

ترجیح رنگ در فضاهاى آموزشى با استفاده از واقعیت مجازى

مطالعه موردی: کارگاه طراحی معماری

سیاوش کاتبی، امین حبیبی، محمد نیک کار

مقاله پژوهشی

JSCW-2503-1224

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳-۱۲-۱۸

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۴-۰۵-۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴-۰۵-۰۴

خواهشمند است این مقاله به صورت زیر در مراجع قید شود:

س. کاتبی، ا. حبیبی، م. نیک کار، "ترجیح رنگ در فضاهاى آموزشى با استفاده از واقعیت مجازى مطالعه موردی: کارگاه طراحی معماری"، نشریه علمى مطالعات در دنیای رنگ W-2503-1224، 1404. این فایل PDF مقاله ویرایش نشده است که برای چاپ پذیرفته شده است. ماکت مقاله توسط دفتر نشریه مطالعات در دنیای رنگ تهیه شده و قبل از چاپ ویرایش نهایی به نویسنده مسئول مقاله ارسال می شود.

ترجیح رنگ در فضاهای آموزشی با استفاده از واقعیت مجازی

مطالعه موردی: کارگاه طراحی معماری

سیاوش کاتبی^۱، امین حبیبی^{۲*}، محمد نیک‌کار^۳

۱- کارشناس ارشد معماری، دانشکده معماری، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران، صندوق پستی: ۷۱۸۸۶۳۷۹۱۱.

۲- دانشیار دانشگاه شیراز، دانشکده معماری، شیراز، ایران، صندوق پستی: ۷۱۸۸۶۳۷۹۱۱.

۳- استادیار دانشگاه شیراز، دانشکده معماری، شیراز، ایران، صندوق پستی: ۷۱۸۸۶۳۷۹۱۱.

* a_habibi@shirazu.ac.ir.

چکیده:

طراحی رنگ در فضاهای آموزشی نقش مهمی در کیفیت تجربه یادگیری و وضعیت روانی کاربران ایفا می‌کند. با وجود اهمیت این موضوع، اغلب انتخاب‌های رنگی در طراحی داخلی فضاهای آموزشی بر پایه اصول زیبایی‌شناختی کلی انجام می‌شود و کمتر به ادراک و احساسات کاربران توجه دارد. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر رنگ بر ادراک فضایی و پاسخ‌های احساسی دانشجویان معماری، از فناوری واقعیت مجازی برای شبیه‌سازی و ارزیابی دقیق محیط‌های آموزشی بهره گرفته است. پرسش‌های اصلی تحقیق عبارتند از: (۱) چه رنگ‌هایی بیشترین تأثیر را بر شفافیت، نشاط و تمرکز دارند؟ (۲) رنگ‌ها چه تأثیری بر پاسخ‌های احساسی دانشجویان در محیط کارگاه معماری دارند؟ در این مطالعه، ۳۰ دانشجوی معماری با استفاده از هدست واقعیت مجازی، در معرض محیط‌های رنگی متفاوت قرار گرفتند و ادراک خود را از طریق پرسشنامه تفاضل معنایی ثبت کردند. داده‌ها با استفاده از آزمون کای‌اسکوئر مورد تحلیل قرار گرفتند. نتایج نشان داد که رنگ‌های بنفش، آبی و زرد به‌طور معناداری نسبت به وضعیت رنگی موجود ترجیح داده شدند و با ویژگی‌هایی نظیر شفافیت، نشاط، پویایی، هماهنگی، صمیمیت و دعوت‌کنندگی همراه بودند. در مقابل، رنگ‌هایی نظیر قرمز و مشکی واکنش‌هایی با سطوح بالاتر از رسمیت، خشونت ادراکی یا تنش‌زا ایجاد کردند. نتایج این پژوهش تأکید می‌کند که انتخاب آگاهانه و کاربرمحور رنگ‌ها در طراحی محیط‌های آموزشی می‌تواند موجب بهبود کیفیت ادراک فضایی، ارتقای انگیزش، و افزایش تعامل اجتماعی دانشجویان شود. همچنین، کاربرد واقعیت مجازی در این مطالعه ظرفیت بالای این فناوری را برای طراحی و ارزیابی تجربی فضاهای آموزشی نشان می‌دهد و زمینه‌ساز تحقیقات بین‌رشته‌ای آتی در حوزه معماری و روان‌شناسی محیطی خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: ترجیح رنگ، واقعیت مجازی، روان‌شناسی رنگ، معماری، طراحی محیط آموزشی.

Color Preference in Educational Spaces Using Virtual Reality Case Study: Architectural Design Studio

Siavash Katebi, Amin Habibi*, Mohammad Nikkar

Department of Architecture, Shiraz University, P. O. Box: 7188637911, Shiraz, Iran.

* a_habibi@shirazu.ac.ir

Abstract

Color design in educational environments significantly influences the quality of learning experiences and the psychological well-being of users. Despite its importance, color choices in educational interior design are often guided by general aesthetic principles, with limited attention to user perception and emotional response. This study investigates the impact of color on spatial perception and emotional reactions among architecture students by employing virtual reality (VR) technology to simulate and evaluate educational spaces with precision. The primary research questions are: (1) Which colors most significantly affect clarity, liveliness, and concentration? (2) How do different colors influence students' emotional responses within an architectural design studio? In this study, 30 architecture students experienced color-varied virtual environments using VR headsets and reported their perceptions via a semantic differential questionnaire. The data were analyzed using the Chi-square test. The results indicate that colors such as purple, blue, and yellow were significantly preferred over the existing color scheme and were associated with qualities like clarity, liveliness, dynamism, harmony, warmth, and invitingness. In contrast, red and black were linked to perceptions of formality, visual harshness, or tension. These findings emphasize the importance of user-centered color selection in educational space design to enhance spatial perception, support motivation, and encourage social interaction. Furthermore, the use of VR in this research demonstrates the strong potential of this technology for experimental design and evaluation in educational settings, paving the way for future interdisciplinary studies at the intersection of architecture and environmental psychology.

Keywords: Color preference, virtual reality, color psychology, architecture, educational environment design

محیط‌های آموزشی نقش بسزایی در فرآیند یادگیری و رشد شناختی دانشجویان ایفا می‌کنند. تحقیقات نشان داده‌اند که کیفیت کالبدی و طراحی فضاهای آموزشی بر انگیزش، تمرکز و خلاقیت دانشجویان تأثیر مستقیم دارد (۱، ۲). در این میان، رنگ به عنوان یکی از عناصر بنیادین معماری اولین عامل در بین بیش از هفده عامل مؤثر در ادراک معماری داخلی (۳)، بر حالات روانی و عاطفی کاربران فضا تأثیر چشمگیری دارد (۴، ۵) و می‌تواند نقش مهمی در بهبود یادگیری (۶) ایفا کند.

انتخاب مناسب رنگ‌ها در طراحی فضاهای آموزشی می‌تواند موجب افزایش نشاط، تعامل و ارتقای کیفیت فرآیند یادگیری شود، در حالی که انتخاب نامناسب آن‌ها ممکن است منجر به خستگی ذهنی و کاهش بهره‌وری یادگیری گردد (۷). با وجود اهمیت اثبات‌شده تأثیر رنگ بر محیط‌های آموزشی، همچنان در بسیاری از طراحی‌های معماری توجه کافی به ابعاد روان‌شناختی دانشجویان نمی‌شود (۸، ۹). بسیاری از فضاهای آموزشی موجود فاقد هماهنگی لازم با نیازهای روان‌شناختی دانشجویان هستند، که این امر می‌تواند موجب کاهش انگیزه، تعامل اجتماعی و بازده تحصیلی گردد (۱۰). یکی از چالش‌های اساسی در این زمینه، درک تأثیر رنگ بر ادراک و احساسات دانشجویان به شیوه‌ای علمی و مبتنی بر داده‌های تجربی است. از این رو، بررسی ترجیح رنگ دانشجویان در محیط‌های آموزشی، می‌تواند در بهبود طراحی فضاهای یادگیری و ارتقای کیفیت محیط‌های آموزشی نقش بسزایی داشته باشد (۱۱-۱۵).

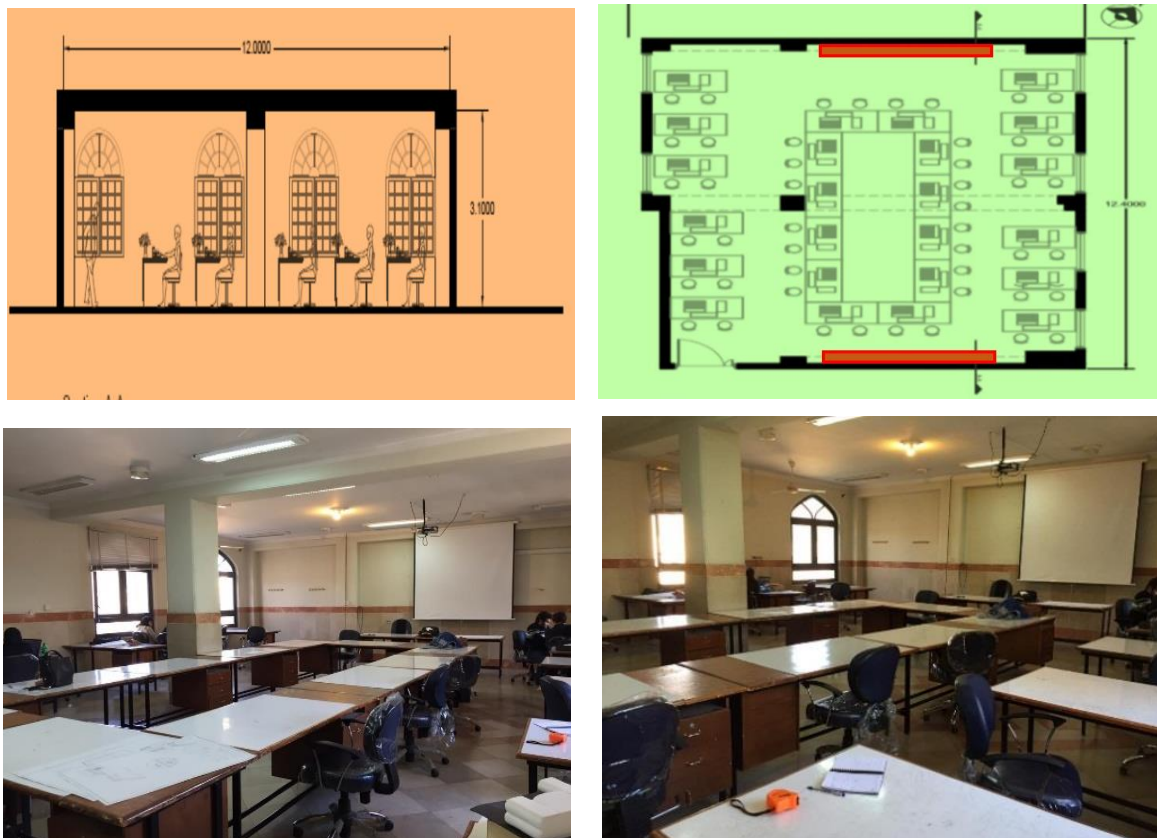
نظریه‌های مربوط به ترجیح رنگ نشان می‌دهند که ویژگی‌های رنگ می‌تواند تأثیر عمیقی بر احساسات، ادراک و عملکرد کاربران داشته باشند (۱۶). از سوی دیگر، فناوری واقعیت مجازی به عنوان یک ابزار نوین پژوهشی امکان شبیه‌سازی محیط‌های معماری را فراهم آورده و به پژوهشگران اجازه می‌دهد تا واکنش‌های شناختی و احساسی افراد نسبت به ویژگی‌های رنگی را در شرایط کنترل‌شده مورد ارزیابی قرار دهند (۱۷). به عنوان مثال، شباهت و همکاران با استفاده از رویکرد واقعیت مجازی نشان دادند که ارزیابی طراحی رنگ در فضاهای معماری می‌تواند به بهبود تجربه کاربری منجر شود (۱۸). همچنین، خوان و همکاران با انجام آزمایش‌های مبتنی بر واقعیت مجازی، ارتباط بین ویژگی‌های رنگ داخلی و ادراک فضایی را به طور تجربی مستدل ساختند (۱۹). علاوه بر این، جاگلرز کاربرد فناوری واقعیت مجازی را در ارزیابی طراحی معماری مورد بررسی قرار داده و نقش آن در پل زدن میان نظریه‌های رنگ و عمل طراحی معاصر را برجسته نمودند (۲۰). این یافته‌ها به وضوح نشان می‌دهد که تلفیق فناوری‌های نوین با نظریه‌های پیشرفته رنگ می‌تواند افق‌های نوینی را در طراحی بهینه فضاهای آموزشی بگشاید. این پژوهش با هدف شناسایی ترجیح رنگ دانشجویان معماری و بررسی تأثیر ویژگی‌های رنگ (نظیر شفافیت، نشاط‌آوری، نزدیکی و پویایی) بر ادراک و احساسات آن‌ها انجام شده است. برای این منظور، از فناوری واقعیت مجازی برای شبیه‌سازی محیط‌های آموزشی و بررسی واکنش‌های دانشجویان به رنگ‌های مختلف استفاده شده است. پرسش‌های اصلی این پژوهش عبارتند از: (۱) چه رنگ‌هایی بیشترین تأثیر را بر شفافیت، نشاط و تمرکز دارند؟ (۲) رنگ‌ها چه تأثیری بر پاسخ‌های احساسی دانشجویان در محیط کارگاه معماری دارند؟ نوآوری این پژوهش در استفاده از فناوری واقعیت مجازی برای بررسی تجربی تأثیر رنگ در فضاهای آموزشی نهفته است. برخلاف روش‌های متداول که به نظرسنجی‌های مستقیم متکی هستند، استفاده از شبیه‌سازی‌های واقعیت مجازی امکان بررسی واکنش‌های شناختی و احساسی دانشجویان را در محیط‌های کنترل‌شده فراهم می‌کند. نتایج این پژوهش می‌تواند مبنای علمی برای طراحی بهینه فضاهای آموزشی بر اساس نیازهای روان‌شناختی دانشجویان باشد و به معماران و طراحان داخلی در ایجاد محیط‌های یادگیری مؤثر و انگیزه‌بخش کمک کند.

۲- روش تجربی

۲-۱- روش تحقیق و مراحل پژوهش

این تحقیق در یک آتلیه آموزشی در بخش معماری دانشگاه شیراز با پوشش‌های مات و رنگ‌های کرم و قهوه‌ای کمرنگ به‌منظور شبیه‌سازی یک محیط یادگیری واقعی اجرا شد (شکل ۱). نورپردازی فضا از ترکیب نور طبیعی (از طریق پنجره‌ها) و نور مصنوعی (با استفاده از مهتابی‌های نصب‌شده در سقف و بالای میزها) تأمین گردید تا شرایط نوری به گونه‌ای تنظیم شود که تأثیر رنگ‌ها در ارزیابی احساسات شرکت‌کنندگان به حداقل برسد. شرکت‌کنندگان شامل سی نفر دانشجوی کارشناسی معماری در بازه سنی نوزده تا بیست و پنج سال بودند (شکل ۲) که به‌صورت تصادفی انتخاب شدند.

مقاله پذیرفته شده



شکل ۱: نقشه و وضع موجود آتلیه.
Figure 1: Map and current status of the atelier.

از آنجا که دانشجویان سال اول معماری هنوز واحدی تخصصی در نظریه یا روان‌شناسی رنگ نگذرانده‌اند، هیچ‌یک پیش‌زمینه عملی یا نظری در تحلیل معنایی رنگ‌ها نداشتند. این امر تضمین می‌کند که پاسخ‌های ثبت‌شده صرفاً ناشی از ادراک احساسی و شناختی رنگ‌ها در محیط شبیه‌سازی شده بوده و تحت تأثیر دانش پیشین شرکت‌کنندگان قرار نگرفته است.

برای اجرای آزمایش از یک عینک واقعیت مجازی سامسونگ گیر^۱ استفاده شد؛ برای نمایش محیط‌های رنگی، از هدست سامسونگ (مدل ۲۰۱۷) استفاده شد که با تلفن هوشمند سامسونگ سازگار است. این ترکیب از نمایشگر آمولد^۲ با وضوح ۱۴۴۰×۲۹۶۰ پیکسل بهره می‌برد و نرخ بازسازی تصویر آن ۶۰ هرتز است. میدان دید حدود ۹۶ درجه (افقی) امکان ایجاد حس فراگیری محیط را فراهم می‌کند بی آن‌که لبه‌های تصویر شدیداً دیده شوند. تأخیر ورودی^۳ در حدود ۲۰ میلی‌ثانیه اندازه‌گیری شده، که پایین‌تر از آستانه‌ی تشخیص حرکت چشم برای اغلب کاربران است و بنابراین از ایجاد بیماری حرکت جلوگیری می‌کند.

لنزهای اپتیکال داخلی از نوع آکروماتیک بوده و انحراف رنگی^۴ را تا حد قابل‌قبولی کم می‌کنند؛ ضمناً دیستورشن لنزی به کمک الگوریتم‌های تصحیح نرم‌افزاری در اپلیکیشن کنترل شد. هدف از این انتخاب، ارائه‌ی تصویری با کیفیت و بدون اعوجاج بود تا ادراک شرکت‌کنندگان صرفاً بر ویژگی‌های رنگ متمرکز شود.

هدست فاقد انحراف رنگی^۵ است و تنها گردش سر^۶ ثابت می‌کند؛ از آنجاکه محیط مجازی ثابت و ایستا طراحی شده بود، این محدودیت خللی در تجربه‌ی کاربری ایجاد نکرد و تمامی آزمودنی‌ها توانستند با چرخش طبیعی سر، تمامی زوایای اتاق شبیه‌سازی‌شده را بدون نیاز به جابجایی واقعی ببینند.

همچنین، یک پرسشنامه مبتنی بر معیارهای معنایی افتراقی طراحی گردید تا ادراک و احساسات شرکت‌کنندگان نسبت به رنگ‌های مختلف اندازه‌گیری شود.

^۱Samsung Gear VR
^۲ Samsung Galaxy S8
^۳AMOLED

^۴latency

^۵ motion sickness

^۶ chromatic aberration

^۷ 6DoF

^۸ 3DoF

مقاله پذیرفته شده



شکل ۲: شرکت کنندگان در آزمایش.
Figure 2: Participants in the experiment.

برای تعیین مؤلفه‌های دوتایی مورد استفاده در پرسشنامه، ابتدا یک مرور نظام‌مند بر ادبیات روان‌شناسی رنگ و ادراک محیط انجام شد؛ مطالعات کلاسیک معنایی- افتراقی نشان داده‌اند که ادراک رنگ را می‌توان با جفت‌هایی چون «شفافیت-کدری»، «نشاط‌آوری- افسردگی» و «گرمی-سردی» به‌طور کمی سنجید (۲۱، ۱۲) و نظریه‌ی ارزش بوم‌سازگاری نیز دامنه‌ی گسترده‌ای از پاسخ‌های عاطفی به رنگ‌ها مانند «جذابیت- ناخوشایندی» و «اثرگذاری- بی‌اثری» را تبیین می‌کند (۲۲، ۲۳) علاوه بر این، مطالعات ادراک فضایی و دینامیک محیط بر ابعاد «پویایی-راکدی»، «نزدیکی- دوری» و «تعادل-عدم تعادل» تأکید دارند (۱۷، ۲۰). سپس، با توجه به زمینه‌ی آموزشی معماری و لزوم پرداختن به جنبه‌های زیباشناختی و اجتماعی محیط یادگیری، مؤلفه‌های «سادگی- پیچیدگی»، «عادی بودن-غیرمعمول بودن»، «خودمانی بودن-تمایز» و «تواضع-بی‌پروایی» نیز افزوده شد تا مجموعه‌ی ۲۴ جفت زیر، در پوشش کامل واکنش‌های شناختی و احساسی دانشجویان کاربردی باشد:

دور یا نزدیک، غم انگیز یا مسرور، گرم یا سرد، متمایز یا خودمانی، ساده یا پیچیده، غیر معمول یا عادی، متواضع یا جسورانه، قابل انتظار یا غیر قابل انتظار، پراکندگی یا انسجام، اثرگذاری یا بی‌اثر، ضعیف یا قوی، خوشایندی یا ناخوشایندی، دعوت کنندگی یا دفع کننده، آرامش بخش یا آزاردهنده، هیجان انگیزی یا خسته کننده، هارمونی یا ناهماهنگی، منفی یا مثبت، جذابیت یا ناخوشایند، متعادل و غیر متعادل، پویایی یا ساکن بودن، نرم و لطیف یا زبر و خشن، کوچک یا بزرگ، نشاط‌آوری یا افسرده کنندگی، شفافیت یا کدری.

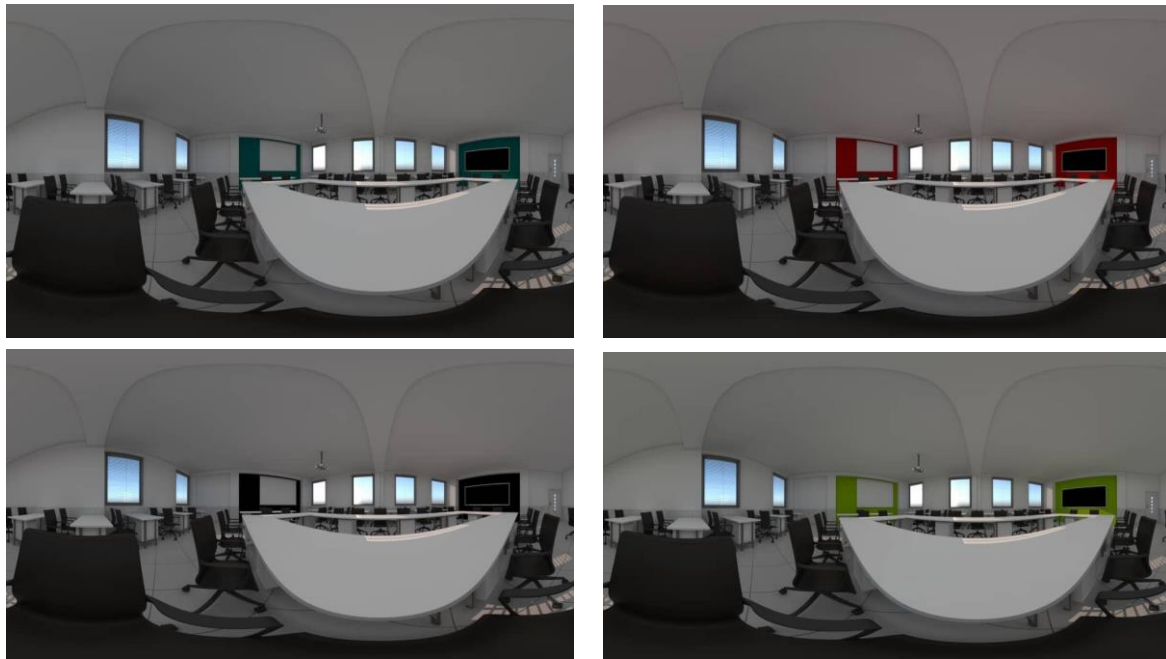
در ادامه کدهای رنگی مطابق با جدول ۱ تهیه و در شبیه سازی اعمال گردید:

جدول ۱: کدهای رنگی به کار رفته در شبیه سازی.

Table1: The color codes used in the simulation.

Color Name	RGB	HEX	HSL	Short Description (Psychological impression)
Light Green	(102, 205, 170)	#66CDAA	160°, 50%, 60%	Sense of calm, freshness, and balance
Red	(220, 20, 60)	#DC143C	348°, 83%, 47%	Stimulating, energetic, tension-inducing
Purple	(138, 43, 226)	#8A2BE2	271°, 76%, 53%	Creativity, mysterious, positive excitement
Black	(0, 0, 0)	#000000	0°, 0%, 0%	Heaviness, formality, seriousness
Orange	(255, 140, 0)	#FF8C00	33°, 100%, 50%	Cheerful, sociable, warm
Blue	(70, 130, 180)	#4682B4	207°, 44%, 49%	Trust, stability, focus
Yellow	(255, 215, 0)	#FFD700	51°, 100%, 50%	Cheerfulness, attention-grabbing, warmth
Current Status	(205, 192, 176)	#CDC0B0	34°, 26%, 75%	Neutral, conservative, low stimulation

بستر شبیه‌سازی بر اساس تأثیرات رنگ‌های آزمایشی روی دو دیوار مقابل هم برای تدریس انتخاب شد (شکل ۳). با خنثی گرفتن تمام سطوح به جز دیوارهای تحت آزمایش، تنها متغیر مستقل (رنگ آزمایشی) باقی می‌ماند و سردرگمی ادراکی حذف می‌شود. آزمایش در دو روز متوالی و به‌صورت جلسه‌های گروهی (دو گروه ۱۵ نفره) از ساعت ۸ صبح تا ۵ عصر برگزار شد. در ابتدای هر جلسه، محقق هدف آزمایش، اهمیت تأثیر رنگ‌ها در محیط‌های آموزشی و نحوه استفاده از پرسشنامه را به شرکت کنندگان توضیح داد. سپس، شرکت کنندگان به‌صورت فردی وارد کلاس شده و به مدت ۳۰ دقیقه با استفاده از عینک واقعیت مجازی، محیط‌های رنگی مختلف را مشاهده و ادراکات خود را از طریق پرسشنامه ثبت نمودند. در صورت بروز هرگونه ابهام در درک مفاهیم پرسشنامه، محقق توضیحات لازم را ارائه کرد.



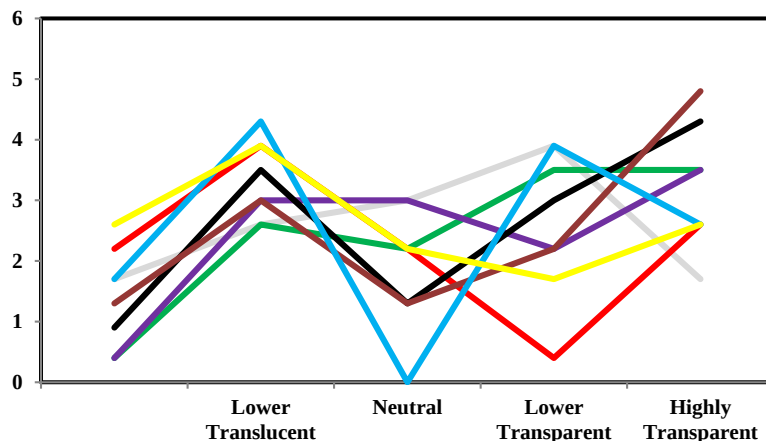
شکل ۳: وضعیت مشاهده شده ی کلاس با استفاده از عینک و رنگ های مورد آزمایش.
Figure 3: Observed condition of the class using glasses and the tested colors.

داده های جمع آوری شده با استفاده از آزمون کای اسکوتر به منظور شناسایی ترجیح رنگ و ارزیابی معناداری تفاوت های بین رنگ ها از نظر ویژگی های مختلف آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. این آزمون امکان سنجش دقیق تفاوت های مشاهده شده در پاسخ های شرکت کنندگان را فراهم ساخت و الگوهای ترجیحی در میان رنگ های مورد آزمایش را مشخص نمود. در ادامه، هر یک از ویژگی روان معنایی (نظیر شفافیت/کدری، نشاط آوری/فسردگی، نزدیکی/دوری و غیره) به صورت دوتایی با استفاده از آزمون کای اسکوتر مقایسه شد تا تفاوت معنادار واکنش شرکت کنندگان به رنگ های مختلف در هر یک از این جفت ویژگی ها مشخص گردد.

۳-۱- مقایسه ویژگی شفافیت یا کدری^۱

در این پژوهش، مفهوم «شفافیت» به طور مشخص به ویژگی ادراکی رنگ اشاره دارد، نه به شفافیت مصالح یا نماهای معماری در طراحی داخلی، افزایش شفافیت رنگی باعث می شود که فضا پرنورتر و درخشان تر به نظر برسد، در حالی که کدری رنگ منجر به احساس سنگینی و تمرکز بیشتر می شود. در این مطالعه، تکیه بر شفافیت رنگی است تا بتوان تأثیر آن را بر ادراک و احساسات دانشجویان در محیط آموزشی به دقت بررسی کرد.

برای بررسی معناداری تفاوت بین توزیع پاسخ ها نسبت به رنگ ها در متغیر «شفافیت»، از آزمون کای اسکوتر استفاده شد (شکل ۴ و جدول ۲). در این آزمون، فراوانی های مشاهده شده برای هر رنگ در هر سطح شفافیت با توزیع مورد انتظار (حالت برابر یا وضعیت رنگ موجود در محیط آموزشی) مقایسه شد. نتیجه آزمون برای ویژگی شفافیت در سطح خطای ۰.۰۱ معنادار بود. این به آن معناست که توزیع پاسخ ها نسبت به برخی رنگ ها (مثلاً نارنجی و مشکی) تفاوت معناداری با وضعیت فعلی دارد و این رنگ ها به شکل معناداری شفاف تر از رنگ موجود ادراک شده اند.



شکل ۴: توزیع درصد فراوانی مقایسه وضعیت ویژگی شفافیت یا کدری

Figure 4: Percentage frequency distribution comparing the feature of transparency or opacity.

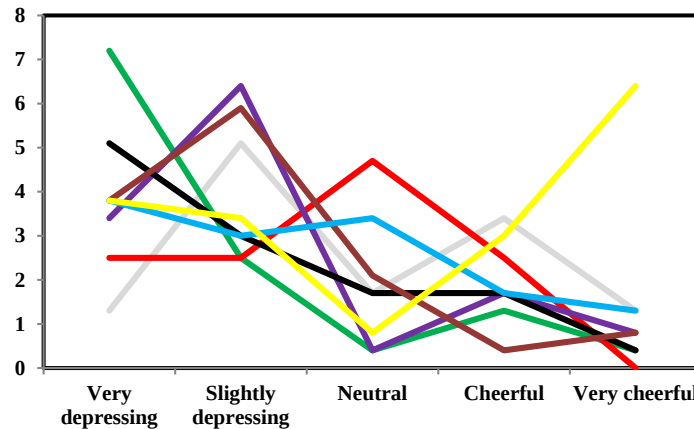
جدول ۲: شفافیت ادراکی رنگ‌ها در پنج سطح

Table 2: Perceived color transparency across five levels

	Very opaque	Slightly opaque	Neutral	Slightly transparent	Very transparent
Current	1.7	2.6	3	3.9	1.7
Green	0.4	2.6	2.2	3.5	3.5
Red	2.2	3.9	2.2	0.4	2.6
Purple	0.4	3	3	2.2	3.5
Black	0.9	3.5	1.3	3	4.3
Orange	1.3	3	1.3	2.2	4.8
Blue	1.7	4.3	0	3.9	2.6
Yellow	2.6	3.9	2.2	1.7	2.6

۳-۲- مقایسه ویژگی نشاط آوری یا افسرده کنندگی^۱

نتایج تحلیل داده‌ها برای ویژگی «نشاط‌آوری یا افسردگی» نشان داد (شکل ۵ و جدول ۳) که رنگ‌ها تأثیرات متفاوتی بر احساسات دانشجویان داشتند. براساس آزمون کای‌اسکوئر که در سطح خطای ۰,۰۰۱ معنادار شد، رنگ زرد بالاترین میزان نشاط‌آوری را در میان رنگ‌های آزمایش‌شده نشان داد و به‌طور معناداری بیشتر از رنگ موجود در آتلیه (کرم/قهوه‌ای) به‌عنوان رنگی پرنرژی و مثبت ارزیابی شد. در مقابل، رنگ قرمز و مشکی گرایش‌هایی نسبتاً منفی از نظر احساسی داشتند، در حالی که رنگ‌های بنفش، نارنجی و آبی در سطوح میانی قرار گرفتند و برخی از شرکت‌کنندگان آن‌ها را تا حدودی نشاط‌آور ارزیابی کردند. در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که رنگ‌های روشن و گرم مانند زرد بیشترین پتانسیل را برای ارتقای حس نشاط در محیط‌های آموزشی دارند، در حالی که رنگ‌های تیره‌تر یا طبیعی‌تر (مانند مشکی و سبز) ممکن است تأثیری معکوس داشته باشند.



شکل ۵: توزیع درصد فراوانی مقایسه وضعیت ویژگی نشاط آوری یا افسرده کنندگی
Figure 5: Percentage frequency distribution comparing the feature of cheerfulness or depressiveness

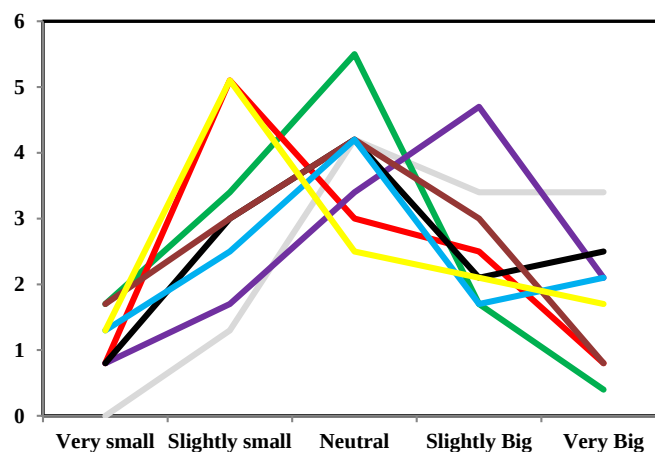
جدول ۳: نشاط آوری یا افسرده کنندگی رنگ ها در ۵ سطح

Table 3: Perceived cheerfulness and depression across five color emotion levels.

	Very depressed	Slightly depressed	Neutral	Low cheerfulness	High cheerfulness
Current	1.3	5.1	1.7	3.4	1.3
Green	7.2	2.5	0.4	1.3	0.4
Red	2.5	2.5	4.7	2.5	0
Purple	3.4	6.4	0.4	1.7	0.8
Black	5.1	3	1.7	1.7	0.4
Orange	3.8	5.9	2.1	0.4	0.8
Blue	3.8	3	3.4	1.7	1.3
Yellow	3.8	3.4	0.8	3	6.4

۳-۳- مقایسه ویژگی کوچک یا بزرگ^۱

تحلیل داده‌های مربوط به ویژگی «کوچکی یا بزرگی» رنگ‌ها نشان می‌دهد (شکل ۶ و جدول ۴) که ادراک بصری دانشجویان نسبت به اندازه نمایان فضا تحت تأثیر رنگ قرار می‌گیرد، اگرچه آزمون کای اسکوئر برای این متغیر در سطح خطای ۰/۰۵ معنادار نشد. با این حال، نتایج توصیفی بیانگر گرایش‌های جالبی هستند. رنگ‌های موجود در آتلیه (کرم/قهوه‌ای) بیشترین فراوانی را در دسته‌های «کمی بزرگ» و «خیلی بزرگ» داشتند که نشان‌دهنده تمایل دانشجویان به ادراک این رنگ به عنوان بزرگ‌نمای فضا است. در مقابل، رنگ سبز بیشترین درصد را در گزینه‌های «خنثی» و «کمی کوچک» داشت و کمترین میزان «خیلی بزرگ» بودن را نشان داد، که می‌تواند حاکی از کاهش احساس باز بودن یا وسعت فضا در حضور رنگ سبز باشد. سایر رنگ‌ها مانند بنفش و مشکی توزیع نسبتاً متعادلی در دسته‌های میانی تا بزرگ داشتند. بنابراین، گرچه تفاوت‌ها از نظر آماری معنادار نبودند، اما از نظر ادراکی می‌توان نتیجه گرفت که برخی رنگ‌ها مانند رنگ فعلی آتلیه یا بنفش می‌توانند احساس بزرگ‌تر بودن فضا را نسبت به رنگ‌هایی مانند سبز یا زرد افزایش دهند. این یافته‌ها می‌تواند در طراحی محیط‌های آموزشی با هدف بهینه‌سازی احساس وسعت فضایی مورد توجه قرار گیرد.



شکل ۶: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی کوچکی یا بزرگی.

Figure 6: Percentage frequency distribution comparing the feature of smallness or largeness.

جدول ۴: کوچکی یا بزرگی رنگ ها در ۵ سطح

Table 4: feature of smallness or largeness of colors

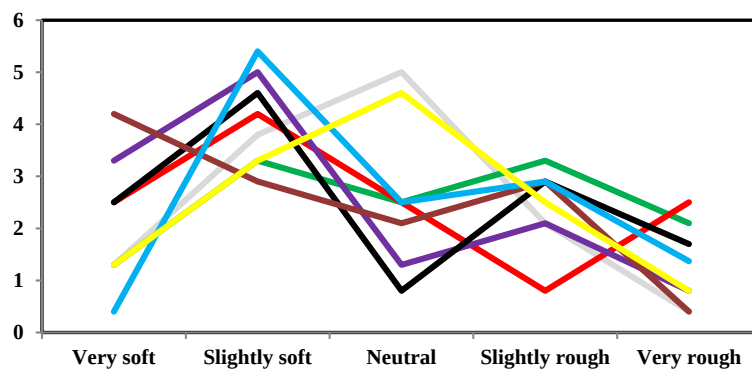
	Very small	Slightly small	Neutra	Slightly large	Very large
Curren	0	1.3	4.2	3.4	3.4
Green	1.7	3.4	5.5	1.7	0.4
Red	0.8	5.1	3	2.5	0.8
Purple	0.8	1.7	3.4	4.7	2.1
Black	0.8	3	4.2	2.1	2.5
Orange	1.7	3	4.2	3	0.8
Blue	1.3	2.5	4.2	1.7	2.1
Yellow	1.3	5.1	2.5	2.1	1.7

۳-۴- مقایسه ویژگی نرم و لطیف یا زبر و خشن^۱

تحلیل داده‌های مربوط به ویژگی «نرمی و لطافت یا زبری و خشونت» (شکل ۷ و جدول ۵) رنگ‌ها حاکی از تفاوت‌های قابل توجهی در ادراک حسی دانشجویان نسبت به رنگ‌های مختلف است. در این بررسی، رنگ بنفش و نارنجی بیشترین میزان «خیلی نرم» و «کمی نرم» را به خود اختصاص داده‌اند؛ به‌ویژه نارنجی با ۴/۲ درصد در «خیلی نرم» بالاترین امتیاز را دارد، که نشان‌دهنده تأثیر مثبت این رنگ‌ها بر ایجاد احساس لطافت در محیط آموزشی است. در مقابل، رنگ قرمز با بیشترین درصد در دسته «خیلی زبر» (۲/۵ درصد) و همچنین «کمی زبر»، زبرترین رنگ از دیدگاه پاسخ‌دهندگان ارزیابی شده است.

رنگ موجود در آتلیه نیز عمدتاً به عنوان یک رنگ خنثی در این ویژگی ادراک شده است (۵ درصد در سطح «خنثی») و سهم آن در دو سر طیف نرمی یا زبری پایین است، که می‌تواند نشانگر بی‌تفاوتی ادراکی نسبت به این رنگ باشد. سایر رنگ‌ها نظیر آبی و مشکی دارای توزیع متوازن‌تری در سطوح نرم تا زبر هستند، اما تفاوت آنها در مقایسه با بنفش و نارنجی کمتر به چشم می‌خورد.

این نتایج که از طریق آزمون کای‌اسکوئر در سطح معناداری ۰/۰۵ تأیید شده‌اند، بیانگر این است که انتخاب رنگ مناسب می‌تواند به‌طور معناداری بر ادراکات لمسی-روانی دانشجویان در فضاهای آموزشی تأثیر بگذارد. استفاده از رنگ‌هایی مانند نارنجی و بنفش که حس لطافت بیشتری القا می‌کنند، می‌تواند به بهبود تجربه فضایی و کاهش تنش در محیط‌های یادگیری کمک کند.



شکل ۷: توزیع درصد فراوانی مقایسه وضعیت ویژگی لطافت و نرمی یا زبری و خشنی.
Figure 7: Percentage frequency distribution comparing the feature of softness or roughness.

جدول ۵: لطافت و نرمی یا زبری و خشنی

Table 5: feature of softness or roughness

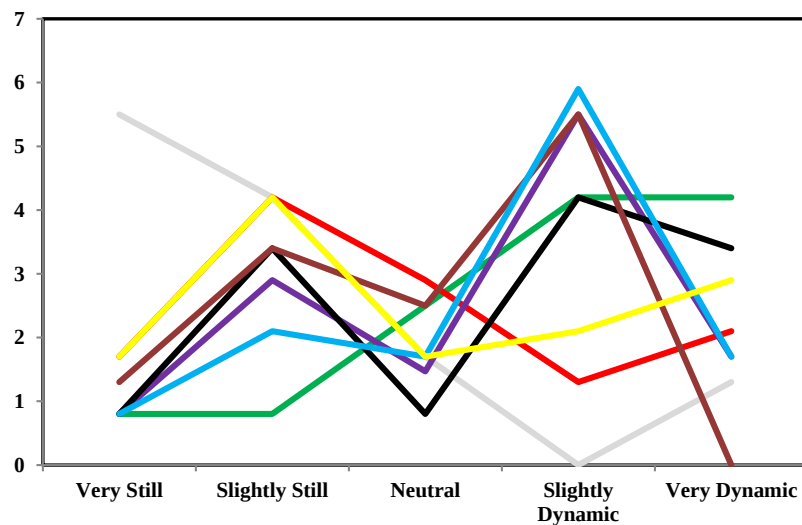
	Very soft	Slightly soft	Neutral	Slightly rough	Very rough
Current	1.3	3.8	5	2.1	0.4
Green	1.3	3.3	2.5	3.3	2.1
Red	2.5	4.2	2.5	0.8	2.5
Purple	3.3	5	1.3	2.1	0.8
Black	2.5	4.6	0.8	2.9	1.7
Orange	4.2	2.9	2.1	2.9	0.4
Blue	0.4	5.4	2.5	2.9	1.3
Yellow	1.3	3.3	4.6	2.5	0.8

۳-۵- مقایسه ویژگی پویایی یا ساکن بودن^۱

داده‌های مربوط به ویژگی «پویایی یا ساکن بودن» (شکل ۸ و جدول ۶) نشان‌دهنده تفاوت‌های معنادار در ادراک روانی دانشجویان نسبت به رنگ‌های مختلف در محیط‌های آموزشی است. رنگ سبز، با بیشترین درصد در سطوح «کمی پویا» و «خیلی پویا» (هر دو با ۴/۲ درصد)، بالاترین میزان ادراک پویایی را به خود اختصاص داده است. این ویژگی در رنگ‌های آبی، نارنجی و مشکی نیز با درصدهای بالا در بخش‌های «کمی پویا» و «خیلی پویا» دیده می‌شود. به‌ویژه رنگ آبی با ۵٫۹٪ در سطح «کمی پویا» بالاترین مقدار را بین تمامی رنگ‌ها دارد.

در مقابل، رنگ موجود در آتلیه با ۵/۵ درصد در سطح «کاملاً ساکن» و ۴/۲ درصد در سطح «کمی ساکن»، بیشترین ادراک سکون و راکدی را از سوی پاسخ‌دهندگان ایجاد کرده است، که نشان‌دهنده ضعف این رنگ در ایجاد تحرک ذهنی و ادراک فضایی است. همچنین، رنگ‌هایی مانند زرد و قرمز نیز درصدهای نسبتاً بالایی در سطوح ساکن دارند، اگرچه میزان پویایی آن‌ها نسبت به رنگ موجود قابل توجه‌تر است.

آزمون کای‌اسکوئر در سطح معناداری ۰/۰۱ انجام شده و تفاوت‌های آماری تأیید شده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که رنگ‌هایی نظیر سبز، آبی و نارنجی به طور معناداری باعث ایجاد احساس پویایی در فضا می‌شوند و می‌توانند برای طراحی فضاهای آموزشی که نیاز به تحریک بصری و ذهنی دارند، انتخاب مناسبی باشند. در مقابل، استفاده بیش از حد از رنگ‌های ساکن می‌تواند منجر به کاهش انگیزش و تحرک روانی دانشجویان شود.



شکل ۸: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی پویایی یا راکد و ساکن بودن.
Figure 8: Percentage frequency distribution comparing the feature of dynamism or stillness.

جدول ۶: پویایی یا راکد و ساکن بودن

Table 6: feature of dynamism or stillness.

	Very still	Slightly still	Neutral	Slightly dynamic	Very dynamic
Current	5.5	4.2	1.7	0	1.3
Green	0.8	0.8	2.5	4.2	4.2
Red	1.7	4.2	2.9	1.3	2.1
Purple	0.8	2.9	1.47	5.5	1.7
Black	0.8	3.4	0.8	4.2	3.4
Orange	1.3	3.4	2.5	5.5	0
Blue	0.8	2.1	1.7	5.9	1.7
Yellow	1.7	4.2	1.7	2.1	2.9

۳-۶- مقایسه ویژگی متعادل و غیر متعادل^۱

داده‌های مربوط به ویژگی «متعادل و آرامش‌بخش بودن یا عجیب و ناآشنا بودن» رنگ‌ها نشان می‌دهد (شکل ۹ و جدول ۷) که ادراک شرکت‌کنندگان از تعادل روانی فضا، به شدت با نوع رنگ به کاررفته در محیط آموزشی ارتباط دارد. رنگ نارنجی بیشترین درصد را در سطح «کاملاً متعادل» (۴/۶ درصد) و همچنین درصد قابل توجهی در سطح «کمی متعادل» (۲/۵ درصد) دارد که آن را به یکی از متعادل‌ترین رنگ‌ها از دیدگاه پاسخ‌دهندگان تبدیل می‌کند. پس از آن رنگ آبی با ۲/۹ درصد در سطح «کاملاً متعادل» و ۲/۵ درصد در «کمی متعادل» نیز نشان‌دهنده تأثیر مثبت بر ادراک تعادل محیط است.

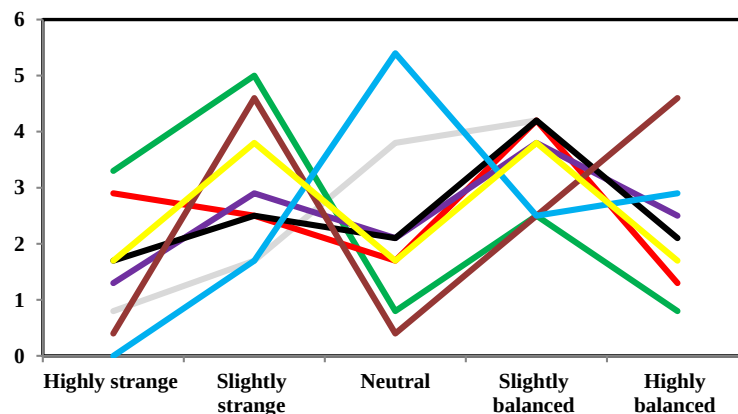
در مقابل، رنگ سبز با درصدهای بالا در سطوح «کاملاً عجیب» (۳/۳ درصد) و «کمی عجیب» (۵ درصد) بیشترین احساس بی‌تعادلی و ناآشنایی را ایجاد کرده است. رنگ قرمز نیز در مجموع با ۵/۴ درصد در بخش‌های عجیب، نشان می‌دهد که برای بسیاری از شرکت‌کنندگان حس ناپایداری یا بی‌ثباتی القا کرده است.

رنگ موجود در آتلیه نیز توزیع تقریباً متعادلی دارد: ۴/۲ درصد در سطح «کمی متعادل» و ۲/۱ درصد در سطح «کاملاً متعادل»، ولی در عین حال با ۳/۸ درصد در سطح خنثی، نسبت به سایر رنگ‌ها، ویژگی تعادل کمتری القا می‌کند.

آزمون کای‌اسکوئر با سطح معناداری ۰/۰۱ این تفاوت‌ها را تأیید کرده است. در نتیجه، می‌توان نتیجه گرفت که رنگ‌هایی مانند نارنجی، آبی و بنفش بیشترین توان را در ایجاد احساس تعادل و آرامش روانی در فضای آموزشی دارند، در حالی که رنگی مانند

^۱Balanced/Strange

قرمز ممکن است موجب احساس ناآشنایی یا بی‌نظمی در کاربران شوند. این یافته‌ها برای طراحی محیط‌های یادگیری با تمرکز بر ایجاد حس امنیت و آرامش بسیار حائز اهمیت هستند.



شکل ۹: درصد فراوانی مقایسه ویژگی متعادل و آرام یا عجیب و غیر متعادل بودن.

Figure 9: Percentage frequency distribution comparing the feature of balanced and calm or strange and unbalanced.

جدول ۷: متعادل و آرام یا عجیب و غیر متعادل بودن.

Table 7: feature of balanced and calm or strange and unbalanced

	Highly strange	Slightly strange	Neutral	Slightly balanced	Highly balanced
Current	0.8	1.7	3.8	4.2	2.1
Green	3.3	5	0.8	2.5	0.8
Red	2.9	2.5	1.7	4.2	1.3
Purple	1.3	2.9	2.1	3.8	2.5
Black	1.7	2.5	2.1	4.2	2.1
Orange	0.4	4.6	0.4	2.5	4.6
Blue	0	1.7	5.4	2.5	2.9
Yellow	1.7	3.8	1.7	3.8	1.7

۷-۳- مقایسه ویژگی جذابیت یا ناخوشایند^۱

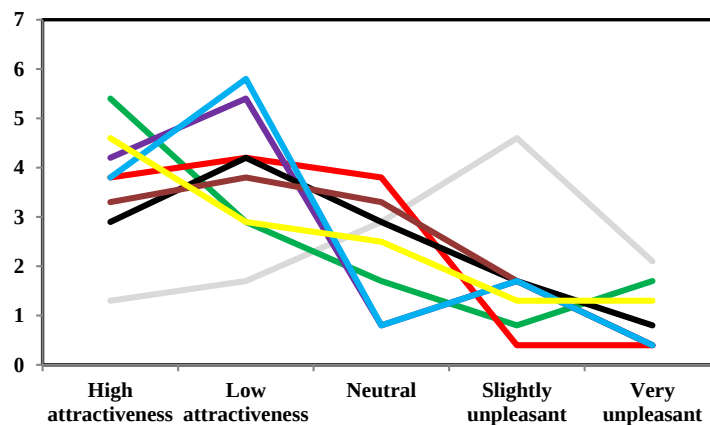
داده‌های مربوط به ویژگی «متعادل و آرامش‌بخش بودن یا عجیب و ناآشنا بودن» رنگ‌ها نشان می‌دهد (شکل ۱۰ و جدول ۸) که ادراک شرکت‌کنندگان از تعادل روانی فضا، به‌شدت با نوع رنگ به‌کاررفته در محیط آموزشی ارتباط دارد. رنگ نارنجی بیشترین درصد را در سطح «کاملاً متعادل» (۴/۶ درصد) و همچنین درصد قابل‌توجهی در سطح «کمی متعادل» (۲/۵ درصد) دارد که آن را به یکی از متعادل‌ترین رنگ‌ها از دیدگاه پاسخ‌دهندگان تبدیل می‌کند. پس از آن رنگ آبی با ۲/۹ درصد در سطح «کاملاً متعادل» و ۲/۵ درصد در «کمی متعادل» نیز نشان‌دهنده تأثیر مثبت بر ادراک تعادل محیط است.

در مقابل، رنگ سبز با درصدهای بالا در سطوح «کاملاً عجیب» (۳/۳ درصد) و «کمی عجیب» (۵ درصد) بیشترین احساس بی‌تعادلی و ناآشنایی را ایجاد کرده است. رنگ قرمز نیز در مجموع با ۵/۴ درصد در بخش‌های عجیب، نشان می‌دهد که برای بسیاری از شرکت‌کنندگان حس ناپایداری یا بی‌ثباتی القا کرده است.

رنگ موجود در آتلیه نیز توزیع تقریباً متعادلی دارد: ۴/۲ درصد در سطح «کمی متعادل» و ۲/۱ درصد در سطح «کاملاً متعادل»، ولی در عین حال با ۳/۸ درصد در سطح خنثی، نسبت به سایر رنگ‌ها، ویژگی تعادل کمتری القا می‌کند.

آزمون کای‌اسکوئر با سطح معناداری ۰/۰۱ این تفاوت‌ها را تأیید کرده است. در نتیجه، می‌توان نتیجه گرفت که رنگ‌هایی مانند نارنجی، آبی و بنفش بیشترین توان را در ایجاد احساس تعادل و آرامش روانی در فضای آموزشی دارند، در حالی که رنگی مانند

قرمز ممکن است موجب احساس ناآشنایی یا بی‌نظمی در کاربران شوند. این یافته‌ها برای طراحی محیط‌های یادگیری با تمرکز بر ایجاد حس امنیت و آرامش بسیار حائز اهمیت هستند.



شکل ۱۰: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی جذابیت یا ناخوش آیند بودن
Figure 10: Percentage frequency distribution comparing the feature of attractiveness or unpleasantness.

جدول ۸: جذابیت یا ناخوش آیند بودن

Table 8: feature of attractiveness or unpleasantness

	High attractiveness	Low attractiveness	Neutral	Slightly unpleasant	Very unpleasant
Current	1.3	1.7	2.9	4.6	2.1
Green	5.4	2.9	1.7	0.8	17
Red	3.8	4.2	3.8	0.4	0.4
Purple	4.2	5.4	0.8	1.7	0.4
Black	2.9	4.2	2.9	1.7	0.8
Orange	3.3	3.8	3.3	1.7	0.4
Blue	3.8	5.8	0.8	1.7	0.4
Yellow	4.6	2.9	2.5	1.3	1.3

۳-۸- مقایسه ویژگی منفی یا مثبت^۱

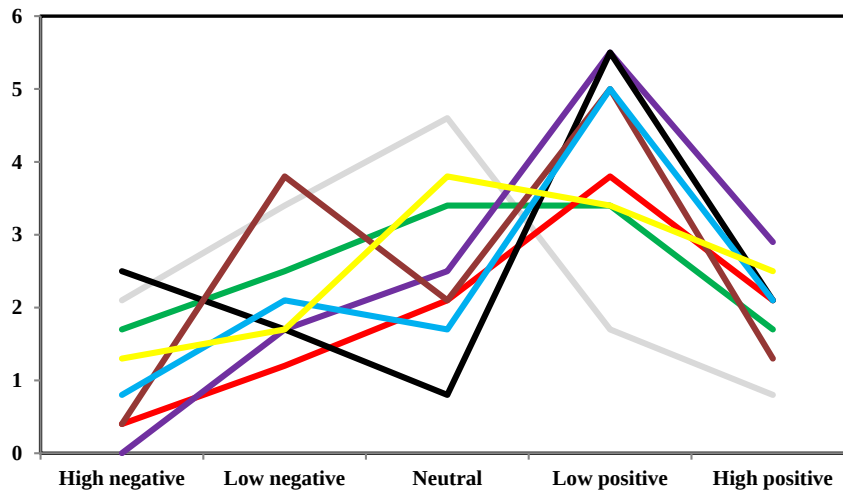
تحلیل داده‌های مربوط به ویژگی «مثبت یا منفی بودن» رنگ‌ها در شکل ۱۱ و جدول ۹ نشان می‌دهد که ادراک روان‌شناختی رنگ‌ها از منظر ارزش‌گذاری احساسی تفاوت قابل‌توجهی با رنگ موجود در آتلیه دارد. رنگ بنفش بالاترین میزان ویژگی مثبت را در بین رنگ‌ها داراست، به‌طوری که ۵/۵ درصد از پاسخ‌دهندگان آن را «کمی مثبت» و ۲/۹ درصد «بسیار مثبت» ارزیابی کرده‌اند، بدون اینکه هیچ‌گونه پاسخ «بسیار منفی» دریافت کرده باشد.

رنگ سیاه نیز در رتبه دوم مثبت‌ترین رنگ‌ها قرار گرفته و با ۵/۵ درصد در سطح «کمی مثبت» و ۲/۱ درصد در «بسیار مثبت»، علی‌رغم داشتن ۲/۵ درصد ارزیابی «بسیار منفی»، به‌عنوان رنگی با تأثیر دوگانه اما قابل‌قبول شناخته می‌شود. رنگ‌های آبی، نارنجی و زرد نیز دارای سطوح بالای پاسخ‌های مثبت هستند و نسبت پاسخ‌های منفی در آن‌ها پایین است.

در مقابل، رنگ موجود در آتلیه بیشترین درصد پاسخ «خنثی» را دارد (۴/۶ درصد)، اما در عین حال دارای بالاترین میزان پاسخ‌های منفی (۲/۱ درصد «بسیار منفی» و ۳/۴ درصد «کمی منفی») نیز هست. این موضوع نشان‌دهنده ارزیابی ضعیف رنگ فعلی از دیدگاه شرکت‌کنندگان است.

مقاله پذیرفته شده

بر اساس آزمون کای اسکوئر که در سطح خطای ۰/۱ معنادار شده است، می‌توان نتیجه گرفت که رنگ‌های مورد بررسی در ادراکات مثبت یا منفی تفاوت معناداری با رنگ موجود دارند. بنابراین، در طراحی محیط‌های آموزشی استفاده از رنگ‌هایی مانند بنفش، آبی یا نارنجی می‌تواند منجر به ارتقاء فضای روانی مثبت در میان کاربران شود.



شکل ۱۱: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی مثبت یا منفی بودن.

Figure 11: Percentage frequency distribution comparing the feature of positivity or negativity

جدول ۹: مثبت یا منفی بودن.

Table 9: feature of positivity or negativity

	High negative	Low negative	Neutral	Low positive	High positive
Current	2.1	3.4	4.6	1.7	0.8
Green	1.7	2.5	3.4	3.4	1.7
Red	0.4	1.2	2.1	3.8	2.1
Purple	0	1.7	2.5	5.5	2.9
Black	2.5	1.7	0.8	5.5	2.1
Orange	0.4	3.8	2.1	5	1.3
Blue	0.8	2.1	1.7	5	2.1
Yellow	1.3	1.7	3.8	3.4	2.5

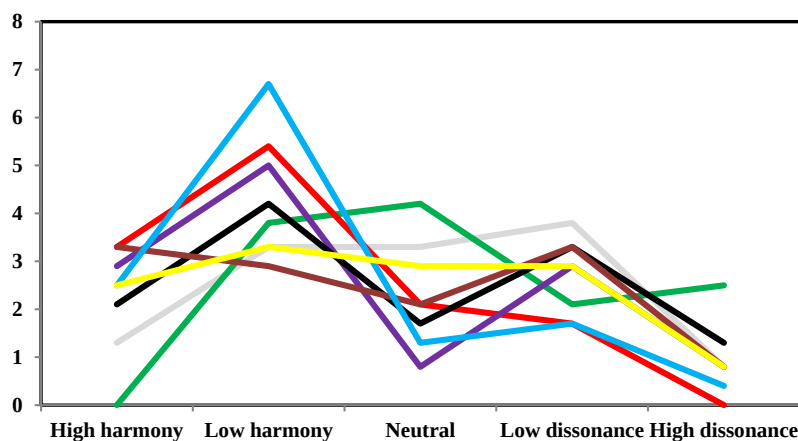
۳-۹- مقایسه ویژگی هارمونی یا ناهماهنگی^۱

در تحلیل داده‌های شکل ۱۲ و جدول ۱۰ مربوط به ویژگی هارمونی یا ناهماهنگی رنگ‌ها، مشاهده می‌شود که درک شرکت‌کنندگان نسبت به تعادل بصری رنگ‌ها در محیط آموزشی تفاوت‌های قابل توجهی با وضعیت موجود دارد. رنگ قرمز با بالاترین درصد در «هارمونی بالا» (۳/۳ درصد) و سطح پایین ناهماهنگی، در کنار رنگ نارنجی و آبی از نظر هماهنگی بیشترین امتیاز را دریافت کرده‌اند. رنگ‌های بنفش و مشکی نیز از سوی بخشی از پاسخ‌دهندگان به‌عنوان رنگ‌های نسبتاً هماهنگ ارزیابی شده‌اند.

در نقطه مقابل، رنگ سبز بیشترین میزان «ناسازگاری بالا» را دارد (۲/۵ درصد)، در حالی که هیچ‌گونه امتیازی در بخش «هارمونی بالا» کسب نکرده است و در سطح «خنثی» بالاترین درصد را (۴/۲ درصد) دارد که نشان می‌دهد این رنگ برای بسیاری از شرکت‌کنندگان فاقد تأثیر روشن از نظر هماهنگی بوده است.

رنگ موجود در آتلیه نیز عملکرد متوسطی داشته است: ۳/۳ درصد «هارمونی پایین»، ۳/۳ درصد «خنثی» و ۳/۸ درصد «ناسازگاری پایین». این وضعیت نشان می‌دهد که فضای فعلی به‌عنوان نه کاملاً هماهنگ و نه به‌وضوح ناهماهنگ ادراک شده است، اما فاقد قدرت متمایز در ایجاد احساس تعادل رنگی است.

با توجه به نتایج آزمون کای اسکور در سطح معناداری ۰/۰۸ (که نزدیک به آستانه پذیرش ۰/۰۵ است)، می‌توان گفت که اگرچه تفاوت‌ها از نظر آماری کاملاً معنادار نیستند، اما تمایلات مشخصی در ترجیح رنگ‌های قرمز، نارنجی و آبی از نظر هماهنگی وجود دارد. این نتایج نشان می‌دهد که انتخاب این رنگ‌ها می‌تواند به بهبود حس تعادل و هارمونی در طراحی محیط‌های آموزشی کمک کند.



شکل ۱۲: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی هارمونی و هماهنگی یا عدم هماهنگ بودن.

Figure 12: Percentage frequency distribution comparing the feature of harmony and coordination or lack of coordination .

جدول ۱۰: هارمونی و هماهنگی یا عدم هماهنگ بودن.

Table 10: feature of harmony and coordination or lack of coordination

	High harmony	Low harmony	Neutral	Low dissonance	High dissonance
Current	1.3	3.3	3.3	3.8	0.8
Green	0	3.8	4.2	2.1	2.5
Red	3.3	5.4	2.1	1.7	0
Purple	2.9	5	0.8	2.9	0.8
Black	2.1	4.2	1.7	3.3	1.3
Orange	3.3	2.9	2.1	3.3	0.8
Blue	2.5	6.7	1.3	1.7	0.4
Yellow	2.5	3.3	2.9	2.9	0.8

۳-۱۰- مقایسه ویژگی هیجان انگیزی یا خسته کننده^۱

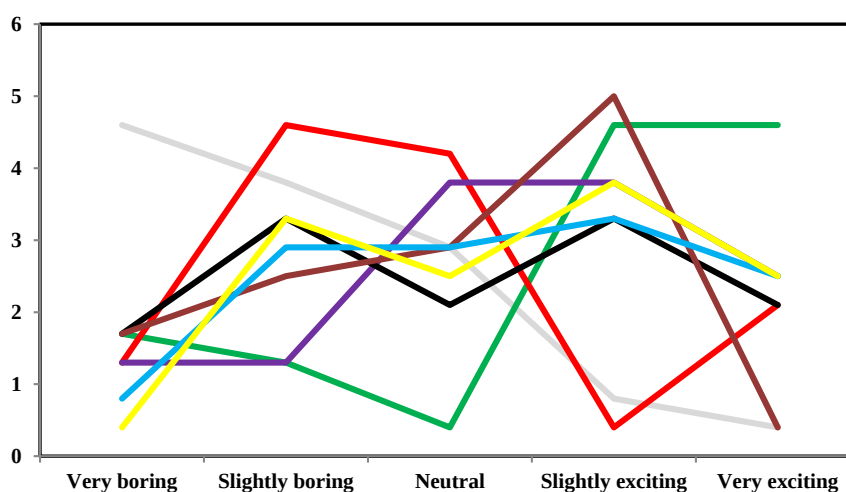
در تحلیل جدول مربوط به ویژگی «هیجان‌انگیزی یا خسته‌کنندگی» رنگ‌ها (شکل ۱۳ و جدول ۱۱) تفاوت‌های محسوسی بین درک رنگ‌ها و وضعیت موجود فضای آموزشی مشاهده می‌شود. فضای فعلی (رنگ‌های کرم و قهوه‌ای مات) بالاترین میزان احساس خستگی بسیار زیاد (۴/۶ درصد و (خستگی کم) ۳/۸ درصد را به خود اختصاص داده است و فقط ۱/۲ درصد از شرکت‌کنندگان آن را تا حدی هیجان‌انگیز تلقی کرده‌اند. این یافته نشان می‌دهد که فضای فعلی از منظر تحریک احساسی بسیار ضعیف عمل می‌کند و برای یادگیری انرژی‌بخش یا انگیزه‌بخش تلقی نمی‌شود.

در مقابل، رنگ سبز بیشترین میزان «هیجان‌انگیزی بالا» (۴/۶ درصد) و «هیجان‌انگیزی کم» (۴/۶ درصد) را دارد و کمترین سهم را در دسته‌های خسته‌کننده داشته است. این نشان می‌دهد که رنگ سبز، برخلاف تصورات سنتی، نه تنها آرامش‌بخش بلکه برای بسیاری از دانشجویان هیجان‌برانگیز نیز بوده است.

رنگ‌های نارنجی، بنفش، آبی و زرد نیز سطوح قابل توجهی از هیجان‌انگیزی را نشان دادند. به‌ویژه رنگ نارنجی با ۵ درصد در «هیجان‌انگیزی کم» بیشترین میزان را بعد از سبز دارد. این رنگ‌ها در طراحی محیط‌های یادگیری می‌توانند نقش مؤثری در افزایش تحریک روانی و تعامل داشته باشند.

از سوی دیگر، رنگ قرمز علی‌رغم بار احساسی بالا، به شکل متناقضی در بخش «خنثی» (۴/۲ درصد) و «خسته‌کننده کم» (۴/۶ درصد) قرار گرفته است که می‌تواند ناشی از تفسیرهای متنوع پاسخ‌دهندگان نسبت به ماهیت تحریک‌آمیز یا آزاردهنده‌ی آن باشد.

نتایج آزمون کای اسکوئر در این بخش در سطح معناداری ۰/۰۱ معنادار بوده و نشان می‌دهد که رنگ‌ها به‌طور معناداری در ایجاد یا کاهش احساس هیجان در فضاهای آموزشی نقش دارند. بنابراین، استفاده آگاهانه از رنگ‌های سبز، نارنجی، آبی و بنفش در طراحی محیط‌های یادگیری می‌تواند به بهبود تجربه روانی و درگیرسازی ذهنی دانشجویان کمک کند.



شکل ۱۳: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی هیجان‌انگیزی یا خسته کننده بودن.

Figure 13: Percentage frequency distribution comparing the feature of excitement or boredom.

جدول ۱۱: هیجان‌انگیزی یا خسته کننده بودن.

Table 11: feature of excitement or boredom

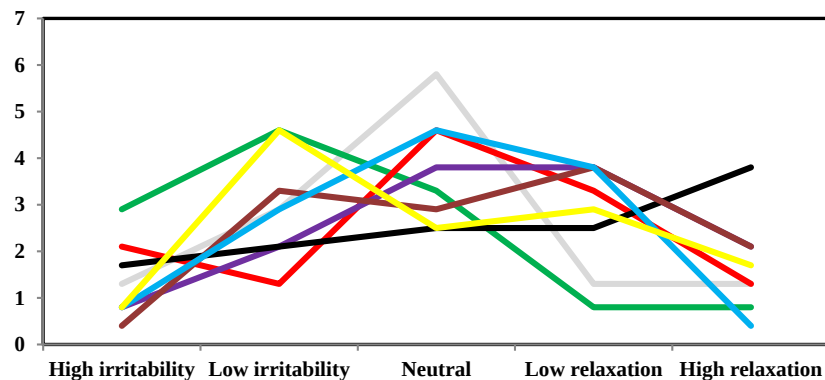
	Very boring	Slightly boring	Neutral	Slightly exciting	Very exciting
Current	4.6	3.8	2.9	0.8	0.4
Green	1.7	1.3	0.4	4.6	4.6
Red	1.3	4.6	4.2	0.4	2.1
Purple	1.3	1.3	3.8	3.8	2.5
Black	1.7	3.3	2.1	3.3	2.1
Orange	1.7	2.5	2.9	5	0.4
Blue	0.8	2.9	2.9	3.3	2.5
Yellow	0.4	3.3	2.5	3.8	2.5

۳-۱۱- مقایسه ویژگی آرامش بخش یا آزاردهنده^۱

در بررسی مولفه «آزاردهنده-آرامش» (شکل ۱۴ و جدول ۱۲) تفاوت معناداری میان ادراک رنگ‌ها و وضعیت موجود فضای آموزشی مشاهده می‌شود (آزمون کای-اسکوئر، $P < 0.01$). فضای فعلی با بالاترین سهم در حالت «خنثی» (۵/۸ درصد) و مقادیر پایین در «آرامش بالا» و «تحریک‌پذیری بالا» (هر کدام ۱/۳ درصد) محیطی بی‌تحرك و کم‌آرامشی را نشان می‌دهد. رنگ سبز با بیشترین «تحریک‌پذیری کم» (۴/۶ درصد) و کمترین سهم در «آرامش» (۰/۸ درصد) تعادل و امنیت روانی می‌آفریند، در حالی که قرمز با سهم بالاتر در «تحریک‌پذیری بالا» (۲/۱ درصد) و «آرامش کم» (۳/۳ درصد) به‌عنوان محرکی بالقوه اما ناآرام‌کننده مطرح است. بنفش و نارنجی با توزیع

مقاله پذیرفته شده

یکنواخت میان «آرامش پایین» (۳/۸ درصد) و «آرامش بالا» (۲/۱ درصد) قابلیت تعدیل هیجان دارند، سیاه با بیشترین «آرامش بالا» (۳/۸ درصد) مناسب فضاهای متمرکز است، و زرد با «تحریک پذیری کم» (۴/۶ درصد) و «آرامش کم» (۲/۹ درصد) ترکیبی از پویایی و آسودگی نسبی ارائه می‌دهد.



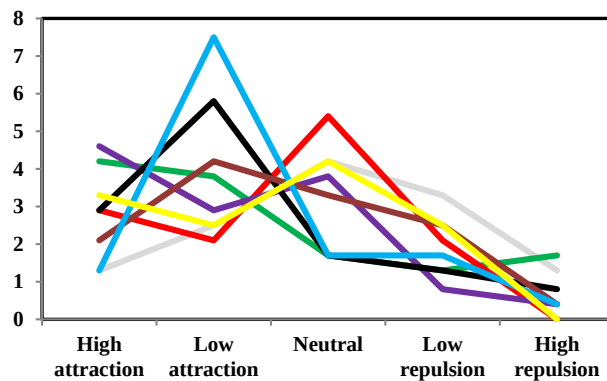
شکل ۱۴: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی آرامش بخشی یا آزاردهنده بودن
Figure 14: Percentage frequency distribution comparing the feature of calmness or annoyance

جدول ۱۲: آرامش بخشی یا آزاردهنده بودن
Table 12: feature of calmness or annoyance

	High irritability	Low irritability	Neutral	Low relaxation	High relaxation
Current	1.3	2.9	5.8	1.3	1.3
Green	2.9	4.6	3.3	0.8	0.8
Red	2.1	1.3	4.6	3.3	1.3
Purple	0.8	2.1	3.8	3.8	2.1
Black	1.7	2.1	2.5	2.5	3.8
Orange	0.4	3.3	2.9	3.8	2.1
Blue	0.8	2.9	4.6	3.8	0.4
Yellow	0.8	4.6	2.5	2.9	1.7

۳-۱۲- مقایسه ویژگی دعوت کنندگی یا دفع کننده

در تحلیل مولفه «دعوت کننده یا دفع کننده» رنگ‌ها (شکل ۱۵ و جدول ۱۳) تفاوت معناداری میان ادراک رنگ‌ها و وضعیت موجود فضای آموزشی مشاهده شد (آزمون کای-اسکوئر، $P < 0.01$) فضای فعلی بیشترین سهم را در حالت «خنثی» (۴/۲ درصد) و «دافعه کم» (۳/۳ درصد) دارد و تنها ۱/۳ درصد «جذابیت بالا» و ۱/۳ درصد «دافعه بالا» گزارش کرده است، که بیانگر بی‌تفاوتی و کم‌جاذبه بودن محیط فعلی است. رنگ سبز با ۴/۲ درصد در «جذابیت بالا» و ۳/۸ درصد در «جذابیت کم» و کمترین سهم در «دافعه» (۱/۷ درصد و ۱/۳ درصد) بالاترین جاذبه کلی را ایجاد کرده و به‌عنوان رنگی جذاب و کم‌دافعه شناخته می‌شود. بنفش نیز با بیشترین «جذابیت بالا» (۴/۶ درصد) و نسبتاً اندک در «دافعه» (۰/۸ و ۰/۴ درصد) عملکرد مطلوبی داشته است. در مقابل، آبی با ۷/۵ درصد در «جذابیت کم» و تنها ۱/۳ درصد «جذابیت بالا» و ۰/۴ درصد «دافعه بالا» کمترین جاذبه و بیشترین بی‌تفاوتی را نشان می‌دهد. سایر رنگ‌ها مانند سیاه (۵/۸ درصد در «جذابیت کم») و زرد (۴/۲ درصد در «خنثی») موقعیتی میانه دارند. این نتایج بر لزوم به‌کارگیری آگاهانه رنگ‌های سبز و بنفش برای افزایش جاذبه و کاهش احساس دافعه در فضاهای آموزشی تأکید می‌کند.



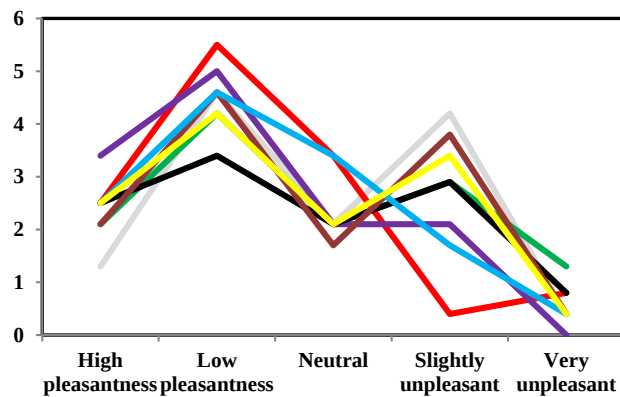
شکل ۱۵: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی دعوت کنندگی یا دفع کننده بودن
Figure 15: Percentage frequency distribution comparing the feature of invitingness or repulsiveness

جدول ۱۳: دعوت کنندگی یا دفع کننده بودن
Table 13: feature of invitingness or repulsiveness

	High attraction	Low attraction	Neutral	Low repulsion	High repulsion
Current	1.3	2.5	4.2	3.3	1.3
Green	4.2	3.8	1.7	1.3	1.7
Red	2.9	2.1	5.4	2.1	0
Purple	4.6	2.9	3.8	0.8	0.4
Black	2.9	5.8	1.7	1.3	0.8
Orange	2.1	4.2	3.3	2.5	0.4
Blue	1.3	7.5	1.7	1.7	0.4
Yellow	3.3	2.5	4.2	2.5	0

۳-۱۳- مقایسه ویژگی خوشایندی-ناخوشایندی^۱

در تحلیل مولفه «خوشایندی-ناخوشایندی» رنگ‌ها (شکل ۱۶ و جدول ۱۴) تفاوت معناداری بین ادراک رنگ‌ها و وضعیت موجود فضای آموزشی مشاهده شد (آزمون کای-اسکوئر، $P < 0.01$). فضای فعلی بیشترین سهم را در «ناخوشایندی کم» (۴/۲ درصد) و «ناخوشایندی پایین» (۴/۶ درصد) داشته و تنها ۱/۳ درصد «خوشایندی بالا» را نشان می‌دهد که بیانگر تجربه‌ای نسبتاً نامطلوب و کم‌جذاب است. رنگ قرمز با بیشترین سهم در «خوشایندی پایین» (۵/۵ درصد) و «خوشایندی بالا» (۲/۵ درصد) به‌صورت دوگانه هم مطلوب و هم تا حدی نامطلوب ارزیابی شده است. رنگ بنفش با ۳/۴ درصد «خوشایندی بالا» ۵ درصد «خوشایندی پایین» بیشترین جذابیت نسبی را ایجاد کرده و کمترین ناخوشایندی شدید را نشان می‌دهد. رنگ سبز و آبی نیز با درصد نسبتاً بالایی در «خوشایندی پایین» (هر کدام حدود ۴/۲ تا ۴/۶ درصد) و «خوشایندی بالا» (۲/۱ تا ۲/۵ درصد) ترکیبی از آرامش و پذیرش را ارائه می‌دهند. رنگ نارنجی و زرد با سهم‌های بالاتر در «ناخوشایندی کم» (۳/۸ و ۳/۴ درصد) نشانگر تجربه‌ای نسبتاً نامطلوب‌تر هستند. این نتایج حاکی از اهمیت انتخاب رنگ‌های بنفش، سبز و آبی برای افزایش احساس خوشایندی و کاهش ناخوشایندی در فضاهای آموزشی است.



شکل ۱۶: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی خوش آیندی و مطلوبیت یا ناخوش آیندی بودن.
Figure 16: Percentage frequency distribution comparing the feature of pleasantness and desirability or unpleasantness.

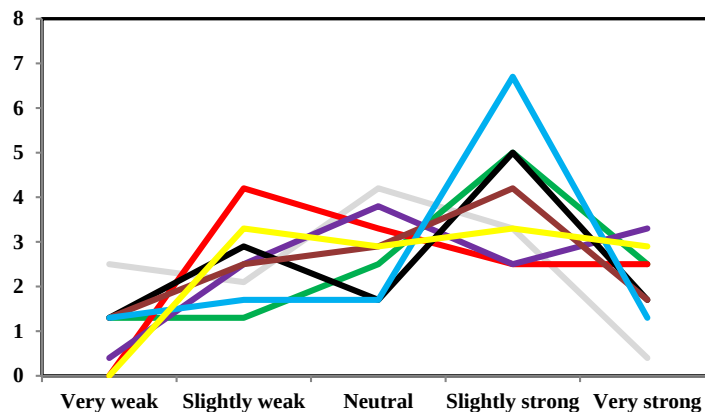
جدول ۱۴: خوش آیندی و مطلوبیت یا ناخوش آیندی بودن
Table 14: feature of pleasantness and desirability or unpleasantness

	High pleasantness	Low pleasantness	Neutral	Slightly unpleasant	Very unpleasant
Current	1.3	4.6	2.1	4.2	0.4
Green	2.1	4.2	2.1	2.9	1.3
Red	2.5	5.5	3.4	0.4	0.8
Purple	3.4	5	2.1	2.1	0
Black	2.5	3.4	2.1	2.9	0.8
Orange	2.1	4.6	1.7	3.8	0.4
Blue	2.5	4.6	3.4	1.7	0.4
Yellow	2.5	4.2	2.1	3.4	0.4

۳-۱۴- مقایسه ویژگی ضعیف یا قوی^۱

در تحلیل مولفه «قدرت» رنگ‌ها (شکل ۱۷ و جدول ۱۵) نیز تفاوت معناداری بین ادراک رنگ‌ها و وضعیت موجود فضای آموزشی مشاهده شد (آزمون کای-اسکوئر، $P < 0.01$). فضای فعلی بیشترین سهم را در حالت «خنثی» (۴/۲ درصد) و «قدرت نسبتاً قوی» (۳/۳ درصد) دارد و سهم کمی در «قدرت بسیار قوی» (۰/۴ درصد) نشان می‌دهد که بیانگر ضعف کلی در القای حس قدرت است. رنگ سبز با بیشترین سهم در «قدرت نسبتاً قوی» (۵ درصد) و «قدرت بسیار قوی» (۲/۵ درصد) نشانگر احساس قوی و مثبت است. رنگ آبی با بالاترین درصد «قدرت نسبتاً قوی» (۶/۷ درصد) و نسبتاً پایین در «ضعف» بیشترین احساس قدرت را منتقل می‌کند. بنفش نیز با ۳/۳ درصد در «قدرت بسیار قوی» و توزیع متعادل در سایر سطوح، نشان‌دهنده تعادل در القای قدرت است. قرمز با توزیع یکنواخت در «ضعف نسبتاً کم» تا «قدرت بسیار قوی» (هر کدام ۲/۵ درصد) نشان‌دهنده برداشت‌های متنوع شرکت‌کنندگان است. این نتایج نشان می‌دهد استفاده آگاهانه از رنگ‌های سبز و آبی می‌تواند به افزایش احساس قدرت و انرژی در محیط‌های آموزشی کمک کند.

¹Strong/Weak



شکل ۱۷: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی ضعیف یا قوی بودن.

Figure 17: Percentage frequency distribution comparing the feature of weakness or strength.

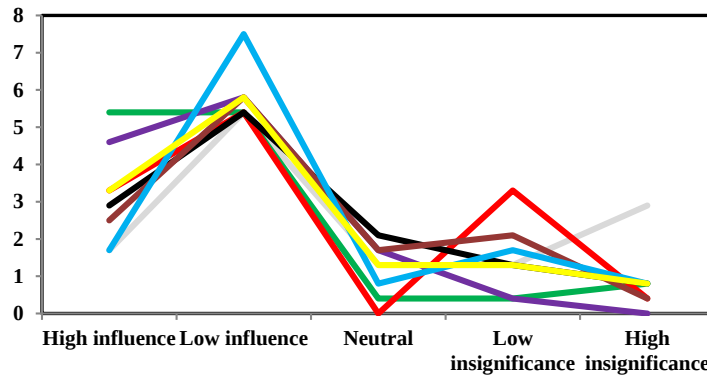
جدول ۱۵: ویژگی ضعیف یا قوی بودن

Table 15: feature of weakness or strength

	Very weak	Slightly weak	Neutral	Slightly strong	Very strong
Current	2.5	2.1	4.2	3.3	0.4
Green	1.3	1.3	2.5	5	2.5
Red	0	4.2	3.3	2.5	2.5
Purple	0.4	2.5	3.8	2.5	3.3
Black	1.3	2.9	1.7	5	1.7
Orange	1.3	2.5	2.9	4.2	1.7
Blue	1.3	1.7	1.7	6.7	1.3
Yellow	0	3.3	2.9	3.3	2.9

۳-۱۵- مقایسه ویژگی اثرگذاری یا بی اثر^۱

در تحلیل مولفه «اثرگذاری یا بی اثر» رنگ‌ها (شکل ۱۸ و جدول ۱۶) تفاوت معناداری بین ادراک رنگ‌ها و وضعیت موجود فضای آموزشی مشاهده شد (آزمون کای-اسکوئر، $P < 0.01$). فضای فعلی بیشترین سهم را در «تأثیر کم» (۵/۴ درصد) و «بی‌تأثیری زیاد» (۲/۹ درصد) دارد و تنها ۱/۷ درصد «تأثیر زیاد» گزارش شده است که نشان‌دهنده احساس کم‌اثر بودن محیط موجود است. رنگ سبز با ۵/۴ درصد «تأثیر زیاد» و ۵/۴ درصد «تأثیر کم» بیشترین تأثیرگذاری را نسبت به سایر رنگ‌ها دارد و کمترین میزان «بی‌تأثیری» را نشان می‌دهد. رنگ بنفش با ۴/۶ درصد «تأثیر زیاد» و ۵/۸ درصد «تأثیر کم» نیز عملکرد خوبی در القای احساس تأثیرگذاری داشته است. آبی با بیشترین «تأثیر کم» (۷/۵ درصد) و کمترین «تأثیر زیاد» (۱/۷ درصد) کمترین تأثیرگذاری را نشان می‌دهد. سایر رنگ‌ها همچون قرمز، مشکی، نارنجی و زرد در میانه قرار دارند. این نتایج بیانگر اهمیت به‌کارگیری رنگ‌های سبز و بنفش برای افزایش حس تأثیرگذاری و تعامل در محیط‌های آموزشی است.



شکل ۱۸: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی اثرگذاری یا بی اثر بودن

Figure 18: Percentage frequency distribution comparing the feature of effectiveness or ineffectiveness

جدول ۱۶: ویژگی اثرگذاری یا بی اثر بودن

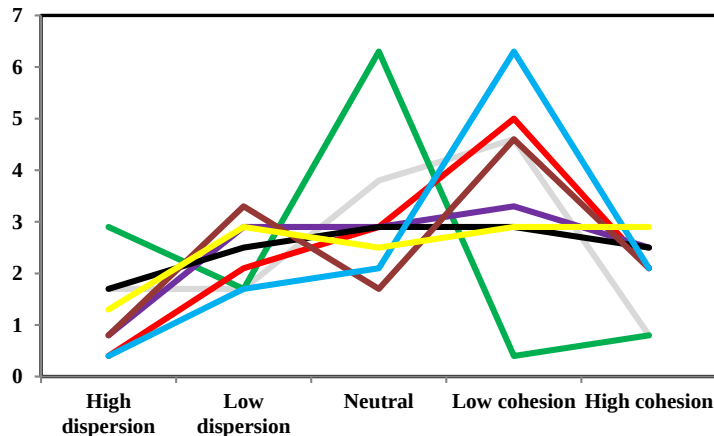
Table 16: feature of effectiveness or ineffectiveness

	High influence	Low influence	Neutral	Low insignificance	High insignificance
Current	1.7	5.4	1.3	1.3	2.9
Green	5.4	5.4	0.4	0.4	0.8
Red	3.3	5.4	0	3.3	0.4
Purple	4.6	5.8	1.7	0.4	0
Black	2.9	5.4	2.1	1.3	0.8
Orange	2.5	5.8	1.7	2.1	0.4
Blue	1.7	7.5	0.8	1.7	0.8
Yellow	3.3	5.8	1.3	1.3	0.8

۳-۱۶- مقایسه ویژگی پراکندگی-انسجام^۱

در تحلیل مولفه «پراکندگی-انسجام» رنگ‌ها (شکل ۱۹ و جدول ۱۷) نیز تفاوت معناداری بین ادراک رنگ‌ها و وضعیت موجود فضای آموزشی مشاهده شد (آزمون کای-اسکوئر، $P < 0.01$). فضای فعلی بیشترین سهم را در «انسجام کم» (۴/۶ درصد) و درصد قابل توجهی در «خنثی» (۸/۳ درصد) دارد که بیانگر تجربه نسبتاً پایین انسجام در محیط کنونی است. رنگ سبز با بیشترین سهم در «خنثی» (۶/۳ درصد) و کمترین در «انسجام کم» (۰/۴ درصد) نشان‌دهنده احساس تعادل و ثبات روانی بیشتر است. رنگ قرمز با بیشترین درصد «انسجام بالا» (۲/۱ درصد) و «انسجام کم» (۵ درصد) طیف گسترده‌ای از برداشتها را منعکس می‌کند. رنگ آبی نیز بالاترین میزان «انسجام بالا» (۲/۱ درصد) و «انسجام کم» (۶/۳ درصد) را دارد که نشان‌دهنده تفاوت‌های دیدگاهی بین پاسخ‌دهندگان است. سایر رنگ‌ها مانند بنفش، مشکی، نارنجی و زرد در میانه قرار دارند و بیشتر حس خنثی تا انسجام نسبی را القا می‌کنند. این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از رنگ‌های سبز و زرد می‌تواند به بهبود احساس انسجام و همبستگی در فضاهای آموزشی کمک کند.

^۱Dispersion/ cohesion



شکل ۱۹: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی پراکندگی-انسجام بودن.

Figure 19: Percentage frequency distribution comparing the feature of continuity or discontinuity.

جدول ۱۷: پراکندگی-انسجام بودن.

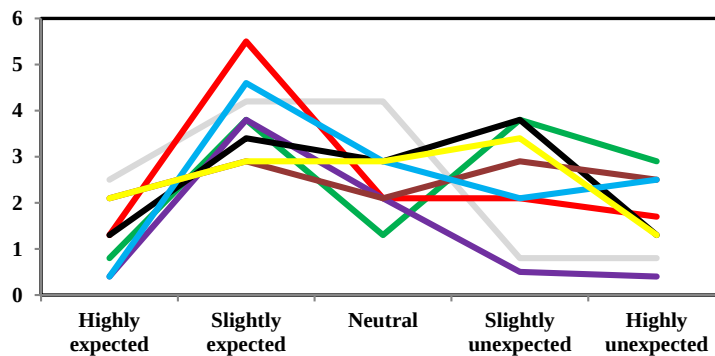
Table 17: feature of continuity or discontinuity

	High dispersion	Low dispersion	Neutral	Low cohesion	High cohesion
Current	1.7	1.7	3.8	4.6	0.8
Green	2.9	1.7	6.3	0.4	0.8
Red	0.4	2.1	2.9	5	2.1
Purple	0.8	2.9	2.9	3.3	2.5
Black	1.7	2.5	2.9	2.9	2.5
Orange	0.8	3.3	1.7	4.6	2.1
Blue	0.4	1.7	2.1	6.3	2.1
Yellow	1.3	2.9	2.5	2.9	2.9

۳-۱۷- مقایسه ویژگی قابل انتظار یا غیر قابل انتظار^۱

در تحلیل مولفه «انتظارپذیری» رنگ‌ها (شکل ۲۰ و جدول ۱۸) تفاوت معناداری بین درک رنگ‌ها و وضعیت موجود فضای آموزشی مشاهده شد (آزمون کای-اسکوئر، $P < 0.01$). فضای فعلی بیشترین سهم را در «انتظارپذیری کم» و «خنثی» دارد (هرکدام حدود ۴/۲ درصد) که نشان‌دهنده پیش‌بینی‌پذیری نسبی و عدم تغییر در تجربه محیط است. رنگ سبز بیشترین درصد «غیرمنتظره کم» (۳/۸ درصد) و «غیرمنتظره زیاد» (۲/۹ درصد) را دارد که بیانگر تجربه متفاوت و غیرقابل پیش‌بینی بودن آن برای برخی کاربران است. رنگ قرمز با بیشترین سهم در «انتظارپذیری کم» (۵/۵ درصد) و «انتظارپذیری زیاد» (۱/۳ درصد) نشان‌دهنده حس ثبات نسبی همراه با تنوع است. رنگ نارنجی نیز بیشترین «غیرمنتظره زیاد» (۲/۵ درصد) را دارد، که می‌تواند موجب جلب توجه و تحریک ذهنی شود. رنگ‌های بنفش و زرد بیشتر در دسته‌های خنثی و «انتظارپذیری کم» قرار دارند و تجربه‌ای متعادل را نشان می‌دهند. این نتایج بر اهمیت تعادل میان انتظارپذیری و تازگی در طراحی رنگ محیط‌های آموزشی تأکید دارد تا هم حس اطمینان و هم تحریک ذهنی ایجاد شود.

^۱Unexpected/ expected



شکل ۲۰: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی قابل انتظار یا غیر قابل انتظار.

Figure 20: Percentage frequency distribution comparing the feature of predictability or unpredictability.

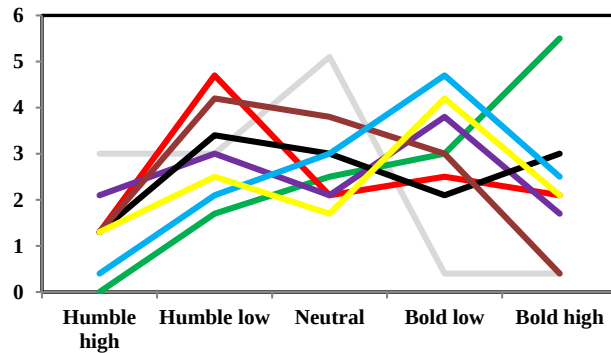
جدول ۱۸: قابل انتظار یا غیر قابل انتظار.

Table 18: feature of predictability or unpredictability

	Highly expected	Slightly expected	Neutral	Slightly unexpected	Highly unexpected
Current	2.5	4.2	4.2	0.8	0.8
Green	0.8	3.8	1.3	3.8	2.9
Red	1.3	5.5	2.1	2.1	1.7
Purple	0.4	3.8	2.1	0.5	0.4
Black	1.3	3.4	2.9	3.8	1.3
Orange	2.1	2.9	2.1	2.9	2.5
Blue	0.4	4.6	2.9	2.1	2.5
Yellow	2.1	2.9	2.9	3.4	1.3

۳-۱۸- مقایسه ویژگی متواضع یا جسورانه^۱

در تحلیل مؤلفه «تواضع تا جسارت» (شکل ۲۱ و جدول ۱۹)، نتایج آزمون کای اسکوئر در سطح معناداری ۰/۰۱ معنی دار ارزیابی شد، که نشان دهنده تفاوت قابل توجه برداشت کاربران از رنگ‌ها در بازنمایی ویژگی‌های رفتاری همچون فروتنی و جسارت است. فضای فعلی بیشترین تمرکز را در گروه «خنثی» (۵/۱ درصد) و «تواضع زیاد و کم» (هر کدام ۳ درصد) دارد، که بیانگر شخصیت محیطی محافظه کارانه و فاقد هیجان یا چالش است. در مقابل، رنگ سبز با بالاترین میزان «جسارت زیاد» (۵/۵ درصد) و «جسارت کم» (۳ درصد) بیشترین توان را در ایجاد تجربه محیطی جسورانه و برانگیزنده نشان می‌دهد. رنگ آبی نیز سهم بالایی در «جسارت کم» (۴/۷ درصد) و «جسارت زیاد» (۲/۵ درصد) دارد، که آن را به گزینه‌ای متعادل میان تحریک و ثبات تبدیل می‌کند. بنفش با ترکیب متعادل تری از فروتنی و جسارت، تجربه‌ای ترکیبی و متنوع فراهم می‌آورد. نارنجی گرایش بیشتری به خنثی بودن و فروتنی دارد، در حالی که رنگ زرد با مقادیر بالا در دو گروه جسور، حس قدرت و اعتماد به نفس را منتقل می‌کند. این تحلیل نشان می‌دهد که رنگ‌ها به‌طور مؤثر می‌توانند شخصیت روان‌شناختی فضاهای آموزشی را شکل دهند و انتخاب هوشمندانه آن‌ها متناسب با اهداف محیط، نقش کلیدی در ارتقاء کیفیت تجربه کاربر خواهد داشت.



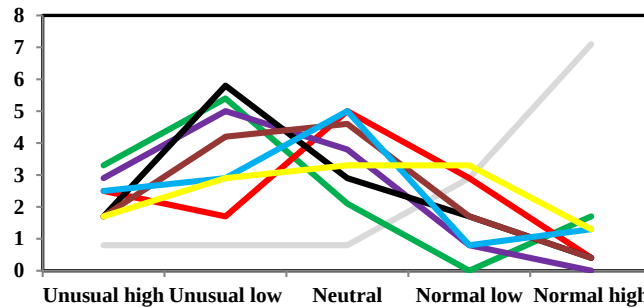
شکل ۲۱: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی متواضع و فروتن یا جسورانه و بی پروا بودن رنگها با وضعیت موجود
Figure 21: Percentage frequency distribution comparing the feature of humility and modesty or boldness and audacity

جدول ۱۹: متواضع و فروتن یا جسورانه و بی پروا بودن رنگها
Table 19: feature of humility and modesty or boldness and audacity

	Humble high	Humble low	Neutral	Bold low	Bold high
Current	3	3	5.1	0.4	0.4
Green	0	1.7	2.5	3	5.5
Red	1.3	4.7	2.1	2.5	2.1
Purple	2.1	3	2.1	3.8	1.7
Black	1.3	3.4	3	2.1	3
Orange	1.3	4.2	3.8	3	0.4
Blue	0.4	2.1	3	4.7	2.5
Yellow	1.3	2.5	1.7	4.2	2.1

۳-۱۹- مقایسه ویژگی غیر معمول یا عادی^۱

در تحلیل ویژگی «غیرمعمول بودن یا معمول بودن» رنگها (شکل ۲۲ و جدول ۲۰)، نتایج آزمون کای اسکوئر با سطح معناداری ۰/۰۱ نشان داد که تفاوت‌های آماری معناداری بین رنگها از نظر ایجاد تجربه‌ای معمول یا غیرمعمول در فضای آموزشی وجود دارد. فضای فعلی با بیشترین سهم در گروه «کاملاً معمولی» (۷/۱ درصد) و «نسبتاً معمولی» (۲/۹ درصد)، محیطی بسیار آشنا، متعارف و بدون تمایز ویژه تلقی شده است. در مقابل، رنگ سبز بیشترین میزان «کاملاً غیرمعمول» (۳/۳ درصد) و «نسبتاً غیرمعمول» (۵/۴ درصد) را دارد و کمترین سهم را در گروه‌های معمولی، که حاکی از توان بالای آن در القای حس نوآوری و تازگی است. رنگ بنفش نیز با سهم بالای «نسبتاً غیرمعمول» (۵ درصد) و «کاملاً غیرمعمول» (۲/۹ درصد) تجربه‌ای غیرمعمول اما دلپذیر فراهم می‌کند. سایر رنگها نظیر قرمز، نارنجی، آبی و زرد گرایش‌های متعادلی بین گروه‌های غیرمعمول و خنثی دارند اما سهم‌شان در «کاملاً معمولی» به مراتب کمتر از وضعیت موجود است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که استفاده از رنگ‌هایی چون سبز و بنفش می‌تواند به ایجاد محیطی متفاوت، خلاقانه و الهام‌بخش در فضای یادگیری کمک کند و یکنواختی محیط‌های سنتی را کاهش دهد.



شکل ۲۲: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی فوق العاده و غیر معمول یا عادی و پیش پا افتاده بودن رنگ‌ها.
Figure 22: Percentage frequency distribution comparing the feature of extraordinariness or ordinariness.

جدول ۲۰: فوق العاده و غیر معمول یا عادی و پیش پا افتاده بودن رنگ‌ها.

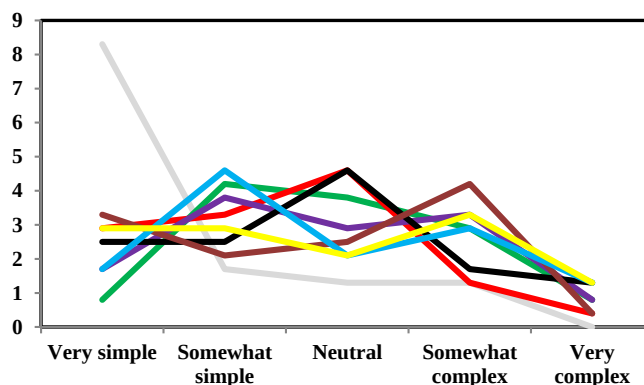
Table 20: feature of extraordinariness or ordinariness

	Unusual high	Unusual low	Neutral	Normal low	Normal high
Current	0.8	0.8	0.8	2.9	7.1
Green	3.3	5.4	2.1	0	1.7
Red	2.5	1.7	5	2.9	0.4
Purple	2.9	5	3.8	0.8	0
Black	1.7	5.8	2.9	1.7	0.4
Orange	1.7	4.2	4.6	1.7	0.4
Blue	2.5	2.9	5	0.8	1.3
Yellow	1.7	2.9	3.3	3.3	1.3

۳-۲۰- مقایسه ویژگی ساده یا پیچیده^۱

بر اساس تحلیل شکل ۲۳ و جدول ۲۱ «ادراک پیچیدگی فضایی» در میان رنگ‌های مختلف، نتایج آزمون کای اسکور با سطح معناداری ۰,۰۵ نشان‌دهنده تفاوت آماری معنادار بین رنگ‌ها از نظر میزان ساده یا پیچیده تلقی شدن فضا هستند. فضای موجود با سهم بسیار بالای ۸/۳ درصد در گروه «کاملاً ساده» و سهم بسیار پایین در سایر گروه‌ها، به‌وضوح به عنوان محیطی بیش از حد ساده و حتی فاقد تنوع و تحریک ادراکی تلقی شده است. این یکنواختی می‌تواند باعث کاهش انگیزش یادگیری و تعامل فضایی شود. در مقابل، رنگ‌هایی مانند نارنجی و زرد با سهم قابل توجهی در سطوح «نسبتاً پیچیده» (به ترتیب ۴/۲ و ۳/۳ درصد) و همچنین توزیع متعادل در سایر دسته‌ها، محیطی با پیچیدگی متعادل و جذابیت بصری بیشتری ارائه می‌دهند. رنگ بنفش نیز توزیع گسترده‌ای دارد و با حضور هم‌زمان در سطوح ساده، خنثی و پیچیده، فضایی چندوجهی و منعطف ایجاد می‌کند. رنگ سبز گرچه بیشتر در گروه «نسبتاً ساده» و «خنثی» ظاهر شده است، اما نسبت به وضعیت موجود تنوع ادراکی بیشتری دارد. رنگ‌های مشکی و قرمز نیز پیچیدگی متوسطی القا می‌کنند.

در مجموع، نتایج حاکی از آن است که استفاده از رنگ‌های گرم‌تر و متنوع‌تر مانند نارنجی، بنفش و زرد می‌تواند به ارتقاء کیفیت ادراکی فضا از منظر پیچیدگی کمک کرده و تجربه فضایی پویاتری نسبت به محیط فعلی فراهم آورد. این تنوع می‌تواند به تحریک ذهنی دانشجویان و بهبود فرایند یادگیری یاری رساند.



شکل ۲۳: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی ساده یا پیچیده بودن.

Figure 23: Percentage frequency distribution comparing the feature of simplicity or complexity .

جدول ۲۱: ویژگی ساده یا پیچیده بودن.

Table 21: feature of simplicity or complexity

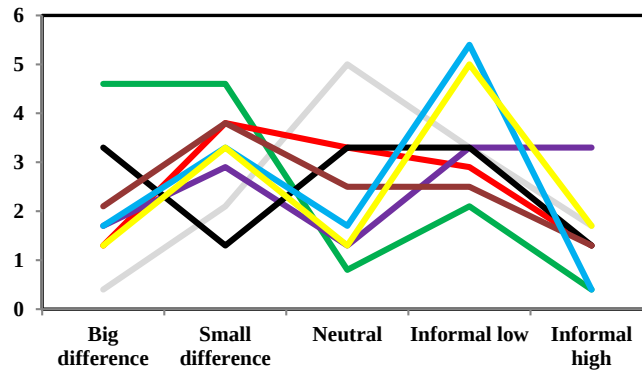
	Very simple	Somewhat simple	Neutral	Somewhat complex	Very complex
Current	8.3	1.7	1.3	1.3	0
Green	0.8	4.2	3.8	2.9	0.8
Red	2.9	3.3	4.6	1.3	0.4
Purple	1.7	3.8	2.9	3.3	0.8
Black	2.5	2.5	4.6	1.7	1.3
Orange	3.3	2.1	2.5	4.2	0.4
Blue	1.9	4.6	2.1	2.9	1.3
Yellow	2.9	2.9	2.1	3.3	1.3

۳-۲۱- مقایسه ویژگی متمایز یا خودمانی^۱

بر اساس شکل ۲۴ و جدول ۲۲ مربوط به «ادراک تفاوت و رسمیت فضایی» و با انجام آزمون کای اسکور در سطح معناداری ۰/۰۵، نتایج نشان می‌دهند که میان رنگ‌های مختلف از نظر میزان تفاوت و رسمی/غیررسمی بودن ادراک شده فضا، تفاوت معناداری وجود دارد. در وضعیت موجود، تمرکز بالایی در گروه «خنثی» (۵ درصد) مشاهده می‌شود و سهم در دسته‌های «تفاوت زیاد» و «غیررسمی بالا» بسیار پایین است، که نشان می‌دهد این فضا از نظر ادراکی یکنواخت و با سطح رسمیت متوسط تلقی می‌شود. این می‌تواند نشانه‌ای از فضای بی‌هویت یا فاقد مشخصه‌های واضح باشد که نه به‌خوبی رسمی است و نه به‌صورت واضح غیررسمی. در مقابل، رنگ سبز بالاترین سهم را هم در «تفاوت زیاد» و هم در «تفاوت کم» (هرکدام ۴/۶ درصد) داشته و به‌وضوح فضای تمایزبخشی ایجاد کرده است، هرچند از نظر رسمیت تمایل بیشتری به سمت رسمی بودن دارد. این ویژگی می‌تواند در فضاهای آموزشی موجب تحریک ذهنی و تمایز بهتر کارکردها شود.

رنگ‌های آبی و زرد بیشترین سهم را در دسته‌های «غیررسمی پایین» و «غیررسمی بالا» دارند (به‌ترتیب ۵/۴ و ۵ درصد در «غیررسمی پایین»، که نشان می‌دهد این رنگ‌ها بیشتر به فضاهای خودمانی، دوستانه و غیررسمی معنا می‌دهند. این ویژگی می‌تواند در فضاهای یادگیری مشارکتی و تعامل محور مؤثر باشد.

رنگ بنفش، با سهم نسبتاً متوازن در تمام دسته‌ها به‌ویژه در سطح «غیررسمی بالا» (۳/۳ درصد)، نوعی پویایی و انعطاف‌پذیری فضایی ایجاد می‌کند و می‌تواند برای محیط‌هایی مناسب باشد که نیاز به تغییرپذیری نقش‌ها و حالت‌های فضایی دارند. در مجموع، استفاده از رنگ‌هایی مانند سبز برای ایجاد تفاوت و ساختارمندی، و رنگ‌هایی مانند آبی، زرد و بنفش برای القای حس صمیمیت و انعطاف، می‌تواند در بهینه‌سازی کیفیت ادراکی فضا نسبت به وضعیت موجود تأثیرگذار باشد. این ترکیب موجب تعادل بین رسمیت و راحتی در فضاهای آموزشی می‌شود.



شکل ۲۴: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی متمایز یا خودمانی بودن پویایی
Figure 24: Percentage frequency distribution comparing the feature of distinctiveness or familiarity

جدول ۲۲: متمایز یا خودمانی بودن پویایی

Table 22: feature of distinctiveness or familiarity

	Highly distinct	Lower distinct	Neutral	Lower familiar	Highly familiar
Current	0.4	2.1	5	3.3	1.7
Green	4.6	4.6	0.8	2.1	0.4
Red	1.3	3.8	3.3	2.9	1.3
Purple	1.7	2.9	1.3	3.3	3.3
Black	3.3	1.3	3.3	3.3	1.3
Orange	2.1	3.8	2.5	2.5	1.3
Blue	1.7	3.3	1.7	5.4	0.4
Yellow	1.3	3.3	1.3	5	1.7

۳-۲۲- مقایسه میزان ویژگی گرم یا سرد^۱

بر اساس شکل ۲۵ و جدول ۲۳ مربوط به «ادراک دمای رنگ فضا» و با انجام آزمون کای اسکور در سطح معناداری ۰/۰۵، نتایج نشان می‌دهند که میان رنگ‌های مختلف از نظر ادراک روانی دمای فضا (از سرد تا گرم) تفاوت معناداری وجود دارد. این تفاوت بیانگر نقش مؤثر رنگ در القای حس گرمی یا سردی ذهنی کاربران نسبت به فضا است.

در وضعیت موجود، تمرکز بالایی در دسته‌های «سرد زیاد» و «سرد کم» (هرکدام ۴/۲ درصد) مشاهده می‌شود و سهم در گروه «گرم زیاد» بسیار پایین (۰/۸ درصد) است، که نشان می‌دهد فضای فعلی بیشتر به عنوان فضایی سرد، رسمی و تا حدی بی‌روح درک می‌شود. چنین فضایی ممکن است موجب کاهش احساس راحتی و صمیمیت در کاربران، به ویژه در فضاهای یادگیری یا تعامل جمعی شود. در مقابل، رنگ سبز بیشترین سهم را در گروه «گرم زیاد» (۶/۳ درصد) دارد و به طور چشم‌گیری در دسته‌های «سرد» سهم کمی نشان می‌دهد. این ترکیب بیانگر اثر سبز در ایجاد فضایی گرم، دلپذیر و روانی‌تر است که می‌تواند در محیط‌های آموزشی باعث افزایش احساس راحتی و مشارکت شود.

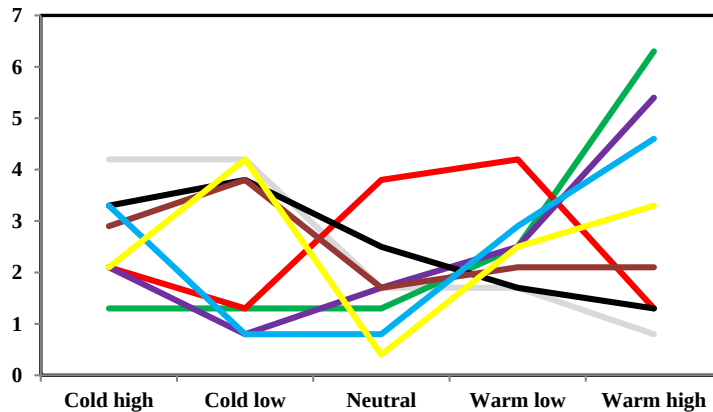
رنگ بنفش نیز با سهم بالا در «گرم زیاد» (۵/۴ درصد) و سهم پایین در «سرد زیاد» (۲/۱ درصد)، فضا را از نظر ادراکی گرم و در عین حال متعادل جلوه می‌دهد. چنین رنگی می‌تواند به شکل‌گیری فضاهایی با حس پویایی و انعطاف کمک کند.

رنگ آبی علی‌رغم شهرت به عنوان رنگی سرد، در این مطالعه با سهم ۴/۶ درصد در «گرم زیاد» نقش متضادی از خود نشان داده است که احتمالاً تحت تأثیر ترکیب رنگی و زمینه کاربرد آن بوده و به نوعی حس خنک اما خوشایند القا کرده است.

رنگ‌های مشکی و نارنجی بیشترین سهم را در دسته‌های «سرد زیاد» و «سرد کم» دارند (به ترتیب مجموع ۷/۱ و ۶/۷ درصد)، که این رنگ‌ها را به عنوان رنگ‌هایی با بار روانی سرد و رسمی نشان می‌دهد.

در مجموع، رنگ‌هایی مانند سبز، بنفش و آبی در مقایسه با وضعیت موجود توانسته‌اند به فضا کیفیتی گرم‌تر، دلپذیرتر و انسانی‌تر ببخشند. به کارگیری آن‌ها در فضاهای آموزشی می‌تواند به ایجاد محیطی مطلوب‌تر از منظر روانی و رفتاری منجر شود.

^۱Warm / Cool



شکل ۲۵: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی سرد و گرم
Figure 25: Percentage frequency distribution comparing the feature of coolness or warmth

جدول ۲۳: ویژگی سرد و گرم
Table 23: feature of coolness or warmth

	Cool high	Cool low	Neutral	Warm low	Warm high
Current	4.2	4.2	1.7	1.7	0.8
Green	1.3	1.3	1.3	2.5	6.3
Red	2.1	1.3	3.8	4.2	1.3
Purple	2.1	0.8	1.7	2.5	5.4
Black	3.3	3.8	2.5	1.7	1.3
Orange	2.9	3.8	1.7	2.1	2.1
Blue	3.3	0.8	0.8	2.9	4.6
Yellow	2.1	4.2	0.4	2.5	3.3

۳-۲۳- مقایسه میزان ویژگی غم انگیز یا مسرور^۱

بر اساس شکل ۲۶ و جدول ۲۴ مربوط به «ادراک احساسی شادی/اندوه در فضا» و با انجام آزمون کای اسکوئر در سطح معناداری ۰,۰۵، نتایج نشان می‌دهند که میان رنگ‌های مختلف از نظر ادراک احساسی فضا (از غمگین تا شاد) تفاوت معناداری وجود دارد. این یافته‌ها بیانگر آن‌اند که رنگ می‌تواند نقشی تعیین‌کننده در ایجاد یا کاهش احساسات مثبت یا منفی در فضا ایفا کند.

در وضعیت موجود، تمرکز بالایی در گروه «اندوه کم» (۶/۷ درصد) مشاهده می‌شود، در حالی که سهم گروه «شادی زیاد» فقط ۰/۸ درصد است. این امر نشان می‌دهد فضای فعلی عمدتاً با حال و هوایی غمگین و کم‌نشاط ادراک می‌شود و فاقد ویژگی‌هایی است که حس سرزندگی یا شادابی را القا کند. چنین فضایی می‌تواند در زمینه‌های آموزشی یا اجتماعی، کارایی عاطفی افراد را کاهش دهد.

در مقابل، رنگ سبز با سهم ۵ درصد در دسته «شادی زیاد» و ۳/۸ درصد در «شادی کم»، بیشترین سهم را در ایجاد احساس مثبت در فضا دارد و کمترین حضور را در دسته‌های غمگین نشان می‌دهد. این موضوع تأییدکننده نقش رنگ سبز در ارتقای کیفیت روانی و ایجاد حس آرامش و شادی است، که به‌ویژه در محیط‌های آموزشی و درمانی ارزشمند است.

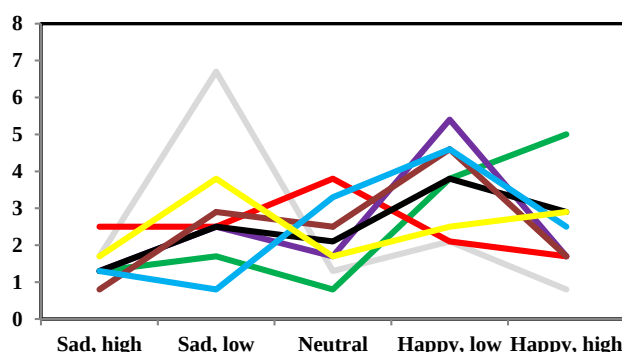
رنگ بنفش نیز با سهم ۵/۴ درصد در دسته «شادی کم» عملکرد بسیار خوبی در القای احساس مثبت داشته و هم‌زمان سهم نسبتاً پایینی در گروه‌های غمگین دارد. این ویژگی بنفش می‌تواند آن را به انتخاب مناسبی برای فضاهای پویا و انگیزشی تبدیل کند.

رنگ آبی نیز ترکیبی از احساس شادی و آرامش را ارائه می‌دهد؛ با سهم ۴/۶ درصد در «شادی کم» و ۲/۵ درصد در «شادی زیاد»، نشان می‌دهد که این رنگ می‌تواند محیطی دلنشین و متعادل از نظر عاطفی فراهم کند.

در مقابل، رنگ قرمز سهم بالاتری در دسته‌های «اندوه زیاد» و «اندوه کم» دارد (مجموع ۵ درصد)، که نشان می‌دهد ممکن است با ایجاد هیجانات منفی یا اضطراب همراه باشد، به‌ویژه اگر در فضاهای خاص به‌درستی استفاده نشود.

مقاله پذیرفته شده

در مجموع، نتایج نشان می‌دهند که استفاده از رنگ‌هایی مانند سبز، بنفش و آبی می‌تواند به ایجاد فضاهایی شادتر، دلپذیرتر و انسانی‌تر منجر شود. این رنگ‌ها نه تنها احساسات مثبت را تقویت می‌کنند، بلکه می‌توانند در طراحی فضاهای آموزشی، درمانی و تعامل محور تأثیر بسزایی بر کیفیت روانی کاربران داشته باشند.



شکل ۲۶: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی غم انگیز یا مسرور بودن
Figure 26: Percentage frequency distribution comparing the feature of sadness or joyfulness

جدول ۲۴: ویژگی غم انگیز یا مسرور بودن
Table 24: feature of sadness or joyfulness

	Sad high	Sad low	Neutral	Happy low	Happy high
Current	1.7	6.7	1.3	2.1	0.8
Green	1.3	1.7	0.8	3.8	5
Red	2.5	2.5	3.8	2.1	1.7
Purple	1.3	2.5	1.7	5.4	1.7
Black	1.3	2.5	2.1	3.8	2.9
Orange	0.8	2.9	2.5	4.6	1.7
Blue	1.3	0.8	3.3	4.6	2.5
Yellow	1.7	3.8	1.7	2.5	2.9

۳-۲۴- مقایسه میزان ویژگی دور یا نزدیک^۱

بر اساس شکل ۲۷ و جدول ۲۵ مربوط به «ادراک فاصله و مجاورت فضایی» و با انجام آزمون کای اسکور در سطح معناداری ۰.۰۵، نتایج نشان می‌دهند که میان رنگ‌های مختلف از نظر ادراک فضایی دوری یا نزدیکی تفاوت معناداری وجود دارد. این نتایج اهمیت رنگ را به عنوان یک عامل فضا ساز در شکل گیری احساسات فضایی کاربران تأیید می‌کند.

در وضعیت موجود، تمرکز بالایی در دسته «خنثی» (۵/۵ درصد) دیده می‌شود، که نشان می‌دهد فضای فعلی از نظر ادراک فاصله و نزدیکی، نه چندان صمیمی و نزدیک و نه کاملاً دور و سرد تلقی می‌شود. در عین حال، سهم نسبتاً پایین در «نزدیکی زیاد» (۰/۴ درصد) و «دوری زیاد» (۰/۸ درصد) نشان می‌دهد که فضای موجود فاقد ویژگی‌های متمایز کننده برای القای حس صمیمیت یا جدایی است.

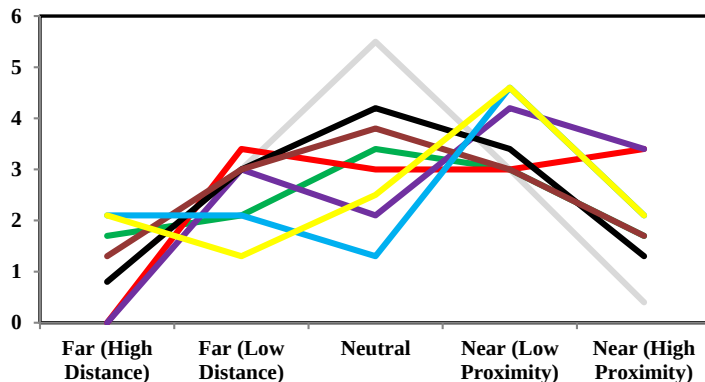
رنگ زرد و رنگ آبی، هر دو با سهم ۴/۶ درصد در گروه «نزدیکی کم» و سهم ۲/۱ درصد در «نزدیکی زیاد»، بیشترین حس نزدیکی و صمیمیت فضایی را ایجاد کرده‌اند. این امر حاکی از آن است که این رنگ‌ها می‌توانند به طراحی فضاهایی با حس ارتباط و تعامل بالا کمک کنند؛ به‌ویژه در محیط‌هایی که تشویق به همکاری و ارتباط انسانی مدنظر است، مانند کلاس‌های گروهی یا فضاهای آموزشی مشارکتی. رنگ بنفش نیز با سهم بالای ۴/۲ درصد در «نزدیکی کم» و ۳/۴ درصد در «نزدیکی زیاد»، ترکیبی از مجاورت متوسط تا بالا را القا می‌کند، که می‌تواند نشانه‌ای از تعادل بین تعامل و استقلال فضایی باشد.

از سوی دیگر، رنگ قرمز بیشترین سهم را در دسته «نزدیکی زیاد» (۳/۴ درصد) و همچنین «دوری کم» (۳/۴ درصد) دارد، که ممکن است به وجود هم‌زمانی هیجان و تماس نزدیک در فضای ادراکی اشاره داشته باشد. این ویژگی می‌تواند هم فرصت‌ساز باشد و هم نیازمند دقت در کاربرد، به‌ویژه در فضاهایی که نیاز به کنترل هیجان و تعامل وجود دارد.

مقاله پذیرفته شده

در نهایت، رنگ‌های سبز، نارنجی، و مشکی نیز ترکیبی متعادل از ادراک فاصله و نزدیکی نشان می‌دهند، اما نسبت به رنگ‌های زرد، آبی و بنفش، تأثیرگذاری کمتری در ایجاد حس نزدیکی فضایی دارند.

به‌طور کلی، انتخاب رنگ‌هایی چون آبی، زرد و بنفش می‌تواند برای طراحی فضاهایی با تعامل بالا، حس صمیمیت و مشارکت، مفید و مؤثر واقع شود، در حالی که رنگ‌های دیگر بیشتر در تنظیم ساختار فضایی و مرزگذاری‌های احساسی نقش دارند.



شکل ۲۷: توزیع درصد فراوانی مقایسه ویژگی دور یا نزدیک بودن
Figure 27: Percentage frequency distribution comparing the feature of distance or proximity

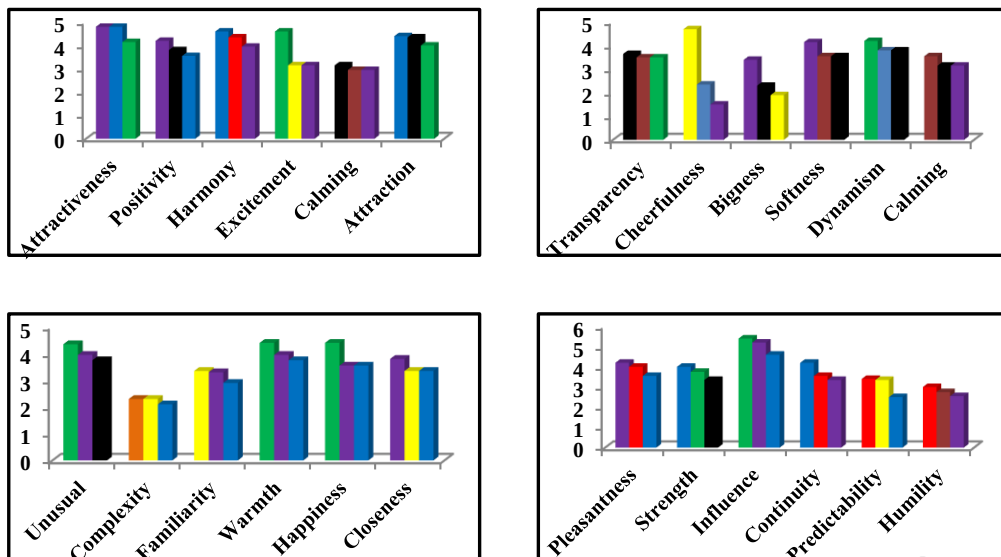
جدول ۲۵: ویژگی دور یا نزدیک بودن
Table 25: the feature of distance or proximity

	Far (High Distance)	Far (Low Distance)	Neutral	Near (Low Proximity)	Near (High Proximity)
Current	0.8	3	5.5	3	0.4
Green	1.7	2.1	3.4	3	1.7
Red	0	3.4	3	3	3.4
Purple	0	3	2.1	4.2	3.4
Black	0.8	3	4.2	3.4	1.3
Orange	1.3	3	3.8	3	1.7
Blue	2.1	2.1	1.3	4.6	2.1
Yellow	2.1	1.3	2.5	4.6	2.1

۳-۲۵- جمع بندی نتایج

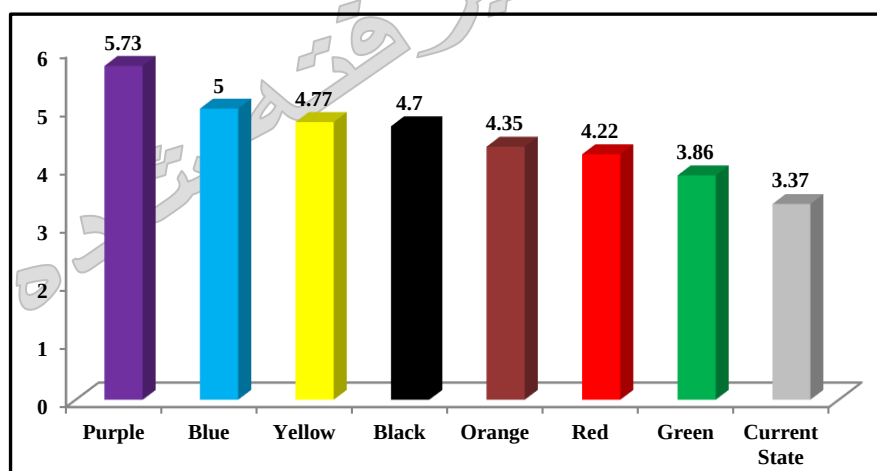
تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از آزمون کای اسکور نشان داد که ترجیح رنگ دانشجویان معماری از جنبه‌های مختلف (روان‌شناختی و ادراکی) به‌طور معناداری با وضعیت موجود رنگ در محیط آموزشی تفاوت دارند.

شکل ۲۸ نتایج حاصل از تحلیل واریانس یکطرفه ترجیحات دانشجویان را نشان داده است. این تحلیل نشان می‌دهد که سه اولویت رنگ در هر ویژگی کدام است.



شکل ۲۸: ترجیح رنگ دانشجویان معماری.
Figure 28: Color preferences of architecture students.

و در نهایت شکل ۲۹ نتایج آزمون فریدمن برای رتبه بندی استفاده از رنگها بر اساس دیدگاه دانشجویان را نشان می‌دهد. اعداد روی نمودار میانگین وزنی هر رنگ بر اساس ویژگی‌های مورد بررسی می‌باشد، در نهایت رتبه بندی مشخص کرد که رنگ بنفش دارای بیشترین میزان ویژگی در انتخاب می‌باشد و پس از آن رنگهای آبی و زرد و مشکی قرار دارند.



شکل ۲۹: نتایج آزمون فریدمن برای رتبه بندی رنگها بر اساس ویژگی رنگها.
Figure 29: Friedman test results for ranking colors based on their features.

بر اساس تحلیل‌های انجام‌شده در ابعاد مختلف ادراک فضایی از جمله سادگی، تفاوت، رسمیت، حرارت، احساس، و فاصله، می‌توان دریافت که رنگها نقش بسیار مهمی در شکل‌گیری کیفیت‌های ذهنی و عاطفی فضا ایفا می‌کنند. وضعیت موجود اغلب در دسته‌های «خنثی»، «رسمیت متوسط»، «سادگی زیاد»، «احساسات منفی ملایم»، و «فاصله متوسط» قرار دارد. این الگو نشان می‌دهد که فضای فعلی از نظر ادراکی حالتی یکنواخت، بدون ویژگی‌های تمایزبخش، و با هویتی ضعیف دارد که نه تحریک‌کننده است و نه احساس تعلق یا راحتی خاصی ایجاد می‌کند.

در مقابل، رنگ سبز به‌طور مکرر در اکثر ابعاد با ویژگی‌های مثبت ادراکی همراه بوده است: از افزایش احساس «تمایز»، «رسمیت ملایم»، «تعادل»، و «نزدیکی فضایی» گرفته تا القای «شادی»، «نرمی»، و «تداوم». بنابراین سبز می‌تواند به‌عنوان رنگی ساختاردهنده و نظم‌آفرین در محیط‌های آموزشی مورد استفاده قرار گیرد.

رنگ‌های آبی و زرد نیز به‌ویژه در مؤلفه‌هایی چون «غیررسمی بودن»، «نزدیکی فضایی»، و «احساس شادی» برتری داشته‌اند. این رنگها بیشتر فضاهایی خودمانی، گرم، و تعاملی را تداعی می‌کنند که می‌توانند در کلاس‌های مشارکتی و محیط‌های یادگیری باز مؤثر واقع شوند.

مقاله پذیرفته شده

رنگ بنفش انعطاف‌پذیری بیشتری را در طیف وسیعی از مؤلفه‌ها از خود نشان داده است، به‌ویژه در ابعاد «غیررسمی بودن»، «پویایی»، و «احساسات ترکیبی». این موضوع می‌تواند کاربرد بنفش را برای فضاهایی که نیاز به تغییر کارکرد یا تنوع عملکردی دارند، توجیه کند.

در مقابل، رنگ‌های قرمز و مشکی در بسیاری از مؤلفه‌ها با ادراک منفی‌تر یا متضاد با اهداف فضاهای آموزشی همراه بوده‌اند؛ از جمله در ایجاد احساس «پیچیدگی»، «فاصله»، «ناراحتی»، یا «غیرجذاب بودن». با این حال، استفاده هدفمند و محدود از آن‌ها می‌تواند برای ایجاد کانون توجه یا تأکید بر بخش‌های خاصی از فضا سودمند باشد.

در مجموع، یافته‌ها تأکید دارند که انتخاب رنگ در طراحی فضاهای آموزشی باید فراتر از زیبایی‌شناسی صرف انجام شود و با توجه به اهداف ادراکی و رفتاری کاربران صورت گیرد. ترکیبی از رنگ‌هایی چون سبز، آبی، زرد، و بنفش می‌تواند تعادلی میان ساختار، تعامل، آرامش و پویایی ایجاد کند که نسبت به وضعیت موجود ارتقاء قابل‌توجهی در کیفیت فضایی فراهم می‌سازد (جدول ۲۶)

جدول ۲۶: ترجیح رنگ دانشجویان.

Table 26: Students' Color Preferences.

Minimum Level	Maximum Level	Attributes
Current State	Green	Familiarity / Distinction
Yellow	Green	Transparency / Opacity
Current State	Yellow-Blue	Informality / Formality
Green	Red	Simplicity / Complexity
Yellow	Red	Cheerfulness / Sadness
Current State	Green	Neutrality / Uniqueness
Purple	Orange	Softness / Roughness
Current State	Purple	Sadness / Joy
Blue	Green	Balance / Imbalance
Black	Green	Irritating / Soothing
Purple-Yellow	Green	Weakness / Strength
Green	Blue-Purple-Yellow	Influence / Lack of Influence
Green	Yellow	Continuity / Disruption
Green	Black	Humility / Boldness
Yellow-Blue	Black	Extraordinary / Ordinary
Green	Blue	Coolness / Warmth
Current State	Yellow-Blue-Purple	Distance / Closeness
Purple	Blue	Repelling / Inviting
Black	Yellow-Blue	Unpleasant / Pleasant

۴- نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش به‌روشنی نشان می‌دهند که انتخاب رنگ در فضاهای آموزشی نقشی فراتر از زیبایی‌شناسی داشته و به‌طور مستقیم بر کیفیت ادراک فضایی، احساسات و تجربه ذهنی کاربران تأثیر می‌گذارد. تحلیل آماری داده‌های به‌دست‌آمده از آزمایش واقعیت مجازی، تفاوت‌های معناداری میان رنگ‌ها در ابعاد روان‌شناختی نظیر شفافیت، نشاط، جذابیت، پویایی، تعادل، اثرگذاری، دعوت‌کنندگی و خوشایندی نشان داد.

در میان رنگ‌های مورد بررسی، بنفش، زرد و سبز بیشترین واکنش مثبت را در میان دانشجویان برانگیختند. رنگ زرد از نظر افزایش حس نشاط و شادی بیشترین تأثیر را داشت و محیط را روشن‌تر و پرانرژی‌تر جلوه داد. بنفش علاوه بر افزایش جذابیت و هماهنگی بصری، در

مقاله پذیرفته شده

ایجاد حس پویایی و آرامش روانی نیز مؤثر بود. رنگ سبز با ایجاد حس تعادل، طراوت و امنیت ذهنی نقش مهمی در کاهش تنش و ارتقای احساس دعوت‌کنندگی داشت. این رنگ همچنین از نظر ویژگی‌هایی مانند اثرگذاری، انسجام و نوآوری نیز بازخورد مثبتی دریافت کرد. در مقابل، رنگ‌های قرمز و مشکی در برخی ابعاد تأثیر منفی‌تری داشتند. قرمز اغلب با احساس تنش، تحریک‌پذیری بالا و کاهش آرامش ذهنی همراه بود. اگرچه این رنگ گاهی از نظر قدرت یا هیجان بصری نمره قابل‌قبولی دریافت کرد، اما در محیط‌های آموزشی که نیاز به تمرکز، تعامل مثبت و تعادل روانی دارند، می‌تواند نامناسب تلقی شود. رنگ مشکی نیز به‌طور گسترده با ادراکاتی چون کدري، سردی، راکدی و رسمیت بیش از حد همراه بود که باعث کاهش حس دعوت‌کنندگی و نشاط فضا می‌شود.

نکته برجسته این پژوهش، بهره‌گیری از فناوری واقعیت مجازی برای شبیه‌سازی محیط‌های رنگی بود که امکان مشاهده و ارزیابی مستقیم واکنش‌های شناختی و عاطفی شرکت‌کنندگان را در فضایی کنترل‌شده و نزدیک به واقعیت فراهم کرد. این رویکرد نسبت به روش‌های سنتی ارزیابی رنگ، دقت، اعتبار و قابلیت تعمیم‌پذیری بالاتری دارد و می‌تواند الگوی مناسبی برای طراحی مبتنی بر داده در معماری آموزشی باشد.

بر این اساس، چند پیشنهاد کلیدی برای طراحان و پژوهشگران قابل ارائه است:

1. طراحان داخلی و معماران باید به جای انتخاب رنگ بر اساس سلیقه یا اصول زیبایی‌شناختی کلی، از داده‌های تجربی و تحلیل‌های روان‌شناختی استفاده کنند. رنگ‌هایی مانند بنفش، زرد، سبز و آبی برای فضاهای خلاقانه، مشارکتی و تعاملی مناسب‌تر هستند؛ درحالی‌که رنگ‌های تیره یا تنش‌زا باید تنها در عناصر تأکیدی یا جزئیات محدود به کار روند.
 2. در فرآیند طراحی، توصیه می‌شود پیش از نهایی‌سازی طرح، از شبیه‌سازی واقعیت مجازی استفاده شود تا واکنش کاربران به رنگ‌های پیشنهادی در فضایی ایمن و شبیه به واقعیت بررسی گردد. این کار می‌تواند از تصمیمات نادرست یا پرهزینه در مراحل اجرایی جلوگیری کند.
 3. پژوهشگران حوزه روان‌شناسی محیطی نیز می‌توانند با توسعه مطالعات آینده، به بررسی تأثیرات ترکیب رنگ‌ها، شدت نور، و تفاوت‌های فردی در ادراک رنگ بپردازند. همچنین بررسی اثرات بلندمدت رنگ‌ها در محیط‌های واقعی آموزشی می‌تواند در تدوین استانداردهای طراحی مؤثر باشد.
- در مجموع، این مطالعه تأکید می‌کند که انتخاب آگاهانه و داده‌محور رنگ در فضاهای آموزشی نه تنها می‌تواند منجر به افزایش کیفیت تجربه یادگیری شود، بلکه به ارتقاء سلامت روانی، تمرکز، تعامل اجتماعی و انگیزه‌ی تحصیلی دانشجویان نیز کمک می‌کند. بنابراین، طراحی رنگ باید به‌عنوان بخشی جدی از فرآیند طراحی محیط‌های یادگیری در نظر گرفته شود و از ظرفیت فناوری‌های نوین همچون واقعیت مجازی برای بهینه‌سازی آن بهره گرفته شود.

تقدیر و تشکر: از دانشجویان درس مقدمات طراحی معماری ۱ بخش معماری دانشگاه شیراز که صمیمانه ما را در انجام آزمایشات در آتلیه معماری واقع در بخش معماری دانشگاه شیراز یاری کردند صمیمانه تشکر می‌گردد.

تعارض منافع: نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافع مالی یا غیرمالی در ارتباط با انجام این پژوهش و انتشار نتایج آن وجود ندارد.

۵- مراجع

1. Conway, B.R. and D.Y. Tsao, *Color-tuned neurons are spatially clustered according to color preference within alert macaque posterior inferior temporal cortex*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2009. **106**(42): p. 18034-18039.
2. Gong, R., et al., *Investigation on factors to influence color emotion and color preference responses*. Optik, 2017. **136**: p. 71-78.
3. Niroumand Shishavan, M., et al., *Examining the interior components of architecture and prioritization based on the effect on the user's emotion in educational space*. Journal of Educational Innovations, 2024: p. -.
4. Schloss, K.B. and S.E. Palmer, *An ecological valence theory of human color preferences*. Journal of Vision, 2009. **9**(8): p. 358-358.
5. Sivik, L., *Systems for descriptive colour notations-Implications of definitions and methodology*. Farbe, 1994. **40**(1): p. 37-50.
6. Shokri Yazdan Abad, S. and S. Mahdizadeh, *Assessment of the Visual Qualities of Educational Spaces Based on the Preferences of Users; Case Study: Ferdowsi University of Mashhad, International Campus*. Armanshahr Architecture & Urban Development, 2020. **13**(32): p. 251-267.
7. Beyraghi, S. and L.B. Asl, *Semiotics of behavioral settings in educational spaces, emphasizing the social value of spaces*. Int. J. Architect. Eng. Urban Plan, 2018. **28**(2): p. 117-133.
8. Sivik, L. and A. Hård, *On studying colour combinations: some reflections and preliminary experiments*. University of Göteborg, Göteborg Psychological Reports, 1989. **19**(2).
9. Verhoef, B.-E., K.S. Bohon, and B.R. Conway, *Functional architecture for disparity in macaque inferior temporal cortex and its relationship to the architecture for faces, color, scenes, and visual field*. Journal of Neuroscience, 2015. **35**(17): p. 6952-6968.

10. Hu, Z., et al., *UAV aided aerial-ground IoT for air quality sensing in smart city: Architecture, technologies, and implementation*. IEEE Network, 2019. **33**(2): p. 14-22.
11. Baytin, C., A. Kiran, and M. Tunbis, *Colour preferences in architectural design studios*. Architectural Science Review, 2005. **48**(4): p. 317-328.
12. Hård, A. and L. Sivik, *A theory of colors in combination—A descriptive model related to the NCS color-order system*. Color Research & Application: Endorsed by Inter-Society Color Council, The Colour Group (Great Britain), Canadian Society for Color, Color Science Association of Japan, Dutch Society for the Study of Color, The Swedish Colour Centre Foundation, Colour Society of Australia, Centre Français de la Couleur, 2001. **26**(1): p. 4-28.
13. Hershberger, R.G. and R.C. Cass, *Predicting user responses to buildings*. Man-environment interactions: Evaluations and applications, 1974: p. 117-143.
14. Kaya, N. and H.H. Epps, *Relationship between color and emotion: A study of college students*. College student journal, 2004. **38**(3): p. 396-405.
15. KULLER, R., *Beyond Semantic Measurement, Architectural Psychology*, ed. R. Küller, Lund Proceedings of, 1973. **2**.
16. Palmer, S.E. and K.B. Schloss, *An ecological valence theory of human color preference*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2010. **107**(19): p. 8877-8882.
17. Küller, R., et al., *The impact of light and colour on psychological mood: a cross-cultural study of indoor work environments*. Ergonomics, 2006. **49**(14): p. 1496-1507.
18. Bashabsheh, A.K., H.H. Alzoubi, and M.Z. Ali, *The application of virtual reality technology in architectural pedagogy for building constructions*. Alexandria engineering journal, 2019. **58**(2): p. 713-723.
19. Juan, Y.-K., H.-Y. Chi, and H.-H. Chen, *Virtual reality-based decision support model for interior design and decoration of an office building*. Engineering, Construction and Architectural Management, 2021. **28**(1): p. 229-245.
20. Jaglarz, A., *Perception of color in architecture and urban space*. Buildings, 2023. **13**(8): p. 2000.
21. Hård, A., L. Sivik, and G. Tonnquist, *NCS, natural color system—From concept to research and applications. Part I*. Color Research & Application, 1996. **21**(3): p. 180-205.
22. Schloss, K.B., et al., *Seasonal variations in color preference*. Cognitive Science, 2017. **41**(6): p. 1589-1612.
23. Strauss, E.D., K.B. Schloss, and S.E. Palmer, *Color preferences change after experience with liked/disliked colored objects*. Psychonomic bulletin & review, 2013. **20**: p. 935-943.