات به قطعات فرعی (McCaffrey, 2012, 15-16; Toh et al., 2014, 95-113)، طراحی به روش قیاسی (linsey et al., 2010; Moreno et al., 2016)، تأثیر کار گروهی بر تثبیت (Youmans, 2011a; 2011b) و استفاده از روش‌های اکتشافی طراحی مانند تریز و اسکمپر (Yilmaz et al., 2010) از این موارد هستند. در این میان، پژوهش‌های اندکی نیز دربارهٔ تأثیر استفاده از تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی بر کاهش تثبیت طراحی انجام شده است که به‌خوبی نشان می‌دهد این ابزار می‌تواند تا حد زیادی از تثبیت طراحی جلوگیری کند؛ زیرا با تجزیه کامل محصولات به اجزای سازنده و تحلیل نظام‌مند جایگزین‌ها برای هر یک از بخش‌های ساختاری، می‌توان بسیاری از راه‌حل‌های بالقوه را پیدا کرد (Toh et al., 2014, 16). تأثیر سامانه‌های هوش مصنوعی مولد بر کاهش تثبیت و تحریک ایده‌پردازی در فرآیند طراحی، به‌طور فزاینده‌ای مورد توجه قرارگرفته است (Cascini et al., 2022). «هوگن مولر و همکاران»[۸] در پژوهشی تحت عنوان "هوش مصنوعی خلاق برای اکتشافات طراحی تعامل انسان و ربات"، به بررسی استفاده از هوش مصنوعی مولد برای کاهش تثبیت طراحی در ایده‌پردازی مصنوعات رباتیک پرداختند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که تصاویر تولید شده توسط هوش مصنوعی مولد، نه‌تنها خلاقیت طراحان را در ارائه ایده‌های مفهومی و بصری افزایش می‌دهد، بلکه به افزایش خلاقیت مشترک و کاهش تثبیت طراحی نیز منجر می‌شود. «لی و چیو»[۹] در پژوهشی با عنوان «بررسی تأثیر هوش مصنوعی متن‌به‌تصویر بر سبک‌شناسی طراحی محصول»، تأثیر محرک‌های بصری تولید شده توسط هوش مصنوعی را با تأثیر محرک‌های

بصری جست و جو شده در پینترست[۱۰]، در فرآیند طراحی یک محصول مقایسه کردند. نتایج تحقیق حاکی از آن بود که اگرچه طراحان تحت تأثیر هر دو نوع محرک‌های بصری، دچار تثبیت طراحی شدند، اما میزان این تثبیت در مواجهه با محرک‌های بصری تولید شده توسط هوش مصنوعی، کمتر بود. به شیوه‌ای مشابه، «کای و همکاران»[۱۱] در پژوهشی با عنوان «به‌کارگیری هوش مصنوعی مولد و تنوع معنایی به‌منظور الهام در فرایند طراحی»، تأثیر تصاویر تولید شده توسط هوش مصنوعی را با تأثیر تصاویر جست و جو شده در پینترست، بر تثبیت طراحی مقایسه کردند. این پژوهش نشان داد که با وجود الهام‌بخش و لذت‌بخش بودن استفاده از هوش مصنوعی مولد برای طراحان و با اینکه این ابزار ایده‌های متنوع مفهومی و بصری در اختیار آنان قرار می‌دهد، اما صِرف استفاده مستقیم از این تصاویر و ایده‌ها برای غلبه بر تثبیت طراحی کافی نیست. از این‌رو، پژوهشگران پیشنهاد کردند که برای بهره‌گیری بهتر از هوش مصنوعی، استفاده از کلمات کلیدی متفاوت نسبت به کلمات موجود در خلاصه دستورالعمل طراحی، می‌تواند به نتایج منحصربه‌فردتری بینجامد. در یکی از جدیدترین پژوهش‌های انجام شده توسط «وادینامبیاراچچی و همکاران»[۱۲]، تحت عنوان «بررسی اثر هوش مصنوعی مولد بر پدیده تثبیت طراحی و میزان تفکر واگرا در فرآیند طراحی»، تأثیر هوش مصنوعی مولد بر تقویت خلاقیت و کاهش تثبیت طراحی بررسی شده است. آنان خاطرنشان کردند که استفاده مستقیم از کلمات کلیدی در خلاصه دستورالعمل طراحی و الهام از تصاویر تولید شده توسط هوش مصنوعی، نه‌تنها موجب کاهش تثبیت طراحی نمی‌شود، بلکه می‌تواند منجر به افزایش آن گردد. آن‌ها در ادامه پیشنهاد کردند که استفاده از روش‌ها و راهبردهای طراحی مشخص در کنار هوش مصنوعی مولد، ممکن است به کاهش تثبیت طراحی کمک کند. به‌عنوان مثال، داشتن یک الگوی از پیش تعیین شده برای جزئی‌تر کردن درخواست مورد نظر، می‌تواند میزان تثبیت طراحی را کاهش دهد. در مجموع، بررسی ادبیات پژوهش نشان‌دهندهٔ نتایج متفاوتی دربارهٔ اثربخشی هوش مصنوعی در کاهش تثبیت طراحی است. از آنجا که پژوهش‌های مربوط به خلاقیت مشترک انسان و هوش مصنوعی هنوز در مراحل ابتدایی قرار دارد، تاکنون اجماع روشنی دربارهٔ چگونگی استفاده از هوش مصنوعی مولد برای کاهش تثبیت طراحی حاصل نشده است. در این پژوهش، کاربرد روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی در فرآیند ایده‌پردازی مبتنی بر هوش مصنوعی و تأثیر آن بر تثبیت طراحی مورد بررسی قرار می‌گیرد تا شواهد تجربی جدیدی به ادبیات حوزهٔ خلاقیت انسان- رایانه افزوده شود و نتایج آن مورد استفاده پژوهشگران و طراحان قرار گیرد.

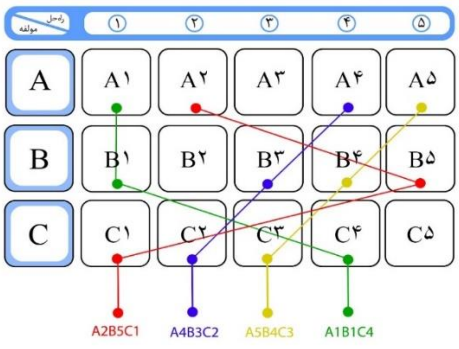
مبانی نظری

۱. مفهوم تثبیت طراحی: تثبیت طراحی زمانی رخ می‌دهد که طراح تحت تأثیر نمونه‌ای از یک طرح موجود یا خلاصهٔ دستورالعمل طراحی قرار گیرد و سپس ایده یا طرح جدیدی با ویژگی‌های مشابه نمونه قبلی تولید کند. در واقع، تثبیت به‌عنوان پدیده‌ای ناخودآگاه در پیروی از اطلاعات و راه‌حل‌های موجود در نظر گرفته می‌شود که می‌تواند ایده‌پردازی و خلاقیت را محدود سازد (Jansson & Smith, 1991; Youmans & Arciszewski, 2014) و بر توانایی فرد در نوآوری و حل مسئله تأثیر بگذارد (Crilly & Cardoso, 2017; Wang et al., 2023). به‌عنوان مثال، در پژوهشی با عنوان «مسابقه طراحی جعبه پازل»، از دانش‌آموزان خواسته شد ابزاری طراحی کنند که بتوان با استفاده از آن و با رعایت قوانین خاص، قطعات باقی مانده پازل را از جعبه خارج کرد (Youmans, 2011a). نتایج این پژوهش نشان داد هنگامی‌که دانش‌آموزان تحت تأثیر یک طرح نمونه قرار گرفتند که در آن قوانین مسابقه رعایت نشده بود، بدون توجه به این نکته، سعی کردند ایده‌های همان نمونه را بازتولید کنند. ادبیات

پژوهشی موجود به‌خوبی نشان می‌دهد که پدیدهٔ تثبیت، اغلب در فرآیند خلاقیت بروز کرده و مانع تولید ایده‌های جدید و مفید می‌شود (Chrysikou & Weisberg, 2005). پدیده تثبیت طراحی را می‌توان در بسیاری از حوزه‌های طراحی مانند طراحی صنعتی، طراحی مهندسی، معماری، طراحی نرم‌افزار، طراحی تعاملی و طراحی خدمات که همگی نیازمند خلاقیت‌اند، مشاهده کرد (Crilly, 2015).

۲. هوش مصنوعی و تثبیت طراحی: توسعهٔ اخیر هوش مصنوعی مولد به‌عنوان ابزاری قابل‌استفاده در فرآیند ایده‌پردازی و حل مسئله، مباحث گسترده‌ای را دربارهٔ پتانسیل خلاقیت مشترک انسان و هوش مصنوعی در میان پژوهشگران برانگیخته است. مطالعات جدید نشان می‌دهد هوش مصنوعی می‌تواند در نقش دستیار خلاق مشترک، به کاهش موانع ذهنی و ارتقای خلاقیت کمک کند (Hoggenmueller et al., 2023; Hughes et al., 2021). این فناوری با تقویت توانایی تفکر خلاق و واگرا در طراحان، آنان را تشویق می‌کند تا ایده‌های متنوع، راه‌حل‌های متمایز و غیرمنتظره خلق کنند و از این طریق، موانع ذهنی خلاقیت از جمله پدیدهٔ تثبیت طراحی را کاهش دهند (Shi et al., 2023). اگرچه در پژوهش‌های اخیر دربارهٔ تأثیر استفاده از هوش مصنوعی بر پدیدهٔ تثبیت طراحی اتفاق‌نظر وجود ندارد، اما با توجه به قابلیت‌های رو به پیشرفت هوش مصنوعی و اهمیت تفکر واگرا و خلاق، می‌توان انتظار داشت در سال‌های آینده شاهد افزایش چشمگیر مطالعات در زمینهٔ بررسی تأثیر هوش مصنوعی مولد بر کاهش تثبیت باشیم.

۳. روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی: تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی روشی نظام‌مند برای تحلیل یک مسئله یا محصول بر اساس کارکردها، عملکردها یا افردنس[۱۳]های مورد انتظار آن است که ایده‌های مختلفی را برای هر یک از اجزای ساختاری آن ارائه می‌دهد. در این روش با تجزیهٔ اجزای اصلی محصول به اجزای فرعی، به یافتن راه‌حل‌های جایگزین در ساختارهای فرعی کمک می‌شود. این روش به طراحان کمک می‌کند تا با نگاهی نظام‌مند، راه‌حل‌های بالقوه بسیاری را که در شرایط عادی ممکن است نادیده گرفته شوند، مورد توجه قرار دهند (Belaziz et al., 2000). در منابع مرتبط با روش‌های خلاقیت و ایده‌پردازی، مراحل متنوعی برای اجرای روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی مطرح شده است. اما به صورت کلی این روش در سه مرحلهٔ اصلی قابل اجرا می باشد: ۱. تفکیک کارکردها یا عملکردها ۲. ایده‌پردازی ۳. سنتز یا ترکیب ایده‌ها[۱۴](Cross, 2021, 126). ایده‌پردازی در جداول مربوطه می‌تواند به روش‌های مختلفی انجام شود؛ اما ازآنجا که در مرحلهٔ نهایی این روش، ایده‌ها باید سنتز شوند، بهتر است تا حد امکان به‌صورت فرم یا طرح ارائه شوند تا ارزیابی و سنتز آن‌ها با کارایی بیشتری صورت پذیرد. اصطلاح ریخت‌شناسی نیز بر همین اساس شکل گرفته است (تصویر ۱).



تصویر ۱. ارائه راه‌حل‌ها به‌ازای مؤلفه‌های عملکردی در جدول ریخت‌شناسی و شیوه سنتز نهایی. منبع: نگارندگان.

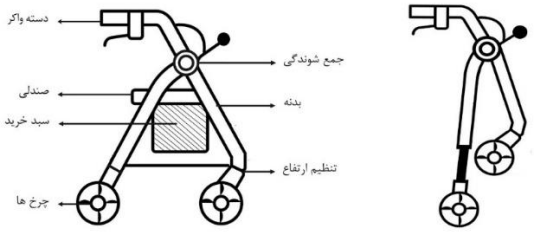
روایی و پایایی ابزار ایده‌پردازی میدجرنی و معیارهای سنجش تثبیت طراحی

پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که ابزار میدجرنی، به‌عنوان یکی از فناوری‌های رو به رشد، با تلفیق خلاقیت انسان و هوش مصنوعی می‌تواند نقش مؤثری در طراحی مفهومی و پژوهش در مراحل ابتدایی فرآیند طراحی ایفا کند. این ابزار با تسهیل تجسم بصری، فرآیند طراحی را سریع‌تر و خلاقانه‌تر می‌سازد (Yin et al., 2023). میدجرنی در مرحلهٔ ایده‌پردازی طراحی، از طریق ارائه محرک‌های بصری دقیق، جزئیات غنی و قابل مقایسه، قادر است به افزایش خلاقیت مفهومی و بصری کمک کند. تصاویر تولید شده توسط این ابزار، به‌دلیل سازگاری بالا با چارچوب‌های مفهومی و متغیرهای پژوهش (به‌ویژه معیارهای ارزیابی تثبیت طراحی)، از کارایی بیشتری نسبت به سایر سامانه‌های هوش مصنوعی برخوردارند (Lee & Chiu, 2023). با توجه به ماهیت خلاقانه و غیرقطعی ابزار میدجرنی در تولید ایده ها، اگر از این ابزار بخواهیم چندین‌بار و در شرایط مشابه، ایده‌هایی برای طراحی واکر تولید کند، نتایج کاملاً یکسان نخواهد بود و شاهد تکرار دقیق خروجی‌ها نخواهیم بود. به عبارت دیگر، پایایی نتایج میدجرنی را نمی‌توان به معنای تکرار عینی خروجی‌ها در دفعات مختلف ارزیابی کرد. هدف اصلی از به‌کارگیری این ابزار و بهره‌مندی از جدول ریخت‌شناسی، تولید ایده‌هایی متنوع و نوآورانه با هدف کاهش پدیدهٔ تثبیت طراحی است. از این‌رو، با توجه به هدف این پژوهش، انتظار تکرارپذیری کاملاً یکسان و دقیق، مدنظر نیست. از سوی دیگر، روایی سنجه‌های ارزیابی با استناد به شاخص‌های استاندارد در ادبیات پژوهش تضمین شد. معیارهایی همچون تعداد ایده‌ها، تازگی و درصد تثبیت که در مطالعات معتبر پیشین تأیید شده‌اند، مبنای سنجش قرار گرفتند. این شاخص‌ها پیش‌تر از نظر محتوایی و سازه‌ای، روایی خود را نشان داده‌اند و در چارچوب این پژوهش نیز امکان ارزیابی معتبر و دقیق تأثیر استفاده از میدجرنی بر تثبیت طراحی را فراهم کردند. پایایی در بخش ارزیابی این پژوهش نیز بر مبنای ثبات قضاوت‌های انسانی دربارهٔ نتایج طراحی تعریف شد و از روش پایایی بین ارزیاب‌ها برای سنجش آن استفاده گردید. ارزیابی کیفیت و خلاقیت خروجی‌ها توسط پنج ارزیاب مستقل و در چند مرحله انجام گرفت تا میزان توافق میان آن‌ها بررسی شود.

فرآیند انجام پژوهش

در گام نخست، گروه تمرکز می‌بایست محصولی را برای طراحی انتخاب کند که ضمن نداشتن پیچیدگی، مسئله تثبیت طراحی در آن به‌طور برجسته مطرح باشد و همچنین محصول مورد نظر، از قطعات و عملکردهای متعددی تشکیل شده باشد. از سوی دیگر، موضوع طراحی باید به‌گونه‌ای انتخاب می‌شد که عملکردها و افردنس‌های مورد انتظار از آن، کاملاً واضح باشند و میزان تفسیرپذیری، ابهام و عوامل مداخله‌گر به حداقل برسد تا نتایج آزمون از اعتبار بیشتری برخوردار شود. در ابتدا، ۲۰ موضوع برای طراحی محصول توسط اعضای گروه پیشنهاد و ثبت گردید. در نهایت، با اتفاق‌نظر اعضای گروه تمرکز، موضوع طراحی یک واکر برای سالمندان با دستورالعمل طراحی زیر انتخاب شد: «یک واکر مخصوص سالمندان طراحی کنید؛ به‌گونه‌ای که بدنهٔ آن ثبات کافی و راحتی استفاده را برای کاربر فراهم کند. ارتفاع واکر باید قابل تنظیم باشد تا امکان استفاده افراد با ابعاد متفاوت فراهم شود و در عین حال سبک، مستحکم و بادوام باشد. باید در زمانی که استفاده نمی‌شود، امکان جمع شدن و کاهش حجم آن فراهم شود. باید دستگیره ارگونومیک، سطح نشیمن مناسب برای استراحت کوتاه‌مدت، سبد خرید، چرخ و ترمز ایمن، قطعات ارتباطی پایا و بدون لغزش برای تماس با سطوح مختلف داشته باشد و ضمن تسهیل راه رفتن و تحمل وزن کاربر، احساس استقلال، اعتمادبه‌نفس و ایمنی را در راه رفتن سالمندان تقویت کنند». همچنین، با

توجه به ویژگی‌ها و نحوهٔ کارکرد ابزار میدجرنی، تصویر ساده و شماتیکی از یک نمونه واکرهای استاندارد موجود، به‌همراه خلاصه‌ای از دستورالعمل طراحی، برای شروع فرآیند ایده‌پردازی آماده شد. تصویر واکر در تصویر ۲ ارائه شده است.



تصویر ۲. تصویر شماتیک از نمونهٔ واکر مورد نظر؛ دارای هفت جزء و ویژگی شاخص عملکردی. منبع: نگارندگان.

واکر مورد نظر، دارای هفت جزء و ویژگی عملکردی شاخص بود که به‌منظور ارزیابی نتایج آزمون، در قالب معیارهای سنجش تثبیت طرح به گروه تمرکز ارائه شد. پس از آماده‌سازی اطلاعات ورودی ضروری برای ابزار میدجرنی (شامل مؤلفه‌های قابل استفاده در متن درخواست طراحی) و تعیین معیارهای ارزیابی تثبیت طراحی، آزمون در سه مرحله انجام شد. در مرحلهٔ اول، عبارات کلیدی مستخرج از خلاصه دستورالعمل طراحی و به‌همراه تصویر شماتیک از واکر مورد نظر، در قالب درخواست‌های طراحی آماده و به ابزار میدجرنی ارائه شد تا بر اساس آن‌ها، به‌طور مستقیم ایده‌پردازی کند. گفتنی است که این درخواست‌ها، با کمک ابزار مکالمه‌محور چت‌جی‌پی‌تی[۱۵]، اصلاح و بهینه‌سازی شدند تا استفاده از آن‌ها در میدجرنی اثربخش‌تر باشد. در مرحلهٔ دوم، به‌جای استفاده مستقیم از مؤلفه‌های مستخرج از خلاصه دستورالعمل طراحی و ارائه آن‌ها در قالب درخواست به ابزار میدجرنی، ابتدا با بهره‌گیری از روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی و جدول مربوط به آن، اجزای محصول، ویژگی‌های شاخص عملکردی و افردنس‌های مورد انتظار شناسایی شدند. سپس هر یک از این مؤلفه‌ها به‌طور مجزا به ابزار میدجرنی ارائه شد تا به‌ازای هر مؤلفه، ایده‌های متفاوتی از این جدول ارائه کند. در ادامه، ایده‌های حاصل از این بخش باهدف سنتز و دستیابی به طرح‌های تکمیل شده و نهایی، دوباره به میدجرنی ارائه شد و در پایان این مرحله، ۳۲ ایده کامل و نهایی در قالب محصول واکر ذخیره گردید. در مرحلهٔ سوم، تصاویر ایده‌های کامل و نهایی (محصول واکر) حاصل از دو مرحلهٔ پیشین، به‌صورت تفکیک شده برای گروه تمرکز ارائه شد تا با مقایسه نتایج دو شیوهٔ ایده‌پردازی مبتنی بر هوش مصنوعی، میزان تثبیت طراحی را بر اساس معیارهای تعیین شده ارزیابی کنند.

نتایج ایده پردازی توسط هوش مصنوعی

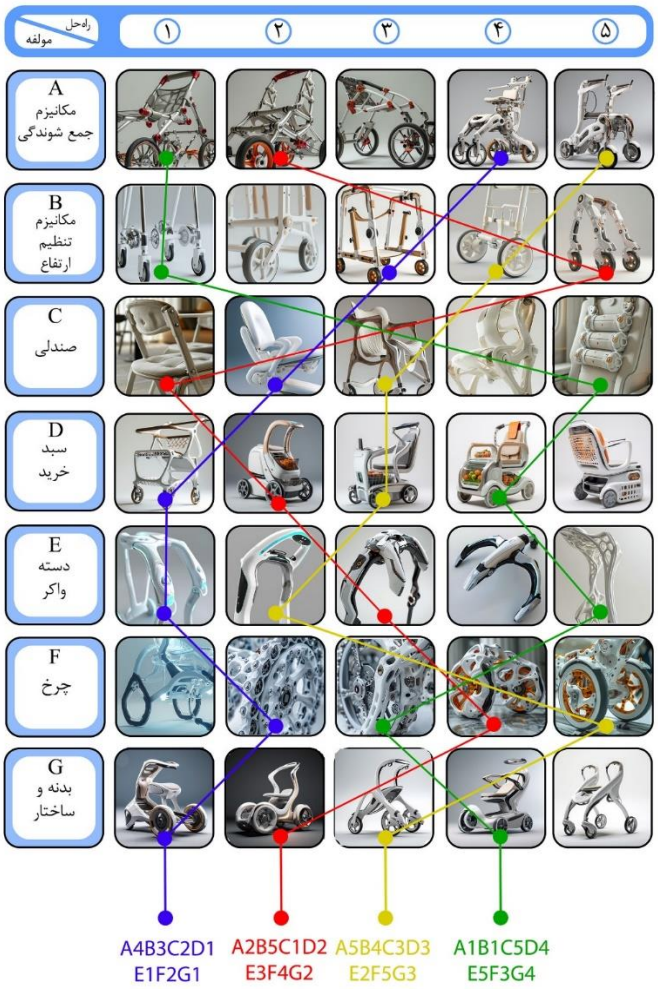
ایده‌های حاصل از مرحلهٔ اول: در مرحلهٔ اول این مطالعه، در مجموع ۳۲ ایده به‌صورت مستقیم و بدون بهره‌گیری از تحلیل ریخت‌شناسی تولید شد. نمونه‌هایی از این ایده‌ها در تصویر ۳، نمایش داده شده‌اند.

ایده‌های حاصل از مرحلهٔ دوم: در مرحلهٔ دوم، ابتدا با بهره‌گیری از مؤلفه‌های جدول ریخت‌شناسی، ۳۵ ایده با کمک هوش مصنوعی تولید شد. در این فرآیند، با استفاده از تجزیهٔ ساختاری و مؤلفه‌های جدول ریخت‌شناسی، تلاش گردید ایده‌هایی دقیق‌تر و دارای جزئیات بیشتر شکل گیرد. سپس، با ترکیب این تصاویر به‌وسیلهٔ ابزار

ترکیب‌کنندهٔ تصاویر میدجرنی، تصاویر نهایی تولید شد که بازتاب‌دهندهٔ تحلیل‌های ساختاری و ویژگی‌های ریخت‌شناسی بودند. جدول تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی به‌همراه ایده‌های به‌دست آمده از هوش مصنوعی در تصویر ۴ ارائه شده است.

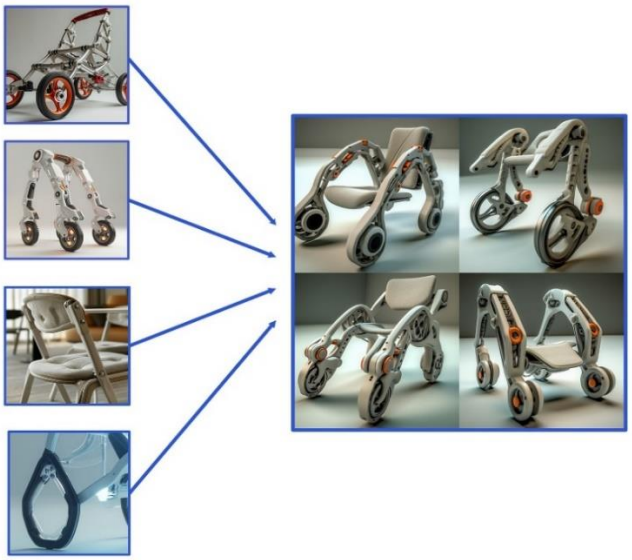


تصویر ۳. نمونهٔ ایده‌های ارائه شده توسط هوش مصنوعی در مرحلهٔ اول؛ با کاربرد مستقیم کلمات کلیدی در خلاصهٔ دستورالعمل طراحی. منبع: نگارندگان.



تصویر ۴. مجموع ۳۵ ایده به‌دست آمده بر اساس جدول تحلیل ریخت‌شناسی با کمک هوش مصنوعی مولد. منبع: نگارندگان.

در ادامه مرحلهٔ دوم، برای ترکیب و یکپارچه‌سازی راه‌حل‌های به‌دست آمده از طریق جدول تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی، از قابلیت ترکیب تصاویر هوش مصنوعی میدجرنی استفاده شد. ایده‌های تولید شده به‌واسطه این روش، از نظر ترکیب‌بندی بصری، ادغام فرم‌ها و رنگ‌ها نتایج قابل‌توجهی ارائه دادند. با این حال، برخی از عناصر کلیدی طراحی که در مؤلفه‌های اولیهٔ جدول ریخت‌شناسی ارائه شده بودند، در خروجی‌های نهایی نادیده گرفته شدند. در عین حال، مشخص شد که این فناوری تمرکز بیشتری بر جنبه‌های بصری و زیبایی‌شناختی، همچون فرم و رنگ دارد. هرچند جنبه‌های عملکردی و فنی نیز در نظر گرفته شده‌اند، اما توجه کافی به آن‌ها نشده و در ایده‌های نهایی به‌طور کامل بازتاب نیافته‌اند (تصویر ۵).



تصویر ۵. نمونهٔ ترکیب راه‌حل‌های جدول ریخت‌شناسی با کمک قابلیت ترکیب تصاویر هوش مصنوعی میدجرنی. منبع: نگارندگان.

پس از ترکیب راه‌حل‌های ارائه شده در جدول ریخت‌شناسی با کمک ابزار ترکیب تصاویر هوش مصنوعی، ۳۲ ایده نهایی به‌دست آمد. تعدادی از ایده‌های نهایی حاصل از مرحلهٔ سوم، در تصویر ۶ ارائه شده است.



تصویر ۶. نمونه‌ای از ایده‌های تولید شده توسط هوش مصنوعی در پایان مرحلهٔ دوم، حاصل از ترکیب ایده‌های استخراج شده از جدول ریخت‌شناسی. منبع: نگارندگان.

سنجه‌های ارزیابی: در این بخش، معیارهای موجود برای سنجش تثبیت طراحی بررسی می‌شوند. در ادبیات این حوزه، دو رستهٔ اصلی معیارهای ارزیابی تثبیت طراحی در ایده‌ها مطرح‌شده است: معیارهای مستقیم و غیرمستقیم. بر اساس معیارهای مستقیم، میزان تثبیت در ایده‌های تولید شده به‌صورت صریح و دقیق سنجیده می‌شود و طراح از وجود تثبیت آگاه می‌گردد. در مقابل، معیارهای غیرمستقیم تثبیت را به‌طور ضمنی و غیرصریح بررسی می‌کنند، اما اطلاعات دقیقی برای تأیید نتایج در اختیار طراح قرار نمی‌دهند (Moreno et al., 2016). در این پژوهش، برای تعیین متغیرهای مستقل به‌منظور بررسی تثبیت ایده‌ها، از معیارهای مستقیم معرفی شده توسط «لینزی و همکاران»[۱۶] (۲۰۱۰) و توسعه‌یافته توسط «مورنو و همکاران»[۱۷] (۲۰۱۶) استفاده شده است. این معیارها شامل سه شاخص‌اند: تعداد ایده‌های تولیدشده، تازگی و درصد تثبیت.

۱. تعداد ایده‌ها: برای بررسی کمّی ایده‌ها، تعداد ایده‌های حاصل از هر مؤلفهٔ جدول ریخت‌شناسی محاسبه می‌شود. تعداد کل ایده‌های تولیدشده (Q_{Total})، بیانگر تعداد ایده‌های تکراری (Q_R) به‌علاوه تعداد ایده‌های غیرتکراری (Q_{NR}) است؛ ایده‌هایی که در واقع هوش مصنوعی با ایجاد تغییرات جزئی در ایده‌های پیشین تولید کرده، به‌علاوه ایده‌هایی که منحصربه‌فرد هستند و در آن‌ها مؤلفهٔ مشابه وجود ندارد (Moreno et al., 2016).

تعداد کل ایده‌های تولید شده = ایده‌های تکراری + ایده‌های غیرتکراری

۲. **تازگی:** تازگی به معنای غیرتکراری و منحصربه‌فرد بودن یک ایده یا راه‌حل است. به‌عبارت دیگر، افزایش راه‌حل‌های مشابه به معنای کاهش میزان تازگی و نوآوری است. در این پژوهش و در تناسب با نظر «مورنو و همکاران» (Moreno et al., 2016)، معیار تازگی با شمارش تعداد کل ایده‌های تکراری تقسیم بر تعداد کل ایده‌های ایجاد شده و کسر آن از عدد یک محاسبه می‌شود.

$$\text{تازگی} = 1 - \text{تکرار} = 1 - \frac{\text{تعداد ایده‌های تکراری}}{\text{تعداد ایده‌های تولید شده}}$$

۳. درصد تثبیت: بر اساس نظر «مورنو و همکاران»، می‌توان درصد تثبیت را نسبت تعداد ایده‌های تکراری بر تعداد ایده‌های تولید شده تلقی و محاسبه کرد (Moreno et al., 2016).

$$\text{درصد تثبیت} = \frac{\text{تعداد ایده‌های تکراری}}{\text{تعداد ایده‌های تولید شده}}$$

ارزیابی یافته‌ها: در این مرحله، تصاویر مربوط به ایده‌های استخراج شده از دو مرحلهٔ پیشین، به‌صورت جداگانه، به گروه تمرکز متشکل از پنج نفر از متخصصان رشتهٔ طراحی صنعتی ارائه شد تا نتایج حاصل از دو شیوهٔ ایده‌پردازی مبتنی بر هوش مصنوعی را بر اساس سنجه‌های پیش‌گفته مقایسه کرده و میزان تثبیت طراحی را تعیین کنند.

۱. بررسی تعداد ایده‌ها: برای محاسبهٔ درصد تثبیت، در ابتدا ایده‌های تکراری، ایده‌های غیرتکراری و همچنین تصاویری که فاقد ایده مناسب بودند، شناسایی شدند. جدول ۱ این مقادیر را در مراحل مختلف نشان می‌دهد. در مرحلهٔ اول که به‌طور مستقیم از هوش مصنوعی برای ایده‌پردازی استفاده شد، از کل ۱۷۸ ایده بر اساس مؤلفه‌های طراحی، ۱۸ ایدهٔ غیرتکراری و ۱۶۰ ایدهٔ تکراری به‌دست آمد. علاوه بر این، ۴۶ تصویر ارائه شده فاقد ایدهٔ مناسب تشخیص داده شد. در مرحلهٔ دوم که از جداول تحلیلی ریخت‌شناسی در فرآیند ایده‌پردازی توسط هوش مصنوعی مولد استفاده شد، در مجموع ۱۳۷ ایده به‌دست آمد که از این تعداد ۷۸ ایدهٔ غیرتکراری و ۵۹ ایدهٔ تکراری بودند. همچنین ۸۷ تصویر تولید شده فاقد ایده مناسب بودند.

جدول ۱. مقادیر به‌دست آمده از بررسی کمی ایده‌ها به‌ازای هر مؤلفه و به تفکیک دو مرحلهٔ ایده‌پردازی. منبع: نگارندگان.

مؤلفه	فاز یک			مؤلفه	فاز دو		
	فاقد ایده	دارای ایده	ایده تکراری	ایده غیرتکراری	فاقد ایده	دارای ایده	ایده تکراری	ایده غیرتکراری
تا شوندگی	۱۷	۱۵	۱۱	۴	۱۹	۱۳	۴	۹
ارتفاع	۹	۲۳	۱۸	۵	۲۰	۱۲	۲	۱۰
صندلی	۳	۲۹	۲۸	۱	۱۳	۱۹	۱۰	۹
سبد	۱۲	۲۰	۱۷	۳	۱۶	۱۶	۶	۱۰
دسته	۵	۲۷	۲۵	۲	۱۹	۱۳	۳	۱۰
چرخ	۰	۳۲	۳۲	۰	۰	۳۲	۲۸	۴
ساختار	۰	۳۲	۲۹	۳	۰	۳۲	۶	۲۶
جمع	۴۶	۱۷۸	۱۶۰	۱۸	۸۷	۱۳۷	۵۹	۷۸

۲. بررسی درصد تثبیت: بر اساس تعریف ارائه شده در بخش پیشین، میانگین درصد تثبیت در مرحلهٔ اول برابر با ۸۷.۷٪ و در مرحلهٔ دوم برابر با ۳۷.۵٪محاسبه شده است. اگرچه نتایج نشان می‌دهد که در هر دو مرحله، پدیدهٔ تثبیت طراحی وجود دارد، اما در مرحلهٔ دوم به‌دلیل مداخله و به‌کارگیری روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی، درصد تثبیت کاهش چشمگیری یافته است (جدول ۲).

جدول ۲. امتیاز تثبیت محاسبه شده به‌ازای هر مؤلفهٔ طراحی و میانگین آن‌ها به تفکیک دو مرحله پژوهش. منبع: نگارندگان.

فاز یک		فاز دو	
مؤلفه	امتیاز تثبیت	مؤلفه	امتیاز تثبیت
تا شوندگی	٪۷۳	تا شوندگی	٪۳۰
ارتفاع	٪۷۸	ارتفاع	٪۱۶
صندلی	٪۹۶	صندلی	٪۵۲
سبد	٪۸۵	سبد	٪۳۷
دسته	٪۹۲	دسته	٪۲۳
چرخ	٪۱۰۰	چرخ	٪۸۷
ساختار	٪۹۰	ساختار	٪۱۸
میانگین	**٪۸۷.۷**	میانگین	**٪۳۷.۵**

۳. بررسی تازگی: با توجه به هفت مؤلفهٔ مطرح شده در جدول ریخت‌شناسی، در مرحلهٔ اول، تعداد ۱۸ ایدهٔ غیرتکراری و در مرحلهٔ دوم، ۷۸ ایدهٔ غیرتکراری و منحصربه‌فرد تولید شد. مطابق تعریف ارائه شده برای تازگی در بخش پیشین، میزان تازگی ایده‌ها بر اساس میانگین در مرحلهٔ اول برابر با ۰.۱۲ و در مرحلهٔ دوم برابر با ۰.۶۲ بود که این موضوع نشان‌دهندهٔ افزایش چشمگیر و قابل‌توجه تازگی ایده‌ها در مرحلهٔ دوم است (جدول ۳).

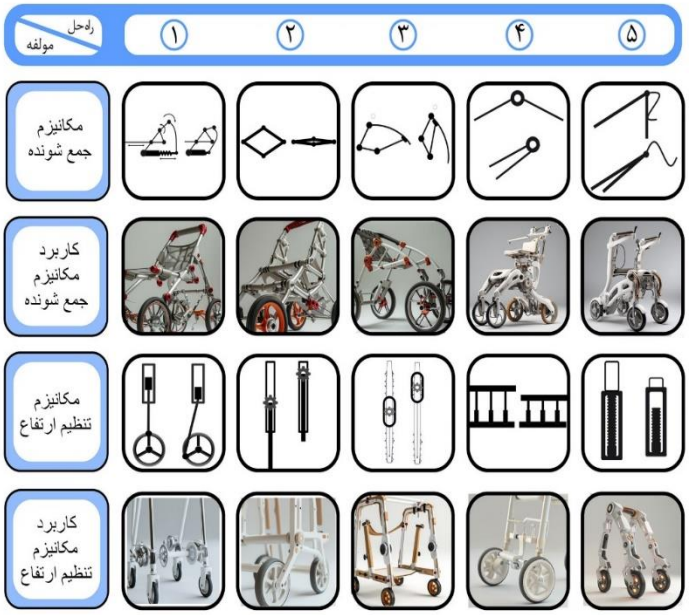
جدول ۳. امتیاز تازگی در هر مؤلفه طراحی و میانگین آن‌ها به تفکیک دو مرحلهٔ پژوهش. منبع: نگارندگان.

فاز یک		فاز دو	
مؤلفه	**تازگی**	**مؤلفه**	**تازگی**
تا شوندگی	۰.۲۷	تا شوندگی	۰.۷۰
ارتفاع	۰.۲۲	ارتفاع	۰.۸۴
صندلی	۰.۰۴	صندلی	۰.۴۸
سبد	۰.۱۵	سبد	۰.۶۳
دسته	۰.۰۸	دسته	۰.۷۷
چرخ	۰	چرخ	۰.۱۳
ساختار	۰.۱۰	ساختار	۰.۸۲
میانگین	۰.۱۲	میانگین	۰.۶۲

بحث پیش از نتیجه‌گیری

این پژوهش باهدف بررسی تأثیر روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی بر تثبیت طراحی در فرآیند ایده‌پردازی توسط هوش مصنوعی انجام شد. در مرحلهٔ اول که درخواست‌های طراحی مبتنی بر عبارات کلیدی مستخرج از خلاصهٔ دستورالعمل طراحی و استفاده مستقیم از آن‌ها بود، ۱۷۸ ایده تولید شد که ۱۶۰ مورد از آن‌ها تکراری بودند و میزان تثبیت طراحی به حدود ۸۸٪ رسید. این رقم، نشان‌دهندهٔ تأثیر منفی و قابل‌توجه تثبیت طراحی در فرآیند ایده‌پردازی توسط هوش مصنوعی است. در مرحلهٔ دوم، با کاربرد روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی، ۱۳۷ ایده تولید شد که شامل ۷۸ ایدهٔ غیرتکراری بود و میزان تثبیت طراحی به ۳۷.۵٪ کاهش یافت. همچنین، میزان تازگی نیز از ۱۲.۰ در مرحلهٔ اول به ۶۲.۰ در مرحلهٔ دوم افزایش یافت که نمایانگر تولید ایده‌های منحصربه‌فرد و نوآورانه است. این نتایج به‌وضوح نشان می‌دهد که اگرچه نشانه‌هایی از تثبیت طراحی در ایده‌پردازی به هردو روش وجود دارد؛ اما کاربرد روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی می‌تواند به‌عنوان راهکاری مؤثر برای کاهش تثبیت طراحی و دستیابی به ایده‌های خلاق و واگرا در نظر گرفته شود؛ اما این روش چگونه به افزایش تنوع، تازگی ایده‌ها و کاهش تکرار در ایده‌های تولید شده توسط هوش مصنوعی کمک می‌کند؟ همانطور که اشاره شد، روش تحلیل ریخت‌شناسی، یک چارچوب نظام‌مند برای تجزیه و تحلیل مسئلهٔ طراحی یا محصول بر اساس کارکردها، عملکردها یا افردنس‌های مورد انتظار آن است. به بیان دیگر، این روش، مسئله طراحی یا محصول مورد نظر را به اجزای عملکردی مورد انتظار تفکیک می‌کند تا به‌طور مجزا بر آن‌ها متمرکز شده و به‌ازای هرکدام، ایده‌پردازی صورت گیرد. هنگامی‌که خلاصهٔ دستورالعمل طراحی به‌طور مستقیم و در قالب یک درخواست به هوش مصنوعی داده می‌شود، ممکن است برخی جزئیات یا مؤلفه‌های درخواست نادیده گرفته شده یا در ایده‌ها تکرار شوند؛ اما با کاربرد روش ریخت‌شناسی، هوش مصنوعی درخواست مورد نظر را به مؤلفه‌های مشخصی تفکیک می‌کند و هرکدام را به‌طور مجزا به‌عنوان یک درخواست جدید و مبنایی مستقل برای ایده‌پردازی در نظر می‌گیرد. در نتیجه، مؤلفه‌های ارائه شده در هر درخواست، مورد تأکید قرارگرفته و در ایده‌های مربوطه به کار گرفته می‌شوند. بنابراین، در سنتز نهایی، مؤلفه‌های متمایز بیشتری برای ترکیب و نوآوری وجود خواهد داشت و

با افزایش تازگی ایده‌ها، میزان تثبیت طراحی کاهش می‌یابد. در ادامه پیشنهادهایی برای کاربرد روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی در فرآیند ایده‌پردازی توسط هوش مصنوعی ارائه می‌شود: همان‌طور که ذکر شد، فرآیند استفاده از روش جدول ریخت‌شناسی می‌تواند در سه مرحلهٔ اصلی انجام گیرد: تفکیک کارکردها یا عملکردها، ایده‌پردازی و سنتز یا ترکیب ایده‌ها. با این حال، باید توجه داشت که مهمترین مرحلهٔ در این فرآیند، تفکیک مسئله به اجزاء یا تفکیک محصول به کارکردها و عملکردهای مورد انتظار است. اگر این مرحله به‌درستی انجام نشود، روش مزبور دستاورد مطلوب و مورد انتظار را نخواهد داشت. از این‌رو، این مرحله نباید به‌طور کامل به هوش مصنوعی واگذار شود و لازم است بارها توسط گروه طراحی بررسی، اصلاح، بازبینی و تکمیل گردد تا اهداف طراحی تحقق یابند. افزون بر ویژگی‌های کارکردی و زیبایی‌شناختی، هوش مصنوعی می‌تواند با به‌کارگیری درخواست‌های دقیق و تأکید بر کارکرد مکانیزم مورد نظر، در زمینهٔ ویژگی‌های فنی و مکانیکی نیز ایده‌پردازی کند و حتی ترکیبی از مکانیزم‌ها را پیشنهاد دهد. تاکید می‌شود که این توضیح به معنای تأیید جنبه‌های محاسباتی و فنی مکانیزم‌ها، استاندارد بودن یا امکان سنجش دقیق عملکرد آن‌ها نیست. در تصویر ۷، نمونه‌هایی از مکانیزم‌های پیشنهادی هوش مصنوعی در پاسخ به ویژگی جمع‌شوندگی و قابلیت تنظیم ارتفاع واکر نشان داده شده است.



تصویر ۷. کاربرد برخی از مکانیزم‌های فنی تولید شده توسط هوش مصنوعی در جدول ریخت‌شناسی. منبع: نگارندگان.

به‌کارگیری هوش مصنوعی به‌عنوان دستیار یا ابزار کمکی در فرآیند طراحی، مستلزم آشنایی با شیوهٔ تدوین درخواست‌ها (پرامپت‌نویسی) است. با بهبود و ارتقای درخواست‌های تدوین شده در هر مرحله، می‌توان به‌وضوح شاهد بهبود نتایج، از جمله تعداد، تنوع، دقت و کیفیت ایده‌ها بود. برای این منظور، طراح باید با واژگان کلیدی، مترادف‌ها و اصطلاحات تخصصی قابل استفاده در هوش مصنوعی آشنا باشد. بدین منظور، ابزار چت‌جی‌پی‌تی به‌عنوان یکی از ابزارهای مکالمه‌محور هوش مصنوعی، می‌تواند در تولید و بهبود درخواست‌های مناسب برای استفاده در میدجرنی یا سایر ابزارهای واسط هوش مصنوعی، نقش مؤثری ایفا کند. این ابزار نیز در فرآیند پژوهش

حاضر مورد استفاده قرارگرفته است. پیش از مرحلهٔ سنتز یا ترکیب ایده‌ها، ضروری است که ایده‌های متمایز، ارزشمند و کاربردی تولید شده توسط هوش مصنوعی، برای هر مؤلفه از جدول ریخت‌شناسی، شناسایی شوند و از ورود ایده‌های مبهم به مرحلهٔ سنتز جلوگیری شود. این رویکرد به معنای سوگیری در انتخاب ایده‌ها یا هدایت طرح نهایی به سمتی خاص نیست، بلکه با هدف فراهم‌سازی زمینه ترکیب مؤلفه‌های متمایز و ارزشمند طراحی با یکدیگر و در عین حال، پیشگیری از تکرار و تثبیت طراحی انجام می‌گیرد تا در نهایت، بیشترین میزان خلاقیت و نوآوری در ایده‌های نهایی حاصل شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تسلط بر روش تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی و کاربرد صحیح آن در فرآیند ایده‌پردازی توسط هوش مصنوعی، علاوه بر تقویت تفکر واگرا و افزایش خلاقیت، می‌تواند میزان تثبیت طراحی را به‌طور قابل‌توجهی کاهش داده و نقش مؤثری در ارتقای تازگی و نوآوری ایده‌ها ایفا کند. همانطور که در متن مقاله اشاره شد، برخی پژوهشگران بر این باورند که هوش مصنوعی مولد می‌تواند به‌عنوان دستیار خلاق مشترک، به حذف موانع ذهنی، افزایش خلاقیت و کاهش تثبیت طراحی کمک کند. با این حال، در مورد کاهش تثبیت طراحی توسط هوش مصنوعی در میان پژوهشگران اتفاق‌نظر وجود ندارد. یافته‌های این پژوهش نیز به‌وضوح نشان داد که در غیاب استفاده از ابزارها یا روش‌های کاهش تثبیت طراحی، فرآیند ایده‌پردازی توسط هوش مصنوعی همچنان با پدیدهٔ تثبیت طراحی همراه است. این مسئله که از تکرار و ثبات بنیان‌های طراحی در روند ایده‌پردازی ناشی می‌شود، واگرایی در خلاقیت و ایده‌پردازی توسط این ابزار را با چالش مواجه می‌سازد. از این‌رو، در پژوهش‌های آینده می‌توان علاوه بر آسیب‌شناسی این پدیده در فرآیند خلاقیت و طراحی، به واکاوی علل بروز تثبیت طراحی در ایده‌پردازی با هوش مصنوعی مولد پرداخته و راهکارهایی نوین و متمایز برای کنترل یا کاهش آن ارائه نمود.

مشارکت‌های نویسنده

این مقاله حاصل همکاری مشترک تمامی نویسندگان است. کلیه نویسندگان در نگارش بخش‌های مختلف، بررسی یافته‌ها، تحلیل نتایج و تأیید نهایی مقاله مشارکت داشته‌اند.

تقدیر و تشکر

این پژوهش فاقد تقدیر و قدردانی است.

تضاد منافع

نویسنده (نویسندگان) هیچ تضاد منافع احتمالی پیرامون تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله را اعلام نکردند.

منابع مالی

نویسنده (نویسندگان) هیچ گونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکردند.

پی‌نوشت

1. Design Fixation
2. Generative Artificial Intelligence (Gen AI)
3. Design Brief
4. Machine Learning
5. Morphological Analysis Method
6. Midjourney AI, V 0.6
7. Focus Group
8. Hoggenmueller
9. Lee & Chiu
10. Pinterest
11. Cai
12. Wadinambiarachchi
13.Affordance
14. Function Decomposition, Ideation, Synthesis
15. ChatGPT
16. Linsey
17. Moreno

منابع

- Alipour, L., Faizi, M., Moradi, A. M., & Akrami, G. (2018). A review of design fixation: Research directions and key factors. International Journal of Design Creativity and Innovation, 6(1-2), 22-35. https://doi.org/10.1080/21650349.2017.1320232
- Belaziz, M., Bouras, A., & Brun, J. M. (2000). Morphological analysis for product design. Computer-Aided Design, 32(5-6), 377-388. https://doi.org/10.1016/S0010-4485(00)00019-1
- Cai, A., Rick, S. R., Heyman, J. L., Zhang, Y., Filipowicz, A., Hong, M., Klenk, M., & Malone, T. (2023). DesignAID: Using Generative AI and Semantic Diversity for Design Inspiration. Proceedings of The ACM Collective Intelligence Conference, Delft, Netherlands. 1-11. https://doi.org/10.1145/3582269.3615596
- Cascini, G., Nagai, Y., Georgiev, G. V., Zelaya, J., Becattini, N., Boujut, J. F., ... & Wodehouse, A. (2022). Perspectives on design creativity and innovation research: 10 years later. International Journal of Design Creativity and Innovation, 10(1), 1-30. https://doi.org/10.1080/21650349.2022.2021480
- Chrysikou, E. G., & Weisberg, R. W. (2005). Following the wrong footsteps: fixation effects of pictorial examples in a design problem-solving task. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 31(5), 1134-1148. https://doi.org/10.1037/0278-7393.31.5.1134
- Crilly, N. (2015). Fixation and creativity in concept development: The attitudes and practices of expert designers. Design studies, 38, 54-91. https://doi.org/10.1016/j.destud.2015.01.002
- Crilly, N., & Cardoso, C. (2017). Where next for research on fixation, inspiration and creativity in design. Design Studies, 50, 1-38. https://doi.org/10.1016/j.destud.2017.02.001
- Cross, N. (2021). Engineering design methods: strategies for product design. John Wiley & Sons.
- Hoggenmueller, M., Lupetti, M. L., Maden, W. v. d., & Grace, K. (2023). Creative AI for HRI Design Explorations. Companion of the 2023 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction. Stockholm, Sweden. 40-50. https://doi.org/10.1145/3568294.3580035
- Hughes, R. T., Zhu, L., & Bednarz, T. (2021). Generative adversarial networks–enabled human–artificial intelligence collaborative applications for creative and design industries: A systematic review of current approaches and trends. Frontiers in artificial intelligence, 4, 604234. https://doi.org/10.3389/frai.2021.604234
- Jansson, D. G., & Smith, S. M. (1991). Design fixation. Design studies, 12(1), 3-11. https://doi.org/10.1016/0142-694X(91)90003-F
- Kershaw, T., Holtta-Otto, K., & Lee, Y. S. (2011). The effect of prototyping and critical feedback on fixation in engineering design. In Proceedings of the annual meeting of the cognitive science society, 33(33), 807-812. https://escholarship.org/uc/item/5kq942pr
- Lee, Y. H., & Chiu, C. Y. (2023). The Impact of AI Text-to-Image Generator on Product Styling Design. International Conference on Human-Computer Interaction. Springer Nature, Cham, Switzerland. 502-515. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35132-7_38
- Linsey, J. S., Tseng, I., Fu, K., Cagan, J., Wood, K. L., & Schunn, C. (2010). A Study of Design Fixation, Its Mitigation and Perception in Engineering Design Faculty. Journal of Mechanical Design, 132(4). 041003. https://doi.org/10.1115/1.4001110
- McCaffrey, T. (2012). Innovation relies on the obscure: A key to overcoming the classic problem of functional fixedness. Psychological science, 23(3), 215-218. https://doi.org/10.1177/0956797611429580

- Moreno, D. P., Blessing, L. T., Yang, M. C., Hernández, A. A., & Wood, K. L. (2016). Overcoming design fixation: Design by analogy studies and nonintuitive findings. AI EDAM, 30(2), 185-199. https://doi.org/10.1017/S0890060416000068
- Shi, Y., Gao, T., Jiao, X., & Cao, N. (2023). Understanding design collaboration between designers and artificial intelligence: a systematic literature review. Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, 7(CSCW2), 1-35. https://doi.org/10.1145/3610217
- Toh, C., Miller, S., Kremer, G. (2014). Mitigating Design Fixation Effects in Engineering Design Through Product Dissection Activities. In: Gero, J. (eds) Design Computing and Cognition '12. Springer, Dordrecht. 95-113. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9112-06
- Viswanathan, V., Atilola, O., Esposito, N., & Linsey, J. (2014). A study on the role of physical models in the mitigation of design fixation. Journal of Engineering Design, 25(1-3), 25-43. https://doi.org/10.1080/09544828.2014.885934
- Wadinambiarachchi, S., Kelly, R. M., Pareek, S., Zhou, Q., & Velloso, E. (2024). The Effects of Generative AI on Design Fixation and Divergent Thinking. In: Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Honolulu, HI, USA. 1-18. https://doi.org/10.1145/3613904.3642919
- Wang, S., Okada, T., & Takagi, K. (2023). How to effectively overcome fixation: a systematic review of fixation and defixation studies on the basis of fixation source and problem type [Review]. Frontiers in Education, 8 (1), 1-29. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1183025
- Yilmaz, S., Seifert, C. M., & Gonzalez, R. (2010). Cognitive heuristics in design: Instructional strategies to increase creativity in idea generation. Ai Edam, 24(3), 335-355. https://doi.org/10.1017/S0890060410000235
- Yin, H., Zhang, Z., & Liu, Y. (2023). The exploration of integrating the midjourney artificial intelligence generated content tool into design systems to direct designers towards future-oriented innovation. Systems, 11(12), 566. https://doi.org/10.3390/systems11120566
- Youmans, R. J. (2011a). The effects of physical prototyping and group work on the reduction of design fixation. Design studies, 32(2), 115-138. https://doi.org/10.1016/j.destud.2010.08.001
- Youmans, R. J. (2011b). Design fixation in the wild: Design environments and their influence on fixation. The Journal of Creative Behavior, 45(2), 101-107. https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2011.tb01089.x
- Youmans, R. J., & Arciszewski, T. (2014). Design fixation: Classifications and modern methods of prevention. AI EDAM, 28(2), 129-137. https://doi.org/10.1017/S0890060414000043