



Original Article

## Design of Modern Interactive and Ergonomic Home Air Purifier

Mahsa Niknezhad<sup>1</sup> , Ali Faraji<sup>2,\*</sup> 

<sup>1</sup> Department of Art, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Department of Industrial Design, College of Fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran

### Article History:

Received: 04/07/2022

Revised: 28/09/2022

Accepted: 01/10/2022

ePublished: 21/12/2022



\*Corresponding author: Ali Faraji,  
Department of Industrial Design,  
College of Fine Arts, University of  
Tehran, Tehran, Iran.  
Email: faraji@ut.ac.ir

### Abstract

**Objectives:** Healthy air is free of any pollutants, including odors, harmful gasses, dust and viruses, especially corona. This healthy air is provided by a purifier device. One of the problems of metropolises is the lack of healthy air, which is one of the most important human needs. The aim of this study was to design a new home air purifier with interactive and ergonomic features.

**Methods:** The purpose and nature of this research are applied and qualitative-descriptive, respectively. A survey method is used to collect data. The most important tool in the field study is verbal-visual (researcher-made questionnaire) and has benefited from the analysis of relevant experts, Delphi group. Its design method was the so-called Design up (Tarrahi Nameh in Persian) where it is based on the interaction design and user-centered approach and Analytical Hierarchy Process (AHP) is used to evaluate the different stages of the project.

**Results:** The achievement of this research is a new home air purifier with interactive and ergonomic features with Nik mark. On the one hand, it is easy to use and accelerates the purification operation with a larger area than the existing devices through different filters, and on the other hand, it is easy to assemble, economical and optimally designed. It has automatic and manual adjustment of fan speed and remote control, it has the ability to be used standing and wall-mounted, and it is environmentally friendly.

**Conclusion:** Eventually this design offered effectiveness, efficiency, safety/comfortability, utility, learnability and memorability as elements of usability. It also demonstrates features such as visibility, feedback, constraints, adaptability and affordance as the goals of interaction design. Finally, this design conducted a satisfactory user experience.

**Keywords:** Home air purifier device; Interaction design; Ergonomics; User experience; Industrial design



## Extended Abstract

### Background and Objective

In order to have the necessary quality for life, providing healthy air and air purification are the subject and challenge of this research, respectively. Any type of physical, biological, and chemical change that may occur in the air is known as air pollution and occurs when harmful gasses, dust, smoke, fine dust enter the air. Breathing this polluted air is carcinogenic in the long run. Also, one of the important challenges is the spread of the Coronavirus disease (Covid-19) in unhealthy air, which can be solved through a purification device. A novelty interactive and ergonomic home air purification device has been designed in this paper, in which to provide ease, safety and comfort of use and speed up the operation of air purification with a larger area than the existing devices.

### Materials and Methods

The purpose of this research is applied and its nature is qualitative-descriptive. In order to form a survey method, a researcher-made questionnaire in a verbal-visual format has been used to collect data as well as employed Delphi group analysis. The design method has been prepared by making use of the so-called Design up (Tarrahi Nameh in Persian) and the use of Analytical Hierarchy Process (AHP) for evaluation. Needs as well as subject scope form the product scope, which is done as library research. In the field research, the user and product clinic addressed the query and design requirements, and in the design ideation stage, the achievement of research was obtained by creating the idea of the product and its symbol through batherfield designs. The users of the air purifier device include lung, heart, allergic patients, the elderly, adult men and women, children, technicians and sales experts. The prioritization of the target group and the level of their interaction with the device was surveyed by the Delphi group using the AHP. This survey was conducted in April 2022 from a total of 16 students of master's degree in industrial design using a questionnaire via internet tools. The results were obtained with the consistency rate of 0.06. In order to understand the opinions of the target group, a researcher-made questionnaire containing how to interact with the device was prepared and randomly distributed among twenty-one people in June 2022 through the Porsline system. The results of the survey, whose validity has been confirmed by the Delphi group and has reliability with Cronbach's alpha number of 0.85, have been derived. By combining the results of the field research and the upstream design criteria from the library research, the design requirements were formulated.

### Results

Design ideation, batherfield designs and achievements under the title Nik's interactive and ergonomic air purification device have been presented. According to the design requirements, the ideation process took place. Taking into account the size limitation and internal details of the air purifier device thirty designs were formally presented, from which

seven designs were selected. In their presentation, performance compliance is included. In the structure section, paying attention to the absorption and removal of pathogenic agents and viruses such as Covid-19, has been considered. They are classified in different categories of cubic, cylindrical (hollow and solid), as book, formic and with different curves. An idea suitable for that class is presented as a selected design as well as a product logo. In order to prefer a design from among the seven selected designs via the users' point of view, a researcher-made questionnaire was randomly given to forty-eight of them, in April 1401, through the Porsline system. The results of the survey, whose validity has been confirmed by the Delphi group and has reliability with Cronbach's alpha number of 0.75, have been obtained.

### Discussion

Nik's interactive and ergonomic air purification device is designed according to the research problem that was during the peak of the Covid-19. New filters have been used to remove or reduce viruses, especially Covid-19. It uses advanced filtration via four-stages as pre-filter, carbon, special HEPA filters, and finally the fourth filter. These filters are a combination of antibacterial coating and chlorhexidine digluconate layer and can be used in home space, reception hall and offices, etc., with an area of about 180 square meters. At the end of the four filters, there is a fan. The form of the unhealthy air inlet which is hidden under the device is bulky and causes more air volume to enter the device for purification. The output air volume is 3.5 cubic meters per hour, and the power consumption of the device is 77 watts, which is about one hour. It is intended as a member for interior design and furniture, inspired by the overall structure of a wheeled suitcase. A user with minimal experience can use it. Ease of use, economical and optimally considered and it is easy to assemble. Its basic form is somewhat similar to the bottom of a soft drink glass and has wheels for easier movement. Its dimensions are 67 x 23 x 38 cm and it has showcase packaging. Light plastic material, PVC, is used in the design of the body so that it has less variety of materials. It is silent and has a white color, which exhibits a soothing structure. It has an LED light to show the internal air quality. The climate is suitable for cities with PM particle pollution of 2.5 microns. It can be used as a wall or stand; has a remote control and is managed using software through a mobile phone. In terms of ergonomics, the handle, buttons, including the on/off button and the screen are designed in the upper part so that the user does not have to bend and straighten and the pressure on the back and legs is reduced. The beauty of the device has been increased by placing the air inlet under the step at the end of the device. The air outlets are also located in the form of two curved lines on both sides of the device and show the simplicity and minimalistic of the design.

### Conclusion

This research has achieved an air purifier device with a new capability and a different performance compared to

the existing devices. It has a fourth filter with a combination of chlorhexidine digluconate layer and antibacterial coating and along with HEPA filter, carbon and pre-filter destroys all viruses. The device has a different form inspired by the shape of a suitcase, low noise and suitable covering capability. It will provide usability features as well as show satisfaction and user engagement. To increase performance, the device can

include plugins. The use of cold evaporation technology by evaporation, ultrasonic and through vibrations that increase the humidity of the environment, the sensor embedded in the artificial intelligence part of the device that gives the ability to identify the most polluted place in the environment and by the wheel bases moving like a vacuum cleaner robot to go to the desired place and performing the cleaning operation is one of them.

**Please cite this article as follows:** Niknezhad M, Faraji A. Design of Modern Interactive and Ergonomic Home air Purifier. *Iran J Ergon.* 2022; 10(3): 151-63.

## طراحی دستگاه تعاملی و ارگونومیک تصفیه هوای خانگی نوین

مهسا نیک‌نژاد<sup>۱</sup>، علی فرجی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> گروه هنر، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد، تهران، ایران  
<sup>۲</sup> گروه طراحی صنعتی، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

### چکیده

**اهداف:** هوای سالم هوایی عاری از هرگونه آلاینده‌ای اعم از بوها، گازهای مضر، ریزگردها و ویروس‌ها به ویژه کرونا است که توسط دستگاه تصفیه تهیه می‌گردد. یکی از معضلات کلان شهرها، نداشتن هوای سالم است که از مهم‌ترین نیازهای بشر می‌باشد. هدف از انجام این مطالعه، طراحی دستگاه تصفیه هوای خانگی نوین با ویژگی‌های تعاملی و ارگونومیک بود.

**روش کار:** هدف و ماهیت این پژوهش به ترتیب کاربردی و کیفی- توصیفی بود. از روش پیمایشی برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده نمودیم. مهم‌ترین ابزار آن به صورت میدانی، پرسش‌نامه‌ی کلامی- تصویری محقق ساخته بوده که از واکاوی از گروه دلفی بهره برده است. روش طراحی به صورت کاربرد طراحی‌نامه مبتنی بر روش طراحی تعامل و کاربرمحوری و به کارگیری تحلیل سلسله‌مراتبی به منظور ارزیابی، شکل گرفته است.

**یافته‌ها:** دستاورد این پژوهش دستگاه تصفیه هوای خانگی نوین با ویژگی‌های تعاملی و ارگونومیک و با نشان نیک است. از یک سو سهولت استفاده و تسریع در عملیات تصفیه با مساحت بیشتر نسبت به دستگاه‌های موجود از طریق صافی‌های مختلف را محقق می‌سازد و از سوی دیگر اقتصادی و بهینه طراحی شده است. دارای تنظیم خودکار و دستی سرعت فن و کنترل از راه دور بوده، قابلیت استفاده به صورت ایستاده و دیواری را داشته و دوستدار محیط‌زیست می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** با به ارمغان آوردن کارآمدی، کارایی، ایمنی/ راحتی، مطلوبیت، قابلیت یادگیری و یادآوری آسان به عنوان عناصر کاربردپذیری، ویژگی‌هایی همچون قابلیت رؤیت، بازخورد، محدودیت‌ها، سازگاری و فراخوانی را به عنوان اهداف طراحی تعامل ارائه داد و یک تجربه‌ی مطلوب کاربری را به نمایش گذاشت.

**کلید واژه‌ها:** دستگاه تصفیه هوای خانگی؛ طراحی تعامل؛ ارگونومی؛ تجربه‌ی کاربری؛ طراحی صنعتی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۴/۱۳  
تاریخ داوری مقاله: ۱۴۰۱/۰۷/۰۶  
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۷/۰۹  
تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۱/۰۹/۳۰



تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

\* نویسنده مسئول: علی فرجی؛ گروه طراحی صنعتی، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.  
ایمیل: faraji@ut.ac.ir

**استناد:** نیک‌نژاد مهسا، فرجی علی. طراحی دستگاه تعاملی و ارگونومیک تصفیه هوای خانگی نوین. مجله ارگونومی، تابستان ۱۴۰۱؛ ۱۰(۳): ۱۶۳-۱۵۱.

### مقدمه

۲۱ درصد اکسیژن، ۷۸ درصد نیتروژن و ۱ درصد از گازهای دیگر را دریافت می‌کند که اگر درصدی از این مقدار اکسیژن کمتر شود، منجر به بیهوشی می‌گردد. در هوای آلوده معمولاً حدود ۱۵ درصد اکسیژن به بدن می‌رسد که رضایت‌بخش نیست. به طوری که بر اساس آمارهای داده شده، آلودگی هوا منجر به دوازده روز تعطیلی کشور در سال ۹۸ گردید که بیشترین مقدار در پنج سال اخیر بوده است. در ایران سالیانه ۴۵۰۰۰ نفر بر اثر آلودگی هوا می‌میرند [۱]. در حال حاضر جهان کماکان درگیر سوپه‌های مختلف ویروس

تأمین هوای سالم و تصفیه‌ی هوا به منظور داشتن کیفیت لازم آن برای زیست به ترتیب موضوع و چالش این پژوهش است [۱]. هر نوع تغییر فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی که ممکن است در هوا اتفاق بیفتد به عنوان آلودگی هوا شناخته می‌شود و زمانی رخ می‌دهد که گازهای مضر، گرد و غبار، دود، ریزگرد و غیره وارد هوا شوند. تنفس این هوای آلوده در بلندمدت، سرطان‌زا است [۲]. همچنین یکی از چالش‌های مهم، انتشار ویروس کرونا در هوای ناسالم است که از طریق دستگاه تصفیه می‌تواند رفع گردد. انسان در هر دم عادی حدود

به صورت میدانی، از پرسش‌نامه‌ی محقق ساخته در قالب کلامی-تصویری (Verbal-visual) برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده نمود و از واکوای گروه دلفی بهره برد تا روش پیمایشی را شکل داده باشد. روش طراحی با کاربرد طراحی‌نامه (Design up) [۱۴] که مبتنی بر طراحی تعامل (Interaction design) و کاربرمحوری (User-centered design) [۱۵] است و به کارگیری تحلیل سلسله‌مراتبی [۱۶] به منظور ارزیابی، ساخته شده است (شکل ۱). نیازنا (Needs scope) و موضوع‌نا (Subject scope) شکل‌دهنده طرح‌نامی محصول (Product scope) است که به صورت پژوهش کتابخانه‌ای انجام گرفته است. کلینیک کاربران و محصول در پژوهش میدانی به پرسمان (Query) و الزامات طراحی پرداخته (Design requirements) و در مرحله‌ی طرحستان (Design ideation) با ایده‌پردازی محصول و نشان آن و از طریق طرح آورد (Batherfield designs)، دستاورد پژوهش رقم خورده است.



شکل ۱: طراحی‌نامه [۱۴]

**هوا و تصفیه‌ی آن:** هوا، ترکیبی از گازهایی است که زمین را احاطه کرده و اغلب جو نامیده شده که خشکی و دریا را فراگرفته است. تصفیه‌ی هوا به معنی جذب آلاینده‌های موجود در آن و عوامل بیماری‌زاست که این مسأله توسط دستگاه‌های تصفیه هوا امکان‌پذیر خواهد بود. تصفیه‌ی هوا به روش‌های غیرفعال و فعال قابل انجام است. در تصفیه‌ی هوای غیرفعال، معمولاً از صافی هپا (Hepa filter) و کربن فعال که بی‌خطرترین روش‌ها هستند استفاده می‌شود زیرا، هیچ محصول جانبی را به هوا اضافه نمی‌کنند. در نوع فعال، همچون روش‌های تولید ازن، یونیزاسیون، الکترواستاتیک و پلاسما، لامپ یو وی و فوتوکاتالیتیک، با استفاده از واکنش‌های شیمیایی با اضافه کردن ذرات و گاز به هوا، عمل تصفیه را انجام می‌دهند [۴، ۵].

**دستگاه تصفیه‌ی هوا:** دستگاهی است که از طریق فناوری هوشمند، حجم وسیعی از هوای آلوده را با عبور از چندین لایه‌ی صافی تمیز می‌کند و هوای سالم‌تری را به محیط اتاق بازمی‌گرداند. انواع دستگاه تصفیه‌ی هوا عبارتند از: رومیزی، همراه، ایستاده، خودرو، بیمارستانی و صنعتی. در سال ۱۹۶۳ در آلمان، یک سامانه‌ی پالایش (Filtration) هوای خانگی ابداع گردید که کیفیت هوا را تا حد بسیار بالایی بهبود می‌داد [۵]. این در واقع اولین نمونه‌ی ساخته شده برای تصفیه‌ی هوای منازل بود. در همان سال آمریکا با تصویب قانون هوای پاک، استاندارد آن را تعیین نمود. در درجه‌ی اول تولید صافی‌های هپا بسیار پرهزینه و گران‌قیمت بوده است.

کرونا است که از طریق عطسه و سرفه کردن منتقل می‌شود، بنابراین انتقال ذرات آلوده معلق در هوا نگرانی بزرگی محسوب می‌شود. تنها لازمه برای حصول اطمینان، به منظور حذف ذرات ویروسی از هوا، تصفیه کردن آن است [۴].

پژوهشی با هدف ارائه‌ی راهکاری برای مقابله با آلودگی هوا و صدمات ناشی از آن در فضای داخلی به طراحی وسیله‌ای به منظور پالایش هوای منزل با تأکید بر طراحی نظام‌مند ساختار محصول اقدام کرده است [۵].

به منظور کاهش ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی در فضای بسته، در مطالعه‌ی، دستگاهی طراحی و ساخته شد که با استفاده از فرایند تخلیه‌ی الکتریکی تولید یون منفی کار می‌کند [۶].

همچنین مقاله‌ای با عنوان تمایل توجه به هوای پاک، شواهدی از بازارهای دستگاه تصفیه‌کننده‌ی هوا در چین را تحلیل کرده و به ارائه‌ی مقررات زیستی منجر شده است [۷].

در تحقیقی دیگر، به تدوین یک چارچوب مفهومی برای نمایش کیفیت هوای فضای داخلی پرداخته و نتیجه‌ی آن کسب دانش و تسکین عاطفی افراد بوده است [۸].

پژوهشی به بررسی برنامه‌ی نشان‌دهنده‌ی کیفیت هوا تحت عنوان هوا برای تو (Air for you) اقدام کرده و نتیجه‌ی آن اتخاذ رفتارهای محافظتی و فاصله بین قصد و عمل به منظور بهبود وضعیت هوا و کم کردن آن، تغییر رفتار کاربر، تغییر روال ورزش در فضای باز یا بستن پنجره‌ها هنگام کیفیت پایین هوا، ارتباط کیفیت هوا با کمک به کاربران در یادگیری، ارتباط بین آلودگی هوا و آن‌ها بوده است [۹].

در مقاله‌ای، یک ربات تصفیه‌کننده‌ی هوا در محیط داخلی با تولید نیرو را پیشنهاد داده است که قادر به تولید برق، حس کیفیت هوا و تصفیه‌ی آن با انتقال به مکان مورد نظر بود [۱۰].

در مطالعه‌ای بر اساس مهندسی کانسی (Kansei)، به طراحی دستگاه تصفیه‌ی هوای رومیزی قابل حمل برای رفع نیازهای ادراکی مشتریان پرداخته بود [۱۱].

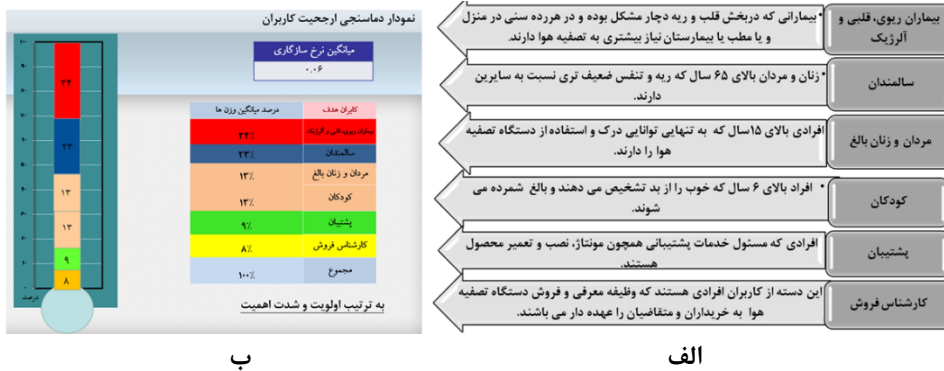
پژوهشی به بهینه‌سازی دستگاه الکترواستاتیکی که با باردار کردن ذرات آلوده و ناخالصی در هوا یا گاز مورد نظر آن‌ها را جذب و تصفیه می‌کند، پرداخته است [۱۲].

تحقیقی با مرور نظام‌مند و فراتحلیل، اثربخشی مداخله‌ی تصفیه‌ی هوای داخلی در بهبود سلامت قلب و عروق را بررسی کرده و نشان داده است که در نتیجه‌ی تصفیه‌ی هوا، فشارخون سیستولیک به طرز فزاینده‌ای کاهش یافته است [۱۳].

مقاله‌ی حاضر با هدف سهولت استفاده و تسریع در عملیات تصفیه‌ی هوا با مساحت بیشتر نسبت به دستگاه‌های موجود و تأمین ایمنی و راحتی استفاده از دستگاه تصفیه هوا از یک سو و به ارمان آوردن خشنودی و رضایت‌مندی کاربران خانگی از سویی دیگر، به طراحی دستگاه تعاملی و ارگونومیک تصفیه هوای خانگی نوین پرداخته است.

## روش کار

هدف این پژوهش، کاربردی و ماهیت آن کیفی-توصیفی است.



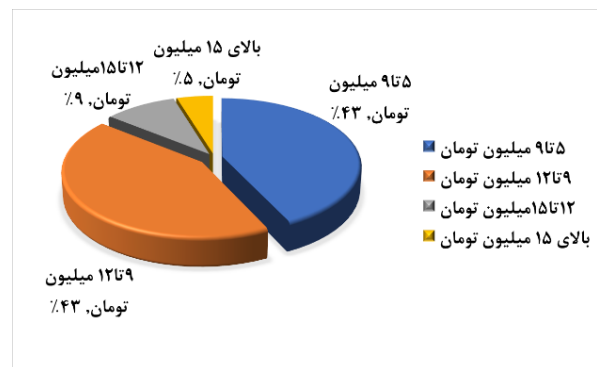
شکل ۲: الف) کاربران دستگاه تصفیه‌ی هوا، ب) سطح ارجحیت کاربران در استفاده از محصول

هیچ‌کس نمی‌شوند، عملکرد بسیار مناسبی در جلوگیری از گسترش ویروس کرونا در هوا دارند [۴]. مطالعه‌ی جدیدی به بررسی اثر استفاده از صافی هوا مجهز شده به پوشش ضدویروسی یا ضد میکروبی در کشتن ویروس‌ها، باکتری‌ها و سایر پاتوژن‌هایی که ممکن است در هوا وجود داشته باشند، پرداخته است. این صافی‌ها علاوه بر شرایط آزمایشگاهی، در قطارهای انگلیس نیز مورد آزمایش قرار گرفتند جایی که دانشمندان عقیده دارند، استفاده از صافی هوا در آن از اهمیت بالایی برخوردار است. پوشش آنتی‌باکتریال نیز شامل نمک‌های آلی از مواد ضدباکتری است که می‌تواند سلول‌های باکتری‌ها را از بین ببرد [۱۷].

**پژوهش میدانی: کلینیک کاربران و دستگاه تصفیه‌ی هوا:** کاربران دستگاه تصفیه‌ی هوا شامل بیماران ریوی، قلبی، آلرژیک، سالمندان، مردان و زنان بالغ، کودکان، پشتیبان و کارشناس فروش می‌شود (شکل ۲). اولویت‌بندی گروه هدف و میزان تعامل آن‌ها با دستگاه با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی [۱۶] مورد نظر سنجی گروه دلفی قرار گرفت. این نظر سنجی در فروردین ماه ۱۴۰۰ از مجموع ۱۶ نفر از دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی طراحی صنعتی به صورت اینترنتی تحت پرسش‌نامه انجام گرفته است. نتایج با نرخ سازگاری (CR) برابر ۰/۰۶ به دست آمد (شکل ۳).

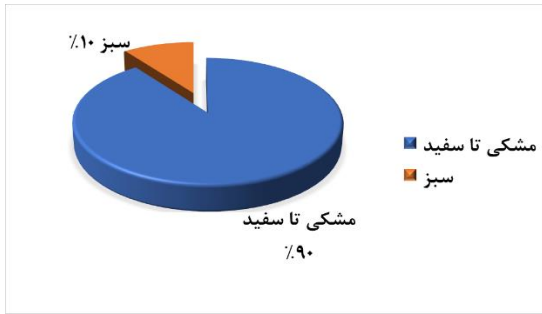
به همین دلیل این فناوری در ابتدا فقط در صنایع داروسازی، بیمارستان‌ها، آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و تولید تراشه‌های رایانه‌ای استفاده می‌گردید. با توسعه‌ی فناوری پالایش هوا، این محصولات وارد بازار تجارت شدند. شرکت‌هایی آلمانی مانند آی کیو ایر (IQAir) و اینسن آگ (Incen AG) و دستگاه‌های آستین ایر (Austin air system) به تدریج این فناوری را گسترش داده و وارد بازار کردند [۵]. در سال ۱۹۹۰ صافی‌های هوا به مدل‌های جدید مرسدس بنز اضافه شدند. امروزه دستگاه‌های تصفیه هوا قادر به حذف گازهای سمی، آلرژن‌ها و آلاینده‌های میکروسکوپی می‌باشند.

**انواع صافی‌های موجود در دستگاه‌های تصفیه‌ی هوا:** دستگاه تصفیه‌ی هوا، از نظر فرایند پالایش به دو نوع غیرفعال و فعال تقسیم‌بندی می‌شوند. نوع غیرفعال عبارتند از: صافی اولیه (پیش‌صافی)، صافی هپا، صافی کربن فعال، صافی ترکیبی کلرگزیدین دی گلوکونات با یکی از صافی‌ها، صافی آنتی‌باکتریال (پوشش ضد میکروبی). نوع فعال عبارتند از: صافی فتو کالیستی، صافی الکترواستاتیکی، لامپ یو وی، صافی‌های کاتالیستی، که تغییر ماهیت ذرات در روش فعال متداول است. در فرایند تغییر ماهیت آلاینده‌ها ممکن است مولکول‌های ناشناخته‌ای وارد محیط شود که می‌توانند بسیار خطرناک باشند. بررسی‌ها نشان می‌دهد، پوشش کلرگزیدین دی گلوکونات که روی صافی هوا از جمله صافی‌های

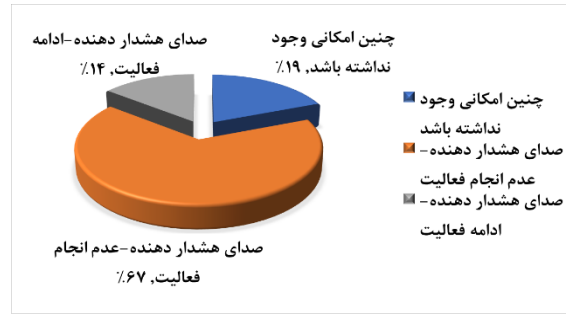


شکل ۳: الف) میزان تمایل کاربران برای هزینه‌ی دستگاه تصفیه‌ی هوا، ب) میزان تمایل کاربران به هر کدام از روش‌های آگاه‌سازی از وضعیت دستگاه



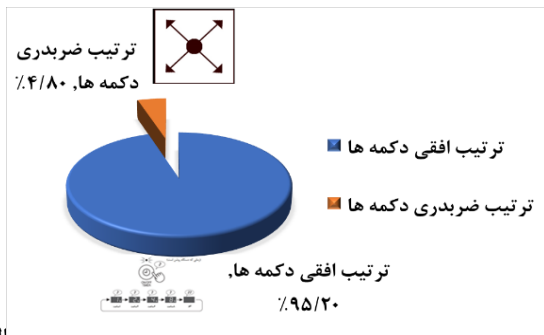


ب

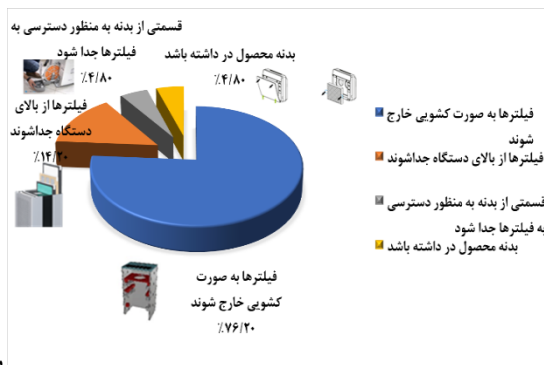


الف

شکل ۴: الف) میزان تمایل کاربران به هر کدام از روش‌های آگاه‌سازی در صورت نصب اشتباه صافی، ب) میزان تمایل کاربران به هر کدام از طیف‌های رنگی پیشنهادی



الف



ب

شکل ۶: الف) میزان تمایل کاربران به هر کدام از مدل‌های قرارگیری دکمه‌ها، ب) میزان تمایل کاربران به هر کدام از روش‌های دسترسی به صافی‌ها

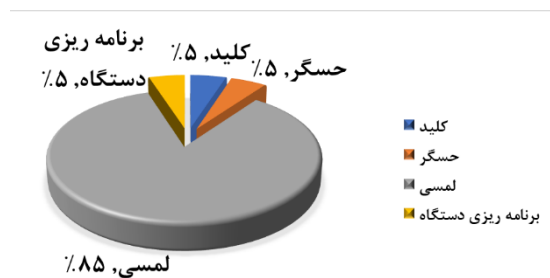
با ترکیب نتایج حاصل از پژوهش میدانی و معیارهای طراحی بالادستی (Upstream design criteria) حاصل از پژوهش کتابخانه‌ای [۱]، الزامات طراحی تدوین گردید (شکل ۸، ۹).

### یافته‌ها

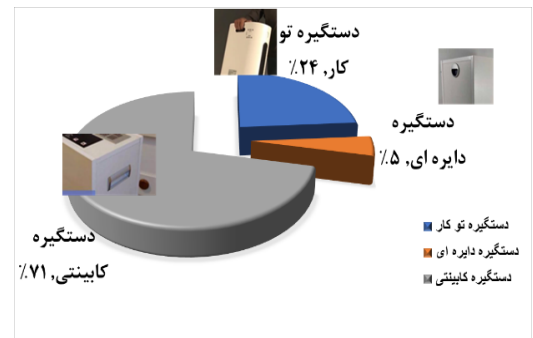
طرحستان، طرح‌آورد و دستاورد این پژوهش تحت عنوان دستگاه تعاملی و ارگونومیک تصفیه‌ی هوای نیک ارائه می‌گردد. با توجه به الزامات طراحی، فرایند ایده‌پردازی در طرحستان تشریح شده است (شکل ۱۰).

با در نظر گرفتن محدودیت اندازه و جزئیات درونی دستگاه تصفیه‌ی هوا به صورت فرمی ۳۰ طرح ارائه شد که از بین آن‌ها ۷ طرح منتخب گردید. در ارائه‌ی آن‌ها، پیروی از عملکرد لحاظ

برای درک نظرات گروه هدف، پرسش‌نامه‌ای محقق ساخته [۱] حاوی نحوه‌ی تعامل با دستگاه تهیه و در خردادماه ۱۴۰۰ از طریق مجازی (سامانه‌ی پرسلاین) و به صورت تصادفی بین آن‌ها و بین کارکنان شرکت نوجان مهر (تولیدکننده‌ی دستگاه‌های تصفیه‌ی هوا) توزیع گردید. ۱۱ نفر از گروه کاربران، افراد بالغ فضای داخلی، ۷ نفر، پشتیبان و ۳ نفر، کارشناس فروش بودند. مدل‌های دستگاه‌های ذکر شده توسط کاربر که هر یک بنا به استفاده از دستگاه مورد تعامل خود به پرسش‌نامه پاسخ داده است بدین شرح بود: سامسونگ (۳ نفر)، ال‌جی (۳ نفر)، جی پلاس (۲ نفر)، بلوایر، شیایومی، هون لند مدل ایکس جی ۳۴۰۰، شارپ (۲ نفر)، کووی مدل ای پی ۱۱۳، ایزی ول، نوجان مهر، هانی ول (۲ نفر). نتایج نظرسنجی که روایی (صحت) آن توسط گروه دلفی مورد تأیید قرار گرفته و دارای پایایی (قابلیت اطمینان) با عدد آلفای کرونباخ ۰/۸۵ ارائه گردیده است (شکل ۳-۷).

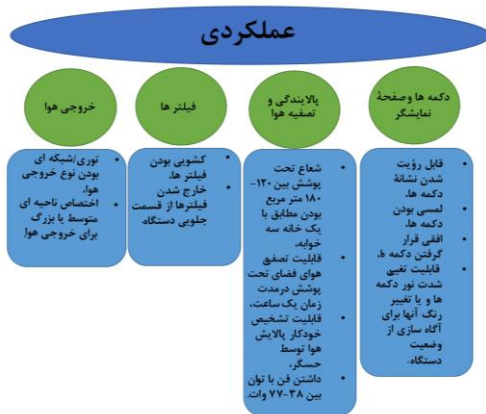


الف



ب

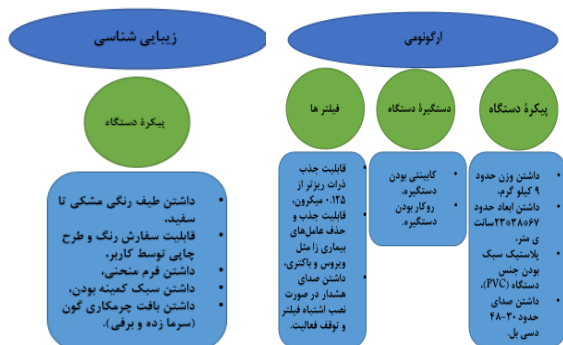
شکل ۵: الف) روش انتخابی کاربران برای روشن و خاموش کردن و تنظیم دستگاه، ب) میزان تمایل کاربران به هر کدام از دستگیره‌های پیشنهادی



شکل ۸: الزامات طراحی از دیدگاه عملکردی

### بحث

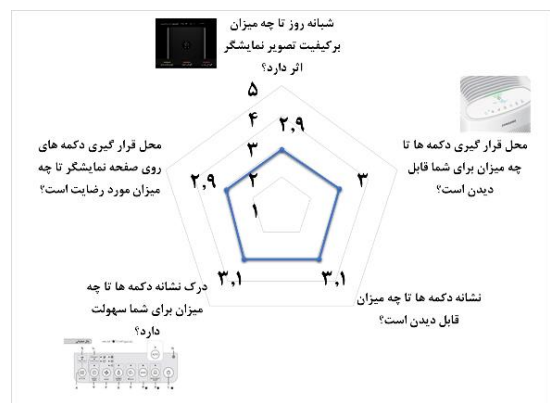
**الف) دستگاه تعاملی و ارگونومیک تصفیه هوای نیک و سناریوی استفاده از آن:** دستگاهی است که با توجه به مسأله‌ی پژوهش که در زمان اوج ویروس کرونا بوده است طراحی گردید (شکل ۱۳-الف).



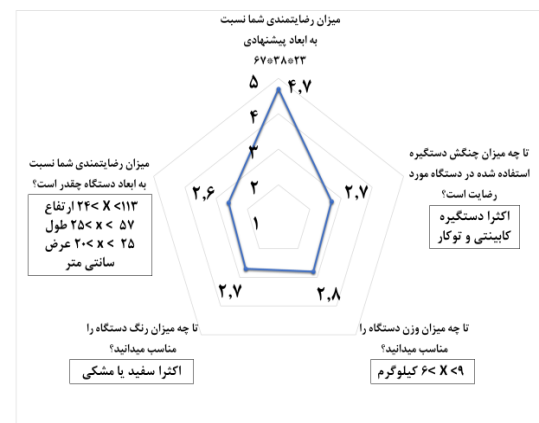
شکل ۹: الزامات طراحی از دیدگاه ارگونومی و زیبایی شناسی

از صافی‌های جدیدی برای حذف و یا کاهش ویروس‌ها مخصوصاً کرونا استفاده شده است. این صافی‌ها ترکیبی از پوشش آنتی‌باکتریال و لایه‌ی کلرهگزیدین دی گلوکونات بوده و قابل استفاده در فضای خانگی، سالن پذیرایی، مطب‌ها و غیره با مساحت حدود ۱۸۰ مترمربع است. به عنوان عضوی برای طراحی داخلی و مبلمان در نظر گرفته که از ساختار کلی چمدان چرخ‌دار الهام گرفته است. فرم پایه‌ی آن تا حدودی شبیه به قسمت پایین شیشه نوشابه و دارای چرخ برای حرکت آسان‌تر در ابعاد  $۶۷ \times ۲۳ \times ۳۸$  سانتی‌متر است. از ماده‌ی پلاستیک سبک، پی‌وی‌سی، در طراحی بدنه استفاده شد تا تنوع مواد کمتری داشته باشد. سبک بودن پی‌وی‌سی برای جابجایی محصول، امری چشمگیر است. بی‌صدا بودن و داشتن رنگ سفید، ساختار آرام‌بخشی را به نمایش می‌گذارد. دارای نور لامپ ال‌ای‌دی برای نشان کیفیت هوای داخلی است. اقلیم مناسب با شهرهایی با آلودگی ذرات پی‌ام  $۲/۵$  میکرون همچون تهران در نظر

شده است. در بخش ساختار توجه به جذب و حذف عوامل بیماری‌زای و ویروس‌هایی مانند کرونا، ایده این پژوهش ترکیب پوشش کلرهگزیدین دی گلوکونات و صافی آنتی‌باکتریال به عنوان صافی چهارم بوده که در نظر گرفته شده است. طرح‌ها برای دستگاهی با قدرت تصفیه‌ی هوای محیطی با اندازه‌ی ۱۸۰ مترمربع به گونه‌ای طراحی شده‌اند که کاربر با داشتن حداقل تجربه می‌تواند از آن استفاده کند. آسان، اقتصادی و بهینه در نظر گرفته شده و مونتاژ آسانی دارند. در دسته‌های مختلف مکعبی، استوانه‌ای (توخالی و توپر)، کتابی، فرمی و دارای انحناهای مختلف، طبقه‌بندی شده و از هر طبقه، ایده‌ای متناسب با آن طبقه، به عنوان طرح منتخب و همچنین نشان محصول ارائه شده است (شکل ۱۱).



الف



ب

**شکل ۷: الف)** میزان تمایل کاربران به ویژگی صفحه‌ی نمایشگر دستگاه تصفیه‌ی هوا، ب) میزان تمایل کاربران به ظاهر دستگاه

برای انتخاب طرح برگزیده از میان ۷ طرح منتخب از نگاه کاربران، پرسش‌نامه‌ای محقق ساخته [۱]، مبتنی بر اینکه کدام طرح موردنظر کاربران است، به صورت تصادفی در اختیار سه گروه از آنان، در فروردین‌ماه ۱۴۰۱ از طریق مجازی (سامانه‌ی پرسلاین) قرار گرفت. ۳۳ نفر از افراد بالغ فضای داخلی، ۸ نفر پشتیبان و ۷ نفر کارشناس فروش بودند. نتایج نظرسنجی که روایی (صحت) آن توسط گروه دلفی مورد تأیید قرار گرفت و دارای پایایی (قابلیت اطمینان) با عدد آلفای کرونباخ  $۰/۷۵$ ، ارائه گردیده است (شکل ۱۲).



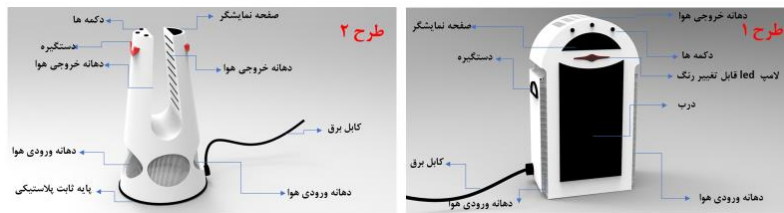
با توجه به نوع گروه هدف، سناریوی استفاده از دستگاه بیان شده است (شکل ۱۴).

**ب) ارتباط‌نا و تعامل‌نمای دستگاه تصفیه‌ی هوای نیک: چگونگی ارتباط و انتقال اطلاعات در استفاده‌ی کاربر از دستگاه به چهار طریق نشان داده می‌شود که عبارتند از ارتباط غیرفعال، فعال، تعاملی و فرافعال که علائم اینفوگرافیک آن‌ها نشان داده شده است (شکل ۱۵) [۱۴].** ارتباط غیرفعال به انتقال اطلاعاتی گفته می‌شود که به صورت یک‌سویه و بدون صرف انرژی از طرف دستگاه تصفیه‌ی هوا به کاربر می‌رسد. اگر ارتباط غیرفعال همراه با صرف انرژی صورت گیرد به آن فعال گویند. در مواردی کاربر برای استفاده از دستگاه تصفیه‌ی هوا فرمان می‌دهد و توسط دستگاه فرمان پذیرفته می‌شود، که به آن ارتباط دوسویه و تعاملی گویند. اگر از طرف کاربر به دستگاه تصفیه‌ی هوا، انتقال اطلاعات صورت پذیرد، ارتباط را فرافعال نامند. ارتباط‌نمای چهارگانه دستگاه تصفیه‌ی هوای نیک نمایش داده شده است (شکل ۱۵).

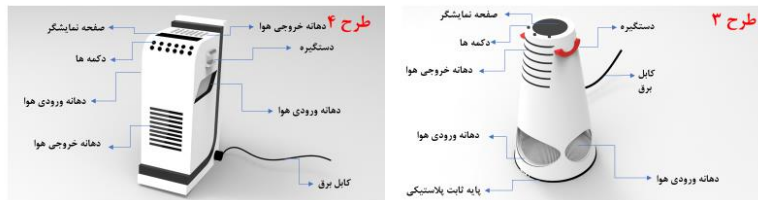
گرفته شده و برای شهرهایی مانند اهواز که آلودگی ناشی از گردوخاک فراوان دارند مناسب نیست و همچنین دارای بسته‌بندی محتوا است (شکل ۱۳-ب.پ). به صورت دیواری و ایستاده قابل استفاده می‌باشد، دارای کنترل از راه دور بوده و با استفاده از نرم‌افزار از طریق گوشی تلفن همراه مدیریت می‌شود (شکل ۱۳-ت.ث).



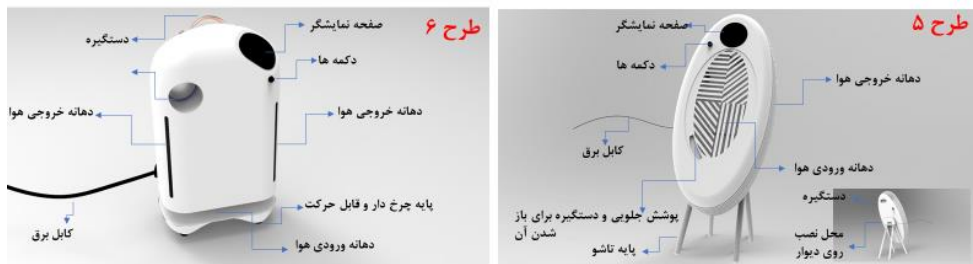
شکل ۱۰: فرایند ایده‌پردازی در طرحستان



الف. طرح ۱ و ۲ دستگاه تصفیه‌ی هوای نیک



ب. طرح ۳ و ۴ دستگاه تصفیه‌ی هوای نیک



پ. طرح ۵ و ۶ دستگاه تصفیه‌ی هوای نیک



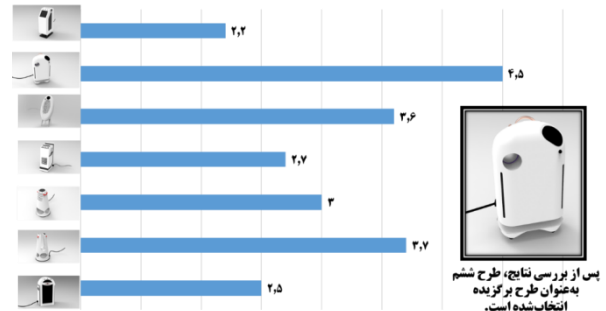
ت. طرح ۷ و نشان برگزیده‌ی دستگاه تصفیه‌ی هوای نیک

شکل ۱۱: (الف-ت) طرح‌های هفت‌گانه و نشان برگزیده دستگاه تصفیه‌ی هوای نیک



محیط سر بسته ۱۸۰ مترمربعی را تصفیه می‌کند. میزان کیفیت هوای داخلی و سرعت فن با توجه به میزان آلودگی محیط توسط چراغ ال ای دی رنگی، نشان داده می‌شود. چراغ دارای سه رنگ آبی، نشانه‌ی هوای سالم و سرعت فن کم، رنگ زرد، هوای معمولی و سرعت فن متوسط و رنگ قرمز، هوای ناسالم و سرعت فن بالا، است. دستگاه به صورت بی‌سیم و نگهداری شارژ قابل استفاده می‌باشد و تا چند ساعت بدون نیاز به برق کار می‌کند. دستگاه دارای تنظیم خودکار و دستی سرعت فن در سه درجه و حالت اقتصادی برای خاموشی خودکار پس از تصفیه‌ی محیط و توسط حسگر است که قابل تنظیم از یک تا هشت می‌باشد. دارای نشانگر میزان دما و رطوبت محیط و زمان تعویض صافی در صفحه‌ی نمایشگر است. دارای تنظیم سرعت فن برای حالت شبانه و کاملاً بی‌صدا و دارای صدای مکنده‌ی کم (حدود ۳۰ تا ۴۸ دسی‌بل بسته به سرعت فن دستگاه) می‌باشد (شکل ۱۷).

از نظر ارگونومی، دستگیره، دکمه‌ها اعم از دکمه‌ی روشن/خاموش و صفحه‌ی نمایشگر در قسمت بالایی آن طراحی شده است تا کاربر خم و راست نشود و فشار بر روی ناحیه‌ی کمر و پا کاهش یابد [۱۸-۲۰]. دستگیره‌ها به صورت مخفی و توکار بوده تا در کنار سادگی و کمینه بودن، دارای چنگش مناسب برای جابجایی و قرار گرفتن دست‌ها روی دستگیره را دارا باشد. پایه‌های چرخ‌دار و چرخ‌های روان دستگاه کمک افزونی به جابجایی آن می‌کند.



شکل ۱۲: نتایج طرح آورد دستگاه تصفیه‌ی هوای نیک

### پ) ویژگی‌های عملکردی، ارگونومیک و زیبایی‌شناسی

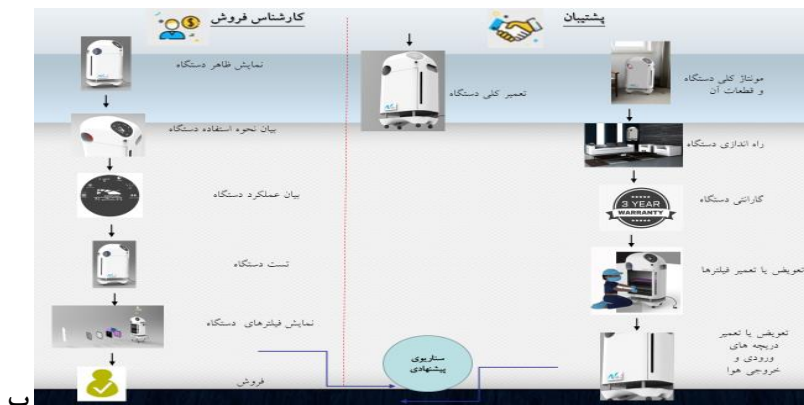
**دستگاه تصفیه‌ی هوای نیک:** از پایش پیشرفته و چهار مرحله‌ای پیش‌صافی، صافی کربن (زغالی)، صافی هیپای ویژه و در آخر صافی چهارم که ترکیب لایه‌ی آنتی‌باکتریال که خود برای جذب باکتری است، استفاده می‌کند. به علاوه دارای پوشش کلرگزیدین دی گلوکونات به منظور حذف ذرات هر چه ریزتر مثل ویروس کرونا است. در انتهای چهار صافی، فن قرار دارد. فرم دهانه‌ی ورودی هوای ناسالم که در زیر دستگاه مخفی شده است حجیم بوده و باعث می‌شود حجم هوای بیشتری به درون دستگاه برای تصفیه وارد گردد. حجم هوای خروجی، ۳/۵ مترمکعب بر ساعت و توان مصرفی دستگاه ۷۷ وات بوده است که در حدود یک ساعت، حجم هوای



شکل ۱۳: الف-پ) نمای پرسپکتیوی دستگاه تصفیه‌ی هوای نیک، (ت) کنترل از راه دور دستگاه تصفیه‌ی هوای نیک، (ث) صفحه نمایشگر کنترل تصفیه‌ی هوای نیک



الف



ب

شکل ۱۴: الف) سناریوی استفاده از دستگاه تصفیه هوای نیک توسط افراد بالغ فضای داخلی (ب) سناریوی استفاده از دستگاه تصفیه هوای نیک توسط گروه پشتیبان و کارشناسان فروش

دکمه‌ها این قابلیت را برای یادگیری آسان کار با دستگاه فراهم آورده است. به دلیل استفاده از پلاستیک سبک، پی‌وی‌سی، در کلیت ساختار محصول، این دستگاه سبک می‌باشد. دستگاه با داشتن صدای کم، آلودگی صوتی ایجاد نمی‌کند. در زمان آرامش و خواب نیز به دلیل داشتن حالت خواب، صدا چندین برابر کاهش یافته تا کاربر کوچک‌ترین صدای مزاحمی را احساس نکند و همه‌ی چراغ‌ها در حالت خواب، خاموش می‌شوند.

برای ذخیره‌ی انرژی، زمان‌گر در حالت خودکار قرار گرفته و دستگاه خاموش می‌گردد. کاربر و تعمیرکار به سهولت قابلیت دسترسی به صافی‌های دستگاه را دارند و تعویض آن‌ها به آسانی و راحتی قابل انجام است. با توجه به تصفیه‌ی هوا در یک فضای سرپسته حدود ۱۸۰ مترمربع نیاز به جابجایی مداوم توسط کاربر و یا استفاده از چندین دستگاه در یک فضا نیست (شکل ۱۸).



شکل ۱۵: نمادهای ارتباطی و نمایش آن‌ها در دستگاه تصفیه هوای نیک

سادگی صفحه نمایش و علائم روی آن و کم بودن تعداد



ب

ب

الف

شکل ۱۶: الف) ویژگی‌های فیزیکی، (ب) ویژگی‌های مهندسی و (پ) اجزای دستگاه تصفیه هوای نیک

تدوین پرسمان محقق ساخته مبتنی بر طراحی تعامل و تجربه‌ی کاربری بوده، تدوین شده است. از میان ۳۰ طرح اولیه، یافته‌های طرحستان تحت عنوان طرح‌های منتخب ۷گانه انتخاب شدند. دستاورد پژوهش که از طریق طرح‌آورد میان طرح‌های منتخب به دست آمد، دستگاه تعاملی و ارگونومیک تصفیه‌ی هوای با نشان نیک بود. در هر دو نظرسنجی که به صورت میدانی انجام گرفت، روایی (صحت) پرسش‌ها توسط گروه دلفی مورد تأیید قرار گرفت و پایایی (قابلیت اطمینان) نظرسنجی به ترتیب با عدد آلفای کرونباخ ۰/۸۵ و ۰/۷۵ به دست آمد. این مطالعه، به دستگاه تصفیه‌ی هوا با قابلیت جدید و عملکردی متفاوت نسبت به دستگاه‌های موجود دست‌یافته است. این محصول دارای صافی چهارم با ترکیبی از لایه‌ی کلرگزیدین دی‌گلوکونات و پوشش آنتی‌باکتریال بوده و در کنار صافی هپا، کربن و پیش‌صافی تمامی ویروس‌ها را از بین می‌برد. دارای فرم متفاوت الهام گرفته از شکل چمدان، کم صدا و قابلیت پوشش‌دهی مناسب است. علاوه بر ارائه‌ی ویژگی‌های کاربردی، رضایت‌مندی و تجربه‌ی خوب کاربری را به نمایش خواهد گذاشت. برای بالا بردن کارایی، دستگاه می‌تواند شامل افزونه‌هایی باشد. استفاده از فناوری تبخیر سرد به روش تبخیری، مافوق صوت و از طریق ارتعاشات که باعث افزایش رطوبت محیط می‌شود، حسگر تعبیه شونده در قسمت هوش مصنوعی دستگاه که این قابلیت را می‌دهد تا دستگاه توانایی شناسایی محل آلوده‌تر در محیط را داشته باشد و توسط پایه‌های چرخ‌مانند ربات جاروبرقی حرکت کند و به محل مورد نظر رفته و عملیات تصفیه را انجام دهد، از آن جمله است.

### تشکر و قدردانی

از حمایت‌های دانشگاه تهران و دانشگاه آزاد اسلامی در انجام این پژوهش قدردانی می‌شود.

### تضاد منافع

در نگارش این مقاله تضاد منافع وجود ندارد.

### سهم نویسندگان

تمامی نویسندگان به یک اندازه در آماده‌سازی این مقاله مشارکت داشته‌اند.

### ملاحظات اخلاقی

ندارد.

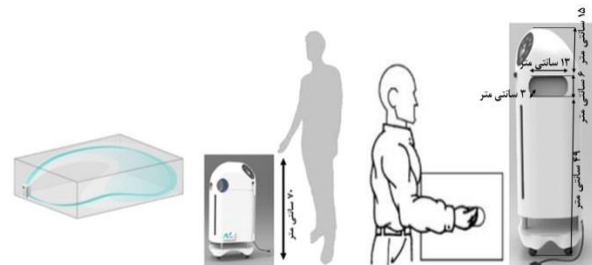
### حمایت مالی

تمام هزینه‌های این مطالعه بر عهده‌ی نویسندگان بوده است.



شکل ۱۷: ویژگی‌های عملکردی دستگاه تصفیه‌ی هوای نیک

لایه‌ی پشتی دستگاه در زمان اتصال به دیوار به گونه‌ای طراحی شده که ممانعت ایجاد نکند و همچنین جای کابل برق به صورت مخفی و دارای حفره در پشت دستگاه است تا هم به زیبایی هرچه تمام‌تر دستگاه کمک کند و هم مانعی برای اتصال به دیوار نباشد. دهانه‌ی ورودی هوا، در زیر پله قسمت انتهایی دستگاه قرار دارد، دستگیره‌ها توکار و مخفی هستند تا منافذ دیده نشود و به زیبایی دستگاه افزوده گردد. دهانه‌های خروجی هوا نیز به صورت دو خط منحنی‌دار در دو طرف دستگاه قرار گرفته و حس‌سازگی و کمینگی طرح را نمایان می‌کند. فرم دستگاه از چمدان چرخ‌دار الهام گرفته شده و رنگ سفید و تک‌رنگ و خنثی بودن آن باعث شده تا شخصیت آرام، قابل اعتماد و نرم‌تر را نمایان کند. طراحی زیبا و ساده‌ی آن باعث شده به عنوان عضوی برای طراحی داخلی و مبلمان باشد و جزئی از عناصر زیبایی‌شناسی محیط شناخته می‌شود.



شکل ۱۸: ویژگی‌های ارگونومیک دستگاه تصفیه‌ی هوای نیک

### نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف کاربردی و ماهیت کیفی-توصیفی و به کارگیری روش طراحی‌نامه انجام شده است. هوا و تصفیه‌ی آن، دستگاه تصفیه‌ی هوا و انواع صافی‌های موجود در آن، اهمیت، ضرورت و پیشینه‌ی طراحی چنین دستگاهی به روش پژوهش کتابخانه‌ای تبیین گردیده است. با معرفی گروه کاربران هدف، اولویت‌بندی آنان به روش تحلیل سلسله‌مراتبی و با نرخ سازگاری ۰/۰۶ از نگاه گروه دلفی انجام شده است. جدول الزامات طراحی دستگاه تصفیه‌ی هوا با نظرسنجی از گروه کاربران، که از طریق

## REFERENCES

1. Niknezhad M. Design of interactions and configuration of modern home air purifier [in Persian]. [MSc Thesis].

Tehran, Iran: Science and Research Branch, Islamic Azad University; 2022.



2. Cooper CD, Alley FC. Air pollution control: A design approach. 14<sup>th</sup> ed. Long Grove, IL: Waveland Pr Inc; 2010.
3. Young Journalists Club. Comparison of school holidays in Tehran due to air pollution from 2013 to 2018 [in Persian]. [Online]. [cited 2019]; Available from: URL: <https://www.yjc.ir/fa/news/7185469>
4. Capparè P, D'Ambrosio R, De Cunto R, Darvizeh A, Naghi M, Gherlone E. The usage of an air purifier device with HEPA 14 filter during dental procedures in COVID-19 pandemic: A randomized clinical trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(9):5139. [DOI: [10.3390/ijerph19095139](https://doi.org/10.3390/ijerph19095139)] [PMID]
5. Fathi Galali SH. Designing a device for home air purification with emphasis on the systematic design of the product structure [in Persian]. [MSc Thesis]. Tehran, Iran: Honar University; 2008.
6. Rahbar Saadat I. Design and construction of a purification device for pollutants caused by the combustion of fossil fuels in closed spaces. [MSc Thesis]. Tehran, Iran: Material and Energy Research Center; 2011.
7. Ito K, Zhang S. Willingness to pay for clean air evidence from air purifier markets in china. *J Polit Econ*. 2016;128(5):1627-72.
8. Kim S, Li M. Awareness, understanding, and action: a conceptual framework of user experiences and expectations about indoor air quality visualizations. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2020; 1-12. [DOI: [10.1145/3313831.3376521](https://doi.org/10.1145/3313831.3376521)]
9. Delmas MA, Kohli A. Can apps make air pollution visible? Learning about health impacts through engagement with air quality information. *J Bus Ethics*. 2020;161(2):279-302.
10. Singh R, Chadha GK, Deep V, Mehrotra D. Self-power generating indoor air purifier robot. *Int J Comput Digit Syst*. 2020;9(1):97-107.
11. Wang M, Cheng X, Liang J. Research on the design of portable desktop air purifier based on Kansei engineering. *IEEE Access*. 2021;9:138791-802.
12. Abbasi Gouki AH. Optimizing electrostatic devices for absorbing airborne particles [in Persian]. [MSc Thesis]. Tehran, Iran: Shahid Beheshti University; 2020.
13. Xia X, Chan KH, Lam KBH, Qiu H, Li Z, Yim SHL, et al. Effectiveness of indoor air purification intervention in improving cardiovascular health: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sci Total Environ*. 2021;789:147882. [DOI: [10.1016/j.scitotenv.2021.147882](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147882)]
14. Taherian Ojaroud R, Faraji A. Designing jewelry making furniture based on modular, interactive, and ergonomic principles. *Iran J Ergon*. 2021;9(3):19-38.
15. Sharp H, Preece J, Rogers Y. *Interaction design beyond human-computer interaction*. 5<sup>th</sup> ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc; 2019.
16. Saaty TL. *The analytic hierarchy process*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons; 1980.
17. Digiato, Anmicrobial Air Filters Kills Corona Virus in 30 Seconds. 2022. <https://digiato.com/article/2022/03/11/anmicrobial-air-filters-kills-corona-virus-in-30-seconds>
18. Tilley AR, Dreyfuss H. *The measure of man and woman*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons; 2001.
19. Openshaw S, Taylor E. *Ergonomics and design: A reference guide*. Darby, Pennsylvania: DIANE Publishing Company; 2007.
20. Salvendy G, Karwowski W. *Handbook of human factors and ergonomics*. 5<sup>th</sup> ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc; 2021.