



## Explaining the Role of Light in Creating Spatial Desirability of Metro Stations with a Safety and Security Approach

Seyed Ahmad Mehdinia<sup>1</sup>, Seyed Javad Hashemi Fesharaki<sup>2\*</sup>, Fatemeh Mehdizadeh Seraj<sup>3</sup>, Saeed Piri<sup>4</sup>

<sup>1</sup>PhD student, Department of Industrial Engineering, NT.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email Address: s.mahdinia@iau.ac.ir

<sup>2</sup>Correspondence: Assistant Professor, Department of Architecture, Imam Hussein University (peace be upon him), Tehran, Iran. Email Address: fesharakijav@yahoo.com

<sup>3</sup>Professor, Department of Architecture, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. Email Address: mehdizadeh@iust.ac.ir

<sup>4</sup>Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, NT.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email Address: s.Piri@iau.ac.ir

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Article Type: Research paper

Received: 9 June 2025

Received in revised form: 11 October 2025

Accepted: 17 December 2025

Available online: 20 May 2026

#### Keywords:

Passive Defense

Safety and Security

Spatial Desirability

Light

Metro Stations

### ABSTRACT

This article examines the role of light in enhancing the spatial desirability of metro stations, focusing on safety and security. Given the underground and often dark nature of metro stations, proper lighting is essential not only for proper orientation and visibility, but also significantly affects the sense of security and comfort of users. The purpose of this research is to explain the place and role of light in the spatial desirability of underground metro stations and to understand the factors affecting the user experience and creating a safe and secure space for passengers; paying attention to passive defense considerations in these spaces will be protective and will serve as one of the components of power superiority and security in times of crisis. The research method in this study is descriptive-analytical and the data collection method is through completing a questionnaire. After identifying the indicators using library studies and referring to reliable sources, the opinions of expert experts are used to evaluate these indicators using a questionnaire tool in the context of the test content in question. By explaining the test objectives to them and providing them with operational definitions related to the content of the questions, they are asked to classify each of the questions. In the next step, questionnaire number two was distributed in 10 underground stations of the Tehran Metro (Imam Hussein (peace be upon him), Darwaze Shemiran, Imam Khomeini (may Allah be pleased with him), Shahid Navab Safavi, Vali Asr Square (peace be upon him), Shahr Theater, Tohid, Darwaze Dolat, Shohada Square, and Shadman); in order to examine the role and effect of each of the light quality components in improving safety and security indicators and to determine their status. SPSS software was used to analyze the questionnaire. The results show that among the 19 spatial desirability indicators, the following indicators: safety and security along with readability, accessibility and communication with a CVR of 0.68 have the greatest impact on creating spatial desirability in underground metro stations. Therefore, appropriate and planned lighting, taking into account the psychological and behavioral aspects of users, can effectively increase the level of safety and security in metro stations and ultimately help improve the overall passenger experience.

**Cite this article:** S. A. Mehdinia<sup>1</sup>, S. J. Hashemi Fesharaki, F. Mehdizadeh Seraj, S. Piri, "Explaining the Role of Light in Creating Spatial Desirability of Metro Stations with a Safety and Security Approach," Journal of Passive Defence, vol. 17, no. 1, pp. 53-71, 2026. DOI: <https://doi.org/10.47176/pd.2026.1526>



OPEN ACCESS

© Author(s) retain the copyright and full publishing rights

Publisher: Imam Hossein University.

## Introduction

This study investigates the role of lighting in enhancing the spatial desirability of metro stations, focusing on safety and security. Given the underground and often dimly lit nature of metro stations, appropriate lighting is not only essential for navigation and visibility but also significantly impacts users' sense of security and comfort. Attention to non-physical defense considerations in these spaces enhances resilience and serves as a critical component for power and security during crises.

## Research Objectives and Questions

### Objectives:

1. To explain the position and role of lighting in the spatial desirability of underground metro stations.
2. To identify factors influencing user experience and creating a safe, secure environment for passengers.

### Questions:

1. Can appropriate lighting improve safety and security levels in metro stations?
2. Which qualitative lighting components have the greatest impact on spatial desirability?

## Methodology

This research, due to its foundational nature in developing key indicators and its application in case studies, adopts a descriptive-analytical approach. Data collection was conducted through questionnaires and in-person visits to 25 randomly selected members of academic faculty and specialists in the field of architecture. Data were collected in two stages:

1. Stage 1: Identifying indicators through library studies and authoritative sources, followed by expert evaluations using a structured questionnaire.
2. Stage 2: Distributing questionnaires across 10 underground metro stations in Tehran (Imam Hossein (AS), Darvazeh Shemiran, Imam Khomeini (RA), Shahid Navab Safavi, Vali-e-Asr Square (AS), Tehran Theatre, Tohid, Darvazeh Dowlat, Shahidha Square, and Shademan) to assess the role of lighting components in improving safety and security indices.

Data analysis was performed using SPSS software.

## Findings

- Among 19 spatial desirability indices, safety and security, alongside readability, accessibility, and communication, had the highest Content Validity Ratio (CVR) of 0.68.
- Well-planned lighting incorporating users' psychological and behavioral aspects can effectively enhance safety and security in metro stations.
- Dynamic and adjustable lighting in underground spaces improves user satisfaction by reducing monotony and increasing perceived safety.

## **Discussion**

Lighting in metro stations, from a non-physical defense perspective, is part of an integrated system encompassing design requirements, accessibility and location planning, management, and infrastructure. This system is designed to reduce vulnerability, enhance spatial resilience, and maintain critical functionality of stations during crises. As a key component of this system, lighting must not only enhance spatial desirability but also play a significant role in improving safety, security, and non-physical defense capabilities of metro stations.

## **Conclusion and Implications**

Based on the results from evaluating expert opinions and user responses across ten busy metro stations in Tehran, safety and security were identified as two fundamental prerequisites for spatial desirability. Without ensuring these two components, other qualitative aspects of space—such as vibrancy, readability, social interaction, and comfort—lack the necessary effectiveness. Furthermore, qualitative lighting components, including glare control, perception of natural light, Color Rendering Index (CRI), color temperature, adequate luminance, visual clarity, and calmness, play a significant role in enhancing these two indices. Users express moderate satisfaction with the current lighting conditions regarding safety and security, although the studied spaces have not yet fully utilized their potential in this domain. Lighting in metro stations, from a non-physical defense perspective, is not merely a technical requirement but is considered part of an integrated crisis management and urban infrastructure resilience system. This system, leveraging modern technologies such as emergency lighting systems, uniform lighting, phosphorescent guidance signs, optical fiber, and smart lighting, not only enhances user experience under normal conditions but also fulfills a critical role during crises. It facilitates evacuation, reduces fear and panic, ensures adequate visibility, and maintains the basic functionality of metro stations in emergency situations.

## تبیین نقش نور در ایجاد مطلوبیت فضایی ایستگاه‌های مترو با رویکرد ایمنی و امنیت

سید احمد مهدی نیا<sup>۱</sup>، سید جواد هاشمی فشارکی<sup>۲\*</sup>، فاطمه مهدی‌زاده سراج<sup>۳</sup>، سعید پیری<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری، گروه مهندسی معماری، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: s.mahdinia@iau.ac.ir

<sup>۲</sup> استادیار، گروه معماری، دانشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین (علیه السلام)، تهران، ایران (نویسنده مسئول). رایانامه: fesharakijav@yahoo.com

<sup>۳</sup> استاد، گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. رایانامه: mehdizadeh@iust.ac.ir

<sup>۴</sup> استادیار گروه مهندسی معماری، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: s.Piri@iau.ac.ir

### مشخصات مقاله

#### تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: علمی پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۱۹

بازنگری: ۱۴۰۴/۰۷/۱۹

پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۲۶

ارائه آنلاین: ۱۴۰۵/۰۲/۳۰

#### کلیدواژه‌ها:

پدافند غیرعامل

ایمنی و امنیت

مطلوبیت فضایی

نور

ایستگاه‌های مترو

### چکیده

این مقاله به بررسی نقش نور در ارتقای مطلوبیت فضایی ایستگاه‌های مترو با تمرکز بر ایمنی و امنیت می‌پردازد. با توجه به ماهیت زیرزمینی و اغلب تاریک ایستگاه‌های مترو، نورپردازی مناسب نه تنها برای جهت‌یابی و دید مناسب ضروری است، بلکه به‌طور قابل‌توجهی بر احساس امنیت و آسایش کاربران تأثیر می‌گذارد. هدف از این پژوهش، تبیین جایگاه و نقش نور در مطلوبیت فضایی ایستگاه‌های زیرزمینی مترو و درک عوامل مؤثر بر تجربه کاربر و ایجاد فضایی امن و ایمن برای مسافران است؛ توجه به ملاحظات دفاع غیرعامل در این فضاها، مصونیت بخش بوده و به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های برتری قدرت و امنیت در زمان بحران خواهند بود. روش تحقیق در این پژوهش توصیفی-تحلیلی است و روش جمع‌آوری داده‌ها از طریق تکمیل پرسشنامه می‌باشد. پس از شناسایی شاخص‌ها با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و مراجعه به منابع معتبر، جهت ارزیابی این شاخص‌ها از نظرات کارشناسان متخصص با استفاده از ابزار پرسشنامه در زمینه محتوای آزمون موردنظر استفاده می‌شود و با توضیح اهداف آزمون برای آن‌ها و ارائه تعاریف عملیاتی مربوط به محتوای سؤالات به آن‌ها، از آن‌ها خواسته می‌شود تا هر یک از سؤالات طبقه‌بندی کنند. در گام بعدی پرسشنامه شماره دو در ۱۰ ایستگاه زیرزمینی مترو تهران (امام حسین علیه السلام، دروازه شمیران، امام خمینی (ره)، شهید نواب صفوی، میدان ولی عصر (عج)، تئاتر شهر، توحید، دروازه دولت، میدان شهداء و شادمان) توزیع شد؛ تا نقش و اثر هر یک از مؤلفه‌های کیفیت نور در راستای ارتقاء شاخص‌های ایمنی و امنیت بررسی شده و مشخص گردد در چه وضعیتی قرار دارند. برای تجزیه و تحلیل پرسشنامه از نرم افزار SPSS استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد از بین ۱۹ شاخص مطلوبیت فضایی شاخص‌های ایمنی و امنیت به‌همراه خوانایی، دسترسی و ارتباطات با CVR برابر ۰/۶۸ بیش‌ترین تأثیر را در ایجاد مطلوبیت فضایی در ایستگاه‌های زیرزمینی مترو را دارند. لذا نورپردازی مناسب و برنامه‌ریزی شده با در نظر گرفتن جنبه‌های روان‌شناختی و رفتاری کاربران، می‌تواند به‌طور مؤثری سطح ایمنی و امنیت را در ایستگاه‌های مترو افزایش داده و درنهایت به بهبود تجربه کلی مسافران کمک نماید.

**استناد:** مهدی نیا، سید احمد، هاشمی فشارکی، سید جواد، مهدی‌زاده سراج، فاطمه، پیری، سعید، "تبیین نقش نور در ایجاد مطلوبیت فضایی ایستگاه‌های مترو با رویکرد ایمنی و امنیت"، نشریه پدافند غیرعامل، دوره ۱۷، شماره ۱، صفحات ۷۱-۵۳، ۱۴۰۵.

DOI: <https://doi.org/10.47176/pd.2026.1526>

© نویسنده(گان) حق نشر و حقوق کامل انتشار را برای خود محفوظ می‌دارند.



ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع).

OPEN ACCESS

## ۱- مقدمه و طرح مسئله

قطار شهری به‌عنوان یکی از مهمترین زیرساخت‌های صنایع حمل‌ونقل حائز اهمیت بوده و کشورهای مختلف بسته به نوع راهبرد و ساختار سیاسی، اجتماعی و اقتصادی خود اهداف گوناگونی را از ساخت‌وساز و گسترش سامانه مربوطه دنبال می‌نمایند [۱]. روشنایی یکی از عناصر کلیدی در طراحی و بهره‌برداری ایستگاه‌های مترو است که تأثیر مستقیمی بر مطلوبیت فضایی، ایمنی و امنیت کاربران دارد. با توجه به ماهیت زیرزمینی اکثر ایستگاه‌های مترو، امکان بهره‌مندی از نور طبیعی محدود بوده و تأمین روشنایی استاندارد عمدتاً توسط سامانه‌های نور مصنوعی صورت می‌گیرد. ایستگاه‌های مترو به‌عنوان فضاهای عمومی زیرزمینی، نقش مهمی در تردد شهری ایفا می‌کنند. با این حال، ویژگی‌های ذاتی این فضاها مانند محیط بسته و کمبود نور طبیعی، همراه با تراکم بالای جمعیت و محدودیت‌های بصری می‌تواند به ایجاد احساس ناامنی، اضطراب و کاهش سطح آسایش در کاربران منجر شود. از سوی دیگر، نورپردازی به‌عنوان یک عنصر کلیدی در طراحی معماری، تأثیر قابل‌توجهی بر شکل‌دهی به ادراک، احساس و رفتار افراد در فضا و نقش تعیین‌کننده‌ای در تأثیرگذاری بر حس ایمنی و امنیت آن‌ها ایفا می‌کند [۲].

نامطلوب بودن فضاها، آسیب‌هایی به همراه دارد که برخی از آن‌ها عبارتند از: عبور سریع، فقدان خوانایی و تجربه زیسته، القای حس سرگشتگی و عدم امکان مسیریابی، عدم وجود شخصیت و هویت، فقدان حس مکان، عدم وجود خاطره، ناامنی، آسیب‌پذیری و ... [۳]. با بهبود وضعیت نورپردازی تأثیر روانی بسیار مثبتی می‌توان در این فضاها ایجاد نمود اما نورپردازی مصنوعی نمی‌تواند جایگزین نور طبیعی شود و موجب بروز نگرانی از به خطر افتادن سلامت در این محیط‌ها می‌گردد [۴]. طراحی مناسب سامانه نورپردازی نه‌تنها موجب افزایش ایمنی فیزیکی و امنیت روانی مسافران می‌شود، بلکه در شکل‌گیری تعاملات اجتماعی، سرزندگی فضا و ارتقای تجربه کاربران نیز نقش بسزایی دارد.

لذا، این پژوهش با هدف بررسی نقش نور در ارتقای مطلوبیت فضایی ایستگاه‌های مترو با رویکرد ایمنی و امنیت، به این سؤال پاسخ می‌دهد که جایگاه نور در ایجاد ایمنی و امنیت از میان شاخصه‌های مطلوبیت فضایی فضاهای زیرزمینی چگونه است؟ و چگونه می‌توان به آن دست‌یافت؟

## ۲- اهمیت روشنایی در فضای ایستگاه‌های مترو

فضای زیرزمینی ایستگاه مترو به دلیل عدم دسترسی به نور طبیعی، چالش‌هایی را در زمینه روشنایی ایجاد می‌کند. در حالت عادی کارکردهای نور در زیرزمین تأمین روشنایی جهت برقراری ارتباط بصری و نمایش تبلیغات محیطی و ... می‌باشد که به‌عنوان یکی از عناصر اصلی شکل‌دهنده به فضا، می‌تواند بر درک افراد از محیط، احساس امنیت، خوانایی مسیرها و جهت‌یابی تأثیر قابل‌توجهی بگذارد؛ اما در صورت وقوع بحران و قطع روشنایی کارکردهای نور به مسیریابی و پیدا کردن راه‌های خروج از فضای زیرزمینی و حتی پناه گرفتن در این فضاها نیز تغییر پیدا خواهد کرد. لذا طراحی روشنایی بر اساس رویکرد پدافند غیرعامل سبب جلوگیری از تداخل در رفت‌وآمد و همچنین تسهیل خروج از ایستگاه مترو شده و سبب کاهش تنش و نگرانی در بین مسافران و در نهایت کاهش آسیب‌پذیری در یکی از مهم‌ترین فضاهای شهری خواهد شد و روشنایی نامناسب می‌تواند منجر به ایجاد فضایی سرد، بی‌روح و ناامن شود که نه‌تنها تجربه کاربران را تحت تأثیر منفی قرار می‌دهد، بلکه می‌تواند موجب بروز حوادث و مشکلات امنیتی نیز گردد.

از طرف دیگر نورپردازی مناسب می‌تواند در ایجاد حس مکان، افزایش خوانایی فضا، هدایت حرکت مسافران، تأکید بر نقاط مهم و کلیدی و در نهایت افزایش مطلوبیت فضایی ایستگاه‌های مترو نقش مهمی ایفا کند. همچنین، نور مناسب می‌تواند به‌عنوان یک عنصر هویت‌بخش عمل کرده و به ایجاد تصویر ذهنی مطلوب از فضای ایستگاه‌ها کمک نماید.

## ۳- پیشینه تحقیق

در ادبیات جهان داستان‌ها و تعاریف و تعبیر استعاره‌ای، همیشه گرمی با روشنی و نور و سردی با تاریکی و سیاهی همراه بوده است [۵]. نور کلید درک فضا است که مستقیماً بر کیفیت درک فضا تأثیر می‌گذارد [۶]. برای بسیاری از ما، فرم و فضا بدون نور معنایی ندارد [۷]. باوجوداینکه نورپردازی فقط یکی از ملاحظات در طراحی داخلی یک ساختمان بوده، اما از اهمیت بنیادی در طراحی فضاهای زیرزمینی برخوردار است [۲]. نور پشتوانه اساسی زندگی روزمره ما است [۸]؛ که در معماری نقش بسزایی دارد و از ارکان اساسی در فرایند طراحی و خلق فضا و خلق احساسات متفاوت در فضا بوده است و سبب روح بخشی به فضا

دسترسی محدود به نور طبیعی به عنوان بزرگ ترین نقطه ضعف در نظر گرفته شده است [۱۳]. مکان قرارگیری ایستگاه‌ها در شهر، مسیرها و دسترسی‌ها، ایمنی اجتماعی و نظارت و نورپردازی و فراخی فضای معماری از مهم ترین عوامل تأثیرگذار در معماری ایستگاه‌های مترو بر رضایتمندی مسافران از سفر با مترو می‌باشد. نور، دما، صدا و تهویه هوا نیز عوامل دیگری هستند که در ارتقای کیفیت فضایی ایستگاه‌های مترو بسیار مؤثرند. این عوامل در تأمین شرایط آسایش محیطی و ایجاد ایمنی روانی و بالا بردن آستانه تحمل عصبی تأثیرگذارند [۱۴].

در پژوهش‌های مرتبط با فضاهای زیرزمینی، پژوهش‌هایی به موضوع پایداری و کاهش مصرف انرژی و میزان صرفه‌جویی‌هایی که با استفاده از این ساختمان‌ها به دست می‌آید پرداخته‌اند و بیشتر به دلایل و همچنین راهکارهای بهینه‌سازی انرژی پرداخته‌اند. پژوهش‌هایی نیز به برنامه‌ریزی و نحوه طراحی فضاهای زیرزمینی پرداخته‌اند و راهکارهای افزایش نور طبیعی و همچنین ایجاد سرزندگی و نشاط را در آن مورد بررسی قرار داده‌اند و پژوهش‌هایی که در آن‌ها به ابعاد ایمنی و امنیت و راهکارهای مقابله با تهدیدات پرداخته شده و سعی شده با شناسایی آسیب‌هایی که این نوع از فضاها با آن مواجه هستند مخاطرات را کاهش بدهند؛ اما این پژوهش به رابطه نور و امنیت و ایجاد امنیت از طریق نورپردازی در ایستگاه‌های مترو پرداخته است.

می‌باشد. نور از دیرباز در معماری تاریخی ما جایگاه ویژه‌ای داشته و از اهمیت بسیاری برخوردار بود [۹]. در طراحی محیط‌های زیرزمینی تأمین نور طبیعی می‌تواند طرح کلی بنا را شکل دهد [۲]. فقدان و یا کمبود نور طبیعی پاسخ به ریتم نور را در انسان مختل می‌کند و همچنین باعث عدم احساس جهت، حس زمان و احساس تغییرات آب و هوایی فصلی می‌شود که به راحتی می‌تواند احساسات روانی تاریک و افسردگی را القا کند [۱۰]. هنگامی که از فضای زیرزمینی برای استفاده و حضور انسان استفاده می‌شود اثرات روانی و فیزیولوژیکی این فضاها باید مورد بحث و بررسی قرار گیرد تا محیطی سالم و مطلوب به وجود آید. برای بسیاری از افراد فکر کردن به زندگی و کار در زیر سطح زمین، اثر روانی منفی به همراه دارد. تفکرات منفی همراه با فضای زیرزمینی معمولاً شامل تاریکی به همراه رطوبت و هوای نامناسب است [۴]. یکی از چالش‌هایی که معماری امروز با آن سروکار دارد طرح این سؤال است که حضور نور در معماری می‌تواند معنایی فراتر از روشنایی داشته باشد و آیا دستیابی به الگوی صحیحی از به‌کارگیری نور امکان‌پذیر است؟ و یا اساساً لزومی در آن است [۱۱]. محیط‌های کار زیرزمینی یک عنصر مهم در برنامه‌ریزی شهری مدرن هستند. در نتیجه، نسبت فزاینده اما نامشخصی از جمعیت به‌طور مرتب در ارتباط با آن‌ها قرار می‌گیرند [۱۲]. شان و همکاران پرسشنامه‌ای را برای ۳۰ شرکت ساختمانی مستقر در سنگاپور درگیر در پروژه‌های زیرزمینی اجرا کرد و گزارش داد که

جدول (۱): تحلیل مقالات و تحقیقات گذشته مرتبط با نور و فضاهای زیرزمینی

نتیجه پژوهش	یافته‌های پژوهش	عنوان پژوهش / محل انتشار	محققین / سال انتشار
هرقدر درگیری حواس انسانی با محیط پیرامون بیشتر باشد بر کیفیت مسیریابی، جهت‌یابی - خوانایی مسیرها و کردورها تأثیر گذاشته، از آسیب ناشی از مکان فاقد هویت و آسیب‌پذیر کاسته و بر عوامل خلق مکان خوانا در فضاهای ایستگاهی حمل‌ونقل ریلی افزوده می‌شود [۳].	مؤلفه‌های طراحی فضاهای ایستگاهی حمل‌ونقل ریلی (مبتنی بر خلق مکان) یعنی مختصات کالبدی، تجربه شخصی و خصوصیات مکانی به‌واسطه غنای حسی دارای تأثیر مستقیم و قابل ملاحظه‌ای برافزایش سطح خوانایی و تسهیل در مسیریابی و جهت‌یابی است [۳].	طراحی ایستگاه‌های حمل‌ونقل ریلی شهر تهران مبتنی بر معماری حواس (مطالعه موردی): ایستگاه‌های مترو تجریش، میدان ولیعصر، فرودگاه مهرآباد/ نشریه مطالعات محیطی هفت حصار	ساناز حق‌شناس، مهناز محمودی زرنیدی، نسیم خانلو/ ۱۳۹۹

جدول (۱): تحلیل مقالات و تحقیقات گذشته مرتبط با نور و فضاهای زیرزمینی

محققین / سال انتشار	عنوان پژوهش / محل انتشار	یافته‌های پژوهش	نتیجه پژوهش
علی پورجعفر، احسان رنجبر، علی خرمی/۱۳۹۶	تبیین مدل نوین کیفیت‌های طراحی شهری فضاهای شهری زیرزمینی/ فصلنامه نقش جهان	فضاهای زیرزمینی به‌منظور ایفای نقش به‌عنوان یک فضای شهری می‌بایست مجموعه کیفیت‌های منحصر به فردی را در قالب و ساختاری متناسب با نیاز خود در هر شهر دارا باشد. از آنجاکه کیفیت فضاهای شهری زیرزمینی علاوه بر محدوده مشخص فضای شهری، حدودی فراتر را نیز تحت پوشش قرار می‌دهد، نیازمند ساختاری است تا بیانی جامع از کیفیت‌های طراحی شهری این‌گونه فضاها داشته باشد [۲۲].	مدل نوین دسته‌بندی انواع کیفیت در فضاهای شهری زیرزمینی می‌تواند پیشنهادی مطلوب برای پوشش جامع سایر صفات این‌گونه فضاها باشد. مدل کیفیت‌های فضاهای شهری زیرزمینی، کیفیت‌ها و ابعاد هر یک، گام مؤثری در راستای ارتقاء کیفیت فضاهای شهری زیرزمینی دوران کنونی و آینده است [۲۲].
لیدا ارغوانی/۱۳۹۶	تحلیل محتوای نور و رنگ در مکان‌های عمومی تهران با رویکرد مترو/ پایان‌نامه کارشناسی ارشد	نمونه‌های مطالعاتی در این پژوهش ۳۰ عدد از تصاویر تابلوهای ۶ سکوی ایستگاه متروی تهران در مرداد ماه ۱۳۹۶ است که به روش تفسیر ترکیب محور از روش‌های تحلیلی ژیلیان رز انجام گرفته است [۲۱].	نقش رنگ در تأثیرگذاری روحی بر افراد جامعه و فضای شهری بسیار حائز اهمیت است و مهم‌ترین مؤلفه‌های تأثیرگذاری رنگ در فضای شهری و اذهان عمومی را می‌توان سامان فضایی، آرامش روحی و روانی در افراد جامعه، تأثیرپذیری بیشتر در درک پیام‌های تصاویر داخل مترو، احساس بهتر در مکان‌های عمومی دانست [۲۱].
کریم مردمی، حسام قمری/۱۳۹۱	سنجش اولویت عوامل تأثیرگذار در معماری ایستگاه‌های مترو بر رضایتمندی کاربران؛ مطالعه موردی: ایستگاه‌های خطوط ۱ و ۲ متروی تهران/ دو فصلنامه مدیریت شهری	مکان استقرار ایستگاه در شهر با میزان وزن دهی شده ۱/۵۴۲ از نظر کاربران دارای اهمیت ویژه‌ای است؛ بنابراین توصیه می‌شود که طراحان محیطی و شهری در الگوهای طراحی خود به مکان استقرار ایستگاه‌ها و حوزه‌های نفوذی آن‌ها، تأثیرات و تأثرات آن‌ها بر محیط و منظر شهری، سهولت دسترسی‌ها و اهمیت به نقش عابر پیاده توجه ویژه‌ای داشته باشند. نور، دما، صدا و تهویه هوا نیز عوامل دیگری هستند که در ارتقای کیفیت فضایی ایستگاه‌های مترو بسیار مؤثرند [۱۴].	عوامل ذکر شده در تأمین شرایط آسایش محیطی و ایجاد ایمنی روانی و بالا بردن آستانه تحمل عصبی تأثیرگذارند. توجه به فراخی فضا و شفافیت و خوانایی نیز در خلق فضاهای باکیفیت در راستای تأمین رضایتمندی کاربران تأثیرگذار هستند [۱۴].
ایرما نووالیا، هردیس هردیانسیا/۲۰۲۰	کاربرد ویژگی‌های فیزیکی در فضای زیرزمینی ایستگاه MRT در جاکارتا/ علوم و مهندسی مواد	ویژگی‌های فیزیکی سهم مهمی در طراحی فضای زیرزمینی دارند. طرح ارتباطی با زمین فوقانی در منطقه گذار، درک انسان را هنگام ورود به محیط زیرزمینی جدید حفظ می‌کند و همچنین پنجره کاذب را می‌توان با استفاده از نقاشی‌های دیواری یا عکس‌های طبیعی شبیه‌سازی کرد [۲۰].	رنگ، سامانه پوششی و گیاهان اضافی ممکن است محیطی مثبت برای غلبه بر احساسات منفی در مورد عدم تهویه و راه دسترسی ایجاد کنند [۲۰].

جدول (۱): تحلیل مقالات و تحقیقات گذشته مرتبط با نور و فضاهای زیرزمینی

نتیجه پژوهش	یافته‌های پژوهش	عنوان پژوهش / محل انتشار	محققین / سال انتشار
این مدل ارزیابی کاربرد جهانی دارد، مرجع مدلی برای ارزیابی آینده محیط روشنایی فضای ایستگاه مترو فراهم می‌کند و مبنای نظری برای طراحی روشنایی فضای ایستگاه مترو فراهم می‌کند [۱۵].	این پژوهش از دانش نظری محیط روشنایی، روانشناسی محیطی و ریاضیات فازی برای ساخت مدل نظری ارزیابی جامع محیط روشنایی در فضای ایستگاه مترو استفاده می‌کند. این مدل برای ارزیابی جامع محیط روشنایی فضای ایستگاه مترو خط ۲ مترو شنژن که توسط منابع نوری LED روشن شده است و خط ۳ مترو شنژن که توسط لامپ‌های فلورسنت روشن شده است، اعمال می‌شود. بر اساس پرسشنامه هر شاخص در محل و مدل، محیط روشنایی بهینه به دست می‌آید، منطقی بودن شاخص انتخاب شده در مدل و اعتبار وزن شاخص با ترکیب نتایج تحقیقات ذهنی و داده‌های نظری مدل تأیید می‌شود. [۱۵].	مدل ارزیابی محیط روشنایی برای فضای ایستگاه مترو مبتنی بر شبکه عصبی پس انتشار خطا / مهندسی نور و روشنایی	ون هو دون / ۲۰۱۸
چالش هر مجموعه زیرزمینی آینده، کاهش تداعی منفی مرتبط با سازه‌های زیرزمینی است به طوری که تمایل به اجتناب از فضا را می‌توان تعدیل کرد [۱۷].	ویژگی‌های روانی-اجتماعی بررسی شده در این پژوهش نشان می‌دهد که فضاهای زیرزمینی می‌توانند هم اثرات مثبت و هم منفی داشته باشند، اما احساسات منفی اغلب در مطالعات کاربران زیرزمینی گزارش می‌شود [۱۷].	رویگردی روان‌شناختی-اجتماعی برای درک فضاهای زیرزمینی / عوامل روان‌شناختی-اجتماعی فضاهای زیرزمینی	یون اچ. لی، جورج آی. کریستوپولوس، کیان دبلیو. کووک، آدام سی. رابرتز و چی-کیونگ سو / ۲۰۱۷
اصول طراحی متشکل از روش‌های مناسب در طراحی فضای زیرزمینی که در این مطالعه مشخص شده است عبارت‌اند از: جعبه ایستگاه باز، ریخت‌شناسی و بافت زیرزمینی، نور معماری، قابلیت دید، هنر، صدا و مجاورت [۱۶].	با استفاده از موارد طراحی مرجع، مروری جامع بر رویه‌های موفق در زمینه طراحی ایستگاه‌های زیرزمینی شهری ارائه شد. تجزیه و تحلیل این موارد طراحی مرجع (و رویه‌های موفق مربوطه) امکان توصیف راه‌حل‌های طراحی «رضایت‌بخش» را فراهم می‌کند [۱۶].	اهمیت تجربه فضاهای زیرزمینی: گزیده‌ای از موارد طراحی مرجع از ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی زیرزمینی و تقاطع‌های بین‌راهی اتحادیه اروپا/ فناوری تونل‌سازی و فضای زیرزمینی	فرانک ون در هوون، کالینا جوچونویچ / ۲۱۰۶
جامعه تحقیقاتی زیرزمینی باید از رشته‌های دیگر در ادغام روش‌های علوم اعصاب پیروی کند تا انسان را در مرکز طراحی فضای زیرزمینی بهتر در نظر بگیرد [۱۹].	نیازها و امکانات محیط‌های زیرزمینی گسترش یافته است و نیاز دوباره به درک چگونگی واکنش انسان به فضای زیرزمینی وجود دارد. تحقیقات گذشته در مورد تأثیر روانی فضای زیرزمینی، درحالی‌که شالوده خوبی برای مطالعه بیشتر ایجاد می‌کرد، اکنون از فناوری‌های موجود عقب‌مانده است [۱۹].	عوامل روان‌زیستی مرتبط با فضاهای زیرزمینی: عصر جدید علوم اعصاب شناختی چه چیزی می‌تواند به مطالعه آن‌ها ارائه دهد؟ / تونل‌سازی و فناوری فضای زیرزمینی	آدام سی. رابرتز، جورج آی. کریستوپولوس، یوسپ کار، چی-کیونگ سو، مینگ لو / ۲۰۱۶
آسایش و ایمنی عمومی جدایی‌ناپذیر هستند و می‌توانند در کنار هم به کیفیت فضایی بهتر کمک کنند. این نتایج وابسته به زمان هستند، به این معنا که به دلیل تغییرات در جامعه، می‌توان انتظار تغییراتی در درک امنیت عمومی، آسایش یا برخی ویژگی‌های دیگر را نیز داشت [۱۸].	این پژوهش به درک بهتر کاربران از فضای زیرزمینی، از طریق منشور ایمنی و آسایش عمومی کمک می‌کند که با استفاده از مدل‌سازی دانش هوشمند به‌دست آمده است و کاربرد ICT (فناوری اطلاعات) و ارتباطات را به‌عنوان شریکی در فرایند طراحی ساختمان با استفاده از تکنیک‌های مدل‌سازی پیشرفته نشان داد [۱۸].	جنبه‌های ادراک در فضاهای زیرزمینی با استفاده از مدل‌سازی دانش هوشمند/ رساله دکتری	س. دورمیسویک / ۲۰۰۲
قرار دهی تأسیسات و ساختمان‌ها در زیرزمین روشی نویدبخش برای کمک به کاهش شدت مصرف سطح زمین است که ناشی از رشد جمعیت و گسترش شهرنشینی در جهان می‌باشد [۲].	امروزه در مقیاس شهری و محلی، استفاده از تأسیسات زیرزمینی به‌منظور تأمین نیازهای پیچیده‌ی جامعه‌ی امروزی رو به افزایش است، درحالی‌که کیفیت محیط‌زیست را نیز بهبود می‌بخشد [۲].	طراحی فضاهای زیرزمینی / انتشارات مرن‌دیز	جان کارمودی و ریموند استرلینگ / ۱۳۸۸

#### ۴- مبانی نظری پژوهش

**نور:** در لغت به معنای روشنایی و فروغ [۲۳]. و مترادف ضیاء، ضوء و روشنایی است و شامل نورهای محسوس، معنوی یا روحانی می‌شود. در ادیان مختلف زرتشتی، یهود و مسیحیت، نور به‌عنوان عنصری مهم و مابعدالطبیعی مطرح بوده است اما در دین اسلام، با توجه به حضور در لسان آیات و روایات، مفهوم نور جایگاه ویژه‌ای یافته است. نور علاوه بر اینکه، نشان از تجلی خداوند است (بر اساس آیه شریفه «الله نور السموت و الارض ...» و حدیث قدسی «کنت کنزاً مخفیاً...»)، از عناصر کلیدی معنوی هنر اسلامی محسوب می‌شود. مفهوم نور با مفاهیمی چون حُسن و خَلق (کُن) ارتباط دارد و به‌عنوان سراسرترین نماد ازلی هستی، ما را به عمیق‌ترین بحث زیبایی‌شناسی و هنر اسلامی، یعنی عالم خیال یا صور معلقه در جهان‌شناسی حکمت اسلامی، سوق می‌دهد [۲۴].

نور به سبب نقش همزمان و یکجا اما چندوجهی یا دست کم دووجهی در معماری به‌عنوان موجودیتی هم‌فیزیکی (بیشتر کمی) و هم‌معنایی (بیشتر کیفی)، از عناصر و عوامل اساسی در شکل‌گیری معماری به‌شمار می‌آید تا آنجا که می‌توان آن را عامل‌سازنده معماری نیز نام داد [۲۵]. در هنر معماری، نور یکی از اجزایی است که کنار عناصر و مفاهیم دیگر از قبیل ساختار، نظم فضایی، مصالح، رنگ و غیره مطرح می‌شود [۲۶]. نقش معمار در طراحی سلسله‌مراتبی که به لحاظ تاریکی و روشنایی مخاطبین را با آن مواجه می‌کند بسیار مهم و اساسی است و نور در طراحی به‌عنوان یک عنصر مجزا باید نقش خود را ایفا کند [۲۷].

**مفهوم مطلوبیت فضا:** در فرهنگ فارسی معین از مطلوبیت به معنای خواسته شده، طلبیده، دلپسند و خوشایند یاد شده است [۲۸]. در فرهنگ‌نامه‌های انگلیسی یکی از معانی مطلوبیت داشتن کیفیت برای برانگیختن میل یا اشتیاق آمده است. از نظر اقتصاددانان مطلوبیت کیفیتی است که کالایی را برای افراد، خواستنی می‌کند. به بیان دیگر، مطلوبیت عبارت است از رضایت مصرف‌کننده که از مصرف کالا و خدمات در واقع هرآن چه نیازها و خواسته‌های انسان را ارضا می‌کند حاصل می‌شود.

درواقع کلمه کلیدی مطلوبیت رضایت است نه سودمندی. مطلوبیت تجربه لذت‌بخشی را برای استفاده‌کننده فراهم می‌کند که او را وادار به ادامه استفاده می‌نماید زیرا این امر به آن‌ها لذت می‌بخشد که خود یک پاداش است [۲۹]. مفهوم مطلوبیت در معماری و شهرسازی، میزان پذیرفته شدن یک فضا از جانب مردم و میزان تأثیرگذاری آن مکان بر کاربران است [۳۰]. منظور از مطلوبیت فضا، یکپارچگی فضایی، سیرکولاسیون حرکتی، نفوذپذیری و انعطاف‌پذیری فضایی در خانه‌ها تعریف شده است [۳۱].

**مطلوبیت فضا:** مطلوبیت در معماری و شهرسازی، میزان پذیرفته شدن یک فضا از جانب مردم و میزان تأثیرگذاری آن مکان بر کاربران است. این مطلوبیت ممکن است به عوامل مختلفی مانند ابعاد فضا، نورپردازی، طراحی داخلی، تهویه و دمای محیط و ... بستگی داشته باشد.

**پدافند غیرعامل:** مجموعه اقدامات غیرمسلحانه‌ای که موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، تداوم فعالیت‌های ضروری، ارتقاء پایداری ملی و تسهیل مدیریت بحران در مقابل تهدیدات و اقدامات نظامی دشمن می‌گردد. مفهوم پدافند غیرعامل دفاع در برابر تهاجم، بدون استفاده از جنگ افزار و درگیر شدن مستقیم می‌باشد و منظور از پدافند غیرعامل حفظ جان و مال انسان در برابر حوادث، تهدیدات و استمرار فعالیت‌های اساسی و ضروری مردم، تضمین تداوم تأمین نیازهای حیاتی مردم و سهولت در اداره کشور در شرایط بروز تهدید و بحران ناشی از تجاوزات خارجی در مقابل حملات و اقدامات خصمانه و مخرب دشمن از طریق طرح‌ریزی و اجرای طرح‌های دفاع غیرعامل و کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی و مستحدثات و تأسیسات و تجهیزات حیاتی و حساس کشور می‌باشند.

**ایمنی:** به معنای ایجاد فضاها و ساختمان‌هایی است که افراد و محیط زندگی در آن‌ها از خطرات مختلفی مانند حوادث طبیعی، حریق، سرقت و ... محافظت شوند. ایمنی می‌تواند از طریق اقدامات طراحی و اجرایی متنوعی بهبود یابد [۲۹].

**امنیت:** به معنای ایجاد فضاها و ساختمان‌هایی است که از خطرات مختلفی مانند حملات تروریستی، سرقت، نفوذ غیرمجاز و ... محافظت شوند. امنیت معماری می‌تواند از طریق اقدامات

در گام بعدی برای تبیین نقش نور در ایجاد مطلوبیت فضایی ایستگاه‌های مترو با رویکرد ایمنی و امنیت، پرسشنامه شماره ۲ (نقش مؤلفه‌های کیفیت نور در ارتقاء شاخص‌های مطلوبیت فضایی ایستگاه‌های متروی تهران) تنظیم شد و در ۱۰ ایستگاه زیرزمینی مترو تهران که تقاطعی بوده و در مرکز شهر قرارداشتند و جزء شلوغ‌ترین ایستگاه‌های مترو تهران محسوب می‌شوند (امام حسین علیه السلام، دروازه شمیران، امام خمینی (ره)، شهید نواب صفوی، میدان ولی عصر (عج)، تئاتر شهر، توحید، دروازه دولت، میدان شهداء و شادمان) توزیع شد (۸۵ پرسشنامه). تا نقش و اثر هریک از مؤلفه‌های کیفیت نور در راستای ارتقاء شاخص‌های ایمنی و امنیت در این ۱۰ ایستگاه از ایستگاه‌های متروی تهران بررسی شده و مشخص گردد در چه وضعیتی قراردارد. برای تجزیه و تحلیل پرسشنامه از نرم افزار SPSS استفاده شده است.

نسبت روایی محتوایی<sup>۱</sup> (CVR): این شاخص توسط لاوشه، طراحی شده است. جهت محاسبه این شاخص از نظرات کارشناسان متخصص در زمینه محتوای آزمون موردنظر استفاده می‌شود و با توضیح اهداف آزمون برای آن‌ها و ارائه تعاریف عملیاتی مربوط به محتوای سؤالات به آن‌ها، از آن‌ها خواسته می‌شود تا هریک از سؤالات را بر اساس طیف سه‌بخشی لیکرت «گویه ضروری است»، «گویه مفید است ولی ضروری نیست» و «گویه ضرورتی ندارد» طبقه‌بندی کرده و سپس نسبت روایی محتوایی محاسبه می‌شود.

#### ۶- بحث و یافته‌های تحقیق

بر اساس تعداد متخصصینی که سؤالات را مورد ارزیابی قرار داده‌اند (۲۵ نفر)، حداقل مقدار CVR قابل قبول بر اساس جدول حداقل شاخص نسبت روایی قابل قبول، ۰/۳۷ می‌باشد. سؤالاتی که مقدار CVR محاسبه شده برای آن‌ها کمتر از میزان موردنظر با توجه به تعداد متخصصین ارزیابی کننده سؤال باشد، بایستی از آزمون کنار گذاشته شوند زیرا بر اساس شاخص روایی محتوایی، روایی محتوایی قابل قبولی ندارند.

طراحی و اجرایی مناسب بهبود یابد [۲۹].

**فضای زیرزمینی:** فضاهایی هستند که تمام یا درصدی از کالبد آن‌ها در زیرزمین ساخته شده باشد؛ این گونه فضاها در طول تاریخ با فرم‌ها و اهداف گوناگون از جمله امنیتی، ناسازگاری آب‌وهوا، حفظ و نگهداری محصولات، عمر بیشتر ساختمان‌های زیرزمینی، کمبود فضا، کاهش آلودگی و ... مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۳۲].

**ایستگاه مترو:** در سامانه راه‌آهن شهری، به مکانی که وسیله نقلیه توقف نموده و امکان سوار و پیاده شدن مسافری فراهم می‌گردد، ایستگاه می‌نامند [۳۳]. در مورد ایستگاه مترو هدف از طراحی، برقراری تعادل میان عملکرد ایستگاه و ایجاد فضای زیرزمینی ایمن، در هماهنگی با مسائلی چون روش احداث، شهرسازی، اقتصاد طرح و در حین حال به وجود آوردن شخصیت خاص معماری متناسب با شهر محل احداث آن است [۳۴]. در سامانه حمل و نقل شهری مترو، ایستگاه‌های متروی زیرزمینی، به‌عنوان یکی از اجزای اصلی سامانه و پیوند دهنده‌ی فضای زیرزمینی و روی زمین و ناوگان حمل و نقل عمومی به شمار می‌آید [۳۵].

#### ۵- روش تحقیق

این پژوهش بنا به ماهیت در تدوین شاخصه‌ها بنیادی و در بررسی موردی کاربردی است؛ لذا با توجه به ماهیت موضوع و شاخصه‌های مورد بررسی، روش مورد استفاده یک روش توصیفی-تحلیلی خواهد بود؛ که با کمک ابزار پرسشنامه و مراجعه حضوری پرسشگر به افراد نمونه (بیست و پنج نفر از اعضای هیئت علمی و کارشناسان متخصص در حوزه‌ی معماری، به‌صورت تصادفی توزیع شد) صورت گرفته است. در این راستا ابتدا شاخص‌های مطلوبیت فضایی به‌صورت کلی با انجام مطالعه‌ی اسنادی و دقیق به دست آمد. سپس نظر متخصصان که از روش لاوشه برای جمع‌آوری نظرات آن‌ها استفاده شده، به دست آمد. برای گزینش مناسب شاخص‌ها و مؤلفه‌های مطلوبیت فضایی که در معماری ایستگاه‌های زیرزمینی مترو مؤثر است، در این تحقیق ۱۹ شاخص به‌عنوان مهم‌ترین عوامل دخیل در مطلوبیت فضای معماری مطابق با جدول شماره ۲ در نظر گرفته شده است.

<sup>1</sup> Content Validity Ratio

جدول (۲): نتیجه شاخص نسبت روایی بر اساس ارزیابی ۲۵ متخصص

ردیف	شاخصه مطلوبیت	تعداد پاسخ گویه ضروری است	CVR	نتیجه
۱	تنوع	۱۸	۰/۴۴	قابل قبول
۲	سرزندگی	۱۸	۰/۴۴	قابل قبول
۳	سازگاری	۱۹	۰/۵۲	قابل قبول
۴	کارایی	۲۰	۰/۶	قابل قبول
۵	نفوذپذیری	۱۱	-۰/۱۲	رد
۶	خوانایی	۲۱	۰/۶۸	قابل قبول
۷	غنای حسی	۱۰	-۰/۲	رد
۸	جهت‌یابی	۱۸	۰/۴۴	قابل قبول
۹	هویت	۱۴	۰/۱۲	رد
۱۰	حضورپذیری	۱۲	-۰/۰۴	رد
۱۱	پویایی	۱۸	۰/۴۴	قابل قبول
۱۲	اجتماع‌پذیری	۱۸	۰/۴۴	قابل قبول
۱۳	دسترسی و ارتباطات	۲۱	۰/۶۸	قابل قبول
۱۴	راحتی و آسایش	۲۰	۰/۶	قابل قبول
۱۵	ایجاد تصویر ذهنی	۷	-۰/۴۴	رد
۱۶	ایمنی	۲۱	۰/۶۸	قابل قبول
۱۷	امنیت	۲۱	۰/۶۸	قابل قبول
۱۸	ابعاد فضاهای زیرزمینی	۱۶	۰/۲۸	رد
۱۹	تجانس	۷	-۰/۴۴	رد

رنگ نور، درخشندگی مناسب، وضوح بصری و آرامش براساس نتایج پرسشنامه شماره ۲ محاسبه شده است.

در جدول (۳) درصد فراوانی سوالات شاخصه‌های مطلوبیت ایمنی و امنیت برای ۷ مؤلفه کیفی نور شامل: عدم خیرگی، ادراک‌پذیری نور طبیعی، رنگ نور (شاخص نمود رنگ)، دمای

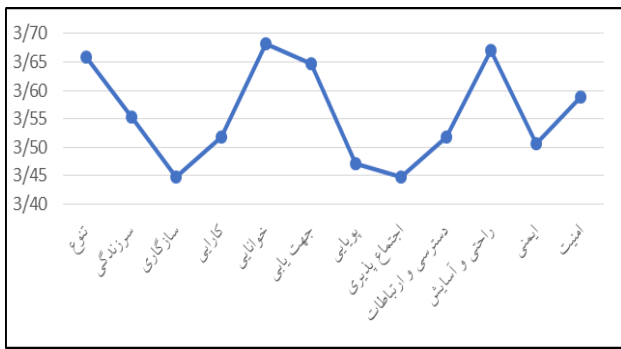
جدول (۳): فراوانی سوالات شاخصه‌های ایمنی و امنیت پرسشنامه ۲ پژوهش

ردیف	مؤلفه‌های کیفی نور	شاخص‌های مطلوبیت	سوالات	درصد فراوانی				
				خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	خوب	خیلی خوب
۱	عدم خیرگی	ایمنی	عدم خیرگی به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کیفیت نور در راستای ارتقاء ایمنی این ایستگاه مترو در چه وضعیتی قرار دارد؟	۱/۲	۷/۱	۳۸/۸	۳۴/۱	۱۸/۸
			امنیت	عدم خیرگی به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کیفیت نور در راستای ارتقاء امنیت این ایستگاه مترو در چه وضعیتی قرار دارد؟	۲/۴	۲/۴	۴۰	۳۵/۳
۲	ادراک‌پذیری نور طبیعی	ایمنی	ادراک‌پذیری نور طبیعی به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کیفیت نور در راستای ارتقاء ایمنی این ایستگاه مترو در چه وضعیتی قرار دارد؟	۰	۱۲/۹	۳۶/۵	۳۲/۹	۱۷/۶

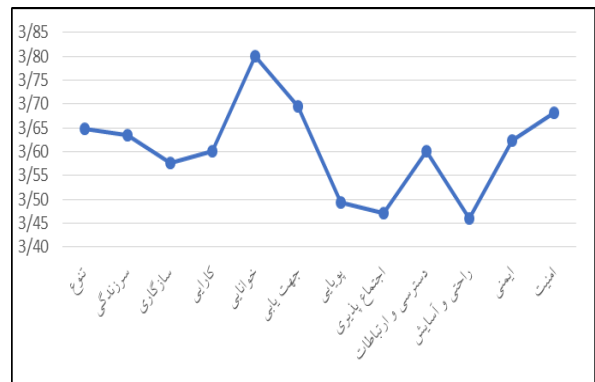
جدول (۳): فراوانی سوالات شاخصه‌های ایمنی و امنیت پرسشنامه ۲ پژوهش

ردیف	مؤلفه‌های کیفی نور	شاخص‌های مطلوبیت	سوالات	درصد فراوانی			
				خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	خوب
۳	رنگ نور (شاخص نمود رنگ)	ایمنی	ادراک‌پذیری نور طبیعی به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کیفیت نور در راستای ارتقاء امنیت این ایستگاه مترو در چه وضعیتی قرار دارد؟	۱/۲	۸/۲	۳۸/۸	۳۰/۶
		ایمنی	شاخص نمود رنگ به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کیفیت نور در راستای ارتقاء ایمنی این ایستگاه مترو در چه وضعیتی قرار دارد؟	۳/۵	۱۰/۶	۳۴/۱	۳۸/۸
۴	دمای رنگ نور	ایمنی	شاخص نمود رنگ به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کیفیت نور در راستای ارتقاء امنیت این ایستگاه مترو در چه وضعیتی قرار دارد؟	۳/۵	۹/۴	۳۰/۶	۴۴/۷
		ایمنی	دمای رنگ نور به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کیفیت نور در راستای ارتقاء ایمنی این ایستگاه مترو در چه وضعیتی قرار دارد؟	۲/۴	۱۵/۳	۳۰/۶	۳۲/۹
۵	درخشندگی مناسب	ایمنی	دمای رنگ نور به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کیفیت نور در راستای ارتقاء امنیت این ایستگاه مترو در چه وضعیتی قرار دارد؟	۲/۴	۹/۴	۳۶/۵	۳۰/۶
		ایمنی	درخشندگی مناسب به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کیفیت نور در راستای ارتقاء ایمنی این ایستگاه مترو در چه وضعیتی قرار دارد؟	۳/۵	۱۴/۱	۳۲/۹	۲۹/۴
۶	وضوح بصری	ایمنی	درخشندگی مناسب به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کیفیت نور در راستای ارتقاء امنیت این ایستگاه مترو در چه وضعیتی قرار دارد؟	۳/۵	۱۱/۸	۳۵/۵	۲۹/۴
		ایمنی	وضوح بصری به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کیفیت نور در راستای ارتقاء ایمنی این ایستگاه مترو در چه وضعیتی قرار دارد؟	۰	۸/۲	۴۱/۲	۳۶/۵
۷	آرامش	ایمنی	وضوح بصری به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کیفیت نور در راستای ارتقاء ایمنی این ایستگاه مترو در چه وضعیتی قرار دارد؟	۰	۵/۹	۳۸/۵	۴۱/۲
		ایمنی	آرامش به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کیفیت نور در راستای ارتقاء ایمنی این ایستگاه مترو در چه وضعیتی قرار دارد؟	۲/۴	۸/۲	۳۸/۸	۴۱/۲
		امنیت	آرامش به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کیفیت نور در راستای ارتقاء امنیت این ایستگاه مترو در چه وضعیتی قرار دارد؟	۲/۴	۴/۷	۴۰	۴۲/۴

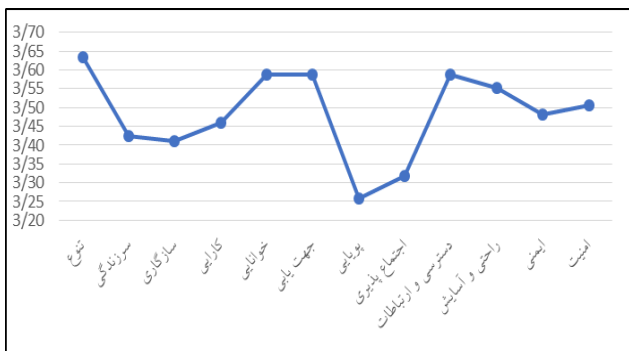
در شکل‌های (۱) تا (۷) رتبه‌بندی شاخص‌های مطلوبیت ایمنی و امنیت در ایستگاه‌های مترو براساس مؤلفه‌های عدم خیرگی، ادراک پذیری نور طبیعی، رنگ نور (شاخص نمود رنگ)، دمای رنگ نور، درخشندگی مناسب، وضوح بصری و آرامش ترسیم شده است و نشان می‌دهد که از میانگین نمرات شاخص‌ها بالاتر بوده و کاربران مترو رضایت نسبی از نورپردازی ایستگاه‌ها از لحاظ ایمنی و امنیت دارند.



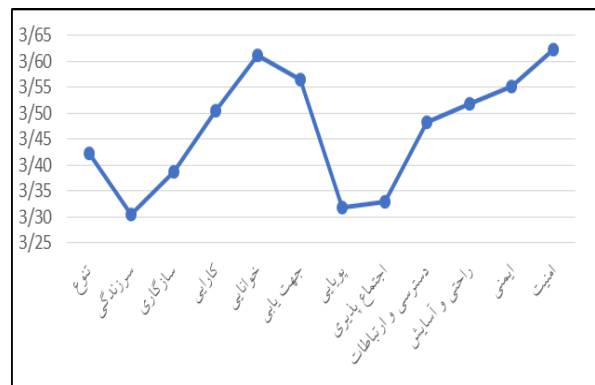
شکل (۴): رتبه‌بندی شاخص‌های مطلوبیت ایمنی و امنیت در ایستگاه‌های مترو براساس مؤلفه درخشندگی



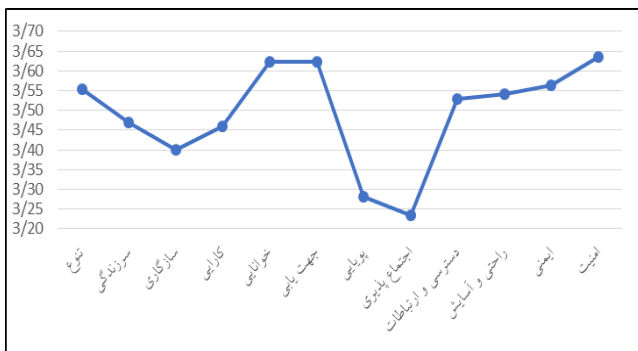
شکل (۱): رتبه‌بندی شاخص‌های مطلوبیت ایمنی و امنیت در ایستگاه‌های مترو براساس مؤلفه عدم خیرگی



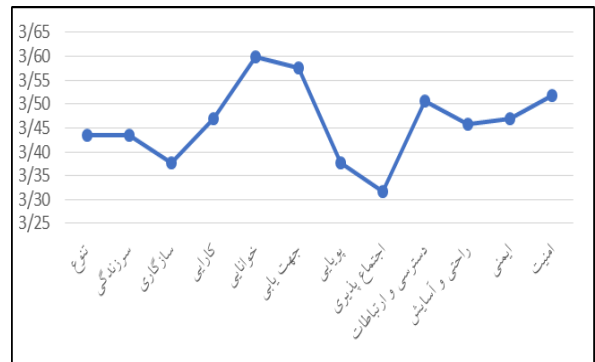
شکل (۵): رتبه‌بندی شاخص‌های مطلوبیت ایمنی و امنیت در ایستگاه‌های مترو براساس مؤلفه وضوح بصری



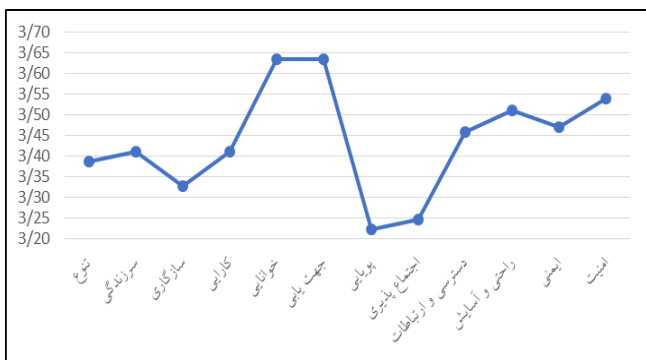
شکل (۲): رتبه‌بندی شاخص‌های مطلوبیت ایمنی و امنیت در ایستگاه‌های مترو براساس مؤلفه ادراک‌پذیری



شکل (۶): رتبه‌بندی شاخص‌های مطلوبیت ایمنی و امنیت در ایستگاه‌های مترو براساس مؤلفه آرامش



شکل (۳): رتبه‌بندی شاخص‌های مطلوبیت ایمنی و امنیت در ایستگاه‌های مترو براساس مؤلفه رنگ نور



شکل (۷): رتبه‌بندی شاخص‌های مطلوبیت ایمنی و امنیت در ایستگاه‌های مترو براساس مؤلفه دمای رنگ نور

غیرعامل و مدیریت بحران اهمیت فراوانی دارد.

نور در ایستگاه‌های مترو با رویکرد پدافند غیرعامل، بخشی از یک سامانه یکپارچه است که شامل الزامات طراحی، دسترسی و مکان‌یابی، مدیریت و تأسیسات می‌شود. این سامانه با هدف کاهش آسیب‌پذیری، افزایش مقاومت فضا و حفظ عملکرد حیاتی ایستگاه‌ها در شرایط بحران طراحی می‌شود. نورپردازی به‌عنوان یکی از عناصر کلیدی این سامانه، باید ضمن ایجاد مطلوبیت فضایی، نقش مؤثری در ارتقاء ایمنی، امنیت و قابلیت پدافند غیرعاملی ایستگاه‌های مترو ایفا کند.

### نقش نور در ایجاد مطلوبیت فضایی ایستگاه‌های مترو با رویکرد ایمنی و امنیت (پدافند غیرعامل) عبارت است از:

- افزایش روشنایی یکنواخت و کافی برای کاهش نقاط تاریک و افزایش دید در شرایط عادی و بحران
  - بهینه‌سازی نورپردازی با استفاده از سطوح بازتابنده و لامپ‌های کم‌مصرف
  - تضمین عملکرد سامانه‌های روشنایی در شرایط اضطراری و قطع برق
  - ارتقاء حس امنیت روانی کاربران و تسهیل نظارت و مدیریت بحران
  - کاهش وابستگی به نور مصنوعی با بهره‌گیری از نور طبیعی برای بهبود کیفیت فضایی
  - هماهنگی نورپردازی با سایر الزامات پدافند غیرعامل در طراحی، دسترسی و مدیریت ایستگاه‌ها
- این رویکرد جامع موجب می‌شود ایستگاه‌های مترو به فضاهایی امن، مقاوم و با قابلیت عملکرد چندمنظوره تبدیل شوند که هم در شرایط عادی و هم در مواقع بحران، خدمات حیاتی خود را به بهترین شکل ارائه دهند.

## ۷- تجزیه و تحلیل نقش نور در ایجاد مطلوبیت

### فضایی ایستگاه مترو با رویکرد ایمنی و امنیت

ارتباط بین پدافند غیرعامل و نورپردازی در مترو، بر مبنای هدف کلی آن‌ها که افزایش ایمنی، کاهش آسیب‌ها و مقاوم‌سازی فضاهای حیاتی است، مشخص می‌شود. در واقع، نورپردازی مؤثر و مناسب، یکی از راهبردهای مهم در پدافند غیرعامل فضاهای زیرزمینی محسوب می‌شود که می‌تواند نقش کلیدی در حفاظت از زیرساخت‌های شهری، به ویژه در ایستگاه‌های مترو، ایفا کند.

نور به‌عنوان یکی از عناصر بنیادین در طراحی ایستگاه‌های مترو، در ایجاد مطلوبیت فضایی و ارتقاء کارکردهای پدافند غیرعامل نقش مهمی ایفا می‌کند. از این منظر، نورپردازی در ایستگاه‌های مترو نه تنها به منظور تأمین روشنایی و بهبود کیفیت بصری فضا بلکه به‌عنوان ابزاری مؤثر در افزایش ایمنی، امنیت و مقاومت فضا در برابر تهدیدات، اهمیت ویژه‌ای دارد. اولین نقش نور در پدافند غیرعامل، افزایش قابلیت چندمنظوره‌گی ایستگاه‌های مترو است؛ به‌گونه‌ای که این فضاها بتوانند در شرایط عادی به‌عنوان مراکز حمل‌ونقل شهری و در شرایط بحران به‌عنوان پناهگاه‌های امن مورد استفاده قرار گیرند. در این راستا، استفاده از نورپردازی مناسب و بهینه، به‌ویژه بهره‌گیری از سطوح کف و دیواره‌های سفید یا براق که نور را تقویت می‌کنند، موجب افزایش روشنایی محیط و کاهش نقاط تاریک می‌شود که این امر به حفظ دید کافی و کاهش آسیب‌پذیری در شرایط اضطراری کمک می‌کند.

نورپردازی پایدار در ایستگاه‌های مترو، ضمن تأمین روشنایی یکنواخت و کافی، امکان مدیریت و کنترل آن در شرایط بحران را فراهم می‌نماید. سامانه‌های روشنایی باید قابلیت عملکرد در شرایط اضطراری، مانند قطع برق یا حملات سایبری را داشته باشند و بتوانند با حداقل انرژی، بیشترین روشنایی را فراهم کنند. نور در ایجاد فضاهای ایمن و راهنمایی در مسیرهای حرکت نقش زیادی دارد. در رویکرد پدافند غیرعامل، استفاده از علائم نوری مقاوم در برابر ضربه و نورهای قابل‌رؤیت در فضاهای حساس، تضمین می‌کند که حتی در صورت بروز آسیب‌های فیزیکی، راهنمایی مناسب انجام شود.

همچنین، رنگ نور و دمای رنگ آن باید با فضای داخلی هماهنگ باشد تا حس راحتی و آرامش ایجاد شود. در رویکرد پدافند غیرعامل، طراحی نور باید به‌گونه‌ای باشد که در صورت بروز حوادث طبیعی یا انسانی، امکان حفظ روشنایی و جلوگیری از تاریکی مطلق وجود داشته باشد که این امر با نصب سامانه‌های پشتیبان و منابع نور اضطراری تحقق می‌یابد. از سوی دیگر، نورپردازی مناسب موجب افزایش حس امنیت روانی کاربران می‌شود. در شرایط بحران، فضاهای روشن و قابل دید، ترس و اضطراب را کاهش داده و امکان نظارت بهتر نیروهای امدادی و امنیتی را فراهم می‌آورد. این امر باعث می‌شود ایستگاه‌های مترو به‌عنوان مکان‌های امن و قابل‌اتکا در مواقع بحرانی شناخته شوند. همچنین، نور مناسب به بهبود عملکرد دوربین‌های مداربسته و سامانه‌های نظارتی کمک می‌کند که این موضوع در پدافند

## ۷-۱- ایمنی فیزیکی و پیشگیری از حوادث

وجود روشنایی مناسب برای پیشگیری از حوادث و تأمین ایمنی فیزیکی مسافران ضروری است. از آنجایی که روزانه مسافران زیادی از قطارهای شهری (مترو) برای جابجایی استفاده می‌کنند و اهمیت حفظ سلامت و جان این افراد از اهمیت بالایی برخوردار است لذا در طراحی چراغ‌ها در شرایط عادی و اضطراری باید توجه ویژه‌ای نمود. به‌طور مثال برای چراغ‌های بالای سکوها، شیشه چراغ‌ها بایستی سکوریت بوده که در صورت بروز حادثه آسیب جدی به مسافرین وارد نشود. همچنین سیم‌های استفاده‌شده در چراغ‌ها بایستی<sup>۱</sup> LSHF بوده تا علاوه بر ضد شعله بودن، در صورت بروز آتش‌سوزی گازهای سمی در فضا ایجاد نشود.

سامانه‌های روشنایی اضطراری باید با مقررات ایمنی مطابقت داشته و به نحوی طراحی شوند که در زمان بروز حادثه در بخش‌های مختلف ایستگاه‌ها و بر اساس شرایط کاربری در کمترین زمان ممکن وارد مدار شده و روشنایی لازم جهت فعالیت‌های ایستگاه و یا خروج اضطراری را برای مسافران و کارکنان فراهم نماید. کلیه شبکه‌های برق و کانال‌های تأسیسات باید در داکت‌ها و کانال‌های امن و مستحکم قرار گیرند و تمامی کابل‌ها در پشت سقف کاذب و در داخل سینی و لدرهای مربوطه قرار گرفته و اجرا گردد.

## ۷-۲- امنیت روانی و اجتماعی

فضاهای تاریک یا نیمه‌روشن می‌توانند احساس ترس و ناامنی را در کاربران برانگیزند. نورپردازی مناسب یکی از مهم‌ترین عوامل در کاهش جرم و افزایش احساس امنیت در فضاهای عمومی از جمله ایستگاه‌های مترو است. روشنایی مناسب امکان نظارت بهتر بر فضا را فراهم می‌کند؛ چه از طریق دوربین‌های مداربسته و چه از طریق نظارت طبیعی توسط خود مسافران و کارکنان. این امر می‌تواند به کاهش فرصت‌های ارتکاب جرم و افزایش احساس امنیت کمک کند.

لذا پیامدهای حاصل از تعاملات اجتماعی در ایستگاه مترو می‌تواند موجب هویت فرهنگی، مطلوبیت فضایی، سرزندگی و پویایی و ارتقای کیفیت محیط زندگی و شهری باشد. روشنایی مناسب با ایجاد فضایی دلپذیر و امن، زمینه را برای این تعاملات

لذا نورپردازی با هدف افزایش ایمنی، بهبود دید و تقویت حس امنیت نقش کلیدی ایفا می‌کند. ایستگاه‌های مترو به دلیل تراکم بالای جمعیت و اهمیت‌شان در حمل‌ونقل عمومی، از اهداف احتمالی تهدیدات انسانی و طبیعی هستند. در این مواقع، نورپردازی مناسب موجب می‌شود تا مسیرهای تخلیه، محل‌های تجمع اضطراری، مسیرهای دسترسی به تجهیزات امدادی و مدیریت بحران به خوبی دیده شده و قابل دسترس بوده و قابل استفاده باشند. این موضوع کمک می‌کند تا عملیات نجات و امدادسانی سریع و مؤثرتر انجام شود و خطرات و آسیب‌ها کاهش یابد.

در راستای پدافند غیرعامل، نورپردازی باید به گونه‌ای طراحی و نصب شود که علاوه بر روشنایی عمومی، مناطق حساس و حیاتی را با نور ویژه و سامانه‌های روشنایی هوشمند پوشش دهد تا در شرایط بحرانی حتی در صورت قطع شبکه اصلی برق، سامانه روشنایی اضطراری فعال باشد. استفاده از فناوری‌های LED با عمر طولانی، قابلیت کنترل و روشنایی یکنواخت از دیگر ویژگی‌های مهم در این زمینه به شمار می‌آید. از سوی دیگر، طراحی نورپردازی ایستگاه‌های مترو باید به گونه‌ای انجام شود که علاوه بر کاربرد در شرایط عادی، کاربرد پدافندی و تاب‌آوری در برابر تهدیدات را نیز داشته باشد. برای مثال به کارگیری سطوح بازتابنده مانند کف و دیواره‌های روشن و براق می‌تواند به تقویت نور و بهبود دید کمک کند. همچنین سامانه‌های نورپردازی باید انعطاف‌پذیر و چندمنظوره باشند تا در شرایط اضطراری بتوانند نقش پناهگاهی ایستگاه‌ها را تقویت کنند و امنیت مسافران را حفظ نمایند.

نورپردازی در مترو نه تنها عنصری برای زیبایی و کاربرد روزمره است، بلکه بخشی از راهبرد جامع پدافند غیرعامل به شمار می‌رود که ضمن افزایش ایمنی و امنیت، تضمین‌کننده پایداری و کارایی زیرساخت در مواقع بحران‌های مختلف می‌باشد. این هماهنگی باعث شده است تا ایستگاه‌های مترو بتوانند به طور مؤثر در شرایط اضطراری به عنوان محل‌های امن عمل کنند و خدمات حیاتی را به شهروندان ارائه دهند.

نور کافی و مناسب، علاوه بر فراهم کردن دید مناسب برای حرکت ایمن افراد، به افزایش احساس امنیت و کاهش ترس از جرم کمک می‌کند. نقش نور در دو بعد ایمنی فیزیکی و امنیت روانی و اجتماعی قابل بررسی است.

<sup>۱</sup> Low Smoke Halogen Free

• نورپردازی یکنواخت: با نورپردازی یکنواخت باید از ایجاد سایه‌های تند و نقاط تاریک که می‌تواند احساس ناامنی ایجاد کنند جلوگیری کرد. نورپردازی یکنواخت به معنای توزیع متعادل و یکپارچه نور در سراسر فضا است به طوری که هیچ نقطه تاریک یا سایه خشن وجود نداشته باشد. این روش باعث می‌شود محیط به طور کلی روشن و امن به نظر برسد و دید بهتری برای کاربران فراهم شود. این کار با به کارگیری چراغ‌های LED با قابلیت تنظیم رنگ و شدت نور که امکان تطبیق نور با شرایط محیطی و زمان‌های مختلف را فراهم می‌آورد انجام می‌شود.

• تأمین نور کافی برای مناطق تحت پوشش دوربین‌های امنیتی که یکی از عوامل کلیدی در افزایش اثربخشی نظارت تصویری است. نور مناسب باعث می‌شود دوربین‌ها تصاویر واضح، با کیفیت و قابل شناسایی ثبت کنند که این امر برای تشخیص دقیق فعالیت‌ها و افراد ضروری است.

• یکی از رویکردهای نوین، استفاده از نورپردازی مخفی است که منبع نور به صورت مستقیم دیده نمی‌شود و نور به صورت ملایم و غیرمستقیم در فضا پخش می‌شود. این نوع نورپردازی حس آرامش و عمق به فضای زیرزمینی می‌بخشد و موجب کاهش خیرگی و تنش‌های بینایی می‌شود. و در صورت وقوع تهدید و آسیب دیدن شبکه روشنایی، از پخش شدن شیشه‌های شکسته و آسیب به مردم جلوگیری خواهد کرد.

• در طول مسیرهای خروج اضطراری از علامت‌های واضح و نور مناسب استفاده گردد. با وجود اینکه یک پلان واضح و نظام خروجی‌های خوانا هدف اصلی در تأسیسات زیرزمینی است، افراد باید در حالات اضطراری به علائم برای جهت یابی و هدایت خود به مکان‌های امن یا مبادی خروجی اتکا نمایند. این مسئله خصوصاً در ساختمان‌های بزرگ و پیچیده و جاهایی که در آن‌ها مسیرهای خروجی و نحوه خروج ناآشنا بوده از اهمیت خاصی برخوردار است.

• علاوه بر علامت‌های معمول در نزدیکی درهای خروجی، فلش نما و دیگر علائم هدایت‌کننده در طول راهروها می‌تواند در نشان دادن مسیر به صورت بهتری به افراد عمل نماید. چون دود در نزدیکی سقف جمع می‌شود توصیه می‌شود که علامت‌ها در ارتفاع کم یا بر روی کف طبقات نیز علاوه بر علامت‌های معمولی خروجی در بالاسر نصب گردند در محیط‌های پیچیده با جمعیت زیاد همچون ایستگاه‌های مترو نشان دادن پیام‌های اضطراری به صورت بصری می‌تواند در هدایت افراد مؤثر باشد.

اجتماعی فراهم می‌کند.

نورپردازی یکنواخت و بدون نقاط تاریک، امکان شناسایی افراد و فعالیت‌ها را افزایش می‌دهد و از ایجاد فضاهای مخفی و ناامن جلوگیری می‌کند. همچنین، نورپردازی مناسب می‌تواند به خوانایی بهتر فضا و درک راحت‌تر مسیرها کمک کند که این امر خود در افزایش احساس امنیت مؤثر است.

در پاسخ به سوال پژوهش در رابطه با جایگاه نور در ایجاد ایمنی و امنیت از میان شاخصه‌های مطلوبیت فضایی فضاهای زیرزمینی باید گفت ایمنی و امنیت دو پیش شرط مطلق هستند. بدون احساس امنیت و ایمنی (نور کافی، نظارت، علائم هشداردهنده و ...)، سایر شاخص‌ها اساساً بی‌معنا می‌شوند. این شاخص مستقیماً بر راحتی و آسایش ذهنی و اجتماع پذیری تأثیر می‌گذارد. حرکت روان و بدون اختلال مردم به دسترسی ارتباطات (راه‌پله‌ها، پله‌برقی، مسیرهای واضح) و خوانایی (تابلوهای راهنما) وابسته است و به کارایی آن‌ها کمک می‌کند.

### ۷-۳- راهکارهای افزایش ایمنی و امنیت از طریق

#### نورپردازی

• نصب سامانه‌های نورپردازی اضطراری با باتری‌های پشتیبان برای مواقع قطعی برق: یک سامانه روشنایی اضطراری مؤثر به افراد در داخل و اطراف محیط‌های بسته و باز راهنمایی و کمک می‌کند تا تجهیزات ایمنی و نقاط پناهگاه و تجمع را شناسایی کنند. با ارائه روشنایی ضروری و راهنمایی ساکنان به مکان‌های ایمن و تجهیزات ایمنی، روشنایی اضطراری از ایجاد وحشت جلوگیری کرده و جان افراد را نجات می‌دهد. تغییر از روشنایی به خاموشی کامل در کسری از ثانیه می‌تواند حداکثر وحشت و سردرگمی را ایجاد کند. لذا علامت‌های خروج می‌توانند با مشخص کردن خروجی‌های اضطراری، مسیرها، موانع، تغییرات جهت و فضای امن از تخلیه ایمن و کارآمد مردم حمایت کنند.



شکل (۸): نمونه ساده از لامپ ال ای دی همراه با باتری [۳۶]

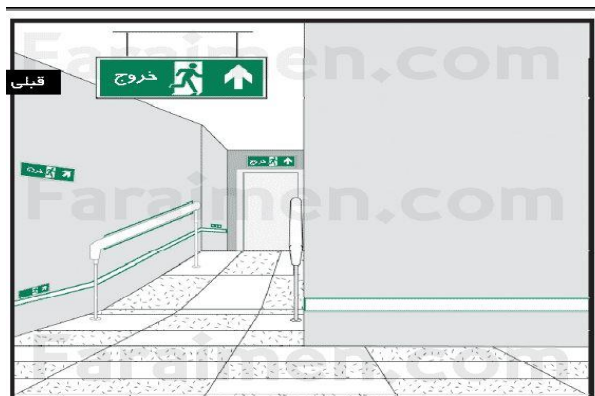
راحتی کاربران.

• استفاده از نورپردازی موضعی در بخش‌های مختلف مترو مانند المان‌ها و تابلوهای بکار رفته در ایستگاه‌ها، به مردم در درک و دریافت مفاهیم موردنظر از طراحی و ایجاد آن‌ها کمک خواهد کرد.

• نور می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای ایجاد سلسله‌مراتب فضایی استفاده شود و نقاط مختلف و مهم (مانند ورودی‌ها، خروجی‌ها، مسیرها، سکوها، تابلوهای اطلاعاتی و ...) را با ایجاد سلسله‌مراتب نوری تفکیک و یا برجسته کند (نورپردازی سلسله‌مراتبی) که به ارتقاء جهت‌یابی و خوانایی فضا کمک خواهد کرد.

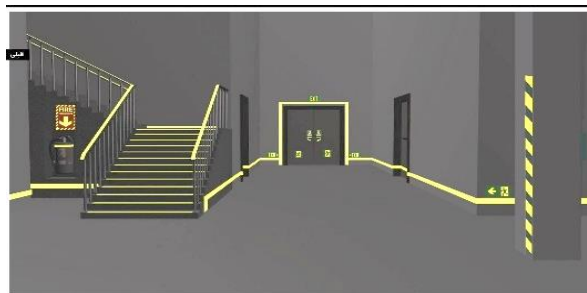
• نور مصنوعی باید به‌گونه‌ای طراحی شود که نیازهای عملکردی مختلف (مانند حرکت، انتظار و مطالعه) را برآورده کند. نور ناکافی یا نامناسب می‌تواند به خستگی چشم، کاهش تمرکز و حتی خطرات ایمنی منجر شود. نور مناسب می‌تواند تمرکز و بهره‌وری را افزایش دهد. نورهای روشن‌تر و خنثی برای فضاهای کاری و مطالعاتی مناسب هستند. نور کافی و باکیفیت، دید را بهبود می‌بخشد و از خطاهای ناشی از دید ضعیف جلوگیری می‌کند. لذا توزیع مناسب نور و جلوگیری از سایه‌های شدید بسیار مهم است. نورپردازی مناسب می‌تواند فضا را کارآمدتر کند و به استفاده بهتر از آن کمک نماید. نورپردازی هدفمند می‌تواند نقاط کانونی را برجسته کند و فضای دل‌پذیرتری ایجاد کند.

• استفاده از فیبر نوری برای انتقال نور به ایستگاه‌های زیرزمینی مترو یکی از فناوری‌های نوین و مؤثر در نورپردازی این فضاها و امن‌ترین روش می‌باشد. فیبر نوری، رشته‌هایی نازک از شیشه یا پلاستیک است که نور را با تلفات بسیار کم و کیفیت بالا از نقطه‌ای به نقطه دیگر انتقال می‌دهد. این روش امکان می‌دهد نور به صورت متمرکز و هدایت شده به بخش‌های زیرزمینی ایستگاه‌ها برسد بدون اینکه نیاز به چراغ‌ها و تجهیزات روشنایی در محل باشد. این ویژگی مزایای متعددی دارد، از جمله کاهش خطرات ناشی از الکتریسیته در محیط‌های مرطوب یا پرخطر، کاهش هزینه‌های نگهداری و افزایش دوام سامانه روشنایی. استفاده از فیبر نوری به دلیل عدم اتصال مستقیم به جریان برق و مقاومت بالا در برابر شوک‌های الکتریکی و انفجارهای احتمالی، ایمنی سامانه نورپردازی را در شرایط بحرانی افزایش می‌دهد. فیبر نوری با دوام و طول عمر بالا، کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات سامانه روشنایی را ممکن می‌سازد و در نتیجه باعث افزایش پایداری سامانه پدافند غیرعامل می‌شود. فیبر نوری در

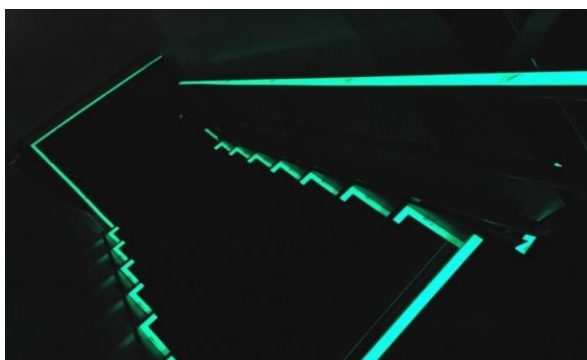


شکل (۹): علائم هدایت‌کننده [۳۷]

• یک روش مبتکرانه جهت علامت‌گذاری و نورپردازی اضطراری استفاده از سامانه‌های شبرنگ و شب‌تاب است. مواد شب‌تاب حاوی کریستال‌ها، عمدتاً سولفید روی هستند که انرژی تابشی را از منابع نور مصنوعی جذب و ذخیره می‌نمایند. هنگامی که منبع نور از بین می‌رود، یعنی برق قطع می‌شود، این کریستال‌ها انرژی تابشی را از خود ساطع می‌کنند و در تاریکی مطلق به روشنی می‌درخشند.



شکل (۱۰): سامانه‌های شبرنگ و شب‌تاب [۳۷]



شکل (۱۱): نمایش سامانه‌های شبرنگ و شب‌تاب در تاریکی مطلق

[۳۷]

• طراحی نورپردازی متناسب با عملکرد فضا: استفاده از نورهای متمرکز و یکنواخت در مسیرهای حرکت برای تسهیل جهت‌یابی و کاهش سردرگمی و ایجاد نورپردازی ملایم و آرام‌بخش در مناطق انتظار (مانند سکوها) برای کاهش استرس و افزایش

تهدیدآمیز به فضاهایی امن، پویا و چندمنظوره تبدیل می‌شوند. لذا، توجه جدی به اصول نورپردازی در مراحل طراحی، اجرا و نگهداری ایستگاه‌های مترو، نه تنها به بهبود کیفیت فضای شهری کمک می‌کند، بلکه گامی مؤثر در جهت ساخت شهرهای تاب‌آور و ایمن محسوب می‌شود.

## ۹- مراجع

- [1] Gh. R. Jalali Farahani, M. Sasani, and H. AhmadYousefi, "The Effective Factors of Emergency Evacuation in Subway Stations using the Pathfinder 2017 Simulation Software and Presenting Engineering Strategies with Passive Defense Approach Antennas," *Passive Defence*, vol. 16, no. 1, Serial no. 61, 2025. (In Persian) <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20086849.1399.11.4.3.8%20:DOR>
- [2] J. Carmody, and R. Sterling, "Design of Underground Spaces," Translator: Vahidreza Ebrahimi, Marandiz, Mashhad, 2009.
- [3] S. Haghshenas, M. Mahmoudi Zarandi, and N. Khanloo, "Designing Tehran's railway transportation stations based on sensory architecture (Case study: Tajrish metro stations, Valiasr Square, Mehrabad Airport)," *Haft Hesar Environmental Studies Journal*, no. 32, Year 8, pp. 61-7, 2019. (In Persian) <http://dx.doi.org/10.29252/hafthesar.8.32.7> <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23225602.1399.8.32.7.4>
- [4] M. Farzam Shad, "Fundamentals of Planning and Architectural Design of Underground Spaces and Commercial, Administrative and Medical Uses," Jahan Jam Jam Publishing House, Tehran, 2014. (In Persian)
- [5] F. Naibi, "The effect of light in interior spaces on the quality of life," *Tandis Magazine*, no. 148, pp. 20-24, 2009. (In Persian)
- [6] J. Nakhaei, Sh. Lale Arefi, M. Bitarafan, and S. Kildienė, "Evaluation of light supply in the public underground safe Spaces by using of copras-swara methods," *International Journal Of Strategic Property Management*, vol. 20(2), pp. 198-206, 2016. (In Persian) <https://doi.org/10.3846/1648715X.2015.1132790>
- [7] m.bille, and t.f. sorensen, "An anthropology of Luminosity The agency of light," *Journal of Material Culture*, vol. 12(3), pp. 263-284, 2007. <https://doi.org/10.1177/1359183507081894>
- [8] S.M. Riurean, M. Leba, and A.C. Ionica, "Application of Visible Light Wireless Communication in Underground Mine," Springer Nature Switzerland AG, 2021. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-61408-9>
- [9] H. Hayati, A. Rahimi, and Sh. Rahimi Loraki, "Investigating the role of light and adding quality to the architectural spaces of places of worship (a comparative study of a case study: Sheikh Lotfollah Mosque and Tadao Ando's Church of Light)," *Modern Research in Geographical Sciences, Architecture and Urban Planning*, Year 1, no. 7, pp. 53-67, 2017. (In Persian)
- [10] X. Dong et al, "Effect of thermal, acoustic, and lighting environment in underground space on human comfort and work efficiency: A review," *Science of the Total Environment*, 786, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147537>
- [11] B. Darya Lal, and R. Hoseledar Saber, "Light in Architecture," Gilan Building Engineering System Organization,

برابر شرایط جوی، شوک‌های فیزیکی، نویز الکترومغناطیسی و سایر تهدیدات محیطی بسیار مقاوم است و می‌تواند عملکرد سامانه روشنایی و پایش را حتی در زمان بحران حفظ کند.

## ۸- نتیجه‌گیری

این پژوهش به بررسی جایگاه نور به‌عنوان یکی از عناصر کلیدی در شکل‌دهی به کیفیت فضایی، ایمنی و امنیت فیزیکی و روانی کاربران در فضاهای زیرزمینی ایستگاه‌های مترو پرداخته است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که نورپردازی تنها به‌منظور تأمین روشنایی عملکردی نیست، بلکه به‌عنوان یک ابزار روان‌شناختی، اجتماعی و دفاعی نقشی تعیین‌کننده در ارتقای مطلوبیت فضایی و تقویت پایه‌های پدافند غیرعامل ایفا می‌کند.

بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی نظرات متخصصان و پاسخ‌های کاربران در ده ایستگاه شلوغ متروی تهران، شاخص‌های ایمنی و امنیت به‌عنوان دو پیش‌شرط اساسی در مطلوبیت فضایی شناسایی شدند؛ به‌طوری‌که بدون تأمین این دو مؤلفه، سایر ابعاد کیفی فضا از جمله سرزندگی، خوانایی، اجتماع‌پذیری و راحتی، از اثربخشی لازم برخوردار نخواهند بود. همچنین، مؤلفه‌های کیفی نور از جمله عدم خیرگی، ادراک‌پذیری نور طبیعی، شاخص نمود رنگ، دمای رنگ، درخشندگی مناسب، وضوح بصری و آرامش در ارتقای این دو شاخص نقش معناداری دارند و کاربران رضایت نسبی از وضعیت فعلی نورپردازی از منظر ایمنی و امنیت دارند، هرچند فضاهای مورد مطالعه هنوز از ظرفیت‌های بالقوه خود در این حوزه بهره‌کامل نبرده‌اند.

نورپردازی در ایستگاه‌های مترو، در رویکرد پدافند غیرعامل، فراتر از یک الزام فنی، به‌عنوان بخشی از یک سامانه یکپارچه مدیریت بحران و مقاوم‌سازی زیرساخت‌های شهری در نظر گرفته می‌شود. این سامانه با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مانند سامانه‌های روشنایی اضطراری، نورپردازی یکنواخت، علائم هدایت‌کننده شب‌تاب، فیبر نوری و نورپردازی هوشمند نه تنها در شرایط عادی به ارتقای تجربه کاربری کمک می‌کند، بلکه در مواقع بحران، نقش حیاتی در تسهیل تخلیه، کاهش ترس و وحشت، تضمین دید مناسب و حفظ عملکرد اساسی ایستگاه‌ها ایفا می‌نماید. با طراحی هوشمند و هدفمند نور در ایستگاه‌های مترو، ضمن ایجاد حس مکان، هویت و آسایش، به‌عنوان یک راهبرد کلیدی در پدافند غیرعامل، ایمنی و امنیت فیزیکی و روانی-اجتماعی تقویت شده و فضاهای زیرزمینی از محیط‌هایی

<https://doi.org/10.22077/nia.2014.496>

[25] N. Aghapour, "Study of Light in Various Fields of Iranian Architecture," *Geography and Human Relations*, vol. 4, no. 3, pp. 256 - 276, 2021. (In Persian)

<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.26453851.1400.4.3.16.2>

[26] S.S.Akhshik, "Studying the position and impact of the symphony of color and light in the postmodern architecture of libraries," electronic publication of the Organization of Libraries, Museums and Documents Center of Astan Quds Razavi, vol. 3, no. 10 and 11, 2011. (In Persian)

[27] A. Tighnavard, "Investigating the effect of using the light factor in the design of the physical appearance and facade of buildings in urban areas on the perceptual-behavioral characteristics of citizens," *First Annual Conference on Architecture, Urban Planning and Urban Management Research*, 2015. (In Persian)

[28] Moein Dictionary

[29] H. Fasihi, A. Movahed, T. Parizadi, and B. Abbasi, "Investigating the Role of Urban Regeneration in the Desirability of Public Spaces: A Case Study on Haram Public Space in Shahr-e Rey)," *urban structure and function studies*, vol. 9, no. 31, pp. 51-67, 2022. (In Persian)

<https://doi.org/10.22080/usfs.2022.22044.2184>

[30] L. Rahimi, "Explanation and Evaluation of Factors influencing the Desirability of Urban Squares (Case Study: Saa't Square, city of Tabriz)," *Quarterly scientific-research journal of spatial planning (geography)*, vol. 8, no. 4, 2019.

<https://doi.org/10.22108/sppl.2018.110744.1205>

[31] I. Ghasemian Asl, and T. Nasr, "Investigating the spatial desirability of traditional houses based on functional efficiency components (Case study: Qajar period houses in Yazd city)," *Haft Hesar Environmental Studies*, no. 23, Year 6, pp. 107-121, 2018. (In Persian)

<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23225602.1397.6.23.10.5>

[32] S.A. Mehdinia, and S.J. Hashemi Fesharaki, "Fundamentals of Architectural Design of Underground Spaces with Passive Defense Considerations," *Passive Defense Quarterly*, vol. 7, no. 2, 2016. (In Persian)

[33] M. Montazeri, "Urban Railway Systems," Tehran, Tehran and Suburbs Urban Railway Operation Company, 2008. (In Persian)

[34] Genu Consulting Engineers, "Tehran Metro Line 4: A Review of Design and Implementation," Tehran, Fadak Isatis Publishing, 2011.

[35] E. Moeini, S.M.R. Hasani, M.R. Angoshtbaf, and M. mahmoudabadi, "Examining the Passive Defense Criteria in the Construction of Metro Station Structures (Case study: Station A09 (Motahari Square) Qom Metro Line A Project)," *Passive Defence*, vol. 14, no. 1, Serial no. 53, 2023. (In Persian)

<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20086849.1402.14.1.7.7>

[36] , "Emergency lighting," <https://namanoorasia.com>, 2025.

[37] , "Emergency exit safety signs," <https://faraimen.com>, 2025.

Fan and Art, no. 40, 2021. (In Persian)

[12] Ei.Kh. Nang Ei et al, "Review of the potential health effects of light and environmental exposures in underground workplaces," *Tunnelling and Underground Space Technology*, vol. 84, pp. 201–209, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2018.11.022>

[13] M. Shan, B.G. Hwang, and K.S.N. Wong, "A preliminary investigation of underground residential buildings: Advantages, disadvantages, and critical risks. *Tunnelling and Underground Space Technology*. 70, 19–29, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2017.07.004>

[14] K. Mardomi, and H. Ghamari, "Assessing the priority of factors affecting the architecture of metro stations on user satisfaction; Case study: Stations of Lines 1 and 2 of Tehran Metro," *Bi-Quarterly Journal of Urban Management*, no. 30, pp. 39-52, 2012. (In Persian)

<http://jurm.imo.org.ir/article-1-176-fa.html>

[15] W. DUN, "Evaluation model of lighting environment for subway station space based on back-propagation neural network," *Light & Engineering*, vol. 26, no. 3, pp. 66–73, 2018.

[16] F.v.d Hoeven, and K.Juchnevic, "The significance of the underground experience: Selection of reference design cases from the underground public transport stations and interchanges of the European Union," *Tunnelling and Underground Space Technology*, vol. 55, PP. 1-18, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2015.12.015>

[17] E.H. Lee, G. Christopoulos, K.W. Kwok, A.C. Roberts, and Ch. Soh, "A Psychosocial Approach to Understanding Underground Spaces," *Psycho-Social Factors of Underground Spaces*, vol. 8, 2017. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00452>

[18] S. Durmisevic, "Perception Aspects in Underground Spaces using Intelligent Knowledge Modeling," Ph.D. Thesis, 2002.

<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3847.6243>

[19] A.C. Roberts, G.I. Christopoulos, J. Car, Ch.K. Soh, & M. Lu, "Psycho-biological factors associated with underground spaces: What can the new era of cognitive neuroscience offer to their study," *Tunnelling and Underground Space Technology*, 2016.

<https://doi.org/10.1016/j.tust.2015.12.016>

[20] I.Novalia, & H. Herdiansyah, "Application of physical attributes in underground space of MRT station in Jakarta," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/725/1/012027>

[21] L. Arghavani, "Analysis of light and color content in public places in Tehran with a metro approach," Master's thesis, University of Science and Culture, Faculty of Art and Architecture, 2017. (In Persian)

[22] A. Pourjafar, E. Ranjbar, and A. Khorami, "Explanation of a new model of urban design qualities of underground urban spaces," *Naqsh-e Jahan Quarterly*. vol. 7, no. 3, 2017. (In Persian) <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23224991.1396.7.3.2.1>

[23] P. Zanjani, "Study and investigation of the aesthetics of light in Seljuk architecture," Master's thesis, University of Art, Faculty of Theoretical Sciences and Advanced Studies in Art, 2018. (In Persian)

[24] F. SHafiei, A.R. Fazeli, and M.J. Azadi, "A study of the manifestation of the code of light in Islamic architecture (based on Suhrawardi's illuminati view of light and emphasis on the characteristics of Islamic mosques)," *Quarterly Journal of Islamic Art*, vol. 3, pp. 24-41, 2014. (In Persian)