



## کاربرد سیستم‌های پزشکی از راه دور در ارائه خدمات سلامت در فضا

دکتر مهرداد ایمان زاده

دکتر حمید کشوری

شاهین احمدزاده

منیره تقی پور

[mehriman2@yahoo.com](mailto:mehriman2@yahoo.com)

[hamid.keshvari@yahoo.com](mailto:hamid.keshvari@yahoo.com)

[shahin.araji@gmail.com](mailto:shahin.araji@gmail.com)

[m.taghipoor@aut.ac.ir](mailto:m.taghipoor@aut.ac.ir)

\*<sup>1</sup>Monireh Taghi Poor, Biomedical Engineering Department, Amir Kabir University, Tehran, Iran  
([m.taghipoor@aut.ac.ir](mailto:m.taghipoor@aut.ac.ir));

Shahin Ahmadzadeh Araj, Biomedical Engineering Department, Amir Kabir University, Tehran, Iran  
([shahin.araji@gmail.com](mailto:shahin.araji@gmail.com));

\*<sup>2</sup>Mehrdad Imanzadeh, Biomedical Engineering Department, Amir Kabir University, Tehran, Iran  
([mehriman2@yahoo.com](mailto:mehriman2@yahoo.com));

Hamid Keshvari, Biomedical Engineering Department, Amir Kabir University, Tehran, Iran  
([hamid.keshvari@yahoo.com](mailto:hamid.keshvari@yahoo.com)).

### چکیده

پیش بینی های اولیه از واکنش انسان به پرواز در فضا بر این فرض استوار بود که سازگار شدن با فضا منجر به ایجاد بیماری در فرد خواهد شد و امکان تطابق فیزیولوژیک بدن وجود نخواهد داشت. اما تحقیقات بعدی مشخص نمود که تغییرات تا این اندازه شدید نیستند ولی در هر حال تعدادی از عملکردهای طبیعی بدن شامل بلعیدن، دفع ادرار، و دفع مدفوع در بی وزنی ممکن است دچار اختلال شوند، در واقع، روده ها بدون جاذبه کار نخواهند کرد، ضربان قلب ممکن است نامنظم شوند، خواب فرد دچار اختلال شده و به طور کلی تمامی عضلات از جمله قلب، بسیار ضعیف خواهند شد. بیشترین تاثیراتی که اقامت در فضا بر روی بدن انسان دارد عبارت است از : تاثیر بر سیستم قلب و عروق، تاثیر بر روی استخوان ها، تاثیر بر روی عضلات، تاثیر بر روی سیستم ایمنی و خون و تاثیر بر سیستم عصبی و وضعیت روانی فرد بنابراین یکی از اهداف اولیه دانش زندگی در فضا تضمین سلامت خدمه پرواز هم در سفینه و هم در محیط خطرناک و نامطلوب بیرون سفینه است. در این میان با توجه به محدودیت های حضور پرسنل و متخصصان پزشکی در فضا و مشکلات خاص سلامت و بهداشت در سفرهای فضایی تله مدیسین با ظرفیت های فراوان خود از جمله توانمندی ارائه خدمات **Telediagnosis**، **Teleconsultation**، **Telemonitoring**، **Teletherapy**.

، **Telesurgery** و **Telerehabilitation** می تواند راه حلی موثر و بی جایگزین برای ارائه خدمات تخصصی سلامت در فضا تلقی گردد. در این مقاله تلاش گردیده با استفاده از کلمات کلیدی و جستجو در منابع و بانک های اطلاعاتی معتبر از جمله **Google scholar, Cochrane, PubMed, Embase, scopus, Science Direct**، به یک دیدگاه جامع در زمینه نیازهای سلامت و بهداشت انسان در فضا و توانمندی سیستم های تله مدیسین در پاسخگویی موثر به این نیازها دست یافته در کنار آن راهکارهایی در جهت بهره مندی پروژه ها و صنایع فضایی کشور از توانمندی های سامانه های پیشرفته تله مدیسین که سیستم هایی مبتنی بر تکنولوژی های برتر همانند ارتباطات موبایل، نانو تکنولوژی، میکرو سنسورها، هوش مصنوعی و فن آوری رباتیک می باشند ارائه گردد.

کلمات کلیدی: **Telemedicine, Aerospace medicine, Telemonitoring**

### حفظ سلامت فضانوردان

قرار گرفتن انسان در معرض میکروگراویته در فضا با عوارض پزشکی و بهداشتی مهمی از قبیل پوکی استخوان ( کاهش ماتریکس و مواد معدنی )، افزایش خطر سرطان در اثر برخورد با تشعشعات کیهانی، گیجی نسبت به مکان و فضا، هایپوتانسیون اورتوستاتیک و ... همراه می باشد. یکی از اهداف اولیه دانش زندگی در فضا تضمین سلامت خدمه پرواز هم در سفینه و هم در محیط خطرناک و نامطلوب بیرون سفینه است. در این میان، مسئولیت برنامه پزشکی در زمینه پرواز در فضا شامل ۳ مرحله است:

فعالیت های قبل از پرواز که شامل غربالگری، گزینش نامزدهای جدید فضانوردی و تثبیت سلامتی آن ها است.

فعالیت های حین پرواز که شامل انجام اقدامات لازم و مراقبت های پزشکی است.

فعالیت های بعد از پرواز که شامل نجات بعد از یک فرود اضطراری و توانبخشی برای بازگشت فوری فضانوردی به حالت پرواز می باشد.

### فضا پزشکی

حضور در فضا تجربه ای جدید و منحصر به فرد برای بشر پس از چندین هزار سال زندگی بر روی سیاره زمین است. پدیده شگرف زندگی در فضا که شاید بتوان گفت بارزترین خاصیت آن عدم وجود گرانش زمین و بی وزنی است، قاعداً اثرات متعددی را بر ارگانسیم انسان در پی دارد. یک فضا نورد از هنگام پرتاب به فضا تا بازگشت مجدد به زمین و حتی پس از آن، با ده ها مسئله حیاتی پیچیده روبرو است. بیشترین تاثیراتی که فضا بر روی بدن انسان دارد عبارت است از:

تاثیر در سیستم قلب و عروق

تاثیر بر روی استخوان ها

تاثیر بر روی عضلات

تاثیر بر روی سیستم ایمنی و خون انسان

### کاربرد طب فضا

مانند دیگر رشته های پزشکی در زمین، پزشکی فضایی شامل مراقبت فعل و انفعالی از انسان ها به منظور به حد کمال رساندن سلامت جسمی، فیزیولوژیکی و روانیست. برخلاف زمین، اولویت نخست حمایت از ماموریت و در این مورد ماموریت پرواز فضایی است، در واقع تضمین صحت و سلامتی خدمه تا اندازه ای هدف ثانویه است. اما برآورده کردن آن در ابتدا ضروری می باشد. نزدیکترین همسان به پزشکی فضایی، همان طب هوایی است. همچنین، تضمین ماموریت، اولویت اول در تمامی عملیاتی است. بنابراین، "پزشکی" فضایی با "فیزیولوژی" فضایی فرق دارد. بسیاری از تغییرات فیزیولوژیکی به وجود آمده در اثر بی وزنی قادر به سازگاری با محیط هستند و الزاماً بیماری زا نیستند.

### اهداف

انواع مراقبت هایی که محل حداقل سلامت را باید فراهم کند به این پنج گروه تقسیم می شوند:

گزینش، پیشگیری، اقدامات پیشگیرانه، درمان بیماری و آسیب و اون بخشی.

### حوادث پزشکی در طول پرواز

متداول ترین مشکلات پزشکی مواجهه شده در طول ماموریت های فضایی ، هم آمریکا و هم روس، هم کوتاه مدت و هم بلند مدت است .

این اطلاعات نشان می دهد که تجربه حوادث پزشکی تا کنون از نوع اختلالات عادی ، مانند عفونت جزئی تنفسی ( استنشاق سمی از مواد شیمیایی یا محصولات مربوط به تحقیقات، مواد تجزیه شده در اثر حریق، مواد مولد فشار ) ، اختلالات پوستی مانند درماتیت تماسی ، و آسیب های جزئی است. تمامی این حوادث در موقعیت های صنعتی بسیار رایج هستند ، و تقریباً سهم یکسانی در طول مطالعات قطب جنوب دارند

### سامانه مراقبت سلامت خدمه

سازمان ناسا به منظور پشتیبانی و تدارک نمودن نیازهای پزشکی خدمه ISS در طول مدت گرد هم آوردن و عملیات آن، یک سامانه مراقبت سلامت خدمه Crew Health Care System را پدید آورد.

CHeCS از سه جز اصلی تشکیل یافته است :

سامانه حفظ سلامت

سامانه سلامت محیطی

سامانه اقدام متقابل

آخرین سامانه ای که ذکر شد در برگزیده تردمیل، نیروسنج دوچرخه ای و دستگاه تمرین استقامتی می باشد تا فرصتی را برای تمرین و ورزش خدمه پدید آورد و سبب کمینه کردن اثرات پرواز فضایی بر بدن انسان شود.

انگیزه و مقصد اصلی در اجرای CHeCS ایجاد شرایط مطلوب بدنی و تحت نظارت قرار دادن این شرایط در فضانوردانی که در مدار قرار دارند ، می باشد. با این وجود اجزاء این سامانه ممکن است به طور اتفاقی برای پشتیبانی و کاربرد در پژوهش علم زیستی مورد استفاده قرار بگیرد.

بنابراین CHeCS با امکانات پژوهشی انسانی (Human research Facility , HRF) که تجهیزات تحقیق درباره اثرات میکروگراویته بر فیزیولوژی انسانی را درون خود جای داده است، می باشد.

HRF از دوقفسه تشکیل یافته است که خدمات و کاربردهایی را برای آزمایشها و ابزارهای نصب شده درون آن فراهم می آورد. این موارد شامل توان الکتریکی، کاربرد اطلاعات و فرمانها، خنک ساز هوا و آب، گازهای فشرده شده و مکش می شود. برای نمونه رایانه ها برای انتقال داده ها از آزمایشهای محیطی مانند آزمایشهای نقشه نگاری دوزیمتریک ، آشکارگر نوترون بانر که پرتو افشانی را اندازه گیری می نماید، مورد استفاده قرار می گیرند.

رایانه ها همچنین داده های بدست آمده از آزمایشهای علوم زیستی و بررسی های روانشناختی خدمه را انتقال می دهند. سامانه تصویربرداری التراسند (ALT ۵۰۰۰) واقع در HRF امکان تصویربرداری از قلب و دیگر اندام ها، عضلات و عروق خونی را فراهم می آورد.

### سیستم حفظ سلامت

آزمایش فاکتورهای مخاطره آمیز بر سلامت در طی پرواز فضایی به ایجاد و توسعه امکانات ویژه ای در جهت کاربرد سیستم حفظ سلامت منجر شده است. سیستم حفظ سلامت شامل موارد زیر می باشد:

یک دفیبریلاتور

یک بسته سیار پزشکی

یک بسته کمک تنفسی

یک بسته پیشرفته نجات بخشی

یک بسته دارویی جلوگیری از رفتارهای کنترل نشده تهاجمی در خدمه .

### سیستم سلامت محیط

این سیستم برای اعمال نظارت بر محیط درونی ISS مورد استفاده قرار می گیرد. سیستم سلامت محیط، وضعیت سمیت، کیفیت آب، میکروبیولوژی و محیطهای پرتوافشانی را بررسی و ارزیابی می نماید.

شدت آسیب یا بیماری

توانایی سیستم پزشکی موجود در ایستگاه

توانمندی پزشک برای همیاری در طی رخداد پزشکی

سطح مهارت و آموزش افسر پزشک

سادگی و انجام پذیری انتقال بیمار به زمین.

### افسر پزشک

سنجش توازن میان توانایی و ظرفیت انتقال اورژانسی به زمین و توانمندی درمان فوریتی در فضا برای یک ماموریت فضایی چند ماه می بایست مورد مطالعه قرار گیرد. اگر مشخص شود که نجات بخشی اورژانسی امکان ناپذیر است، بنابراین امکانات مراقبتهای اورژانسی می بایست بهبود یابد. بنابراین لازم است که یک پزشک برای مراقبتهای درون پروازی در نظر گرفته شود. چنین شخصی همچنین می تواند یک فضاورد آموزش دیده که توانمندی اجرای وظایفی دیگری از جمله جستجو و تحقیق را نیز باشد. در ماموریتهای فضایی طولانی مدت مانند ماموریت های کره ماه یا مریخ، نیاز به وجود چنین پرسنلی به شدت افزایش پیدا می کند.

افسر پزشک می بایست یک آسیب دیدگی با جراحی را تشخیص داده، درمان کرده و آنرا در وضعیتی ثابت نگه دارد و همچنین در صورتی که نیاز به یک بازگشت فوری و اورژانسی باشد، بیمار را برای این انتقال آماده نماید. افسران پزشک از آموزشهای ترکیبی در رده ها و ترتیبات مختلف برخوردار می شوند تا بتوانند وظایفی را همچون دستیاری جراحی، پشتیبانی بیهوشی انجام داده واز توانایی تشخیص پزشکی مانند وظایف مرتبط با امور آزمایشگاهی یا تصویربرداری پزشکی بهره مند شوند. به هر حال ارتباط مشاوره ای این پزشکان با دیگر متخصصان پزشکی بر روی زمین به دلیل محدودیت آموزشهایی که طی کرده اند، امری ضروری می باشد.

### ایران در فضا :

طبق سند چشم انداز بیست ساله ایران در سال ۱۴۰۴ در زمینه فضاوردی و تکنولوژی فضایی باید تبدیل به یکی از قدرت های جهانی در این حوزه باشد. اولین ماهواره ایرانی که به فضا پرتاب شد " امید " نام داشت. این پرتاب ۱۴ بهمن سال ۸۷ صورت گرفت که به دنبال آن نام ایران در میان کشورهای دارای فناوری ماهواره ای در جهان ثبت شد. بر این اساس کشورمان در ردیف هشت کشور دارای فناوری فضایی قرار گرفت.

### ارسال محموله زیستی به فضا

در روز ۱۴ بهمن ماه ۸۸ روز ملی فناوری فضایی با پرتاب کاوشگر ۳، نخستین محموله زیستی موجود زنده از کشورمان به فضا پرتاب شد. کاوشگر ۳ از زیرسامانه های سازه، محفظه زیستی، تامین توان، ارسال داده، تصویربرداری و ارسال، رایانه پرواز، سنجش محیطی و بازیابی تشکیل شده است.

### جزئیات ارسال میمون فضاورد ایرانی :

سرپرست سازمان فضایی ایران گفت: «کاوشگر ۵» موجود زنده - میمون از نژاد رزوس - مرداد ماه به ارتفاع ۱۲۰ کیلومتری زیر مداری پرتاب می شود. این سازمان در سال ۱۳۸۲ به عنوان زیرمجموعه وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات شکل گرفت و در ادامه با بررسی های کارشناسانه به همراه دانشکده تحقیقات مهندسی جهاد کشاورزی و پژوهشگاه هوافضا وزارت علوم در سال ۱۳۸۷ به سازمان مستقل تبدیل شد و مستقیم اداره آن زیر نظر ریاست جمهوری قرار گرفت. پنج میمون در حال آموزش هستند تا بتوانند تحمل فشارهای فیزیکی، مداری، شتاب های مداری، صوت، ارتعاش و سایر عوامل را هنگام پرتاب داشته باشد. کاوشگرهای فضایی حامل محموله ای هستند که در زاویه نزدیک به قائم و تا ارتفاع موراوی جو - معادل ۱۲۰ کیلومتر - پرتاب شده و بلافاصله به زمین باز می گردد به طوری که زمان رفت و برگشت آن در مجموع کمتر از ۲۰ دقیقه خواهد بود. این درحالی است که ماهواره ها تا ارتفاع ۲۵۰ کیلومتری و با سرعت مماسی ۷۳۰۰ تا ۷۶۰۰ کیلومتر برثانیه پرتاب می شوند تا بتوانند در مدار زمین قرار بگیرند.

### پزشکی از راه دور

یکی از بزرگترین چالش های پیش روی جامعه بشری در قرن ۲۱ در دسترس قرار دادن امکانات مراقبت از سلامت با کیفیت بالا برای همگان است. این مطابق با چشم اندازی است که سازمان بهداشت جهان (WHO) تحت عنوان استراتژی سلامت برای همه در قرن ۲۱ تعریف نموده است. تحقق بخشیدن به این چشم انداز به دلیل بسیار از جمله هزینه سربار ناشی از درگیری جمعیت رو به رشد جهان با بیماری های قدیم و

جدید، افزایش سطح انتظار سلامت در جوامع، وضعیت‌های ناهنجار اجتماعی اقتصادی موجود، و عواملی که باعث افزایش ناهمخوانی وضعیت سلامت در داخل کشورها و یا بین کشورها می‌شوند و بسیاری عوامل دیگر، مشکل یا حتی غیرممکن به نظر می‌رسد. به صورت سنتی قسمتی از مشکل رسیدن به دسترسی برابر مراقبت سلامت در جامعه وقتی بروز می‌کند که ارائه دهندگان خدمات سلامت و دریافت‌کنندگان آن مجبور باشند در یک زمان و یک مکان حضور به هم رسانند. اما خوشبختانه میتوان اعلام کرد امروزه پیشرفت تکنولوژی‌های ارتباطات و اطلاعات فرصت‌های بی‌سابقه‌ای را از طریق افزایش تنوع روش‌های ارائه خدمات سلامت فراهم نموده که می‌توان از آن‌ها برای رفع این مشکل استفاده نمود و البته این روش‌ها هم در کشورهای صنعتی و هم در کشورهای در حال توسعه با اقتصادهای ضعیف و ناپایدار قابل اجرا می‌باشند.

نخستین سازمانی که به طور جدی با مسئله پزشکی از راه دور مواجه شد سازمان ملی فضاوردی ایالات متحده آمریکا، ناسا بود. آن‌ها نیاز داشتند که وضعیت سلامت فضاوردان خود را در موقعیت‌های مختلف کنترل نمایند. فضاوردان به کمک سیستم‌های پزشکی از راه دور به مراکزی نظیر ایستگاه میر مرتبط می‌شدند و سپس ارتباط ایستگاه با زمین انجام می‌شد و متخصصان مراکز درمانی بر روی زمین به کنترل و بررسی وضعیت سلامت فضاوردان از جمله سلامت قلبی آن‌ها می‌پرداختند. معمولاً در مسافرت‌های فضائی، کنفرانس‌های تصویری برنامه‌ریزی شده‌ای به طور خصوصی میان فضاوردان و پزشکان برگزار می‌شد که در این جلسات پزشکان به بررسی وضعیت جسمانی آن‌ها می‌پرداختند. تصویربرداری ویدیویی از چشم، گوش، بینی، حلق و پوست با استفاده از سیستم موجود در ایستگاه فضایی امکان پذیر می‌شود. در صورت بروز بیماری مونیاتور مداوم علائم حیاتی (ECG, pPO<sub>2</sub>، فشار خون، ضربان قلب) به اجرا در آمده و داده‌های بدست آمده برای کمک به نیازهای افسر پزشک به طور مستقیم به زمین انتقال داده می‌شود.

پایگاه داده‌های پزشکی رایانه‌ای و برنامه‌های تشخیص پزشکی به منظور انطباق و بکارگیری امکانات پزشکی در ایستگاه فضایی در دست ارزیابی و بررسی قرار گرفته‌اند. پایگاه داده‌های سم‌شناسی، مدت‌ها است که در طی ماموریت‌های فضایی مورد استفاده قرار دارد و بازایی اطلاعات و جستجوی سریع و فوری، ارائه توصیه‌های بی‌درنگ در زمینه درمان برخورد تصادفی با مواد سمی را امکان پذیر ساخته است. سیستم مدیریت داده‌های پزشکی مختص به امور فضایی آینده می‌تواند مواردی را از قبیل پایگاه داده‌های بیماری‌زا، و برخوردهای محیطی (Environmental Exposures) را درون یک شبکه رهگیری مراقبت سلامت یکپارچه در بر گیرد.

بسیاری از تخصص‌های مرتبط با تله‌مدیسین به طور فزاینده‌ای با فن‌آوری و تجهیزات جدید مجهز می‌شوند. برای مثال امروزه استفاده از روش‌هایی مثل ذخیره و ارسال، ارتباط متقابل، ارتباط شنیداری، ویدیویی با اشکال مختلف کاربردی کاملاً رایج شده است. استفاده از شبکه برای تبادل یافته‌ها و اطلاعات بالینی رواج بسیاری یافته است. فن‌آوری ارتباط بی‌سیم در یک آمبولانس می‌تواند امکان استفاده از تله‌مدیسین را فراهم آورد. برنامه‌های زیادی در سراسر جهان وجود دارد، که در آنها از گونه‌های مختلف فن‌آوری به منظور تامین خدمات پزشکی استفاده می‌شود.

در تله‌مدیسین از تبادل اطلاعات پزشکی به منظور بهبود وضعیت سلامتی بیمار از طریق تجهیزات مخابرات الکترونیک از یک مرکز به مرکز دیگر استفاده می‌شود. واژه نزدیک به تله‌مدیسین tele health است، که اغلب دامنه تعریف گسترده تری دارد و به ارائه خدمات پزشکی از دور اشاره می‌کند، که الزاماً جنبه بالینی ندارد. کنفرانس ویدیویی، تبادل تصاویر ثابت، کنترل علائم حیاتی از دور، آموزش مستمر پزشکی و مراکز احضار پرستار همگی به عنوان جنبه‌هایی از تله‌مدیسین در نظر گرفته می‌شوند. تله‌مدیسین یک تخصص پزشکی مجزا نیست، محصولات و خدمات مرتبط با آن اغلب بخشی از سرمایه‌گذاری‌های بزرگتر است، که توسط موسسات و خدمات پزشکی فراهم می‌شود و دارای دو وجه تکنولوژی تبادل اطلاعات و تحویل خدمات بالینی هستند و بیشتر در مورد نظارت مستقیم بر ارائه خدمات پزشکی و بهداشتی از طریق فن‌آوری مخابراتی برای تشخیص، درمان یا پیگیری وضعیت بیمار در نواحی دور دست به کار برده می‌شود و استفاده نوینی از فن‌آوری مخابرات به عمل می‌آورد، اما حقیقت آن است، که بعضی اشکال تله‌مدیسین از حدود سی سال پیش مورد استفاده قرار گرفته است. NASA نقش مهمی در توسعه اولیه داشته است. تلاش‌های اولیه NASA مربوط به اوایل دهه ۶۰ میلادی است، که انسان برای اولین بار شروع به انجام سفرهای فضایی کرد. پارامترهای فیزیولوژیک حین ماموریت‌ها در سفینه و لباس فضایی اندازه‌گیری و ارسال می‌شد. چنین کوشش‌های اولیه و توسعه ارتباطات ماهواره‌ای منجر به رشد تله‌مدیسین و بسیاری از تجهیزات پزشکی در جهت تسهیل تبادل اطلاعات شده است.

آینده تله‌مدیسین

حدود ۳۰ سال پیش هیچ کس گمان نمی‌کرد، که بشر روزی تا این اندازه به چیزهایی مثل دورنگار، پست الکترونیکی، منشی تلفنی و... وابسته شود. تله مدیسین نیز هنوز به نقطه ای که همه قابلیت‌هایش عملیاتی شده باشند، نرسیده است. امروزه در طراحی و ساخت مراکز درمانی به تله مدیسین و بسترسازی نیازهای فن آوری آن توجه می‌شود. پیش بینی می‌شود، هر چه زمان می‌گذرد مسائل مالی، حقوقی، نظارتی و اخلاقی مرتبط با تله مدیسین برطرف شوند، به این ترتیب دستیابی به خدمات پزشکی تسهیل می‌شود و کارایی آن بهبود می‌یابد. تله مدیسین به یک پدیده در مقیاس جهانی تبدیل خواهد شد.

## داروخانه از راه دور

### داروها در فضا بی اثر می‌شوند

مطالعه ای جدید نشان می‌دهد داروها در فضا اثر خود را از دست می‌دهند، از این رو فضانوردان نمی‌توانند برای تسکین سردرد یا درمان عفونت از مسکن یا آنتی بیوتیک استفاده کنند. محققان در مرکز فضایی جانسون طی مطالعه ای نشان دادند تاثیر داروها در فضا به سرعت کاهش پیدا می‌کند که ممتد بودن تشعشعات کیهانی در فضاپیماها می‌تواند عامل اصلی این رویداد به شمار رود. از سویی دیگر به نظر می‌آید ماموریت‌های فضایی طولانی تر نیاز به استفاده از داروها را در فضا افزایش می‌دهد. داروها بر روی زمین معمولاً به گونه ای تولید می‌شوند که برای چند سال بتوان آنها را ذخیره کرد. این داروها معمولاً باید در شرایط دقیقی نگهداری شوند. چهار جعبه داروی مشابه نیز در مرکز فضایی جانسون نگهداری شدند تا پس از بازگشتن داروهای مورد آزمایش به عنوان مقیاسی برای مقایسه مورد استفاده قرار گیرند. داروهای فضانورد پس از طی کردن مدت زمانهای مختلف به زمین بازگشتند، یکی از این جعبه ها پس از ۱۳ روز و دیگری پس از ۲۸ ماه از ایستگاه به زمین فرستاده شد. نتایج بررسی های داروهای از فضا بازگشته نشان داد برخی از فرمول بندی های داروها پس از ذخیره سازی آنها در فضا قدرت خود را از دست داده اند و در عین حال بسیاری از آنها تطابق خود را با قواعد دارو سازی ایالات متحده آمریکا از دست داده بودند. از آنجایی که بسیاری از این داروها پیش از سر رسیدن تاریخ انقضای حک شده بر روی بسته بندی، قدرت درمانی خود را از دست داده بودند، محققان نتیجه گرفتند شرایط حاکم به فضای خارج از جو زمین منجر به بروز این تغییرات شده است.

### روانشناسی و تله مدیسین فضایی

شاید بتوان ادعا کرد روانپزشکی راه دور به صورت مستدل موفقترین کاربرد Telemedicine زمان حقیقی به شمار می‌رود. Telepsychiatry نه تنها در مدل ذخیره و ارسال بخوبی به اجرا درمی‌آید. و ما گزارشات روان درمانی موفقیت آمیز از طریق e-mail داریم بلکه درمدل زمان حقیقی هم بخوبی پیاده میشود و باید گفت روان درمانی از طریق ویدئو کنفرانسینگ یکی از معدود کاربردهای Telemedicine است که مدارک رسمی دال بر اثر گذاری و کارایی آن وجود دارد.

روانشناسی فضایی یکی از شاخه‌های بسیار مهم در پزشکی فضایی است. فضانوردان از بین سالم‌ترین و بهترین افراد جامعه به لحاظ توانایی‌های جسمی و روحی انتخاب می‌شوند.

دو مورد از مهم‌ترین بیماری‌های روحی و روانی شایع در فضانوردان:

افسردگی و آستنیا است.

آستنیا دارای علائمی نظیر خستگی غیرطبیعی، فشار روحی، بدخلقی، ضعف حافظه و پریشانی است. سایر عوارضی که گاهی در فضانوردان مشاهده شده عبارتند از:

احساس سرخوشی غیرطبیعی، روان‌رنجوری، پذیرش و بروز جنبه‌های منفی شخصیتی، کاهش در توانمندی‌های فردی، کاهش در توانایی انجام کارهای هم‌زمان، کاهش در سطح هوشیاری، زمان پاسخ و قدرت تمرکز.

البته این عوارض بیشتر در اثر پروازهای فضایی طولانی مدت رخ می‌دهند و پروازهای کوتاه مدت با عوارض روحی و روانی کمتری درگیر هستند.

### مولفه‌های موثر در روان فضانوردان

به طور کلی، دو عامل اصلی در شکل‌دهی شرایط روحی کوتاه مدت و بلندمدت انسان موثر است. این دو عامل عبارتند از:

ژنتیک فرد

شرایط محیطی

همان‌طور که پیشتر نیز اشاره شد، فضاوردان در بدو انتخاب برای فضاوردی با مشکلات روحی و روانی درگیر نبوده و از قابلیت‌های شخصیتی و روحی بالایی برخوردارند. در واقع، عوامل روانی ذیل به صورت ذاتی در فضاورد وجود دارند:

اعتماد به نفس و شجاعت

هوش بالا

روحیه کار گروهی

قدرت تصمیم‌گیری در شرایط بحرانی

### آینده روان‌شناسی فضایی

با توجه به مطالب مطرح شده، روانشناسی جزء اجتناب‌ناپذیر تمام سفرهای بلندمدت فضایی سرنشین‌دار آتی بشر خواهد بود که همچنان، نیاز به توسعه و مطالعه بیشتر و دقیق‌تر در این عرصه ضروری به نظر می‌رسد.

مشاوره از طریق کنفرانس ویدئویی زمان حقیقی، بین پزشکان مبتدی در یک مرکز پزشکی، و یک متخصص روانپزشکی، یاری مؤثری را در طول مدت شرایط دشوار روحی فرد فراهم می‌آورد و کاربرد مناسبی برای استفاده از یک متخصص محسوب می‌شود.

در کل باید گفت که استفاده از خدمات روانپزشکی از راه دور در سیستم مراقبت سلامت روانی جامعه فوائد قابل توجهی بدنبال دارد که برخی از آنها عبارتند از:

\* بهبود دسترسی به خدمات مراقبتی

\* تدارک سطح بالاتری از مراقبت محلی یا ارائه مراقبت در اسلوبی به هنگام‌تر

\* مدیریت به هنگام درمان دارویی

\* بهبود تداوم مراقبت

\* هماهنگ‌سازی اقدامات مراقبتی

بعلاوه میزان کاهش هزینه‌های درمانی برای بیماران در این روش مطلوب و قابل توجه می‌باشد.

### جراحی در فضا

فضاپیمها اکوسیستمهای بسته‌ای هستند که همه چیز در آنها از جمله هوا، بازیافت می‌شود. ذرات ریز میکروسکوپی در نبود گرانش به جای آنکه بر سطح قرار بگیرند، در هوا پراکنده و منتشر می‌شوند. بنابراین فرایندهای جراحی باید در برابر این افزایش آلودگی هوا مورد محافظت قرار بگیرند و راه حلی که تا کنون به کار برده شده شامل ایجاد خیمه یا چادرهایی به منظور محافظت سایت جراحی می‌شود. در واقع در طی یک عمل جراحی باز در فضا پسماندهای یا بقایای آن به جای آنکه به واسطه گرانش درون حفره صفاقی جای بگیرند، در سرتاسر فضا پخش می‌شوند. برای امکان پذیر شدن عمل جراحی در شرایط میکروگراویته در ماموریت‌هایی که احتمال انجام جراحی در آنها وجود دارد، باید فرایندهای مختص این شرایط ایجاد شوند. برای نمونه، هم بیمار و هم جراح باید به گونه‌ای مهار شده و قرار یابند که از شناور شدن آنها در فضای پیرامون و فاصله گرفتن از میز جراحی جلوگیری شود.

فاکتورهای دیگری که می‌تواند بر روند عمل جراحی در فضا تاثیر گذار باشد، شامل نحوه نورپردازی (اتاقهای جراحی در بیمارستانها با نورپردازی بسیار درخشان تجهیز شده‌اند که بهترین نورافشانی در همه جهت‌ها در آن تضمین شده است) و کاهش احتمالی حس عمقی در عضلات، پوست و مفاصل از آن جمله هستند.

آموزشهای بداهه‌کاری، فرایندهای جراحی رباتیک از پیش برنامه‌ریزی شده، جراحی انجام شده به واسطه پرسنل غیر جراح با راهنمایی از سوی جراح، یا دیگر تکنیک‌ها ممکن است تنها روش جایگزین در سفرهای فضایی طولانی مدت قلمداد شود. در بسیاری از موقعیتها تکنیکهای با حداقل روند تهاجمی می‌تواند شرایط را در وضعیت بهتری نگه دارد. فرایندهای با تهاجم حداقل را می‌توان از راه مانیتور ویدیویی که در زمان حال امکان نظارت از راه دور را فراهم آورده، راهبری و نظاره نمود. در هر روی مساله دیرکرد و تاخیر در ارتباطات ماموریت‌های سیاره‌ای (تاخیر چهل دقیقه‌ای بین مریخ و زمین) به قوت خود باقی می‌ماند.

لازم به ذکر است که در کنار استفاده از تکنولوژی رباتیک در جراحی به منظور تکمیل اتوماسیون رباتیک در جراحیها، دانشمندان طرح‌های بلند پروازانه‌ای داشته‌اند. که یکی از آنها سیستم‌های کنترل از راه دور جراحی بوده که شامل سنسورهایی جهت شبیه‌سازی بخشهایی مثل حس لامسه یا حتی حس بویایی است. این سیستم‌ها تحت اصطلاح *Telepresence* «حضور از راه دور» خلاصه می‌شوند. بنابراین

**Telepresence** یک تکنیک تقویت کننده در جراحی از راه دور می‌باشد که برای کاربریک **interface** شفاف را فراهم مینماید و به کاربر اجازه می‌دهد تا با کارایی بالا در محیطهایی غیر قابل دسترس و دور کار خود را ارائه نماید. سیستم‌های «حضور از راه دور» به منظور بهبود عملکرد جراح در جراحیهای کمتر تهاجمی و جراحی های میکروسکوپییک طراحی شده اند. بنابر این جراحان را قادر می‌سازند تا از راه دور بر روی بیمارانی در فواصل بعید جراحی را انجام دهند. **Telepresence** امکان انجام درمانهای جراحی حیاتی را برای ساکنین مناطق دورافتاده روستایی یا ایستگاههای فضایی یا مجروحین مناطق جنگی فراهم مینماید.

### ویدئو کنفرانسینگ در فضا

به جرات می‌توان گفت یکی از پرکاربردترین سیستم‌ها ارتباط برقراری با فضا و فضانوردان سیستم ویدئوکنفرانس است، ایستگاه فضایی بین المللی اکنون در دست فضانوردان مرد است، مردانی که علاوه بر به عهده داشتن نقش یک فضانورد فداکار، نقش پدرهایی فداکار را نیز دارند، برخی از جدیدترین فناوری‌ها به این پدرهای فضانورد کمک می‌کند تا در روزهای دیگری که از اقامت آنها در ایستگاه فضایی سپری می‌شود، بتوانند با اعضای خانواده خود ارتباط برقرار کنند.

اینترنت و ایمیل، ویدئو کنفرانس و تلفن اینترنتی از فناوری‌هایی هستند که ارتباط سرنشینان ایستگاه فضایی را در ارتفاع ۳۵۴ کیلومتری از زمین با اعضای خانواده شان به ویژه در روزها یا مراسم خاص برقرار نگه می‌دارد. این فناوری‌ها در روز پدر نیز به خوبی به وظایف خود عمل کرده و ارتباط میان این افراد را حفظ می‌کند

این پدرهای فضانورد علاوه بر تماسهای تلفنی و ایمیل، می‌توانند تصاویر یا پیامهای خود را با استفاده از اینترنتی که توسط برج کنترل فراهم شده است، ارسال کنند. برای مثال فضانورد "رون گاران" که سه فرزندش بر روی زمین در انتظار وی به سر می‌برند، معمولاً با ارسال تصاویری بر روی وبلاگش با اعضای خانواده خود ارتباط برقرار می‌کند. جدیدترین عکسی که وی از زمین ارسال کرده غروب خورشید را از فضا نشان می‌دهد.

### پیشنهادات:

در ابتدا با بیان اینکه با داشتن یک بانک داده از تمامی اطلاعات در کلیه زمینه‌های مطرح شده، قدم اول در اجرایی کردن تمامی این اقدامات داشتن یک مدیریت اطلاعات درست و اعمال این مدیریت اطلاعات بر نهادهایی است که در راهبرد این علم و فن پیشرو هستند. با توجه به رشد روزافزون و چشمگیر تکنولوژی‌های فضایی و فضانوردی اگر ما همگام با آن نباشیم، از رقیبان خارجی خود عقب می‌مانیم، پس با مدیریت درست اطلاعات و بکارگیری نیروهای متخصص و کاردان در زمینه‌های فنی و پزشکی در این عرصه شاهد موفقیت‌هایی خواهیم بود. لذا از این رو با مطالعه برخی از مقالات و کتب مربوط به تله مدیسین و اصول طب فضا و صنایع فضایی و فضانوردی چند نکته مهم قابل بررسی یافت می‌شود که با برنامه ریزی درست امید است به تکنولوژی آن دست یابیم:

با وجود انواع خدمات داروخانه‌ای راه دور که بر روی زمین تحت عنوان‌های: جایگاه مشاوره راه دور دارویی، داروخانه راه دور بیمارستانی، و سیستم توزیع اتوماتیک، تعریف شده و در برخی نقاط فعالیت‌های خود را شروع کرده است، لذا برای رفع این مشکل و بی‌اثر شدن دارو در فضا، فرصت مناسبی است که به طور ویژه به بررسی و حل این مشکل بپردازیم و با فناوریهای نوین آزمایشگاهی و داروسازی بتوانیم این مشکل را رفع و تبدیل به فرصت مناسبی کنیم.

### نتیجه گیری:

پرواز فضایی تنظیمات پزشکی خاص و دشواری با تغییرات فیزیکی پیچیده و شرایط محیطی خاص نیاز دارد. در اواخر قرن اخیر اطلاعات زیادی درباره سازگاری انسان با جاذبه کم به دست آمده اما این تازه شروع راه پزشکی پیشرو است مسائل زیادی است که باید آموخته شود. انتخاب تدابیر پیشگیری و درمان برای بیماری‌ها مدتی است که با حمایت پزشکی از زمین شروع شده است.

در زمینه مأموریت‌های مدار زمین خوب کار شده و ارتباطات پیوسته است. وجود پزشک همیشه قابلیت‌های مراقبت پزشکی را مستقل از زمین فراهم می‌کند.

با بررسی سیستم خورشیدی درمی‌یابیم حمایت پزشکی از زمین مدت بیشتری مقدور نمی‌باشد و لازم است در مورد بازگشت به زمین تصمیم‌گیری شود.

در اقامت‌های طولانی در ایستگاه‌های فضایی یا قمری پزشکان آموزش دیده‌ای مورد نیاز هستند که دارای قابلیت‌های پزشکی و جراحی باشند. پزشکان اورژانس دارای این مهارت‌ها می‌باشند و می‌توانند به عنوان پزشک - فضانورد در فضا کار کنند.



خلاصه بگوییم :

پزشکی فضایی به عنوان یک زمینه پزشکی نوین، در یک پهنه بسیار تکنیکی به سرعت توسعه یافته است. این زمینه سبب شده است که ما بخش بزرگی از آنچه را درباره فیزیولوژی و کارایی انسان در یک محیط پرچالش و تازه می دانیم دوباره تعریف کنیم و همگام با کشش مداوم انسان به بیرون از سیاره، پیشرفت کنیم.

امید است با پیشرفته روز افزون علم پزشکی و دیگر علوم مرتبط در صنایع فضایی از جمله علوم آ ی تی، مهندسی پزشکی، مکانیک، الکترونیک و دیگر علوم وابسته به علم فضا، در جهت بهینه سازی هرچه بهتر و کاملتر خدمات ارزنده و شایانی برای کمک به فضا و فضانوردان و کشف اسرار آن بپردازیم.

منابع :

[۱] <http://aerospacescholars.jsc.nasa.gov/has/>

[۲] - Rycroft M., "The Cambridge Encyclopedia of Space", Cambridge University Press, First Edition, ۱۹۹۰.

[۳] - Seudfeld P., "Canadian Space Psychology: The future may be almost here", Canadian Psychology Journal, May ۲۰۰۳.

[۴] - [http://www.esa.int/esaHS/ESAGO۹۰VMOC\\_astronauts\\_۰.html](http://www.esa.int/esaHS/ESAGO۹۰VMOC_astronauts_۰.html)

[۵] - Freiberg P., "Psychology Keeps astronauts well grounded", APA (American Psychology Association) monitor online, Vol. ۲۹, No. ۳, March ۱۹۹۸.

[۶] Telemedicine:

۱) Telehospital: A Look at New Home Tele-Intervention By Audrey Kinsella MA MS, July/August, ۲۰۰۴

۲) Telemedicine: The Next Medical Frontier By Tina Coleman

۳) Telemedicine Coming Of Age By Nancy Brown, January ۱۳, ۲۰۰۵

۴) A Brief History Of Telemedicine By Nancy Brown, May ۳۰, ۱۹۹۵

۷) کتاب اصول طب فضا، ترجمه و تدوین: دکتر شاهرخ فرزام پور (هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی ارتش)، دکتر علی حسین پور رفعتی