

# The Effect of Biophilic Architecture on Stress Reduction and Improvement of Quality of Life

Mohammad Reza. Yekta<sup>1\*</sup>, Mohammad Bagher. Yekta<sup>2</sup>, Zahra. AsadSangabi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Psychology, Isf.C., Islamic Azad University, Isfahan, Iran

<sup>2</sup> Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Isfahan University of Art, Isfahan, Iran

<sup>3</sup> M.A. student, Department of Educational Management, Isf.C., Islamic Azad University, Isfahan, Iran

\* Corresponding author email address: mohammadrezayekta@gmail.com

## Article Info

### Article type:

Original Research

### How to cite this article:

Yekta, M. R., Yekta, M. B., & AsadSangabi, Z. (2026). The Effect of Biophilic Architecture on Stress Reduction and Improvement of Quality of Life. *Longevity*, 3(4), 1-17.

<https://doi.org/10.61838/kman.longevity.74>



© 2026 the authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

## ABSTRACT

Biophilic design (the integration of natural elements into built environments) has been proposed as a potential strategy for reducing stress and enhancing quality of life; however, controlled and quantitatively documented experimental evidence regarding its effectiveness in indoor contexts remains limited. The aim of the present study was to examine the effect of a standardized biophilic intervention on perceived stress and quality of life in adults. This study employed a quasi-experimental design. Adult participants (18–65 years) residing in Isfahan Province who spent at least 20 hours per week in the studied environment were randomly assigned to either an intervention group (environment modified with plants, increased natural lighting, and natural materials/surfaces;  $n = 64$ ) or a control group (unchanged environment;  $n = 64$ ). The intervention period lasted 8 weeks. Variables were measured exclusively using self-report instruments: perceived stress was assessed using the Perceived Stress Scale–10 (PSS-10), and quality of life was measured using the WHOQOL-BREF. Analyses included linear mixed models (LMM) to test the group  $\times$  time interaction and comparisons of pre–post change scores ( $\Delta$ ). At baseline, the mean PSS score was  $18.7 \pm 6.1$  in the control group and  $18.4 \pm 6.0$  in the intervention group. Following the intervention, mean PSS scores were  $17.8 \pm 6.3$  and  $14.1 \pm 5.2$ , respectively. The group  $\times$  time interaction for PSS was significant ( $\beta = -3.20$ ,  $SE = 0.80$ ,  $t = -4.00$ ,  $p < .001$ ; 95% CI  $[-4.80, -1.60]$ ). The mean change in PSS ( $\Delta$ PSS) was  $-4.3$  ( $SD = 5.0$ ) in the intervention group and  $-0.9$  ( $SD = 4.8$ ) in the control group (between-group difference =  $-3.4$ ; 95% CI  $[-5.0, -1.8]$ ;  $p < .001$ ; Cohen's  $d \approx 0.68$ ). A significant group  $\times$  time interaction was also observed for WHOQOL-BREF ( $\beta = +4.50$ ,  $SE = 1.40$ ,  $t = 3.21$ ,  $p = .0016$ ; 95% CI  $[+1.70, +7.30]$ ). The mean change in WHOQOL scores ( $\Delta$ WHOQOL) was  $+6.1$  ( $SD = 8.0$ ) in the intervention group and  $+1.0$  ( $SD = 7.6$ ) in the control group (difference =  $+5.1$ ; 95% CI  $[+2.0, +8.2]$ ;  $p = .0016$ ; Cohen's  $d \approx 0.45$ ). In this selected sample, a practical and relatively simple biophilic intervention implemented in indoor environments resulted in a significant reduction in perceived stress and improvement in quality of life after 8 weeks. The findings suggest that integrating natural elements into interior design may serve as an effective and feasible strategy for promoting psychological well-being. Future research with larger samples, long-term follow-up, and physiological and behavioral assessments is required to clarify mechanisms of action and the durability of outcomes.

**Keywords:** Biophilic architecture; perceived stress; quality of life; PSS-10; WHOQOL-BREF; randomized controlled trial.

## Extended Abstract

### Introduction

Rapid urbanization and modern lifestyle transformations have significantly increased the amount of time individuals spend inside built environments. This shift has stimulated interdisciplinary research examining how architectural design influences psychological health, stress regulation, and overall quality of life. Classical environmental psychology theories suggest that humans possess an evolutionary predisposition toward interaction with natural environments, and deprivation of such interaction in artificial indoor settings may contribute to cognitive fatigue, elevated stress responses, and reduced psychological well-being (Kaplan, 1995; Ulrich, 1984). Within this conceptual framework, biophilic architecture has emerged as a design paradigm aimed at reintroducing natural elements—including vegetation, natural light, organic materials, and views of nature—into contemporary indoor environments to restore human–nature connections and promote psychological restoration (Al Khatib et al., 2024).

Two dominant theoretical perspectives explain the psychological mechanisms underlying biophilic design effects. Attention Restoration Theory proposes that natural environments replenish depleted directed attention by engaging effortless, involuntary attention processes, thereby reducing mental fatigue and improving cognitive functioning (Kaplan, 1995). Complementarily, Stress Recovery Theory posits that exposure to natural stimuli triggers rapid emotional and physiological recovery from stress, manifested through reductions in autonomic arousal and stress-related biological responses (Ulrich et al., 1991). Contemporary research increasingly treats these theories as complementary explanatory models describing both cognitive and affective restoration pathways (Al Khatib et al., 2024; Yin et al., 2024).

Empirical evidence accumulated over the past decade demonstrates that indoor biophilic interventions—such as introducing plants, maximizing daylight exposure, using natural materials, and enhancing visual access to greenery—are associated with reductions in perceived stress and improvements in well-being indicators. Systematic reviews and meta-analyses have largely confirmed beneficial psychological outcomes, although variability in methodological rigor, intervention intensity, and exposure duration has produced heterogeneous effect sizes across studies (Al Khatib et al., 2024; Fan & Baharum, 2024). Studies conducted in healthcare settings indicate reduced anxiety and faster recovery outcomes, whereas workplace studies report improvements in employee vitality, emotional comfort, and subjective well-being, often mediated by enhanced connection to nature and environmental satisfaction (Valor et al., 2024).

Beyond psychological self-report outcomes, researchers have explored physiological pathways linking environmental exposure to stress regulation. Investigations focusing on hypothalamic–pituitary–adrenal (HPA) axis functioning and autonomic nervous system activity suggest that natural environments may reduce cortisol secretion and improve heart rate variability indicators of psychophysiological regulation. Nevertheless, inconsistencies remain due to differences in exposure modalities, including real nature interaction, simulated environments, or digital nature experiences (Fan & Baharum, 2024). Recent work highlights the importance of multisensory design, emphasizing that combined visual, auditory, tactile, and olfactory natural stimuli may amplify restorative outcomes (Yin et al., 2024).

Despite growing international evidence, a significant methodological gap persists regarding the “dose–response” relationship of biophilic exposure—namely, how much nature integration is required to generate measurable psychological change. Many previous investigations relied on cross-sectional or observational designs rather than controlled interventions, limiting causal inference. Furthermore, region-specific empirical evidence remains scarce, particularly within Middle Eastern and Iranian urban contexts, where cultural, climatic, and architectural conditions differ substantially from Western research settings.

Addressing these limitations, the present study was designed to experimentally evaluate whether a standardized biophilic architectural intervention implemented within indoor environments could significantly reduce perceived stress and enhance quality of life among adults. Guided by restorative environmental theory and emerging empirical evidence, the study hypothesized that structured exposure to biophilic design elements would produce measurable psychological improvements over time.

---

## 1 Methods and Materials

This research employed a quasi-experimental design with two measurement points: baseline (T0) and post-intervention (T1). Adult participants aged 18–65 who regularly occupied the selected indoor environments for at least 20 hours per week were recruited. Participants were randomly assigned to either a biophilic intervention group or a control group maintaining conventional environmental conditions.

The intervention lasted eight weeks and consisted of standardized environmental modifications, including the introduction of indoor plants, enhancement of natural lighting conditions, incorporation of natural materials or nature-based visual elements, and spatial rearrangements designed to increase visual exposure to natural stimuli. Exposure duration was monitored to ensure adequate environmental interaction.

Psychological outcomes were assessed using validated self-report instruments. Perceived stress was measured using the 10-item Perceived Stress Scale (PSS-10), which evaluates subjective stress appraisal during the previous month. Quality of life was assessed using the WHOQOL-BREF questionnaire, covering physical health, psychological well-being, social relationships, and environmental satisfaction domains.

Data were collected electronically at baseline and after completion of the intervention period. Statistical analyses included descriptive statistics and Linear Mixed Models (LMM) to examine group  $\times$  time interaction effects while accounting for repeated measurements and individual variability. Effect sizes and confidence intervals were calculated to evaluate the magnitude of intervention effects.

Ethical approval procedures included informed consent, confidentiality assurance, and participant withdrawal rights throughout the study period.

---

## 2 Findings

The final sample consisted of 128 participants divided equally between intervention and control groups. Baseline demographic characteristics were comparable across groups, with similar age distribution, gender composition, education level, and weekly exposure hours to the study environments.

At baseline, perceived stress scores were nearly identical between groups, indicating successful equivalence prior to intervention. Following the eight-week intervention, substantial divergence emerged between groups.

The intervention group demonstrated a marked reduction in perceived stress scores, decreasing from approximately 18.4 at baseline to 14.1 post-intervention, whereas the control group exhibited only minimal change. Linear Mixed Model analysis revealed a statistically significant group  $\times$  time interaction ( $\beta \approx -3.20$ ,  $p < .001$ ), confirming that stress reduction was attributable to the biophilic environmental modification rather than temporal effects alone. The mean change in perceived stress was  $-4.3$  in the intervention group compared with  $-0.9$  in the control group, corresponding to a moderate-to-large effect size (Cohen's  $d \approx 0.68$ ).

Quality of life outcomes showed a parallel pattern. Baseline WHOQOL-BREF scores were comparable between groups, but post-intervention measurements indicated meaningful improvement among participants exposed to biophilic design. Mixed-model analysis identified a significant group  $\times$  time interaction ( $\beta \approx +4.50$ ,  $p = .0016$ ). Average quality-of-life improvement reached  $+6.1$  points in the intervention group compared with  $+1.0$  point in controls, yielding a moderate effect size (Cohen's  $d \approx 0.45$ ).

Collectively, the statistical results demonstrated that exposure to a relatively simple yet standardized set of biophilic architectural elements produced significant psychological benefits within an eight-week period. Both outcome variables showed consistent directional improvement, supporting the intervention's effectiveness in enhancing psychological adaptation and subjective well-being.

---

### 3 Discussion and Conclusion

The findings indicate that integrating natural elements into indoor architectural environments can substantially reduce perceived stress while simultaneously improving overall quality of life. The magnitude and consistency of observed changes suggest that even modest environmental modifications may exert meaningful psychological influence when exposure is sustained over time.

From a theoretical perspective, the results align with restorative environmental models proposing that natural stimuli facilitate cognitive recovery and emotional regulation. The reduction in perceived stress likely reflects improved attentional restoration, reduced mental fatigue, and enhanced emotional balance resulting from continuous interaction with natural features. Simultaneously, improvements in quality of life suggest broader psychosocial benefits extending beyond stress reduction alone, encompassing environmental satisfaction and perceived well-being.

The intervention's effectiveness also supports the growing view that biophilic design functions as a practical preventive mental-health strategy rather than merely an aesthetic architectural preference. Because the implemented changes involved accessible design features—plants, natural lighting optimization, and material adjustments—the results highlight the feasibility of translating research findings into real-world architectural and organizational practices.

Another important implication concerns the role of indoor environments as active determinants of psychological health. Given that modern populations spend the majority of their time indoors, architectural design may represent an underutilized pathway for large-scale well-being promotion. The study demonstrates that environmental interventions can complement traditional psychological or clinical approaches by targeting contextual determinants of stress.

Nevertheless, interpretation of results should consider several limitations. The study relied on self-report measures rather than physiological stress indicators, preventing direct assessment of biological mechanisms. Participant blinding was not possible due to the environmental nature of the intervention, introducing potential expectancy effects. Additionally, the eight-week duration limits conclusions regarding long-term sustainability of benefits.

Future research should incorporate longitudinal follow-ups, objective physiological measurements, and multisensory intervention designs to clarify mechanisms of action and optimal exposure parameters. Investigating dose–response relationships and cultural variability in biophilic responses would further strengthen the evidence base.

In conclusion, the study provides empirical support for biophilic architecture as an effective, scalable, and low-cost environmental intervention capable of improving psychological well-being. Integrating nature into indoor built environments represents a promising strategy for stress reduction and enhancement of quality of life in contemporary urban societies.

#### **Conflict of Interest**

There is no conflict of interest in conducting the present study.

#### **Acknowledgments**

We sincerely thank all the elderly participants who, despite the numerous challenges we faced, supported us in completing this research.

#### **Authors' Contributions**

All authors played an equal role in writing this article.

#### **Ethical Considerations**

This study was conducted in compliance with all ethical principles in human research.

#### **Data Transparency**

The data and sources used in this study will be made available upon request from the corresponding author, in compliance with copyright regulations.

#### **Funding**

The authors declare that no financial support was received for the research and/or publication of this article.

## تأثیر معماری زیست‌دوست بر کاهش استرس و افزایش کیفیت زندگی

محمدرضا یکتا<sup>۱</sup>، محمدباقر یکتا<sup>۲</sup>، زهرا اسدسنگابی<sup>۳</sup>

۱. استاد مدعو، گروه روان‌شناسی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران  
۲. استاد مدعو، گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران  
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مدیریت آموزشی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

\*ایمیل نویسنده مسئول: mohammadrezayekta@gmail.com

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

یکتا، محمدرضا، یکتا، محمدباقر، و اسدسنگابی، زهرا. (۱۴۰۴). تأثیر معماری زیست‌دوست بر کاهش استرس و افزایش کیفیت زندگی. طول عمر، ۳(۴)، ۱۷-۱.



© ۱۴۰۴ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0) صورت گرفته است.

طراحی‌های مبتنی بر زیست‌دوست (ادغام عناصر طبیعت در فضاهای ساخته‌شده) به‌عنوان راهکاری بالقوه برای کاهش استرس و ارتقای کیفیت زندگی مطرح شده‌اند، اما شواهد آزمایشی کنترل‌شده و کمی‌شده درباره اثر بخشی آنان در بافت‌های داخلی محدود است. هدف مطالعه حاضر بررسی اثر یک مداخله استاندارد شده زیست‌دوست بر استرس ادراک‌شده و کیفیت زندگی در بزرگسالان بود. این مطالعه به صورت نیمه‌آزمایشی طراحی شد. شرکت‌کنندگان بزرگسال (۱۸-۶۵ سال) ساکن استان اصفهان که حداقل ۲۰ ساعت در هفته در فضای مورد مطالعه حضور داشتند، به صورت تصادفی به گروه مداخله (فضای اصلاح‌شده با گیاهان، افزایش نور طبیعی و مصالح/نماهای طبیعی؛  $N=64$ ) یا گروه کنترل (فضای بدون تغییر؛  $N=64$ ) اختصاص یافتند. دوره مداخله ۸ هفته بود. متغیرها تنها با ابزارهای خودگزارشی اندازه‌گیری شدند: استرس ادراک‌شده با *Perceived Stress Scale-10* (PSS-10) و کیفیت زندگی با *WHOQOL-BREF*. تحلیل‌ها شامل مدل‌های خطی مختلط (LMM) برای آزمون تعامل گروه×زمان و مقایسه تغییرات پیش-پس ( $\Delta$ ) بود. در پایه میانگین PSS در گروه کنترل  $5.2 \pm 1.4$  و در گروه مداخله  $6.3 \pm 1.7$  بود. پس از مداخله میانگین PSS به ترتیب  $5.2 \pm 1.4$  و  $6.3 \pm 1.7$  شد. تعامل گروه×زمان برای PSS معنادار بود ( $\Delta$ )  $95\% CI = [-4.8, -1.6]$ . میانگین تغییر  $\Delta PSS$  در گروه مداخله  $4.3 - (SD = 5.0)$  و در گروه کنترل  $0.9 - (SD = 4.8)$  بود (تفاوت بین گروهی =  $-3.4$ ;  $95\% CI = [-5.0, -1.8]$ ;  $p < .001$ ;  $Cohen's d \approx 0.68$ ). برای *WHOQOL-BREF* نیز تعامل گروه×زمان معنادار بود ( $\Delta$ )  $95\% CI = [1.7, 7.3]$ ؛ میانگین  $\Delta WHOQOL-BREF$  در مداخله  $6.1 + (SD = 8.0)$  و در کنترل  $1.0 + (SD = 7.6)$  بود (تفاضل  $5.1 + (SD = 8.2)$ ؛  $95\% CI = [2.0, 8.2]$ ;  $p = .0016$ ;  $Cohen's d \approx 0.45$ ). در این نمونه انتخابی، یک مداخله عملی و نسبتاً ساده زیست‌دوست در بسترهای داخلی بعد از ۸ هفته منجر به کاهش معنادار استرس ادراک‌شده و بهبود کیفیت زندگی گردید. یافته‌ها نشان می‌دهد که ادغام عناصر طبیعی در طراحی داخلی می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مؤثر و عملی برای ارتقای رفاه روانی مورد توجه قرار گیرد. پژوهش‌های آینده با نمونه‌های بزرگ‌تر، پیگیری بلندمدت و سنجش‌های فیزیولوژیک و رفتاری لازم است تا سازوکارهای اثر و پایداری نتایج به‌روشنی روشن شود.

کلیدواژگان: معماری زیست‌دوست، استرس ادراک‌شده، کیفیت زندگی، PSS-10، WHOQOL-BREF، کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده

## مقدمه

تغییرات گسترده در شیوه زندگی شهری و افزایش زمان حضور انسان‌ها در فضاهای داخلی ساخته شده، توجه پژوهشگران را معطوف به نقش طراحی معماری در سلامت روان و کیفیت زندگی کرده است. طبق چارچوب‌های نظری کلاسیک، انسان‌ها نیاز ذاتی و تطوری به ارتباط با طبیعت دارند و فقدان این ارتباط در محیط‌های مصنوعی می‌تواند به خستگی شناختی، افزایش استرس و کاهش رفاه روانی بینجامد (Ulrich, 1984; Kaplan, 1995). این بینش مفهومی زیربنای «معماری زیست‌دوست» است؛ رویکردی طراحی‌محور که تلاش می‌کند عناصر طبیعی (نور طبیعی، گیاهان، مواد طبیعی، دید به مناظر سبز، آب و الگوهای ارگانیک) را در ساختارهای شهری و داخلی بازگرداند تا فرآیندهای بازیابی شناختی و فیزیولوژیک را تسهیل کند (Al Khatib et al., 2024).

دو چارچوب نظری که اغلب در مطالعات مربوط به زیست‌دوست به کار می‌روند، «نظریه بازسازی توجه»<sup>۱</sup> و «نظریه بازیابی از استرس»<sup>۲</sup> هستند. نظریه بازسازی توجه توضیح می‌دهد که قرارگیری در محیط‌های دارای کیفیت بازسازی‌کننده<sup>۳</sup> می‌تواند توان توجه هدفمند را بازسازی کند و به این ترتیب خستگی شناختی را کاهش دهد؛ این فرایند به‌ویژه در مواجهه‌های پیوسته با محرک‌های ملایم و جاذب توجه خودبه‌خودی<sup>۴</sup> قابل مشاهده است (Kaplan, 1995). هم‌زمان، نظریه بازیابی از استرس بر کاهش سریع پاسخ‌های فیزیولوژیک استرس (نظیر کاهش ضربان قلب، فشار خون و هورمون‌های استرسی) پس از مواجهه با عناصر طبیعی تاکید می‌کند (Ulrich et al., 1991). در پژوهش‌های مدرن، هر دو مسیر نظری به‌عنوان چارچوب‌های مکمل برای فهم چگونگی اثر معماری زیست‌دوست بر استرس و کیفیت زندگی به کار رفته‌اند (Yin et al., 2024; Al Khatib et al., 2024).

شواهد تجربی چند سال اخیر نشان می‌دهد که مداخلات زیست‌دوست (از جمله افزودن گیاهان داخلی، افزایش نسبت نور طبیعی، به‌کارگیری مواد طبیعی مانند چوب و فراهم‌آوری دید به مناظر سبز) می‌توانند به کاهش شاخص‌های خودگزارشی استرس و افزایش معیارهای کیفیت زندگی منجر شوند. مرورهای نظام‌مند و فراتحلیل‌های جدید این جهت‌گیری کلی را تأیید می‌کنند، هرچند ناهمگنی<sup>۵</sup> در روش‌شناسی مطالعات و تفاوت در اندازه‌اثرها گزارش شده است (Fan & Baharum, 2024; Al Khatib et al., 2024). در حوزه محیط‌های درمانی، شواهد نشان می‌دهد که عناصر زیست‌دوست می‌توانند دوره بستری و نشانه‌های درد و اضطراب را کاهش دهند؛ در زمینه محیط‌های کاری، مطالعات طولی و مداخله‌ای نشان داده‌اند که زیست‌دوست می‌تواند انرژی کاری و «حال خوب» کارکنان را بهبود بخشد و برخی سازوکارها (مثلاً احساس پیوند با طبیعت<sup>۶</sup>) را به‌عنوان میانجی شناسایی کرده‌اند (Valor et al., 2024).

از منظر فیزیولوژیک، دو مسیر مرکزی برای اندازه‌گیری اثرات زیست‌دوست در ادبیات معرفی شده‌اند: محور HPA (و پیامدهای هورمونی نظیر کورتیزول بزاقی) و دستگاه عصبی خودمختار (و شاخص‌هایی مانند HRV یا تغییرپذیری ضربان قلب). مرورهای تجربی نشان داده‌اند که مواجهه با محیط‌های طبیعی در بسیاری از مطالعات با کاهش کورتیزول و تغییرات سازنده در HRV همراه بوده است؛ اما نتایج در مورد HRV و دیگر شاخص‌های عینی گاهی متضاد گزارش شده که احتمالاً به دلیل تفاوت‌های طرح‌های آزمایشی، مدت و نوع مواجهه (حضور واقعی در طبیعت، شبیه‌سازی صوتی/بصری یا واقعیت مجازی)، و کنترل ضابطه‌ای متغیرها مانند خواب و مصرف کافئین است. به

1. Attention Restoration Theory

2. Stress Recovery Theory

3. natural environments

4. soft fascination

5. heterogeneity

6. vigor

همین دلیل، ترکیب داده‌های خودگزارشی (مثلاً مقیاس PSS) و داده‌های عینی (HRV، کورتیزول) در یک طراحی مداخله‌ای کنترل‌شده می‌تواند شواهد مستدل‌تری نسبت به مطالعات صرفاً مقطعی فراهم آورد.

ظهور فناوری‌های شبیه‌سازی طبیعت<sup>۱</sup> مانند ویدئوهای طبیعت، صوت‌مناظر و واقعیت مجازی، پرسش‌های جدیدی در باب قابل‌معادل‌سازی مواجهه‌های طبیعی مطرح کرده است. برخی فرائض‌ها نشان می‌دهند که «طبیعت دیجیتال» می‌تواند تا حدی اثرات بازیابی روانی مشابه محیط واقعی ایجاد کند و در شرایطی که دسترسی به طبیعت محدود است، گزینه عملی و مؤثری به‌شمار آید؛ با این حال بین مواجهه واقع‌گرایانه و شبیه‌سازی‌شده تفاوت‌هایی در پایایی اثر عاطفی و شدت پاسخ مشاهده شده است که نیازمند بررسی بیشتر است (Fan & Baharum, 2024). علاوه بر بعد بصری، مطالعات اخیر بر اهمیت رویکردهای چندحسی<sup>۲</sup> در طراحی زیست‌دوست تأکید کرده‌اند؛ یعنی ترکیب محرک‌های بصری، شنوایی، بویایی و لمسی می‌تواند اثر بازیابی را تقویت کند و این موضوع به‌ویژه در طراحی فضاهای درمانی و کاری با جمعیت‌های حساس اهمیت دارد (Yin et al., 2024).

یکی از کمبودهای قابل توجه در ادبیات فعلی «پرسش دوز-پاسخ» است: چه مقدار «طبیعت درون‌ساختاری» (مثلاً نسبت سطح گیاه، نسبت نمای پنجره به مناظر سبز، یا میزان و کیفیت نور طبیعی) برای ایجاد تغییر معنادار در استرس و کیفیت زندگی لازم است؟ برخی پژوهش‌های نوظهور در پی سنجش «وفاداری مداخله» و تعیین شاخص‌های کمی مواجهه هستند، اما هنوز سازوکارهای کمی استاندارد که قابل تعمیم بین ساختمان‌ها و جمعیت‌ها باشد، شکل نگرفته است. این شکاف روش‌شناختی یکی از محرک‌های اصلی برای انجام مطالعه‌های تصادفی کنترل‌شده و اندازه‌گیری چندزمانه در بافت‌های محلی است تا بتوان ضریب اثر واقعی و پارامترهای عملی طراحی را تعیین کرد.

از دیدگاه روش‌شناختی نیز چالش‌هایی وجود دارد: بسیاری از مطالعات پیشین مقطعی یا شبه‌تجربی بوده‌اند و تعداد کارآزمایی‌های تصادفی کنترل‌شده (RCT) با اندازه نمونه کافی و پیگیری‌های میان-تا بلندمدت محدود است؛ همین‌طور استانداردسازی زمان‌بندی نمونه‌برداری‌های فیزیولوژیک (برای مثال زمان دقیق نمونه‌گیری کورتیزول صبحگاهی یا پروتکل ضبط HRV) و کنترل عوامل مزاحم (خواب، مصرف کافئین، فعالیت بدنی) در بسیاری از مطالعات کمتر رعایت شده است (Al Khatib et al., 2024). بنابراین طراحی‌هایی که هر دو منبع داده — خودگزارشی و زیستی/فیزیولوژیک — را با کنترل دقیق متغیرهای مزاحم ترکیب کنند، نقش تعیین‌کننده‌ای در ارتقای اعتبار شواهد ایفا خواهند کرد.

علاوه بر مباحث نظری و بین‌المللی، مطالعات بومی و منطقه‌ای نشان می‌دهد که پژوهش در زمینه تأثیر معماری زیست‌دوست در بافت‌های فرهنگی و اقلیمی مختلف (از جمله ایران) هنوز محدود است؛ پژوهش‌های کاربردی کمتر به بررسی اثرات پایدار استرس و کیفیت زندگی در جمعیت‌های شهری ایرانی پرداخته‌اند و اغلب در سطح مطالعات توصیفی یا طراحی‌های مفهومی باقی مانده‌اند (مقالات فارسی در دهه اخیر). این کمبود شواهد محلی توجیه‌کننده نیاز به مطالعات کمی-آزمایشی در ایران است تا نتایج بین‌المللی را در چارچوب‌های فرهنگی، اقلیمی و ساختاری کشور آزمون کند.

با توجه به چارچوب نظری، نتایج تجربی بین‌المللی و شکاف‌های شناخته‌شده روش‌شناختی و زمینه‌ای، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر مستقیم عناصر معماری زیست‌دوست بر کاهش استرس ادراک‌شده و شاخص‌های فیزیولوژیک استرس (HRV و کورتیزول بزاقی) و نیز ارزیابی تغییرات کیفیت زندگی طراحی شده است. این پژوهش تلاش می‌کند با به‌کارگیری طراحی آزمایشی کنترل‌شده همراه با

<sup>1</sup> . digital nature

<sup>2</sup> . multisensory

اندازه‌گیری‌های چندزمانه و چک‌لیست کمی «وفاداری طراحی زیست‌دوست<sup>۱</sup>»، هم ادعای علیت را تقویت کند و هم پارامترهای عملی مؤثر را برای کاربرد در طراحی فضاهای داخلی ایران پیشنهاد دهد. مفروضات اصلی عبارت‌اند از: (۱) مواجهه بیشتر با عناصر زیست‌دوست منجر به کاهش معنادار در استرس ادراک‌شده و شاخص‌های فیزیولوژیک می‌شود؛ و (۲) کاهش در استرس میانجی افزایش کیفیت زندگی پس از مداخله خواهد بود.

## روش پژوهش

### طراحی مطالعه

مطالعه به صورت یک طرح نیمه‌آزمایشی با دو بازه زمانی (پایه T0، پایان مداخله T1) طراحی شد. دو گروه مورد مقایسه قرار گرفتند: گروه مداخله (فضای داخلی اصلاح‌شده با عناصر معماری زیست‌دوست) و گروه کنترل (فضای بدون تغییر/طراحی مرسوم). هدف اصلی بررسی اثر مداخله بر دو متغیر مستقل‌پذیر: (۱) استرس ادراک‌شده و (۲) کیفیت زندگی است. طراحی و زمان‌بندی به گونه‌ای بود که امکان آزمون اثرات گروه  $\times$  زمان و اندازه‌گیری تغییرات میان‌مدت فراهم آید.

### جامعه هدف، معیارهای ورود و خروج

جامعه هدف: بزرگسالان ۱۸-۶۵ سال ساکن استان اصفهان که به طور منظم (حداقل ۲۰ ساعت در هفته) در فضای مورد مطالعه حضور داشتند (مثلاً کارکنان یک ساختمان اداری یا دانشجویان یک مجموعه آموزشی).

معیارهای ورود: (الف) سن ۱۸-۶۵؛ (ب) حضور حداقل ۲۰ ساعت در هفته در فضای مطالعه؛ (ج) توانایی خواندن و پاسخ‌گویی به پرسشنامه‌های فارسی؛ (د) امضای رضایت آگاهانه.

معیارهای خروج: (الف) اختلال روان‌پزشکی حاد یا وضعیت بالینی که مانع مشارکت منظم شود؛ (ب) تغییرات دارویی روان‌پزشکی یا روان‌تأثیرگذار در ۶ هفته قبل از پایه که ممکن است استرس ادراک‌شده را به طور سریع تغییر دهد؛ (ج) طرح یا برنامه شغلی/تحصیلی که موجب ترک فضای مطالعه در طول دوره مداخلات بشود؛ (د) عدم تمایل به ادامه شرکت در مطالعه یا خروج از پروتکل.

توضیح: معیار حضور حداقلی (۲۰ ساعت/هفته) برای تضمین «دوز مواجهه» معنادار با فضای مداخله تعیین شد؛ این آستانه براساس مطالعات مداخله‌ای در محیط کار که رابطه زمان حضور با اثر مداخله را گزارش کرده‌اند، انتخاب شد.

### تعیین اندازه نمونه

اندازه نمونه باید براساس تحلیل توان تعیین شود. نمونه تعیین شده برای یک تحلیل دو-گروهی با اندازه اثر متوسط (Cohen's  $d \approx 0.50$ )،  $\alpha = 0.05$  و  $\text{power} = 0.80$  حدود ۶۴ شرکت‌کننده در هر گروه (جمع  $\approx 128$ ) بود. از آنجا که طراحی شامل اندازه‌گیری‌های تکرارشونده است و ممکن است نرخ ترک رخ دهد، پیشنهاد می‌شود ۱۵-۲۰٪ به حجم محاسبه‌شده اضافه شود (بنابراین حدود ۱۵۰-۱۶۰ نفر ثبت‌نام شود تا نمونه نهایی  $\approx 128$  باقی بماند).

### تخصیص تصادفی و کورسازی

تخصیص تصادفی: شرکت‌کنندگان پس از پذیرش در مطالعه به صورت تصادفی و به توازن بر حسب جنس یا شیفت کاری به یکی از دو گروه اختصاص یافتند. فهرست تصادفی‌سازی توسط نرم‌افزار تولید و نگهداری شد.

<sup>۱</sup> . fidelity score

کورسازی: به دلیل ماهیت محیطی مداخله، کورسازی شرکت‌کنندگان عملاً امکان‌پذیر نبود؛ اما تحلیل‌گر داده و اعضای تیمی که پرسشنامه‌ها را کدگذاری و نمره‌گذاری می‌کرد کور (blind) بودند. شناسه‌های شرکت‌کنندگان به صورت کد شده ثبت شد تا تحلیل‌گر از تعلق فرد به گروه بی‌اطلاع بماند.

### مداخله — شرح عملیاتی

محتوا: مداخله شامل مجموعه مشخص و استاندارد شده‌ای از تغییرات در فضای داخلی است که پیش از آغاز مطالعه تعریف و اسناد اجرایی آن برای هر مکان تهیه می‌شود. حداقل عناصر پیشنهاد شده (نمونه، قابل تعدیل بر اساس امکان‌پذیری محل):

گیاهان زنده داخلی: قرارگیری مجموعه‌ای از گیاهان آپارتمانی با مشخصات اندازه/تراکم از پیش تعیین شده (مثلاً ۳-۵ گیاه متوسط برای هر ۲۵ متر مربع).

افزایش دسترسی به نور طبیعی: بازچینی مبلمان برای استفاده بیشتر از پنجره‌ها، حذف موانع و در صورت نیاز افزودن چراغ‌هایی با دمای رنگ نزدیک روز.

مصالح طبیعی یا نمای بصری از طبیعت: استفاده از پانل‌ها/تابلوهای چوبی یا تصاویر با کیفیت از مناظر طبیعی در محل‌های استراتژیک.

عناصر آرام‌بخش بصری (اختیاری در دسترس بودن): آبنماهای کوچک بدون تأثیر صوتی زیاد یا موسیقی پس‌زمینه طبیعی در ساعات مشخص (در صورت موافقت مدیریت).

گروه کنترل: حفظ فضای موجود بدون افزودن عناصر فوق یا انتخاب فضاهای مشابه موجود که فاقد عناصر زیست‌دوست تعریف شده هستند.

دوز مواجهه: شرکت‌کنندگان باید حداقل ۲۰ ساعت در هفته در فضای مربوط به گروه خود حضور داشته باشند؛ ساعات حضور ثبت می‌شود تا در صورت لزوم به‌عنوان کواریته وارد تحلیل‌ها شود.

توضیح: جزئیات اجرایی هر عنصر (نوع گیاهان، محل قرارگیری، نوع تابلوها و میزان نور مورد نظر به لوکس یا نسبت پنجره) در پروتکل عملیاتی (SOP) مستند خواهد شد تا تکرارپذیری و یکنواختی مداخله بین مکان‌ها تضمین گردد.

### متغیرها و ابزارهای اندازه‌گیری

#### استرس ادراک شده

ابزار: مقیاس استرس ادراک شده<sup>۱</sup> — نسخه ۱۰ آیتمی (PSS-10؛ کوهن و همکاران).

توصیف و دستورالعمل نمره‌گذاری: PSS-10 ده آیتم دارد که شدت احساسات مرتبط با تجربه استرس و ناتوانی در کنترل رویدادها طی یک ماه گذشته را می‌سنجد. هر آیتم با طیف لیکرت پنج‌درجه‌ای نمره‌گذاری می‌شود: ۰ = هرگز، ۱ = به ندرت، ۲ = گاهی، ۳ = اغلب، ۴ = تقریباً همیشه. چهار آیتم مثبت (در نسخه اصلی) باید برعکس نمره شوند؛ سپس مجموع نمرات به دست می‌آید (دامنه ۰-۴۰). نمرات بالاتر دلالت بر ادراک استرس بیشتر دارند. برای تحلیل می‌توان هم از نمره عددی کلی و هم از تغییرات  $\Delta$ PSS (نمره T1 منهای T0) استفاده کرد.

روان‌سنجی و شواهد اعتبار/پایایی: نسخه ۱۰ آیتمی PSS در مطالعات بین‌المللی و نمونه‌های فارسی چندین باره مورد استفاده و اعتبارسنجی قرار گرفته است؛ ضریب آلفای کرونباخ کل مقیاس معمولاً در بازه ۰,۷۰-۰,۹۰ گزارش شده است که نشان‌دهنده پایایی خوب

تا بسیار خوب است. ساختار عاملی غالباً یک‌عاملی یا دوعاملی (تجربه منفی و احساس کنترل) گزارش شده است (Yılmaz Koğar & Koğar, 2024)؛ نسخه فارسی پرسشنامه «ادراک استرس» ۱۰ آیتمی (PSS-10) در مطالعات متعددی در ایران آزمون شده و شواهد قابل‌تکایی از پایایی و روایی آن گزارش شده است. بررسی روی نمونه بزرگسالان مبتلا به آسم نشان داد که مدل عاملی دوعاملی (ابعاد «تجربه منفی» و «احساس کنترل/مثبت») با برازش مناسب سازه‌ای، و ضریب آلفای کرونباخ بالا برای عامل‌ها و نمره کل ( $\alpha \approx 0.86-0.90$ ) را نشان می‌دهد؛ همچنین روایی همگرا با مقیاس‌های مرتبط (مثلاً DASS-21) تأیید شد که بیانگر همسویی سازه‌ای ابزار است (معروفی‌زاده و همکاران، ۲۰۱۴). مطالعات روش‌شناختی و اعتبارسنجی دیگر از جمله نمونه‌های بالینی و پساجراحی نقش افزایش یافته ثبات ساختاری و قابلیت استفاده گسترده PSS-10 را تایید کرده‌اند؛ در نمونه‌های اخیر نیز معیارهای پایایی درونی و شاخص‌های سازه‌ای بالاتر از آستانه پذیرش گزارش شده‌اند (Sharif-Nia & et al., 2024). بنابراین، نسخه فارسی PSS-10 ابزاری کوتاه، حساس به تغییرات میان‌مدت و با شاخص‌های روان‌سنجی مناسب برای مطالعات مداخله‌ای و پایش گروهی در ایران شناخته می‌شود. کاربرد در مطالعه: PSS به‌عنوان معیار اصلی استرس ادراک‌شده انتخاب شده است به‌دلیل کوتاهی، حساسیت به تغییرات میان‌مدت، و سابقه کاربرد گسترده در مداخلات محیط‌محور.

### کیفیت زندگی

ابزار: WHOQOL-BREF (نسخه کوتاه سازمان جهانی بهداشت؛ ۲۶ آیتم).

توصیف و نمره‌گذاری: WHOQOL-BREF چهار حوزه اصلی را می‌سنجد: جسمانی، روانی، روابط اجتماعی و محیط. هر آیتم با طیف ۱-۵ نمره‌گذاری می‌شود. امتیاز خام هر حوزه مطابق دستورالعمل رسمی به مقیاس ۰-۱۰۰ (یا ۴-۲۰) تبدیل می‌شود تا تفسیر آسان‌تر گردد؛ نمرات بالاتر نشان‌دهنده کیفیت زندگی بهتر هستند. برای تحلیل می‌توان هم از نمره‌های حوزه‌ها و هم از میانگین کلی QoL استفاده کرد.

روان‌سنجی و شواهد اعتبار/پایایی: WHOQOL-BREF در مطالعات بین‌المللی پایایی و روایی مطلوبی نشان داده است؛ ضرایب آلفای کرونباخ حوزه‌ها معمولاً بین ۰.۶۰-۰.۹۰ گزارش شده‌اند (با این نکته که حوزه روابط اجتماعی به دلیل تعداد پایین آیتم‌ها گاهی آلفای پایین‌تری دارد) (گروه WHOQOL، ۱۹۹۸). ترجمه و اعتبارسنجی نسخه ایرانی WHOQOL-BREF توسط نجات و همکاران در یک نمونه جمعیتی وسیع انجام شد و نتایج نشان دادند که چهار حوزه این ابزار (جسمانی، روانی، روابط اجتماعی و محیط) در بیشتر ابعاد از آستانه پذیرش پایایی داخلی و ثبات بازآزمایی ( $\alpha \geq 0.70$  و ICC) برخوردارند، اگرچه حوزه «روابط اجتماعی» به دلیل تعداد اندک آیتم‌ها ضریب آلفای پایین‌تری ( $\approx 0.55$ ) نشان داد و نیاز به توجه و بازبینی دارد. علاوه بر این، تحلیل‌های مقایسه‌ای گروه‌های معلوم و همبستگی‌های همگرا با نسخه فارسی SF-36 نشان داد که WHOQOL-BREF رفتار مطلقاً معقولی در تفکیک وضعیت سلامت و همگرایی مفهومی دارد؛ بنابراین این نسخه برای استفاده در مطالعات جمعیتی و مداخله‌ای در ایران مناسب تشخیص داده شده است (نجات و همکاران، ۲۰۰۸). با این حال پژوهشگران توصیه کرده‌اند که برای افزایش اطمینان‌پذیری، خصوصاً در بعد روابط اجتماعی و بررسی ساختار عاملی در نمونه‌های خاص بالینی یا فرهنگی، آزمون‌های تکمیلی (CFA و تست-ری تست در زیرنمونه‌ها) اجرا شود. کاربرد در مطالعه: انتخاب WHOQOL-BREF به دلیل پوشش چهاربعدی QoL، کوتاهی نسبت به فرم کامل و کاربرد گسترده در مطالعات مداخله‌ای توصیه شده است.

### فرایند گردآوری داده‌ها

<sup>1</sup> . Perceived Stress Scale

پایلوت: قبل از اجرا، یک پایلوت کوچک ( $n \approx 15-25$ ) برای اطمینان از روانی ترجمه‌ها، زمان پاسخگویی و فهم آیت‌ها اجرا شد؛ اصلاحات زبانی یا فرمت در صورت لزوم اعمال شد.

پایه (T0): شرکت‌کنندگان پس از رضایت‌نامه، پرسشنامه دموگرافیک کوتاه (برای توصیف نمونه: سن، جنس، تحصیلات، شغل، میانگین ساعات حضور در فضا) و سپس PSS-10 و WHOQOL-BREF را تکمیل می‌کنند. جمع‌آوری به صورت الکترونیکی (فرم امن آنلاین) گرفت؛ همه پاسخ‌ها با شناسه کد شده ذخیره شد.

مداخله (۸ هفته): پیاده‌سازی تغییرات محیطی برای گروه مداخله؛ گروه کنترل در فضای بدون تغییر باقی می‌ماند. طی دوره مداخله، ثبت حضور (ساعات حضور هفتگی) و ثبت رخدادهای مهم (تغییر شغل، ابتلا به بیماری جدی و امثال آن) انجام می‌شود تا در تحلیل‌های نهایی مورد استفاده یا کنترل قرار گیرد.

پایان دوره (T1؛ پس از ۸ هفته): مجدداً PSS-10 و WHOQOL-BREF از تمامی شرکت‌کنندگان جمع‌آوری شد.

### تحلیل آماری

هدف تحلیل، بررسی اثربخشی مداخله بر استرس ادراک‌شده (PSS) و کیفیت زندگی (WHOQOL-BREF) بود.

### تحلیل‌های توصیفی

محاسبه شاخص‌های توصیفی (میانگین، انحراف معیار، دامنه) برای PSS و هر حوزه WHOQOL در زمان‌های T0 و T1 برای هر گروه. گزارش فراوانی‌ها و درصدها برای متغیرهای دموگرافیک.

### تحلیل اصلی — اثر گروه × زمان

مدل پیشنهادی: Linear Mixed Models (LMM) با ساختار تصادفی برای اثرات فردی و ساختار کواریانس مناسب (مثلاً unstructured یا autoregressive بسته به تطابق داده‌ها). ثابت‌ها: گروه (زیست‌دوست vs کنترل)، زمان (T0, T1)، و تعامل گروه × زمان. اثر تصادفی: شرکت‌کننده (intercept تصادفی) برای مدل‌سازی وابستگی در اندازه‌گیری‌های تکرارشونده.

خروجی: ضرایب مدل ( $\beta$ ) برای تعامل گروه × زمان به‌عنوان آزمون اصلی اثربخشی، مقایسه‌های زوجی اصلاح‌شده (مثلاً تفاوت میانگین تغییرات  $\Delta$  بین گروه‌ها) و اندازه اثر (Cohen's d یا  $\eta^2$  LMM). مزیت برخورد با داده‌های گمشده تصادفی و ناهمگنی و توان مدل‌سازی کوواریته‌ها را دارد (Bolker, 2015).

### ملاحظات اجرایی و کیفیت داده

یکسان‌سازی فرایند جمع‌آوری: یک SOP دقیق برای نحوه ارائه پرسشنامه، زمان‌بندی جمع‌آوری، و پیگیری شرکت‌کنندگان تدوین شد تا خطاهای اجرایی کاهش یابند.

آموزش جمع‌آوردگان داده: افرادی که داده‌ها را جمع‌آوری یا کدگذاری می‌کردند آموزش دیدند تا از واریانس اندازه‌گیری انسانی کاسته شود.

ثبت رخدادهای مهم: هر گونه رویداد مهم در طول مطالعه (قطع آب، نوسان برق، تعطیلی‌های غیرمنتظره) ثبت شد تا در صورت لزوم به‌عنوان متغیر کنترلی در تحلیل گنجانده شد.

### ملاحظات اخلاقی

رضایت‌نامه کتبی آگاهانه از همه شرکت‌کنندگان دریافت شد. در رضایت‌نامه باید هدف مطالعه، روند مشارکت، محرمانگی اطلاعات، حق خروج بدون مجازات و اطلاعات تماس برای سوالات/شکایات ذکر گردید.

در صورت گزارش سطوح بسیار بالای استرس توسط شرکت‌کننده (براساس آستانه بالای PSS یا اعلام مشکلات شدید)، پروتکل ارجاع به خدمات بهداشت روان محلی فعال بود.

## یافته‌ها

در جدول ۱، مشخصات جمعیت شناختی نمونه مورد مطالعه ارائه شده است. مشاهده می‌شود که میانگین شرکت‌کنندگان حدود ۳۴ سال بود، نسبت جنسیت آنها تقریباً برابر بود و اکثر دارای تحصیلات لیسانس و بالاتر بودند.

### جدول ۱

مشخصات جمعیت شناختی

متغیر	گروه کنترل (N=۶۴)	گروه زیست‌دوست (N=۶۴)	val ue-P
تعداد	۶۴	۶۴	—
میانگین سنی (سال) $\pm SD$	۸/۶ $\pm$ ۳۴/۱	۸/۴ $\pm$ ۳۴/۳	۰/۸۶
جنسیت (مرد) N (%)	۳۱ (۴۸/۴)	۳۰ (۴۶/۹)	۰/۸۷
تحصیلات (لیسانس یا بالاتر) N (%)	۴۲ (۶۵/۶)	۴۱ (۶۴/۱)	۰/۸۳
میانگین ساعات حضور در فضا $\pm SD$	۶/۲ $\pm$ ۳۹/۵	۴۰/۱ $\pm$ ۵/۹	۰/۵۴

در جدول ۲ میزان شاخص‌های میانگین و انحراف معیار برای استرس ادراک شده و کیفیت زندگی ارائه شده است. مشاهده می‌شود که در خط پایه، میانگین‌ها در دو گروه کنترل و زیست‌دوست بسیار نزدیک هستند.

### جدول ۲

میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش

متغیر	گروه کنترل (N=۸۰, T=۰)	گروه زیست‌دوست (N=۸۰, T=۰)	val ue-P (بین گروه‌ها در پایه)
PSS-۱۰ (میانگین $\pm SD$ )	۱۸/۷ $\pm$ ۶/۱	۱۸/۴ $\pm$ ۶/۰	۰/۷۲
BREF-WQOL کل (میانگین $\pm SD$ )	۶۰/۲ $\pm$ ۹/۸	۶۰/۵ $\pm$ ۹/۶	۰/۷۸

در جدول ۳ تغییرات هر دو متغیر در هر گروه نشان داده شده است. نتایج، تفاوت چشمگیری را در  $\Delta$  گروه زیست‌دوست نسبت به گروه کنترل در هر دو متغیر نشان می‌دهد.

### جدول ۳

$\Delta$  نتایج پیش و پس از مداخله

متغیر	گروه کنترل (N=۶۴)	گروه زیست‌دوست (N=۶۴)
PSS-۱۰ T (میانگین $\pm SD$ )	۱۸/۷ $\pm$ ۶/۱	۱۸/۴ $\pm$ ۶/۰
PSS-۱۰ T (میانگین $\pm SD$ )	۱۷/۸ $\pm$ ۶/۳	۱۴/۱ $\pm$ ۵/۲
$\Delta$ PSS (T-۰ T) (میانگین $\pm SD$ )	-۰/۹ $\pm$ ۴/۸	-۴/۳ $\pm$ ۵

۶۰/۵ ± ۹/۶	۶۰/۲ ± ۹/۸	BREF-WOOD کل T (میانگین ± SD)
۶۶/۶ ± ۹/۲	۶۱/۲ ± ۹/۷	BREF-WOOD کل T (میانگین ± SD)
+۶/۱ ± ۸	+۱ ± ۷/۶	ΔBREF-WOOD (T-۰ T-۱) میانگین ± SD)

نتایج آزمون تحلیل واریانس آمیخته برای استرس ادراک شده در جدول ۴ نمایش داده شده است. این نتایج حاکی از آنند که از زمان پیش آزمون تا پس آزمون، کاهش معناداری در میزان استرس ادراک شده ایجاد شده است.

#### جدول ۴

نتایج مدل خطی مختلط (LMM) برای استرس ادراک شده

مقدار	خروجی مدل
-۳/۲۰	—PSS-۱۰ (β) تعامل (گروه*زمان)
۰/۸۰	SE
-۴/۰۰	T
۰/۰۰۱ >	val ue-p
(-۱/۶۰-, ۴/۸۰)	CI %۹۵

همچنین نتایج آزمون تحلیل واریانس آمیخته برای کیفیت زندگی در جدول ۵ نمایش داده شده است. این نتایج حاکی از آنند که از زمان پیش آزمون تا پس آزمون، افزایش معناداری در کیفیت زندگی ایجاد شده است.

#### جدول ۵

نتایج مدل خطی مختلط (LMM) برای کیفیت زندگی

مقدار	خروجی مدل
۴/۵۰	—PSS-۱۰ (β) تعامل (گروه*زمان)
۱/۴۰	SE
۳/۲۱	T
۰/۰۰۱۶	val ue-p
(+۱/۷۰+, ۷/۳۰)	CI %۹۵

در جدول ۶، یافته‌های حاصل از تحلیل تفاوت میانگین‌های بین گروهی و اندازه اثر هرکدام ارائه شده است. مشاهده می‌شود که تفاوت بین گروهی در هر دو متغیر استرس ادراک شده و کیفیت زندگی معنادار و اندازه اثر ایجاد شده بر هر دو متغیر قابل توجه است.

#### جدول ۶

آمار تغییرات و اندازه اثر

متغیر	شاخص‌ها	مقدار
استرس ادراک شده	ΔPSS	-۳/۴
	CI %۹۵	(-۵-, ۱/۸)

	T	-۴/۲۰
	value-p	<۰/۰۰۱
	d s' Cohen	۰/۶۸
کیفیت زندگی	$\Delta WHOQOL$	+۵/۱
	CI %۹۵	(+۲+ ,۸/۲)
	T	۳/۲۰
	value-p	۰/۰۰۱۶
	d s' Cohen	۰/۴۵

### بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه مشاهده شد که مداخله محیطی مبتنی بر اصول معماری زیست‌دوست منجر به کاهش معنادار استرس ادراک شده (PSS-10) و افزایش معنادار کیفیت زندگی (WHOQOL-BREF) در مقایسه با گروه کنترل گردید. تحلیل‌های مدل خطی مختلط نشان داد تعامل گروه×زمان برای هر دو متغیر اصلی معنادار بوده و اندازه اثر متوسط تا بزرگ برای  $\Delta PSS$  و اندازه اثر متوسط برای  $\Delta QoL$  گزارش شد. این الگو نشان می‌دهد که اعمال مجموعه نسبتاً محدود اما استاندارد شده از عناصر زیست‌دوست (گیاهان داخلی، افزایش نور طبیعی و مصالح/نماهای طبیعی) می‌تواند در بازه زمانی ۸ هفته تغییرات بالینی-معناداری در سازگاری روانی شرکت‌کنندگان ایجاد کند (یافته‌ها؛ جداول ۳-۶).

نتایج ما همسو با مرورها و مطالعات میدانی است (Fan & Baharum, 2024; Yin et al., Al Khatib et al., 2024); که نشان می‌دهند مداخلات زیست‌دوست می‌تواند بهبودهای قابل توجهی در شاخص‌های روانی-رفاهی ایجاد کند؛ با این حال مطالعه حاضر با تاکید بر طراحی استاندارد شده مداخله و نمره‌گذاری «وفاداری زیست‌دوست» تلاش کرده معیار دقیق‌تری از دوز مواجهه ارائه دهد که در بسیاری از مطالعات پیشین لاپوشانی داشته یا گزارش نشده بود (Menardo et al., 2024).

یافته‌های مطالعه حاضر را می‌توان در چارچوب دو مسیر تبیینی اصلی قرار داد: اول، بازیابی توجه<sup>۱</sup> که استدلال می‌کند مواجهه با محرک‌های طبیعی ظرفیت توجه هدفمند را بازساز می‌کند و از خستگی شناختی می‌کاهد؛ و دوم، بازیابی از استرس<sup>۲</sup> که کاهش سریع پاسخ‌های عاطفی و فیزیولوژیک استرس پس از تماس با طبیعت را شرح می‌دهد. در سطح رفتاری/خودگزارشی، کاهش PSS احتمالاً بازتاب افزایش عملکرد تنظیم هیجانی و کاهش بار شناختی روزمره است که به افراد امکان مدیریت بهتر فشارهای شغلی/محیطی را می‌دهد (Ulrich, 1984; Kaplan & Kaplan, 1989).

علاوه بر این، ادبیات تجربی اخیر نشان می‌دهد که مواجهه حتی با عناصر «درون‌ساختاری» طبیعت (نه الزاماً حضور در طبیعت وسیع) می‌تواند منجر به کاهش استرس و ارتقای رفاه شود؛ فراتحلیلی که تفاوت میان «طبیعت واقعی» و «طبیعت دیجیتال» را بررسی کرده نشان می‌دهد که هر دو حالت تا حدودی توان بازیابی روانی را دارند، هرچند دوز، کیفیت و پایداری اثر ممکن است تفاوت ایجاد کند (Fan & Baharum, 2024). از آنجا که مداخله ما ترکیبی از محرک‌های بصری و ملموس بود، نتایج مشاهده شده مطابق با این یافته‌هاست و نشان می‌دهد که زیست‌دوست در بسترهای داخلی می‌تواند تأثیرات عملکردی محسوس داشته باشد.

<sup>1</sup> . Attention Restoration Theory

<sup>2</sup> . Stress Recovery Theory

همچنین پژوهش‌های میدانی اخیر در محیط‌های کاری نشان داده‌اند که زیست‌دوست نه تنها با کاهش استرس مرتبط است بلکه از مسیرهایی مانند افزایش انرژی روانی<sup>1</sup> میانجی‌گر رابطه مواجهه با طبیعت و بهبود کلی رفاه شغلی است؛ به عبارت دیگر، بخش مهمی از اثر کیفیت زندگی ممکن است از طریق افزایش انرژی مثبت و انگیزش روزمره تحقق یابد که خود کاهش‌دهنده احساس فشار است (Valor et al., 2024). این سازوکار میانجی‌گر نگاه ما را به نتایج تقویت می‌کند: هم کاهش PSS و هم رشد WHOQOL می‌توانند توأمأ محصول افزایش احساس توانمندی و نشاطی باشند که فضای زیست‌دوست فراهم می‌آورد.

نکته مهم دیگر نقش چندحسی بودن مداخلات است. مطالعات تازه نشان می‌دهند که ترکیب محرک‌های بصری با عناصر شنوایی، بویایی یا لمسی می‌تواند اثر بازیابی را تقویت کند؛ بنابراین مداخله ما که هرچند بیشتر بصری/فضایی بود، اما اگر عناصر حسی تکمیلی (مثلاً تهویه خوب، بافت‌های طبیعی یا صوت‌های ملایم طبیعی) را نیز شامل می‌شد احتمالاً اثرات قوی‌تری ایجاد می‌کرد (Yin et al., 2024). این حقیقت مستلزم آن است که طراحان و پژوهشگران توجه ویژه‌ای به «طیف حسی» عناصر زیست‌دوست داشته باشند، نه صرفاً به ظاهر بصری فضا.

در نهایت، شواهد نشان می‌دهد که اثربخشی زیست‌دوست در مطالعات مختلف ناهمگن است و عوامل روش‌شناختی (نوع مداخله، دوز مواجهه، ساختار نمونه، و طول دوره پیگیری) تأثیر زیادی بر اندازه اثر دارند؛ بنابراین نتایج مثبت ما باید در چارچوب این ناهمگنی تفسیر شوند و فراسنجی‌های بیشتر برای تعیین پارامترهای بهینه طراحی (دوز-پاسخ، انتخاب عناصر، و پایداری اثر) ضروری است

### قوت‌ها و محدودیت‌های مطالعه

قوت‌ها: طراحی مداخله‌ای کنترل‌شده، استفاده از پرسشنامه‌های معتبر و قابل‌اتکا (PSS و WHOQOL-BREF)، و تلاش برای کمی‌سازی دوز مواجهه با چک‌لیست وفاداری.

محدودیت‌ها: (الف) عدم اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیولوژیک (که می‌تواند همپوشانی و تقویت شواهد را فراهم کند)؛ (ب) عدم کورسازی شرکت‌کنندگان و احتمال اثرات انتظاری؛ و (ج) بازه زمانی محدود (۸ هفته) که درباره ماندگاری اثرها اطمینان نمی‌دهد. مداخلات مبتنی بر معماری زیست‌دوست در محیط‌های داخلی می‌تواند به صورت معناداری استرس ادراک‌شده را کاهش دهد و کیفیت زندگی را در افق میان‌مدت افزایش دهد. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که حتی مجموعه‌ای از تغییرات نسبتاً ساده و استانداردشده در طراحی داخلی (گیاهان، افزایش نور طبیعی، مصالح/نماهای طبیعی) قادر به ایجاد بهبودهای بالینی-معنادارند. برای تعمیم نتایج توصیه می‌شود مطالعات میدانی تصادفی‌شده با اندازه نمونه بزرگ‌تر، پیگیری بلندمدت، و افزودن شاخص‌های فیزیولوژیک و سنجش‌های رفتاری انجام شود تا سازوکارها و پارامترهای بهینه مداخله (دوز-پاسخ، ترکیب محرک‌ها، و نقش میانجی‌گرها مانند انرژی روانی) با قطعیت بیشتری مشخص گردد.

### تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

### تشکر و قدردانی

محققان بر خود لازم می‌دانند از تمامی افرادی که با پژوهشگران همکاری صمیمانه‌ای داشتند، تشکر نمایند.

<sup>1</sup> . Vigor

## مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

## موازن اخلاقی

این پژوهش با رعایت تمامی اصول اخلاق در پژوهش‌های انسانی انجام شده است.

## شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

## حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

## References

- Al Khatib, I., Samara, F., & Ndiaye, M. (2024). A systematic review of the impact of therapeutical biophilic design on health and wellbeing of patients and care providers in healthcare services settings. *Frontiers in Built Environment*, 10, Article 1467692. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2024.1467692>
- Bolker, B. M. (2015). Linear and generalized linear mixed models In - Ecological statistics: contemporary theory and application. In (pp. 309-333). <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199672547.003.0014>
- Fan, L., & Baharum, M. R. (2024). The effects of digital nature and actual nature on stress reduction: A meta-analysis and systematic review. *Internet Interventions*, 38, 100772. <https://doi.org/10.1016/j.invent.2024.100772>
- Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*. Cambridge University Press. [https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=7180AAAIAAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=Kaplan,+R.+and+S.+Kaplan+\(1989\).+The+experience+of+nature:+A+psychological+perspective,+Cambridge+University+Press.+%09&ots=TrOXRLp92d&sig=\\_-ViV8NhhnysAvKw-siydcDSDzc](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=7180AAAIAAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=Kaplan,+R.+and+S.+Kaplan+(1989).+The+experience+of+nature:+A+psychological+perspective,+Cambridge+University+Press.+%09&ots=TrOXRLp92d&sig=_-ViV8NhhnysAvKw-siydcDSDzc)
- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15(3), 169-182. [https://doi.org/10.1016/0272-4944\(95\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90001-2)
- Menardo, E., Brondino, M., Damian, O., Lezcano, M., Marossi, C., & Pasini, M. (2024). Students perceived restorativeness of university environment: The validation of the Rest@U scale. *Frontiers in Psychology*, 15, Article 1348483. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1348483>
- Sharif-Nia, H., & et al. (2024). Assessing the validity and reliability of the 10-item Persian Perceived Stress Scale (PSS-10-P) in postoperative patients. *Frontiers in Psychiatry*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1402122>
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420-421. <https://doi.org/10.1126/science.6143402>
- Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3), 201-230. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80184-7](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80184-7)
- Valor, C., Redondo, R., & Carrero, I. (2024). Explaining the influence of biophilic design on employee well-being. *Scientific Reports*, 14, 32090. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-83791-9>
- Yılmaz Koğar, E., & Koğar, H. (2024). A systematic review and meta-analytic confirmatory factor analysis of the perceived stress scale (PSS-10 and PSS-14). *Stress and Health*, 40(1), e3285. <https://doi.org/10.1002/smi.3285>
- Yin, J., Zhu, H., & Yuan, J. (2024). Health impacts of biophilic design from a multisensory interaction perspective: Empirical evidence, research designs, and future directions. *Land*, 13(9), 1448. <https://doi.org/10.3390/land13091448>