Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

January & February 2026. Volume 14. Num 6

Research Paper

# Identifying Distracting Architectural Factors of the Therapeutic Environment and the Effect of Their Modification on the Rehabilitation Outcomes in ADHD Children: A Research Study Proposal

***Shayan Mehrshahi**[1]

1. Department of Construction, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

**Citation** Mehrshahi Sh. [Identifying Distracting Architectural Factors of the Therapeutic Environment and the Effect of Their Modification on the Rehabilitation Outcomes in ADHD Children: A Research Study Proposal (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2026; 14(6):980-997. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.6.1

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.6.1

## ABSTRACT

**Background and Aims** This study investigated how the built environment influences therapeutic outcomes for children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD), who often experience sensory processing difficulties, attention deficits, and learning challenges. Environmental distractions and sensory overload can hinder engagement and progress during therapy. To address this, the research proposes using eye-tracking technology as a non-invasive method to measure children's visual attention and identify design elements, such as lighting, color, clutter, and spatial layout that contribute to distraction, anxiety, or disengagement.

**Methods** This study employed a mixed-methods design in two phases. In Phase 1, children's gaze behaviors (fixation duration, saccades, and gaze distribution) will be recorded during therapy to pinpoint distracting environmental features. In phase 2, these environments will be modified to minimize identified distractors, followed by reassessment to measure improvements in focus, engagement, and behavior. Complementary assessments—the short sensory profile 2 (SSP2), conners continuous performance test (CPT-3), and strengths and difficulties questionnaire (SDQ)—will evaluate sensory and behavioral responses before and after environmental redesign.

**Results** Expected outcomes include identifying key environmental factors that hinder attention, demonstrating the effectiveness of spatial modifications, and developing a framework for designing therapeutic spaces optimized for children with ADHD.

**Conclusion** The findings aim to bridge clinical rehabilitation and environmental psychology, guiding evidence-based design principles for therapy centers, classrooms, and inclusive learning environments that better support children's neurological and sensory needs.

**Keywords** Architecture, Attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD), Environment, Rehabilitation

**Received:** 07 Oct 2025
**Accepted:** 14 Oct 2025
**Available Online:** 21 Jan 2026

**** Corresponding Author:***
**Shayan Mehrshahi**
**Address:** Department of Construction, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
**Tel:** +98 (919) 6879391
**E-Mail:** shayanmehrshahiesga4238@gmail.com

Copyright © 2026 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

## Extended Abstract

### Introduction

Developmental and sensory processing difficulties affect a considerable proportion of children worldwide, influencing their capacity to learn, interact, and participate in daily life. The term developmental disorders encompasses a wide spectrum of conditions, such as autism spectrum disorder (ASD), attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD), intellectual disabilities, and global developmental delay. While these conditions differ in clinical presentation, they often share overlapping challenges in sensory integration, attentional regulation, and adaptive behavior [1, 2]. Similarly, sensory processing disorders (SPD) are increasingly recognized as conditions in which the brain has difficulty receiving, interpreting, and responding appropriately to sensory information [3]. For many children, difficulties in integrating sensory input manifest in the form of hyper-reactivity, distractibility, or avoidance behaviors that compromise engagement in structured activities, such as therapy or classroom learning [4].

The prevalence of developmental and sensory integration difficulties is significant. Recent estimates suggest that approximately 1 in 36 children are diagnosed with ASD, around 5–7% with ADHD, and between 5–10% with specific learning disorders [5–7]. Although each diagnosis carries its own diagnostic criteria, many children experience overlapping sensory and attentional difficulties. These challenges extend beyond the home and clinical settings to influence performance in school, social participation, and long-term independence. The consequences are not only personal but societal, with economic and caregiving burdens being substantial [8]. Thus, optimizing therapeutic interventions and their supporting environments is both a clinical and social imperative.

Rehabilitation and special education settings are typically designed to deliver evidence-based therapeutic services. Yet, the influence of architectural and environmental factors is often underestimated. The sensory qualities of a therapeutic space—light, color, layout, visual complexity, and acoustic properties—can significantly alter a child's level of comfort and engagement [9]. For example, excessive clutter, bright fluorescent lighting, or patterned walls may overwhelm a child with sensory sensitivities, triggering stress or withdrawal behaviors. Conversely, environments with clear spatial organization, calming visual cues, and minimal distractors can support attention, regulation, and active participation [10].

Despite this intuitive connection, systematic evaluation of how specific architectural elements affect children's therapeutic performance remains scarce. Rehabilitation research often prioritizes therapeutic techniques, behavioral interventions, occupational therapy, or educational supports, while neglecting the contextual influence of the physical setting. This oversight may limit the effectiveness of otherwise well-designed interventions. In other words, a mismatch between a child's sensory profile and their treatment environment may act as a hidden barrier to progress [11].

Eye-tracking technology offers a unique window into how children visually interact with their surroundings. By recording gaze behavior, researchers can map where, when, and how long individuals focus their attention. Unlike self-report methods, which are unreliable for children—especially those with communication difficulties, such as ADHD—eye tracking provides objective, quantitative data about attentional patterns [12]. Eye tracking has been widely applied in cognitive psychology, marketing, human-computer interaction, and, increasingly, in clinical populations. In the context of developmental disorders, eye tracking has revealed distinctive gaze patterns in autistic children (e.g. reduced fixation on eyes and increased attention to peripheral objects), heightened distractibility in children with ADHD, and differences in visual scanning strategies among those with learning disorders [13–15]. These insights confirm that atypical visual attention is a common marker across multiple developmental profiles.

For rehabilitation environments, eye tracking can reveal which features of a room capture ADHD children's attention in helpful or unhelpful ways. For instance, if gaze analysis shows that children fixate disproportionately on wall posters, light fixtures, or passing movements outside a window, these elements can be targeted for environmental adjustment. In this way, eye tracking becomes both a diagnostic and design-oriented tool: it identifies the problem and guides the solution [16].

While sensory processing challenges are well-documented, most therapeutic research treats the environment as a static backdrop rather than a dynamic variable. Few studies have systematically linked environmental design features to therapeutic outcomes, and even fewer have employed objective measurement tools, such as eye tracking to establish this connection. Moreover, most eye-tracking research in clinical populations has focused on diagnostic markers, such as detecting autism, rather than practical use in improving day-to-day intervention contexts [17, 18].

This gap creates an opportunity to explore how technology-driven insights into gaze behavior can directly inform the creation of supportive rehabilitation spaces. Instead of only using eye tracking for diagnosis, this study proposes to extend its application into environmental design, thereby bridging clinical sciences with architectural and educational practice [19].

Children with developmental and sensory processing challenges deserve environments that reduce unnecessary obstacles and actively support their therapeutic engagement. By examining how children allocate visual attention in treatment settings, we can uncover hidden sources of distraction that compromise outcomes. Adjusting these features—whether through changes in color scheme, organization, or spatial zoning—may significantly enhance children's ability to concentrate, regulate emotions, and engage in therapy [20]. This approach is not about creating uniform environments but about tailoring them to the sensory needs of children. Eye-tracking data, when combined with standardized sensory and behavioral assessments, offers a powerful evidence base for such customization [21]. Beyond clinical practice, the findings could inform guidelines for inclusive classrooms, play spaces, and community centers, ensuring broader social participation for children with diverse needs [22-24].

The proposed study has four primary objectives; to check the feasibility of using eye-tracking technology to identify visual features in rehabilitation and educational settings that interfere with children's engagement, to modify these environmental features systematically to align with children's sensory profiles, to evaluate changes in attention, engagement, and sensory regulation before and after environmental interventions, and to develop an evidence-based framework for designing therapeutic environments that are inclusive, supportive, and adaptable. By achieving these objectives, the study seeks to shift therapeutic practice toward a more holistic approach where both clinical methods and environmental design are considered co-determinants of developmental outcomes.

## Methods

### Study design

The proposed research will adopt a two-phase mixed-methods design. The first phase will focus on identifying visual and spatial features within therapeutic and educational environments that capture ADHD children's attention in ways that either support or hinder participation. The second phase will test the impact of systematic environmental modifications on children's attentional regulation and engagement. Quantitative measures, derived primarily from eye-tracking technology and standardized behavioral tools, will be complemented by qualitative observations to provide a holistic picture of how environmental variables shape therapeutic experiences.

This approach is semi-experimental in nature. Each child will serve as their own control: Baseline data collected in the original environment will be compared with post-intervention data after environmental adjustments. This within-subject design minimizes the influence of inter-individual variability and emphasizes the direct effect of environmental changes.

### Participants

A minimum of 30 participants will be recruited. This sample size is informed by power calculations assuming a medium effect size (Cohen's d = 0.5), alpha of 0.05, and power of 0.8 for paired comparisons. Allowing for attrition, recruitment will target up to 40 children. Participants will be recruited through rehabilitation centers, pediatric clinics, and inclusive schools in the local community. Flyers and information sessions will be used to inform families about the study. To ensure representativeness, efforts will be made to include children from diverse socioeconomic and cultural backgrounds. Participants will be ADHD children between the ages of 8 and 12 years who have been clinically identified with developmental and/or sensory processing challenges. Inclusion will require a confirmed ADHD diagnosis from a qualified clinician, the ability to participate in structured therapy or learning activities for at least 20 minutes, and parental or guardian consent for participation. Children will be excluded if they have uncorrected visual impairments that preclude accurate eye tracking, present with acute neurological conditions (e.g. uncontrolled seizures) that would interfere with participation, or are unable to tolerate the assessment trials despite acclimatization attempts.

### Setting

The study will be conducted in specialized therapy rooms and inclusive classrooms outfitted with mobile and stationary eye-tracking systems. Spaces will be arranged to allow children to engage in typical therapeutic tasks, such as fine-motor exercises, educational games, or occupational therapy activities while simultaneously being monitored for gaze behavior. The baseline setup will include common features found in real-world rehabilitation spaces: wall posters, shelving with toys or books, furniture, and lighting.

During Phase 2, modifications will be introduced. These may include the removal or repositioning of clutter and nonessential visual stimuli, adjustment of color schemes to softer, less stimulating tones, strategic zoning of space to delineate activity areas, and the use of visual boundaries or partitions to reduce distracting stimuli.

### Materials

### Eye-tracking systems

Screen-based eye trackers will be used for structured computer-based tasks to provide high-resolution gaze mapping to capture fixation duration, saccade frequency, heat maps of gaze distribution, and temporal attention patterns. Sessions will be recorded (with consent) to allow secondary coding of behaviors and triangulation with eye-tracking data.

### Standardized assessments

1. Short sensory profile 2 (SSP2): To evaluate children's sensory processing behaviors; 2. Conners continuous performance test (CPT-3): For children able to complete computer tasks, measuring sustained attention and impulsivity; 3. strengths and difficulties questionnaire (SDQ): completed by parents/teachers to capture behavioral and emotional regulation.

### Procedures

### Phase 1: Baseline assessment

Children will be introduced to the equipment in a playful, supportive manner to reduce anxiety. Short practice sessions will ensure they can use the tracking device. Each child will then participate in two 20–30 minute sessions in the baseline environment. Activities will include therapist-led tasks (puzzle assembly, drawing and occupational therapy exercises), and semi-structured free play with available toys or materials. Standardized assessments (SSP2, SDQ, CPT-3 where applicable) will be administered to measure the children's sensory regulation and attentional control. Eye-tracking data will be collected throughout the study, synchronized with video recordings. Observers will complete engagement checklists, and parents and therapists will also provide feedback about typical distraction patterns and the child's response to the space.

### Phase 2: Environmental intervention

Heat maps and gaze sequences will identify high-distraction areas (e.g. fixation on wall posters instead of the therapist). Accordingly, the environment will be systematically altered to reduce distractions. Modifications will be tailored but guided by general sensory design principles. Each child will undergo the same set of activities under the modified conditions. Eye-tracking, video, and observation data will again be collected.

### Phase 3: Post-assessment and comparison

After 3 weeks of regular occupational therapy in a new environmental setting, standardized assessments (SSP2, SDQ, CPT-3 where applicable) will be administered again to measure quantitative changes in sensory regulation and attentional control. Parents and therapists will be interviewed to capture qualitative impressions of differences in engagement.

### Data analysis

Paired-samples t-tests or Wilcoxon signed-rank tests (depending on data distribution) will compare fixation duration and saccadic frequency of the eye tracking device in the first session. The SSP2, SDQ, CPT-3 scores for attentional allocation pre- and post-intervention were also compared by paired t-test or Wilcoxon signed-rank tests. Video recordings and observational notes will be coded using thematic content analysis to identify patterns of engagement, avoidance, or distress. Parent and therapist interviews will be analyzed inductively to capture emergent themes about the environmental impact.

### Integration of findings

A convergent mixed-methods analysis will be employed, comparing quantitative gaze metrics with qualitative observations to validate interpretations. For example, if eye-tracking data indicate reduced fixation on irrelevant stimuli, this will be cross-checked against observed increases in task completion and reported reductions in distractibility.

## Results

Although the study has not yet been conducted, several outcomes are anticipated based on prior literature and theoretical frameworks in sensory integration, environmental psychology, and developmental rehabilitation. These expected results can be grouped into three domains: vi-

sual attention patterns, behavioral and sensory regulation, and practical frameworks for therapeutic design.

## Patterns of visual attention

Eye-tracking data collected in the baseline environment are expected to reveal that children with developmental and sensory processing challenges allocate attention disproportionately to environmental features unrelated to the therapeutic task. Specifically, it is anticipated that:

1. high fixation rates will be observed on visually salient but irrelevant stimuli (e.g. wall decorations, windows, bright objects placed on shelves); 2. shorter fixation durations on therapist-presented materials will occur, particularly in children with attentional regulation difficulties, such as ADHD; 3. frequent saccades and gaze shifts will reflect challenges in sustaining attention, leading to fragmented engagement during structured activities.

Following environmental modifications in Phase 2, it is expected that children will demonstrate:

1. increased fixation duration on task-related objects and therapist cues, reflecting greater concentration; 2. reduced frequency of gaze shifts toward distractors, indicating lower visual competition in the environment; 3. more cohesive gaze sequences with smoother transitions between relevant stimuli, suggesting improved attentional organization; 4. heat maps generated from eye-tracking software are predicted to show a measurable redistribution of visual attention, with denser areas of focus around activity materials and fewer dispersed patterns across the room.

## Behavioral and sensory regulation outcomes

Behavioral observations and standardized assessments will likely mirror improvements in gaze behavior. It is anticipated that:

1. engagement scores on observational checklists will increase, with children completing more tasks with fewer prompts from therapists; 2. reduced signs of sensory overload (e.g. fidgeting, avoidance behaviors, and covering ears/eyes) will be recorded, particularly in children with high sensory sensitivity; 3. improved scores on the SSP2 will indicate gains in processing and regulating sensory input; 4. Enhanced sustained attention, as measured by the Conners CPT-3, will be evident in children able to perform computer-based attention tasks.

These behavioral shifts are expected to be accompanied by qualitative reports from parents and therapists noting that children appear calmer, more cooperative, and more engaged in the redesigned environment.

## Broader implications for environmental design

Beyond individual-level changes, the study is expected to yield a set of generalizable design principles for therapeutic and educational spaces that serve children with developmental and sensory challenges. Anticipated outcomes include:

1. identification of specific visual elements (e.g. high-contrast colors, excessive wall décor, poorly placed windows) that are consistently distracting across participants; 2. validation of environmental modifications (e.g. decluttering, softening color schemes, creating clear spatial zoning) as effective strategies for enhancing children's focus; 3. development of a systematic framework linking sensory processing theory with architectural design, thereby offering practical guidelines for therapists, architects, and educators.

This framework could eventually inform best practices in designing rehabilitation centers, inclusive classrooms, and childcare facilities, ensuring that spaces are neurologically supportive rather than inadvertently obstructive.

## Expected quantitative significance

It is hypothesized that statistical analyses will show:

1. significant differences between pre- and post-intervention measures of fixation duration on relevant versus irrelevant stimuli ($P<0.05$); 2. medium-to-large effect sizes (Cohen's $d=0.5–0.8$) for improvements in task engagement and sensory regulation scores; 3. correlations between reduced distraction metrics and improved behavioral performance support the interpretation that environmental changes directly contribute to enhanced outcomes.

## Anticipated variability

It is also expected that not all children will respond uniformly. Variability may occur due to differences in diagnosis, sensory thresholds, or familiarity with the environment. For instance:

1. children with ASD may show strong reductions in distraction when visual clutter is minimized but may continue to fixate on repetitive patterns or lights due to intrinsic sensory preferences; 2. children with ADHD may demonstrate overall improvement but still struggle with impulsive gaze shifts despite environmental adjustments;

3. children with milder sensory sensitivities may show smaller but still measurable gains.

Such variability will be critical for refining recommendations and highlighting the need for individualized environmental adaptations. By achieving these outcomes, the research is positioned to make a meaningful contribution to interdisciplinary practice, highlighting how evidence-based environmental interventions can enhance therapeutic effectiveness for children with developmental and sensory processing challenges.

## Discussion

### Interpreting the anticipated findings

The expected outcomes of this study underscore the critical role of the physical environment in shaping children's therapeutic and learning experiences. Eye-tracking data are predicted to reveal that children with developmental and sensory processing challenges are disproportionately drawn to irrelevant visual stimuli in typical therapy rooms. This tendency reflects their heightened sensitivity to sensory input and difficulties with attentional regulation, which have been extensively documented in conditions, such as ASD and ADHD.

By systematically modifying these environments—removing clutter, softening colors, and creating clear zones—the study anticipates measurable improvements in attentional focus and engagement. This aligns with theories of sensory integration that emphasize the importance of manageable sensory input in supporting adaptive responses. Improvements in standardized sensory and behavioral assessments would provide convergent evidence that the modifications not only reduce distraction but also enhance children's capacity for regulation and participation.

Such findings would confirm that therapeutic environments are not neutral backgrounds; they are active components of intervention. This reorientation challenges traditional approaches that emphasize therapeutic methods while leaving the physical context largely unexamined.

If confirmed, the study would make several important contributions to rehabilitation science and special education practice:

### Evidence-based environmental design

The research would provide empirical evidence linking specific environmental features to therapeutic outcomes. While clinicians often rely on intuition or trial-and-error in modifying spaces, the systematic use of eye tracking offers objective confirmation of what truly distracts children. This data-driven approach elevates environmental design to a more scientific footing.

### Integration of technology and architecture

The study bridges two traditionally separate domains: clinical rehabilitation and architectural design. By demonstrating how eye-tracking technology can inform spatial modifications, it establishes a model for interdisciplinary collaboration between therapists, educators, and architects.

### Guidelines for inclusive spaces

The findings could contribute to practical guidelines for creating inclusive classrooms and therapy rooms that accommodate diverse sensory needs. Such guidelines would be valuable for schools, rehabilitation centers, and community programs seeking to support children with a range of developmental profiles.

The anticipated outcomes also carry theoretical significance. Eye-tracking data will provide new insights into how children with sensory challenges visually navigate their environments. These patterns can inform broader theories of attention, sensory processing, and developmental adaptation.

For example, the study may reveal that attentional fragmentation is not simply a symptom of underlying neurological differences but is also shaped by environmental triggers. This supports ecological models of development, which emphasize the interaction between individual characteristics and environmental affordances. In this view, challenges are not solely "within the child" but emerge from the dynamic interplay between the child and their context.

The expected outcomes of this study carry tangible implications for several stakeholders. Therapists will gain actionable insights on how to adapt treatment rooms to maximize engagement. Simple changes—such as reorganizing materials, reducing wall clutter, or adjusting lighting—may significantly enhance therapy effectiveness. Educators can use findings to create classrooms that are not only academically structured but also sensory-friendly, thereby reducing barriers to learning. Architects and designers will benefit from data-driven guidance when designing facilities intended for children with special needs. This may influence decisions on layout, furnish-

ing, and overall spatial planning and finally, parents and caregivers may be empowered to replicate some environmental strategies at home, creating continuity between therapy, school, and daily living.

## Conclusion

This research proposal seeks to move beyond the traditional view of therapy as an isolated clinical practice by positioning the environment as a dynamic partner in children's development. By applying eye-tracking technology to systematically identify and mitigate environmental distractors, the study addresses a critical but underexplored factor influencing therapeutic outcomes. Anticipated results suggest that modest but intentional environmental modifications can produce meaningful improvements in attention, engagement, and sensory regulation for children with developmental and sensory processing challenges. In doing so, the study promises to generate both immediate practical benefits and long-term theoretical contributions. Ultimately, the research advances a vision of inclusive, supportive, and responsive environments—spaces that are not merely places where therapy happens but integral components of the therapeutic process itself. By bridging clinical science with architecture and education, the study has the potential to improve not only individual therapy sessions but also the design of institutions and communities that support children's growth.

## Ethical Considerations

### Compliance with ethical guidelines

Parents/guardians as well as children will sign consent forms. Data will be anonymized, and video recordings will be securely stored. The used equipment will be non-invasive and safe. Participants can discontinue their involvement at any time without penalty, and the protocol will be reviewed and approved by the ethics committee before implementation.

### Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

### Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

### Acknowledgments

The author would like to thank Dr. Navid Mirzakhani and Prof. Khosro Khademi Kalantari for their valuable assistance in preparing this protocol.

مقاله پژوهشی

# شناسایی عوامل معماری حواس‌پرت‌کننده محیط درمان و تأثیر اصلاح آن‌ها بر نتایج توان‌بخشی در کودکان اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی: پیشنهادی برای مطالعه تحقیقاتی

*شایان مهرشاهی[1]

۱. گروه معماری، دانشکده برنامه‌ریزی و طراحی شهری و منطقه‌ای، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Mehrshahi Sh. [Identifying Distracting Architectural Factors of the Therapeutic Environment and the Effect of Their Modification on the Rehabilitation Outcomes in ADHD Children: A Research Study Proposal (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2026; 14(6):980-997. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.6.1

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.6.1

## چکیده

**مقدمه و اهداف** این مطالعه به بررسی چگونگی تأثیر محیط حواس‌پرت‌کننده بر نتایج درمانی کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی (ADHD) که اغلب مشکلات پردازش حسی، کمبود توجه و چالش‌های یادگیری را تجربه می‌کنند، خواهد پرداخت. اختلالات محیطی و بار حسی می‌تواند مانع تعامل و پیشرفت در طول درمان شود. این تحقیق پیشنهاد استفاده از فناوری ردیابی چشم را به‌عنوان روشی غیرتهاجمی برای اندازه‌گیری توجه بصری کودکان و شناسایی عناصر طراحی، مانند نورپردازی، رنگ، شلوغی و چیدمان فضایی که در حواس‌پرتی، اضطراب یا عدم مشارکت نقش دارند، مطرح می‌کند.

**مواد و روش‌ها** این مطالعه با استفاده از طرح ترکیبی در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول، رفتارهای خیره شدن کودکان (مدت‌زمان خیره شدن، حرکات جهشی و میزان خیره شدن) در طول درمان ثبت می‌شود تا ویژگی‌های محیط حواس‌پرت‌کننده مشخص شوند. در مرحله دوم، این محیط‌ها اصلاح می‌شوند تا عوامل حواس‌پرتی شناسایی‌شده به حداقل برسند و پس از آن ارزیابی مجدد برای اندازه‌گیری بهبود در تمرکز، تعامل و رفتار انجام می‌شود. ارزیابی‌های تکمیلی–پرسش‌نامه کوتاه حسی ۲ (SSP2)، آزمون عملکرد مداوم کانرز (CPT–۳) و پرسش‌نامه نقاط قوت و مشکلات (SDQ)– پاسخ‌های حسی و رفتاری را قبل و بعد از طراحی مجدد محیط ارزیابی خواهند کرد.

**یافته‌ها** نتایج مورد انتظار شامل شناسایی عوامل کلیدی محیطی که مانع توجه می‌شوند، نشان دادن اثربخشی اصلاحات فضایی و ایجاد چارچوبی برای طراحی فضاهای درمانی بهینه برای کودکان مبتلا به ADHD است.

**نتیجه‌گیری** یافته‌ها به دنبال ایجاد ارتباط بین توانبخشی بالینی و روانشناسی محیطی بوده و راهنمای اصول طراحی مبتنی بر شواهد را برای مراکز درمانی، کلاس‌های درس و محیط‌های یادگیری فراهم خواهد کرد که بهتر نیازهای عصبی و حسی کودکان را پشتیبانی کند.

**کلیدواژه‌ها** معماری، اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی (ADHD)، محیط، توان‌بخشی

تاریخ دریافت: ۱۵ مهر ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۲۲ مهر ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۰۱ بهمن ۱۴۰۴

* **نویسنده مسئول:**

شایان مهرشاهی

**نشانی:** تهران، دانشگاه شهید بهشتی،دانشکده برنامه‌ریزی و طراحی شهری و منطقه‌ای، گروه معماری.

**تلفن:** ۶۸۷۹۳۹۱ (۹۱۹) ۹۸+

**رایانامه:** shayanmehrshahiesga4238@gmail.com

Copyright © 2026 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

## مقدمه و هدف

مشکلات رشدی و پردازش حسی بخش قابل‌توجهی از کودکان در سراسر جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و بر ظرفیت آن‌ها در یادگیری، تعامل و مشارکت در زندگی روزمره تأثیر می‌گذارد. اصطلاح اختلالات رشدی شامل طیف گسترده‌ای از بیماری‌ها مانند اختلال طیف اوتیسم[1] (ASD)، اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی[2] (ADHD)، ناتوانی‌های ذهنی و تأخیر جهانی در رشد است. اگرچه این بیماری‌ها ازنظر بالینی متفاوت هستند، معمولاً چالش‌های مشترکی در زمینه ادغام حسی، تنظیم توجه و رفتار انطباقی دارند [۱، ۲]. به‌طور مشابه، اختلالات پردازش حسی (SPD) به حالتی گفته می‌شود که در آن مغز در دریافت، تفسیر و پاسخ مناسب به اطلاعات حسی مشکل دارد [۳]. در بسیاری از کودکان، مشکلات در ادغام ورودی‌های حسی به شکل بیش‌فعالی، حواس‌پرتی یا رفتارهای اجتنابی بروز می‌کند که بر مشارکت در فعالیت‌های ساختاریافته، مانند درمان یا یادگیری در کلاس درس، تأثیر می‌گذارد [۴].

مشکلات رشد و یکپارچگی حسی شیوع قابل‌توجهی دارد. مطالعات نشان می‌دهد تقریباً از هر ۳۶ کودک، ۱ نفر مبتلا به اختلال طیف اوتیسم ، حدود ۵ تا ۷ درصد مبتلا به ADHD و بین ۵ تا ۱۰ درصد مبتلا به اختلالات یادگیری خاص هستند [۵-۷]. اگرچه هر تشخیص، معیارهای تشخیصی خاص خود را دارد، بسیاری از کودکان مشکلات حسی و توجهی مشترکی را تجربه می‌کنند. این چالش‌ها فراتر از محیط خانه و بالینی گسترش یافته و بر عملکرد در مدرسه، مشارکت اجتماعی و استقلال طولانی‌مدت تأثیر می‌گذارند. عواقب آن‌ها نه‌تنها شخصی، بلکه اجتماعی نیز هست و بار اقتصادی و مراقبتی قابل‌توجهی را به همراه دارد [۸]. بنابراین، بهینه‌سازی مداخلات درمانی و محیط‌های پشتیبان آن‌ها یک ضرورت بالینی و اجتماعی است.

محیط‌های توان‌بخشی و آموزش ویژه معمولاً برای ارائه خدمات درمانی مبتنی بر شواهد طراحی شده‌اند. بااین‌حال، تأثیر عوامل معماری و محیطی اغلب دست کم گرفته می‌شود. ویژگی‌های حسی یک فضای درمانی-نور، رنگ، چیدمان، پیچیدگی بصری و ویژگی‌های صوتی-می‌تواند سطح راحتی و تعامل کودک را به میزان قابل‌توجهی تغییر دهد [۹]. به‌عنوان‌مثال، شلوغی بیش از حد، نور فلورسنت روشن یا دیوارهای طرح‌دار ممکن است کودک دارای حساسیت‌های حسی را تحت الشعاع قرار دهد و باعث ایجاد استرس یا رفتارهای گوشه‌گیرانه شود. برعکس، محیط‌هایی با سازماندهی فضایی واضح، نشانه‌های بصری آرامش‌بخش و حداقل عوامل حواس‌پرتی می‌توانند باعث توجه، تنظیم احساسات و مشارکت فعال شوند [۱۰].

علی‌رغم این ارتباط شهودی، ارزیابی‌های سیستماتیک زیادی در زمینه چگونگی تأثیر عناصر معماری خاص بر عملکرد درمانی کودکان همچنان انجام نشده است. تحقیقات توان‌بخشی اغلب تکنیک‌های درمانی، مداخلات رفتاری، کاردرمانی یا حمایت‌های آموزشی را در اولویت قرار می‌دهند، درحالی‌که تأثیر زمینه‌ای محیط فیزیکی را نادیده می‌گیرند. این غفلت ممکن است اثربخشی مداخلات با طراحی مناسب را محدود کند. به‌عبارت‌دیگر، عدم تطابق بین ویژگی‌های حسی کودک و محیط درمانی او ممکن است به‌عنوان مانعی پنهان برای پیشرفت عمل کند [۱۱].

فناوری ردیابی چشم، دریچه‌ای منحصربه‌فرد به چگونگی تعامل بصری کودکان با محیط اطرافشان ارائه می‌دهد. با ثبت رفتار نگاه، محققان می‌توانند مشخص کنند که افراد در کجا، چه زمانی و چه مدت بر روی چه چیزهایی تمرکز می‌کنند. برخلاف روش‌های خودگزارشی که برای کودکان—به‌ویژه کودکان با مشکلات ارتباطی مانند—ADHD غیرقابل‌اعتماد هستند، ردیابی چشم داده‌های عینی و کمی درباره الگوهای توجه ارائه می‌دهد [۱۲]. ردیابی چشم به‌طور گسترده در روانشناسی شناختی، بازاریابی، تعامل انسان و کامپیوتر و به‌طور فزاینده‌ای در جمعیت‌های بالینی کاربرد دارد. در زمینه اختلالات رشد، ردیابی چشم، چشم الگوهای متمایز نگاهی را در کودکان مبتلا به اوتیسم (مانند کاهش تمرکز بر روی چشم‌ها و افزایش توجه به اشیای محیطی)، حواس‌پرتی بیشتر در کودکان مبتلا به ADHD و تفاوت در استراتژی‌های جست‌وجوی بصری در بین افراد مبتلا به اختلالات یادگیری نشان داده است [۱۳-۱۵]. این اطلاعات تأیید می‌کند توجه بصری غیرمعمول یک نشانگر رایج در بین پروفایل‌های مختلف رشدی است.

در مورد محیط‌های توان‌بخشی، ردیابی چشم می‌تواند نشان دهد کدام ویژگی‌های اتاق توجه کودکان ADHD را به روش‌های مفید یا غیرمفید جلب می‌کند. به‌عنوان‌مثال، اگر تجزیه‌وتحلیل نگاه نشان دهد که کودکان به‌طور نامتناسبی به پوسترهای دیواری، چراغ‌ها یا حرکات عبوری از بیرون پنجره خیره می‌شوند، می‌توان این موارد را اصلاح کرد. به این ترتیب، ردیابی چشم هم به ابزاری تشخیصی و هم طراحی محور تبدیل می‌شود: مشکل را شناسایی کرده و راه حل نشان می‌دهد [۱۶].

درحالی‌که مطالعات زیادی بر روی چالش‌های پردازش حسی انجام شده است. اکثر تحقیقات درمانی، محیط را به‌عنوان یک پس‌زمینه ثابت در نظر می‌گیرند تا یک متغیر پویا. مطالعات کمی به‌طور سیستماتیک ویژگی‌های طراحی محیطی را با نتایج درمانی مرتبط دانسته‌اند و حتی تعداد کمتری از ابزارهای اندازه‌گیری عینی، مانند ردیابی چشم، برای ایجاد این ارتباط استفاده کرده‌اند. علاوه‌براین، اکثر مطالعات بر ردیابی چشم در جمعیت‌های بالینی بر نشانگرهای تشخیصی، مانند تشخیص اوتیسم، متمرکز شده‌اند تا استفاده عملی در بهبود زمینه‌های مداخله روزمره [۱۷، ۱۸].

1. Autism Spectrum Disorder (ASD)
2. Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD)

این شکاف فرصتی را برای بررسی این موضوع فراهم می‌آورد که چگونه بینش‌های مبتنی بر فناوری در مورد رفتار نگاه می‌توانند به‌طور مستقیم در ایجاد فضاهای توان‌بخشی حمایتی مورد استفاده قرار گیرند. به‌جای استفاده صرف از ردیابی چشم برای تشخیص، این مطالعه پیشنهاد می‌کند کاربرد آن را به طراحی محیطی گسترش دهد و بدین ترتیب علوم بالینی را با عمل‌های معماری و آموزشی پیوند دهد [۱۹].

کودکانی که با مشکلات پردازش حسی و رشدی مواجه هستند، شایسته محیط‌هایی هستند که موانع غیرضروری را کاهش داده و به‌طور فعال از مشارکت درمانی آن‌ها حمایت کند. با بررسی چگونگی اختصاص توجه بصری کودکان در محیط‌های درمانی، می‌توان عوامل پنهان حواس‌پرتی را که نتایج را تحت الشعاع قرار می‌دهد، مشخص کرد. تنظیم این ویژگی‌ها - چه از طریق تغییر در طرح رنگ، سازماندهی یا منطقه‌بندی فضایی - می‌تواند توانایی کودکان در تمرکز، تنظیم احساسات و مشارکت در درمان را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد [۲۰]. این رویکرد به دنبال ایجاد محیط‌های یکسان نیست، بلکه به دنبال متناسب‌سازی آن‌ها با نیازهای حسی کودکان است. داده‌های ردیابی چشم، هنگامی که با ارزیابی‌های حسی و رفتاری استاندارد ترکیب می‌شوند، شواهد قدرتمندی را برای چنین سفارشی‌سازی ارائه می‌دهند [۲۱]. فراتر از کاربرد بالینی، یافته‌ها می‌توانند دستورالعمل‌هایی را برای کلاس‌های درس فراگیر، فضاهای بازی و مراکز اجتماعی ارائه دهند و تضمین‌کننده مشارکت اجتماعی گسترده‌تری برای کودکان با نیازهای متنوع باشند [۲۲-۲۴].

این مطالعه پیشنهادی چهار هدف اصلی دارد: بررسی امکان‌سنجی استفاده از فناوری ردیابی چشم برای شناسایی ویژگی‌های بصری در محیط‌های توان‌بخشی و آموزشی که با تعامل کودکان تداخل دارند، اصلاح سیستماتیک این ویژگی‌های محیطی برای همسو شدن با ویژگی‌های حسی کودکان، ارزیابی تغییرات در توجه، تعدیل و تنظیم حسی قبل و بعد از مداخلات محیطی، و ایجاد چارچوبی مبتنی بر شواهد برای طراحی محیط‌های درمانی که فراگیر، حمایتی و سازگار باشند.

با دستیابی به این اهداف، این مطالعه در تلاش است تا عمل درمانی را به سمت رویکردی جامع‌تر سوق دهد که در آن هم روش‌های بالینی و هم طراحی محیطی به‌عنوان عوامل مشترک تأثیرگذار بر نتایج رشدی در نظر گرفته شوند.

## مواد و روش‌ها

### طرح مطالعه

این تحقیق پیشنهادی، دارای طرح ترکیبی دو مرحله‌ای خواهد بود. مرحله اول بر شناسایی ویژگی‌های بصری و فضایی در محیط‌های درمانی و آموزشی متمرکز خواهد بود که توجه کودکان مبتلا به ADHD را به‌گونه‌ای جلب می‌کند که یا از مشارکت آن‌ها حمایت کند یا مانع آن شود. مرحله دوم تأثیر تغییرات سیستماتیک محیطی بر تنظیم توجه و درگیری کودکان را آزمایش خواهد کرد. اندازه‌گیری‌های کمی که عمدتاً از فناوری ردیابی چشم و ابزارهای رفتاری استاندارد به دست می‌آیند، با مشاهدات کیفی تکمیل خواهند شد تا تصویری جامع از چگونگی تأثیر متغیرهای محیطی بر تجربیات درمانی ارائه دهند.

این رویکرد به‌طور طبیعی نیمه‌تجربی است. هر کودک به‌عنوان کنترل خود عمل خواهد کرد: داده‌های پایه‌ای که در محیط اولیه جمع‌آوری شده‌اند با داده‌های پس از مداخله پس از انجام تغییرات محیطی مقایسه خواهد شد. این طراحی درون‌موضوعی تأثیر تغییرات فردی بین افراد را به حداقل می‌رساند و تأثیر مستقیم تغییرات محیطی را مورد تأکید قرار می‌دهد.

### مشارکت‌کنندگان

حداقل ۳۰ شرکت‌کننده انتخاب خواهند شد. این حجم نمونه با محاسبات توان با فرض اندازه اثر متوسط (Cohen's d =۰/۵)، آلفای ۰/۰۵ و توان ۰/۸ برای مقایسه‌های زوجی تعیین شده است. با در نظر گرفتن ریزش نمونه، تعداد شرکت‌کنندگان تا ۴۰ کودک افزایش خواهد یافت.

شرکت‌کنندگان از طریق مراکز توان‌بخشی، کلینیک‌های کودکان و مدارس فراگیر در جامعه محلی جذب خواهند شد. از بروشورها و جلسات اطلاعاتی برای آگاه‌سازی خانواده‌ها درباره این مطالعه استفاده خواهد شد. به‌منظور تضمین نمایندگی، تلاش خواهد شد تا کودکان از زمینه‌های اجتماعی-اقتصادی و فرهنگی متنوع شامل شوند.

### معیار ورود

شرکت‌کنندگان، کودکان ADHD بین ۸ تا ۱۲ سال خواهند بود که ازنظر بالینی دارای مشکلات رشدی و/یا پردازش حسی تشخیص داده شده‌اند. شرکت در این مطالعه مستلزم تشخیص قطعی ADHD توسط یک پزشک متخصص، توانایی شرکت در درمان ساختاریافته یا فعالیت‌های یادگیری حداقل به‌مدت ۲۰ دقیقه و رضایت والدین یا سرپرست برای شرکت در مطالعه است..

### معیار خروج

کودکان در صورتی که دارای اختلالات بینایی غیرقابل‌اصلاح باشند که مانع از ردیابی دقیق چشم شود، دارای شرایط عصبی حاد (مانند تشنج‌های غیرقابل‌کنترل) باشند که موجب تداخل در شرکت در مطالعه شود، یا نتوانند با وجود تلاش‌های آشنایی، ارزیابی‌ها را تحمل کنند، از مطالعه کنار گذاشته خواهند شد.

### محیط مطالعه

این مطالعه در اتاق‌های درمانی تخصصی و کلاس‌های درس فراگیر مجهز به سیستم‌های ردیابی چشم سیار و ثابت انجام خواهد شد. فضاها به‌گونه‌ای چیده می‌شوند که کودکان بتوانند در کارهای درمانی معمول، مانند تمرینات حرکتی ظریف، بازی‌های آموزشی یا فعالیت‌های کاردرمانی شرکت کنند و درعین‌حال رفتار نگاه آن‌ها نیز تحت نظارت قرار گیرد. تنظیمات اولیه شامل ویژگی‌های رایج موجود در فضاهای توان‌بخشی دنیای واقعی مثل پوسترهای دیواری، قفسه‌بندی با اسباب‌بازی یا کتاب، مبلمان و نورپردازی خواهد بود.

در طول مرحله ۲، اصلاحاتی اعمال خواهد شد که ممکن است شامل حذف یا تغییر مکان اشیای اضافی و محرک‌های بصری غیرضروری، تنظیم طرح‌های رنگی به رنگ‌های ملایم‌تر و کمتر تحریک‌کننده، منطقه‌بندی استراتژیک فضا برای مشخص کردن مناطق فعالیت و استفاده از مرزها یا پارتیشن‌های بصری برای کاهش محرک‌های حواس‌پرتی باشد.

### سیستم‌های ردیابی چشم

از ردیاب‌های چشم مبتنی بر صفحه نمایش برای انجام وظایف ساختارمند مبتنی بر کامپیوتر استفاده خواهد شد تا نقشه‌برداری دقیق از نگاه را فراهم کند و مدت‌زمان ثابت‌نگری، فراوانی حرکات سریع چشم، نقشه‌های حرارتی توزیع نگاه و الگوهای توجه زمانی را ثبت کند. جلسات (با رضایت) ضبط خواهند شد تا امکان کدگذاری ثانویه رفتارها و مثلث‌بندی با داده‌های ردیابی چشم فراهم شود.

### ارزیابی‌های استاندارد

- پرسش‌نامه کوتاه حسی[3] (SSP2): برای ارزیابی رفتارهای پردازش حسی کودکان.

- آزمون عملکرد پیوسته کانرز[4] (CPT-3): برای کودکانی که قادر به انجام وظایف کامپیوتری هستند که توجه پایدار و تکانشگری را اندازه‌گیری می‌کند.

- پرسش‌نامه قوت‌ها و مشکلات[5] (SDQ): توسط والدین/معلمان تکمیل می‌شود تا تنظیم رفتار و عواطف را ثبت کند.

### مراحل کار

#### مرحله ۱: ارزیابی پایه

کودکان به تجهیزات به شیوه‌ای بازیگوش و حمایتی معرفی خواهند شد تا اضطراب آن‌ها کاهش یابد. جلسات تمرینی کوتاه اطمینان حاصل می‌کند که آن‌ها می‌توانند از دستگاه ردیابی استفاده کنند. سپس هر کودک در دو جلسه ۲۰ تا ۳۰ دقیقه‌ای در محیط پایه شرکت خواهد کرد. فعالیت‌ها شامل وظایف تحت هدایت درمانگر (مونتاژ پازل، نقاشی و تمرینات کاردرمانی) و بازی آزاد نیمه‌ساختارمند با اسباب‌بازی‌ها یا مواد موجود خواهد بود. ارزیابی‌های استاندارد (SSP2، SDQ، CPT-3 در صورت لزوم) برای اندازه‌گیری تنظیم حسی و کنترل توجه کودکان انجام خواهد شد.

داده‌های ردیابی چشم در طول مطالعه جمع‌آوری و با ضبط‌های ویدیویی همزمان‌سازی می‌شوند. ناظران چک‌لیست‌های مربوط به مشارکت را تکمیل می‌کنند و والدین و درمانگران نیز بازخوردی درباره الگوهای حواس‌پرتی معمول و واکنش کودک به فضا ارائه خواهند داد.

#### مرحله ۲: مداخله محیطی

نقشه‌های حرارتی و توالی‌های نگاه، مناطق با میزان بالای حواس‌پرتی (مثلاً خیره شدن به پوسترهای دیواری به‌جای درمانگر) را شناسایی می‌کنند. براین‌اساس، محیط به‌طور سیستماتیک تغییر داده می‌شود تا حواس‌پرتی‌ها کاهش یابد. اصلاحات متناسب با شرایط انجام می‌شوند، اما تحت اصول کلی طراحی حسی هدایت خواهند شد. هر کودک تحت همان مجموعه فعالیت‌ها در شرایط تغییر یافته قرار خواهد گرفت. داده‌های ردیابی چشم، ویدیو و مشاهدات دوباره جمع‌آوری خواهند شد.

#### مرحله ۳: پس‌ارزیابی و مقایسه

پس از ۳ هفته کاردرمانی منظم در محیطی جدید، ارزیابی‌های استاندارد (SSP2، SDQ، CPT-3 در صورت لزوم) دوباره انجام خواهد شد تا تغییرات کمی در تنظیم حسی و کنترل توجه اندازه‌گیری شود. با والدین و درمانگران مصاحبه خواهد شد تا برداشت‌های کیفی از تفاوت‌ها در تعامل ثبت شود.

### تحلیل داده‌ها

آزمون‌های **تی** برای نمونه‌های زوجی[6] یا آزمون‌های رتبه‌ای ویلکاکسون[7] (بسته به توزیع داده‌ها) مدت‌زمان ثابت‌نگری و فراوانی حرکات سریع چشم دستگاه ردیابی چشم را در جلسه اول مقایسه خواهند کرد. نمرات SSP2، SDQ و CPT-3 برای تخصیص توجه قبل و بعد از مداخله نیز با آزمون تی زوجی یا آزمون‌های رتبه‌ای ویلکاکسون مقایسه خواهند شد.

ضبط‌های ویدیویی و یادداشت‌های مشاهده‌ای با استفاده از

3. Short Sensory Profile 2 (SSP2)
4. Conners Continuous Performance Test Third Edition (CPT 3)
5. Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ)

6. Paired sample t-test
7. Wilcoxon signed-rank test

تحلیل محتوای موضوعی کدگذاری خواهند شد تا الگوهای تعامل، اجتناب یا پریشانی شناسایی شوند. مصاحبه‌های والدین و درمانگر به‌صورت استقرایی تجزیه‌وتحلیل خواهند شد تا مضامین جدید در مورد تأثیر محیطی ثبت شوند.

### ادغام یافته‌ها

تحلیل ترکیبی همگرایی که معیارهای کمی نگاه را با مشاهدات کیفی مقایسه کند به کار گرفته خواهد شد تا تفسیرها را اعتبارسنجی کند. به‌عنوان‌مثال، اگر داده‌های ردیابی چشم نشان‌دهنده کاهش خیره شدن به محرک‌های نامربوط باشد، این موضوع با افزایش سرعت انجام تکلیف محول‌شده به کودک و کاهش میزان حواس پرتی او مقایسه خواهد شد.

## یافته‌ها

### پیامدهای موردانتظار

اگرچه این مطالعه هنوز انجام نشده است، اما براساس ادبیات و چارچوب‌های نظری قبلی در زمینه ادغام حسی، روانشناسی محیطی و توان‌بخشی رشدی، نتایج موردانتظار را می‌توان در سه حوزه دسته‌بندی کرد: الگوهای توجه بصری، تنظیم رفتاری و حسی و چارچوب‌های عملی برای طراحی درمانی.

### الگوهای توجه بصری

انتظار می‌رود داده‌های ردیابی چشم جمع‌آوری‌شده در محیط اولیه نشان دهد کودکانی که دارای چالش‌های پردازش حسی و رشدی هستند، توجه خود را به‌طور نامتناسبی به ویژگی‌های محیطی بی‌ربط به وظیفه درمانی اختصاص می‌دهند. به‌طور خاص، پیش‌بینی می‌شود که:

- میزان بالای خیره شدن به محرک‌های بصری برجسته اما نامربوط (مانند تزئینات دیواری، پنجره‌ها، اشیای روشن قرار داده‌شده در قفسه‌ها) مشاهده شود.

- مدت‌زمان خیره شدن به مطالب ارائه‌شده توسط درمانگر، به‌ویژه در کودکانی که مشکلات تنظیم توجه دارند، مانند ADHD کوتاه‌تر خواهد شد.

- پرش‌های مکرر و تغییر نگاه، نشان‌دهنده مشکلاتی در حفظ توجه است که به مشارکت منقطع در طول فعالیت‌های ساختاریافته منجر می‌شود.

پس از اصلاحات محیطی در فاز ۲، انتظار می‌رود کودکان موارد زیر را نشان دهند:

- افزایش مدت‌زمان خیره شدن به اشیای مرتبط با کار و نشانه‌های درمانگر که نشان‌دهنده تمرکز بیشتر است.

- کاهش فراوانی تغییر نگاه به سمت عوامل حواس‌پرت‌کننده که نشان‌دهنده رقابت بصری کمتر در محیط است.

- توالی‌های نگاه منسجم‌تر با انتقال‌های روان‌تر بین محرک‌های مرتبط که نشان‌دهنده بهبود سازماندهی توجه است.

- پیش‌بینی می‌شود نقشه‌های حرارتی تولیدشده از نرم‌افزار ردیابی چشم، توزیع مجدد قابل‌اندازه‌گیری توجه بصری را نشان دهند، به‌طوری‌که مناطق متمرکز بیشتری در اطراف ابزارها، وسایل، یا اقلامی که برای انجام فعالیت‌های خاص طراحی شده‌اند و الگوهای پراکنده کمتری در سرتاسر اتاق وجود داشته باشد.

### نتایج تنظیم رفتاری و حسی

مشاهدات رفتاری و ارزیابی‌های استاندارد احتمالاً بهبود در رفتار خیره شدن را نشان می‌دهند. پیش‌بینی می‌شود که:

- نمرات مشارکت در چک‌لیست‌های مشاهده‌ای افزایش یابد، به‌طوری‌که کودکان وظایف بیشتری را با یادآوری‌های کمتری از درمانگران انجام دهند.

- نشانه‌های کاهش بار حسی (مانند بی‌قراری، رفتارهای اجتنابی و پوشاندن گوش‌ها/چشم‌ها) ثبت خواهد شد، به‌ویژه در کودکان با حساسیت حسی بالا.

- نمرات بهبودیافته در پروفایل حسی کوتاه‌مدت ۲ (SSP2) نشان‌دهنده پیشرفت در پردازش و تنظیم ورودی‌های حسی خواهد بود.

- توجه پایدار بهبودیافته، همان‌طور که توسط آزمون CPT-3 کانرز اندازه‌گیری می‌شود، در کودکانی که قادر به انجام وظایف توجه مبتنی بر کامپیوتر هستند، مشهود خواهد بود.

انتظار می‌رود این تغییرات رفتاری با گزارش‌های کیفی از والدین و درمانگران همراه باشد که نشان می‌دهد کودکان در محیط بازطراحی‌شده آرام‌تر، مشارکت‌پذیرتر و فعال‌تر هستند.

### پیامدهای گسترده‌تر برای طراحی محیطی

فراتر از تغییرات در سطح فردی، انتظار می‌رود این مطالعه مجموعه‌ای از اصول طراحی قابل‌تعمیم برای فضاهای درمانی و آموزشی که به کودکان با چالش‌های توسعه‌ای و حسی خدمت می‌کنند، به دست آورد. نتایج پیش‌بینی‌شده عبارت‌اند از:

- شناسایی عناصر بصری خاص (به‌عنوان‌مثال، رنگ‌های با کنتراست بالا، دکوراسیون دیواری بیش از حد، و پنجره‌های نامناسب) که به‌طور مداوم در بین شرکت‌کنندگان حواس‌پرتی ایجاد می‌کنند.

- تأیید تغییرات محیطی (مانند کاهش شلوغی، ملایم کردن طرح‌های رنگی، و ایجاد زون‌های فضایی واضح) به‌عنوان

استراتژی‌های مؤثر برای افزایش تمرکز کودکان.

- توسعه چارچوبی سیستماتیک که نظریه پردازش حسی را با طراحی معماری پیوند دهد و درنتیجه راهنمایی‌های عملی برای درمانگران، معماران و مربیان ارائه دهد.

این چارچوب می‌تواند درنهایت بهترین شیوه‌ها را در طراحی مراکز توان‌بخشی، کلاس‌های آموزشی فراگیر و تسهیلات مراقبت از کودکان راهنمایی کند و اطمینان حاصل کند که فضاها از نظر عصبی پشتیبان هستند و به‌طور ناخواسته موانع ایجاد نمی‌کنند.

### اهمیت کمی موردانتظار

فرض بر این است که تحلیل‌های آماری نشان خواهد داد:

تفاوت‌های معناداری بین اندازه‌گیری‌های پیش از مداخله و پس از مداخله در مدت‌زمان تمرکز بر محرک‌های مرتبط در مقایسه با محرک‌های نامرتبط ($P<0/05$) وجود دارد.

- اندازه‌های اثر متوسط تا بزرگ (d کوهن=۰/۵-۰/۸) برای بهبود در نمرات مشارکت در وظایف و تنظیم حسی.

- همبستگی‌هایی بین معیارهای کاهش حواس‌پرتی و بهبود عملکرد رفتاری وجود دارد که تفسیر این موضوع را پشتیبانی می‌کند که تغییرات محیطی به‌طور مستقیم به نتایج بهبودیافته کمک می‌کند.

### تنوع موردانتظار

همچنین انتظار می‌رود همه کودکان به‌صورت یکنواخت واکنش نشان ندهند. تنوع ممکن است به‌دلیل تفاوت‌ها در تشخیص، آستانه‌های حسی یا آشنایی با محیط رخ دهد. به‌عنوان‌مثال:

- کودکان مبتلا به اوتیسم (ASD) ممکن است کاهش قابل‌توجهی در حواس‌پرتی نشان دهند. زمانی که شلوغی بصری کاهش یابد، اما ممکن است همچنان بر الگوهای تکراری یا نورها به‌دلیل ترجیحات حسی ذاتی خود تمرکز کنند.

- کودکان مبتلا به بیش‌فعالی و نقص توجه (ADHD) ممکن است بهبود کلی را نشان دهند، اما هنوز هم در تغییرات ناگهانی نگاه خود با وجود تنظیمات محیطی مشکل داشته باشند.

- کودکان با حساسیت‌های حسی خفیف‌تر ممکن است افزایش‌های کوچک‌تری اما همچنان قابل‌اندازه‌گیری نشان دهند.

چنین تنوعی برای اصلاح توصیه‌ها و برجسته کردن نیاز به سازگاری‌های محیطی فردی بسیار مهم خواهد بود.

چنین تنوعی برای اصلاح توصیه‌ها و تأکید بر نیاز به تطبیق‌های محیطی فردی، بسیار حیاتی خواهد بود.

## بحث

### تفسیر یافته‌های مورد انتظار

نتایج مورد انتظار این مطالعه بر نقش حیاتی محیط فیزیکی در شکل‌دهی به تجربیات درمانی و یادگیری کودکان تأکید می‌کند. پیش‌بینی می‌شود داده‌های ردیابی چشم نشان دهند کودکان مبتلا به چالش‌های توسعه‌ای و پردازش حسی به‌طور نامتناسبی به محرک‌های بصری نامربوط در اتاق‌های درمانی معمولی جذب می‌شوند. این تمایل منعکس‌کننده حساسیت بالای آن‌ها به ورودی‌های حسی و دشواری‌های آن‌ها در تنظیم توجه است که به‌طور گسترده‌ای در شرایطی مانند اوتیسم و بیش‌فعالی و نقص توجه مستند شده است.

با تغییر سیستماتیک این محیط‌ها—حذف شلوغی، نرم کردن رنگ‌ها و ایجاد مناطق واضح—این مطالعه پیش‌بینی می‌کند بهبودهای قابل‌اندازه‌گیری در تمرکز توجه و مشارکت حاصل خواهد شد. این موضوع با نظریه‌های ادغام حسی که بر اهمیت ورودی‌های حسی قابل‌مدیریت در حمایت از واکنش‌های سازگار تأکید می‌کنند، هم‌راستا است. بهبود در ارزیابی‌های استاندارد حسی و رفتاری شواهد هم‌راستا را فراهم می‌کند که نشان می‌دهد این تغییرات نه‌تنها حواس‌پرتی را کاهش می‌دهند، بلکه ظرفیت کودکان را برای تنظیم و مشارکت نیز افزایش می‌دهند.

این یافته‌ها تأیید خواهند کرد که محیط‌های درمانی تنها پس‌زمینه‌های بی‌طرف نیستند؛ بلکه اجزای فعال مداخله هستند. این بازنگری به رویکردهای سنتی که بر روش‌های درمانی تأکید می‌کنند و درعین‌حال زمینه فیزیکی را عمدتاً نادیده می‌گیرند، چالشی وارد می‌کند.

در صورت تأیید، این مطالعه چندین کمک مهم به علم توان‌بخشی و شیوه‌های آموزش ویژه خواهد کرد:

### طراحی محیطی مبتنی بر شواهد

این مطالعه شواهد تجربی را ارائه خواهد داد که ویژگی‌های خاص محیطی را به نتایج درمانی مرتبط می‌سازد، درحالی‌که پزشکان معمولاً به شهود یا آزمایش و خطا در تغییر فضاها تکیه می‌کنند، استفاده سیستماتیک از ردیابی چشم تأیید عینی از آنچه واقعاً کودکان را حواس‌پرت می‌کند، ارائه می‌دهد. این رویکرد مبتنی بر داده، طراحی محیطی را به سطحی علمی‌تر ارتقا می‌دهد.

### ادغام فناوری و معماری

این مطالعه دو حوزه سنتی جداگانه را به هم متصل می‌کند: توان‌بخشی بالینی و طراحی معماری. با نشان دادن اینکه چگونه فناوری ردیابی چشم می‌تواند به تغییرات فضایی اطلاع دهد،

مدلی برای همکاری بین‌رشته‌ای بین درمانگران، معلمان و معماران ایجاد می‌کند.

## نتیجه‌گیری

با دستیابی به این نتایج، این تحقیق در موقعیتی قرار خواهد گرفت که بتواند به‌طور معناداری به عمل بینرشته‌های کمک کند و نشان دهد که چگونه مداخلات محیطی مبتنی بر شواهد می‌توانند اثربخشی درمانی را برای کودکان با چالش‌های توسعه‌ای و پردازش حسی افزایش دهند.

### دستورالعمل‌هایی برای فضاهای فراگیر

یافته‌ها می‌توانند به ایجاد دستورالعمل‌های عملی برای طراحی کلاس‌های آموزشی و اتاق‌های درمانی فراگیر که نیازهای حسی متنوع را در نظر می‌گیرند، کمک کنند. این دستورالعمل‌ها برای مدارس، مراکز توان‌بخشی و برنامه‌های اجتماعی که در تلاشند از کودکان با طیف مختلفی از پروفایل‌های توسعه‌ای حمایت کنند، ارزشمند خواهند بود.

-نتایج پیش‌بینی‌شده همچنین ازجنبه نظری اهمیت دارند. داده‌های ردیابی چشم بینش‌های جدیدی را در مورد اینکه چگونه کودکان با چالش‌های حسی به‌طور بصری محیط‌های خود را پیمایش می‌کنند، ارائه خواهند داد. این الگوها می‌توانند نظریه‌های گسترده‌تری در مورد توجه، پردازش حسی و سازگاری توسعه‌ای شکل دهند.

به‌عنوان‌مثال، این مطالعه ممکن است نشان دهد انقطاع توجه صرفاً نشانه‌ای از تفاوت‌های عصبی زمینه‌ای نیست، بلکه توسط محرک‌های محیطی نیز قرار دارد. این امر از مدل‌های بوم‌شناختی توسعه حمایت می‌کند که بر تعامل بین ویژگی‌های فردی و امکانات محیطی تأکید می‌کند. از این منظر، چالش‌ها تنها «درون کودک» نیستند، بلکه از تعامل پویا بین کودک و زمینه‌اش ناشی می‌شوند.

-نتایج موردانتظار این مطالعه، پیامدهای ملموسی برای چندین ذی‌نفع دارد.

### درمانگران

درمانگران بینش‌های قابل‌عملی را در مورد نحوه تنظیم اتاق‌های درمانی برای حداکثر کردن مشارکت به دست خواهند آورد. تغییرات ساده‌ای مانند ساماندهی مجدد مواد، کاهش شلوغی دیوارها یا تنظیم نور می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی اثربخشی درمان را افزایش دهد.

### مربیان

مربیان می‌توانند از یافته‌ها برای ایجاد کلاس‌های آموزشی استفاده کنند که نه‌تنها از نظر تحصیلی سازماندهی شده‌اند، بلکه برای حواس نیز مناسب هستند و به این ترتیب موانع یادگیری را کاهش می‌دهند.

### معماران و طراحان

معماران و طراحان نیز از راهنمایی‌های مبتنی بر داده‌ها هنگام طراحی تأسیسات ویژه کودکان با نیازهای خاص بهره‌مند خواهند شد. این ممکن است بر تصمیم‌گیری‌ها در مورد چیدمان، اثاثیه و برنامه‌ریزی فضایی کلی تأثیر بگذارد.

### والدین و مراقبان

والدین و مراقبان ممکن است توانمند شوند تا برخی از استراتژی‌های محیطی را در خانه تکرار کنند و پیوستگی بین درمان، مدرسه و زندگی روزمره ایجاد کنند.

-این طرح تحقیقاتی به دنبال فراتر رفتن از دیدگاه سنتی درمان به‌عنوان یک عمل بالینی ایزوله است و محیط را به‌عنوان یک شریک پویا در توسعه کودکان قرار می‌دهد. این پیشنهاد با به‌کارگیری فناوری ردیابی چشم برای شناسایی و کاهش سیستماتیک عوامل حواس‌پرتی محیطی، به یک عامل حیاتی اما کمتر بررسی‌شده می‌پردازد که بر نتایج درمانی تأثیر می‌گذارد. نتایج پیش‌بینی‌شده نشان می‌دهد تغییرات محیطی متوسط اما هدفمند می‌توانند به بهبودهای معنادار در توجه، مشارکت و تنظیم حسی برای کودکان با چالش‌های توسعه‌ای و پردازش حسی منجر شوند. با این کار، این مطالعه نویدبخش مزایای عملی فوری و مشارکت‌های نظری بلندمدت است.

-درنهایت، این تحقیق چشم‌اندازی از محیط‌های فراگیر، حمایتی و پاسخگو را پیش می‌برد - فضاهایی که صرفاً مکان‌هایی برای انجام درمان نیستند، بلکه اجزای جدایی‌ناپذیر خود فرآیند درمانی هستند. با ایجاد پیوندی بین علم بالینی، معماری و آموزش، این مطالعه پتانسیل بهبود نه‌تنها جلسات درمان فردی بلکه طراحی نهادها و جوامعی که از رشد کودکان حمایت می‌کنند را دارد.

## ملاحظات اخلاقی

### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

والدین/سرپرستان فرم‌های رضایت را امضا خواهند کرد و در صورت لزوم، کودکان رضایت خود را اعلام می‌کنند. داده‌ها ناشناس خواهند بود و ویدیوهای ضبط‌شده به‌طور ایمن ذخیره خواهند شد. تمامی مداخلات شامل تنظیمات محیطی، نه رویه‌های پزشکی، خواهد بود و تجهیزات مورداستفاده غیرتهاجمی و ایمن خواهند بود. شرکت‌کنندگان می‌توانند در هر زمان بدون جریمه، مشارکت خود را متوقف کنند و پروتکل قبل از اجرا توسط کمیته اخلاق تحقیقات نهادی بررسی و تأیید خواهد شد.

## حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

## تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

## تشکر و قدردانی

نویسنده مراتب قدردانی صمیمانه خود را از دکتر نوید میرزاخانی و استاد خسرو خادمی کلانتری به خاطر کمک‌های ارزشمندشان در طراحی این طرح ابراز می‌دارد.

## References

[1] Hertzog D, Cermak S, Bar-Shalita T. Sensory modulation, physical activity and participation in daily occupations in young children. Canadian Journal of Occupational Therapy. 2019; 86(2):106-13. [DOI:10.1177/0008417419831403] [PMID]

[2] Jurek L, Duchier A, Gauld C, Hénault L, Giroudon C, Fourneret P, et al. Sensory processing in individuals with attention-deficit/hyperactivity disorder compared with control populations: A systematic review and meta-analysis. Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry. 2025; 64(10):1132-47. [DOI:10.1016/j.jaac.2025.02.019] [PMID]

[3] Irani N, Bavar C, Mirzakhani N, Daryabor A, Pashmdarfard M, Khademi Kalantari S. Effect of interior architecture of rehabilitation centers on the outcome of occupational therapy for children with autism spectrum disorders. Archives of Rehabilitation. 2024; 24(4):602-15. [DOI:10.32598/RJ.24.4.3671.2]

[4] Ben-Sasson A, Carter AS, Briggs-Gowan MJ. Sensory over-responsivity in elementary school: Prevalence and social-emotional correlates. Journal of Abnormal Child Psychology. 2009; 37(5):705-16. [DOI:10.1007/s10802-008-9295-8] [PMID]

[5] Maenner MJ, Warren Z, Williams AR, Amoakohene E, Bakian AV, Bilder DA, et al. Prevalence and characteristics of autism spectrum disorder among children aged 8 years-Autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2020. Morbidity and Mortality Weekly Report. 2023; 72(2):1-14. [DOI:10.15585/mmwr.ss7202a1] [PMID]

[6] Sayal K, Prasad V, Daley D, Ford T, Coghill D. ADHD in children and young people: Prevalence, care pathways, and service provision. Lancet Psychiatry. 2018; 5(2):175-86. [DOI:10.1016/S2215-0366(17)30167-0] [PMID]

[7] Landerl K, Moll K. Comorbidity of learning disorders: Prevalence and familial transmission. Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines. 2010; 51(3):287-94. [DOI:10.1111/j.1469-7610.2009.02164.x] [PMID]

[8] Global Research on Developmental Disabilities Collaborators. Developmental disabilities among children younger than 5 years in 195 countries and territories, 1990-2016: A systematic analysis for the global burden of disease study 2016. The Lancet. Global Health. 2018; 6(10):e1100-21. [DOI:10.1016/S2214-109X(18)30309-7] [PMID]

[9] Nair AS, Priya RS, Rajagopal P, Pradeepa C, Senthil R, Dhanalakshmi S, et al. A case study on the effect of light and colors in the built environment on autistic children's behavior. Front Psychiatry. 2022; 13:1042641. [DOI:10.3389/fpsyt.2022.1042641] [PMID]

[10] Sathyanarayanan H, Jiang Y, Caldas L, Cheshire C. Visual engagement and comfort perceptions in pediatric patient rooms: A virtual reality and eye-tracking study using photographic stimuli. Computers in Human Behavior Reports. 2025; 18:100636. [DOI:10.1016/j.chbr.2025.100636]

[11] Bodison SC, Parham LD. Specific sensory techniques and sensory environmental modifications for children and youth with sensory integration difficulties: A systematic review. The American Journal of Occupational Therapy. 2018; 72(1):7201190040p1-7201190040p11. [DOI:10.5014/ajot.2018.029413] [PMID]

[12] Stokes JD, Rizzo A, Geng JJ, Schweitzer JB. Measuring attentional distraction in children with ADHD using virtual reality technology with eye-tracking. Frontiers in Virtual Reality. 2022; 3:855895. [DOI:10.3389/frvir.2022.855895] [PMID]

[13] Hong N, Kim JJ, Kwon JH, Eom H, Kim E. Effect of distractors on sustained attention and hyperactivity in youth with attention deficit hyperactivity disorder using a mobile virtual reality school program. Journal of Attention Disorders. 2022; 26(3):358-69. [DOI:10.1177/1087054720986229] [PMID]

[14] Perkovich E, Laakman A, Mire S, Yoshida H. Conducting head-mounted eye-tracking research with young children with autism and children with increased likelihood of later autism diagnosis. Journal of Neurodevelopmental Disorders. 2024; 16(1):7. [DOI:10.1186/s11689-024-09524-1] [PMID]

[15] Chan AS, Leung PY, Pang TW, Sze SL. Eye-tracking training improves visuospatial working memory of children with attention-deficit/hyperactivity disorder and autism spectrum disorder. Autism Research. 2024; 17(11):2244-60. [DOI:10.1002/aur.3238] [PMID]

[16] Rosas HJ, Sussman A, Sekely AC, Lavdas AA. Using eye tracking to reveal responses to the built environment and its constituents. Applied Sciences. 2023; 13(21):12071. [DOI:10.3390/app132112071]

[17] Perkins LE. Role of eye-tracking technology and software algorithms in enhancing ADHD detection and diagnosis: A systematic literature review [Honors College Thesis]. Statesboro: Georgia Southern University; 2025. [Link]

[18] Le DD, Nguyen TKC, Le TH, Ngo TD. The use of eye-tracking technology in supporting children and adolescents with attention deficit/hyperactivity disorder: A comprehensive review. Disability and Rehabilitation. Assistive Technology. 2025; 20(5):1296-323. [DOI:10.1080/17483107.2025.2497305] [PMID]

[19] Li L, Wang L, Zhu X, Wan S. An experimental study of virtual space design for emotional intervention in autistic children with eye movement technology. Journal of Innovation and Development. 2024; 8(3):82-6. [DOI:10.54097/th82s372]

[20] Khademi Kalantari S. The impact of architectural elements in occupational therapy centers on the sensory profile of children with attention deficit hyperactivity disorder. Archives of Rehabilitation. 2025; 26(3):446-63. [DOI:10.32598/RJ.26.3.4063.1]

[21] Key AP, Venker CE, Sandbank MP. Psychophysiological and eye-tracking markers of speech and language processing in neurodevelopmental disorders: New options for difficult-to-test populations. American Journal on Intellectual and Developmental Disabilities. 2020; 125(6):465-74. [DOI:10.1352/1944-7558-125.6.465] [PMID]

[22] Mohamed, I., Almaz, A. The role of architectural and interior design in creating an autism-friendly environment to promote sensory-mitigated design as one of the autistic needs.. International Design Journal, 2024; 14(2):239-55. [DOI:10.21608/idj.2024.340122]

[23] Byun J, Joung C, Lee Y, Lee S, Won W. Le petit care: A child-attuned design for personalized adhd symptom management through ai-powered extended reality. Paper presented at: Proceedings of the Extended Abstracts of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. 25 April 2025; New York, United States. [DOI:10.1145/3706599.3720300]

[24] Khademi Kalantari S, MirzaKhani Araghi N, Khademi Kalantari S. [Utilizing eye-tracking software to identify and modify architectural factors affecting treatment outcomes for autistic children in rehabilitation treatment environments: A research proposal (Persian)]. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2025; 14(3):480-91. [DOI:10.32598/SJRM.14.3.3375]

This Page Intentionally Left Blank