ISSN: 2538-2594; Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2020;10(2):95-108

Model of the Effect of Non-Physical Factors on Human Physical Comfort

ARTICLE INFO

Article Type
Anatical Review

Authors
Taher Tolou Del M.S.[1] *PhD,*
Pournaseri Sh.[1] *PhD,*
Samiee Kashi S.S.*[1] *MSc*

How to cite this article
Taher Tolou Del M, Pournaseri Sh, Samiee Kashi S.S. Model of the Effect of Non-Physical Factors on Human Physical Comfort. Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2020;10(2):95-108.

[1]Architecture Department, Architecture & Urban Design Engineering Faculty, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

Correspondence
Address: Shahid Rajaee Teacher Training University, Shahid Shabanlou Street, Lavizan, Tehran, Iran. Postal Code: 1678815811.
Phone: +98 (11) 42080477
Fax: +98 (21) 22970033
sa.samieekashi@sru.ac.ir

Article History
Received: December 29, 2019
Accepted: March 02, 2020
ePublished: September 20, 2020

ABSTRACT

Background Human comfort involves their physical, psychological and mental comfort. There are several factors that may affect human physical comfort; among them luminous, acoustic and thermal comfort can be mentioned. Usually in researches done in the field of human physical comfort, researchers tried to predetermine human perceived comfort by measuring some physical factors, whilst there are also other ones that can affect human comfort and are necessary to be considered.

Aims The aim of this paper is to determine the non-physical factors that affect human physical comfort. Another aim is to achieve the model of human physical comfort affected by non-physical factors.

Methods In this paper by conducting a library research, researches done in the field of non-physical factors that affect human physical comfort were investigated and analyzed; in this way that physical comfort evaluation methods for users of a space, factors affecting it, places in which those researches were done and those researches results were classified and analyzed. In this paper, among factors that can affect human physical comfort, luminous comfort, acoustic comfort and thermal comfort were studied. Analysis method was statistical and by modeling charts and defining oriented trend process in previous researches.

Findings & Conclusion Findings of this paper indicated that human physical comfort in a space cannot be predicted only by relying on physical factors that were usually used in comfort-related indicators.

Keywords Human Physical Comfort; Thermal Comfort; Acoustic Comfort; Luminous Comfort; Glare

CITATION LINKS

[1] A review of ... [2] Acoustic, thermal ... [3] Thermal comfort ... [4] Literature survey ... [5] What is ... [6] Evaluation of discomfort ... [7] Evaluation of glare ... [8] Effect of physical ... [9] Nonthermal sensory ... [10] A study of thermal ... [11] Visual effects ... [12] The rubber hand ... [13] Does seeing ... [14] Combined effects ... [15] What's so hot ... [16] Variation in thermal ... [17] The effect of short ... [18] Can colour and noise ... [19] Saving energy ... [20] A field study ... [21] Visual qualities ... [22] Psychological and physical ... [23] Street greenery ... [24] Impact of site-specific ... [25] What's so hot about ... [26] The impact of ... [27] Investigation of thermal ... [28] Exploring the influence ... [29] Contribution of psychological ... [30] Thermal comfort ... [31] On the study of the effects ... [32] Road-traffic noise ... [33] Impacts of residential ... [34] Personal audiovisual ... [35] Reducing indoor ... [36] The effects of neighborhood ... [37] Influence of visual ... [38] Audio-visual interaction ... [39] On the study of effects ... [40] Perception of noise ... [41] The effect of outdoor ... [42] View on outdoor ... [43] An assessment of psychological ... [44] The impact of visual ... [45] The influence of audio ... [46] Can surrounding greenery ... [47] Subjective perception of noise ... [48] Noise and well-being in urban ... [49] Perceived access to recreational ... [50] Hygienic evaluation of microclimate ... [51] Noise-reduction function and its ... [52] Green spaces and environmental ... [53] Lower noise annoyance ... [54] Residential greenspace ... [55] Audio-visual preferences ... [56] A study of relationships ... [57] Acoustic, visual and spatial ... [58] Urban green spaces' effectiveness ... [59]On the interaction of sensory ... [60] Annoyance, detection and recognition ... [61] The effects of biophilic ... [62] Tolerance of discomfort ... [63] View and discomfort ... [64] Large area glare ... [65] Glare and cognitive ... [66] Effect of window ... [67] View types and luminance ... [68] Discomfort glare from ... [69] Discomfort glare in ... [70] Temporal variables ... [71] Visual task ... [72] Effects of perceived ... [73] Discomfort glare and ... [74] Temporal effects on ... [75] The impact of interior ... [76] Influence of the height ... [77] Post occupancy ... [78] Discomfort glare ... [79] Degree of eye ... [80] Discomfort glare ... [81] Review of factors ... [82] Glare from windows ...

Copyright© 2020, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

مدل تاثیر عوامل غیرفیزیکی بر آسایش فیزیکی انسان

محمدصادق طاهر طلوع دل PhD
گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران
شهناز پورناصری PhD
گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران
سیده‌ثمینه سمیعی‌کاشی* MSc
گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

چکیده
بیان مساله: آسایش انسان در یک فضا، شامل آسایش جسمی و فیزیکی، رفتاری و روانی، روحی و ذهنی او می‌شود. عوامل متعددی در تعیین آسایش فیزیکی انسان، دخیل هستند که آسایش نوری، حرارتی و صوتی سه مورد از این عوامل‌اند. معمولاً در تحقیقاتی که در حوزه آسایش فیزیکی انسان انجام می‌شوند، با اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکی، سعی در پیش‌بینی آسایش ادراک‌شده توسط انسان دارند؛ در حالی که عوامل دیگری نیز بر آسایش انسان در یک فضا موثرند.
اهداف: هدف این تحقیق، تعیین عوامل غیرفیزیکی موثر بر آسایش فیزیکی انسان و همچنین دستیابی به مدل آسایش فیزیکی انسان تحت تاثیر عوامل غیرفیزیکی است.
روش‌ها: در این مقاله به روش تحلیل اسناد کتابخانه‌ای، به بررسی تحقیقات و پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه عوامل غیرفیزیکی موثر بر آسایش فیزیکی انسان پرداخته شده است؛ به این صورت که روش‌های ارزیابی آسایش فیزیکی کاربران یک فضا، عوامل موثر بر آن، محل انجام این تحقیقات، و نتایج حاصل از آنها، دسته‌بندی و تحلیل شده است. در این تحقیق، از بین عوامل موثر بر آسایش فیزیکی انسان، سه عامل آسایش نوری، حرارتی و صوتی، مطالعه شدند. روش تحلیل به شیوه آماری و با تبیین نمودارهای مدل‌سازی و تعیین روند گرایش جهت‌یابی‌شده در تحقیقات پیشین بوده است.
یافته‌ها و نتایج: یافته‌های این تحقیق نشان داد که آسایش فیزیکی انسان در یک فضا را نمی‌توان تنها با تکیه بر معیارهای فیزیکی که معمولاً در شاخص‌های مرتبط با آسایش به کار می‌روند، پیش‌بینی کرد.
کلیدواژه‌ها: آسایش فیزیکی انسان، آسایش حرارتی، آسایش صوتی، آسایش نوری، خیرگی چشم

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۰
*نویسنده مسئول: sa.samieekashi@sru.ac.ir

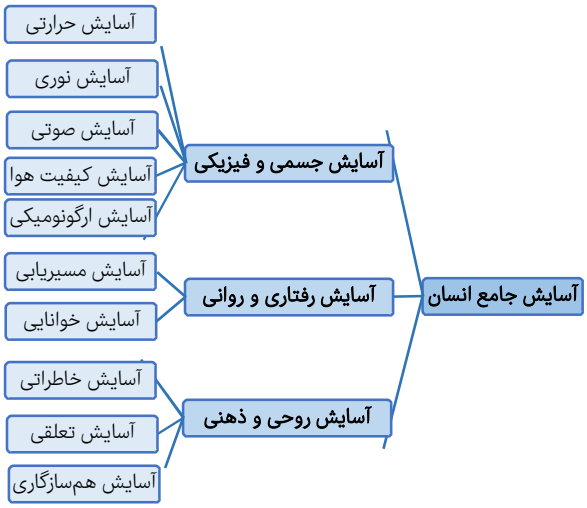
مقدمه
عوامل مختلفی بر آسایش انسان در یک فضا موثر است. شرایط حرارتی، شرایط بصری (نور و روشنایی، حریم بصری، چشم‌انداز)، شرایط صوتی، وضعیت ارگونومیک، وضعیت کیفیت هوا، انتظارات شخص از فضا (تجربیات شخص، کنترل شخص بر فضا) از جمله این عوامل هستند[1, 2]. به‌طور کلی می‌توان این عوامل را در سه گروه الف- جسمی و فیزیکی، ب- رفتاری و روانی و ج- روحی و ذهنی، دسته‌بندی کرد. شکل ۱، دسته‌بندی عوامل موثر بر آسایش جامع انسان را نشان می‌دهد.

کروگر و *زنین* معتقدند از بین عوامل موثر بر آسایش انسان، معماران و مهندسان عمران باید در ابتدا با همکاری هم، به سه حوزه آسایش حرارتی، آسایش نوری (Luminic/luminous comfort) و آسایش صوتی بپردازند[2]. آسایش حرارتی به حالتی از ذهن اطلاق می‌شود که از محیط حرارتی، اظهار رضایت می‌کند[3]. آسایش صوتی، به وضعیت رضایت از شرایط آکوستیکی اطلاق می‌شود. لازمه فراهم‌کردن یک محیط آکوستیکی مناسب، جلوگیری از وقوع ناراحتی و رنجش توسط محیط صوتی است[4]. آسایش نوری، مجموعه‌ای از ضوابط، بر مبنای میزان نور در یک اتاق، تعادل تضادهای نوری و کنتراست‌ها، دمای رنگ و حضور یا عدم حضور خیرگی (Glare) است[5]. از میان عوامل موثر بر آسایش نوری، تمرکز این مقاله بر عامل "خیرگی" است.

به احساسی که توسط روشنایی میدان دید، هنگامی که بسیار بیشتر از میزانی است که چشم با آن سازگار است، ایجاد شده و باعث آزردگی، ناراحتی، یا ازدست‌دادن عملکرد بصری و دید (Annoyance, Discomfort, Disability) می‌شود، خیرگی می‌گویند. خیرگی، تحت عنوان شرایط بصری که باعث ایجاد احساس ناراحتی و/یا کاهش توانایی ادراک، می‌شود نیز تعریف می‌شود[6]. خیرگی براساس تاثیر آن بر ناظر، به سه دسته خیرگی ناراحت‌کننده یا آزاردهنده، خیرگی ناتوان‌کننده و خیرگی نابیناکننده (Discomfort glare, Disabling glare, Blinding glare) تقسیم می‌شود[7].

فقدان هر کدام از سه عامل آسایش نوری، صوتی و حرارتی می‌تواند سبب ایجاد ناراحتی‌ها و مشکلات جسمی و روانی در کاربران یک فضا شود. مثلاً صدای مزاحم باعث کاهش خرسندی و افزایش به‌هم‌خوردن پلک‌های چشم و خستگی چشم می‌شود. هر گاه شخصی چند ساعت در محیطی شلوغ (۹۰ تا ۱۰۰ دسی‌بل) قرار گیرد، به‌تدریج علایمی نظیر افزایش تعداد تنفس، تندزدن نبض، زیادشدن فشار خون، انقباض عضلات، سردرد و سرگیجه، بالارفتن قند خون، کاهش قدرت دید و اختلال در فعالیت مغز، در او ظاهر می‌شود[8].

در بیشتر تحقیقاتی که در حوزه آسایش نوری، آسایش صوتی و حرارتی انسان انجام گرفته، معمولاً تلاش بر این بوده است که با اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکی و با استفاده از فرمول‌ها و مدل‌های پیش‌بینی‌کننده، آسایش انسان در یک فضا را تعیین کنند. در حالی که تحقیقات نشان داده است عوامل غیرفیزیکی مانند عوامل شخصی، محیطی، روانی و امثال اینها نیز بر آسایش فیزیکی یک شخص موثر هستند. این مقاله، به روش مروری و با بررسی تحقیقات انجام‌شده در سه حوزه آسایش نوری، آسایش صوتی و آسایش حرارتی، به گردآوری عوامل غیرفیزیکی موثر بر آسایش فیزیکی انسان می‌پردازد. همچنین روش‌های ارزیابی آسایش کاربران یک فضا، محل انجام این تحقیقات و نتایج حاصل از آنها نیز دسته‌بندی و تحلیل شده‌اند.



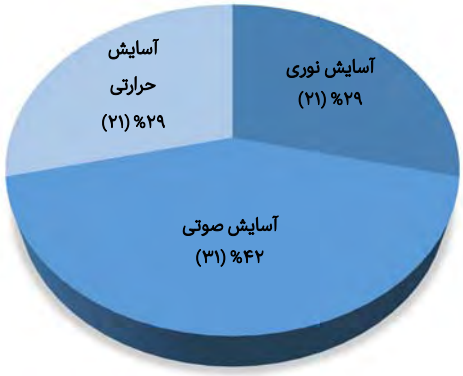
شکل ۱) دسته‌بندی عوامل مختلف موثر بر آسایش انسان

مواد و روش‌ها

روش تحقیق در این مقاله متکی بر روش مروری است و تاثیر عوامل غیرفیزیکی موثر بر آسایش فیزیکی انسان شامل آسایش نوری، آسایش صوتی و آسایش حرارتی را ارزیابی می‌کند.

۱- معیارهای انتخاب مقالات

در این مقاله در مجموع، تعداد ۷۳ مورد از تحقیقاتی که طی ۴۷ سال اخیر (روند جست‌وجوی این تحقیقات، بدون محدودیت در سال انتشار انجام پذیرفت و تاریخ انتشار مقالات یافت‌شده در محدوده ۴۷ سال اخیر است)، در نشریات معتبر علمی منتشر شده و به بررسی عوامل غیرفیزیکی موثر بر ارتقای آسایش فیزیکی انسان شامل آسایش نوری با تمرکز بر خیرگی، آسایش صوتی و آسایش حرارتی پرداختند، بررسی شده‌اند. برای انتخاب این تحقیقات، معیارهای زیر مد نظر قرار گرفتند: الف- این تحقیقات، شامل تز دکتری، مقالات منتشرشده در کنفرانس‌ها یا نشریات معتبر علمی هستند، ب- به بررسی عوامل غیرفیزیکی موثر بر آسایش فیزیکی انسان می‌پردازند، ۳- به زبان انگلیسی نوشته شده‌اند. مطالب نمودار ۱، فراوانی این مقالات در هر حوزه را نشان می‌دهد.



نمودار ۱) نسبت فراوانی مقالات مورد بررسی به تفکیک حوزه مطالعات

۲- شرح راهبردی جست‌وجو

به‌منظور دستیابی به تحقیقات بررسی‌شده در این مقاله، ابتدا با استفاده از کلیدواژه‌های "glare"، "thermal comfort"، "thermal perception"، "perceived thermal comfort"، "noise annoyance" در Science Direct و Google Scholar، بدون محدودیت در رشته یا سال انتشار، جست‌وجو به عمل آمد. همچنین پس از یافتن تحقیقات مرتبط، با مراجعه به منابع آنها و نیز تحقیقاتی که به آنها ارجاع داده‌اند، تحقیقات بیشتر یافت شد.

۳- جمع‌آوری داده‌ها

اطلاعات حاصل از بررسی تحقیقات، در قالب جداولی، مرتب شدند. این اطلاعات شامل عنوان، سال و محل انتشار، نام نویسندگان، توضیحی کوتاه در مورد تحقیق، متغیرهای مستقل و وابسته، روش‌شناسی (محل انجام تحقیق، ابزار، نمونه مورد بررسی، روش تجزیه و تحلیل داده‌ها) و نتایج حاصل از تحقیق هستند. در مقاله حاضر، این تحقیقات از نظر متغیرهای مستقل، محل انجام تحقیق، روش جمع‌آوری داده‌ها و نتایج، مورد بررسی قرار گرفتند.

بحث و تحلیل داده‌ها (یافته‌ها)

۱- آسایش حرارتی

در مجموع، تعداد ۲۱ مقاله از تحقیقات انجام‌شده ۴۷ سال اخیر، در بازه زمانی سال‌های ۱۹۷۲ تا ۲۰۱۹ و در حوزه عوامل غیرفیزیکی موثر بر آسایش حرارتی، مورد بررسی قرار گرفتند. نمودار ۲ فراوانی سالانه این دسته مقالات را نشان می‌دهد.

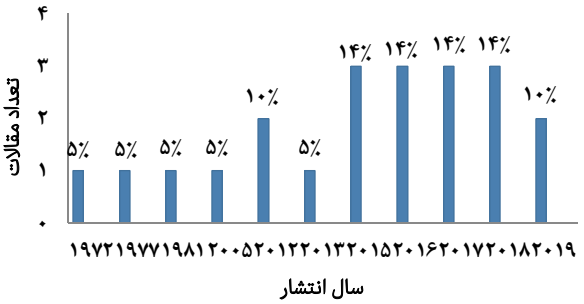
۱-۱- متغیرهای مستقل مقالات حوزه آسایش حرارتی

عوامل موثر بر آسایش حرارتی که در این مقالات بررسی شدند به شرح زیر هستند. نمودار ۳ توزیع این متغیرها را نشان می‌دهد.

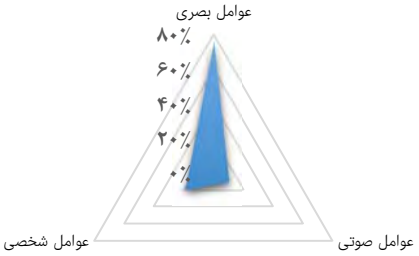
عوامل بصری: مشاهده عکس‌ها یا ویدئوهای مختلف (برای مثال: دیدن تصاویر از شرایط آب و هوایی گرم، سرد، خنثی)[9, 10]، دیدن متریال چوب[11]، همگرایی بین درجه حرارت و رنگ محرک بصری[12]، اطلاعات حرارتی ارائه‌شده[13]، رنگ نور[14-19]، میزان و شدت نور[20]، رضایت از چشم‌انداز، نورپردازی طبیعی، کیفیت نورپردازی، جهت‌گیری ساختمان، طبقه ساختمان، طرح‌بندی‌های مختلف دفاتر اداری، فاصله تا پنجره[21]، در مقیاس شهری نیز عوامل مرتبط با موقعیت مکان مورد بررسی، میزان سرسبزی خیابان و فضاهای سبز شهری بررسی شدند[22-24].

عوامل صوتی: که شامل سر و صدای محیط[18]، سر و صدای دستگاه‌های گرمایشی و تهویه مطبوع می‌شود[25].

عوامل شخصی: عوامل بیومترئولوژیک انسان (Human-biometeorological factors)[26]، پیش‌زمینه حرارتی شخصی- قومیتی (مناطق مختلف با شرایط هوایی متفاوت)[27]، عوامل فرهنگی- اجتماعی[28]، عوامل روان‌شناسی- شناختی[29] (نمودار ۳).



نمودار ۲) فراوانی مقالات حوزه آسایش حرارتی در هر سال



نمودار ۳) توزیع متغیرهای مستقل مقالات حوزه آسایش حرارتی

۲-۱- روش تحقیق مقالات حوزه آسایش حرارتی

۱-۲-۱- محل انجام تحقیق

محل انجام این تحقیقات را می‌توان در دو دسته فضاهای واقعی و فضاهای کنترل‌شده، به شرح زیر دسته‌بندی کرد. نمودار ۴ نیز توزیع محل انجام این تحقیقات را نشان می‌دهد.

الف- فضاهای واقعی: شامل خیابان‌ها و فضاهای شهری[22-24, 26]، فضاهای آموزشی[29]، فضاهای اداری[20, 21, 28, 29].

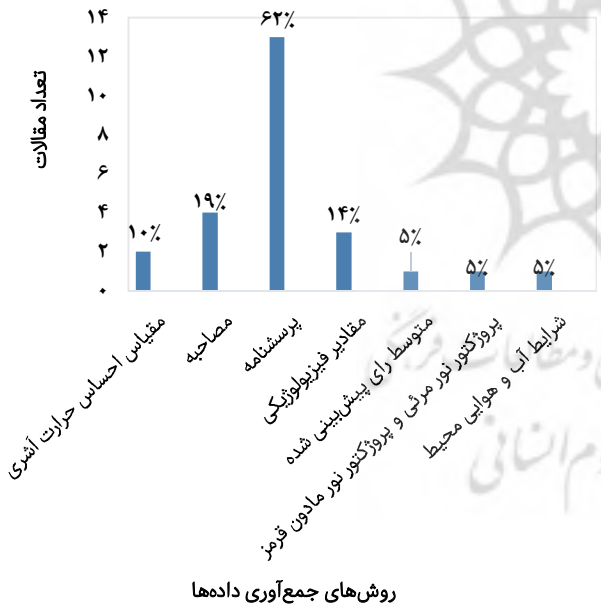
ب- آزمایشگاه‌هاها یا فضاهای کنترل‌شده: با استفاده از عینک‌های رنگی، هدست‌های واقعیت مجازی[9-19, 25, 27] (نمودار ۴).

نمودار ۴) توزیع محل انجام تحقیق مقالات حوزه آسایش حرارتی

۲-۲-۱ روش جمع‌آوری داده‌ها

روش‌های جمع‌آوری داده‌ها شامل موارد زیر هستند. نمودار ۵ میزان فراوانی این روش‌ها را در مقالات مورد بررسی نشان می‌دهد.

۱- مقیاس احساس حرارت آشری (ASHRAE) [19, 29]؛ ۲- مصاحبه[23, 26, 28, 29] و پرسش‌نامه (مثل: سبک‌های مختلف رتبه‌بندی آسایش حرارتی، تمرین قضاوت تغییر حرارتی (Thermal change judgment task) [12-17, 20-22, 24, 25, 27, 29]؛ ۳- مقادیر فیزیولوژیکی: الف- دمای پوست، ضربان قلب و میزان رسانایی پوست[14]؛ ب- دمای پوست، درجه حرارت رکتال (Rectal) و کاهش وزن تبخیری[18]؛ ج- درجه حرارت رکتال، میانگین درجه حرارت پوست، شیب دمای بین درون و پوست بدن (Core to skin temperature gradient)، و میزان مصرف اکسیژن[9]؛ ۴- متوسط رای پیش‌بینی‌شده یا Predicted Mean Vote (PMV) [11] که براساس چهار مقدار قابل اندازه‌گیری (سرعت هوا، دمای هوا، متوسط دمای تابشی و رطوبت نسبی) و دو پارامتر مورد انتظار (نرخ متابولیزم و لباس) محاسبه می‌شود. این رای به‌عنوان شاخص ارزش برای تعیین احساس حرارتی شخص به حساب می‌آید[30]؛ ۵- استفاده از یک پروژکتور نور مرئی و یک پروژکتور نور مادون قرمز که قادر است همزمان هم اطلاعات بصری و هم حرارتی را روی بدن شخص فراهم کند بدون این که لازم باشد شخص دستگاه را لمس نماید[10]؛ ۶- شرایط آب و هوایی محیط که شامل درجه حرارت هوا، مقدار تابش خورشیدی و تابش حرارتی می‌شود[23] (نمودار ۵).



نمودار ۵) فراوانی روش‌های جمع‌آوری داده‌های مقالات حوزه آسایش حرارتی

۳-۱- نتایج بررسی مقالات حوزه آسایش حرارتی

۱-۳-۱- عوامل بصری

نتایج تحقیقی در زمینه تاثیر عوامل بصری بر آسایش حرارتی، نشان داد که اطلاعات بصری حتی در زمان نبود انرژی حرارتی، می‌تواند بر ترمودینامیک انسان و دمای درون بدن، تاثیر بگذارد. بدین صورت که در زمان مشاهده تصاویر ویدئویی با تم گرم در مقایسه با تصاویر ویدئویی کنترل، درجه حرارت رکتال، به‌طور قابل ملاحظه‌ای کمتر

بود. میزان مصرف اکسیژن در زمان مشاهده تمام تصاویر ویدئویی برابر بود؛ اما شیب دمای بین درون و پوست بدن، زمانی که تصاویر ویدئویی با تم گرم پخش می‌شد، به‌طور قابل ملاحظه‌ای کمتر بود[9]. تحقیقی دیگر ثابت کرد که محرک‌های بصری می‌توانند زمان عکس‌العمل شخص به حرارت تابشی را کوتاه‌تر کرده و آستانه گرمای درک‌شده را کاهش دهند[10]. مشاهده مصالح هم می‌تواند بر آسایش حرارتی بیننده تاثیرگذار باشد. به‌عنوان مثال، نتایج تحقیقی نشان می‌دهد که مشاهده مصالح چوبی، تاثیرات قابل ملاحظه و تعدیل‌کننده‌ای بر آسایش حرارتی شخص دارد[11].

اطلاعات حرارتی داده‌شده به شخص و تصور ذهنی او از دمای یک جسم، نیز بر قضاوت آن شخص از دمای آن جسم موثر است[13]. در رابطه با تاثیر رنگ نور بر آسایش حرارتی انسان، نتایج تحقیقات گاهی همگام و گاهی در تضاد با یکدیگر بوده است. این نتایج به این صورت هستند: آسایش حرارتی و بصری بر هم تاثیر می‌گذارند و باید با هم در نظر گرفته شوند[16]. رنگ نور منجر به ارزیابی متفاوتی از درجه حرارت می‌شود[17]. رنگ نور بر واکنش‌های حرارتی انسان، موثر است اما این واکنش‌ها بیشتر از نوع روان‌شناختی است و نه فیزیولوژیکی. بدین صورت که در تحقیقی، افراد فضا را در نور آبی نسبت به شرایط خنثی، سردتر و با راحتی کمتر ارزیابی کردند. تحت نور نارنجی در مقایسه با نور آبی، افراد فضا را گرم‌تر و راحت‌تر ارزیابی کردند. این نتایج اگرچه بی‌ارتباط با میزان درجه حرارت بودند اما به‌طور عمده در دمای آسایش (۲۶°C) یا دمایی که نزدیک به آسایش (۲۲°C) ارزیابی شد اتفاق افتادند[14]. در تحقیق دیگری، افراد در نور قرمز در مقایسه با نور آبی، درجه حرارت کمتری برای دمای محیطی، ترجیح دادند. رنگ نور بر مقادیر فیزیولوژیکی تاثیری نداشت[18]. در تحقیقی دیگر، افراد آسایش حرارتی بالاتری تحت رنگ با دمای کم، تجربه کردند[19]. اما محققان دیگری ثابت کردند؛ رنگ یک اثر کاملاً ذهنی ایجاد می‌کند، به‌صورت این باور که یکی گرم‌تر یا خنک‌تر است اما بر آسایش حرارتی شخص تاثیر نمی‌گذارد[15]. تحقیقی در زمینه "همگنی درجه حرارت و رنگ محرک بصری" نشان داد که ارزیابی دما عمدتاً وابسته به دمای واقعی محرک بوده و در الگوهای همگن (گرم- قرمز، سرد- آبی) در مقایسه با الگوهای ناهمگن (گرم- آبی، سرد- قرمز) بالاتر است. همچنین ارزیابی درجه حرارت تحت نور قرمز در مقایسه با نور آبی، کمی بالاتر بود، اما هیچ تعاملی با دما یا همگنی نداشت[12].

در رابطه با تاثیر میزان و شدت نور بر آسایش حرارتی، دو مقاله بررسی شدند که نتایج آنها نشان داد سطح روشنایی (Illuminance) تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر درک انسان از دما (Thermal perception) دارد اما این تاثیر، تنها در زمینه ارزیابی حرارتی (Thermal evaluation) بوده و شامل احساس حرارتی (Thermal sensation) نمی‌شود[20] (احساس، یک محرک خاص را در محیط، پیدا کرده و توصیف می‌کند؛ در حالی که ارزیابی، شامل نتیجه‌گیری از روند بازتاب آن احساس است. در مقاله مذکور، احساس حرارتی مطابق با مقیاس ASHRAE و با پرسش‌نامه‌ای شامل یک مقیاس هفت‌نقطه‌ای در طیف "سرد" تا "گرم" سنجیده شد. ارزیابی حرارتی برای سنجش میزان رضایت افراد از درجه حرارت اتاق، توسط پرسش‌نامه‌ای شامل مقیاس هفت‌نقطه‌ای و در طیف "بسیار ناراضی" تا "بسیار راضی" ارزیابی شد). همچنین ارتقای آسایش نوری و بصری (نورپردازی و چشم‌انداز) می‌تواند به‌طور غیرمستقیم، رضایتمندی حرارتی ساکنین را بالا برده و شرایط بهتری را در فضای داخلی ساختمان‌های اداری به وجود بیاورد[21]. در مقیاس شهری نیز سه مقاله مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج آنها به‌صورت زیر هستند: زیرساخت‌های سبز، به‌طور کلی آسایش حرارتی درک‌شده را ارتقا می‌بخشد. افراد، فضاهای سبز شهری را از نظر حرارتی به‌عنوان راحت‌ترین فضاها ارزیابی کردند[22]. میزان سرسبزی خیابان به‌دلیل سایه‌اندازی درختان، تاثیر واضحی بر آسایش حرارتی دارد. در مقابل، رابطه‌ای میان میزان سرسبزی خیابان و میانگین درجه حرارت هوای آن، یافت نشد. نتایج مصاحبه‌ها نشان می‌دهد که آسایش حرارتی درک‌شده لحظه‌ای به میزان اندکی با میزان سرسبزی خیابان، ارتباط دارد[23]. همچنین، عامل "دید به آسمان" نیز در مکان‌های مختلف، عامل تاثیرگذاری است[24].

۲-۳-۱- عوامل صوتی

در یافته‌های تحقیقی در زمینه تاثیر عوامل صوتی بر آسایش حرارتی، شواهدی مبنی بر تاثیر سر و صدای محیط بر آسایش حرارتی یافت نشد. همچنین سر و صدای محیط بر مقادیر فیزیولوژیکی نیز اثری نداشت[18]. اما نتایج تحقیق دیگری در رابطه با سر و صدای دستگاه‌های گرمایشی و تهویه مطبوع، نشان داد که بعضی از نویزها نسبت به سایرین، برای سیستم‌های تهویه مطبوع مناسب‌ترند. همچنین شواهد قابل توجهی در رابطه با تعاملات حرارتی و شنیداری یافت شد. بدین ترتیب که یک صدای مشخص، آسایش حرارتی را به طرز معنی‌داری ارتقا می‌دهد[25].

۳-۳-۱- عوامل شخصی

عوامل بیومتئورولوژیک انسان (Human-biometeorological factors): نتایج تحقیقی نشان داد که در زمستان، دمای هوا ارتباط قابل توجهی با درک کلی از آب و هوا دارد. در حالی که آسایش کلی شرکت‌کنندگان با گرمای خورشیدیِ درک‌شده و همچنین دمای هوای درک‌شده مرتبط بود. برای تابستان، الگوها کاملاً متفاوت بودند. هیچ کدام از عوامل فیزیکی به‌طور قابل توجهی بر ادراک شخص از آب و هوا تاثیر نگذاشت. فقط دمای هوای درک‌شده ارتباط معنی‌داری با درک کلی از آب و هوا نشان داد[26].

عوامل فرهنگی و محیطی: یافته‌های تحقیقی که در سال ۲۰۱۲ و در فضاهای اداری انجام شد، اهمیت عوامل فرهنگی و زمینه‌ای که سازگاری مرتبط با آسایش را تسهیل یا محدود می‌کند، مشخص می‌سازد[28].

پیش‌زمینه حرارتی شخص (مناطق مختلف با شرایط هوایی متفاوت): افراد متعلق به مناطق با اقلیم گرم‌تر که به سیستم‌های تهویه مطبوع عادت دارند، دمای داخلی کمتری را ترجیح می‌دهند[27].

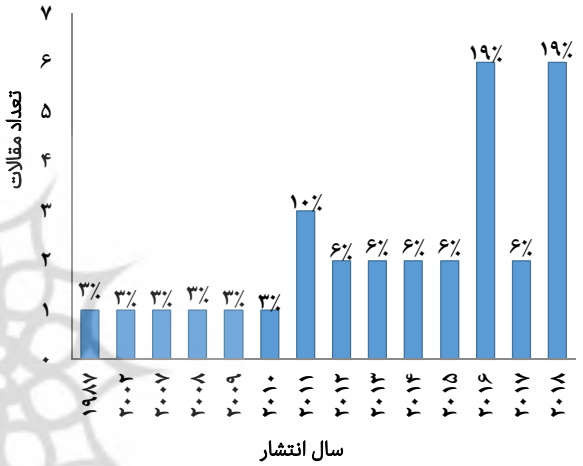
عوامل روان‌شناسی شناختی: عوامل شناختی بر ارزیابی احساس دمایی، تاثیر قابل توجهی دارند[29].

۲- آسایش صوتی

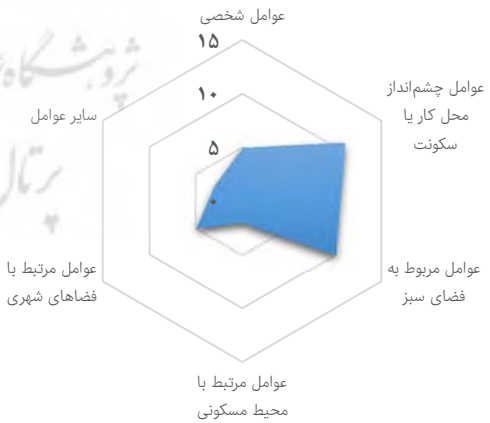
در حوزه عوامل غیرفیزیکی موثر بر آسایش صوتی، در مجموع ۳۱ مقاله بررسی شدند. این مقالات در بازه زمانی سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۸ منتشر شدند. فراوانی سالانه این مقالات در نمودار ۶ نشان داده شده است.

۲-۱- متغیرهای مستقل مقالات حوزه آسایش صوتی

متغیرهای مستقلی که در این مقالات، تاثیر آنها بر آسایش صوتی بررسی شد، به‌صورت زیر قابل دسته‌بندی هستند. توزیع این متغیرها در نمودار ۷ نشان داده شده است.



نمودار ۶) فراوانی مقالات حوزه آسایش صوتی در هر سال



نمودار ۷) توزیع متغیرهای مستقل مقالات حوزه آسایش صوتی

ویژگی‌های شخصی: عوامل مرتبط با شخص[31, 32]، فاکتورهایی مانند: سن، جنسیت، میزان رضایت از محیط مسکونی و نظایر اینها[33]، توانایی‌های صوتی و بصری (Audiovisual) شخص[34]، برای کارمندان یک اداره، عوامل: سن، جنس، طول دوره خدمات، سطح حواس‌پرتی، انتظارات در بهبود اتاق، دانش قبلی در مورد گیاهان سبز، عقاید و تعصبات در مورد گیاهان سبز و قضاوت در مورد نصب و راه‌اندازی گیاهان سبز[35].

چشم‌انداز محل کار یا سکونت: مشخصات چشم‌اندازهای مورد بررسی در تحقیقات مختلف، به‌صورت زیر بوده است:

دید به محیط طبیعی (دید به گیاهان سبز، دریا، یا هر دو)[31]، ادراک ترکیبات مختلف چشم‌انداز شامل عناصر: دریا، رودخانه، سرسبزی شهر و/یا مانع سر و صدا[36]، درجه شهری‌شدن یک چشم‌انداز[37]، اطلاعات بصری (پنج محیط مختلف شامل دریا، فواره، هواپیما، جاده، قطار)[38]، حضور عنصر آب در چشم‌انداز[39]، چشم‌انداز شامل گیاهان سرسبز یا دریا در نزدیکی محل سکونت[40]، پوشش گیاهی فضای بیرونی که از پنجره دیده می‌شود[41, 42]، گیاهان موجود در یک چشم‌انداز[43]، دید به منبع سر و صدا[44, 45].

عوامل مربوط به فضای سبز: عوامل مرتبط با فضای سبز به‌عنوان متغیر مستقل این تحقیقات به شرح زیر هستند:

میزان سرسبزی در محیط مسکونی[33]، درک سرسبزی فضای سکونت[46]، دردسترس‌بودن فضاهای سبز[47]، درک میزان دردسترس‌بودن فضای سبزی که در نزدیکی محل زندگی شخص قرار دارد[48]، دسترسی به مناطق تفریحی/سبز[49]، میزان سرسبزی بیمارستان[50]، ویژگی‌های مجموعه گیاهان[51]، فاصله تا نزدیک ترین فضای سبز، میزان درک سرسبزی محله، زمان صرف‌شده در فضاهای سبز، حضور یک باغ در خانه، میزان درک مزایای طبیعت، ارتباط و وابستگی به طبیعت[52]، شاخص اختلاف پوشش گیاهی نرمال یا Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)، تراکم پوشش درخت، فاصله اقلیدسی تا نزدیک‌ترین فضای سبز ساختاریافته[53, 54]، درصد فضای سبز در بافرهای دایره‌ای ۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ متر[53].

فاکتورهای مرتبط با محیط مسکونی: شرایط مسکن[32]، میزان آسایش در فصل بارانی، میزان سرسبزی در محیط مسکونی، آرامش محیط مسکونی و نظایر اینها[33].

عوامل مرتبط با فضاهای شهری: انواع مناطق شهری: فاصله از جاده‌های اصلی، داشتن زمینه طبیعی و/یا تاریخی[55]، سر و صدای ترافیک، پیکربندی خیابان، حضور طرق خاص حمل و نقل عمومی[56]، فاکتورهای محوطه اسکله (Waterfront areas) در شهر[57]، فضای سبز شهری[58]، سیمای بصری سایت[59].

سایر عوامل: تشخیص منشا سر و صدا: سر و صدای توربین بادی[60]، میزان سر و صدا[44]، عوامل مهم فضای داخلی[61] (نمودار ۷).

۲-۲- روش تحقیق مقالات حوزه آسایش صوتی

۲-۲-۱- محل انجام تحقیق

محل انجام تحقیقات حوزه آسایش صوتی را می‌توان به‌طور کلی در دو گروه الف- فضاهای واقعی و ب- فضاهای کنترل‌شده، به‌صورت زیر دسته‌بندی نمود. نمودار ۸ توزیع محل انجام این تحقیقات را به نمایش می‌گذارد.

الف- فضاهای واقعی

فضاهای خارجی ساختمان‌ها: شامل فضاهای آموزشی[51]، مناطق مسکونی شهری[44, 46, 48, 49] و دیگر مناطق شهری[33, 34, 47, 52, 53, 55, 57].

فضاهای داخلی ساختمان‌ها: فضاهای مسکونی[31, 32, 34, 36, 39, 41, 42, 54, 56, 59]، فضاهای آموزشی[43]، فضاهای اداری[35] و فضاهای درمانی[50].

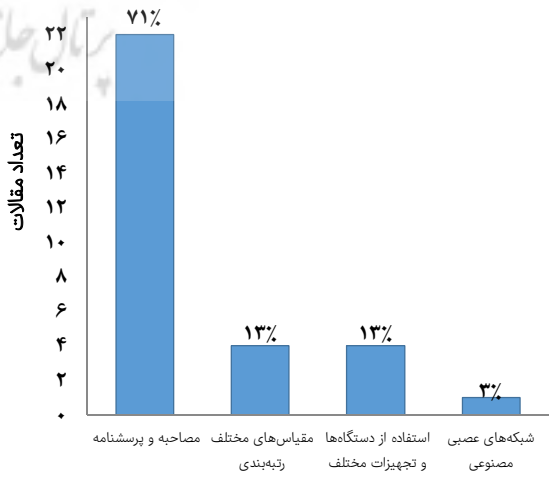
ب- آزمایشگاه‌ها یا فضاهای کنترل‌شده[37, 38, 40, 45, 60, 61] (نمودار ۸).

نمودار ۸) توزیع محل انجام تحقیق مقالات حوزه آسایش صوتی

۲-۲-۲- روش جمع‌آوری داده‌ها

روش‌های جمع‌آوری داده‌ها در این مقالات را می‌توان به شرح زیر دسته‌بندی نمود. نمودار ۹، فراوانی این روش‌ها را در مقالات بررسی‌شده نشان می‌دهد.

۱- مصاحبه و پرسش‌نامه[31-36, 39, 41-49, 52-56, 59]، ۲- مقیاس‌های مختلف رتبه‌بندی[37-39, 60]، ۳- بهره‌گیری از دستگاه‌ها و تجهیزاتی نظیر: الکتروانسفالوگرام (EEG) [43]، استفاده از دستگاه‌هایی برای اندازه‌گیری میزان سر و صدا[35, 56]، آنالیزور طیف سر و صدا[51]، ۴- شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial neural networks) [57] (نمودار ۹).



نمودار ۹) فراوانی روش‌های جمع‌آوری داده‌های مقالات حوزه آسایش صوتی

۲-۳- نتایج بررسی مقالات حوزه آسایش صوتی

۲-۳-۱- ویژگی‌های فضای داخلی

نتایج تحقیقی در مورد ارتباط فضای سبز با کاهش سطح سر و صدا در فضای داخلی، نشان داد که حضور گیاهان سرسبز در فضای داخلی، موجب ادراک کمتر سر و صدا می‌شود[35]. نتایج تحقیقی دیگر، ثابت می‌کند که کاشت منطقی گیاهان می‌تواند سطح صوتی را در بیمارستان کاهش دهد[50]. یافته‌های تحقیقی در مورد تاثیرات روان‌شناختی طراحی بایوفیلیک نشان داد که فضاهای داخلیِ مثبت ارزیابی‌شده، می‌توانند سبب کاهش درک بلندی سر و صدا و رنجش ناشی از آن شوند[61].

۲-۳-۲- چشم‌انداز فضاها

اطلاعات بصری، آستانه تحمل انسان را در برابر سر و صدا تحت تاثیر قرار می‌دهد[45]. به‌طوری که حتی تماشای ویدئوهایی با محتوای مختلف، بر ارزیابی شخص از یک صدا موثر است[38]. نگرش بصری (Visual attitude) منفی، احتمال رنجش ناشی از سر و صدا را بالا برده[44] و زیبایی بصری محیط، اثر استرسورهای صوتی را تحت تاثیر قرار می‌دهد[59].

در مورد تاثیر چشم‌انداز بر آسایش صوتی، زمانی که از افراد خواستند تا هشت فایل صوتی شامل اصوات شهری که همراه پنج محیط بصری نیز بوده را بشنوند و آنها را رده‌بندی کنند، مشاهده شد که هر چه میزان شهری‌شدن در یک چشم‌انداز بیشتر بود، امتیازات به فایل‌های صوتی، بیشتر منفی بوده است. با این حال، این تاثیر به نوع صدا بستگی داشت. این تاثیر مربوط به صداهایی می‌شد که شامل صداهای انسانی نبودند. مخصوصاً تاثیر زیادی برای صدای پرنده و تاثیر ضعیف‌تری برای صدای ترافیک داشت، اما برای صداهایی که شامل صداهای انسانی می‌شدند (قدم‌ها و اصوات) تاثیری دیده نشد[37]. نتایج تحقیقی دیگر نشان داد چشم‌اندازهایی که امتیاز ترمیمی (Restorative rating: امتیازدهی شرکت‌کنندگان یک پژوهش به قابلیت ترمیمی یک چشم‌انداز (در استرس و فشارهای روانی) با استفاده از یک مقیاس کلامی پنج‌نقطه‌ای) بالاتری دارند، رنجش ناشی از سر و صدا را کمتر می‌کنند. به‌طور خاص، چشم‌اندازهای شامل دریا یا دریا و رودخانه با هم، می‌توانند اثر تعدیل‌کننده بر سر و صدا داشته باشند[39]. محقق دیگری نیز دریافت که دید به دریا می‌تواند رنجش ناشی از سر و صدا را تعدیل کند؛ اگرچه این اثر به اندازه تاثیر دید به یک منظره سرسبز نیست. با بررسی دقیق، مشخص شده است که انواع و مقدار فضای سبز، اثرات متفاوتی بر تعدیل ناراحتی ناشی از سر و صدا دارد[40]. این موضوع در تحقیقات دیگری نیز تایید شد. نتایج تحقیق *نانگ لی* و همکاران ثابت کرد که هم دید به فضای سبز و هم دید به دریا می‌تواند اثرات تعدیل‌کننده‌ای بر ناراحتی ناشی از آلودگی صوتی داشته باشد[31]. تحقیق مشابهی که در سال ۲۰۱۷ انجام شد، نشان داد که دید به دریا، رودخانه شهری یا گیاهان سبز می‌تواند احتمال ادراک سر و صدای ترافیک خیابان‌ها را در خانه، کاهش دهد؛ در حالی که دید به حائل صوتی می‌تواند این احتمال

را افزایش دهد. دید به گیاهان سبز، نسبت به دید به دریا یا رودخانه شهری، دارای قابلیت بیشتری برای کنترل نویز است[36]. تحقیقاتی دیگر، تنها بر پوشش گیاهی چشم‌انداز تمرکز کردند و نتیجه گرفتند که دید به پوشش گیاهی فضای بیرون، از پنجره اتاق نشیمنِ خانه بر کاهش رنجش ناشی از سر و صدا موثر است[41]. همچنین گیاهان موجود در یک منظره شهری می‌توانند اثرات سر و صدا را کاهش داده یا از آن جلوگیری کنند[43]. میزان پوشش گیاهی که از پنجره اتاق نشیمن قابل مشاهده است، نیز یک عامل مهم پیش‌بینی‌کننده برای میزان رنجش ناشی از سر و صدا است[42].

۲-۳-۳- منبع صوت

آرامش درک‌شده با حضور منبع صوت یا عناصر بصری منفی، ارتباط معکوس، و حضور منابع صوتی سودمند با آرامش درک‌شده رابطه مستقیم دارد[55]. تشخیص و آگاهی از منبع ایجاد سر و صدا، به‌عنوان مثال: توربین‌های بادی، موجب می‌شود که شخص، احساس رنجش بیشتری کند[60].

۲-۳-۴- محله‌های مسکونی

موارد مختلفی بر آسایش صوتی ساکنین یک محله مسکونی تاثیرگذارند. نتایج تحقیقی نشان می‌دهد که سطح سر و صدا، سطح آموزش، حضور همسایگان پر سر و صدا و ویژگی‌های ساختمانی، مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر ادراک شهروندان از نویز بوده و این تاثیر به‌صورت مستقیم است. وجود فضای سبز بر ادراک سر و صدا، به‌صورت غیرمستقیم تاثیر دارد. این تاثیر اگرچه قوی نیست، اما از لحاظ آماری معنی‌دار است[47]. تحقیقی دیگر، ثابت کرد که ناراحتی ناشی از سر و صدای ترافیک جاده‌ای به‌طور قابل ملاحظه‌ای تحت تاثیر رضایتمندی شخص از منطقه مسکونی، آسایش در فصل بارانی و آرامش منطقه مسکونی است. همچنین ناراحتی ناشی از صدای هواپیما نیز با عامل رضایتمندی از منطقه مسکونی، مرتبط است[33]. شماری از تحقیقات بر عامل "فضای سبز" در مناطق مسکونی تمرکز کردند. نتایج تحقیقی در این باره نشان داد که اکثر عوامل مربوط به فضای سبز، به‌طور غیرمستقیم بر رنجش ناشی از سر و صدا تاثیر قابل توجهی دارند. موثرترین عامل، میزان فاصله تا نزدیک‌ترین فضای سبز است؛ یعنی زندگی در فاصله نزدیک‌تر به فضای سبز، با رنجش کمتری از سر و صدا همراه است[52]. دسترسی بهتر به مناطق سبز که در نزدیکی قرار دارند، با کاهش آلودگی‌های صوتی بلندمدت، کاهش شیوع نشانه‌های روان‌شناختی مرتبط با استرس، و با افزایش استفاده از فضاهای خارج از منزل، برای سلامت و رفتار روزانه افراد اهمیت دارد[48]. نتایج تحقیقی در مورد تاثیر عامل "دسترسی به مناطق تفریحی/سبز محله" بر رابطه بین "سلامت" و "کیفیت هوا، و سر و صدای محله" نشان داد که مشکلات افراد با کیفیت هوا و سر و صدای محله، ریسک بالاتری برای سلامت خود- ارزیابی‌شده کمتر به همراه داشت. این ریسک در میان افرادی که از فضاهای تفریحی/سبز محله خود استفاده نمی‌کردند یا ابراز کردند که دسترسی به آن مناطق برایشان دشوار است، بیشتر بود[49]. ادراک سرسبزی محیط نیز تاثیر قابل توجهی بر ارزیابی افراد از آلودگی صوتی در فضای خانه دارد. تاثیرات میزان سرسبزی درک‌شده بر کاهش آلودگی صوتی در خانه، با توجه به وضعیت سرسبزی که افراد از خانه‌های خود درک می‌کنند، متفاوت است[46]. زندگی در محله‌ای با سرسبزی کم، می‌تواند موجب افزایش تاثیر منفی سر و صدای ناشی از ترافیک جاده بر سلامت روان شود. اثر تعدیل‌کننده فضای سبز بر نویز، ممکن است نه‌تنها به‌خاطر ایجاد اختلال در انتشار امواج صوتی، بلکه به‌خاطر کیفیت بالاتر تفریح در محیط‌های سرسبزتر نیز باشد[54].

۲-۳-۵- فضاهای شهری

نتیجه تحقیقی در مورد ارتباط بین سر و صدای ترافیک و میزان ناراحتی حاصل از آن در تیپولوژی‌های مختلف سایت‌های شهری، نشان می‌دهد که سطح سر و صدا، مسلماً یک شاخص مفید است، اما برای تعیین ناراحتی ساکنین به اندازه کافی قابل اعتماد نیست، در حالی که ویژگی‌های سایت می‌تواند علت تغییرات در میزان ناراحتی ناشی از نویز ترافیک را روشن کند[56]. همچنین، در فضاهایی از شهر که متعلق به عابرین پیاده هستند، عوامل خاصی مانند محیط بین آب و تفرجگاه، میزان دید به دریا یا تراکم فضای سبز می‌توانند بر کیفیت منظر صوتی در مناطقی که دارای ترافیک هستند، تاثیر بگذارند[57]. نتایج تحقیق دیگری مشخص ساخت که حضور گیاهان در فضاهای شهری می‌تواند به‌طور کلی ادراک منفی از سر و صدا را کاهش دهد[58]. به‌طوری که درصد بالاتر فضای سبز در شهر، رنجش کمتری از سر و صدا را به همراه خواهد داشت. پتانسیل فضای سبز برای کاهش رنجش ناشی از سر و صدا، فراتر از کاهش میزان نویز است[53].

۲-۳-۶- ویژگی‌های شخصی

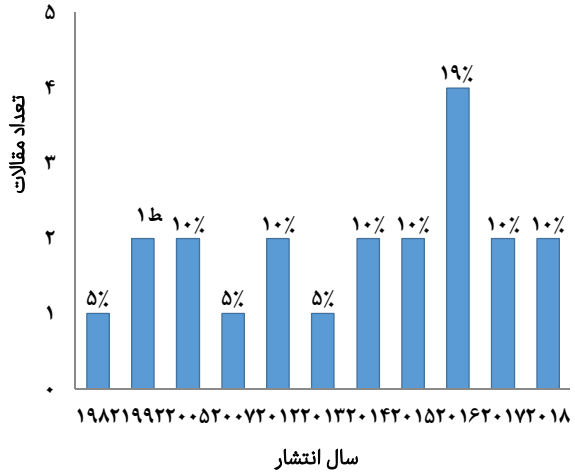
ویژگی‌های شخصی متعددی بر ناراحتی انسان از سر و صدا، تاثیر دارند[31]. به‌عنوان مثال، توانایی‌های صوتی و تصویری شخص، قادر است بر ارزیابی او از محیط زندگی‌اش تاثیر بگذارد. مثلاً توانایی صوتی و تصویری شخص می‌تواند اثر دید به پوشش گیاهی بر رنجش ناشی از سر و صدا را تغییر دهد[34]. نتایج تحقیق دیگری نشان داد که میزان رنجش از سر و صدا، همبستگی قوی با سطح سر و صدا، ویژگی‌های شخصی و برخی از شرایط مسکن مانند: جهت‌گیری اتاق نشیمن/اتاق خواب به سمت خیابان، مدت اقامت شخص در آپارتمان در طول روز، حساسیت او به سر و صدا، و میزان سر و صدای ترافیک در شب دارد[32].

۲-۳-۷- ویژگی‌های گیاهان

برخی از ویژگی‌های مجموعه گیاهان بر کاهش میزان سر و صدا موثر هستند[51].

۳- آسایش نوری

تعداد ۲۱ مقاله در زمینه آسایش نوری (خیرگی) انسان، عوامل موثر بر آن و نحوه ارزیابی آن، بررسی و تحلیل شد. بازه زمانی انتشار این مقالات، بین سال‌های ۱۹۸۲ تا ۲۰۱۸ بوده است. نمودار ۱۰، فراوانی سالانه این مقالات را نشان می‌دهد.



نمودار ۱۰) فراوانی مقالات در زمینه آسایش نوری در هر سال

۳-۱- متغیرهای مستقل مقالات حوزه آسایش نوری

متغیرهای مستقل که تاثیر آنها بر آسایش نوری مورد بررسی قرار گرفتند، به‌صورت زیر قابل دسته‌بندی هستند. توزیع این متغیرها در نمودار ۱۱ نشان داده شده است.

۳-۱-۱- عوامل مربوط به روشنایی

عواملی نظیر: سطح روشنایی[62-64]، اندازه منبع نور [62, 65, 66]، مشاهده منبع نور (فرکانسی که منبع نور با آن میدان دید مرکزی را اشغال می‌کند)[62].

۳-۱-۲- چشم‌انداز پنجره

چشم‌انداز پنجره (شامل مناظر طبیعی و شهری، در سه فاصله: نزدیک، متوسط و دور)[63]، محتوای چشم‌انداز و فاصله عناصر چشم‌انداز از ناظر[67]، و همچنین میزان علاقه به چشم‌انداز پنجره[68, 69].

۳-۱-۳- فاکتورهای شخصی

سن، وضعیت بینایی[69]، حساسیت شخص به خیرگی[65]، سایر فاکتورهای شخصی[70, 71].

۳-۱-۴- آسایش حرارتی

دمای درک‌شده فضای داخلی[72].

۳-۱-۵- عوامل زمانی (مرتبط با زمان روز)

شامل اثر زمان روز[70, 71, 73, 74] و همچنین سایر عوامل مرتبط با زمان روز، از جمله: خستگی، مصرف غذا، مصرف کافئین، خلق و خوی، قرارگرفتن در معرض نور روز قبل از تحقیق، و شرایط آسمان[70, 71].

۳-۱-۶- عوامل دیگر

عوامل محیطی در فضای داخلی[75]، میزان سختی کار بصری[71]، ارتفاع خط دید[76] (نمودار ۱۱).

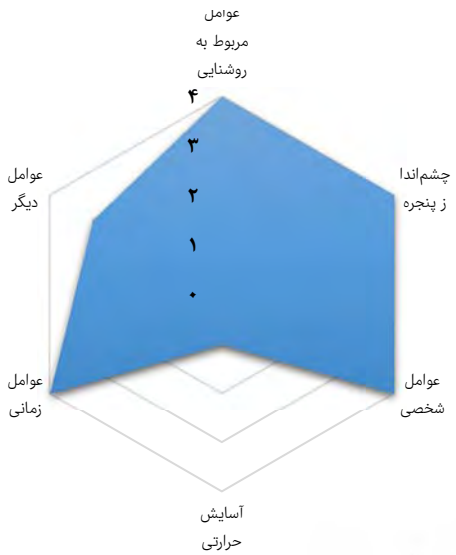
۳-۲- روش تحقیق مقالات حوزه آسایش نوری

۳-۲-۱- محل انجام تحقیق

محل انجام این تحقیقات را می‌توان به‌صورت زیر دسته‌بندی کرد. نمودار ۱۲ توزیع محل انجام این تحقیقات را نشان می‌دهد.

الف- در محیط‌های واقعی: که شامل فضاهای اداری[69, 75, 77, 78]، و همچنین فضاهای آموزشی[63, 76] می‌شود.

ب- در آزمایشگاه‌ها یا فضاهای کنترل‌شده[62, 64-68, 70-74, 79] (نمودار ۱۲).



نمودار ۱۱) توزیع متغیرهای مستقل مقالات حوزه آسایش نوری

نمودار ۱۲) توزیع محل انجام تحقیق مقالات حوزه آسایش نوری

۳-۲-۲- روش جمع‌آوری داده‌ها

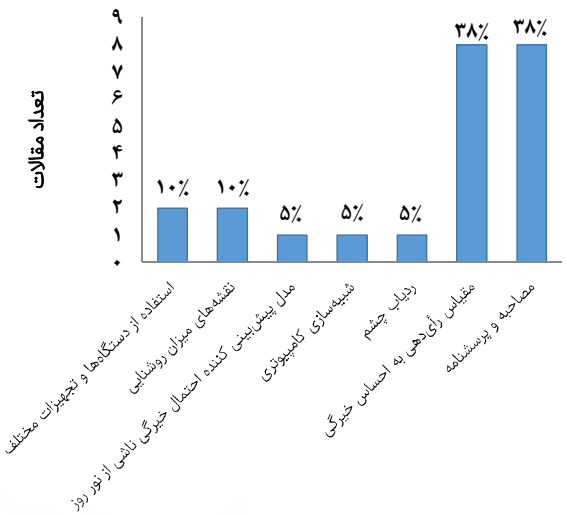
روش‌های جمع‌آوری داده‌ها در مقالات حوزه آسایش نوری را می‌توان به شرح زیر، به دو دسته: الف- ارزیابی خیرگی در فضا و ب- ارزیابی خیرگی درک‌شده توسط افراد حاضر در فضا، دسته‌بندی کرد. همچنین میزان فراوانی این روش‌ها در مقالات بررسی‌شده، در نمودار ۱۳ نشان داده شده است.

۳-۲-۲-۱- ارزیابی خیرگی در فضا

بدین منظور از روش‌های مختلفی مانند: الف- استفاده از دستگاه‌ها و تجهیزاتی چون نورسنج[65]، روشنایی‌سنج نقطه‌ای[66]، ب- نقشه‌های میزان روشنایی (Luminance maps) [69, 77]، ج- مدل پیش‌بینی‌کننده احتمال خیرگی ناشی از نور روز[72]، د- استفاده از ردیاب چشم برای ارزیابی درجه بازبودن چشم[79]، و ه- شبیه‌سازی کامپیوتری[76] بهره گرفته شد.

۲-۲-۳- خیرگی درک‌شده توسط انسان

الف- مقیاس رای‌دهی به احساس خیرگی: "دقیقا قابل درک، دقیقاً قابل توجه، دقیقاً ناراحت‌کننده، و دقیقاً غیرقابل تحمل"[64-66, 68, 71-74]؛ ب- مصاحبه و پرسش‌نامه[62, 63, 67, 69, 70, 75, 77, 78] (نمودار ۱۳).



نمودار ۱۳) فراوانی روش‌های جمع‌آوری داده‌ها در مقالات حوزه آسایش نوری

۳-۳- نتایج بررسی مقالات حوزه آسایش نوری

در نتیجه بررسی تحقیقات، مشخص شد روش‌هایی که برای ارزیابی و پیش‌بینی خیرگی در یک فضا، در دسترس هستند، کاربرد عملی محدودی برای شرایطی که فضا با نور روز روشن شده است دارند[78]. نتایج تحقیقی که با هدف ارزیابی خیرگی در سه ساختمان سبز، در بریزبن (Brisbane) استرالیا انجام شد نیز این موضوع را تایید می‌کند[77]. به‌علاوه، مشخص شد که این روش‌ها هیچ قانونی برای سامانه‌های ترکیبی که نورپردازی طبیعی و الکتریکی را با هم ترکیب می‌کنند ندارند[78]. خیرگی درک‌شده بسیار کمتر از میزانی است که با محاسبات به دست می‌آید[66]. علاوه بر مقادیر فیزیکی که معمولاً در شاخص‌های خیرگی استفاده می‌شوند، عواملی دیگر نیز از جمله: عوامل روان‌شناسی، فیزیولوژیکی، مرتبط با نور یا به زمینه، می‌توانند بر میزان درک خیرگی توسط انسان، تاثیر بگذارند[80]. در ادامه به تاثیر برخی از این عوامل که در مقالات مورد بررسی به دست آمده، پرداخته می‌شود. تحقیقی که در سال ۲۰۱۸ انجام شد، نشان داد عواملی که تقریباً به‌طور قطعی بر درک خیرگی ناراحت‌کننده توسط انسان، تاثیر می‌گذارند عبارتند از: میزان روشنایی منبع نور، میزان انطباق، اثر کنتراست، اندازه و موقعیت منبع خیرگی. در مقابل، فاکتورهایی که تقریباً به‌طور قطعی بر درک خیرگی ناراحت‌کننده توسط انسان، تاثیر نمی‌گذارند عبارتند از: جنسیت و اصلاح بینایی ناظر[81].

در مورد تاثیر اندازه پنجره به‌عنوان منبع نور در شرایط نورپردازی طبیعی، نتایج متفاوتی به دست آمده است. نتایج تحقیقی نشان می‌دهد که خیرگی ناراحت‌کننده ناشی از یک پنجره تکی (به‌استثناء زمانی که پنجره نسبتاً کوچک است) عملاً مستقل از اندازه آن پنجره و فاصله آن از ناظر است، اما به میزان نور آسمان، بسیار وابسته است[82]. تحقیق دیگری تقریباً این موضوع را تایید کرده و ثابت کرده است که اندازه پنجره، زمانی بر خیرگی تاثیر می‌گذارد که ناظر رو به سوی پنجره دارد. بنابراین، زمانی که ناظر در یک موقعیت جانبی نسبت به پنجره قرار می‌گیرد، اثر اندازه پنجره نسبتاً ناچیز است. همچنین اندازه لکه‌های خورشیدی در اتاق، تاثیر قابل توجهی بر خیرگی درک‌شده نمی‌گذارد[66]. نتایج تحقیق دیگری که علاوه بر عامل اندازه پنجره، مساله حساسیت ناظر به خیرگی را نیز مطرح می‌کند، بیان می‌دارد که میزان روشنایی و اندازه پنجره، هر دو به یک اندازه و به‌طور قابل توجهی بر احساس خیرگی موثرند و این موضوع، هم برای افراد حساس به خیرگی و هم برای افراد غیرحساس، صدق می‌کند. با این حال، هنگامی که گه‌گاه شخصی به‌طور مستقیم به منبع خیرگی نگاه کند، افراد حساس در مقابل افراد غیرحساس، خیرگی بیشتری احساس می‌کنند[62]. در زمینه حساسیت افراد به خیرگی، نتایج تحقیق دیگری نشان داد که حساسیت به خیرگی، تاثیری بر درک آن توسط افراد ندارد[65].

متوسط میزان روشنایی یک پنجره (به‌عنوان منبع نور)، نوع چشم‌انداز پنجره و فاصله عناصر یک چشم‌انداز، بر ارزیابی ذهنی ناراحتی ناشی از خیرگی آن پنجره، تاثیرگذارند[67]. نتایج تحقیقی در مورد تاثیر چشم‌انداز پنجره بر خیرگی، که در آن چشم‌انداز پنجره شامل مناظر طبیعی و شهری، در سه فاصله (از ناظر): نزدیک، متوسط و دور می‌شد (الف- نمای نزدیک از ساختمان‌های دیگر، منظره‌های وسیع شهری/طبیعی؛ ب- یک منظره شهری شامل عناصر در فاصله نزدیک، فاصله متوسط و فاصله دور، با یک دید محدود شهری، یک دید گسترده طبیعی، و یک دید محدود طبیعی مقایسه شدند) نشان داد که ناراحتی ناشی از خیرگی با میزان علاقه به چشم‌انداز، نسبت عکس دارد؛ بدین صورت که هر چه میزان علاقه به چشم‌انداز بیشتر باشد رنجش ناشی از خیرگی، کاهش می‌یابد. همچنین محدوده میزان روشنایی یک چشم‌انداز نیز بر خیرگی موثر است[63]. چشم‌انداز پنجره برای پذیرش روشنایی فضا توسط انسان نیز اهمیت دارد[69]. مشاهده تصاویر نیز بر ارزیابی ذهنی انسان از خیرگی موثر است. افراد در هنگام مشاهده تصاویری که برای آنها خوشایند هستند در مقایسه با تصاویر دیگر و تحت همان میزان نور، تحمل بیشتری در برابر خیرگی از خود نشان دادند. به‌عنوان مثال، ارزیابی ذهنی افراد از خیرگی در هنگام مشاهده تصاویر مناظر طبیعی، کمتر از زمانی بود که تصاویری از مناظر شهری، مشاهده می‌کردند. حضور برخی عناصر خاص در یک چشم‌انداز، مثل حضور عنصر آب نیز در این رابطه موثر بود[68]. نتایج تحقیقی در مورد تاثیر طراحی داخلی بر آسایش نوری در فضاهای اداری، نشان داد که اگرچه پنجره‌های بلندتر، مجاورت با پنجره‌ها و جهت‌گیری محل نشستن به سمت آنها موجب ایجاد خیرگی بیشتر برای ساکنان می‌شود، اما دسترسی بیشتر به چشم‌اندازهای خارجی و طراحی

انعطاف‌پذیر مبلمان، سبب افزایش تاب‌آوری انسان در برابر خیرگی و ارتقای میزان رضایت آنها از فضاهای روشن‌شده با نور روز می‌شود[75].

عوامل زمانی (مرتبط با زمان روز) و فاکتورهای شخصی، بر ارزیابی ذهنی شخص از خیرگی موثرند. افرادی که تیپ زمانی (Chronotype) زودتری دارند[70] و همچنین افرادی که کافئین مصرف نکردند در تمامی زمان‌های روز، تحمل بیشتری در برابر میزان نور منبع روشنایی مصنوعی داشتند[70, 71]. خستگی، تاثیر مستقیم و مصرف غذا، تاثیر عکس بر احساس خیرگی توسط شخص دارد. بعضی از عوامل زمانی ممکن است بر هم اثر متقابل داشته باشند و تنوع واکنش به خیرگی در زمان‌های مختلف روز را تحت تاثیر قرار دهند. همچنین محرک بصری، به‌عنوان مثال سختی کار بصری نیز بر تنوع واکنش به خیرگی در زمان‌های مختلف روز تاثیر می‌گذارد[71]. نتایج تحقیق دیگری در این رابطه نشان می‌دهد که در شرایط نور مصنوعی هر چه زمان روز، پیش می‌رود تحمل شخص در برابر نور بیشتر می‌شود[71, 73]. در شرایط نور طبیعی نیز نتایج تحقیق دیگری نشان داد که هر چه زمان روز، پیش می‌رود تاب‌آوری افراد در برابر خیرگی ناشی از نور روز بیشتر می‌شود[74].

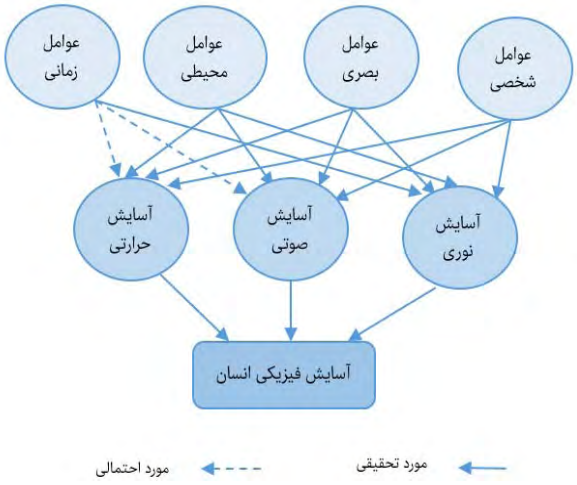
عوامل دیگری نیز بر ارزیابی خیرگی توسط کاربران یک فضا، موثرند. مثلاً میزان روشنایی در فضای قبلی که شخص در آن حاضر بوده بر پذیرش میزان نور در فضای بعد از آن، موثر است؛ به‌طوری که اگر شخص در فضایی با میزان بالایی از نور بوده باشد، در فضای بعدی، میزان نور بالاتری را ترجیح می‌دهد[64]. عامل بعدی، ارتفاع خط دید ناظر است که بر ارزیابی شخص از خیرگی موثر است. بنابراین در طراحی فضاها، علی‌الخصوص در طراحی پنجره‌های فضاهای مرتبط با کودکان مثل کلاس‌های درس مدارس، باید به ارتفاع خط دید کاربران نیز توجه داشت[76]. همچنین دمای درک‌شده از یک فضا نیز بر پیش‌بینی خیرگی توسط یک شخص موثر است[72].

۴- تاثیر عوامل غیرفیزیکی بر آسایش فیزیکی انسان در فضاهای درمانی

از میان تحقیقات بررسی‌شده در این مقاله، تنها یک تحقیق در فضای درمانی انجام گرفته بود. این تحقیق در حوزه آسایش صوتی بوده و در آن تاثیر میزان سرسبزی بر میزان سر و صدا در بیمارستان بررسی شد. نتایج این تحقیق، ثابت می‌کند که کاشت منطقی گیاهان می‌تواند سطح صوتی را در بیمارستان کاهش دهد[50].

۵- مدل حاصل از تحلیل نتایج به‌دست‌آمده

نتایج این تحقیقات نشان می‌دهد که عوامل بصری مانند چشم‌انداز پنجره، مشاهده مصالحی خاص مثل چوب، اطلاعات بصری یا حرارتی داده‌شده به شخص، تصور ذهنی شخص از دمای یک محیط یا یک جسم، رنگ نور، میزان و شدت نور، عواملی مانند میزان سرسبزی و دید به آسمان در فضاهای شهری؛ عوامل صوتی از جمله آسایش صوتی شخص؛ عوامل شخصی چون عوامل بیومتئورولوژیک انسان، عوامل فرهنگی و محیطی، عوامل روان‌شناسی شناختی، و پیش‌زمینه حرارتی شخص (مناطق مختلف با شرایط هوایی متفاوت)، بر آسایش حرارتی یک شخص موثر هستند. در مورد عوامل موثر بر آسایش صوتی یک شخص، نتایج این تحقیقات نشان می‌دهد که ویژگی‌های فضای داخلی مثل حضور گیاهان سرسبز در فضای داخلی، طراحی بایوفیلیک؛ ویژگی‌های شخصی از جمله توانایی‌های صوتی و تصویری شخص، ویژگی‌های شخصی او در رابطه با مسکن مانند مدت اقامت شخص در آپارتمان در طول روز، حساسیت او به سر و صدا؛ برخی از شرایط مسکن مانند جهت‌گیری اتاق نشیمن/ اتاق خواب به سمت خیابان، میزان سر و صدای ترافیک در شب؛ اطلاعات بصری مانند زیبایی بصری یک فضا، چشم‌انداز پنجره (چشم‌انداز طبیعی شامل گیاهان سبز، دریا، رودخانه) و حضور منابع صوتی سودمند در یک چشم‌انداز، با آسایش صوتی درک‌شده، رابطه مستقیم دارند. در مقابل، حضور منبع صوت یا عناصر بصری منفی، به‌عنوان مثال توربین‌های بادی، بر آسایش صوتی یک شخص، تاثیر منفی می‌گذارند. در محله‌های مسکونی نیز عواملی مانند سطح سر و صدا، سطح آموزش، حضور همسایگان پر سر و صدا، ویژگی‌های ساختمانی، رضایتمندی شخص از منطقه مسکونی، آسایش در فصل بارانی، آرامش منطقه مسکونی، وجود فضای سبز در این مناطق، فاصله تا نزدیک‌ترین فضای سبز و میزان سرسبزی درک‌شده، عوامل موثر بر آسایش صوتی ساکنین هستند. در فضاهای شهری نیز ویژگی‌های سایت‌های شهری، ویژگی‌های گیاهان، میزان دید به دریا یا تراکم فضای سبز، آسایش صوتی انسان را تحت تاثیر قرار می‌دهند. در رابطه با آسایش نوری نیز پس از بررسی این تحقیقات می‌توان نتیجه گرفت که عواملی که تقریباً به‌طور قطعی بر درک خیرگی ناراحت‌کننده توسط انسان، تاثیر می‌گذارند عبارتند از: میزان روشنایی منبع نور، میزان انطباق، اثر کنتراست، اندازه و موقعیت منبع خیرگی. در مقابل، فاکتورهایی که تقریباً به‌طور قطعی بر درک خیرگی ناراحت‌کننده توسط انسان، تاثیر نمی‌گذارند عبارتند از: جنسیت و اصلاح بینایی ناظر. همچنین عوامل دیگری مانند حساسیت افراد به خیرگی، طراحی انعطاف‌پذیر مبلمان یک فضا، میزان دسترسی به چشم‌اندازهای خارجی، محدوده میزان روشنایی یک چشم‌انداز، نوع چشم‌انداز پنجره و فاصله عناصر یک چشم‌انداز از ناظر (نزدیک، متوسط و دور)، حضور برخی عناصر خاص در یک چشم‌انداز، مثل: حضور عنصر آب، از عوامل موثر بر آسایش نوری یک شخص هستند. از دیگر عوامل موثر بر آسایش نوری یک شخص می‌توان به عوامل زمانی (مرتبط با زمان روز) و فاکتورهای شخصی، مانند تیپ زمانی شخص، مصرف کافئین، مصرف غذا، میزان خستگی یک شخص، میزان روشنایی در فضای قبلی که شخص در آن حاضر بوده، ارتفاع خط دید ناظر، دمای درک‌شده یک فضا و سختی کار بصری، اشاره کرد. شکل ۲، مدل آسایش فیزیکی انسان را براساس نتایج این تحقیق، نشان می‌دهد.



شکل ۲) مدل آسایش فیزیکی انسان تحت تاثیر عوامل غیرفیزیکی

نتیجه‌گیری

در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که تاثیر سر و صدا، دمای یک فضا و میزان خیرگی در آن، توسط عواملی غیرفیزیکی تنظیم می‌شود. بدین صورت که عوامل شخصی، بصری و محیطی (شامل آسایش صوتی و نوری) بر آسایش حرارتی انسان موثرند. عوامل شخصی، بصری و محیطی (شامل عوامل مربوط به فضای سبز و عوامل فضای سکونت یا شهری) بر آسایش صوتی تاثیر می‌گذارند. آسایش نوری انسان نیز می‌تواند متاثر از عوامل زمانی، عوامل شخصی، عوامل بصری و عوامل محیطی (شامل عوامل مربوط به روشنایی و آسایش حرارتی شخص) باشد. براساس نتایج این تحقیق، از بین عوامل موثر بر آسایش حرارتی انسان، عوامل بصری، بیشتر مورد توجه محققان قرار گرفت. از بین عوامل موثر بر آسایش صوتی نیز عوامل بصری شامل چشم‌انداز محل کار یا سکونت و از بین عوامل موثر بر آسایش نوری، عوامل شخصی، عوامل بصری و عوامل محیطی شامل عوامل مربوط به روشنایی بیشتر از سایر عوامل و به یک اندازه مورد بررسی قرار گرفتند. در مجموع، میزان قابلیت توجه و اهمیت قائل‌شدن محققان به حوزه آسایش صوتی، بیشتر از دو حوزه دیگر و در حدود ۴۲% بوده است. پس از آن، حوزه‌های آسایش نوری و آسایش حرارتی هر دو به یک میزان و در حدود ۲۹% مورد توجه قرار گرفتند. محل انجام تحقیقات مورد بررسی در این مقاله، متفاوت بوده و از میان آنها تنها یک تحقیق که در حوزه آسایش صوتی قرار دارد، در فضای درمانی انجام گرفته است. نتایج تحقیق حاضر، ثابت می‌کند که باید طراحان و مهندسان مشاور در هنگام طراحی فضاهای مختلف، علاوه بر توجه به عوامل فیزیکی موثر بر آسایش انسان، عوامل غیرفیزیکی محیط را نیز مد نظر قرار دهند.

تشکر و قدردانی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.
تاییدیه اخلاقی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.
تعارض منافع: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.
سهم نویسندگان: محمدصادق طاهرطلوع‌دل (نویسنده اول)، پژوهشگر اصلی (۴۰%)؛ شهناز پورناصری (نویسنده دوم)، پژوهشگر کمکی (۳۰%)؛ سیده‌ثمینه سمیعی‌کاشی (نویسنده سوم)، نگارنده مقاله (۳۰%)
منابع مالی: این مقاله، برگرفته از مطالعات تز دکتری در حال تحقیق نویسنده سوم در دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی است.

منابع

1- Andargie MS, Touchie M, O'Brien W. A review of factors affecting occupant comfort in multi-unit residential buildings. Build Environ. 2019;160:106182.
2- Krüger EL, Zannin PHT. Acoustic, thermal and luminous comfort in classrooms. Build Environ. 2004;39(9):1055-63.
3- Epstein Y, Moran DS. Thermal comfort and the heat stress indices. Ind Health. 2006;44(3):388-98.
4- Frontczak M, Wargocki P. Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. Build Environ. 2011;46(4):922-37.
5- Thuillier L. What is visual comfort and how do you achieve it [Internet]. UK: Saint-Gobain; 2017 [cited 2019 July 23]. Available from: https://multicomfort.saint-gobain.co.uk/recommended-level-of-light-into-a-building/.
6- Bangali J. Evaluation of discomfort glare by using lighting simulation software for optimal designing of indoor illumination systems. Int J Emerg Eng Res Technol. 2015;3(12):173-8.
7- Odeh IS. Evaluation of glare and lighting performance in nighttime highway construction projects [Dissertation]. Illinois: University of Illinois at Urbana-Champaign; 2010.
8- Motalebi G, Vojdanzadeh L. Effect of physical environmental of medical space in reducing patients' anxiety and stress (case study: a dental office). Honar-haye-Ziba. 2015;20(2):35-46. [Persian]
9- Takakura J, Nishimura T, Choi D, Egashira Y, Watanuki S. Nonthermal sensory input and altered human thermoregulation: effects of visual information depicting hot or cold environments. Int J Biometeorol. 2015;59(10):1453-60.
10- Yoshikawa Y, Iwai D, Sato K. A study of thermal sensation with visuo-thermal projection interfaces. In: Proceedins of 2013 IEEE 2nd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE); 2013 Oct 1-4; Tokyo, Japan. IEEE; 2013. p. 118-9.
11- Blackenberger D, Van Den Wymelenberg K, Stenson J. Visual effects of wood on thermal perception of interior environments. In: Proceedings of ARCC Conference Repository; 2019 May 29-June 1; Ryerson University, Toronto.
12- Trojan J, Fuchs X, Speth SL, Diers M. The rubber hand illusion induced by visual-thermal stimulation. Sci Rep. 2018;8(1):12417.
13- Kanaya S, Matsushima Y, Yokosawa K. Does seeing ice really feel cold? Visual-thermal interaction under an illusory body-ownership. PloS One. 2012;7(11):e47293.
14- Chinazzo G, Wienold J, Andersen M. Combined effects of daylight transmitted through coloured glazing and indoor temperature on thermal responses and overall comfort. Build Environ. 2018;144;583-97.
15- Bennett CA, Rey P. What's so hot about red? Hum Factors. 1972;14(2):149-54.

16- Chinazzo G, Wienold J, Andersen M. Variation in thermal, visual and overall comfort evaluation under coloured glazing at different temperature levels. J Int Colour Assoc. 2019;23.45-54.
17- Chinazzo G, Chamilothori K, Wienold J, Andersen M. The effect of short exposure to coloured light on thermal perception: a study using virtual reality. No. CONF. 2017;273-9.
18- Fanger PO, Breum NO, Jerking E. Can colour and noise influence man's thermal comfort? Ergonomics. 1977;20(1):11-8.
19- Huebner GM, Shipworth DT, Gauthier S, Witzel C, Raynham P, and Chan W. Saving energy with light? Experimental studies assessing the impact of colour temperature on thermal comfort. Energy Res Soc Sci. 2016;15:45-57.
20- Chinazzo G, Pastore L, Wienold J, Andersen M. A field study investigation on the influence of light level on subjective thermal perception in different seasons. In: Proceedings of the tenth Windsor Conference; 2018 Apr 12-15; Cumberland Lodge conference centre, Windsor Great Park, UK.
21- Zarrabi AH, Azarbayjani M, Day J, Thariyan E, Stearns E, Dale B. Visual qualities and perceived thermal comfort-results of survey studies in a LEED platinum office building. Build Res Inf Knoweldge. 2017.
22- Klemm W, Heusinkveld BG, Lenzholzer S, Jacobs MH, Van Hove B. Psychological and physical impact of urban green spaces on outdoor thermal comfort during summertime in The Netherlands. Build Environ. 2015;83:120-8.
23- Klemm W, Heusinkveld BG, Lenzholzer S, van Hove B. Street greenery and its physical and psychological impact on thermal comfort. Landscape Urban Plann. 2015;138:87-98.
24- Krüger E. Impact of site-specific morphology on outdoor thermal perception: a case-study in a subtropical location. Urban Climate. 2017;21:123-35.
25- Roussarie V, Siekierski E, Viollon S, Segretain S, Bojago S. What's so hot about sound?–influence of HVAC sound on thermal comfort. In: Proceedings of the 2005 Congress and Exposition on Noise Control Engineering; 2005 Aug 7-10; Rio de Janeiro, Brazil. p. 3559-68.
26- Maras I, Schmidt T, Paas B, Ziefle M, Schneider C. The impact of human-biometeorological factors on perceived thermal comfort in urban public places. 2016.
27- Kalmár F. Investigation of thermal perceptions of subjects with diverse thermal histories in warm indoor environment. Build Environ. 2016;107:254-62.
28- Healey K, Webster-Mannison M. Exploring the influence of qualitative factors on the thermal comfort of office occupants. Archit Sci Rev. 2012;55(3):169-75.
29- Howell WC, Stramler CS. Contribution of psychological variables to the prediction of thermal comfort judgments in real world settings. ASHRAE Trans. 1981;87(5).
30- Ul Haq Gilani SI, Khan MH, Pao W. Thermal comfort analysis of PMV model prediction in air conditioned and naturally ventilated buildings. Energy Procedia, 2015;75:1373-9.
31- Li HN, Chau CK, Tse MS, Tang SK. On the study of the effects of sea views, greenery views and personal characteristics on noise annoyance perception at homes. J Acoust Soc Am. 2012;131(3):2131-40.
32- Jakovljevic B, Paunovic K, Belojevic G. Road-traffic noise and factors influencing noise annoyance in an urban population. Environ Int. 2009;35(3):552-6.
33- Morihara T, Yano T, Nguyen T, Nguyen H, Nishimura T, Sato, T, et al. Impacts of residential and environmental factors on community responses to transportation noise in Vietnam. Temporal Des Arch Environ. 2011;11(1):57-60.
34- Sun K, Echevarria Sanchez GM, De Coensel B, Van Renterghem T, Talsma D, Botteldooren D. Personal audiovisual aptitude influences the interaction between landscape and soundscape appraisal. Front Psychol. 2018;9:780.
35- Mediastika CE, Binarti F. Reducing indoor noise levels using people's perception on greenery. Sci J Riga Technal Univ. Environ Climate Technol. 2013;11(1)19-27.
36- Leung TM, Xu JM, Chau CK, Tang SK, Pun-Cheng LSC. The effects of neighborhood views containing multiple environmental features on road traffic noise perception at dwellings. J Acoust Soc Am. 2017;141(4):2399.
37- Viollon S, Lavandier C, Drake C. Influence of visual setting on sound ratings in an urban environment. Appl Acoustics. 2002;63(5):493-511.
38- Preis A, Hafke-Dyx H, Szychowska M, Kocinski J, Felcyn J. Audio-visual interaction of environmental noise. Noise Control Eng J. 2016;64(1):34-43.
39- Leung TM, Chau CK, Tang SK, Pun LSC. On the study of effects of views to water space on noise annoyance perceptions at homes. 43rd International Congress on Noise Control Engineering: Improving the World Through Noise Control, INTERNOISE 2014, Melbourne, 16-19 November 2014. Unknown city: Australian Acoustical Society; 2014.
40- Li HN. Perception of noise annoyance [Dissertation]. Hung Hom, Hong Kong: The Hong Kong Polytechnic University; 2012.
41- Van Renterghem T, Botteldooren D. The effect of outdoor vegetation as seen from the dwelling's window on self-reported noise annoyance. In: Proceedings of 10th European Congress and Exposition on Noise Control Engineering; 2015 May 31-June 3; Maastricht, Netherlands. p. 2395-8.
42- Van Renterghem T, Botteldooren D. View on outdoor vegetation reduces noise annoyance for dwellers near busy roads. Landscape Urban Plann. 2016;148:203-15.
43- Yang F, Bao ZY, Zhu ZJ. An assessment of psychological noise reduction by landscape plants. Int J Environ Res Public Health. 2011;8(4):1032-48.
44- Pedersen E, Larsman P. The impact of visual factors on noise annoyance among people living in the vicinity of wind turbines. J Environ Psychol. 2008;28(4):379-89.
45- Szychowska M, Hafke-Dys H, Preis A, Kociński J, Kleka P. The influence of audio-visual interactions on the annoyance ratings for wind turbines. Appl Acoustics. 2018;129:190-203.
46- Li HN, Chau CK, Tang SK. Can surrounding greenery reduce noise annoyance at home? Sci Total Environ. 2010;408(20):4376-84.
47- Koprowska K, Łaszkiewicz E, Kronenberg J, Marcińczak S. Subjective perception of noise exposure in relation to urban green space availability. Urban Forestry Urban Green. 2018;31:93-102.
48- Gidlöf-Gunnarsson A, Öhrström E. Noise and well-being in urban residential environments: The potential role of perceived availability to nearby green areas. Landscape Urban Plann. 2007;83(2-3):115-26.
49- Dimitrova DD, Dzhambov AM. Perceived access to recreational/green areas as an effect modifier of the relationship between health and neighbourhood noise/air quality: Results from the 3rd European Quality

of Life Survey (EQLS, 2011–2012). Urban Forestry Urban Green. 2017;23:54-60.
50- Vardanyan KK, Hayrapetyan AK. Hygienic evaluation of microclimate conditions and noise level at the territory of university hospital complex" Heratsi". New Armen Med J. 2011;5(3):27-31.
51- Song XH, Wu QQ, Yu DM, Yong-ji PIA, Cho TD. Noise-reduction function and its affecting factors of plant communities. J Environ Sci Int. 2016;25(10):1407-15.
52- Dzhambov AM, Dimitrova DD. Green spaces and environmental noise perception. Urban Forestry Urban Green. 2015;14(4):1000-8.
53- Dzhambov AM, Markevych I, Tilov B, Arabadzhiev Z, Stoyanov D, Gatseva P, Dimitrova DD. Lower noise annoyance associated with GIS-derived greenspace: pathways through perceived greenspace and residential noise. Int J Environ Res Public Health. 2018 Jul;15(7):E1533.
54- Dzhambov AM, Markevych I, Tilov BG, Dimitrova DD. Residential greenspace might modify the effect of road traffic noise exposure on general mental health in students. Urban Forestry Urban Green. 2018;34;233-9.
55- Cassina L, Fredianelli L, Menichini I, Chiari C, Licitra G. Audio-visual preferences and tranquillity ratings in urban areas. Environments. 2018;5(1):1.
56- Camusso C, Pronello C. A study of relationships between traffic noise and annoyance for different urban site typologies. Transport Res Part D Transport Environ. 2016;44:122-33.
57- Puyana Romero V, Maffei L, Brambilla G, Ciaburro G. Acoustic, visual and spatial indicators for the description of the soundscape of waterfront areas with and without road traffic flow. Int J Environ Res Public Health. 2016;13(9): E934.
58- Dzhambov AM, Dimitrova DD. Urban green spaces' effectiveness as a psychological buffer for the negative health impact of noise pollution: a systematic review. Noise Health. 2014;16(70):157-65.
59- Kastka J, Noack R. On the interaction of sensory experience, causal attributive cognitions and visual context parameters in noise annoyance. Dev Toxicol Environ Sci. 1987;15:345-62.
60- Van Renterghem T, Bockstael A, De Weirt V, Botteldooren D. Annoyance, detection and recognition of wind turbine noise. Sci Total Environ. 2013;456:333-45.
61- Guo J. The effects of biophilic design in interior environments on noise perception: Designing a person-centered biophilic space for older adults [Dissertation]. Ames, Iowa: Iowa State University; 2016.
62- Rodriquez RG, Pattini A. Tolerance of discomfort glare from a large area source for work on a visual display. Light Res Technol. 2014;46(2):157-70.
63- Tuaycharoen N, Tregenza PR. View and discomfort glare from windows. Light Res Technol. 2007;39(2):185-200.
64- Osterhaus WK, Bailey IL. Large area glare sources and their effect on visual discomfort and visual performance at computer workstations. In: Proceedings of Conference Record of the 1992 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting; 1992 Oct 4-9; Houston, TX, USA. IEEE; 2002: p. 1825-9.
65- Rodriguez RG, Yamín Garretón JA, Pattini AE. Glare and cognitive performance in screen work in the presence of sunlight. Light Res Technol. 2016;48(2):221-38.
66- Boubekri M, Boyer LL. Effect of window size and sunlight presence on glare. Light Res Technol. 1992;24(2):69-74.
67- Shin JY, Yun GY, Kim JT. View types and luminance effects on discomfort glare assessment from windows. Energy Build. 2012;46:139-45.
68- Tuaycharoen N, Tregenza PR. Discomfort glare from interesting images. Light Res Technol. 2005;37(4):329-38.
69- Hirning MB, Isoardi GL, Cowling I. Discomfort glare in open plan green buildings. Energy Build. 2014;70:427-40.
70- Kent MG, Altomonte S, Tregenza PR, Wilson R. Temporal variables and personal factors in glare sensation. Light Res Technol. 2016;48(6):689-710.
71- Altomonte S, Kent MG, Tregenza PR, Wilson R. Visual task difficulty and temporal influences in glare response. Build Environ. 2016;95:209-26.
72- Garretón JY, Rodriguez R, Pattini A. Effects of perceived indoor temperature on daylight glare perception. Build Res Inf. 2016;44(8):907-19.
73- Kent MG, Altomonte S, Tregenza PR, Wilson, R. Discomfort glare and time of day. Light Res Technol. 2015;47(6):641-57.
74- Kent MG, Altomonte S, Wilson R, Tregenza PR. Temporal effects on glare response from daylight. Build Environ. 2017;113:49-64.
75- Kong Z, Utzinger DM, Freihoefer K, Steege T. The impact of interior design on visual discomfort reduction: A field study integrating lighting environments with POE survey. Build Environ. 2018;138:135-48.
76- Vásquez NG, Pereira FOR. Influence of the height of the line of sight in the evaluation of glare sensation in pre-school classrooms. In: Proceedings of the 28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an environmentally responsible architecture; 2012 Nov 7-9; Lima, Perú.
77- Hirning MB Isoardi GL, Coyne S, Hansen VG, Cowling I. Post occupancy evaluations relating to discomfort glare: a study of green buildings in Brisbane. Build Environ. 2013;59:349-57.
78- Osterhaus WKE. Discomfort glare assessment and prevention for daylight applications in office environments. Solar Energy. 2005;79(2):140-58.
79- Garretón JY, Rodriguez RG, Ruiz A, Pattini AE. Degree of eye opening: a new discomfort glare indicator. Build Environ. 2015;88:142-50.
80- Pierson C, Wienold J, Bodart M. Discomfort glare perception in daylighting: influencing factors. Energy Procedia. 2017;122:331-6.
81- Pierson C, Wienold J, Bodart M. Review of factors influencing discomfort glare perception from daylight. Leukos. 2018;14(3):111-48.
82- Chauvel P, Collins JB, Dogniau, R, Longmore J. Glare from windows: current views of the problem. Light Res Technol. 1982;14(1):31-46.