Quarterly Journal of Urban and Regional Development Planning
Vol. 6, No.19, Winter 2022
urdp.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/URDP.2021.62895.1371

ATU PRESS

Original Research
Accepted: 26/10/2021
Received: 17/08/2021
ISSN: 2476-5864
eISSN: 2476-6402

# Investigating the Effect of Psychological Factors (Colour and Light) on the Human Perception of Thermal Comfort - Case Study: Commercial Buildings in District 2 of Tehran

**Mohammad Kazemi** PhD of Architecture, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

**Aliyeh Kazemi** * Associate Professor of Industrial Management,, University of Tehran, Tehran, Iran.

## Abstract

The thermal comfort analysis models specify the acceptable thermal condition such as temperature, humidity, and air movement. Personal, measurable environmental, and psychological factors affect thermal comfort. Psychological factors are often overlooked because they are difficult to quantify. These factors based on different hypotheses such as the hue-heat hypothesis affect the human perception of thermal comfort. The hue-heat hypothesis indicates the relationship between warm and cool colours and subjective evaluation of thermal comfort. This paper used a questionnaire (Actual Sensation Vote) to examine the association between these factors and thermal sensation, humidity sensation, and draught sensation. Totally 65 volunteers from commercial buildings in district 2 of Tehran answered the questionnaires. Cronbach's alpha is calculated and showed the consistent reliability of the questionnaires. Results indicated that in winter, thermal sensation votes increase in hot spaces (warm colour and low lighting colour temperature) compared to two other spaces. Likewise, in summer, thermal sensation votes decrease in cold spaces (cool colour and high lighting colour temperature) compared to two other spaces. In addition, results clarified that discomfort sensation in the head, neck, and chest is more than in other parts of our bodies. Therefore, regarding thermal comfort, hot spaces are better in winter, and cold spaces are better in summer.

**Keywords:** Thermal Comfort, Actual Sensation Vote (ASV), Psychological Factors, Correlated Colour Temperature.

* Corresponding Author: aliyehkazemi@ut.ac.ir

**How to Cite:** Kazemi, M., Kazemi, A. (2022). Investigating the Effect of Psychological Factors (Colour and Light) on the Human Perception of Thermal Comfort - Case Study: Commercial Buildings in District 2 of Tehran, *Journal Urban and Regional Development Planning*, 6(19), 33-58.

مقاله پژوهشی

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۰۵/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۴

ISSN: 2476-5864

eISSN: 2476-6402

فصلنامه برنامه‌ریزی توسعه شهری و منطقه‌ای

سال ششم، شماره ۱۹، زمستان ۱۴۰۰، ص ۳۳ تا ۵۸

www.urdp.atu.ac.ir

DOI: 10.22054/URDP.2021.62895.1371

# بررسی تأثیر عوامل روان‌شناختی رنگ و نور بر ادراک آسایش حرارتی - مطالعه موردی: ساختمان‌های تجاری منطقه ۲ تهران

**محمد کاظمی** | دکتری معماری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

**عالیه کاظمی** * | دانشیار مدیریت صنعتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

## چکیده

مدل‌های ارزیابی آسایش حرارتی برای تعیین شرایط حرارتی قابل‌قبول محیط همچون محدوده دما، رطوبت و جریان هوا بکار می‌روند. میزان سوخت‌وساز بدن و پوشش افراد، عوامل مختلف محیطی همچون دما و رطوبت و عوامل روان‌شناختی بر ارزیابی آسایش حرارتی تأثیر می‌گذارند. اغلب، دشواری اندازه‌گیری عوامل روان‌شناختی باعث نادیده گرفتن آن‌ها می‌شود. بر اساس نظریه‌هایی همچون نظریه رنگ- حرارت این عوامل بر ادراک آسایش حرارتی اثر محسوس می‌گذارند. نظریه رنگ- حرارت تأثیر نور و رنگ‌های گرم و سرد بر ادراک ذهنی از دما را مشخص می‌کند. در این تحقیق تأثیر این عوامل بر ادراک افراد از دما، رطوبت و جریان هوا بررسی شده است. در این راستا از مدل نظرسنجی احساس حقیقی و از پرسشنامه استفاده شده است. ۶۵ فروشنده از واحدهای تجاری منطقه ۲ تهران به سؤالات پرسشنامه‌ها پاسخ داده‌اند. برای کنترل عوامل مؤثر دیگر و اعتبارسنجی تحقیق، از آزمون کرونباخ آلفا استفاده شده است. نتایج نشان داده‌اند که در فصل زمستان، میزان رضایت از وضعیت حرارتی، رطوبتی و جریان هوای داخلی در فضاهای گرم بیشتر است. همچنین در فصل تابستان در فضاهای سرد، ادراک آسایش حرارتی مخصوصاً از لحاظ رطوبتی و جریان هوا بهتر است. ضمناً احساس ناراحتی از شرایط حرارتی بیشتر در سر، گردن و قفسه سینه بوده است. بنابراین فضاهای گرم از لحاظ نور و رنگ برای زمستان و فضاهای سرد برای تابستان مناسب هستند.

**کلیدواژه‌ها:** آسایش حرارتی، مدل نظرسنجی احساس حقیقی، عوامل روان‌شناختی، دمای رنگ همبسته.

*نویسنده مسئول: aliyehkazemi@ut.ac.ir

**مقدمه**

ایجاد شرایط آسایش برای ساکنان و به حداقل رساندن مصرف انرژی از عوامل تأثیرگذار بر طراحی ساختمان هستند. حفظ آسایش حرارتی برای ساکنان یکی از جنبه‌های مفهوم آسایش است. تعریف ساده از آسایش، حس خوب بودن است. آسایش حرارتی، آسایش بصری، آسایش آکوستیکی و کیفیت هوا در ایجاد محیط پایدار زندگی نقش دارند. اشری[1] در سال ۲۰۱۳ میلادی آسایش حرارتی را شرایط ذهنی تعریف می‌کند که از شرایط حرارتی محیط رضایت دارند (Ashrae, 2013). این موضوع به‌صورت ذهنی نیز ارزیابی می‌شود. بررسی آسایش حرارتی به دلایل زیر اهمیت دارد:

- هدایت طراحی ساختمان‌ها و دیگر محیط‌های بسته
- بهبود کیفیت هوای داخلی، کاهش نشانه‌های ساختمان بیمار و ارتقای سلامت ساختمان
- کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه‌ای
- افزایش کارآمدی ساکنان ساختمان

با در نظر گرفتن موارد ذکرشده، محیط داخلی می‌بایست برای تأمین آسایش و سلامت ساکنان، طراحی و کنترل شود. بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که افراد در محیط‌های راحت، بهتر کار می‌کنند. در این صورت حفظ آسایش حرارتی برای ساکنان ساختمان‌ها و سایر محیط‌های بسته از اهداف مهم برای مهندسان معماری و سیستم‌های تهویه مطبوع است.

عوامل شخصی، محیطی و روان‌شناختی بر آسایش حرارتی تأثیر می‌گذارند. عوامل شخصی تحت کنترل افراد هستند. این عوامل سوخت‌وساز بدن، لباس و انطباق رفتاری را در بر می‌گیرند. عوامل محیطی همچون دمای هوا، دمای تابشی، جریان هوا و رطوبت قابل اندازه‌گیری هستند. اندازه‌گیری عوامل روان‌شناختی همچون رنگ، بافت، صوت، نور و بو دشوار است. توجه به معیارهای عددی و فیزیکی آسایش حرارتی باعث نادیده گرفتن

1. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (Ashrae)

عوامل روان‌شناختی شده است. بر این اساس در این تحقیق سعی شده است تا تأثیر عوامل روان‌شناختی بر ادراک آسایش حرارتی در فضاهای گرم، خنثی و سرد مقایسه شود.

عوامل روان‌شناختی باعث برانگیختن احساساتی همچون هیجان، انرژی و آرامش می‌شوند. بر اساس نظریه رنگ- حرارت[1] اگر طول موج نور یا رنگ به انتهای سرخ طیف بصری نزدیک باشد گرم‌تر درک می‌شود. همچنین اگر طول موج نور یا رنگ به انتهای آبی نزدیک باشد سردتر شناخته می‌شود. بر این اساس رنگ‌های مایل به آبی و سبز، سرد و رنگ‌های مایل به سرخ و زرد، گرم در نظر گرفته می‌شوند (Baniya et al., 2018).

در سه دهه اخیر روش‌های مختلف ارزیابی برای آسایش حرارتی پیشنهاد شده‌اند. مطالعات انجام‌شده توسط فنگر[2] اساس دو مدل متوسط نظرسنجی پیش‌بینی‌شده[3] و درصد نارضایتی پیش‌بینی‌شده[4] هستند. این مدل‌ها از روابط تعادل حرارتی و مطالعات تجربی برای تعریف آسایش استفاده می‌کنند. ترکیبی از دمای هوا، متوسط دمای تابشی[5]، رطوبت نسبی، سرعت باد، میزان سوخت‌وساز و سطح عایق لباس برای محاسبه متوسط نظرسنجی پیش‌بینی‌شده بکار می‌رود. این مدل در تعیین شرایط آسایش و درصد رضایت یا نارضایتی ساکنان اهمیت دارد. استاندارد ۵۵ اشری از مدل متوسط نظرسنجی پیش‌بینی‌شده برای تعیین شرایط حرارتی داخلی استفاده کرده است. این استاندارد، رضایت حداقل ۸۰ درصد ساکنان را لازم می‌داند (Ashrae, 2013).

بر اساس مطالعات انجام شده، برخی از عوامل مؤثر بر ادراک افراد از آسایش حرارتی در این مدل‌ها مورد توجه قرار نگرفته‌اند. مدل‌های پیشنهادی، کلی و برای اجرا و داوری دشوار هستند. همچنین در بسیاری از مطالعات، نتایج این مدل‌ها با احساس حقیقی افراد تفاوت دارند. (Enescu, 2017) در پژوهش حاضر از طریق تکمیل پرسشنامه، احساس حقیقی افراد از آسایش حرارتی در فضاهای گرم، خنثی و سرد در فصل زمستان و

1. Hue-Heat Hypothesis
2. Fanger
3. Predicted Mean Vote (PMV)
4. Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD)
5. Mean Radiant Temperature (MRT)

تابستان بررسی می‌شود. همچنین از نمودار ستونی، دایره‌ای و عنکبوتی و آزمون کرونباخ آلفا[1] برای تحلیل و اعتبارسنجی داده‌ها استفاده می‌شود.

## پیشینه پژوهش

در تعریف اشری از آسایش حرارتی بر رضایت شرایط ذهنی تأکید شده است. هیجز[2] (۱۹۹۴) فرآیند ادراکی، وضعیت دانش و شناخت، احساس و نگرش کلی و الگوی رفتاری و پوششی را بر شرایط ذهنی مؤثر دانسته است. در این صورت آسایش بر اساس عوامل مختلف تغییر می‌کند و به‌طور واقعی قابل اندازه‌گیری نیست. هیجز، آسایش حرارتی را ویژگی‌های محیطی تعریف کرده است که میزان رضایت از نیازهای حرارتی فیزیولوژیکی و روان‌شناختی را مشخص می‌کنند (Heijs, 1993).

فنگر (۱۹۷۰) میزان سوخت‌وساز بدن، مقاومت حرارتی لباس، دمای هوا، متوسط دمای تابشی، سرعت باد و فشار بخار آب را متغیرهای اصلی مؤثر بر شرایط آسایش حرارتی دانسته است (Fanger, 1970). این عوامل در زیر معرفی شده‌اند. عوامل مذکور را نمی‌توان به صورت مستقل در نظر گرفت (کاظمی،۱۳۹۹؛ لطیفی،۱۳۹۷).

- سوخت‌وساز بدن میزان انرژی موجود در غذا است که در بدن به گرما تبدیل می‌شود. تقریباً ۲۰ درصد از انرژی موجود در غذا به کار مفید و ۸۰ درصد از آن به گرما تبدیل می‌شود. این میزان گرما می‌بایست از طریق جریان گرمای محسوس یا تبخیر به محیط اطراف دفع شود. به‌طورکلی میزان سوخت‌وساز بدن به وزن، سطح فعالیت، سطح بدن، سلامتی، جنسیت، سن، سطح لباس افراد و شرایط حرارتی محیط اطراف بستگی دارد.
- لباس بر اساس ویژگی‌های عایق‌بندی، تعدیل‌کننده مهم برای اتلاف حرارتی بدن محسوب می‌شود. ویژگی‌های عایق‌بندی لباس ناشی از کیسه‌های هوایی کوچک و مستقل هستند که مانع از انتقال هوا می‌شوند. مقاومت حرارتی لباس با واحد کلو[3]

1. Cronbach’s Alpha
2. Heijs
3. Clo

مشخص می‌شود. یک کلو ۰/۱۵۵ مترمربع در درجه سانتیگراد بر وات است. سطح مناسب لباس بر اساس دمای مؤثر[1] تعیین می‌شود. دمای مؤثر میانگین دمای هوا و متوسط دمای تابشی است. سطح مناسب لباس در تابستان از ۰/۳۵ تا ۰/۶ کلو و در زمستان از ۰/۸ تا ۱/۲ کلو در نظر گرفته می‌شود.

- دمای هوا عامل اصلی در تعادل انرژی بدن، احساس حرارتی، آسایش، ناراحتی و ادراک کیفیت هوا است. دمای خشک هوا[2] با دماسنج استاندارد و دمای تر هوا[3] با دماسنج دارای مخزن مرطوب اندازه‌گیری می‌شود. اختلاف بین دمای خشک و تر هوا شکست تر[4] نامیده می‌شود. شکست زیاد نشان‌دهنده رطوبت نسبی پایین و شکست کم نشان‌دهنده رطوبت نسبی بالا است.
- رطوبت نسبی نسبت بخارآب موجود در هوا به حداکثر بخارآبی است که هوا در همان دما می‌تواند نگه دارد. رطوبت نسبی ممکن است به‌طور مستقیم اندازه‌گیری شود یا از دمای خشک و تر به دست آید. در رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد دمای خشک و تر هوا برابر می‌شوند.
- متوسط دمای تابشی، دمای یکنواخت در محفظه است به‌گونه‌ای که تابش از بدن افراد و انتقال گرمای تابشی در محفظه غیریکنواخت برابر باشند (Ashrae, 2013). متوسط دمای تابشی با استفاده از دماسنج گلوله و هندسه نقطه مشخص در فضا اندازه‌گیری می‌شود. ممکن است تأثیر دمای تابشی و جریان هوا بیشتر از دمای هوا باشد.

در کنار عوامل ذکرشده عوامل شنیداری، روشنایی، رنگ و کیفیت هوا و سن، جنسیت و رنگ پوست افراد نیز بر حس خوب بودن اثر می‌گذارند (کاظمی،۱۳۹۹). پیش‌بینی آسایش حرارتی به دلیل تأثیر این عوامل بر محدوده دمایی قابل‌پذیرش آسان نیست. در چند دهه اخیر محققان واکنش حرارتی، فیزیولوژیکی و روان‌شناختی افراد در محیط‌های مختلف را

1. Operative Temperature
2. Dry-Bulb (DB) Temperature
3. Wet-Bulb (DB) Temperature
4. Wet-Bulb Depression

بررسی کرده‌اند و چند مدل برای پیش‌بینی آسایش پیشنهاد داده‌اند. همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، دو مدل متوسط نظرسنجی پیش‌بینی‌شده و درصد نارضایتی پیش‌بینی‌شده برای پیش‌بینی آسایش حرارتی شناخته شده هستند. این دو مدل، شرایط آسایش اقلیمی و روش‌ها و اصول ارزیابی و تحلیل محیط‌های مختلف را توصیف می‌کنند. این دو مدل بر اساس میزان سوخت‌وساز بدن، مقاومت حرارتی لباس، دمای هوا، متوسط دمای تابشی، سرعت باد و فشار بخار آب گسترش یافته‌اند.

دجانگ‌یانگ[1] (۲۰۱۰) از مدل متوسط نظرسنجی پیش‌بینی‌شده و مدل درصد نارضایتی پیش‌بینی‌شده استفاده کرده است (Djongyang et al., 2010). گارسیا[2] (۲۰۱۰) این دو مدل و مدل‌های دیگر آسایش حرارتی همچون درصد نارضایتی محلی را بررسی کرده است (García, 2010). کارلوسی و پاگلیانو[3] (۲۰۱۲) پانزده روش برای ارزیابی بلندمدت آسایش حرارتی را معرفی کرده‌اند (Carlucci and Pagliano, 2012). هلوپینن[4] (۲۰۱۴) روش‌های مختلف برای ارزیابی آسایش حرارتی را مقایسه کرده است (Holopainen et al., 2014). نتایج این تحقیق نشان داده‌اند که در محیط‌های داخلی، مدل‌های تطبیقی نسبت به مدل متوسط نظرسنجی پیش‌بینی‌شده با انعطاف‌پذیری بیشتر همراه هستند. ریچارد دیر[5] (۱۹۹۸) نظریه انطباق‌پذیری را پیشنهاد کرده است (Brager, 1998). در این نظریه، افراد از لحاظ فیزیولوژیکی، رفتاری و روان‌شناختی با محیط حرارتی سازگار می‌شوند. یائو[6] (۲۰۰۹) با ترکیب نظریه انطباق‌پذیری و تعادل حرارتی، مدل متوسط نظرسنجی پیش‌بینی‌شده را ارائه داده است (Yao et al., 2009).

ناستاسه[7] (۲۰۱۶) و زائو[8] (۲۰۱۷) نظرسنجی احساس حقیقی[9] را از طریق پرسشنامه ارزیابی کرده‌اند (Zhao et al, 2017; Nastasea et al., 2016). برخی از تحقیقات

1. Djongyang
2. García
3. Carlucci and Pagliano
4. Holopainen
5. Richard de Dear
6. Yao
7. Nastasea
8. Zhao
9. Actual Sensation Vote (ASV)

اختلاف‌های بین مدل متوسط نظرسنجی پیش‌بینی‌شده و نظرسنجی احساس حقیقی از طریق تکمیل پرسشنامه‌ها را مشخص کرده‌اند (Al-ajmi and loveday, 2010; Nematchoua et al., 2014). بر اساس مطالعه ۲۵ ساختمان مسکونی در کویت مشخص شد که در مدل متوسط نظرسنجی پیش‌بینی‌شده، دمای خنثی کمتر تخمین زده شده است (Al-ajmi and Loveday, 2010). همچنین بر اساس مطالعات صورت گرفته در ۲۶ خانه در بخش جنوبی چین مشخص شد که در مدل متوسط نظرسنجی پیش‌بینی‌شده، دمای مؤثر خنثی کمتر از نتایج پرسشنامه‌ها برآورد شده است (Han et al., 2007). مطالعات مربوط به آپارتمان‌های هند در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ میلادی نشان داد که مدل متوسط نظرسنجی پیش‌بینی‌شده، احساس حقیقی ساکنان را بیشتر برآورد کرده است (Indraganti, 2011). در مطالعه دیگر در ساختمان‌های مسکونی چندطبقه در هند نیز نظرسنجی احساس حقیقی، کمتر از مدل متوسط نظرسنجی پیش‌بینی‌شده تعیین شد (Rajasekar and Ramachandraiah, 2011).

مطالعات مختلف از نظرسنجی احساس حقیقی برای بررسی تأثیر عوامل روان‌شناختی بر ادراک آسایش حرارتی استفاده کرده‌اند. روش‌ها و نتایج استفاده‌شده در این مطالعات در جدول ۱ خلاصه شده‌اند.

**جدول ۱. مطالعات اخیر در زمینه تأثیر عوامل روان‌شناختی بر ادراک آسایش حرارتی**

| نویسندگان | سال انتشار | روش مورداستفاده | نتایج |
|---|---|---|---|
| آریانا برامبیلا و دیگران (Brambilla et al., 2020) | ۲۰۲۰ میلادی | تکمیل پرسشنامه توسط ۴۵ نفر | احساس خنکی بیشتر در دماهای رنگ نور بالاتر |
| یاگوچو گلاسی و دیگران (Golasi et al., 2019) | ۲۰۱۹ میلادی | تکمیل پرسشنامه توسط ۴۲ نفر | تأیید تأثیر دمای رنگ نور بر ادراک آسایش حرارتی. امکان کاهش دمای هوا به میزان ۱/۲۵ درجه سانتیگراد در نورهای سرد |
| جرن تافتوم و دیگران (Toftum et al., 2018) | ۲۰۱۸ میلادی | تکمیل پرسشنامه توسط ۴۴ نفر | کاهش احساس حرارتی در دماهای رنگ نور بالاتر (در شرایط حرارتی خنثی) |
| جورجیا چینازو و دیگران (Chinazzo et al., | ۲۰۱۸ میلادی | تکمیل پرسشنامه توسط ۷۵ نفر | احساس خنکی بیشتر موقع عبور نور از شیشه‌های آبی و احساس گرمی بیشتر موقع عبور نور از |

| نویسندگان | سال انتشار | روش مورداستفاده | نتایج |
|---|---|---|---|
| (2018 | | | شیشه‌های نارنجی |
| روپاک بانیا و دیگران (Baniya et al., 2018) | ۲۰۱۸ میلادی | تکمیل پرسشنامه توسط ۱۶ نفر | عدم‌تأیید نظریه رنگ-حرارت. احساس آسایش حرارتی بیشتر در دماهای رنگ نور متوسط |
| ماریج کولو و دیگران (Kulve et al., 2018) | ۲۰۱۸ میلادی | تکمیل پرسشنامه توسط ۳۵ نفر | تأثیر آسایش بصری بر آسایش حرارتی. تأثیر محیط حرارتی بر ادراک بصری. بهبود آسایش حرارتی توسط شرایط نورپردازی مطلوب |
| هایینگ وانگ و دیگران (Wang et al., 2018) | ۲۰۱۸ میلادی | انجام آزمایش بر ۱۶ نفر | احساس حرارتی بیشتر با دیوارهای دارای رنگ گرم و احساس حرارتی کمتر با دیوارهای دارای رنگ سرد. افزایش ضربان قلب با تغییر رنگ‌ها از سرد به گرم |

در تحقیق حاضر با استفاده از نظرسنجی احساس حقیقی و تکمیل پرسشنامه، تأثیر عوامل روان‌شناختی بر ادراک آسایش حرارتی بررسی شده است. این تحقیق برای ساختمان‌های تجاری در منطقه ۲ تهران انجام شده است. در این تحقیق سه فضای گرم، خنثی و سرد تعریف شده‌اند. عوامل روان‌شناختی رنگ و نور، این سه فضا را مشخص می‌کنند. رنگ گرم و دمای رنگ نور پایین، فضای گرم را نشان می‌دهند. رنگ سرد و دمای رنگ نور بالا، فضای سرد را نشان می‌دهند. اگر فضا بین این دو وضعیت قرار داشته باشد فضای خنثی نامیده می‌شود. عوامل روان‌شناختی دیگر همچون صوت و بو و عوامل فیزیولوژیکی، ثابت در نظر گرفته شده‌اند.

## مبانی نظری

هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر عوامل روان‌شناختی رنگ و نور بر احساس حرارتی است. بر اساس نظریه رنگ- حرارت، رنگ‌ها و نورها در دماهای مختلف محیط بر احساس حرارتی تأثیر می‌گذارند. رنگ‌ها و نورهای گرم در مقایسه با رنگ‌ها و نورهای خنثی باعث احساس گرمتر و رنگ‌ها و نورهای سرد باعث احساس خنک‌تر می‌شوند. فنگر (۱۹۷۷) نشان داد که دمای محیط با رنگ و نور سرخ ۰/۴ درجه سانتیگراد بالاتر از

دمای محیط با رنگ و نور آبی احساس می‌شود (Fanger and Breum, 1977). این موضوع تأثیر رنگ و نور بر صرفه‌جویی محسوس در مصرف انرژی ساختمان را نشان می‌دهد.

موضوعات مربوط به رنگ و نور بسیار گسترده‌اند و در این مقاله تنها به جنبه‌های مؤثر بر احساس حرارتی پرداخته شده است. رنگ به دلیل دریافت ترکیب طول موج‌های نور توسط چشم درک می‌شود. تجویزهای رنگ معمولاً به رنگ‌های رنگین‌کمان محدود می‌شوند اما موضوعات ترکیبی و خلاقانه برای اهداف تجاری مناسب‌تر هستند (کاظمی،۱۳۹۹).

## مفاهیم روان‌شناختی رنگ و نور

در فضاهای داخلی از رنگ و نور به‌طور گسترده برای تأثیر بر ادراک ابعاد فضا و تصورات، احساسات و رفتارهای ساکنان استفاده می‌شود؛ اما تأثیر حرارتی رنگ و نور به‌طور کامل مورد توجه قرار نمی‌گیرد. رنگ‌ها و نورها با مفاهیم روان‌شناختی مرتبط هستند و باعث برانگیختن احساسات مختلف همچون هیجان، انرژی و آرامش می‌شوند. لوی[1] رنگ‌های سرد را باعث آرامش و رنگ‌های گرم را با هیجان و انرژی همراه می‌داند (Levy, 1984). رنگ‌های گرم همچون سرخ، نارنجی و زرد باعث بیشترین احساسات فعال می‌شوند (Valdez and Mehrabian, 1994). رنگ سرخ مهیج، قوی و برانگیزاننده است. رنگ نارنجی با نشاط، پر انرژی و برونگرا است. رنگ زرد به امید، دانایی و رشد اشاره دارد (Mahnke, 1996). رنگ صورتی باعث کاهش پرخاش و احساسات فعال می‌شود. این رنگ بیشتر زنانه محسوب می‌شود (Larke and Costall, 2008).

رنگ‌های سبز و آبی با اضطراب کمتر، راحتی و انعطاف‌پذیری همراه هستند. رنگ سبز نیروبخش، واقعی و طبیعی است. رنگ آبی به آرامش، پاکیزگی و سکون اشاره دارد (Mahnke, 1996). واکنش به رنگ سیاه‌وسفید تقریباً معادل اصطلاح خنثی و بی‌اثر است.

1. Levy

رنگ سفید به وضعیت مثبت رنگ سیاه اشاره دارد. رنگ سفید پاکیزه، خالص، موزون، نیروبخش، زیبا، آرام و طبیعی است (Saito, 1996).

به‌طورکلی رنگ‌های روشن همچون سفید، صورتی، سرخ، زرد، آبی، ارغوانی و سبز باعث واکنش‌های مثبت می‌شوند. واکنش‌های مثبت شامل خوشی، برانگیختگی، مثبت بودن و آرامش هستند. رنگ‌های تیره همچون سیاه، خاکستری و قهوه‌ای باعث واکنش-های منفی می‌شوند. واکنش‌های منفی شامل اضطراب، خستگی، منفی بودن و ناخوشی هستند (Saito, 1996).

## نظریه رنگ- حرارت

طی یک قرن گذشته تأثیر رنگ و نور بر ادراک حرارتی با نظریه رنگ- حرارت شناخته شده است. مورگنسن[1] (۱۹۲۶) برای اولین بار این نظریه را معرفی کرد (Mogensen and English, 1926). همان‌طور که اشاره شد نظریه رنگ- حرارت، تغییر ادراک ذهنی دما بر اساس رنگ اشیاء و تفاوت روان‌شناختی رنگ‌های گرم و سرد را بررسی می‌کند. بر اساس این فرضیه اگر طول‌موج نورها و رنگ‌ها به سمت انتهای سرخ طیف بصری قرار بگیرند گرم‌تر درک می‌شوند؛ اما اگر به سمت انتهای آبی قرار بگیرند خنک‌تر درک می-شوند (Baniya et al., 2018).

ادراک خنکی رنگ‌های آبی و سبز و گرمی رنگ‌های سرخ و زرد از اثرات روان‌شناختی رنگ‌ها هستند. اغلب، رنگ‌های خنک برای نمایش پوشش‌های تابستانی و رنگ‌های گرم برای نمایش پوشش‌های زمستانی استفاده می‌شوند. می‌توان از این پدیده رنگی برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی استفاده کرد. رنگ‌های گرم برای تنظیم ترموستات در دمای کمتر در زمستان استفاده می‌شوند. رنگ‌های خنک در تابستان اثر معکوس ایجاد می‌کنند (کاظمی،۱۳۹۹).

1. Mogensen

## دمای رنگ

منبع نور اغلب بر اساس دمای رنگ انتخاب می‌شود. برای نمونه دمای رنگ لامپ هالوژن و فلورسنت به ترتیب ۳۴۰۰ و ۴۲۰۰ کلوین است. رنگ نور تابیده شده به دمای آن بستگی دارد. دمای رنگ، دمای جسم سیاهی است که رنگ نظیر آن را تولید می‌کند. دمای رنگ فقط برای منابع نوری همچون لامپ رشته‌ای تعریف می‌شود که نور را با گرما تولید می‌کنند. دمای رنگ همبسته[1] برای منابع دیگر همچون لامپ فلورسنت تعریف می‌شود. دمای رنگ همبسته، دمای رنگ جسم سیاه با رنگ بسیار نزدیک به منبع نور است (کاظمی،۱۳۹۹). دمای رنگ همبسته پایین شامل طول موج‌های به سمت انتهای سرخ طیف بصری می‌شود. این موضوع با پیدایش رنگ‌های مایل به زرد همراه است و گرم توصیف می‌شود. دمای رنگ همبسته بالا شامل طول موج‌های به سمت انتهای آبی طیف بصری می‌شود. این موضوع با پیدایش رنگ‌های مایل به آبی همراه است و سرد توصیف می‌شود (Baniya et al., 2018).

بر اساس نظریه رنگ- حرارت دماهای رنگ مختلف می‌توانند بر احساس حرارتی و آسایش حرارتی ساکنان اثر بگذارند. در این صورت از آن‌ها می‌توان برای صرفه‌جویی انرژی در ساختمان استفاده کرد. برای نمونه در فصل زمستان دمای فضاهای دارای دمای رنگ همبسته پایین می‌تواند کمتر باشد. همچنین در تابستان در فضاهای دارای دمای رنگ همبسته بالا ممکن است به تهویه مطبوع کمتر نیاز باشد.

## شناسه نمود رنگ[2]

نمود رنگ به‌عنوان درجه ادراک رنگ اشیاء تعریف می‌شود. شناسه نمود رنگ، مفهوم دو بخشی است. این شناسه، دمای رنگ مرجع و میزان نزدیکی طیف منبع نور به وضعیت استاندارد را مشخص می‌کند. شناسه نمود رنگ منبع نور، میزان نزدیکی آن به نور طبیعی در همان دمای رنگ است (CIE, 2011). برای نمونه، شناسه نمود رنگ ۱۰۰ نشان می‌دهد

1. Correlated Colour Temperature (CCT)
2. Colour Rendering Index (CRI)

که طیف منبع نور با نور طبیعی در همان دمای رنگ برابر است. شناسه نمود رنگ بین صفر تا ۱۰۰ تعریف می‌شود. اگر تشخیص رنگ ممکن نباشد شناسه نمود رنگ صفر است.

رنگ اشیاء در تمام ملاحظات رنگی، مقایسه‌ها، هماهنگی‌ها و پرداخت‌ها به طیف توزیع انرژی منبع نور بستگی دارد. دو منبع با دمای رنگ و سفیدی ظاهری یکسان می‌توانند طیف‌های توزیع کاملاً متفاوت داشته باشند. در این صورت رنگ‌های اشیاء را به‌طور مختلف نشان می‌دهند. برای نمونه دمای رنگ لامپ فلورسنت سفید گرم ۳۰۰۰ کلوین و لامپ رشته‌ای ۵۰۰ وات یکسان هستند. در این صورت دمای رنگ، طیف توزیع را تعیین نمی‌کند بلکه رنگ غالب را مشخص می‌کند (کاظمی،۱۳۹۹).

با توجه به سیر مبانی نظری و خصوصیات و ویژگی‌های مطرح‌شده در جدول ۲ می‌توان سه فضای گرم، خنثی و سرد را تعریف کرد. شکل ۱، نمونه فضای گرم از مرکز خرید میلاد نور و شکل ۲، نمونه فضای سرد از مرکز خرید تیراژه را نشان داده است. این مراکز تجاری بیشتر از رنگ‌های زرد، قرمز و صورتی در فضاهای گرم و از رنگ‌های آبی، سبز و فیروزه‌ای در فضاهای سرد استفاده کرده‌اند. تعداد فضاهای گرم، خنثی و سرد در این مراکز تقریباً برابر هستند.

**جدول ۲. چارچوب پژوهشی تأثیر عوامل روان‌شناختی بر ادراک آسایش حرارتی**

| فضا | رنگ | دمای رنگ همبسته |
|---|---|---|
| گرم | به سمت انتهای سرخ طیف بصری | تقریباً ۲۷۰۰ کلوین |
| خنثی | میانه طیف بصری | تقریباً ۴۰۰۰ کلوین |
| سرد | به سمت انتهای آبی طیف بصری | تقریباً ۶۲۰۰ کلوین |

شکل ۱. نمونه فضای گرم در مرکز خرید میلاد نور

شکل ۲. نمونه فضای سرد در مرکز خرید تیراژه

## روش

بررسی ادراک آسایش حرارتی و گزینه‌های کنترل محیطی از اهداف تحقیق حاضر است. بر این اساس، این مطالعه توصیفی-تحلیلی با استفاده از نظرسنجی احساس حقیقی از طریق تکمیل پرسشنامه‌ها در ساختمان‌های تجاری منطقه ۲ تهران انجام شده است. همچنین در این مطالعه پس از مرور ادبیات، از مصاحبه با پاسخ‌دهندگان، مشاهده و تجربه شخصی نیز استفاده شده است. ابزارهای اندازه‌گیری معمول روانشناسی محیطی برای پرسشنامه‌ها و مقیاس‌های اشری برای سنجش احساس حرارتی استفاده شده‌اند. همچنین روش تجزیه‌وتحلیل زیاری و همکاران (۱۳۹۹) و کاظمی، م و کاظمی، ع (۱۴۰۰) در این زمینه مورد توجه قرار گرفته‌اند.

برای تعیین حجم نمونه از فرمول کوکران (۱) و جدول مورگان استفاده شد. در این فرمول n حجم نمونه، N حجم جمعیت آماری (تعداد فروشندگان ساختمان‌های تجاری منتخب- ۹۵ نفر)، Z مقدار متغیر نرمال واحد استاندارد (۱/۹۶)، p نسبتی از جمعیت دارای صفت معین (نسبت مردان به کل پاسخ‌دهندگان-۰/۵)، q نسبتی از جمعیت فاقد صفت معین (نسبت زنان به کل پاسخ‌دهندگان-۰/۵) و d درصد خطا (۰/۰۵) است.

$$n = \frac{\frac{\mathrm{z}^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N}\left[\frac{\mathrm{z}^2 pq}{d^2} - 1\right]} \quad (۱)$$

۷۵ فروشنده از ساختمان‌های تجاری منطقه ۲ تهران با روش نمونه‌گیری تصادفی ساده برای تکمیل پرسشنامه‌ها انتخاب شدند. فروشندگان از مرکز خرید تیراژه و میلاد نور تهران بودند. بر اساس این روش نمونه‌گیری، فهرست تمام فروشندگان مشخص شد. به هر یک از آنان عددی اختصاص یافت. سپس به‌طور تصادفی ۷۵ نفر از آنان انتخاب شدند. اهداف و اهمیت تحقیق و داوطلبانه بودن تکمیل پرسشنامه به فروشندگان انتخابی توضیح داده شد. به آنان اطمینان داده شد که پاسخ‌ها محرمانه خواهد بود. همچنین از آنان خواسته شد تا پرسشنامه را بدون نام و نام خانوادگی تکمیل کنند. تعداد ۶۵ نفر از فروشندگان، پرسشنامه

را به‌طور کامل تکمیل کردند. سن فروشندگان از ۲۰ تا ۴۰ سال بود. آنان به‌طور متوسط روزی ۱۰ ساعت کار می‌کردند.

بخش اول پرسشنامه در برگیرنده تاریخ و زمان تکمیل، اطلاعات پیش‌زمینه‌ای در مورد پاسخ‌دهندگان، احساس حرارتی داخلی و گزینه‌های کنترل محیطی است. اطلاعات پیش‌زمینه‌ای در مورد جنسیت، سن و موقعیت قرارگیری پاسخ‌دهندگان هستند. شرایط حرارتی داخلی با نظرسنجی در مورد احساس گرما، رطوبت و جریان هوا ارزیابی می‌شوند. بر اساس مقیاس اشری (Ashrae, 2013) برای احساس حرارتی از مقیاس بسیار گرم (۳+)، گرم (۲+)، تا حدی گرم (۱+)، خنثی (۰)، تا حدی خنک (۱–)، خنک (۲–) و سرد (۳–) استفاده می‌شود. برای احساس رطوبت از مقیاس بسیار مرطوب (۳+)، مرطوب (۲+)، تا حدی مرطوب (۱+)، خنثی (۰)، تا حدی خشک (۱–)، خشک (۲–) و بسیار خشک (۳–) استفاده می‌شود. برای احساس جریان هوا از مقیاس هوای ساکن (۳+)، جریان هوای خیلی ملایم (۲+)، جریان هوای ملایم (۱+)، خنثی (۰)، جریان هوای متوسط (۱–)، کوران هوا (۲–) و کوران هوای شدید (۳–) استفاده می‌شود. گزینه‌های کنترل محیطی در برگیرنده رفتارهای شخصی و استفاده از دستگاه‌های تهویه مطبوع هستند. رفتارهای شخصی شامل اقداماتی همچون کاهش یا افزایش لباس‌ها، نوشیدنی‌های خنک یا گرم، بادبزن‌های دستی و تنظیم سایبان‌های داخلی و خارجی هستند.

بخش دوم پرسشنامه شامل فهرستی از فعالیت‌های روزانه، لباس‌های انتخابی و محل-های احساس ناراحتی در بدن است. میزان سوخت‌وساز بدن به فعالیت‌های عضلانی، غذا و آشامیدنی و چرخه روزانه بستگی دارد و با واحد مت[1] اندازه‌گیری می‌شود. فعالیت‌های اشخاص همچون با آرامش نشستن، راحت ایستادن و راه رفتن در سه سطح سبک، متوسط و سنگین دسته‌بندی می‌شوند. لباس همچون عایق عمل می‌کند و تابش، جابجایی و رسانش را به تأخیر می‌اندازد. لباس بر اساس سبک زندگی انتخاب می‌شود. ارزش عایق لباس با واحد کلو اندازه‌گیری می‌شود. احساس ناراحتی در محل‌های گردن، سر، قفسه سینه، لگن،

1. Met

کمر، ران راست، ساق راست، پای راست، بازوی راست، ساعد راست، دست راست، ران چپ، ساق چپ، پای چپ، بازوی چپ، ساعد چپ و دست چپ پرسش شده است.

برای تعیین درصد فراوانی از نمودار ستونی، دایره‌ای و عنکبوتی استفاده شده است. این نمودارها روش گرافیکی برای نمایش اطلاعات چند متغیره در دو بعد یا بیشتر هستند. برای اعتبارسنجی تحقیق از آزمون کرونباخ آلفا استفاده شده است. این آزمون، روش آماری است که برای تعیین میزان پایایی پرسشنامه بکار می‌رود. ضریب کرونباخ آلفا از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\alpha = \frac{K}{K-1}\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{K} S_i^2}{S^2}\right) \quad (۲)$$

در این رابطه K تعداد پرسش‌ها، $S_i^2$ واریانس هر پرسش و $S^2$ واریانس کل پرسش‌ها است. هرچه میزان ضریب کرونباخ آلفا بیشتر باشد همبستگی مثبت بین پرسش‌ها بیشتر است. اگر این ضریب از ۰/۵ کمتر باشد پایایی تحقیق غیرقابل قبول، از ۰/۵ تا ۰/۶ ضعیف، از ۰/۶ تا ۰/۷ متوسط از ۰/۷ تا ۰/۸ خوب، از ۰/۸ تا ۰/۹ بسیار خوب و بالاتر از ۰/۹ عالی است.

ارتباط بین احساس آسایش حرارتی و عوامل روان‌شناختی رنگ و نور با محاسبه ضریب همبستگی[1] و مقدار احتمال[2] بررسی شد. ضریب همبستگی برای تعیین نوع و شدت رابطه بین دو متغیر استفاده می‌شود. نوع رابطه می‌تواند مستقیم یا معکوس باشد. این ضریب بین ۱ تا ۱- تعریف می‌شود و در صورت عدم وجود رابطه بین دو متغیر برابر صفر است. همچنین مقادیر کم احتمال نشانه قوی علیه فرضیه صفر هستند. در این صورت فرضیه صفر رد می‌شود. مقادیر زیاد احتمال نشانه ضعیف علیه فرضیه صفر هستند. در این صورت نمی‌توان فرضیه صفر را رد کرد. این محاسبات و تجزیه وتحلیل‌های دیگر داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شدند.

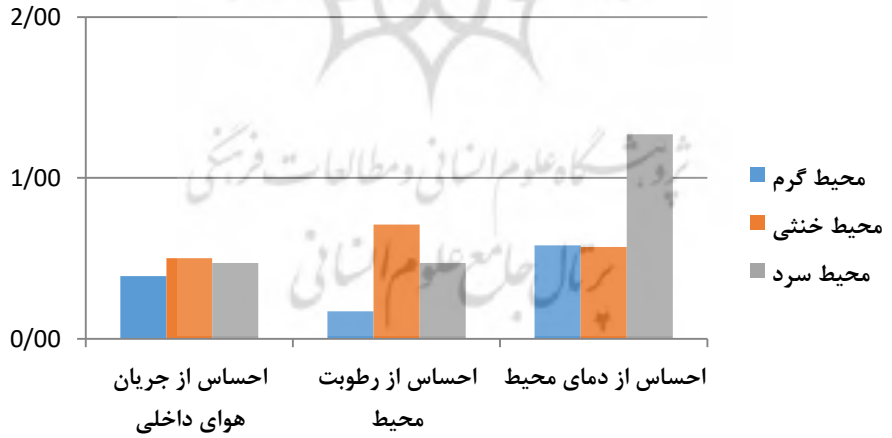
1. Correlation Coefficient
2. P-Value

## یافته‌ها

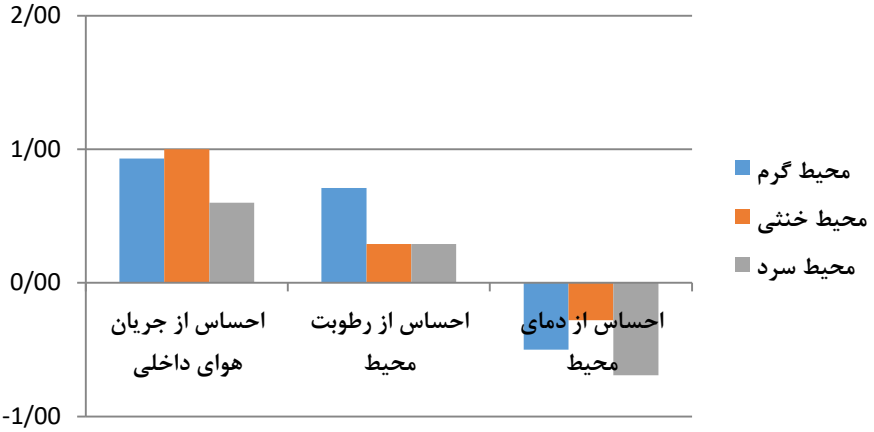
بر اساس پاسخ‌های جمع‌آوری‌شده، در نمودار ستونی شکل ۳ احساس پاسخ‌دهندگان به دما، رطوبت و جریان هوا در فضاهای گرم، خنثی و سرد در فصل زمستان مقایسه شده‌اند. در این مقایسه از بازه ۳- (سرد، بسیار خشک، کوران هوای شدید) تا ۳+ (بسیار گرم، بسیار مرطوب، هوای ساکن) استفاده شده است. صفر وضعیت ایده‌آل را نشان می‌دهد. محدوده توصیه‌شده از ۰/۵- تا ۰/۵+ است. همچنین نمودار ستونی شکل ۴ احساس پاسخ‌دهندگان به دما، رطوبت و جریان هوا در فضاهای گرم، خنثی و سرد در فصل تابستان را مقایسه کرده است.

بر اساس پاسخ‌های جمع‌آوری‌شده، عدم تهویه مناسب منبع اصلی نارضایتی افراد و زمان حداکثر نارضایتی در فصل زمستان و تابستان از ساعت ۲ تا ۵ بعدازظهر است.

برای کنترل عوامل احتمالی تأثیرگذار بر پاسخ‌ها، فعالیت‌های روزانه و لباس‌های انتخابی بررسی شده‌اند. میزان سوخت‌وساز بدن و ارزش عایق لباس پاسخ‌دهندگان تقریباً ۱/۲ مت و ۰/۷ کلو است. همچنین سعی شده است واحدهای تجاری انتخابی تقریباً دارای ابعاد و وضعیت یکسان باشند.



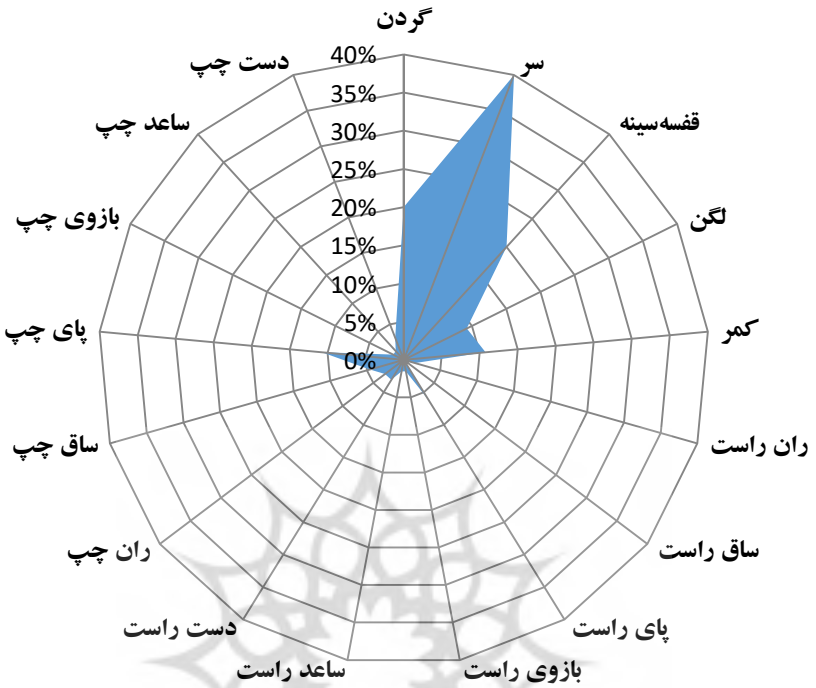

**شکل ۳. مقایسه احساس دما، رطوبت و جریان هوا در فضاهای گرم، خنثی و سرد در فصل زمستان**




**شکل ٤. مقایسه احساس دما، رطوبت و جریان هوا در فضاهای گرم، خنثی و سرد در فصل تابستان**

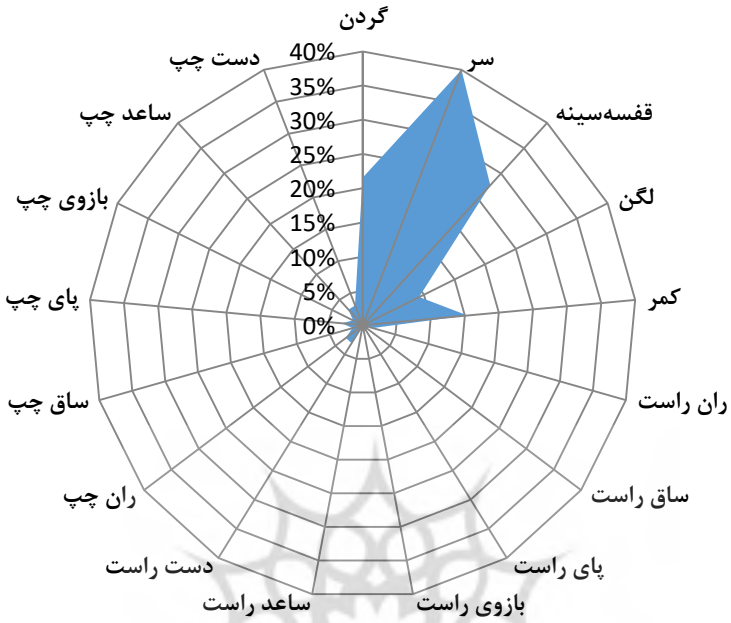
شکل ۳ نشان می‌دهد که در فصل زمستان در فضاهای گرم افراد از وضعیت حرارتی، رطوبتی و جریان هوای داخلی بیشتر رضایت دارند. همچنین افراد در فضاهای سرد از دمای محیط، بیشتر ناراضی هستند. شکل ۴ نشان می‌دهد که در فصل تابستان در فضاهای سرد، افراد اغلب از دمای محیط رضایت دارند. در این فضاها احساس از رطوبت محیط و جریان هوای داخلی بهتر است.

درصد فراوانی احساس ناراحتی از دما، رطوبت و جریان هوای داخلی در بخش‌های مختلف بدن در فصل زمستان و تابستان به ترتیب در نمودار عنکبوتی شکل‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است. مقایسه نمودار عنکبوتی شکل‌های ۵ و ۶ نشان می‌دهد که بیشترین احساس ناراحتی از وضعیت حرارتی، رطوبتی و جریان هوای داخلی در فصل زمستان و تابستان در قسمت سر است. پاسخ‌دهندگان بعد از سر در قفسه سینه و گردن بیشترین احساس ناراحتی را دارند.




**شکل ۵. درصد فراوانی احساس ناراحتی از دما، رطوبت و جریان هوای داخلی در بخش‌های مختلف بدن در فصل زمستان**

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



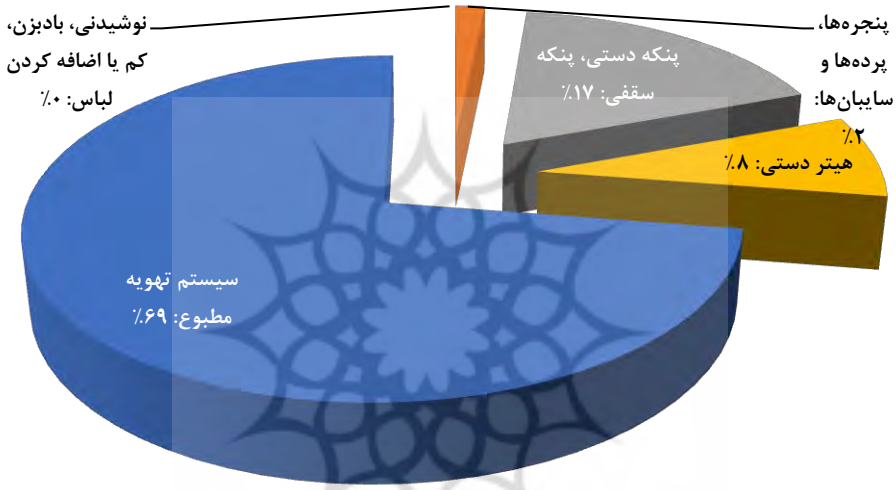

**شکل ٦. درصد فراوانی احساس ناراحتی از دما، رطوبت و جریان هوای داخلی در بخش‌های مختلف بدن در فصل تابستان**

ضریب کرونباخ آلفا برای پاسخ‌ها در فصل زمستان و تابستان به ترتیب برابر با ۰/۸۳۵ و ۰/۹۱۶ است. این شاخص به ترتیب سطح بسیار خوب و عالی برای اعتبار تحقیق را نشان می‌دهد.

بر اساس محاسبه ضریب همبستگی و مقدار احتمال در نرم‌افزار SPSS، این روابط معتبر هستند و در سطح خوب قرار دارند. مقدار احتمال ۰/۰۱ است. این مقدار احتمال از نظر آماری معنی‌دار است چون از ۰/۰۵ کمتر است. ضریب همبستگی نشان می‌دهد که در فصل تابستان با سرد شدن محیط از لحاظ رنگ و نور میزان رضایت از دما، رطوبت و جریان هوای داخلی بیشتر است. همچنین در فصل زمستان با گرم شدن محیط از لحاظ رنگ و نور میزان رضایت از دما، رطوبت و جریان هوای داخلی بیشتر است.

بررسی گزینه‌های کنترل محیطی از اهداف دیگر تحقیق بود. نمودار دایره‌ای شکل ۷ بر اساس پاسخ‌ها به دست آمده است.

این نمودار نشان می‌دهد که اغلب پاسخ‌دهندگان برای کنترل شرایط حرارتی از سیستم تهویه مطبوع استفاده می‌کنند. آنان نسبت به تأثیر پنجره‌ها و سایبان‌های داخلی و خارجی بی‌تفاوت هستند. این موضوع نشان می‌دهد که استفاده از سیستم‌های غیرفعال و تأثیر رفتار پایدار در واحدهای تجاری انتخابی مورد توجه نیست.




**شکل ۷. درصد فراوانی استفاده از گزینه‌های مختلف کنترل محیطی**

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر عوامل روان‌شناختی رنگ و نور بر ادراک آسایش حرارتی بود. بر این اساس ادراک آسایش حرارتی در فضاهای گرم، خنثی و سرد مقایسه شد. سرخ، نارنجی، زرد و صورتی از رنگ‌های غالب در فضاهای گرم و آبی، سبز و فیروزه‌ای از رنگ‌های غالب در فضاهای سرد هستند. دمای رنگ همبسته منبع نور در فضاهای گرم، پایین و در فضاهای سرد، بالا است.

یافته‌های این تحقیق، نظریه رنگ–حرارت را تأیید می‌کنند. رنگ‌ها و نورها در محیط‌های مختلف بر احساس حرارتی اثر دارند. رنگ‌های گرم در مقایسه با رنگ‌های

خنثی باعث احساس گرمی بیشتر در افراد می‌شوند. رنگ‌های سرد اثر معکوس دارند. اندازه‌گیری‌های روان‌شناختی و مقیاس‌های ذهنی تحقیق، این یافته‌ها را تأیید می‌کنند. رنگ‌های گرم و سرد در فضاهای داخلی می‌توانند ادراک حرارتی بهینه نسبت به شرایط حرارتی حقیقی را القا کنند. این موضوع تأثیر مثبت بر صرفه‌جویی انرژی در محیط‌های حرارتی دارد (Wang et al., 2018).

بر اساس یافته‌های تحقیق، افراد در زمستان و تابستان در قسمت سر و سپس قفسه سینه و گردن بیشتر احساس ناراحتی دارند. آنان در قسمت دست و پا کمتر احساس ناراحتی دارند. همچنین افراد اغلب نسبت به سیستم‌های غیرفعال ساختمان همچون جذب انرژی خورشید و سایبان‌ها و تهویه طبیعی بی‌تفاوت هستند.

نتایج این تحقیق با نظریه رنگ- حرارت و نتایج مطالعات برامبیلا (Brambilla et al., 2020)، گلاسی (Golasi et al., 2019) و وانگ (Wang et al., 2018) هماهنگ هستند. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده بر تأثیر عوامل روان‌شناختی بر ادراک آسایش حرارتی در بخش مسکونی تمرکز شود. این موضوع می‌تواند باعث صرفه‌جویی انرژی به میزان قابل‌توجه شود.

## تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

## سپاسگزاری

نویسندگان از تمام فروشندگانی که برای پرکردن پرسشنامه همکاری نمودند تشکر و قدردانی می‌کنند.

## ORCID

Mohammad Kazemi **http://orcid.org/ 0000-0001-9171-1921**

Aliyeh Kazemi **http://orcid.org/0000-0002-0755-7800**

## منابع


تاکه‌باياشی، هیدکی. (۱۳۹۷). *سنجش بهبود محیط‌های حرارتی شهری*. ترجمه غلامرضا لطیفی و محمد جعفری مقدم. انتشارات نگارستان اندیشه.

زیاری، کرامت اله، نظامی، ملیکا و پوراحمد، احمد. (۱۳۹۸). *نقش مکان‌های سوم در بعد اجتماعی مناطق شهری، نمونه موردی: کافه‌های روباز منطقه ۲ تهران. فصلنامه برنامه‌ریزی توسعه شهری و منطقه‌ای*، ۴ (۸)، ۳۵-۷۴.

کاظمی، محمد و کاظمی، عالیه. (۱۴۰۰). *بررسی نشانه‌های ساختمان بیمار و عوامل مرتبط با آن در ساختمان‌های آموزشی منطقه ۶ تهران در سال ۱۳۹۸: یک گزارش کوتاه*. ماهنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی رفسنجان، ۲۰ (۸)، ۹۴۳-۹۵۲.

گروندزیک، والتر و کووک، آلیسون. (۱۳۹۹). *تأسیسات مکانیکی و الکتریکی ساختمان*. ترجمه محمد کاظمی. انتشارات دانشگاه تهران.

Al-ajmi, F.F., Loveday, D.L. (2010). Indoor thermal conditions and thermal comfort in air-conditioned domestic buildings in the dry-desert climate of Kuwait. *Building and Environment*, 45, 704–710.

ASHRAE. (2013). *Thermal environmental conditions for human occupancy*. ANSI/ASHRAE Standard 55-2013.

Baniya, R., Tetri, E., Virtanen, J. (2018). The effect of correlated colortemperature of lighting on thermalsensation and thermal comfort ina simulated indoor workplace. *Indoor and Built Environment*. 27(3) 308–316.

Brager, R. (1998). Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. *ASHRAE Transactions*, 104, 73-81.

Brambilla, A., Hu, W., Samangouei, R., Cadorin, R., Davis, W. (2020). How correlated color temperature manipulates human thermal perception and comfort. *Building and Environment*, 177(1).

Carlucci, S., Pagliano, L. (2012). A review of indices for the long-term evaluation of the general thermal comfort conditions in buildings. *Energy Build*, 53, 194–205.

Chinazzo, G., Wienold, J., Andersen, M. (2018). Combined effects of daylight transmitted through colored glazing and indoor temperature on thermal responses and overall comfort. *Building and Environment*. 144, 583-597.

Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). (2011). ILV: International Lighting Vocabulary. *CIE Centeral Bureau*, Vienna.

Djongyang, N., Tchinda, R., Njomo, D. (2010). Thermal comfort: a review paper. *Renew Sustain Energy Rev*, 14(9), 2626–2640.

Enescu, D. (2017). A review of thermal comfort models and indicators for indoor environments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 79, 1353-1379.

Fanger, P. (1970). *Thermal Comfort: analysis and applications in environmental engineering*. Danish Thechnical Press. Copenhagen.

Fanger, P., Breum, N.O. (1977). Can color and noise influence man's thermal comfort? *Ergonomics*, 20(1), 11-18.

García, J. (2010). *A review of general and local thermal comfort models for controlling indoor ambiences*. "Air Quality" Book.

Golasi, I., Salataa, F., Vollaro, E., Peña-Garcíac, A. (2019). *Influence of lighting color temperature on indoor thermal perception: A strategy to save energy from the HVAC installations*. *Energy & Buildings*. 185, 112-122.

Han, J., Zhang, G., Zhang, Q., Zhang, J., Liu, J., Tian, L. (2007). Field study on occupants‘ thermal comfort and residential thermal environment in a hot-humid climate of China. *Building and Environment*, 42, 4043–4050.

Heijs, W (1993). *The dependent variable in thermal comfort research some psychological considerations*. Proceedings of the Thermal Comfort: past Present and Future. UK.

Holopainen, R., Tuomaala, P., Hernandez, P., Häkkinen, T., Piira, K., Piippo, J. (2014). Comfort assessment in the context of sustainable buildings: comparison of simplified and detailed human thermal sensation methods. *Build Environ*, 71, 60–70.

Indraganti, M. (2011). Thermal comfort in apartments in India: Adaptive use of environmental controls and hindrances. *Renewable Energy*, 36.

Kulve, M., Schlangen, L., Lichtenbelt, W.M. (2018). Interactions between the perception of light and temperature. *Indoor Air*. 28(6):881-891.

Larke, T., Costall, A. (2008). The emotional connotations of color: *A qualitative investigation*. *Color Research and Application*, 33(5), 406-410.

Levy, B. (1984). Research into the psychological meaning of color. *Am J Art Therapy*, 23, 58–62.

Mahnke, F. (1996). *Color, Environment, Human Response*.

Mogensen, M.F., English, H.B. (1926). The apparent warmth of colors. *Am. J. Psychol*, 37, 427–428.

Nastasea, I., Croitorua, C., Lungua, C. (2016). A questioning of the Thermal Sensation Vote index based on questionnaire survey for real working environments. *Energy Procedia*, 85, 366-374.

Nematchoua, M.K., Tchinda, R., Ricciardi, P., Djongyang, N. (2014). A field study on thermal comfort in naturally-ventilated buildings located in the equatorial climatic region of Cameroon. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 381–393.

Rajasekar, E., Ramachandraiah, A. (2011). A study on thermal parameters in residential buildings associated with hot humid environments. *Architectural Science Review*, 54, 23–38.

Saito, M. (1996). Comparative studies on color preferences in Japan and other Asian regions with special emphasis on the preference for white. *Color Res Appl*, 21, 35–49.

Toftum, J., Thorseth, A., Markvart, J., Logadóttir, Á. (2018). Occupant response to different correlated color temperatures of white LED lighting. *Building and Environment*. 143, 258-268.

Valdez, P., Mehrabian, A. (1994). Effects of color on emotions. *Journal of Experimental Psychology*, 123, 394-409.

Wang, H., Liu, G., Hu, S., Liu, C. (2018). Experimental investigation about thermal effect of color on thermal sensation and comfort. *Energy & Buildings*. 173, 710-718

Yao, R., Li, B., Liu, J. (2009). A theoretical adaptive model of thermal comfort—adaptive predicted mean vote (aPMV). *Building and Environment*, 44, 2089-2096.

Zhao, X., Yu, W., Tan, D. (2017). Thermal Comfort Study Based on Questionnaire Survey among Occupants in Different Climate Zones in China. *Environmental Science and Development*, 8(6), 430-434.

Kazemi, M. (by Grondzik, W.T., Kwok, A.G.). (2020). *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings*. University of Tehran Press. [In Persian]

Kazemi, M., Kazemi, A. (2021). Investigating Sick Building Syndrome Symptoms and Affecting Factors in the Educational Buildings of District 6 of Tehran in 2019: A short Report. *J Rafsanjan Univ Med Sci*, 20 (8), 943-952. [In Persian]

Latifi, G., Jafarimoghaddam, M. (by Takebayashi, H.). (2018). *Improvement Measures of Urban Thermal Environment.* Negarestan Andisheh. [In Persian]

Ziyari, K., Nezami, M., Pourahmad, A. (2019). Explanation of the Role of the Third Places in the Socialization of Urban Districts (Case Study: Urban Open-air Cafes in Tehran District 2). *URDP Journal*, 4 (8), 35-74. [In Persian]

**استناد به این مقاله:** کاظمی، محمد.، کاظمی، عالیه. (۱۴۰۰). بررسی تأثیر عوامل روان‌شناختی رنگ و نور بر ادراک آسایش حرارتی – مطالعه موردی: ساختمان‌های تجاری منطقه ۲ تهران، *فصلنامه برنامه‌ریزی توسعه شهری و منطقه‌ای*، ۶(۱۹)، ۳۳-۵۸. DOI: 10.22054/URDP.2021.62895.1371

Urban and Regional Development Planning is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License...