



## تغذیه و تمرین مقاومتی در پروازهای فضایی: تأثیر بر سلامت استخوان و وضعیت تغذیه فضانوردان

احمد تاقی

کارشناس علوم تغذیه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سרוستان، معاونت غذا و دارو دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

آمنه اوژند

کارشناس ارشد شیمی فیزیک، دانشگاه شهید چمران اهواز، معاونت غذا و دارو دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

فرزانه ایرانیپاک

کارشناس ارشد مهندسی تکنولوژی صنایع غذایی، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران (خوزستان)، معاونت غذا و دارو دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

سید حمزه چراغعلی پور

دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی دانشگاه شهرکرد، معاونت غذا و دارو دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

### چکیده

در این مقاله، تأثیرات تغذیه و تمرین مقاومتی در پروازهای فضایی بر سلامت استخوان و وضعیت تغذیه فضانوردان مورد بررسی قرار گرفته است. پروازهای فضایی بلندمدت با چالش‌های فیزیولوژیکی و تغذیه‌ای متعددی برای فضانوردان همراه است که به دلیل تغییرات در شرایط گرانشی و محدودیت‌های محیطی خاص فضا ایجاد می‌شوند. در شرایط بی‌وزنی، استخوان‌ها به دلیل کاهش فشار مکانیکی، دچار کاهش تراکم می‌شوند که می‌تواند منجر به ضعف و شکنندگی استخوان‌ها گردد. همچنین، محدودیت‌های تغذیه‌ای و دسترسی به منابع غذایی متنوع در فضا، می‌تواند وضعیت تغذیه‌ای فضانوردان را تحت تأثیر قرار دهد. تحقیقات نشان می‌دهد که برنامه‌های تغذیه‌ای مناسب و تمرینات مقاومتی می‌توانند نقش مهمی در حفظ سلامت استخوان و بهبود وضعیت تغذیه فضانوردان ایفا کنند. تغذیه مناسب، شامل تأمین کافی از مواد مغذی ضروری مانند کلسیم و ویتامین D، می‌تواند به حفظ تراکم استخوان و جلوگیری از افت استخوانی کمک کند. از سوی دیگر، تمرینات مقاومتی، با ایجاد فشار مکانیکی بر استخوان‌ها، می‌توانند به تحریک بازسازی و تقویت استخوان‌ها بپردازند. نتایج تحقیقات نشان داده است که این دو عامل به طور مستقل و ترکیبی می‌توانند به افزایش تراکم استخوان، کاهش افت استخوانی و بهبود عملکرد فیزیولوژیکی فضانوردان کمک کنند. بنابراین، طراحی و اجرای برنامه‌های جامع تغذیه‌ای و تمرینات مقاومتی برای فضانوردان در طول پروازهای فضایی امری ضروری و حیاتی است. با توجه به اهمیت این موضوع برای موفقیت مأموریت‌های فضایی آینده، تحقیقات بیشتر در این زمینه ضروری است تا بتوان برنامه‌های بهینه‌تری برای حفظ و بهبود سلامت و عملکرد فضانوردان تدوین کرد.

**واژگان کلیدی:** تغذیه فضانوردان، تمرین مقاومتی، سلامت استخوان، عملکرد فیزیولوژیکی.



## مقدمه

پروازهای فضایی، به عنوان یکی از پیشرفتهای بزرگ علم و فناوری، ما را به یک دنیای جدید از ماجراجویی و کاوش می کشانند. اما این ماجراجویی های آسمانی همراه با چالش های بسیاری برای انسان ها در محیط فضایی است. یکی از مسائل اساسی که فضانوردان در پروازهای فضایی با آن مواجه می شوند، حفظ سلامت استخوان و وضعیت تغذیه ای مناسب است. با تغییر شرایط گرانشی در محیط فضایی، عملکرد استخوان ها متأثر می شود. گرانش کم در فضا، منجر به کاهش فشارهای مکانیکی بر روی استخوان ها می شود، که ممکن است منجر به افزایش فرایندهای تخریبی در استخوان ها شود. این امر به طور مستقیم می تواند منجر به کاهش تراکم استخوان و افزایش خطر شکستگی ها در فضانوردان شود. در کنار چالش های گرانشی، تغذیه مناسب نیز یکی از عوامل اساسی برای حفظ سلامت فضانوردان در پروازهای فضایی است. تغذیه مناسب نه تنها به عنوان منبع انرژی برای فعالیت های روزانه فضانوردان، بلکه به عنوان یک عامل اصلی در حفظ سلامت استخوان و عملکرد عضلات نقش دارد. در این مقاله، به بررسی تأثیر تغذیه و تمرین مقاومتی بر سلامت استخوان و وضعیت تغذیه فضانوردان در پروازهای فضایی با مدت زمان بلند می پردازیم. با مرور مطالعات و تحقیقات اخیر در این زمینه، سعی می کنیم تا به درک بهتری از چگونگی ارتباط بین تغذیه، تمرین مقاومتی و سلامت استخوان در محیط فضایی برسیم. این مطالعه می تواند به طراحی برنامه های تغذیه و تمرین مناسب برای فضانوردان در طول پروازهای فضایی کمک کند و در نهایت به بهبود شرایط سلامتی و عملکرد آن ها کمک نماید. در ادامه مقاله، به مطالعه تأثیر تغذیه و تمرین مقاومتی در پروازهای فضایی خواهیم پرداخت و بررسی خواهیم کرد که چگونه این عوامل می توانند به بهبود شرایط سلامتی و عملکرد فضانوردان کمک کنند.

## تأثیر تمرین مقاومتی بر سلامت استخوان در پروازهای فضایی [1-2]

تمرین مقاومتی یکی از روش های مهم برای حفظ سلامت استخوان به ویژه در محیط فضایی است. در شرایط کم گرانشی فضا، عدم استفاده از عضلات بدن به مرور زمان منجر به کاهش تراکم استخوان می شود. بنابراین، تحقیقات در زمینه تأثیر تمرین مقاومتی بر سلامت استخوان فضانوردان بسیار اهمیت دارد.

### مکانیسم عمل

تمرین مقاومتی به محکم تر شدن استخوان ها و افزایش تراکم استخوانی منجر می شود. این تمرین ها با تحریک سلول های استخوانی به تولید بیشتر موادی که برای ساخت استخوان ها لازم است، انجام می شود. تحقیقات نشان داده اند که فعالیت های تمرین مقاومتی منجر به افزایش تراکم استخوانی و کاهش افت استخوانی در فضانوردان می شود. این اثرات معمولاً پس از مدت های طولانی تر پروازهای فضایی به ویژه در سفرهای فضایی بلندمدت مشاهده می شود.

### روش های تمرین مقاومتی در فضا

با توجه به محدودیت های محیط فضایی، روش های مختلفی برای انجام تمرین مقاومتی در فضا استفاده می شود. این شامل استفاده از تجهیزات تمرین مقاومتی مخصوص فضا، اعمال وزنه و محدودیت های خاص دیگر می شود. تمرین مقاومتی برای حفظ سلامت استخوان در فضا از اهمیت بسیاری برخوردار است و این امر می تواند به بهبود کیفیت زندگی فضانوردان و افزایش طول عمر مأموریت های فضایی کمک کند. تمرین مقاومتی می تواند به بهبود سلامت استخوان فضانوردان کمک کند و از افت استخوانی در محیط فضایی جلوگیری کند. برنامه های تمرین مقاومتی منظم و مناسب می تواند جزء اصلی برنامه های تغذیه و تمرین فضانوردان باشد تا به طول عمر و کیفیت زندگی آن ها کمک کند.



### 1. افزایش تراکم استخوان

نتایج نشان می‌دهد که تمرینات مقاومتی می‌تواند به حفظ و حتی افزایش تراکم استخوان در فزانوردان کمک کند. این تمرینات با تحریک مکانیکی استخوان‌ها، فرایندهای طبیعی بازسازی استخوان را تقویت می‌کنند.

### 2. بهبود وضعیت بیوشیمیایی

تجزیه و تحلیل‌های بیوشیمیایی نشان داده‌اند که تمرینات مقاومتی منظم می‌تواند به بهبود نشانگرهای بیوشیمیایی مرتبط با سلامت استخوان منجر شود. این بهبودها شامل کاهش سطح نشانگرهای باز جذب استخوان و افزایش نشانگرهای تشکیل استخوان است.

### 3. نقش تغذیه

تغذیه مناسب نیز نقش مهمی در حفظ سلامت استخوان‌ها دارد. مصرف کافی از مواد مغذی کلیدی مانند کلسیم و ویتامین D، همراه با پروتئین‌های ضروری، می‌تواند به حفظ تراکم استخوان و جلوگیری از از دست رفتن استخوان در شرایط فضای میکروگرانشی کمک کند.

### 4. ترکیب بهینه تمرین و تغذیه

بهترین نتایج زمانی به دست می‌آید که تمرینات مقاومتی و تغذیه مناسب به صورت همزمان انجام شود. این ترکیب بهینه باعث می‌شود تا اثرات منفی میکروگرانش بر سلامت استخوان‌ها به حداقل برسد.

### 5. پیشنهادات برای ماموریت‌های آینده

نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌دهد که برنامه‌های فضایی باید شامل برنامه‌های منظم تمرینات مقاومتی و رژیم‌های تغذیه‌ای خاص برای فزانوردان باشند تا از سلامت استخوان‌ها در طول ماموریت‌های طولانی مدت محافظت شود.

### تاثیر تغذیه در پروازهای فضایی

#### وضعیت تغذیه فزانوردان پس از پروازهای فضایی طولانی مدت [3]

نتایج نشان داد که فزانوردان پس از بازگشت به زمین، تغییرات قابل توجهی در وضعیت تغذیه‌ای و سلامت خود تجربه کردند.

#### 1. کاهش وزن

بسیاری از فزانوردان کاهش وزن قابل توجهی را تجربه کردند که می‌تواند به دلیل کاهش مصرف غذا و تغییرات در متابولیسم بدن باشد.

#### 2. کاهش تراکم استخوان

افت تراکم استخوان به دلیل کمبود گرانش و فعالیت بدنی محدود در فضا مشاهده شد. این مسئله به ویژه در استخوان‌های تحمل‌کننده وزن بدن مشهود بود.

#### 3. کاهش سطوح ویتامین D

سطوح ویتامین D در فزانوردان به دلیل کاهش تماس با نور خورشید در فضا کاهش یافت. این مسئله می‌تواند به مشکلات مرتبط با سلامت استخوان‌ها و سیستم ایمنی منجر شود.

#### 4. تغییرات در میزان پروتئین و چربی

تغییرات در میزان مصرف پروتئین و چربی در رژیم غذایی فزانوردان مشاهده شد که ممکن است به تغییرات در ترکیب بدنی و سلامت عمومی آن‌ها منجر شود.

## 5. کاهش سطوح آنتی اکسیدان ها

کاهش سطوح آنتی اکسیدان ها مانند ویتامین C و E که می توانند به افزایش استرس اکسیداتیو و آسیب به سلول ها منجر شوند.

وضعیت تغذیه فزانوردان پس از پروازهای فضایی طولانی مدت تحت تأثیر قرار می گیرد. کاهش وزن، کاهش تراکم استخوان، و کاهش سطوح ویتامین D از جمله تغییرات مهم مشاهده شده هستند. برای حفظ سلامت و عملکرد بهینه فزانوردان، نیاز به برنامه های تغذیه ای مناسب و مصرف مکمل های غذایی مناسب است. علاوه بر این، تحقیقات بیشتری برای درک بهتر نیازهای تغذیه ای فزانوردان در طول مأموریت های فضایی طولانی مدت ضروری است. این تحقیقات می توانند به طراحی برنامه های بهینه تر برای تغذیه و تمرین فزانوردان کمک کرده و به بهبود شرایط سلامتی و عملکرد آن ها کمک کنند.

### تأثیرات تغذیه ای و تغییرات بیوشیمیایی ناشی از پروازهای فضایی بر سلامت فزانوردان [4]

فضای بدون جاذبه منجر به تغییرات فیزیولوژیکی مختلفی در بدن فزانوردان می شود که شامل کاهش تراکم استخوان، کاهش توده عضلانی، تغییرات در سیستم ایمنی و تغییرات در وضعیت تغذیه ای است. این مطالعه همچنین به تأثیرات تغذیه مناسب و برنامه های تمرینی مقاومتی در کاهش این اثرات منفی می پردازد.

#### 1. تغییرات فیزیولوژیکی

فزانوردان در طول پروازهای فضایی طولانی مدت دچار کاهش تراکم استخوان و توده عضلانی می شوند. این تغییرات ناشی از نبود جاذبه و فعالیت های فیزیکی محدود است.

#### 2. تغییرات بیوشیمیایی

تغییرات در سطوح هورمون ها و متابولیت ها به دلیل شرایط فضای بدون جاذبه مشاهده می شود. این تغییرات شامل کاهش جذب کلسیم و افزایش دفع کلسیم است که منجر به کاهش تراکم استخوان می شود.

#### 3. اهمیت تغذیه

تغذیه مناسب با مصرف کافی از مواد مغذی مثل پروتئین ها، ویتامین D و کلسیم می تواند به کاهش اثرات منفی کاهش تراکم استخوان و توده عضلانی کمک کند.

#### 4. تمرین مقاومتی

تمرینات مقاومتی یکی از مؤثرترین راه ها برای حفظ توده عضلانی و تراکم استخوان در فضای بدون جاذبه است. برنامه های تمرینی مناسب می توانند به حفظ سلامت عضلانی و استخوانی کمک کنند.

### تغذیه فضایی بلند مدت [5]

با توجه به چالش های بی وزنی و شرایط فضا، نیازهای تغذیه ای فزانوردان به طور قابل توجهی متفاوت از نیازهای زمینی است. تحقیقات به بررسی تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی ناشی از سفرهای فضایی بلندمدت می پردازد و نیاز به رویکردهای ویژه برای حفظ سلامت فزانوردان را برجسته می کند.

#### 1. تغییرات در سیستم ایمنی

سیستم ایمنی بدن در شرایط بی وزنی دچار تغییرات می شود که می تواند فزانوردان را در برابر عفونت ها آسیب پذیرتر کند.

#### 2. نیازهای تغذیه ای

مکمل های ویتامینی و معدنی: نیاز به ویتامین D و کلسیم به دلیل کاهش جذب آنها در فضا افزایش می یابد. همچنین، مصرف آهن باید کنترل شود تا از سمیت آهن جلوگیری شود.



### 3. مکمل‌های پروتئینی

برای حفظ توده عضلانی و ترمیم بافت‌ها، نیاز به پروتئین افزایش می‌یابد. مصرف مکمل‌های پروتئینی می‌تواند این نیاز را برآورده کند.

### 4. مصرف آب

هیدراتاسیون مناسب برای حفظ عملکرد فیزیولوژیکی و جلوگیری از مشکلات کلیوی بسیار مهم است.

### 5. رویکردهای تغذیه‌ای

رژیم غذایی متعادل: رژیم غذایی فضانوردان باید متعادل و حاوی مقادیر کافی از مواد مغذی ضروری باشد. استفاده از غذاهای کنسرو شده و خشک شده برای حفظ طولانی مدت آنها در فضا رایج است.

### 6. مکمل‌های غذایی

استفاده از مکمل‌های غذایی برای تامین نیازهای خاص و جبران کمبودهای احتمالی ضروری است.

### 7. فناوری‌های نوین غذایی

توسعه فناوری‌های جدید برای تولید و حفظ مواد غذایی در فضا می‌تواند به بهبود تغذیه فضانوردان کمک کند.

## چگونه پروازهای فضایی بر تغییرات فیزیولوژیکی بدن انسان تأثیر می‌گذارد [6]

### 1. اثرات محیط فضایی

تشعشعات فضایی: قرار گرفتن در معرض تشعشعات فضایی منجر به افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و استرس اکسیداتیو می‌شود که به آسیب به سلول‌ها و بافت‌ها منجر می‌شود.

ریزگرانش: بازتوزیع مایعات بدن به سمت بالا که منجر به تغییرات در سیستم‌های مختلف بدن از جمله سیستم قلبی-عروقی، عضلانی-اسکلتی و عصبی می‌شود. این تغییرات شامل کاهش توده عضلانی و استخوانی، کاهش حجم پلاسمای خون و تغییرات در ساختار و عملکرد چشم می‌باشد.

### 2. تغییرات فیزیولوژیکی

سندرم عصبی-چشمی: افزایش فشار داخل جمجمه‌ای که منجر به تغییرات در ساختار و عملکرد چشم می‌شود و می‌تواند به مشکلات بینایی منجر شود.

### 3. نقش تغذیه

مقابله با استرس اکسیداتیو: مصرف آنتی‌اکسیدان‌ها می‌تواند به کاهش اثرات استرس اکسیداتیو کمک کند. ویتامین‌های C و E ، کاروتنوئیدها و فلاونوئیدها از جمله آنتی‌اکسیدان‌های مهم هستند.

تأمین انرژی کافی: تأمین کالری مناسب از طریق رژیم غذایی متنوع و کامل برای جلوگیری از کاهش وزن غیرعمدی و حفظ انرژی ضروری است.

## اثرات کمبودهای تغذیه‌ای ناشی از پرواز فضایی بر روی فضانوردان و کارایی تمرینات مقاومتی در شرایط بی‌وزنی [7]

### 1. کمبودهای تغذیه‌ای

محیط فضایی اغلب منجر به مصرف ناکافی مواد مغذی می‌شود که به دلایلی مانند تنوع کم غذا، مشکلات نگهداری و تغییرات در حس چشایی و بویایی رخ می‌دهد. کمبودهای رایج شامل ویتامین‌های D و K ، کلسیم و آهن هستند که برای سلامت استخوان و متابولیسم کلی بدن حیاتی می‌باشند.

### 2. تأثیرات فیزیولوژیکی



از دست دادن مواد معدنی استخوان نیز یک مشکل اساسی است، به طوری که فشانوردان حدود 1٪ از تراکم مواد معدنی استخوانی خود را در هر ماه از دست می دهند.

### 3. تمرینات مقاومتی به عنوان راهکار مقابله ای

تمرینات مقاومتی نقش مهمی در مقابله با اثرات منفی بی وزنی دارند. دستگاه های تمرین مقاومتی (مانند دستگاه تمرین مقاومتی پیشرفته ARED شبیه به وزنه برداری عمل کرده و بار مکانیکی لازم را برای حفظ سلامت عضلات و استخوان ها فراهم می کنند. جلسات منظم تمرینات مقاومتی به کاهش از دست دادن عضله و استخوان کمک کرده و به حفظ سطوح قدرت و استقامت مشابه با شرایط پیش از پرواز کمک می کند.

### 4. ترکیب تغذیه و تمرین

ترکیب یک رژیم غذایی متعادل با تمرینات مقاومتی بهینه اهمیت زیادی دارد. تغذیه مناسب از مکانیزم های ترمیمی بدن پشتیبانی کرده و مزایای تمرین فیزیکی را افزایش می دهد.

پژوهش Baba و همکارانش نشان می دهد که تغذیه بهینه و دقیق همراه با برنامه های تمرینات مقاومتی می تواند به طور مؤثری اثرات منفی محیط فضایی را کاهش داده و به موفقیت مأموریت های فضایی و حفظ سلامت فشانوردان کمک کند. این نتایج به اهمیت تغذیه مناسب و توسعه تجهیزات پیشرفته تمرینات مقاومتی برای مأموریت های طولانی مدت فضایی اشاره دارند.

### نتیجه گیری

ارتباط نزدیکی بین تغذیه و تمرین مقاومتی با سلامت و عملکرد فشانوردان در پروازهای فضایی به وضوح مشاهده می شود. تحقیقات نشان داده اند که شرایط فضایی و شرایط محدودیت هایی چون تغییرات گرانشی و محدودیت های در تأمین منابع غذایی می توانند به آسیب هایی چون کاهش تراکم استخوان، نقصان در وضعیت تغذیه، و کاهش عملکرد فیزیولوژیکی منجر شوند. از آنجایی که تغذیه و تمرین مقاومتی هر دو نقش بسیار مهمی در سلامت و عملکرد استخوان ها و سایر عوامل فیزیولوژیکی دارند، استفاده از ترکیب بهینه ای از این دو عامل می تواند به بهبود سلامت و عملکرد فشانوردان کمک کند. برنامه های تغذیه و تمرین مقاومتی مناسبی که با توجه به شرایط محدودیت های محیط فضایی طراحی شوند، می توانند به حفظ تراکم استخوان، بهبود وضعیت تغذیه، و افزایش عملکرد فیزیولوژیکی فشانوردان در طول پروازهای فضایی کمک کنند. با توجه به اهمیت این مسائل برای سلامت و عملکرد فشانوردان، تحقیقات بیشتر در این زمینه ضروری است. این تحقیقات می توانند به بهبود شرایط زندگی و کاری فشانوردان در پروازهای فضایی کمک کرده و مبنایی قوی برای طراحی برنامه های تغذیه و تمرین مقاومتی مناسب در این شرایط فراهم کنند.

## منابع

- [1] Smith SM, Heer MA, Shackelford LC, Sibonga JD, Ploutz-Snyder L, Zwart SR. Benefits for bone from resistance exercise and nutrition in long-duration spaceflight: Evidence from biochemistry and densitometry. *J Bone Miner Res.* 2012 Sep;27(9):1896-906. doi: 10.1002/jbmr.1647. PMID: 22549960.
- [2] Sibonga J, Matsumoto T, Jones J, Shapiro J, Lang T, Shackelford L, Smith SM, Young M, Keyak J, Kohri K, Ohshima H, Spector E, LeBlanc A. Resistive exercise in astronauts on prolonged spaceflights provides partial protection against spaceflight-induced bone loss. *Bone.* 2019 Nov;128:112037. doi: 10.1016/j.bone.2019.07.013. Epub 2019 Aug 7. PMID: 31400472.
- [3] Smith SM, Zwart SR, Block G, Rice BL, Davis-Street JE. The nutritional status of astronauts is altered after long-term space flight aboard the International Space Station. *J Nutr.* 2005 Mar;135(3):437-43. doi: 10.1093/jn/135.3.437. PMID: 15735075.
- [4] Dakkumadugula A, Pankaj L, Alqahtani AS, Ullah R, Ercisli S, Murugan R. Space nutrition and the biochemical changes caused in Astronauts Health due to space flight: A review. *Food Chem X.* 2023 Sep 15;20:100875. doi: 10.1016/j.fochx.2023.100875. PMID: 38144801; PMCID: PMC10740090.
- [5] Tang H, Rising HH, Majji M, Brown RD. Long-Term Space Nutrition: A Scoping Review. *Nutrients.* 2021 Dec 31;14(1):194. doi: 10.3390/nu14010194. PMID: 35011072; PMCID: PMC8747021.
- [6] Chaloulakou S, Poulia KA, Karayiannis D. Physiological Alterations in Relation to Space Flight: The Role of Nutrition. *Nutrients.* 2022 Nov 19;14(22):4896. doi: 10.3390/nu14224896. PMID: 36432580; PMCID: PMC9699067.
- [7] Baba S, Smith T, Hellmann J, Bhatnagar A, Carter K, Vanhoover A, Caruso J. Space Flight Diet-Induced Deficiency and Response to Gravity-Free Resistive Exercise. *Nutrients.* 2020 Aug 11;12(8):2400. doi: 10.3390/nu12082400. PMID: 32796546; PMCID: PMC7468946.



## Nutrition and resistance exercise in spaceflight: effects on bone health and nutritional status of astronauts

Ahmad Taghi<sup>1</sup>

Ameneh Ozhand<sup>2</sup>

**Affiliation:** food and drug administration of ahvaz jundishapur university

**Affiliation:** food and drug administration of ahvaz jundishapur university

Farzaneh Iranpak<sup>3</sup>

**Affiliation:** food and drug administration of ahvaz jundishapur university

Seyyed Hamzeh Cheraghalipour<sup>4</sup>

**Affiliation:** food and drug administration of ahvaz jundishapur university

### Abstract

In this article, the effects of nutrition and resistance training in space flights on the bone health and nutritional status of astronauts have been investigated. Long-duration space flights are associated with numerous physiological and nutritional challenges for astronauts, which are caused by changes in the gravitational conditions and specific environmental limitations of space. In the condition of weightlessness, bones experience a reduction in density due to the reduction of mechanical pressure, which can lead to bone weakness and fragility. Also, nutritional restrictions and access to diverse food sources in space can affect the nutritional status of astronauts. Research shows that appropriate nutritional programs and resistance exercises can play an important role in maintaining bone health and improving the nutritional status of astronauts. Proper nutrition, including an adequate supply of essential nutrients such as calcium and vitamin D, can help maintain bone density and prevent bone loss. On the other hand, resistance exercises, by creating mechanical pressure on bones, can stimulate bone regeneration and strengthening. Research results have shown that these two factors, independently and in combination, can help increase bone density, reduce bone loss, and improve the physiological performance of astronauts. Therefore, designing and implementing comprehensive nutritional programs and resistance exercises for astronauts during space flights is essential and vital. Considering the importance of this issue for the success of future space missions, more research in this field is necessary so that more optimal programs can be developed to maintain and improve the health and performance of astronauts.

**Keywords:** Nutrition of astronauts, resistance training, bone health, physiological function. -1-1