

غذا در فضا

گره‌گشایی شیمی از چالش‌های فضایی

ترجمه: مریم محبی وقفی، معلم شیمی منطقه ۱۶ تهران
حسن حذرخانی، استادیار گروه شیمی دفتر برنامه‌ریزی و تالیف کتاب‌های درسی

چکیده

ترکیب غذاهای فضایی در مدت ۵۰ ساله فضاوردی، به سرعت پیشرفت کرده و روزبه‌روز به غذاهایی که سرمیز شام صرف می‌شود، شبیه‌تر شده است. یکی از چالش‌های مهم دانشمندان فضایی، تغذیه فضاوردان در فضا است. فضاوردان دارای سه وعده غذایی هستند. این غذاها باید بسته‌بندی مناسب و محکمی داشته باشند. غذاهای فضایی امروزی شامل انواع متنوعی از غذاهای بسته‌بندی و استریل شده، میوه‌های خشک، آجیل و انواع شیرینی‌هاست. هم‌اکنون کارشناسان غذاهای فضایی به بهبود روش‌های آماده‌سازی و ذخیره می‌اندیشند تا مواد غذایی دارای طعم دلپذیری باشند و در مأموریت‌های طولانی فاسد نشوند.

کلیدواژه‌ها: غذاهای فضایی، خشک‌کردن با انجماد، سلول سوختی، فضاوردان شاتل

مقدمه

ماندگاری طولانی‌تر، مزه بهتر و انتقال آسان‌تری به فضا دارند، تهیه و بسته‌بندی می‌شوند. یکی از چالش‌های اصلی دانشمندان تغذیه در ناسا برای تولید این مواد غذایی، خوشمزه بودن آن‌هاست. از این‌رو آنان دستوره‌های غذایی گوناگون را مورد آزمایش قرار می‌دهند و بهترینشان را برمی‌گزینند تا فضاوردان را - به‌ویژه اگر ناچار باشند ماه‌ها یا سال‌ها در فضا بمانند - راضی نگه دارند.

پیشینه خوردن غذا در فضا به سفر جان گلن^۱ به دور زمین بازمی‌گردد که در سال ۱۹۶۲ روی داد. غذای در نظر گرفته شده برای او خمیری مغذی بود که بسته‌بندی‌ای شبیه خمیر دندان داشت اما چندان خوشمزه و اشتهابرانگیز نبود. سازمان ملی هوانوردی و فضایی آمریکا، ناسا، در تهیه غذاهای اشتهاآور و متنوع برای فضاوردان راه‌درازی را پیموده است. امروزه بنابر بررسی‌های دانشمندان تغذیه، انواع غذاها که

نیازهای غذایی در فضا

آزمایشگاه سامانه‌های غذاهای فضایی^۱، SFSL، روی موضوع تغذیه فضانوردان در سفرهای طولانی‌تر آینده، کار می‌کند. بنابر یافته‌های دانشمندان در ناسا، برخی از مواد غذایی در فضا رفتار متفاوتی نسبت به روی زمین، از خود نشان می‌دهند. برای نمونه، بدن انسان در جاذبه کم به آهن، زیاد نیاز ندارد و در فضا، حجم کلی خون با تخریب سلول‌های سرخ‌رنگ جوان خون کاهش می‌یابد؛ چنان‌که به ۱/۵ درصد کمتر از مقدار آن در روی زمین می‌رسد. آهن موجود در این سلول‌ها نیز آزاد شده، در جای دیگری از بدن ذخیره می‌شود. پس آهن زیاد می‌تواند برای فضانوردان زیان‌آور باشد و باید رژیم غذایی به‌گونه‌ای طراحی شود که در فضا به کاهش مقدار اضافی آهن در بدن آن‌ها کمک کند.

همچنین فضانوردان در فضا به تراکم استخوان کمتری نسبت به روی زمین نیازمندند. به‌دلیل کم‌بودن نیروی جاذبه، مقدار جذب کلسیم توسط بدن در فضا نسبت به روی زمین کمتر است. پژوهش‌ها در ناسا همچنان ادامه دارد تا چگونگی عملکرد متفاوت بدن در برابر مواد غذایی در زمین و در فضا مشخص شود.

غذاهای فضایی

SFSL هنگام تهیه مواد غذایی با محدودیت‌های بسیار روبه‌روست؛ غذاها باید سبک و فشرده باشند و به کمترین زمان برای آماده‌سازی نیاز داشته باشند. همچنین باید چنان نگهداری شده باشند که در خارج از یخچال، فاسد نشوند. غذاهایی که حالت ترد دارند و به آسانی خرد می‌شوند، کارایی خوبی در فضا ندارند؛ زیرا در شرایط جاذبه نزدیک به صفر، به‌صورت شناور در فضاییما درمی‌آیند و در کارایی آن اختلال ایجاد می‌کند.

با همه این محدودیت‌ها، غذای فضانوردان در گروه‌هایی مختلف شامل انواع سوپ، غذاهای گوشتی و خاگینه‌ها به شکل خشک - منجمد^۲ تولید می‌شود. آب موجود در غذاها باید پس از آماده‌سازی و پیش از بسته‌بندی به‌طور کامل خارج شود. به این ترتیب، بسته‌های غذایی سبک‌تر می‌شوند و برای حمل مناسب‌ترند. هنگام خوردن، فضانوردان به این غذاها آب می‌افزایند.

برخی از غذاها مانند انواع کنسروها باید پس از بسته‌بندی در معرض گرما قرار گیرند^۳ و به برخی دیگر مانند انواع گوشت‌ها باید پس از پخت و بسته‌بندی، پرتو داده شود. گرما و پرتو دادن به غذا، هر دو از جمله روش‌های گندزدایی برای غذاها هستند که از فاسد شدن آن‌ها در خارج از یخچال جلوگیری می‌کنند. برخلاف غذاهایی که در اثر انجماد خشک می‌شوند، غذاهایی که با این دو روش آماده می‌شوند هنگام استفاده، نیازی به افزودن آب ندارند.

نمک و فلفل نیز باید برای استفاده در فضا تغییر یابند؛ زیرا نمی‌توان آن‌ها را در فضا روی غذا پاشید. علت آن است که ذره‌های نمک و فلفل در جاذبه کم به حالت شناور درمی‌آیند. بنابراین نمک را در آب، حل می‌کنند و فلفل را نیز با روغن درمی‌آمیزند.

روش خشک کردن غذا با انجماد

خشک کردن با انجماد یکی از مؤثرترین روش‌های تهیه غذاهای فضایی است. در این فرایند، بیشتر آب موجود در غذا گرفته می‌شود تا بتوان غذا را به مدت طولانی‌تر نگهداری کرد. مواد غذایی در نتیجه فعالیت موجودات زنده ذره‌بینی مانند باکتری‌ها فاسد می‌شوند. این موجودات از غذا تغذیه و در نتیجه، آن را تجزیه می‌کنند. باکتری‌ها موادی در غذا تولید می‌کنند که ممکن است موجب بیماری شوند یا اینکه تنها مزه غذا را تغییر دهند. باکتری‌ها برای ادامه زندگی به آب نیاز دارند. پس اگر آب مواد



غذایی خارج شود، غذا دیگر فاسد نخواهد شد. غذاهای خشک‌شده با روش انجماد می‌توانند سال‌ها بدون تغییر باقی بمانند و با افزودن اندکی آب قابل استفاده شوند. روش خشک‌کردن با انجماد، با روش آب‌زدایی تفاوت دارد. در آب‌زدایی، غذا را در محیطی خشک، گرم می‌کنند تا رطوبت از آن خارج شود. با این روش حدود ۹۰ درصد آب

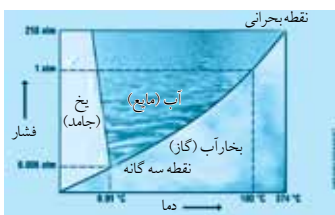
باکتری‌ها برای ادامه زندگی به آب نیاز دارند. پس اگر آب مواد غذایی خارج شود، غذا دیگر فاسد نخواهد شد



سلول سوختی می‌تواند ۱۱kg آب در هر ساعت تولید کند که از مقدار مورد نیاز فضانوردان بیشتر است

صفر درجه سلسیوس می‌رسانند تا همه آب موجود در غذا منجمد شود. سپس فشار را تا 0.006 atm کاهش می‌دهند و آن‌گاه به آهستگی با گرم کردن، دما را به بالاتر از نقطه انجماد می‌رسانند. با گذشت زمان آب، فرازش می‌یابد و به کمک مکش با خلأ، از غذا خارج می‌شود. در فضاپیماهای شاتل، آب و انرژی الکتریکی مورد نیاز را ۳ عدد سلول سوختی تأمین می‌کنند. هریک از این سلول‌ها - که زیر فضاپیما جاسازی می‌شوند - 102 kg وزن دارند. این سلول‌ها تا زمانی که واکنشگرهای شیمیایی

موجود در غذا از آن بیرون می‌رود. بنابراین هنوز هم باکتری‌ها امکان فعالیت در غذا را دارند. در خشک‌کردن با انجماد که در خلأ انجام می‌گیرد، کمتر از ۳ درصد آب در غذا باقی می‌ماند در نتیجه، ترکیب غذا تغییر نمی‌کند. خشک‌کردن با انجماد بر فرایندی طبیعی به نام فرازش تکیه دارد که در آن آب یخ‌زده موجود در غذا، به‌طور مستقیم به‌حالت گاز درمی‌آید. در دما و فشارهای گوناگون، آب می‌تواند به حالت جامد، مایع یا گاز وجود

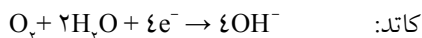


نمودار ۱

خشک کردن با انجماد بر فرآیندی طبیعی به نام فرازش تکیه دارد که در آن آب یخ زده موجود در غذا، به طور مستقیم به حالت گاز درمی آید

داشته باشند، به کار خود ادامه می دهند و انرژی تولید شده در واکنش های شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند. یکی از فرآورده های جانبی سلول های سوختی، بخار آب است که می توان آن را فشرده و ذخیره کرد.

در سلول سوختی، گاز هیدروژن در آند با یون هیدروکسید - که در کاتد تولید می شود - واکنش می دهد و آب تولید می کند. در کاتد نیز اکسیژن در واکنش با آب، به تولید یون هیدروکسید می پردازد. این چرخه با حرکت یون های هیدروکسید به سمت آند از سر گرفته می شود. نتیجه کلی دو واکنش اکسایش و کاهش، آب است:



از این راه سلول سوختی می تواند ۱۱kg آب در هر ساعت تولید کند که از مقدار مورد نیاز فضاوردان بیشتر است.

چشم انداز غذاهای فضایی

دانشمندان در گروه صنایع غذایی ناسا در تلاش اند غذاهایی خوشمزه و متنوع برای مأموریت های سه ساله تولید کنند. بزرگ ترین چالش در این زمینه، ماندگاری غذاهاست. برای نمونه، در یک سفر ساده به مریخ، به غذاهایی با ماندگاری پنج سال نیاز است و این در حالی است که تنها اندکی از غذاها چنین ویژگی ای دارند و این مقدار هم برای یک رژیم غذایی

برخی از مواد غذایی در فضا رفتار متفاوتی
نسبت به روی زمین، از خود نشان می دهند

متعادل، کافی نیستند. گفتنی است این غذاها به روش گرم کردن مواد غذایی، گندزدایی می شوند. دانشمندان در جست و جوی موادی مناسب تر برای بسته بندی مواد غذایی هستند؛ به گونه ای که در برابر نفوذ آب و اکسیژن - که باعث فساد مواد غذایی می شوند - پایداری بیشتری داشته باشند. به این ترتیب، ماندگاری بسیاری از غذاها که هم اکنون نیز تولید می شوند، افزایش خواهد یافت. یکی دیگر از طرح های پژوهشی، یافتن روش هایی برای انتقال موادی همچون گندم و سویا به شکل فله ای است تا تعداد بسته بندی کاهش یابد و تولید ضایعات به کمترین مقدار ممکن برسد.

ارزیابی شده است که اگر از سامانه بسته بندی فعلی استفاده شود، در یک مأموریت ۱۰۰۰ روزه به مریخ برای گروهی ۶ نفری، به ۱۰ هزار کیلوگرم بار نیاز است. در حالی که ارسال فله ای مواد، کار را بسیار آسان می کند.



1. Glenn, J.
2. Space Food System Laboratory (SFSL)
3. Freeze - dried
روشی است که به کمک آن در فشار کم خلأ و دمای بسیار پایین، رطوبت ماده گرفته می شود.
4. Thermostabilization
5. Daley, B.



1. Antonis, K.D. ChemMatters, December 2009.
2. spaceflight.nasa.gov/living/spacefood/
3. www.aboluteastronomy.com/topics/Freeze_drying [July 2009]
4. spaceflight.nasa.gov/shuttle/reference/shutref/orbiter/eps/pwrplants.html [July 2009]
5. www.faqs.org/nutrition/Smi-Z/Space-Travel-and-Nutrition.html [July 2009]