

## بررسی معماری تطبیق پذیر طراحی سکونتگاه انسان به کمک اصول معماری و توجه به نیازهای روانشناختی انسان در سیاره مریخ

علیرضا جباری زاده‌گان<sup>۱</sup>، علی محمدپور<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

<sup>۲</sup> دانشجوی رشته خلبانی، مرکز آموزش هوانوردی هما، تهران، ایران.

نام نویسنده مسئول:

علیرضا جباری زاده‌گان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۹

### چکیده

با توجه به رشد روزافزون جمعیت و کاهش منابع انرژی، نیاز به یافتن سیاره‌های دیگر بعنوان سکونتگاه انسانها بیش از پیش احساس می‌شود. در این راستا سازمان ناسا سالهاست که در پی یافتن سیاره‌های جدید که برای بشر قابل سکونت باشد به تحقیق و بررسی ماه و مریخ، که نسبت به بقیه سیارات بیشترین شباهت را به زمین دارند، پرداخته است. با کشف وجود آب در مریخ که عنصری حیاتی و تعیین کننده می‌باشد این تلاش سرعت بیشتری گرفته است. انسان همواره برای زندگی به دنبال سرپناهی بوده است. از دوره غارنشینی تاکنون پیشرفت‌های بسیاری در ساخت مسکن صورت گرفته و در مریخ نیز با توجه به شرایط متفاوتی که با زمین دارد و محدودیت‌های زیستی آن مانند کمبود اکسیژن و فشار جو و اختلاف دمای شدید و... نیاز به سرپناه کاملا ضروری می‌باشد. این سرپناه علاوه بر حفاظت در برابر باد و آفتاب و عوامل جوی مشابه زمین، باید با ایجاد فشار و میزان اکسیژن مناسب برای ساکنین محدودهای قابل زیست ایجاد کند. درحالیکه انسان در سطح مریخ نمی‌تواند بدون لباس و محافظ وارد جو آن شود. علاوه بر نیازهای اولیه انسان به سکونتگاه برای حفاظت در برابر عوامل جوی و محیطی، باید به عوامل روانشناختی و آسایش روانی وی برای زندگی در این محل توجه شود. به این منظور در این مقاله سعی شده به کمک معماری و اصول آن و توجه به نیازهای روانشناختی انسان، پیشنهادهایی برای طراحی معماری داده شود تا هم نیازهای عملکردی را پوشش دهد و هم آسایش روانی و رضایت نسبی برای ساکنین فراهم آورد.

**واژگان کلیدی:** معماری تطبیق پذیر، نیازهای روانشناختی، طراحی سکونتگاه، مریخ.

## مقدمه

بشر سالهاست آرزوی سفر و اقامت همیشگی را در سیاره‌های جدید در سر می‌پروراند. با توجه به رشد روزافزون جمعیت و کاهش منابع انرژی نیاز به یافتن سیاره‌های دیگر بعنوان سکونتگاه انسانها بیش از پیش احساس می‌شود. در این راستا سازمان ناسا سالهاست که در پی یافتن سیاره‌های جدید که برای بشر قابل سکونت باشد به تحقیق و بررسی ماه و مریخ، که نسبت به بقیه سیارات بیش‌ترین شباهت را به زمین دارند، پرداخته است. کره ماه، به عنوان نخستین مکان برای شهرک سازی برون زمینی انسانها پیشنهاد شده اما ماه دارای جو نیست در حالی که مریخ با جو رقیقی که دارد امکان بیشتری برای میزبانی از انسان و دیگر گونه‌های زیست آلی را فراهم می‌کند. در حال حاضر اسکان دادن انسان در کره مریخ دستمایه گمانه‌زنی‌ها و مطالعات جدی می‌باشد؛ زیرا شرایط سطحی این سیاره و وجود آب در آن باعث شده تا بتوان آن را قابل زیست‌ترین مکان خارج از کره زمین در منظومه خورشیدی دانست. علاوه بر آن هوای نسبتاً مناسبی دارد؛ نور کافی خورشید امکان استفاده از پنل‌های خورشیدی را فراهم و لایه نازک جو نیز یک لایه محافظ در برابر پرتوهای کیهانی و نور خورشید ایجاد می‌کند. ریتم شبانه‌روز آن نیز شباهت زیادی به زمین دارد و هر روز در این سیاره ۲۴ ساعت و ۳۹ دقیقه و ۳۵ ثانیه است (۱).

با توجه به اهمیت یافتن سکونتگاهی جدید برای بشر، هنوز هیچ انسانی موفق به قدم نهادن به جو مریخ نشده است ولی خیلی‌ها بر این باورند که می‌توان یک تمدن مستقل را روی مریخ تشکیل داد. این جمعیت بشری می‌تواند تمام نیازهای خود را به شکلی مستقل تأمین کند و البته توانایی رشد و افزایش تعداد افراد آن نیز در آینده وجود دارد (۲).

برای تأمین نیازهای نخستین افرادی که روی مریخ حضور می‌یابند، باید مصالح و لوازم مورد نیاز برای ساخت محل اقامت روی مریخ، نیز همراهان پیشگامان به سطح مریخ منتقل شود. علاوه بر آن باید راهی برای کنترل تأثیر اختلاف زیاد دمای شبانه روز، و تأمین نیازهای اولیه مانند تأمین غذا، اکسیژن برای تنفس، آب آشامیدنی و لباس مناسب برای قرار گرفتن در معرض تشعشعات کیهانی و فشار جو مریخ یافت. لازم به ذکر است که اختلاف دمای شبانه روز بازهای از ۳۰ درجه در روز و گاهی در برخی نقاط تا ۱۴۰- درجه دارد. هر قدر ساکنان جدید مریخ بیشتر بتوانند نیازهای خود را به شکل مستقل تأمین کنند، افرادی دیگر از زمین به این سیاره ارسال و البته از حجم مواد و تجهیزات ارسالی از زمین نیز کاسته می‌شود. با وجود سختی شرایط زندگی در مریخ و مخاطرات آن و همچنین محدودیت در منابع در دسترس باید از روشهایی برای بهره‌گیری از منابع موجود و کاهش اتلاف و یا کاهش مصرف انرژی استفاده کرد. به کمک معماری تطبیق‌پذیر و مواد و مصالح سازگار می‌توان از ساکنان در برابر شرایط سخت مریخ مانند اختلاف دما و سرمای زیاد و همچنین تشعشعات کیهانی محافظت کرد و علاوه بر آن ساختمان می‌تواند به خوبی خود را با شرایط موجود برای تأمین نیازهای روانی خدمه مانند دریافت نور طبیعی و دید به اطراف و .. تطبیق دهد. در این صورت تنها با انتخاب مواد و مصالح درست و حتی بدون تحمیل هزینه‌های اضافی و با توجه به نیازهای موجود، زیستگاه می‌تواند خود را با شرایط سخت و محدودیت‌های موجود انطباق داده و بر کیفیت شرایط زندگی و سطح آسایش جسمی و روانی بیفزاید (۳).

## مریخ

زمین سومین و مریخ چهارمین سیاره منظومه شمسی است که به دور خورشید می‌چرخد. با توجه به اینکه زمین به خورشید نزدیک‌تر است، سرعت گردش آن هم بیشتر است. مدت زمانی که مریخ یک دور به دور خورشید می‌چرخد، برابر با دو دور گردش زمین است. بنابراین گاهی اوقات که دو سیاره در دوطرف خورشید و مقابل هم هستند، بسیار دور از هم بوده، و زمانی که به هم می‌رسند در نزدیک‌ترین فاصله از هم قرار می‌گیرند. نزدیک یک اصطلاح نسبی است. در نزدیکترین حالت، مریخ هنوز ده‌ها میلیون مایل از زمین فاصله دارد (۴)

شرایط سکونت‌پذیری انسان بر سطح مریخ از تمامی دیگر سیاره‌ها و همچنین از ماه مناسب‌تر است. برای نمونه بر سطح سیاره عطارد نوسانات گرما و سرمای بسیار سختی وجود دارد، سطح ناهید علی‌رغم آنکه از نظر ترکیب بدنه، اندازه و گرانش (جاذبه) سطح شباهت‌های زیادی به زمین دارد ولی به مانند تنوری داغ است، و سیاره‌های مرزهای بیرونی سامانه خورشیدی و قمرهای آنها نیز در شرایط یخبندان شدید به‌سر می‌یابند (۵).

خارج از کره زمین، تنها بر فراز ابرهای پیرامون کره ناهید است که دانشمندان تاکنون مکانی سکونت‌پذیرتر از مریخ برای انسان یافته‌اند. از سوی دیگر برخی شرایط طبیعی آبهوایی در برخی نقاط زمین با شرایط مریخ همسان است. در ماه مه ۱۹۶۱ افرادی با بالن هوایی به بالاترین مکانی که انسان با بالن صعود کرده یعنی ۳۴.۶۶۸ متر صعود کردند و فشار هوایی که در آن ارتفاع ثبت شد در حدود همان فشار هوای موجود بر سطح مریخ است. سرمای شدید حاکم بر مناطق قطبی زمین نیز در همان محدوده دماهای شدید در مریخ قرار دارند. این دو سیاره در نزدیکترین فاصله نسبت به یکدیگر ۵۶ میلیون کیلومتر با هم فاصله دارند. همچنین زمانی در دورترین فاصله نسبت به هم واقع می‌شوند که هر دو در دورترین فاصله از خورشید و در بخش‌های مخالف آن قرار داشته باشند. در این نقطه، آنها می‌توانند ۴۰۱ میلیون کیلومتر با همدیگر فاصله داشته باشند. فاصله متوسط میان دو سیاره معادل ۲۲۵ میلیون کیلومتر است (۶).

مریخ دارای دو قمر به نامهای فوبوس و دیموس است. ابعاد مریخ نصف زمین و دو برابر ماه بوده و حجم آن یک ششم زمین است. یعنی ۶ کره مریخ داخل کره زمین جا داده می‌شود. جرم مریخ هم یک دهم زمین است. همچنین به دلیل جاذبه کمتر مریخ نسبت به زمین (۳۸٪ زمین)، طول پرش در مریخ تقریباً ۲/۵ برابر زمین است. یعنی با هر پرش مسافتی حدود ۲/۵ برابر در سطح زمین طی خواهد شد (۴).

از مهمترین چالش‌های سفر به مریخ می‌تواند تأمین سوخت باشد و از نکات مثبت سفر می‌توان به تولید متان و اکسیژن در مریخ توسط هیدروژن دی اکسید موجود در محیط مریخ (ترجیحاً آب به صورت یخ) و هم چنین از کربن دی اکسید موجود در جو با استفاده از تجهیزات پیشرفته اشاره کرد. اقدامات لازم در راستای زمینی سازی مریخ شامل سه گام اساسی می‌باشد: گام اول؛ برای این منظور تأمین نیازهای اولیه انسان است. برای زندگی در زمین آب، غذا، مسکن و لباس مورد نیاز می‌باشد و در مریخ علاوه بر این چهار مورد به اکسیژن هم نیاز داریم. در حال حاضر بشر به طرز شگفت آوری قادر به تأمین این پنج مورد می‌باشد (۷).

بیشتر از یک و نیم میلیون کیلومتر مکعب آب در سطح مریخ وجود دارد اگرچه، تقریباً تمام آن یخ زده است. ۶۰٪ خاک مریخ حاوی آب می‌باشد. خیلی از دهانه‌های روی مریخ لایه‌هایی از آب یخ زده دارند. زیر خاک مقادیر زیادی یخ بصورت یخچالهای طبیعی وجود دارد؛ بطوری که در عمق ۱ الی ۱۰ متری خاک به راحتی می‌توان به یخ رسید. در نهایت می‌توان گفت آب زیادی در مریخ وجود دارد ولی یا به صورت یخ زده یا زیر زمین یا رطوبت موجود در جو می‌باشد. اما برای استخراج آب مایع قابل استفاده نیاز به صرف انرژی و نیروی انسانی می‌باشد. در ضمن اغلب رطوبت جو مریخ ۱۰۰٪ می‌باشد. به این منظور در سال ۱۹۹۸ یک دستگاه رطوبت زدا در واشنگتن اختراع شده که می‌تواند به سادگی کل آب مورد نیاز انسان را از طریق رطوبت جو تولید کند. در صورت آب شدن کل یخ‌های موجود در آن سطح مریخ تا ۱۰ متر زیر آب می‌رود. اگر بتوانیم دمای مریخ را افزایش دهیم، باین کار گازهای یخ زده درون جو این سیاره آزاد خواهند شد که باعث ایجاد اثر گلخانه‌ای می‌شود. پس از آن یخ‌های سطحی مخصوصاً در نواحی نزدیک استوا ذوب خواهند شد؛ بنابراین رودخانه‌هایی بر سطح مریخ جاری خواهند شد که می‌توان از آنها برای کشت گیاهان خارج از گلخانه استفاده کرد؛ این گیاهان به مرور اکسیژن را به جو مریخ اضافه خواهند کرد (۸).

اکسیژن مورد نیاز برای تنفس هم قابل تأمین است. از آنجا که ۹۶٪ جو مریخ از کربن دی اکسید تشکیل شده، دانشگاه ام‌ای‌تی<sup>۱</sup> دستگاهی طراحی کرده که عکس پیل سوختی کار می‌کند و کربن دی اکسید موجود در جو را جذب کرده و اکسیژن تولید می‌کند. هر دستگاه قادر به تولید کل اکسیژن مورد نیاز یک انسان می‌باشد و همچنین قابل توسعه است. خاک مریخ شباهت زیادی به خاک برخی نواحی زمین مانند دره های خشک قطب جنوب و یا ارتفاعات آتشفشانی‌هاوایی دارد. فضانوردان احتمالاً بتوانند در گلخانه‌هایی باد شونده، گیاهانی را برای تأمین غذا در این سیاره کشت دهند؛ این گلخانه‌ها فشار اتمسفر لازم برای زنده ماندن گیاهان را تأمین خواهند کرد. البته گیاهشناسان انتظار دارند برخی گیاهان بتوانند در اتمسفری با یک دهم فشار زمین نیز رشد کنند؛ اگرچه هنوز نمی‌دانیم تفاوت میزان جاذبه چه تأثیری در رشد گیاهان خواهد گذاشت. برای تولید غذای مورد نیاز افراد تا زمانی که آب در مریخ جاری شود بخش زیادی از غذا به صورت خشک و از زمین فراهم می‌شود و تنها بخش کمی حدود ۲۰٪ آن در مریخ قابل کشت است. البته با توجه به اینکه خاک مریخ قلیایی بوده و مواد موجود در سطح آن شامل موادی مانند منیزیم، سدیم و کلسیم و کلر می‌باشد، برای رشد گیاهانی مانند مارچوبه مناسب است (۹).

برای تأمین مسکن در مراحل اولیه می‌توان از بناهای بادی تحت فشار استفاده کرد اما متأسفانه فقط در روز قابل استفاده بوده و قادر به حفاظت در برابر تشعشعات کیهانی و خورشیدی بسیار زیاد آنجا نمی‌باشد. به عنوان راه حل دیگر می‌توان از خاک مریخ برای ساخت آجر استفاده کرد که ناسا پیشنهاد ترکیب نوعی پلیمر پلاستیکی و فشرده سازی آنها در نوعی میکروویو را داد که باعث ایجاد بناهای بسیار ضخیم خواهد شد. یا می‌توان به زیر زمین رفت و در مجاورت غارها و یا مجاری گدازه ها که در مریخ بسیار زیاد است، زندگی کرد (۸).

لباس هم به دلیل نبود جو و فشار کافی مسئله بسیار مهمی می‌باشد. برای این منظور لباسهای فضایی طراحی شده که هم کل بدن را در خود نگه داشته، هم دما و فشار مورد نیاز بدن را حفظ کرده و هم از انسان در برابر تشعشعات فرابنفش (که به دلیل رقیق بودن جو به راحتی از آن عبور می‌کند) محافظت می‌کند (۳).

گام دوم؛ زمینی کردن مریخ یا به عبارتی مهندسی دوباره سیاره و شبیه کردن محیط آن به زمین است. برای این منظور اولین قدم گرم کردن این سیاره است. مریخ به دلیل داشتن جو بسیار نازک، هوای بسیار سرد و اختلاف دمای بسیار زیادی داشته و دمای هوا به سرعت تغییر می‌کند. به طوری که در استوای مریخ دمای هوا در روز تا ۲۰ درجه‌ی سلسیوس و شب‌ها به ۷۰- درجه می‌رسد مثلاً. فقط لحظاتی پس از طلوع خورشید دما در سطح بیش از ۲۰ افزایش می‌یابد. در هر لحظه دمایی که پای شما احساس می‌کند (هوای نزدیک سطح) با دمای هوای اطراف سر شما ممکن است تا ۲۰ درجه اختلاف داشته باشد. به این ترتیب اگر روی استوای مریخ باشید، دمای سطح ۲۰ درجه سلسیوس و دمای اطراف سر شما صفر درجه است. علاوه بر این حدود ۶۰ درصد از نوری که زمین از خورشید دریافت می‌کند به مریخ می‌رسد؛ این میزان تقریباً همانند نوری است که در یک غروب زمستانی در شهری مثل میلان، پکن و یا شیکاگو می‌توانیم تجربه کنیم. مستقر شدن فضاوردان در نزدیکی استوای مریخ به آنها این امکان را می‌دهد که روزهای نسبتاً مطبوعی را داشته باشند؛ اما شب‌های سیاره‌ی سرخ به راحتی تا ۷۰- درجه‌ی سلسیوس سرد خواهد شد؛ بنابراین تأسیساتی برای حفاظت از فضاوردان در برابر سرمای وحشتناک لازم خواهد بود. برای گرم کردن جو مریخ نظریه‌هایی ارائه شده که در اینجا به اختصار به بیان آنها می‌پردازیم: در یخ‌های خشک موجود در مریخ گاز کربن دی‌اکسید فراوانی وجود دارد که با آزاد کردن آنها غلظت جو افزایش می‌یابد (۵).

استفاده از بادبانهای خورشیدی نظریه دیگری است که توسط استفان پترانک ارائه شده و مثل این عمل می‌کند. ابتدا این بادبانها روی قطب جنوب که یخ خشک زیادی در آن یافت می‌شود متمرکز شده و با گرم و متصاعد کردن یخ‌ها کربن دی‌اکسید به جو وارد شده و در کمتر از ۲۰ سال مریخ شروع به گرم شدن می‌کند (۷).

اخیراً الون ماسک مسئول پروژه اسپیس ایکس پیشنهاد استفاده از بمباران اتمی را داده که با مخالفت شدید بسیاری از دانشمندان روبرو شده است. (۸)

این نظریه‌ها در نهایت غلظت جو را افزایش داده که این امر باعث گرمتر شدن هوا و جو شده و علاوه بر آن منجر به کاهش ورود تشعشعات به مریخ می‌شود. در پی گرم شدن مریخ، آب جاری شده و می‌توان محصولات کشاورزی در آن تولید کرد. همچنین با افزایش بخار آب گازهای گلخانه‌ای قوی‌تر عمل کرده و منجر به بارش برف و باران شده که خود باعث افزایش غلظت جو و در نتیجه افزایش فشار سطح خواهد شد. با افزایش فشار هم دیگر نیازی به پوشیدن لباس فضایی نمی‌باشد (۲).

گام سوم؛ قابل تنفس کردن جو مریخ می‌باشد که ممکن است ۱۰۰۰ سال طول بکشد. هوایی که انسان بر روی زمین تنفس می‌کند از ۲۱ درصد اکسیژن و ۷۸ درصد نیتروژن تشکیل شده است؛ این میزان ترکیبی حیاتی برای ما است. با میزان کمتری از اکسیژن احساس خفگی خواهیم کرد و اکسیژن بیشتر، می‌تواند به شش‌هایمان صدمه وارد کند. اگرچه نیتروژن از طریق شش‌ها جذب نمی‌شود، اما بیشتر هوایی که نفس می‌کشیم را تشکیل می‌دهد و باعث می‌شود میزان مناسبی از اکسیژن را دریافت کنیم. تکامل یافتن انسان با شرایط آب و هوایی زمین به آن معنی است که اگر بخواهیم مریخ را به سیاره‌های مسکونی تبدیل کنیم، مجبوریم نه تنها اکسیژن مورد نیاز را به جو این سیاره پمپاژ کنیم، بلکه باید ترکیب ۹۵ درصدی دی‌اکسید کربن جو را با گازی دیگر جایگزین کنیم؛ و پس از آن با کم شدن میزان دی‌اکسید کربن جو اثر گلخانه‌ای کاهش می‌یابد که باعث سردتر شدن مریخ خواهد شد. بنابراین کاری پیچیده و طولانی است. البته از آنجایی که انسان موجودی هوشمند است امکان دارد دچار تغییر ژنتیکی شده و خود را با شرایط انطباق دهد (۴).

## معماری انطباق پذیر

معماری انطباقی یک زمینه چند رشته‌ای بوده که مربوط به ساختمانهایی است که برای سازگاری با محیط، ساکنان و اشیاء آنها و همچنین ساختمانهایی که به طور کامل توسط داده های داخلی هدایت می‌شوند طراحی شده‌اند. به دلیل ماهیت چند رشته‌ای آن، تحولات در معماری، علوم کامپیوتری، علوم اجتماعی، برنامه ریزی شهری و هنرها ممکن است بی ربط به نظر بیایند. معماری سازگار تمایل به ساختمانهایی دارد که برای انطباق با محیط زیست، ساکنان و اشیاء آنها و همچنین ساختمانهایی که به طور کامل توسط داده های داخلی هدایت می‌شوند. به طور کلی، معماری انطباقی در تحقیقات معماری به خوبی تعریف نشده است. این مجموعه شامل بازهای از طرحهایی با نماهای رسانه‌ای تا ساختمانهای زیست محیطی، از تأسیسات هنری پاسخگو تا طراحی صحنه و از هوش مصنوعی تا محاسبات رایج را در بر می‌گیرد. معماری سازگار با طیف وسیعی از نگرانی‌های مختلف که ریشه در چند رشته‌ای بودن، گسترش معماری، هنر، علوم کامپیوتر و مهندسی دارد، روبروست. تمام معماری در بعضی از سطوح قابل انطباق است، به طوری که ساختمانها همیشه می‌توانند به هر حال به صورت دستی انطباق یابند. معماری سازگار مرتبط با ساختمانهایی است که به طور خاص برای سازگاری (با محیط خود، ساکنان آنها، اشیاء درون آنها) یا به طور خودکار یا از طریق دخالت انسان، طراحی شده‌اند. این مسئله می‌تواند در سطوح مختلف بیفتد و اغلب شامل تکنولوژی دیجیتال (سنسورها، محرکها، کنترل کننده ها، فناوری‌های ارتباطی) است. با در نظر گرفتن زمینه فوق، این تعریف و چارچوب مربوط به آن، تلاشی برای ترکیب انواع روشهای متفاوت مانند انعطاف‌پذیر، تعاملی، پاسخگو، هوشمند، مشارکتی، رسانه‌ای، معماری ترکیبی می‌باشد (۱۰).

## ساکنان

معماران ممکن است تلاشهای طراحی خود را بر روی ساکنان ساختمان سازگار متمرکز کنند. بعدها ممکن است افراد بتوانند چیدمان معماری را به صورت دستی تغییر دهند یا ممکن است ساختمان به طور خودکار و به طور خاص به آنها پاسخ دهد، به عنوان مثال براساس داده های شخصی که ممکن است برای ساختمان در مورد آنها موجود باشد. اکثر ساختمانها فقط توسط یک فرد تنها اشغال می‌شوند. طراحی برای سازگاری با گروه می‌تواند یک چالش واقعی باشد و ممکن است معمار در ارائه امکانات برای سازگاری دستی تمرکز کند. آنها با ساکنان تبادل نظر خواهند کرد. سازگاری اتوماتیک ساختمانها نیازمند درک رفتار گروهی افراد آنجاست. از لحاظ فنی، جمع کردن بیانات مختلف اطلاعات شخصی پیچیده بوده و پیدا کردن راهی برای جمع بندی آنها معنی دار و مفید است. در نهایت، سازمانهایی که انگیزه ها و استراتژی‌های گسترده‌ای را سازماندهی می‌کنند، گروهی از ساکنان هستند که نیاز به طراحی انطباق پذیر دارند. سازه های سازمانی شامل آن دسته از بخش‌هایی است که کلیه امکانات ساختمانی را مدیریت می‌کنند، آن دسته از قطعات که هر روزه و توسط سازمان اشغال کننده واقعی امکانات را به راه می‌اندازد، که ممکن است کاملاً متفاوت از هر دو مورد باشد. سازگاری نیاز دارد تا مشکلات خود را با توجه به تسهیلات سازگار با تغییرات سازمانی مورد توجه قرار دهد، در عین حال می‌تواند دارای قابلیت کنترل روزانه باشد (۹).

در اکثر موارد، تأثیر آن روی ساکنان است که طراحان معماری سازگار با آن کار می‌کنند. اساسی‌ترین نگرانی در مورد چگونگی تأثیر آن بر ساکنان، به صورت فردی، گروهی و سازمانها است که می‌تواند به راحتی ساکنان، از جمله تنظیم آب و هوای داخلی و سطح راحتی، از طریق حذف کارهای تکراری در اتوماسیون، مربوط باشد. ایمنی و امنیت ساکنان یک نگرانی کلیدی است و باعث می‌شود که مکانها به صورت اتوماتیک قفل شوند تا مزاحمان را متوقف کنند و به طور خودکار برای جلوگیری از آسیب، به عنوان مثال در آتش سوزی، باز شوند. بدیهی است در متن این چارچوب، اگر نه در کل زمینه معماری سازگار، اثرات بر روی ساکنان در حال حاضر تحت بررسی بوده و نیاز به تحقیقات بیشتر دارد (۱۰).

## محیط

معماری سازگار می‌تواند برای واکنش به محیط بیرونی هم طراحی شود. همانطور که در حال حاضر مورد توجه قرار گرفته، انگیزه اجتماعی برای زندگی پایدار وجود دارد که در حال حاضر یک محرک کلیدی در معماری سازگار است. همچنین عناصر

سازگاری برای واکنش به محیط داخلی، به عنوان مثال برای اطمینان از آسایش حرارتی ساکنان طراحی شده‌اند، در عین حال برای کنترل هزینه‌های انرژی در دستیابی به یک سطح خاصی از آسایش نیز عمل می‌کنند (۷).

سازگاری بر محیط زیست محصور شده توسط معماری تأثیر می‌گذارد. سطوح نور در کنار یک ساختمان تحت تأثیر نور مصنوعی، پرده، کرکره و بازتابنده در ساختمان مربوطه و همچنین در ساختمانهای نزدیک به آن قرار دارند. کیفیت هوا می‌تواند از طریق تغییرات جریان هوا تحت تأثیر قرار گرفته، که ممکن است به تشخیص پارامترهای محیطی خاص مانند افزایش سطوح واکنش نشان دهد. درجه حرارت در ساختمانها با توجه به اینکه آیا ممکن است از طریق خنک کننده طبیعی، تهویه طبیعی یا کنترل آب و هوا کاملاً کنترل شود، سازگار می‌شوند. پروژه‌هایی وجود دارد که به طور خاص یک منظره صدا، حجم صدا و ترکیب را هدف قرار می‌دهد. راه دیگر برای تأثیرگذاری بر محیط زیست محصور شده توسط معماری، از طریق تطبیق تراکم اطلاعات ارائه شده است. در این زمینه، سطوح ممکن است به سرعت از پس زمینه و محیط به نمایش اطلاعات کامل، به عنوان مثال نمایش متن به جای الگوهای زینتی، تغییر یابند (۵).

همچنین اثر محیطی مربوط به نفوذپذیری پیکربندی معماری وجود دارد. نفوذپذیری را می‌توان از طریق باز کردن درب‌ها و دروازه‌ها افزایش داد، و مسیرهای ویژه‌های را برای ساکنان در شرایط خاص فراهم می‌کند. عکس آن هم از طریق مسیرهای بسته و یا از طریق نفوذپذیری انتخاب شده به دست می‌آید که فقط بخش‌های خاصی از یک جمعیت می‌تواند از طریق قسمت‌های خاصی از فضا عبور کند. علاوه بر این قابلیت نفوذ پیکربندی معماری می‌تواند بصورت فیزیکی و همچنین یک سطح مجازی دستکاری شود و این جنبه در "ویژگی‌های فضایی" در "عناصر سازگاری" مورد بحث قرار گرفته است (۳).

در نهایت، فضای طراحی نیز ابعاد یا استراتژی را که سطح استقلال یک ساختمان را از ساکنان آن برآورده می‌کند، ترکیب می‌کند. سازگاری در اغلب معماری‌های سازگار با برخی از مسائل مربوط به ساکنان، سازگاری با نیازهای آنها، حتی به طور غیرمستقیم به عنوان مثال سازگاری با محیط زیست یا اشیاء در ارتباط است. این نیز به وضوح قادر به ساختن برای انطباق با هدف خود است. معماری واکنشی نیست. در اینجا ساخت و سازها ممکن است به جریان و الگوی داده‌های نوظهور خود گوش دهند و رفتارهای تطبیقی را در طول زمان بدون استفاده از محرکهای خارجی یا هر منبعی مبتنی بر شرایط، ایجاد کنند (۴).

### محرکهای روحی روانی ساکنان

در محیط ناشناخته و منزوی استرس دائم برای مقابله با شرایط ایجاد می‌شود که باعث تحریک مکانیسم‌ها و تغییرات عصبی و بیولوژیکی و غیرارادی می‌شود. برخی از مطالعات نشان می‌دهد که حجم و یا طرح فضایی می‌تواند این عوامل استرس را کاهش دهد. در نتیجه این عوامل در طراحی زیستگاه‌های فضایی آینده در نظر گرفته شده‌اند. در جدول ۱-۱ انواع استرسها شرح داده شده‌اند.

جدول ۱-۱. بررسی عوامل استرس زا برای خدمه (۱۱)

عوامل روانشناختی استرس زا	توضیحات
تخصیص فضا	این دسته بندی مربوط به تخصیص و مکان یابی انواع خاصی از حجم برای رفع نیازهای روانی خدمه است.
کمبود فضای شخصی / فقدان فضای خصوصی	فضای خصوصی و شخصی هر دو عاملی بسیار مهم برای رفاه روانشناختی خدمه شناخته شدند، عقب نشینی از عوامل استرس زای اجتماعی، جدایی از محل کار، محل تعامل با اعضای خانواده و ایجاد یک مکان برای موارد شخصی و سرگرمی.
احساس ازدحام و شلوغی	حجم حاصله از نظر افزایش تعداد خدمه تأثیر منفی دارد "اثر متقابل ترافیک" (که می‌تواند شامل جابجایی یکی از اعضا، یا استفاده همزمان از تجهیزات و ایستگاه‌های کاری مورد نظر باشد). منجر به احساس ناکافی بودن اندازه یا طرح زیستگاه می‌شود. این عوامل استرس زا می‌تواند با تغییرات برنامه نویسی یا تنظیم برنامه برای کاهش تعامل اجباری خدمه / جابجایی کاهش یابد.

افزایش حریم خصوصی فعالیت‌های کاملاً شخصی مانند جمع آوری زباله کارکنان و بهداشت، که می‌توانسته باعث درگیری‌های درونی خدمه شود که منجر به کاهش عملکرد می‌شود. این قسمت در مورد فضای اختصاص داده شده و ایستگاه‌های کاری طراحی شده برای کار مفید و فعالیت‌های مورد نیاز برای سلامت روانی خدمه است.	فقدان فضای خصوصی / قسمت بهداشتی فضای کار
ذخیره سازی ضعیف برای انجام وظایف می‌تواند باعث افزایش نا امیددی یا اشکال دیگر تنش‌های روانی شود.	احساس کمبود و فشرده بودن فضای انبار و ذخیره
کنترل روشنایی، جریان هوا، درجه حرارت و غیره.	کنترل عمومی و فردی محیط
تجربیات در بخش‌های خدمه، نشان داد که عدم سطح کافی کنترل محیط شخصی، به خصوص در زمان خواب، می‌تواند منجر به کم خوابی شود که با استرس‌های روانی مرتبط است.	فقدان کنترل فردی دما، تهویه و نور
توانایی سفارشی سازی و تنظیم مجدد آن به بهترین شکل ممکن بر اساس نیازهای خدمه می‌تواند به طور قابل توجهی باعث کاهش ناامیدی در فضاهای غیر منعطف شود. علاوه بر این توانایی تغییر مجدد محیط و فضا، بر ادراک انتخاب و کنترل فردی می‌افزاید. مفاهیم مهم انسانی که معمولاً با فقدان آن در انزوا مواجه هستند.	عدم امکان تنظیم مجدد بدلیل تفاوت فرهنگی / تنظیمات فضای شخصی
فضا و منابع باید به منظور تحریک حس شناختی، بصری، شنوایی، لمسی، چشایی، بویایی، حرکتی، و غیره فراهم شوند.	محرومیت حسی و یکنواختی
ماموریت‌های اخیر آی‌اساس یک دریچه به زمین، ارتباط واقعی با عزیزان در خانه و بسته‌های مراقبت از خدمه که چیزهای جدید را به ارمغان می‌آورند، فراهم می‌کند. اقلامی با تأثیر حسی بالا (به عنوان مثال، میوه تازه) به فضانوردان در سراسر مدت اقامت آنها. شواهد نشان می‌دهد که حس شناختی، بصری، شنوایی، لمسی، چشایی، بویایی، حرکتی، به عنوان تجربه در محیط‌های جدا، محدود و سخت، می‌تواند به عنوان یک استرس مزمن برای افراد عمل کند. همچنین فقدان بلند مدت انتخاب و کنترل فرایند کار و اوقات فراغت می‌تواند تأثیر منفی بر خلق و خوی افراد بگذارد این تأثیر بر حجم به عنوان انتخاب و کنترل حداقل مقدار تنوع ضروری است.	فقدان محرک / تغییرپذیری حسی
منابع و فناوری‌های جدید باید ارتباطات را برای برقراری ارتباط با خانواده و دوستان در خانه فراهم کند تا یکنواختی مجموعه کوچکی از افراد برای مدت زمان طولانی، در یک فضای محدود را کاهش دهد.	یکنواختی اجتماعی
فقدان فضاهای گروهی برای تشویق فعالیت‌های گروهی می‌تواند موجب کاهش انسجام خدمه شود.	محرومیت اجتماعی/فقدان مناطق مشاع
سیستم ارتباطی با خانواده و دوستان در خانه که با افزایش اعتماد به نفس و حریم خصوصی، یک مکانیزم برای انحلال ناراحتی‌ها، نگرانی‌ها، ترس و خشم، ارائه می‌دهد که به نوبه خود برای کاهش درگیری‌های بین فردی ضروری است.	ارتباط محدود با خانه
شامل مدیریت زباله است.	مسایل روانشناسی و پزشکی
جداسازی فضای کثیف (مانند سرویس‌های بهداشتی، مناطق گرد و خاکی و غیره) و تمیز (مانند بخش‌های درمان‌های پزشکی، آماده سازی غذا، محل‌های خدمه و غیره) دارای یک جزء روانشناختی فراتر از نیازهای عملکردی است. مسائل دیگر تا حد زیادی از طریق تخصیص فضایی و سایر مکانها کاهش می‌یابد.	فقدان جداسازی فضای بهداشتی

## طرح معماری

معماری یک عامل کلیدی برای رفاه و توانایی سیستم انسان و انجام وظایفش به طورایمن و مؤثر برای رسیدن به اهداف ماموریت است. هر طرح باید شامل راه حل‌های یکپارچه برای تبادل بین وظایف و تعاملات و درگیری‌ها بین وظایفی که از لحاظ جسمی یا زمانی در مجاورت هم قرار دارند، باشد (۹).

طراحی برای رسیدگی به مسائل مربوط به روانشناسی در معماری ماموریت‌های فضایی است. اعضای کمیته‌ایستگاه فضایی بین‌المللی بر اهمیت هماهنگی یا جداسازی مناطق عملکردی برای غذا خوردن، ورزش، کار، بهداشت، و خواب برای اطمینان از سکونت مطلوب در مدار تاکید می‌کنند. متأسفانه، چیدمان برخی از مدوله‌های "آی‌اس اس" همیشه با طراحی معماری بهینه یا پیکربندی حجم سازگار نیست (۴).

### فعالیت‌های ورزشی

خدمه برای حفظ کیفیت زندگی درازمدت نیاز به حفظ سطح مناسب آمادگی جسمانی در طول ماموریت دارند. فعالیت‌های متقابل ممکن است فیزیکی (یعنی ورزش با یا بدون دستگاه مکانیکی)، شیمیایی (به عنوان مثال، مداخلات دارویی، رژیم غذایی)، یا ترکیبی از هر دو باشد. اکثر نگرانی‌های مربوط به فیزیولوژی (مانند ظرفیت هوازی، کاهش آمادگی قلبی عروقی و عملکرد اسکلتی عضلانی، سیستم حسی حرکتی، پیشگیری از بیماری انقباض<sup>۱</sup>، تقویت روانشناختی می‌توانند از طریق استفاده از تجهیزات ورزشی کاهش یابد (۵).

### مکان یابی محل ورزش

- مناطقی که در آن ورزش باید رخ دهد باید به طور مناسب گرمای افزایش یافته، تولید دی‌اکسید کربن و رطوبت ناشی از ورزش کنترل شود.
- به خاطر بوی بدن و امکان آلودگی با عرق، محل ورزش باید تا حد ممکن از محل تهیه غذا و خوردن غذا دور باشد، یا از روشهای دیگر حفاظت از آلودگی مانند یک مانع فیزیکی استفاده شود.
- اگر تمرین موجب ایجاد سر و صدای زیاد به دلیل عملکرد ورزشی، سختی ورزش و یا کنترل محیطی شود، نباید در نزدیکی مناطق خواب یا ارتباطات انجام شود (۹).

### تفریح

تفریح برای حفظ روحیه بالا در ماموریت‌های فضایی، به ویژه برای مدت زمان طولانی، مهم است. فعالیت‌های تفریحی نباید با مسیرهای عبوری و ایستگاه‌های کاری در حال استفاده تداخل داشته باشند. نوع و اندازه امکانات تفریحی به تعداد اعضای خدمه، مدت زمان ماموریت و ترجیحات کلی تفریح خدمه بستگی دارد. در ماموریت‌های کوتاه مدت ممکن است زمان کمی برای تفریح در کنار نگاه کردن به پنجره یا لذت بردن از محیط وجود داشته باشد. باین حال، در طول ماموریت‌های طولانی مدت، تفریح اضافی باید در نظر گرفته شود. فعالیت‌های تفریحی مشترک، مانند بازی‌ها، ممکن است در طولانی مدت مؤثر باشد (۵).

### تخصیص فضا

عدم فضای شخصی، عدم فضای خصوصی، فقدان حریم خصوصی برای فعالیت‌های بسیار شخصی و احساس شلوغی به عنوان اولویت‌ایجاد عوامل استرس زا برای مأموریت‌های طولانی مدت اکتشاف می‌باشند. سپس این عوامل استرس زا دسته بندی شدند. تخصیص فضا شیوه استفاده از حجم است. اگر چیدمان و طراحی آن حجم به طور مطلوب اجرا نشده باشد، حجم بزرگتر ممکن است شلوغ به نظر برسد. مثلاً، در موقعیت‌های مختلف خدمه در کنار یکدیگر، در مقابل شرایط جدا از هم، ممکن است برخی از افراد احساس شلوغی کنند (۱۱).

### فضای شخصی

شواهد بی نظیر از مطالعات محیط‌های جدا شده و محدود نشان می‌دهد که هر فرد نیاز به جایی دارد که بتواند تنها باشد. یک مطالعه در ایستگاه‌های کوچک قطب جنوب نشان می‌دهد که ۶۰٪ از بیداری مردم دور از دیگران صرف شده است. استفاده چرخشی از اتاق خواب مثل "تخت تاشو" - اغلب به دلیل عدم حفظ حریم خصوصی و فضای شخصی مورد استقبال قرار نمی‌گیرد (۱۲).

### درک شلوغی و حریم خصوصی

درک شلوغی زیستگاه ممکن است یک استرس مزمن باشد که همچنین بر سلامت خدمه در یک ماموریت تأثیر می‌گذارد. پلوس (۱۹۷۲) نشان داد که افزایش تعداد افراد در یک واحد مسکونی (و در نتیجه تعداد تعاملات بالقوه بین این افراد) منجر به افزایش سطح استرس می‌شود. این موضوع بیشتر در زندانیان خوابگاه دیده می‌شود. زندانیان تک سلول اثر منفی کمتری داشتند که می‌تواند توسط حس درک حریم خصوصی بواسطه سلولهای تک توضیح داده شود. فضای مربعی بین ۳۰.۷ تا ۸۴.۳ فوت مربع برای هر فرد وجود داشت. حجم حاصله از نظر افزایش تعداد خدمه تأثیر منفی دارد "اثر متقابل ترافیک" (که می‌تواند شامل جابجایی یکی از اعضا، یا استفاده همزمان از تجهیزات و ایستگاههای کاری مورد نظر باشد). همچنین استاستر در ارزیابی خود از افرادی که در محیطهای شبیه سازی شده زندگی می‌کنند، بیان کرد که طراحان باید "به حفظ حریم خصوصی در ارتباطات افراد (به صورت الکترونیکی) مانند اقامتگاه بخش خصوصی" توجه کنند. به عبارت دیگر، برای کاهش حس شلوغی، نیاز به ایجاد حس انزوای شنوایی و بصری و فیزیکی می‌باشد (۱۱).

### مناطق مشترک

در حالی که بر نیاز به فضای شخصی تأکید شد، یک منطقه مشترک است که می‌تواند به طور همزمان همه اعضای خدمه را شامل شود و برای ماموریت اکتشافی طولانی مدت لازم است. فقدان چنین ناحیه خاصی به عنوان یک عامل استرس شناخته شده، که حضور تمام اعضا در اتاق یکسان یک جنبه حیاتی از حس حمایت و انسجام تیم دارد. "استاستر" در سال ۲۰۱۰ دریافت کرده است که پس از مشاهده زمین، "تماشای فیلمها" بسیار مورد علاقه خدمه بود. از این رو، یک فضای مشترک باید وسیله‌ای برای همه اعضای خدمه برای تماشای فیلمها با یکدیگر باشد. یک منطقه مشترک دیگر که می‌تواند فعالیت‌های تفریحی را نیز در بر گیرد و فضایی برای سرو غذا با هم باشد. که می‌تواند کمک شایانی به انسجام تیم کند. یک منطقه مشترک باید به منظور تکمیل اهداف کاری وجود داشته باشد، شواهد نشان می‌دهد تیم‌هایی با "اتاق های پروژه" پیشرفت‌هایی مانند افزایش یادگیری، انگیزه و هماهنگی دارند. علاوه بر این، در طراحی زیستگاه برای ماموریت‌های طولانی مدت آینده، جدایی مناطق تفریحی و غذاخوری از محل کار و بهداشت، یک امر حیاتی است (۱۲).

### نتیجه گیری و طرح پیشنهادی

صرف نظر از تعداد حجم، باید اطمینان حاصل شود که زیستگاه محیط‌هایی برای اقامتگاه های شخصی، کاهش ادراک شلوغی اجتماعی، بهینه سازی حریم خصوصی، و همچنین مناطق مشترک فراهم می‌کند، طراحی فضای ناکافی می‌تواند منجر به احساس ادراک شلوغی و افزایش استرس شود.

طرح پیشنهادی برای بهینه سازی تخصیص فضا در فضای ما عبارتند از:

ارائه واحدهای جداگانه خواب / شخصی با امکانات سمعی و بصری جداگانه برای هر عضو. انزوای سمعی و بصری حس تنهایی را افزایش می‌دهد، حریم خصوصی واحدهای شخصی به کاهش مشکلات خواب و خستگی ذهنی کمک می‌کنند، یک احساس ایمنی روانی و فرصتی برای خواندن، تفکر و سایر فعالیت‌های زمان استراحت فراهم می‌کند.

ارائه یک منطقه مشترک برای اهداف مرتبط با کار. با توجه به اینکه کارکنان مدت زمان طولانی در ایستگاه های کاری خود صرف خواهند کرد، نیاز به تنهایی دارند، ممکن است یک گزینه برای جدایی بصری بین ایستگاه های کاری وجود داشته باشد، حس درک حریم خصوصی افزایش یابد.

یک منطقه مشترک به عنوان یک "اتاق ناهار خوری" و "اتاق نشیمن" مورد نیاز است.

برای بهبود تحریک حسی و عدم یکنواختی می‌توان علاوه بر پنجره های معمولی که چشم اندازی از فضای اطراف می‌دهد، از پنجره های مجازی هم استفاده کرد و تصاویری از زمین را روی آن به نمایش گذاشت. همچنین می‌توان برای این منظور از روشهای دیگری مانند بهره گیری از نور، رنگ و دیگر اقدامات بصری بهره برد. می‌توان از گلخانه و گیاهان و عناصر طبیعی هم استفاده کرد. ایجاد سطوح مختلف در فضای داخلی تأثیر مثبتی بر حفظ حساسیت لمسی خواهد داشت. تخصیص فضا برای تجهیزات ورزشی نیز بسیار مؤثر خواهد بود.

## منابع و مراجع

- [1] <https://fa.wikipedia.org-2012-page1-2>.
- [2] Petranek, Stephen, July, 02, 2015, How we`ll live on mars- TED Book.
- [3] Cohen, Marc.M. Astrotecture. Alto, Palo, 2015, First Mars Habitat Architecture.
- [4] <https://mars.nasa.gov>.
- [5] <Http://gltrs.grc.nasa.gov-2012-page5>.
- [6] <http://www.beytoote.com-1394-page1>.
- [7] Kennedy, J. Kriss, 2016, Space Architecture Systems Architecting.
- [8] <http://video-5.dalfak.com-Jim Green- Meyer-2015>.
- [9] NASA, National Aeronautics and Space Administration, BASELINE – January 27, 2010, REVISION 1 – June 5, 2014, HUMAN INTEGRATION DESIGN HANDBOOK (HIDH).
- [10] Schnädelbach, Holger, January 2010, Adaptive Architecture - A Conceptual Framework, <https://www.researchgate.net/publication/235218510>.
- [11] Simon, M. Whitmire, A. Otto, MD, C. Neubek, D, 2011, Factors Impacting Habitable Volume Requirements: Results from the 2011 Habitable Volume Workshop.
- [12] Simon, A. Matthew. Wilhite, W. Alan, 2013, A Tool for Automated Design and Evaluation of Habitat Interior Layouts.