



Safety Risk Assessment of Children's Playgrounds in Arak City Parks Using the FMEA Technique

Mobina Karchani ^a, Mohammadreza Vesali Naseh ^{a*}, Abolfazl Takallou Bighash ^b

^a Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Arak University, Arak, Iran

^b Department of Environmental Science and Engineering, Faculty of Engineering, Islamic Azad University Arak Branch, Arak, Iran

Original Article

Use your device to scan
and read the article online



Citation: Karchani M, Vesali Naseh M, Takallou Bighash A. Safety Risk Assessment of Children's Playgrounds in Arak City Parks Using the FMEA Technique. *Industrial Innovations*. 2025; 3(1): 32-50.

 <https://doi.org/10.61882/jii.3.1.32>

KEYWORDS

risk assessment;
safety;
FMEA technique;
children playground;
urban park.

ABSTRACT

This study aimed to identify and assess safety risks in children's playgrounds in urban parks in Arak using the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) technique. The research follows a descriptive-analytical and survey-based approach, with data collected from library resources, safety standards, and field studies, including site visits, observations, and on-site inspections. FMEA was applied for data analysis, and Excel was used for statistical calculations. To examine common playground hazards, an FMEA worksheet was completed for each park, assessing 21 criteria across five categories: lighting equipment, shading structures, protective surfaces, playground equipment, and the playground surroundings. The assessment revealed that 10% of the studied parks contained high-risk (critical) playgrounds, while 80% exhibited moderate-risk (semi-critical) conditions. The absence of shading structures and lack of age-based equipment segregation were identified as major critical hazards, affecting all examined parks. The findings indicate that the safety conditions of children's playgrounds in Arak's urban parks are inadequate. Thus, urban managers should assess and improve playground safety, prioritizing corrective actions for critical-risk parks to prevent accidents and enhance children's safety.

Extended Abstract

1. Introduction

Urban expansion and rapid population growth present serious challenges to city infrastructure, particularly in ensuring public safety. As cities grow, the risk of accidents and hazards increases, making the safety of public spaces a critical concern. Among the most vulnerable groups are children, who spend significant time in playgrounds and are especially susceptible to environmental risks. Playgrounds should offer safe, healthy, and developmentally appropriate environments. Poor design or maintenance can lead to serious injuries. Beyond recreation, playgrounds support children's physical, emotional, social, and cognitive development. They help children regulate emotions, build relationships, and learn social norms. Therefore, playground equipment must meet safety standards to prevent harm.

Global statistics underscore the urgency of this issue. In 2012, Canada reported 29,000 playground-related injuries, primarily from falls [10]. Thailand recorded a mortality rate of 22 per 100,000 among children aged 1–14 due to playground accidents [11]. In the U.S., school-age children suffer the highest rates of head and neck injuries, especially from swings, play structures, and monkey bars [12]. A 2022 study by Sansakorn et al. identified common equipment defects in Thailand, including poor material selection and unsafe structural dimensions, compounded by children's lack of safety awareness [14].

To prevent such incidents, it is essential to proactively assess and improve playground safety. Doing so enhances public health, quality of life, and community trust. In Arak, where no formal safety assessments have been conducted and playgrounds

* Corresponding author

E-mail address: m-vesalinaseh@araku.ac.ir

DOI: <https://doi.org/10.61882/jii.3.1.32>

Received: June 16, 2025; Received in revised form: September 2, 2025; Accepted: September 16, 2025.

Article type: Research Paper



are widely used by children and adolescents, this study applies the Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) technique to evaluate safety risks in urban park playgrounds.

2. Methodology

This study employs a mixed-methods approach, integrating both quantitative and qualitative research techniques for data collection and analysis. The research is categorized as applied, as it seeks to address real-world problems using insights derived from fundamental research. In terms of data collection, the study follows a descriptive-analytical and survey-based methodology. Initially, a literature review was conducted using books, national and international research articles, theses, and other academic sources to gather necessary background information. Subsequently, safety standards for playground equipment and children's play areas were reviewed to extract key safety considerations. Field assessments were then performed through on-site visits, observations, inspections, and safety audits in selected urban parks. The compliance of playgrounds with established safety standards was evaluated, identifying deficiencies, hazards, and unsafe conditions.

The safety standards considered in this study include United States Consumer Product Safety Commission (CPSC), Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI) Standard No. 1-6436, ISIRI Standard No. 2-6436, ISIRI Standard No. 3-6436, ISIRI Standard No. 6-6436, ISIRI Standard No. 7-6436, ISIRI Standard No. 10-6436.

The FMEA method was applied as a risk assessment tool, combining both quantitative and qualitative analyses. This method systematically identifies potential risks, their causes, and associated effects, ranking them by severity [28]. This method is one of the effective approaches for identifying, prioritizing, analyzing errors, and assessing the associated risks and hazards. By focusing on the root causes of errors, it helps prevent their occurrence and contributes to risk reduction. In fact, the goal of FMEA is to enhance safety and prevent problems and failures before they happen (20). The Risk Priority Number (RPN) was calculated using Equation (1) (28):

$$\text{Equation (1): } \text{RPN} = S \times O \times D$$

Where:

S = Severity (impact of the potential risk on individuals)

O = Occurrence (likelihood of the risk occurring)

D = Detection (ability to identify the risk before its occurrence)

Each factor is scored on a 1 to 10 scale, and the RPN ranges from 1 to 1000. Risks were prioritized based on their RPN values, with high-risk items requiring immediate review and resource allocation (28). After ranking risks, corrective actions were proposed to reduce or eliminate hazards, aiming to lower the severity, occurrence, and detection scores.

According to Arak Municipality data, the city has 127 urban parks, 79 of which include playgrounds. Parks larger than 10,000 m² were selected using purposive sampling, ensuring geographic diversity. A total of 20 parks were chosen across five municipal regions for risk assessment.

3. Results

The risk assessment of children's playgrounds in the selected urban parks was conducted using a combination of safety standards, direct observations, researcher expertise, and a comprehensive literature review. FMEA methodology was employed to systematically identify and evaluate potential hazards. In total, 20 FMEA worksheets were completed, each comprising 21 risk items categorized into five key sections: lighting equipment, shading structures, protective surfaces, playground equipment, and surrounding areas. This structure ensured a thorough evaluation of common hazards across all assessed parks.

Playgrounds were ranked based on their average RPN scores, reflecting overall safety conditions. The playground in Shahid Baghi Zadeh Park exhibited the highest risk with an average RPN of 195.57, followed by Madar Park (average RPN: 166.04), identifying them as high-risk locations. Conversely, the playground in Farvardin Park (average RPN: 104.61) and Shahid Bahonar Park (average RPN: 93.52) had the lowest average RPN scores, categorizing them as low-risk locations. Parks such as Azadi, Kalaleh, Hazrat Qaem Al-Mohammad, Kheibar, Shohada-ye Gomnam, Mellat, Amir Kabir, Ghadir (Phase 1), Golbarg, Ghadir (Phase 2), Tarannom, Velayat, Amir Kabir Ghadim, Moallem, Shahr, and Mosafer exhibited moderate risk levels.

Further ranking was based on the number of high- and moderate-risk hazards identified. Priority was given to the count of high-risk hazards, with moderate-risk hazards considered in cases of equal high-risk counts. Shahid Baghi Zadeh Park recorded eight high-risk hazards, and Madar Park had seven, making them the most hazardous among the studied playgrounds. Parks such as Hazrat Qaem Al-Mohammad, Kheibar, Azadi, and Shohada-ye Gomnam each had six high-risk hazards, while Kalaleh, Amir Kabir, Mellat, Ghadir (Phase 2), and Shahr had five. Golbarg, Velayat, Moallem, Amir Kabir Ghadim, Mosafer, and Tarannom each exhibited four high-risk hazards, and Ghadir (Phase 1) had three. Farvardin and Shahid Bahonar Parks, with only two high-risk hazards each, were deemed the least hazardous.

Two critical hazards—absence of shade structures over certain playground equipment and lack of age-appropriate segregation of play areas—were the most frequently observed high-risk issues, present in all studied parks.

Among the identified high-risk hazards, those with the highest individual RPN scores included:

- Unsuitable lighting pole doors and exposed electrical cables (RPN: 360) in Shohada-ye Gomnam Park
- Unrestricted access for motorcycles and bicycles (RPN: 336) in Madar Park
- Proximity to streets or seasonal rivers (RPN: 350) in Shahid Baghi Zadeh Park
- Worn-out and broken playground equipment (RPN: 350) in Azadi Park

Additionally, hazards with the highest average RPN scores across all parks were:

- Motorcycle and bicycle access (average RPN: 274.4)
- Lack of age-based segregation (average RPN: 245)
- Absence of shade structures (average RPN: 240)
- Presence of long screws and sharp edges at lighting pole bases (average RPN: 228)

4. Conclusion

This study employed FMEA technique to evaluate safety risks associated with children's playgrounds in urban parks across Arak. The findings reveal the presence of significant hazards and critical deficiencies, underscoring the urgent need for targeted interventions to address high-risk conditions.

The results indicate that playgrounds in Shahid Baghi Zadeh Park and Madar Park recorded the highest average RPN scores and the greatest number of high-risk hazards, classifying them as high-risk (critical) locations. In contrast, Farvardin Park and Shahid Bahonar Park exhibited the lowest average RPN scores and the fewest high-risk hazards, identifying them as low-risk (safe) playgrounds. The remaining parks demonstrated moderate-risk (semi-critical) conditions.

While this study offers valuable insights, it is not without limitations. The analysis focused primarily on common playground equipment and shared hazards across multiple parks to enable comparative evaluation. However, given the variability in equipment types and associated risks, further research is warranted to capture a broader spectrum of safety concerns.

Despite these constraints, the study presents several key contributions. It represents the first systematic safety assessment of urban playgrounds in Arak using a structured risk evaluation framework and established safety standards. Moreover, it introduces two distinct ranking methodologies to classify playground safety levels, enhancing the robustness of the findings.

This research lays a foundation for future investigations into playground safety and the development of safer recreational environments for children in urban settings. Given the critical importance of child safety, urban planners and public officials must adopt proactive strategies to ensure the design and maintenance of secure, well-regulated play spaces.

5. Acknowledgments

The authors extend their sincere appreciation to the Arak Municipality for supporting this study as a research initiative. They also express their gratitude to all individuals who contributed to the completion of this research.

6. Conflict of Interest

"The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this manuscript".



ارزیابی ریسک‌های ایمنی زمین‌های بازی کودکان در پارک‌های شهر اراک با استفاده از تکنیک FMEA

مبینا کارچانی^{الف}، محمدرضا وصالی ناصح^{ب*}، ابوالفضل تکلو بیغش^ج

^{الف} گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اراک، اراک، ایران. mobina.karchani.1919@gmail.com

^ب گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اراک، اراک، ایران. m-vesalinaseh@araku.ac.ir

^ج گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اراک، اراک، ایران. abtb64@yahoo.com

واژگان کلیدی	چکیده
ارزیابی ریسک؛ ایمنی؛ تکنیک FMEA؛ زمین بازی کودکان؛ پارک شهری.	محوطه‌های بازی کودکان در پارک‌های شهری، فضاهای حیاتی تفریحی محسوب می‌شوند که نقش مهمی در رشد فیزیکی و اجتماعی کودکان دارند. اگر این فضاها مطابق استانداردهای ایمنی طراحی شوند، می‌توانند محیطی امن برای بازی کودکان فراهم کنند. با این حال، تجهیزات مستقر در این محوطه‌ها گاهی تهدیدی برای سلامت کودکان محسوب می‌شوند. این پژوهش با هدف شناسایی و ارزیابی ریسک‌های ایمنی زمین‌های بازی کودکان در پارک‌های شهر اراک، از روش FMEA استفاده کرده است. نوع تحقیق توصیفی-تحلیلی و پیمایشی بوده و داده‌ها از منابع کتابخانه‌ای، استانداردها و پژوهش‌های میدانی شامل بازدید، مشاهده و بازرسی حضوری جمع‌آوری شده‌اند. تحلیل داده‌ها با روش FMEA انجام شده و برای محاسبات آماری از نرم‌افزار Excel بهره گرفته شده است. به منظور بررسی خطرات مشترک، برای هر پارک یک کاربرگ FMEA شامل ۲۱ معیار در پنج بخش (تجهیزات روشنایی، سایه‌بان، سطوح حفاظتی، تجهیزات بازی، محوطه زمین بازی) تکمیل شد. بررسی‌ها نشان داد ۱۰ درصد از پارک‌های مورد مطالعه دارای زمین بازی با ریسک بالا (بحرانی) و ۸۰ درصد دارای ریسک متوسط (نیمه بحرانی) هستند. عدم وجود سایه‌بان و تفکیک نشدن تجهیزات بر اساس گروه‌های سنی، از مهم‌ترین خطرات بحرانی در تمامی پارک‌های مورد مطالعه‌اند. بر اساس نتایج این مطالعه وضعیت ایمنی زمین‌های بازی در پارک‌های شهر اراک مناسب نیست. بنابراین مدیران شهری باید به بررسی و بهبود وضعیت ایمنی زمین‌های بازی این شهر پرداخته و خطرات بحرانی شناسایی شده و پارک‌هایی که دارای زمین بازی بحرانی هستند را جهت انجام اقدامات اصلاحی در اولویت قرار دهند تا از وقوع حوادث جلوگیری گردد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۶	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۶/۱۱	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۵	

۱- مقدمه

شهرها روز به روز در حال گسترش و افزایش جمعیت هستند و یکی از معضلات امروزه شهرها که در اثر رشد و توسعه آن‌ها به وجود آمده و زندگی و رفاه ساکنان را تحت تأثیر قرار داده، معضلات مربوط به ایمنی و امنیت شهروندان است [۱]. به عبارت دیگر با رشد برنامه‌ریزی نشده شهرنشینی و افزایش بی‌رویه جمعیت شهری، امکان بروز حوادث نیز بیشتر می‌شود [۲]. در این

میان، امنیت و ایمنی گروه‌های آسیب‌پذیر جامعه به‌ویژه کودکان دارای اهمیت خاص و ویژه‌ای است [۳]. زیرا تحت این شرایط در محیط‌هایی که کودکان بیشتر با آن محیط در تماس هستند، امکان وقوع حوادث و آسیب‌ها نیز افزایش می‌یابد [۲].

یکی از مهم‌ترین فضاها در محیط‌های شهری که دربرگیرنده کودکان و محل فعالیت‌های آن‌ها می‌باشد، پارک‌ها و محوطه‌های بازی کودکان است. پارک‌های شهری در هر مقیاسی که باشند از فضاهای سبز همسایگی و محلی گرفته تا پارک‌های شهری و منطقه‌ای، محیط کار و فعالیت کودکان تلقی می‌شوند [۴]. محوطه‌های بازی کودکان در پارک‌ها، محیط‌هایی هستند که با وسایل و تجهیزات متناسب برای فعالیت و بازی کودکان مجهز شده‌اند و به‌عنوان اصلی‌ترین منبع سرگرمی برای کودکان در تمامی سنین به حساب می‌آیند [۵، ۶]. زمین‌های بازی برای آموزش کودکان بسیار تاثیرگذارند و به کودکان در کنترل احساسات و یادگیری بهتر قوانین اجتماعی کمک قابل توجهی می‌کنند [۷]. زمین‌های بازی نه تنها باید موجب فعالیت‌های جسمی، اجتماعی، هیجانی، فکری و خلاقانه کودکان شوند، بلکه باید محیط‌هایی ایمن و سالم را برای کودکان فراهم کنند؛ به طوری که کودکان بتوانند در این گونه محیط‌ها در سطحی از ایمنی قابل قبول، بازی کنند [۸]. در صورتی که این فضاها بر اساس معیارهای ایمنی طراحی شوند، می‌توانند در رشد هرچه بیشتر و بهتر فیزیکی و اجتماعی کودکان نقش داشته باشند [۵]. اما متأسفانه آمار مربوط به حوادث ناشی از تجهیزات و وسایل نایمن فضاهای بازی و پارک‌ها، تهدیدی جدی برای سلامت کودکان تلقی می‌شود [۸]. بر اساس گزارش ولمن، در ایالت متحده سالانه حدود ۲۱۱۰۰۰ کودک به دلیل حوادث ناشی از تجهیزات زمین‌های بازی راهی اورژانس می‌شوند [۹]. در سال ۲۰۱۲ در کانادا تقریباً ۲۹۰۰۰ کودک در هنگام بازی در تجهیزات زمین بازی، به‌ویژه بر اثر سقوط از مکان‌های مرتفع، مجروح شده‌اند [۱۰]. در تایلند، کودکان ۱ تا ۱۴ ساله در تصادفات زمین بازی جان خود را از دست داده‌اند و میزان مرگ‌ومیر ۲۲ در ۱۰۰۰۰۰ محاسبه شده است [۱۱]. در ایالات متحده مشخص شد که از بین کودکان استفاده‌کننده از تجهیزات زمین بازی، کودکان سنین مدرسه، بیشترین آسیب سر و گردن را به خود اختصاص داده‌اند. بیشترین میزان شکستگی سر و گردن هنگام استفاده از تاب (۲۸٪)، سازه‌های بازی (۲۳٪) و میله میمون (۴۷٪) اتفاق افتاده است [۱۲]. بنابراین ضروری است که فضا و تجهیزات بازی پارک‌های شهری ایمن باشند و مبنی بر استانداردهای مربوطه طراحی و ساخته شوند. همچنین کودکان باید در محیط‌هایی استاندارد به بازی و تفریح بپردازند تا پیشگیری و کاهش حوادث ناگوار را برای کودکان در پی داشته باشند. ارزیابی و بررسی وضعیت ایمنی پارک‌ها می‌تواند علاوه بر ارتقا و بهبود سلامت و کیفیت زندگی بازدیدکنندگان، راحتی و آسودگی آن‌ها را در استفاده از امکانات این پارک‌ها به همراه داشته باشد [۱۳]. در زمینه ارزیابی و بررسی وضعیت ایمنی زمین بازی کودکان در سطح بین‌المللی مطالعات زیادی انجام شده است که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

پژوهش سانساکورن و همکاران در سال ۲۰۲۲ نشان داد که رایج‌ترین عیوب تجهیزات زمین بازی در تایلند شامل انتخاب مواد، فاصله پله‌ها و ارتفاع تجهیزات زمین بازی است. همچنین کودکان نسبت به استفاده ایمن از تجهیزات زمین بازی آگاه نیستند [۱۴]. در مطالعه‌ای در ازبکستان مشخص شد که در ۸۳/۳ درصد از زمین‌های بازی کودکان، تعمیر و نگهداری ضروری است و در ۵۰ درصد از زمین‌های بازی کودکان، خرابی، مواد سطحی نامناسب و خطاهای طراحی وجود دارد [۱۵]. پژوهشی در شهر داکا، بنگلادش نشان داد که مشکلات عمده برای استفاده‌کنندگان از زمین بازی، نبود چمن، زمین ناهموار و امکانات نامناسب توالت بود. نارضایتی از پارک‌ها از نبود درخت، سرسبزی، سرپناه و فضای محدود ناشی می‌شد. روشنایی ناکافی و چیدمان ناکافی صندلی و مسیره‌های پیاده‌روی بیشترین مشکلات گزارش شده بود. امکانات بازی نامناسب در ۵ درصد از زمین‌های بازی در شهر داکا مشاهده شد. همچنین فقدان امنیت به‌عنوان دلیل اصلی عدم استفاده از زمین‌های بازی و پارک‌ها در شهر داکا ذکر شده است [۱۶].

در سطح ملی نیز با توجه به اهمیت موضوع چندین مطالعه در شهرهای مختلف کشور انجام شده است که به آنها اشاره می‌گردد: مطالعه‌ای در پارک مردم شهر همدان نشان داد که از بین وسایل و تجهیزات اصلی زمین بازی، سرسره مارپیچ با ۱/۷۶ درصد، بیشترین میزان انطباق و الاکلنگ با ۲۵ درصد، کمترین میزان انطباق با استاندارد کمیسیون ایمنی محصولات آمریکا را داشتند. بزرگ‌ترین ایراد وارد شده در این زمینه طراحی غیراصولی تجهیزات بازی، نصب و جانمایی اشتباه آن‌ها در محوطه بازی کودکان عنوان شد [۱۷]. در پژوهش کاظمیان و همکاران مشخص شد که وضعیت زمین‌های بازی همه‌ی پارک‌ها در منطقه ۴

تهران در محدوده نیمه بحرانی است و ضرورتاً به اقدامات پیشگیرانه نیاز است. ۱۵/۴٪ موارد بررسی شده در سطح عادی، ۷۱/۸٪ در سطح نیمه بحرانی و ۱۲/۸٪ در سطح بحرانی است و نیاز به اقدام فوری دارند. کلیه موارد مربوط به سطح بحرانی، مربوط به وضعیت ایمنی می‌باشند [۱۸]. در پژوهشی که به ارزیابی و تحلیل وضعیت ایمنی در پارک‌های شهری شهر مشهد پرداخته شد، مشخص شد که پارک‌های مناطق توسعه‌یافته این شهر در مقایسه با پارک‌های مناطق کمتر توسعه‌یافته در وضعیت ایمن‌تری است و با بررسی شاخص احساس ایمنی مشخص شد که کاربران پارک کوهسنگی احساس ایمنی و امنیت بیشتری نسبت به کاربران پارک بسیج دارند [۱۹].

با توجه به این که تاکنون مطالعه‌ای در زمینه ارزیابی ریسک‌های ایمنی زمین‌های بازی کودکان در پارک‌های شهری در شهر اراک صورت نپذیرفته و جمعیت قابل‌توجهی در گروه سنی کودکان و نوجوانان در این شهر از این زمین‌های بازی استفاده می‌کنند، لذا این پژوهش با هدف شناسایی و ارزیابی ریسک‌های ایمنی زمین‌های بازی کودکان در پارک‌های شهری در شهر اراک با استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل شکست و آثار آن (FMEA) انجام شد. FMEA یک روش سیستماتیک و پیشگیرانه برای شناسایی و کاهش ریسک‌های بالقوه در محصولات و فرآیندها، پیش از وقوع آن‌هاست [۲۰]. این مطالعه نسبت به سایر مطالعات انجام شده دارای امتیازاتی است از جمله اینکه در این مطالعه برای نخستین بار با استفاده از استانداردها و روش ارزیابی ریسک به بررسی وضعیت ایمنی زمین بازی کودکان در پارک‌های شهری پرداخته شد و از دو روش میانگین اعداد اولویت ریسک زمین بازی کودک و تعداد خطرات با ریسک بالا و متوسط در زمین بازی کودک برای رتبه‌بندی پارک‌ها از نظر وضعیت ایمنی استفاده شد.

۲- روش تحقیق

روش تحقیق در این پژوهش از نوع کمی-کیفی است. برای این منظور از تکنیک‌های مورد استفاده در روش‌های کمی و کیفی جهت گردآوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل آن‌ها بهره گرفته شده است. این پژوهش از نظر هدف در گروه پژوهش‌های کاربردی قرار دارد که با استفاده از یافته‌های پژوهش‌های بنیادی به دنبال حل مسائل و مشکلات گوناگون می‌باشد. همچنین این پژوهش بر اساس گردآوری اطلاعات از نوع توصیفی - تحلیلی و پیمایشی است که بدین منظور ابتدا با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و با مراجعه به کتب، مقالات داخلی و خارجی، پایان‌نامه‌ها و ... به جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز پژوهش اقدام شده است. سپس با مطالعه و بررسی استانداردها در زمینه ایمنی تجهیزات بازی و زمین بازی کودکان، مهمترین نکات ایمنی مربوطه استخراج و چک‌لیست مربوطه شامل ۹۹ مورد به تفکیک ۷ بخش عمومی، سرسره، پله، سکو، نرده محافظ، تاب و الاکلنگ تهیه شد. سپس با مراجعه حضوری به فضای بازی پارک‌های شهری انتخابی، مشاهده، بازرسی و ممیزی ایمنی صورت گرفت و با استفاده از چک‌لیست‌های از قبل تهیه‌شده، رعایت نکات ایمنی لازم برای زمین بازی کودکان در پارک‌ها و میزان تطابق وضعیت موجود با استانداردها بررسی گردید و ایرادات، خطاها و عوامل خطرناک و ناایمن مورد توجه قرار گرفت. فهرست استانداردهای مورد استفاده در این پژوهش به شرح ذیل است:

- استاندارد کمیسیون ایمنی محصولات مصرفی ایالات متحده^۱ (CPSC) [۲۱]
- استاندارد شماره ۱-۶۴۳۶ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران^۲ (ISIRI) [۲۲]
- استاندارد شماره ۲-۶۴۳۶ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) [۲۳]
- استاندارد شماره ۳-۶۴۳۶ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) [۲۴]
- استاندارد شماره ۶-۶۴۳۶ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) [۲۵]
- استاندارد شماره ۷-۶۴۳۶ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) [۲۶]
- استاندارد شماره ۱۰-۶۴۳۶ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) [۲۷]

^۱ U.S. Consumer Product Safety Commission

^۲ Institute of Standards and Industrial Research of Iran

در جدول ۵، استانداردها و مراجع مربوط به هر یک از ۲۱ خطر شناسایی شده در قالب ستون ۳ در کنار ستون حالت بالقوه خطا آورده شده است.

روش FMEA یکی از روش‌های ارزیابی ریسک است که آنالیز کمی و کیفی را انجام می‌دهد و می‌کوشد تا حد ممکن خطرات بالقوه موجود در محدودهایی که در آن ارزیابی ریسک انجام می‌شود و همچنین علل و اثرات مرتبط با آن‌ها را شناسایی و رتبه‌بندی کند [۲۸]. این روش، یکی از روش‌های موثر برای شناسایی، اولویت‌بندی، تجزیه و تحلیل خطاها و ارزیابی مخاطرات و ریسک‌های ناشی از آن‌ها است. این روش با تمرکز بر منشأ خطاها، از بروز آن‌ها جلوگیری می‌کند و به کاهش مخاطرات کمک می‌کند. در واقع هدف FMEA افزایش ایمنی و پیشگیری از بروز مشکلات و نقص‌ها پیش از وقوع آن‌هاست [۲۰]. در این روش مطابق رابطه (۱)، عدد اولویت ریسک^۱ یا RPN بدست می‌آید [۲۸]:

$$RPN = S \times O \times D \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه (۱)، S شدت پیامد^۲، O احتمال وقوع^۳ و D احتمال کشف^۴ می‌باشند.

شدت پیامد شدت یا میزان جدید بودن اثر خطر بالقوه بر افراد است. شدت یا وخامت خطر فقط در مورد اثر آن در نظر گرفته می‌شود. برای شدت پیامد یا وخامت خطر شاخص‌های کمی وجود دارد که برحسب مقیاس ۱ تا ۱۰ بیان می‌گردد. جدول ۱ یک الگوی پیشنهادی برای اندازه‌گیری و ارزیابی شدت وخامت ارائه می‌کند [۲۸].

جدول ۱ شدت پیامد [۲۸]

رتبه	شدت اثر	شرح
۱	هیچ	بدون اثر است
۲	خیلی جزئی	اثر خیلی جزئی دارد
۳	جزئی	اثر جزئی بر جا می‌گذارد مثل خراش دست به هنگام تراشکاری
۴	خیلی کم	شدت اثر خیلی کم است ولی بیشتر افراد آن را احساس می‌کنند- نشت جزئی گاز
۵	کم	شدت اثر کم است مانند بریدگی دست، زخمی شدن
۶	متوسط	شدت اثر متوسط است که باعث عملکرد نامناسب می‌شود مانند ضرب‌دیدگی، مسمومیت خفیف غذایی
۷	زیاد	شدت اثر زیاد است مانند آتش گرفتن تجهیزات، سوختگی بدن، شکستگی
۸	خیلی زیاد	شدت اثر جبران‌ناپذیر است - عدم توانایی انجام وظیفه اصلی، از دست دادن یک عضو بدن
۹	خطرناک- با هشدار	شدت اثر تاسف بار است اما همراه با هشدار است
۱۰	خطرناک- بدون	شدت اثر تاسف بار است مثل خطر مرگ، تخریب کامل

احتمال وقوع مشخص می‌کند که یک علت یا مکانیسم بالقوه خطر با چه تواتری رخ می‌دهد. احتمال وقوع نیز همانند شدت پیامد بر مبنای ۱ تا ۱۰ سنجیده می‌شود. جدول ۲ یک الگوی پیشنهادی برای اندازه‌گیری و ارزیابی احتمال وقوع ارائه می‌کند [۲۸].

¹ Risk Priority Number

² Severity

³ Occurrence

⁴ Detection

جدول ۲ احتمال وقوع [۲۸]

رتبه	نرخ‌های احتمالی	احتمال وقوع
۱	کمتر از ۱ در ۱۵۰۰۰۰۰۰	بعید: نامحتمل است اما امکان دارد رخ دهد.
۲	۱ در ۱۵۰۰۰۰۰	کم: به ندرت رخ می‌دهد.
۳	۱ در ۱۵۰۰۰	
۴	۱ در ۲۰۰۰	
۵	۱ در ۴۰۰	متوسط: موردی و گاه‌به‌گاه رخ می‌دهد.
۶	۱ در ۸۰	
۷	۱ در ۲۰	محتمل: اغلب اوقات رخ می‌دهد.
۸	۱ در ۸	
۹	۱ در ۳	بسیار زیاد: تقریباً اجتناب‌ناپذیر است و
۱۰	۱ در ۲ یا بیش از آن	به‌طور مکرر رخ می‌دهد.

احتمال کشف نوعی ارزیابی از میزان توانایی شناسایی یک علت/مکانیسم وقوع نقص است. به عبارت دیگر، احتمال کشف، توانایی پی بردن به نقص قبل از وقوع آن است. احتمال کشف نیز همانند شدت پیامد و احتمال وقوع بر مبنای ۱ تا ۱۰ سنجیده می‌شود. جدول ۳ یک الگوی پیشنهادی برای اندازه‌گیری و ارزیابی احتمال کشف ارائه می‌کند [۲۸].

جدول ۳ احتمال کشف [۲۸]

رتبه	قابلیت کشف	معیار احتمال کشف
۱	تقریباً حتمی	تقریباً به‌طور حتم با کنترل‌های موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار می‌شود.
۲	خیلی زیاد	احتمال خیلی زیادی وجود دارد که با کنترل‌های موجود خطر ردیابی و آشکار شود.
۳	زیاد	احتمال زیادی وجود دارد که با کنترل‌های موجود خطر ردیابی و آشکار شود.
۴	نسبتاً زیاد	احتمال نسبتاً زیادی وجود دارد که با کنترل‌های موجود خطر ردیابی و آشکار شود.
۵	متوسط	در نیمی از موارد محتمل است که با کنترل‌های موجود نقص ردیابی و آشکار شود.
۶	کم	احتمال کمی دارد که با کنترل‌های موجود نقص ردیابی و آشکار شود.
۷	خیلی کم	احتمال خیلی کمی دارد که با کنترل‌های موجود نقص ردیابی و آشکار شود.
۸	ناچیز	احتمال ناچیزی دارد که با کنترل‌های موجود نقص ردیابی و آشکار شود.
۹	خیلی ناچیز	احتمال خیلی ناچیزی دارد که با کنترل‌های موجود نقص ردیابی و آشکار شود.
۱۰	مطلقاً هیچ	هیچ کنترلی وجود ندارد و یا در صورت وجود قادر به کشف خطر بالقوه نیست.

با توجه به جداول ۱ تا ۳ و رابطه (۱)، نمره اولویت ریسک از ۱ تا ۱۰۰۰ متغیر است. در این مرحله خطرات بر اساس عدد اولویت ریسک طبقه‌بندی می‌شوند و آن دسته از خطرها که دارای بالاترین عدد اولویت ریسک هستند، باید در درجه اول بررسی شوند و جهت آنالیز و تخصیص منابع مقدم می‌باشند [۲۸]. بعد از محاسبه اعداد اولویت ریسک و طبقه‌بندی خطرات بر اساس عدد اولویت ریسک، اقدامات اصلاحی لازم برای کاهش و یا حذف خطر، در نظر گرفته می‌شود. اقدامات اصلاحی مزبور در جهت کاهش عدد عوامل شدت اثر، احتمال وقوع و احتمال کشف صورت می‌پذیرد.

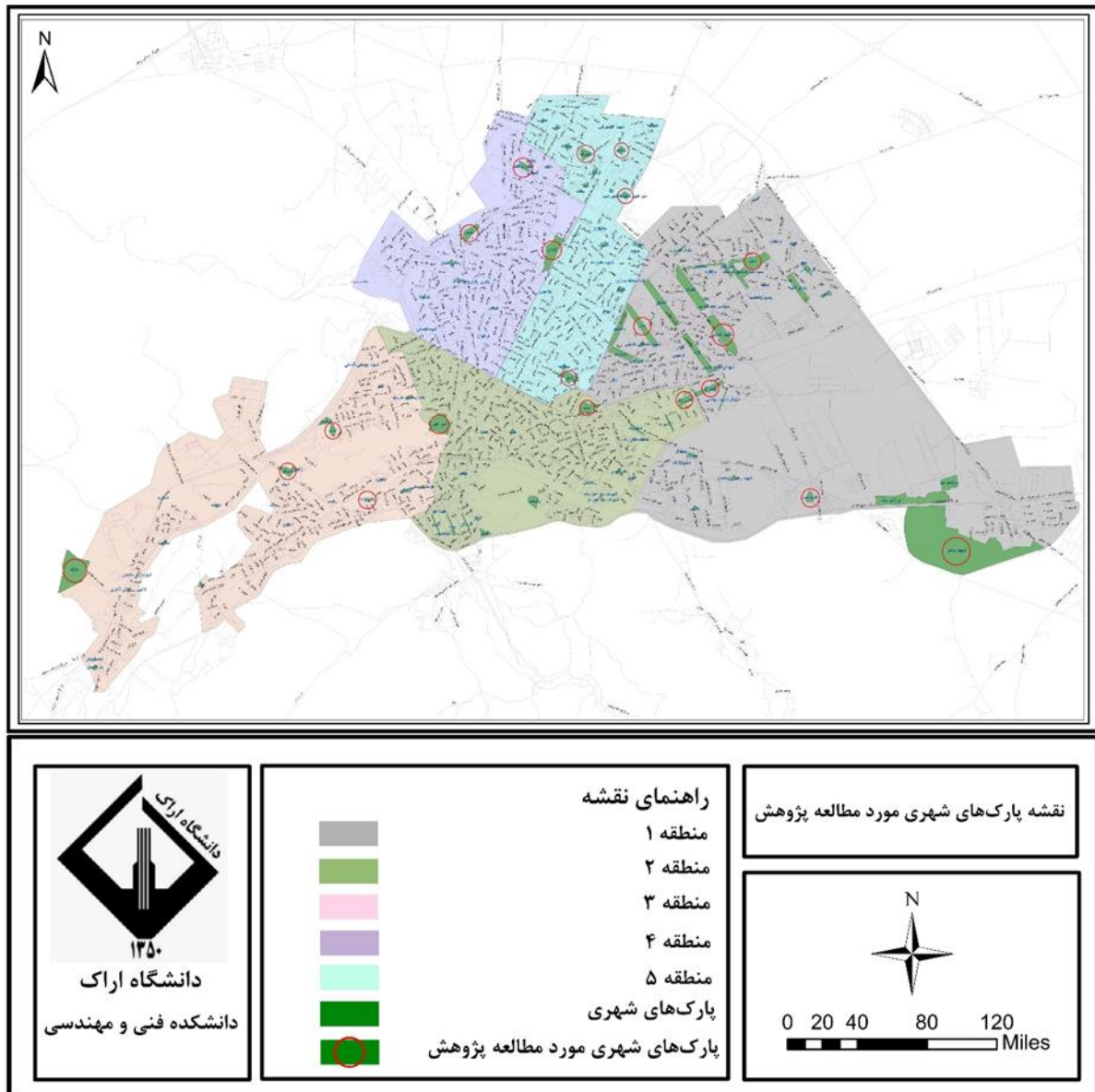
۳- محدوده مورد مطالعه

کلانشهر اراک مرکز استان مرکزی و بزرگترین شهر استان می‌باشد. شهر اراک از لحاظ مختصات جغرافیایی در عرض شمالی ۳۴ درجه و ۵ دقیقه و طول شرقی ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقه واقع گردیده است. محدوده کلان‌شهر اراک با ۶۲۸۹ هکتار مساحت از عملکردهای غالبی همچون سکونت، صنعت، خدمات و حمل‌ونقل تشکیل یافته است. محدوده کلان‌شهر اراک شامل سه منطقه شهری در اراک و شهرهای الحاقی سنجان و کرهرود به‌عنوان مناطق جدید شهری می‌باشد که این دو شهر در قالب مناطق دیگر کلان‌شهر اراک در نظر گرفته می‌شوند. بنابراین در مجموع کلان‌شهر اراک ۵ منطقه شهری، ۲۲ ناحیه شهری و ۱۶۰ محله را

شامل می‌شود [۲۹]. پارک‌ها و فضاهای سبز کلان‌شهر اراک در مجموع مساحتی معادل $۱۶۰/۳۴$ هکتار برابر $۲/۶$ درصد از محدوده کلان‌شهر اراک را به خود اختصاص داده است. سرانه این کاربری در وضع موجود برابر $۳/۱$ مترمربع به ازای هر نفر می‌باشد. این کاربری‌ها در قالب پارک‌های شهری، پارک‌های کوهستانی و سایر بوستان‌های تجهیز شده شهری شکل گرفته‌اند [۲۹]. با توجه به داده‌ها و اطلاعات به‌دست‌آمده از سازمان شهرداری اراک، به‌طور کلی تعداد ۱۲۷ پارک شهری در شهر اراک وجود دارد که از میان آن‌ها، تعداد ۷۹ پارک (منطقه ۱ با ۲۷ پارک، منطقه ۲ با ۱۲ پارک، منطقه ۳ با ۱۷ پارک، منطقه ۴ با ۷ پارک و منطقه ۵ با ۱۶ پارک) دارای زمین بازی کودکان هستند. از میان پارک‌های شهری دارای زمین بازی، پارک‌هایی که مساحت بیشتری دارند (مساحت بیش از ۱۰۰۰۰ مترمربع)، برای مطالعه در اولویت هستند. همچنین در انتخاب پارک‌ها به پراکنش مکانی پارک‌ها توجه شده است و از انتخاب پارک‌های مجاور هم و متمرکز در یک ناحیه خودداری شده است. از بین ۷۹ پارک، ۲۰ پارک (منطقه ۱ با ۶ پارک، منطقه ۲ با ۳ پارک، منطقه ۳ با ۴ پارک، منطقه ۴ با ۳ پارک و منطقه ۵ با ۴ پارک) به روش نمونه‌گیری غیر تصادفی و هدفمند برای مطالعه در پژوهش حاضر انتخاب شدند. فهرست پارک‌های شهری مورد مطالعه پژوهش به تفکیک مناطق در جدول ۴ و نقشه پارک‌های شهری مورد مطالعه پژوهش در شکل ۱ آمده است.

جدول ۴ فهرست پارک‌های شهری مورد مطالعه پژوهش به تفکیک مناطق

منطقه ۱			
ردیف	نام پارک	مساحت (مترمربع)	زمین بازی
۱	شهید باهنر	۱۱۹۴۷۵۸	✓
۲	شهدای گمنام	۱۱۱۶۷۳	✓
۳	مادر	۷۲۳۰۷	✓
۴	معلم	۷۰۲۱۰	✓
۵	غدیر فاز ۲	۳۶۲۰۰	✓
۶	فروردین	۱۷۵۰۳	✓
منطقه ۲			
ردیف	نام پارک	مساحت (مترمربع)	زمین بازی
۱	امیرکبیر قدیم	۱۱۳۵۶۵	✓
۲	ملت	۵۹۴۷۲	✓
۳	غدیر فاز ۱	۲۲۶۱۴	✓
منطقه ۳			
ردیف	نام پارک	مساحت (مترمربع)	زمین بازی
۱	کلاله	۱۵۰۰۰۰	✓
۲	شهید باقی زاده	۱۵۰۰۰	✓
۳	مسافر	۱۳۵۰۰	✓
۴	ترنم	۱۳۰۰۰	✓
منطقه ۴			
ردیف	نام پارک	مساحت (مترمربع)	زمین بازی
۱	آزادی	۱۰۶۷۹۲	✓
۲	خیبر	۳۹۵۳۲	✓
۳	حضرت قائم آل محمد	۱۵۷۲۹	✓
منطقه ۵			
ردیف	نام پارک	مساحت (مترمربع)	زمین بازی
۱	شهر	۵۸۰۰۰	✓
۲	گلبرگ	۵۵۰۰۰	✓
۳	ولایت	۱۳۰۰۰	✓
۴	امیرکبیر	۱۱۱۳۹	✓



شکل ۱ نقشه پارک‌های شهری مورد مطالعه پژوهش

۴- نتایج و بحث

ارزیابی ریسک زمین‌های بازی کودکان در پارک‌های مورد مطالعه این پژوهش با استفاده از استانداردها، مشاهدات و تجربیات پژوهشگر و مرور منابع به روش FMEA صورت گرفت و ۲۰ کاربرد FMEA توسط تیم تحقیق (متشکل از پژوهشگر، تعدادی از کارشناسان ایمنی شهرداری اراک، استاد راهنما و استاد مشاور) که دارای تخصص در زمینه ایمنی بودند و آشنایی کامل با استانداردهای مربوطه داشتند، تکمیل شد. شیوه امتیازدهی و نحوه جمع‌بندی نظرات بدین صورت بود که ابتدا افراد تیم با توجه به بازرسی ایمنی و مشاهدات خود در زمین بازی کودکان، اعداد مورد نظر خود را برای هر یک از ۳ پارامتر شدت پیامد، احتمال وقوع و احتمال کشف اعلام می‌کردند و سپس با تفکر و تحلیل، صحیح‌ترین عدد انتخاب می‌شد. هر کاربرد شامل ۲۱ حالت بالقوه خطا در ۵ بخش تجهیزات روشنایی، سایه‌بان، سطوح حفاظتی، تجهیزات بازی و محوطه زمین بازی است که به بررسی خطرات مشترک در کلیه پارک‌های مورد مطالعه می‌پردازد. جدول ۵، کاربرد تکمیل شده ارزیابی ریسک زمین بازی کودک در یکی از پارک‌ها به نام پارک شهدای گمنام را به عنوان نمونه نشان می‌دهد.

جدول ۵ ارزیابی ریسک زمین بازی کودک در پارک شهدای گمنام

موقعیت / تجهیزات	حالت بالقوه خطا	مرجع	پیامد/اثرات خطر	شدت پیامد	احتمال وقوع	احتمال کشف	عدد اولویت	اقدامات اصلاحی
	کمبود نور و روشنایی	[۱۸] و مشاهدات تیم تحقیق	زمین خوردن و برخورد کودکان با همدیگر و آسیب و جراحت و شکستگی؛ برخورد با تجهیزات دارای نوسان	۸	۴	۵	۱۶۰	افزایش روشنایی
تجهیزات روشنایی	نامناسب بودن درب پایه روشنایی و وجود دسترسی به کابل‌های الکتریکی	[۲۷]	باز کردن درب پایه روشنایی، برق‌گرفتگی و مرگ	۱۰	۶	۶	۳۶۰	بستن درب با پیچ یا قفل
	وجود پیچ‌های بلند و لبه‌های تیز در پایین پایه روشنایی	[۲۱] [۲۲]	برخورد اعضای بدن با آن و شکستگی و جراحت شدید؛ برخورد با چشم و نابینایی	۸	۵	۶	۲۴۰	نصب محافظ یا پوشش در پایین پایه روشنایی
سایه بان	نبودن سایه بان در بعضی قسمت‌های تجهیزات بازی	[۲۱]	گرم‌زدگی و آفتاب‌سوختگی؛ داغ شدن تجهیزات و سوختگی پوست	۴	۱۰	۶	۲۴۰	نصب سایه بان
سطوح حفاظتی	نبودن سطوح حفاظتی مناسب (کف‌پوش) در زمین بازی	[۲۱] [۲۲] [۲۶]	افتادن و زمین خوردن بر روی این قسمت و شکستگی و آسیب و جراحت شدیدتر؛ گیر کردن پا در این قسمت و زمین خوردن و آسیب و جراحت، شکستگی	۷	۷	۳	۱۴۷	نصب کف‌پوش مناسب
	فرسودگی و کهنگی سطوح حفاظتی (کف‌پوش) در زمین بازی	[۲۱] [۲۲] [۲۶]	گیر کردن پا و زمین خوردن و آسیب به اندام، جراحت؛ برخورد به پوست و زخمی شدن	۵	۵	۴	۱۰۰	تعویض کف‌پوش
	وجود قطعات نیمه‌کاره و بدون استفاده	مشاهدات تیم تحقیق	برخورد به آن، زمین خوردن، شکستگی، آسیب و جراحت	۷	۵	۴	۱۴۰	جمع‌آوری قطعات نیمه‌کاره و بدون استفاده
	نبودن یا شل بودن اتصالات تجهیزات بازی	[۲۱] [۲۲] [۲۳] [۲۵]	سقوط از سکو و شکستگی اندام و آسیب و جراحت و حتی مرگ؛ باز شدن سازه و سقوط به همراه اجزاء سازه، شکستگی و له شدن اندام و آسیب و جراحت و حتی مرگ	۱۰	۵	۶	۳۰۰	چک کردن اتصالات، نصب اتصالات مناسب یا محکم کردن اتصالات
تجهیزات بازی	وجود برجستگی و بیرون‌زدگی در پیچ و مهره اتصالات تجهیزات بازی	[۲۱] [۲۲]	برخورد اعضای بدن با آن و جراحت؛ گیر کردن مو و لباس، کنده شدن مو و پارگی لباس و حتی خفگی؛ برخورد با چشم و نابینایی	۱۰	۳	۵	۱۵۰	نصب پوشش روی پیچ و مهره‌ها
	وجود اتصالات و میله‌های زنگ‌زده در تجهیزات بازی	[۲۱] [۲۷]	جدا شدن اتصالات و باز شدن سازه و سقوط از سکو و شکستگی و له‌شدگی و آسیب و جراحت و حتی مرگ	۱۰	۱*	۱*	۱۰	تعمیر و رنگ کردن اتصالات و میله‌های زنگ‌زده یا تعویض آن‌ها
	وجود فرسودگی و شکستگی در تجهیزات بازی	[۲۱] [۲۲] [۲۳] [۲۶]	سقوط از سکو و شکستگی اندام و آسیب و جراحت؛ جراحت و زخمی شدن دست و صورت؛ گیر کردن لباس یا مو و کنده شدن مو، پارگی لباس	۷	۴	۴	۱۱۲	تعویض تجهیزات شکسته و فرسوده

موقعیت / تجهیزات	حالت بالقوه خطا	مرجع	پیامد/اثرات خطر	شدت پیامد	احتمال وقوع	احتمال کشف	عدد اولویت	اقدامات اصلاحی
	نبودن درپوش (کلاهک) در انتهای باز میله‌ها و لوله‌ها در تجهیزات بازی	[۲۲] [۲۱]	آسیب به اندام، جراحت و بریدگی	۵	۱*	۱*	۵	نصب درپوش (کلاهک)
	وجود حفاظ نامناسب در تجهیزات بازی (راه‌پله، سکو، سرسره و تاب)	[۲۲] [۲۱] [۲۳] [۲۴]	سقوط و شکستگی اندام و آسیب و جراحت؛ گیر افتادن کودک و آسیب	۷	۶	۵	۲۱۰	تعویض حفاظ و نصب حفاظ مناسب
	نبودن منفذ در کف سکو برای زهکشی	[۲۱]	تجمع آب و برف در کف سکو و لیز خوردن و آسیب و جراحت و شکستگی	۷	۱*	۱*	۷	ایجاد منفذ یا تعویض کف سکو
	نزدیک بودن زمین بازی به خیابان یا رودخانه فصلی	[۲۱]	تصادف کودک با وسایل نقلیه خیابان و جراحت، شکستگی و حتی مرگ	۱۰	۱*	۱*	۱۰	تعبیه حصار در اطراف زمین بازی یا تغییر مکان زمین بازی
	امکان ورود موتور و دوچرخه به زمین بازی	[۱۸] و مشاهدات تیم تحقیق	تصادف، آسیب و شکستگی و جراحت	۸	۵	۷	۲۸۰	ایجاد موانع ایمن در اطراف زمین بازی
	وجود مانع یا حفره در زمین بازی	[۲۲] [۲۱] و [۲۷] مشاهدات تیم تحقیق	برخورد به آن، افتادن در آن و آسیب و جراحت	۶	۱*	۱*	۶	حذف مانع یا پر کردن حفره و هم‌سطح کردن آن با زمین بازی
محوطه زمین بازی	جانمایی نامناسب تجهیزات بازی	[۲۱]	افتادن و زمین خوردن در قسمت بدون کف‌پوش، برخورد کودکان با همدیگر، شکستگی، آسیب و جراحت شدیدتر	۷	۱*	۱*	۷	تغیر مکان تجهیز یا بزرگتر کردن زمین بازی
	عدم تفکیک تجهیزات و زمین بازی بر مبنای گروه‌های سنی	[۲۱]	برخورد کودکان با همدیگر، آسیب و شکستگی و جراحت	۷	۵	۷	۲۴۵	تفکیک تجهیزات و زمین بازی بر اساس سن
	عدم تفکیک زمین بازی کودکان از زمین ورزش بزرگسالان	مشاهدات تیم تحقیق	برخورد کودکان با بزرگسالان و با میز تنیس و آسیب به اندام، شکستگی، جراحت و بریدگی	۷	۵	۶	۲۱۰	تفکیک زمین بازی کودکان از زمین ورزش بزرگسالان
	وجود افراد معتاد و بزهکار در اطراف زمین بازی	مشاهدات تیم تحقیق	صدمه و آسیب رسیدن به کودک و ربوده شدن کودک	۱۰	۳	۵	۱۵۰	جمع‌آوری افراد معتاد و بزهکار، حضور پلیس در پارک

* برای خطراتی که در پارک وجود ندارند، مقدار احتمال وقوع و احتمال کشف، ۱ اعمال شده است.

بعد از این که ارزیابی ریسک زمین بازی کودک در تمام پارک‌های مورد مطالعه انجام و کاربرگ‌های FMEA آن‌ها تکمیل شد، به بررسی نتایج پرداخته شد و پارک‌های مورد مطالعه بر اساس میانگین اعداد اولویت ریسک و سپس بر اساس تعداد خطرات با ریسک بالا و متوسط رتبه‌بندی گردیدند. برای رتبه‌بندی پارک‌های مورد مطالعه بر اساس میانگین، با توجه به اعداد اولویت ریسک خطرات در زمین بازی پارک‌ها، میانگین اعداد اولویت ریسک زمین بازی هر پارک بدست آمد. سپس میانگین کل از میانگین اعداد اولویت ریسک زمین بازی تمام پارک‌های مورد مطالعه بدست آمد و انحراف معیار هم از میانگین اعداد اولویت ریسک زمین

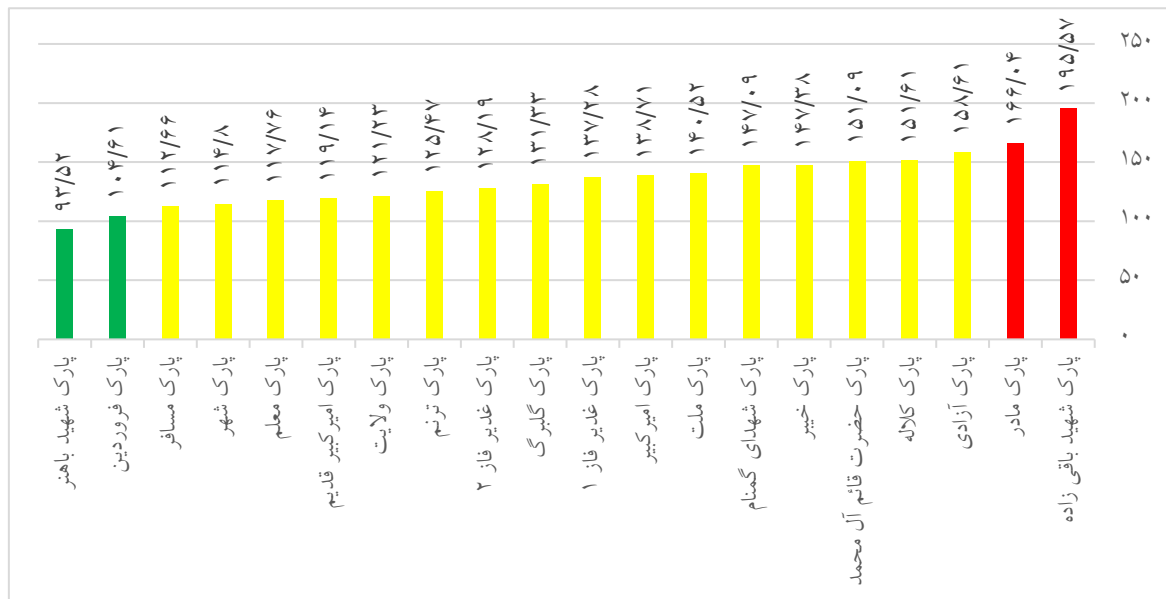
بازی تمام پارک‌های مورد مطالعه بدست آمد که مقادیر آن‌ها به شرح ذیل است:

- میانگین کل از میانگین اعداد اولویت ریسک زمین بازی تمام پارک‌های مورد مطالعه: ۱۳۵/۱۳
- انحراف معیار از میانگین اعداد اولویت ریسک زمین بازی تمام پارک‌های مورد مطالعه: ۲۳/۵۲

بر اساس میانگین و انحراف معیار بدست آمده، پارک‌های مورد مطالعه با توجه به مقدار میانگین اعداد اولویت ریسک زمین بازی خود، به سه سطح دسته‌بندی شدند:

- پارک با ریسک پایین (Low Risk): $RPN < 111/6$
- پارک با ریسک متوسط (Medium Risk): $111/6 \leq RPN \leq 158/6$
- پارک با ریسک بالا (High Risk): $RPN > 158/6$

سپس پارک‌های مورد مطالعه بر اساس میانگین اعداد اولویت ریسک زمین بازی کودک، از نظر وضعیت ایمنی رتبه‌بندی شدند (شکل ۲). همانطور که در شکل مشخص است، زمین بازی کودک در پارک شهید باقی زاده با میانگین اعداد اولویت ریسک ۱۹۵/۵۷ و پارک مادر با میانگین اعداد اولویت ریسک ۱۶۶/۰۴ دارای بیشترین مقدار میانگین اعداد اولویت ریسک است و از پارک‌های با ریسک بالا هستند. زمین بازی کودک در پارک فروردین با میانگین اعداد اولویت ریسک ۱۰۴/۶۱ و پارک شهید باهر با میانگین اعداد اولویت ریسک ۹۳/۵۲ دارای کمترین مقدار میانگین اعداد اولویت ریسک است و از پارک‌های با ریسک پایین هستند. زمین بازی کودک در پارک‌های آزادی، کلاله، حضرت قائم آل محمد، خیبر، شهدای گمنام، ملت، امیرکبیر، غدیر فاز ۱، گلبرگ، غدیر فاز ۲، ترنم، ولایت، امیرکبیر قدیم، معلم، شهر و مسافر دارای ریسک متوسط است.



شکل ۲ نمودار میله‌ای رتبه‌بندی پارک‌های مورد مطالعه بر اساس میانگین اعداد اولویت ریسک زمین بازی کودک

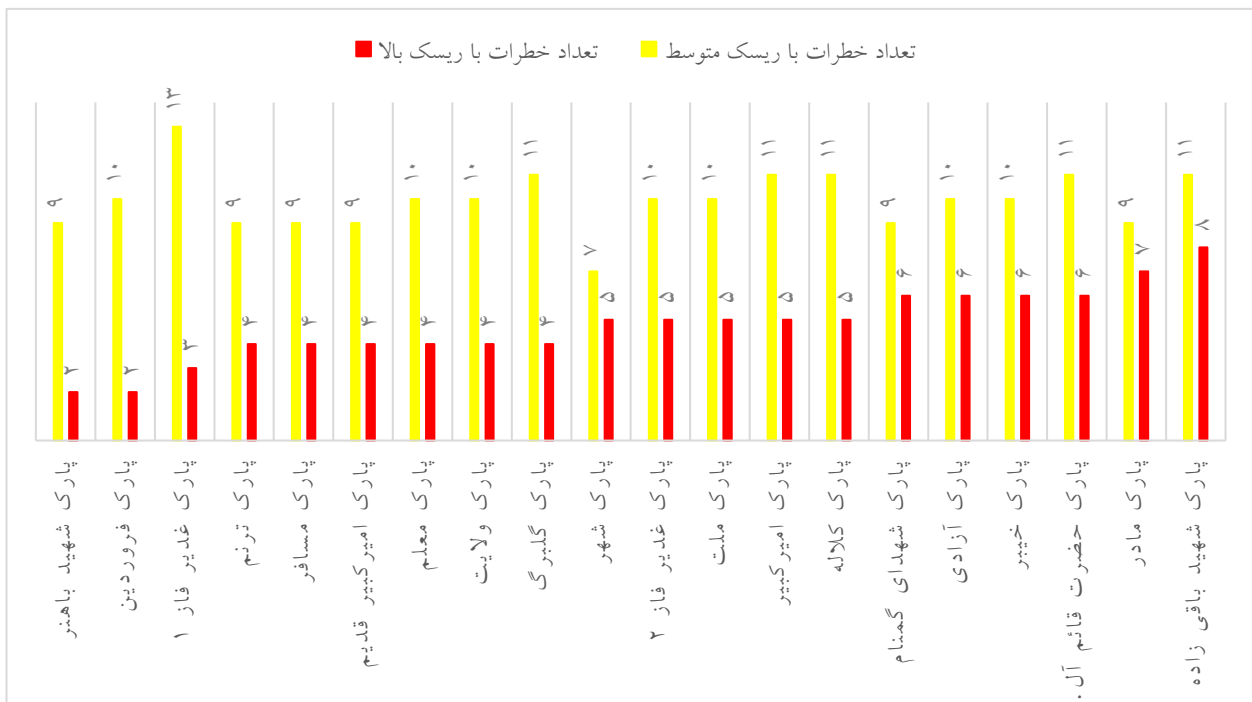
برای رتبه‌بندی پارک‌های مورد مطالعه بر اساس تعداد خطرات با ریسک بالا و متوسط، میانگین کل از اعداد اولویت ریسک تمام خطرات در کلیه پارک‌های مورد مطالعه بدست آمد و انحراف معیار هم از اعداد اولویت ریسک تمام خطرات در کلیه پارک‌های مورد مطالعه بدست آمد که مقادیر آن‌ها به شرح ذیل است:

- میانگین کل از اعداد اولویت ریسک تمام خطرات در کلیه پارک‌های مورد مطالعه: ۱۳۵/۱۳
- انحراف معیار از اعداد اولویت ریسک تمام خطرات در کلیه پارک‌های مورد مطالعه: ۹۸/۷۷

بر اساس میانگین و انحراف معیار بدست آمده، خطرات شناسایی شده با توجه به مقدار عدد اولویت ریسک خود، به سه سطح دسته‌بندی شدند:

- خطرات با ریسک پایین (Low Risk): $RPN < ۳۶/۳$
- خطرات با ریسک متوسط (Medium Risk): $۳۶/۳ \leq RPN \leq ۲۳۳/۹$
- خطرات با ریسک بالا (High Risk): $RPN > ۲۳۳/۹$

سپس پارک‌های مورد مطالعه بر اساس تعداد خطرات با ریسک بالا و متوسط در زمین بازی کودک، از نظر وضعیت ایمنی رتبه‌بندی شدند که شکل ۳ نمودار آن را نشان می‌دهد. در این رتبه‌بندی، ابتدا تعداد خطرات با ریسک بالا در نظر گرفته شد و در صورت برابر بودن تعداد خطرات با ریسک بالا، سپس به تعداد خطرات با ریسک متوسط پرداخته شد. همانطور که در نمودار مشخص است، زمین بازی کودک در پارک شهید باقی زاده دارای ۸ خطر با ریسک بالا و زمین بازی کودک در پارک مادر دارای ۷ خطر با ریسک بالا از پارک‌هایی هستند که دارای زمین بازی کودک با بیشترین تعداد خطر با ریسک بالا هستند. زمین بازی کودک در پارک‌های حضرت قائم آل محمد، خیبر، آزادی و شهدای گمنام دارای ۶ خطر با ریسک بالا هستند. زمین بازی کودک در پارک‌های گلبرگ، ولایت، معلم، امیرکبیر قدیم، مسافر و ترنم دارای ۴ خطر با ریسک بالا هستند. زمین بازی کودک در پارک غدیر فاز ۱ دارای ۳ خطر با ریسک بالا و زمین بازی کودک در پارک‌های فروردین و شهید باقی زاده دارای کمترین تعداد خطر با ریسک بالا هستند.

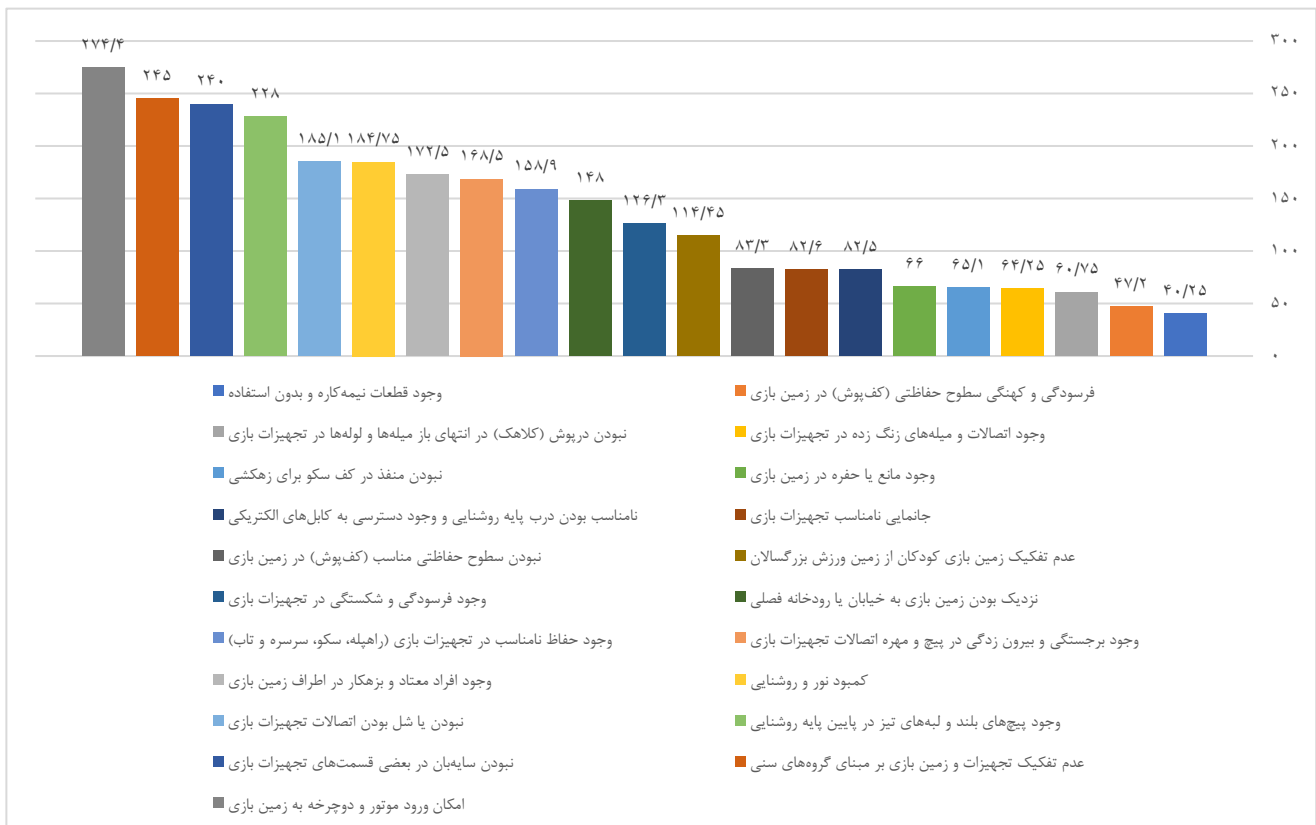


شکل ۳ نمودار میله‌ای رتبه‌بندی پارک‌های مورد مطالعه بر اساس تعداد خطرات با ریسک بالا و متوسط در زمین بازی کودک

از بین خطرات شناسایی شده در زمین بازی کودک در پارک‌های مورد مطالعه، بعضی از خطرات بحرانی هستند که به بررسی آنها پرداخته می‌شود.

نبودن سایه‌بان در بعضی قسمت‌های تجهیزات بازی و عدم تفکیک تجهیزات و زمین بازی بر مبنای گروه‌های سنی، از خطرات بحرانی هستند که بیشترین فراوانی را در بین خطرات شناسایی شده با ریسک بالا دارند و در تمام پارک‌های مورد مطالعه

جزء خطرات با ریسک بالا مشاهده شدند. نامناسب بودن درب پایه روشنایی و وجود دسترسی به کابل‌های الکتریکی با عدد اولویت ریسک ۳۶۰ در پارک شهدای گمنام، امکان ورود موتور و دوچرخه به زمین بازی با عدد اولویت ریسک ۳۳۶ در پارک مادر، نزدیک بودن زمین بازی به خیابان یا رودخانه فصلی با عدد اولویت ریسک ۳۵۰ در پارک شهید باقی زاده و وجود فرسودگی و شکستگی در تجهیزات بازی با عدد اولویت ریسک ۳۵۰ در پارک آزادی از خطرات بحرانی هستند که بیشترین مقدار عدد اولویت ریسک را در بین خطرات شناسایی شده با ریسک بالا دارند. همچنین امکان ورود موتور و دوچرخه به زمین بازی با میانگین اعداد اولویت ریسک ۲۷۴/۴، عدم تفکیک تجهیزات و زمین بازی بر مبنای گروه‌های سنی با میانگین اعداد اولویت ریسک ۲۴۵، نبودن سایه‌بان در بعضی قسمت‌های تجهیزات بازی با میانگین اعداد اولویت ریسک ۲۴۰ و وجود پیچ‌های بلند و لبه‌های تیز در پایین پایه روشنایی با میانگین اعداد اولویت ریسک ۲۲۸ از خطرات بحرانی هستند که بیشترین مقدار میانگین اعداد اولویت ریسک را در بین میانگین اعداد اولویت ریسک شناسایی شده به صورت کلی در پارک‌های مورد مطالعه دارند. شکل ۴ نمودار مربوطه را نشان می‌دهد.



شکل ۴ نمودار میله‌ای میانگین اعداد اولویت ریسک خطرات شناسایی شده به صورت کلی در پارک‌های مورد مطالعه

علت این مشکلات و وجود ریسک‌ها می‌تواند به عدم نظارت کافی و کمبود منابع مالی برگردد که منجر به عدم تعمیر و نگهداری مناسب تجهیزات و زمین بازی کودکان می‌شود. همچنین عدم آگاهی والدین و کودکان درباره خطرات موجود و نحوه استفاده صحیح از تجهیزات نیز می‌تواند به عنوان یکی از عوامل باشد. پیامدهای خطرات شناسایی شده با ریسک بالا می‌تواند بسیار جدی باشد. حوادث ناشی از سقوط، برخورد با تجهیزات غیر ایمن و وسایل نقلیه، برق‌گرفتگی و ... می‌تواند منجر به آسیب‌های جسمی شدید از جمله شکستگی استخوان‌ها، صدمات مغزی و حتی مرگ شود. علاوه بر این، این حوادث می‌تواند تاثیرات روانی منفی بر روی کودکان داشته باشد و حتی ممکن است والدین را از اجازه دادن به فرزندان خود برای بازی در این فضاها منصرف کند.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ارتقای ایمنی شهری، کاهش هزینه‌های ناشی از حوادث، افزایش رضایت شهروندان و بهبود پاسخگویی حقوقی در ساختار شهرداری از جمله پیامدهای مستقیم آن هستند. افزون بر این، یافته‌ها می‌توانند به طراحان

در جهت توسعه طراحی‌های ایمن‌تر، استانداردسازی فرآیندها و توجه دقیق‌تر به نیازهای کودکان یاری رسانند. همچنین، برای مسئولان ایمنی، امکان شناسایی نقاط بحرانی، تدوین برنامه‌های هدفمند بازرسی و اجرای آموزش‌های اثربخش‌تر فراهم می‌گردد. در مجموع، این پژوهش زمینه‌ساز تطابق بیشتر با استانداردهای بین‌المللی و ارتقای کیفیت خدمات شهری خواهد بود.

۵- نتیجه‌گیری

در این مطالعه با استفاده از تکنیک FMEA، ریسک‌های ایمنی زمین‌های بازی کودکان در پارک‌های شهر اراک مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده وجود ریسک‌های قابل توجه و نواقص جدی در زمین‌های بازی کودکان در پارک‌های شهر اراک و نیاز به توجه فوری به ریسک‌های بحرانی است. همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد زمین بازی کودک در پارک شهید باقی زاده و پارک مادر دارای بیشترین مقدار میانگین اعداد اولویت ریسک و بیشترین تعداد خطر با ریسک بالا است و از پارک‌های با ریسک بالا (بحرانی) هستند. زمین بازی کودک در پارک فروردین و پارک شهید باهنر دارای کمترین مقدار میانگین اعداد اولویت ریسک و کمترین تعداد خطر با ریسک بالا است و از پارک‌های با ریسک پایین (عادی) هستند. مابقی پارک‌های مورد مطالعه دارای زمین بازی کودک با ریسک متوسط (نیمه بحرانی) هستند. این مطالعه دارای محدودیت‌هایی مثل بررسی تجهیزات بازی مشترک و خطرات مشترک زمین بازی کودکان در پارک‌های مورد مطالعه به علت مقایسه بین پارک‌ها است اما به دلیل تنوع تجهیزات و به تبع آن تنوع خطرات لازم است مطالعات بیشتری صورت گیرد. با این وجود، این مطالعه نسبت به سایر مطالعات انجام‌شده دارای امتیازاتی است؛ از جمله اینکه در این مطالعه برای نخستین بار با استفاده از استانداردها و روش ارزیابی ریسک به بررسی وضعیت ایمنی زمین بازی کودکان در پارک‌های شهری پرداخته شد و از دو روش برای رتبه‌بندی پارک‌ها از نظر وضعیت ایمنی استفاده شد. همچنین این مطالعه به‌عنوان یک مبنای تحقیقاتی برای بررسی‌های آینده در زمینه ایمنی زمین‌های بازی و ارتقاء کیفیت فضاهای تفریحی کودکان در شهرها عمل می‌کند. به‌طور کلی، این تحقیق بر اهمیت توجه به ایمنی زمین‌های بازی کودکان تاکید دارد و ایجاد محیطی امن و مناسب برای بازی کودکان نه تنها بر سلامت جسمی آنها تاثیر مثبت خواهد گذاشت بلکه می‌تواند بر سلامت روانی و اجتماعی آنها نیز تاثیرگذار باشد. با توجه به اینکه بازی یکی از نیازهای اساسی کودکان است، فراهم کردن فضایی امن برای انجام این فعالیت‌ها باید در اولویت برنامه‌ریزی‌های شهری قرار گیرد و لازم است تمامی ذینفعان از جمله مسئولان و مدیران شهری، طراحان، والدین و جامعه به همکاری بپردازند تا فضایی امن و مناسب برای بازی کودکان فراهم شود.

با توجه به نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌گردد برای بهبود و اصلاح وضعیت ایمنی زمین بازی کودکان در پارک‌های شهری، موارد ذیل اقدام گردد:

۱. نظارت و انجام بازدیدها و بازرسی‌های منظم و دوره‌ای (ماهانه) از زمین بازی و تجهیزات مختلف آن به‌منظور عیب‌یابی و شناسایی خطرات صورت گیرد و ارزیابی‌های منظم از کیفیت کاربری‌های آن‌ها به عمل آید.
۲. تهیه و تدوین یک برنامه جامع جهت تعمیر به‌موقع، برطرف کردن نقص فنی و نگهداری صحیح تجهیزات زمین بازی به‌منظور پیشگیری از خطرات صورت گیرد.
۳. جلسات تجزیه و تحلیل حوادث و بررسی اشکالات اجرایی و آموزش‌های مربوطه تشکیل شود.
۴. در مورد سلامت جسمی و روانی کارکنان پارک و فضای بازی تحقیق به عمل آید تا در فعالیت‌های خود تعهد لازم جهت توجه به نیازهای کودکان و همراهان و آموزش به آن‌ها را داشته باشند و در کنترل امنیت پارک و ایجاد و توسعه آرامش و آسایش مراجعین نقش داشته باشند. همچنین پرسنل و کارکنان مربوط به این حوزه، آموزش‌های لازم را همراه با بازآموزی در دوره‌های کوتاه‌مدت با توجه به اهمیت کار ببینند.
۵. در ساخت و نگهداری زمین‌های بازی کودکان و تجهیزات آن از افراد آموزش‌دیده و متخصصان این امر استفاده شود.
۶. از تجهیزات و وسایل بازی ایمن و استاندارد در زمین‌های بازی کودکان استفاده شود و ایمنی تجهیزات و وسایل بازی و

تنوع و دوام آن‌ها مورد تأیید سازمان استاندارد قرار گیرد.

۷. زمین‌های مختلف بازی برای گروه‌های سنی مختلف با توانایی‌های جسمی متفاوت طراحی گردد. زمین بازی کودکان کوچکتر از زمین‌های بازی کودکان بزرگتر در پارک‌ها جدا شود و تجهیزات زمین بازی متناسب با گروه‌های سنی کودکان باشند.
۸. زمین بازی بزرگسالان و وسایل ورزشی آن‌ها از زمین بازی کودکان دور باشد یا به صورت تفکیک‌شده باشد تا امکان بازی کودکان با وسایل ورزشی بزرگسالان وجود نداشته باشد. همچنین امکان برخورد کودکان با این وسایل و با بزرگسالان حین بازی وجود نداشته باشد.
۹. در طراحی و احداث زمین بازی به کاربردی بودن آن برای افراد دارای معلولیت توجه شود. همچنین اصول طراحی برای استفاده این افراد از زمین بازی رعایت شده و زمین بازی به وسایل بازی قابل‌استفاده برای افراد دارای معلولیت مجهز شود.
۱۰. با کمک نیروهای انتظامی با افراد مخل آسایش مردم (افراد معتاد، بزهکار، سارق و ...) در پارک‌ها بخصوص در مناطق جرم خیز برخورد شود.
۱۱. نصب علائم هشداردهنده در زمین بازی و برچسب‌گذاری تجهیزات زمین بازی برای نحوه استفاده و قوانین بازی، ظرفیت تجهیزات، گروه سنی کودک استفاده‌کننده و خطرات و آسیب‌های احتمالی مانند خطر گیرکردن و به دام افتادن صورت گیرد.
۱۲. شرایط آب و هوایی در نظر گرفته شود و امکاناتی جهت حفاظت در مقابل گرما و سرما تعبیه گردد. همچنین فضاهای بازی سرپوشیده و روباز برای استفاده کودکان در تمام فصول در پارک‌های شهری ایجاد گردد.
۱۳. ایجاد موانع ایمن در اطراف زمین بازی صورت گیرد تا از ورود موتور و دوچرخه به زمین بازی جلوگیری گردد. همچنین حصار در اطراف زمین بازی تعبیه گردد تا از تصادف کودک با وسایل نقلیه خیابان جلوگیری شود.
۱۴. اقداماتی مانند نصب محافظ یا پوشش روی پیچ و مهره‌ها و قسمت‌های برجسته، چک کردن اتصالات و نصب اتصالات مناسب و تعویض قطعات شکسته و فرسوده در تجهیزات زمین بازی انجام شود تا به کاهش حوادث در زمین بازی کمک شود. درنهایت، با اجرای پیشنهادات مطرح‌شده می‌توانیم شاهد کاهش حوادث ناگوار در زمین‌های بازی باشیم و به ایجاد فضایی سالم‌تر و ایمن‌تر برای کودکان کمک کنیم.

۶- تشکر و قدردانی

این مقاله از پایان‌نامه تقاضامحور دانشگاه اراک با حمایت شهرداری اراک استخراج‌شده است که نویسندگان این مقاله از دانشگاه اراک و شهرداری اراک که از این مطالعه حمایت کرده‌اند مراتب تشکر و قدردانی خود را ابراز می‌دارند.

۷- مراجع

- [1] Takano T. Health and Environment in the Context of Urbanization. Environmental health and preventive medicine. 2007 Mar;12:51-5.
- [2] Harvey A, Towner E, Peden M, Soori H, Bartolomeos K. Injury prevention and the attainment of child and adolescent health. Bulletin of the World Health Organization. 2009 May;87(5):390-4.
- [3] Chapnevis P, Nastaran M, Noori MJ. Explaining and Evaluating the Effective Factors in Improving the Quality of Children's Playgrounds in Cities with an Emphasis on Safety and Security Aspects of Children from Parents' Viewpoint; Case study: Koodak Park of Isfahan. Journal of Conservation and Architecture in Iran. 2020 Jun 10;10(22):87-107. [in Persian]
- [4] Naeini HS, Jafari HR, Salehi E, Mirlouhi Falavarjani AH. Child safety in parks' playgrounds (a case study in Tehran's sub-district parks). Iran Occup Health J. 2010 Oct 10;7(3):37-47. [in Persian]
- [5] Tan NC, Ang A, Heng D, Chen J, Wong HB. Evaluation of playground injuries based on ICD, E codes, international classification of external cause of injury codes (ICECI), and abbreviated injury scale coding systems. Asia Pacific Journal of Public Health. 2007 Mar;19(1):18-27.

- [6] Loder RT. The demographics of playground equipment injuries in children. *Journal of pediatric surgery*. 2008 Apr 1;43(4):691-9.
- [7] Amouzegar Z, Naeni HS, Jafari R. Design principle of playgrounds' equipment and spaces for children: An interaction education approach. *Procedia-social and behavioral sciences*. 2010 Jan 1;2(2):1968-71.
- [8] Azadeh A, Nouri J, MOHAMMAD FI. The impacts of total system design factors on human performance in power plants. 2005:1301-04.
- [9] Vollman D, Witsaman R, Comstock RD, Smith GA. Epidemiology of playground equipment-related injuries to children in the United States, 1996–2005. *Clinical pediatrics*. 2009 Jan;48(1):66-71.
- [10] Fuselli P, Yanchar NL, Canadian Paediatric Society, Injury Prevention Committee. Preventing playground injuries. *Paediatrics & Child Health*. 2012 Jun 1;17(6):328-.
- [11] Child Death Review Center: Child Safety Promotion and Injury Prevention Research Center. 2017.
- [12] Johnson J, Mehta N, Lucas J, Chung MT, Hotaling J, Gonik N, Fribley A. Head and neck fracture patterns associated with playground equipment use in the pediatric population. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2020 Jul 1;134:110031.
- [13] Beheshti MH, Hajizadeh R, Faghihnia Torshizi Y, Alami A, Samaei SE. Compliance of children's play equipment in urban parks of Gonabad with national safety standards (case study). *Iran occupational health*. 2019 Jan 1;16(3):22-31. [in Persian]
- [14] Sansakorn P, Madardam U, Pongsricharoen J, Srithep N, Janjamsri N, Mongkonkansai J. The current status of public playground safety and children's risk taking behavior in the park: Nakhon Si Thammarat Province, Thailand. *Children*. 2022 Jul 12;9(7):1034.
- [15] çelik r, kahraman ö. Risks in children's playgrounds: a case study of buca, izmir: risks in children's playgrounds: a case study of buca, izmir. *Uluslararası peyzaj mimarlığı araştırmaları dergisi (ijlar) e-issn: 2602-4322*. 2022 jun 30;6(1):49-55.
- [16] Ahmed A, Sohail M. Child's play and recreation in Dhaka City, Bangladesh. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Municipal Engineer 2008 Dec (Vol. 161, No. 4, pp. 263-270)*. Thomas Telford Ltd.
- [17] Merrikhpour Z, Sohrabi MS. Safety Status of Children's Playground Equipment: A Case Study in Hamaedan Luna Park. *Iranian Journal of Ergonomics*. 2019 Nov 10;7(3):1-0. [in Persian]
- [18] Kazemian M, Jowzi SA, Akbariyan N. Risk assessment of playgrounds in parks using the FMEA method (Case study: Parks in District 4). In: *14th National Conference on Environmental Impact Assessment of Iran; 2016*. [in Persian]
- [19] Hosseini M, Mahdian Behnamiri M, Sedighi A. Evaluation and analysis of safety conditions in urban parks (Case study: Koohsangi Park and Basij Park in Mashhad). *Geography and Regional Development*. 2015;13(1). [in Persian]
- [20] Mikulak RJ, McDermott R, Beauregard M. *The basics of FMEA*. CRC press; 2017 Aug 9.
- [21] US Consumer Product Safety Commission. *Public playground safety handbook*. 2010. Retrieved online November. 2015;2:2019.
- [22] ISIRI 6436-1. *Playground equipment and surfacing Part1: General safety requirements and test methods*. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2010;1st.revision. [in Persian]
- [23] ISIRI 6436-2. *Playground equipment and surfacing Part2: Additional specific Safety requirements and test methods for swings*. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2010;1st.revision. [in Persian]
- [24] ISIRI 6436-3. *Playground equipment and surfacing Part3: Additional specific Safety requirements and test methods for slides*. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2010;1st.revision. [in Persian]
- [25] ISIRI 6436-6. *Playground equipment and surfacing Part 6: Additional specific safety requirements and test methods for rocking equipment*. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2010;1st.revision. [in Persian]
- [26] ISIRI 6436-7. *Playground equipment and surfacing Part 7: Guidance on installation, inspection, maintenance and operation*. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2010;1st.revision. [in Persian]

- [27] ISIRI 6436-10. Playground equipment and surfacing Part10: Additional specific Safety requirements and test methods for fully enclosed play equipment. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2010;1st.revision. [in Persian]
- [28] Mohammadfam I, Alizadeh Sh. Risk Assessment and Management (For Labor Inspectors and Safety Officers). Tehran: The Center of Research and Training for Occupational Technical Safety and Health; 2021. [in Persian]
- [29] Development and construction (comprehensive) plan of Arak metropolis. Studies of the current situation, including reports of the region, sphere of influence and city recognition. 1. Arak: General Department of Road and Urban of Markazi Province; 2019. [in Persian]