



گفت‌وگو: الهه علوی

اشاره

دکتر زهرا حاج‌ابراهیمی در سال ۱۳۵۶ در تهران به دنیا آمده است. او دانش‌آموخته زیست‌شناسی است، و در پژوهشگاه مطالعات هوا فضا کار می‌کند. کارشناسی زیست‌شناسی عمومی را از دانشگاه شهید بهشتی، و کارشناسی ارشد و دکترای تخصصی ژنتیک مولکولی را از دانشگاه تربیت مدرس گرفته است. دکتر حاج‌ابراهیمی در سوابق علمی خود تدریس در دانشگاه، کارگاه‌ها و دوره‌های علمی-تخصصی، همکاری در طرح‌های تحقیقاتی و تألیف مقاله‌های علمی، ارائه شده در مجله‌ها و کنگره‌های بین‌المللی را دارد.

او عضو بنیاد ملی نخبگان است و تاکنون دو جایزه (جایزه اعتبار پژوهشی بنیاد ملی نخبگان و جایزه تشویقی ریاست جمهوری) از جوایز جشنواره ملی نوآوری و شکوفایی را از آن خود کرده است. چه ارتباطی بین زیست‌شناسی و فضا وجود دارد و زیست‌شناسان چه نقشی در شکل‌گیری پروژه‌های مختلف فضایی دارند؟ این‌ها نمونه‌هایی از پرسش‌هایی‌اند که در این گفت‌وگو مطرح کرده‌ایم.

بود. شواهد نشان می‌دهند که موفقیت آمیزش هر نوع از نرها تحت تأثیر فراوانی نسبی انواع دیگر در جمعیت است؛ یعنی در این‌جا نوعی انتخاب وابسته به فراوانی وجود دارد.

دانشمندان رقابت میان این سوسمارهای نر را با بازی کودکانه سنگ، کاغذ، قیچی مقایسه می‌کنند تا چرخه این تفاوت‌های فردی در این نوع سوسمار را توضیح دهند. در این بازی کاغذ بر سنگ و سنگ بر قیچی و قیچی بر کاغذ پیروز است. هر نشانه از این دست، نماینده برنده یکی از حالت‌ها و بازنده حالت‌های دیگر است. هر نوع از این سوسمارها نیز بر یکی دیگر از انواع برتری دارد. هنگامی که سوسمارهای نر گلو آبی فراوان هستند، می‌توانند تعداد اندکی ماده را از آمیزش دزدانه سوسمارهای گلو زرد حفاظت کنند و در عین حال نمی‌توانند از قلمرو خود در برابر نرهای گلو نارنجی که نیرومندتر و پرخاشگرترند، حفاظت کنند. هنگامی که نرهای گلو نارنجی فراوان‌اند، تعداد بیشتری از ماده‌ها فرصت می‌یابند با نرهای گلو زرد آمیزش می‌کنند و هنگامی که سوسمارهای نر گلو زرد فراوان می‌شوند، راه را برای موفقیت بیشتر نرهای گلو آبی هموار می‌کنند که بار دیگر قلمروهای کوچک بسازند و به موفقیت بیشتر برسند.

تئوری بازی روشی را برای اندیشیدن درباره مسائل پیچیده تکاملی فراهم می‌کند که در آن‌ها عملکرد نسبی و نه عملکرد مطلق کلید درک تکامل آن رفتار است. این سبب می‌شود که تئوری بازی ابزاری نیرومند باشد، چون عملکرد نسبی یک نوع فنوتیپ را در مقایسه با فنوتیپ‌های دیگر و منظور داروین را از شایستگی توضیح می‌دهد.*

پی‌نوشت
* کرام‌الدینی، محمد؛ رفتارشناسی، انتشارات فاطمی (زیر چاپ).

1. Mate Choice
2. Monogamy
3. Polygamy
4. Polygyny

۵. بدیهی است که واژه‌های زن و شوهر در روابط میان آدمیان معنی و مفهوم پیدا می‌کنند و قابل تعمیم به جهان جانوران نیستند؛ اما در این‌جا برای آسان‌فهم کردن موضوع از اصطلاحات چند زنی و چند شوهری استفاده کرده‌ایم.

6. Polyandry
7. Harem
8. Paternity Lawsuit
9. Courtship Display
10. Gerald Borgia

۱۱. آنچه این پرند می‌سازد، آلاچیق نیست، بلکه بیشتر سایه‌سار است، چون سقف ندارد؛ اما چون در نوشته‌های فارسی از آن با آلاچیق یاد شده است، برای پرهیز از سردرگمی در این‌جا نیز همان نام آلاچیق به کار رفته است.

12. Ptilonorhynchus violaceus
13. Wallaby Creek
14. Game theory
1. Bruce Beehler
2. Raggiana Bird of Paradise
3. Agonistic behavior
4. John Nash

گفت و گو با دکتر زهرا حاج ابراهیمی،
پژوهشگر پژوهشگاه هوافضا

زیست شناسی در فضا

● شما فارغ التحصیل زیست شناسی هستید، ولی در پژوهشگاه هوافضا کار می کنید که در نگاه اول ممکن است بی ربط به همدیگر به نظر آیند. برای یک نفر زیست شناس در چنین پژوهشگاهی چه کاری وجود دارد؟

○ یکی از بخش های پژوهشگاه هوافضا، گروه فیزیولوژی هوافضا است. این گروه با هدف تحقیقات پایه و کاربردی و اجرای طرح های تحقیقاتی در زمینه های پزشکی، زیست شناسی، اندام شناسی و زیست فناوری فضایی از سال ۱۳۸۲ در پژوهشگاه هوافضا تشکیل شده و تاکنون طرح های مختلفی را به شکل مستقل یا با همکاری دیگر مراکز علمی و تحقیقاتی به انجام رسانده است.

● بنابراین، یکی از زمینه های کاری زیست شناسان مشارکت در پروژه های هوافضا است. زیست شناسی چه جایگاهی در پروژه های هوا فضا دارد؟

○ تحقیقات زیست شناختی و پزشکی هوافضا در دو شاخه مجزای پزشکی و فیزیولوژی هوایی و زیست شناسی هوا فضایی انجام می گیرند. آمبولانس ها و بیمارستان های هوایی، کنترل سلامت گروه پروازی و کارکنان صنایع هوایی و خدمات جانبی، سلامت مسافران و بیماری های زمینه ای آنان در سفرهای هوایی، اختلالات روان پزشکی مرتبط با پرواز، مانند ترس از پرواز و بیماری تأخیر جت (جت لگ)، تجهیزات ایمنی و سلامت در رانگرهای هوایی و مبارزه با ناقلان بیماری های مختلف با کمک صنایع هوایی، موضوع تحقیق در شاخه پزشکی و فیزیولوژی هوایی اند.

زیست شناسی سلولی و تکاملی در محیط کم گرانش (میکروگرavیتی)، باغبانی فضایی در موقعیت هواکشت (آیروپونیک) و آب کشت (هیدروپونیک) و محیط های کاملاً بسته پشتیبان حیات، کاربردهای زیست فناوری در سفرهای فضایی، تأثیر فضا و محیط کم گرانش بر دستگاه های گردش خون، غده های درون ریز، دستگاه اسکلتی-عضلانی، خون سازی، دستگاه های عصبی مرکزی و محیطی، روان و تعاملات شخص در محیط اجتماعی بسته سفینه ها، دستگاه تنفسی و اثرهای زیانبار پرتوهای کیهانی بر موجودات زنده در فضا، زمینه های پژوهشی در شاخه زیست شناسی فضایی را تشکیل می دهند. زیست شناسان می توانند در هریک از این دو زمینه در پروژه های مختلف تحقیقاتی و کاربردی هوایی، یا فضایی فعالیت کنند.

● وضعیت محیط در فضا با زمین متفاوت است، قرار گرفتن در فضا چه اثرهایی بر فضانوردان دارد؟

○ از ویژگی های متمایزکننده محیط فضا از زمین، می توان به کمبود گرانش (میکروگرavیتی)، وجود پرتوهای کیهانی و نبود ریتم سیرکادین (چرخه های ۲۴ ساعته شبانه روزی) اشاره کرد. این شرایط منحصربه فرد، اثرهای مخربی بر سلامت و کارآمدی فضانوردان در طول سفرها و مأموریت های فضایی دارند. مشخص شده است که قرار گرفتن در فضا با تغییرات سازشی و غیرسازشی (بیماری) در بدن انسان همراه است. فضانوردان در مأموریت های خود، دچار مشکلاتی چون تهوع، تغییر میزان مایعات بدن، اختلال در الگوی خواب و بیداری، ضعف سیستم ایمنی بدن و دیگر تغییرات سازشی می شوند.

با بازگشت به زمین، بسیاری از این تغییرات مجدداً تعدیل می‌شود که در این تعدیل در برخی مشکلات ناگهانی و در برخی دیگر تدریجی و کند است. مثلاً تغییراتی مانند کاهش توده استخوانی و آتروفی استخوان‌ها، سال‌ها زمان می‌برد تا به حالت اول و طبیعی برگردد. به نظر می‌رسد که این تغییرات سازشی و

غیرسازشی حاصل تغییر در سلول‌ها و عملکرد آن‌هاست.

● به این ترتیب فضانوردان به تحقیقات زیست‌شناسان نیاز دارند...

○ درست است، اما موضوع فقط این نیست. برای فرستادن انسان به فضا و انجام مأموریت‌های فضایی طولانی‌مدت، ما باید تأثیر و میزان تغییر سیستم‌های زیستی در فضا و مشکلاتی را بدانیم که فضانوردان پس از بازگشت به زمین با آن مواجه‌اند. این کار مستلزم مطالعه اثرهای کوتاه‌مدت و درازمدت قرار گرفتن در فضا است. از طرفی، مطالعات زیست‌شناختی فضایی سبب افزایش دانش و فهم ما از نحوه عملکرد موجودات زنده و واکنش‌های اساسی زیست‌شناسی می‌شود. حیات روی زمین، در طول تکامل در گرانش ۱g گسترش یافته است. تأثیر این نیرو و جبر بر حیات، تا به امروز به‌خوبی مطالعه نشده است. با وجود آن‌که تکنیک‌هایی روی زمین برای افزایش نیروی جاذبه (سانتریفیوژ) یا کاهش آن (بی‌حرکی و چرخش آرام) وجود دارد، اما اثر طولانی‌مدت بی‌وزنی و پرتوهای کیهانی بر زمین و تأثیر آن بر سلول و وقایع سلولی تاکنون به‌خوبی بررسی نشده است. نتایجی که از این گونه مطالعات به‌دست می‌آیند، در بهبود کیفیت زندگی انسان در زمین و سلامت آن مؤثرند.

● در یک نگاه تاریخی، زیست‌شناسی چگونه به زمینه دانش هوافضا راه پیدا کرد؟ نیاز این دانش به زیست‌شناسی بود یا به‌عکس به هدف پاسخ به پرسش‌های زیست‌شناختی بود؟

○ نیاز زمینه هوافضا به دانش زیست‌شناسی بود که زیست‌شناسی را به این زمینه وارد کرد. پس از این‌که انسان

زیست‌شناسی سلولی و تکاملی در محیط کم‌گرانش (میکروگرویتی)، باغبانی فضایی در موقعیت هواکشت (آیروپونیک) و آب‌کشت (هیدروپونیک) و محیط‌های کاملاً بسته پشتیبان حیات، کاربردهای زیست‌فناوری در سفرهای فضایی، تأثیر فضا و محیط کم‌گرانش بر دستگاه‌های گردش خون، غده‌های درون‌ریز، دستگاه اسکلتی-عضلانی، خون‌سازی، دستگاه‌های عصبی مرکزی و محیطی، روان و تعاملات شخص در محیط اجتماعی بسته سفینه‌ها، دستگاه تنفسی و اثرهای زیانبار پرتوهای کیهانی بر موجودات زنده در فضا، زمینه‌های پژوهشی در شاخه زیست‌شناسی فضایی را تشکیل می‌دهند

موفق به انجام سفرهای فضایی و مأموریت‌های فضایی طولانی‌مدت شد، دریافت که قرار گرفتن در فضا و محیط کم‌گرانش با تغییرات عمده‌ای در عملکرد و فعالیت سیستم‌های مختلف بدن و سیستم‌های زیستی همراه است. فضانوردان در طول سفرهای فضایی خود و حتی پس از بازگشت به زمین با مشکلات زیادی مواجه بوده‌اند.

ادامه انجام سفرهای فضایی، به‌ویژه سفر به کرات دورتر، مثلاً مریخ، نیازمند پاسخ دادن به پرسش‌هایی از این دست است: بدن چگونه با فضا سازگار می‌شود؟ واکنش جانوران و گیاهان به بردار گرانش چیست؟ چگونه می‌توان به‌منظور تأمین غذای فضانوردان، گیاهان را در فضا رشد داد؟ برای جلوگیری از آسیب رسیدن به فضانوردان چه اقداماتی باید در فضا انجام گیرد؟

به این ترتیب طرح پژوهش‌هایی با هدف پاسخ به چنین پرسش‌هایی، درواقع شروع زمینه جدیدی از مطالعات زیست‌شناختی با نام زیست‌شناسی فضا بود. همچنین در ابتدا و قبل از فرستادن انسان به فضا از جانوران برای مسافرت‌های فضایی استفاده می‌شد. آماده‌سازی جانوران برای ورود به فضا نیز نیازمند استفاده از زیست‌شناسان و دانش زیست‌شناسی بود.

بنابراین در ابتدا نیاز به دانش زیست‌شناسی در زمینه‌های فضایی عامل ورود این علم به زمینه دانش هوافضا بود، هرچند که امروزه مطالعات زیست‌شناختی در شرایط فضا به پیشرفت این علم و افزایش دانش و فهم ما از نحوه عملکرد موجودات زنده و واکنش‌های اساسی زیست‌شناختی نیز کمک می‌کند و نتایجی که از این گونه مطالعات به‌دست می‌آید، بر بهبود کیفیت زندگی انسان روی زمین نیز مؤثر است.

● و به این ترتیب بود که دانشی به نام زیست‌شناسی فضا شکل گرفت.

○ درست است. به‌طور کلی، زیست‌شناسی فضا به مطالعه

شهاب‌سنگ ALH۸۴۰۰۱ متعلق به سیارهٔ مریخ است که در سال ۱۹۸۴ در منطقهٔ Allan Hills در زمین پیدا شد. ذرات نانومتری اکسید آهن، سولفید آهن، موادی در حد میکرومتر در ترکیب با کربنات‌ها و ترکیبات آلی هیدروکربنی پلی‌آروماتیک (PHAs) و آثار کرمی شکل، در این شهاب‌سنگ‌ها پیدا شده است.

برخی از دانشمندان معتقدند که این آثار کرمی شکل به بقایا و فسیل باکتری‌هایی در مریخ مربوط‌اند، و ذرات اکسید آهن و سولفید آهن یافت شده در این شهاب‌سنگ را همین باکتری‌ها تولید کرده‌اند

دانشمندان به دنبال یافتن فسیل و یا نشانه‌های حیات در این شهاب‌سنگ‌ها، بویژه فسیل پروکاریوت‌ها هستند. مثلاً شهاب‌سنگ ALH۸۴۰۰۱ متعلق به سیارهٔ مریخ است که در سال ۱۹۸۴ در منطقهٔ Allan Hills در زمین پیدا شد. ذرات نانومتری اکسید آهن، سولفید آهن، موادی در حد

میکرومتر در ترکیب با کربنات‌ها و ترکیبات آلی هیدروکربنی پلی‌آروماتیک (PHAs) و آثار کرمی شکل، در این شهاب‌سنگ‌ها پیدا شده است.

برخی از دانشمندان معتقدند که این آثار کرمی شکل به بقایا و فسیل باکتری‌هایی در مریخ مربوط‌اند، و ذرات اکسید آهن و سولفید آهن یافت شده در این شهاب‌سنگ را همین باکتری‌ها تولید کرده‌اند. این دانشمندان، ترکیبات آلی هیدروکربنی پلی‌آروماتیک یافت‌شده در این شهاب‌سنگ را نیز به ارگانیسم‌های مریخی نسبت دادند و اعلام کردند که براساس شواهد به‌دست آمده، در سیارهٔ مریخ حیات وجود دارد.

در مقابل، برخی محققین معتقدند که این آثار کرمی شکل، فسیل باکتری‌های زمینی هستند که به هنگام برخورد شهاب‌سنگ با زمین، در حدود ۱۳ هزار سال پیش، این آثار را به جای گذاشته‌اند. در مقابل برخی دیگر معتقد بودند که انفجار اولیهٔ حاصل از جدا شدن شهاب‌سنگ از مریخ و گرمای تولید شده به هنگام رها شدن شهاب‌سنگ در فضا و برخورد آن با زمین، ممکن است ساختارهای معدنی ایجاد کرده باشد که امروزه با فسیل میکروب‌ها اشتباه گرفته می‌شوند.

اخیراً محققان ناسا، با استفاده از روش‌های نو و تکنیک‌های جدید پرتوهای یونی و میکروسکوپ‌های الکترونی با وضوح بالا، مجدداً به مطالعهٔ این شهاب‌سنگ پرداختند. این محققان اعلام کردند که براساس شواهد محکم آثار موجود در این شهاب‌سنگ، به‌سبب تغییرات زمین‌شناختی زمین و یا آلودگی شهاب‌سنگ با باکتری‌های زمین در محل برخورد و یا به سبب انفجار نیست، بلکه این آثار زیستی‌اند و منشأ مریخی دارند.

چگونگی پاسخ جانوران و گیاهان به بردار جاذبه و نحوهٔ سازگار شدن آن‌ها با ترازهای مختلف گرانش می‌پردازد. تحقیقات در این زمینه در ترازهای مختلف از تحقیقات مولکولی گرفته تا مطالعهٔ سلول، بافت، موجود زنده، اکولوژی، تکوین و تکامل- صورت می‌گیرد. هدف از

زیست‌شناسی فضایی تعیین اثرهای گرانش بر سلول، جانوران و گیاهان، تعیین اثرهای ترکیبی بی‌وزنی و دیگر استرس‌های محیط فضا (پرتوها و نبود چرخهٔ روز و شب) بر سیستم‌های زیستی، اصلاح کیفیت زندگی در زمین از طریق استفاده از محیط فضا و همچنین افزایش دانش زیست‌شناسی است. همچنین مطالعهٔ گیاهان و میکروب‌ها نیز در شرایط بی‌وزنی و فضا به‌ویژه برای فرستادن انسان به فضا و مأموریت‌های طولانی‌مدت در شرایطی که باید مواد غذایی در فضا تولید شوند، ضروری است.

● **نیم‌قرنی از عمر زیست‌شناسی فضا می‌گذرد. شاید از اساسی‌ترین پروژه‌های تعریف‌شده در این ارتباط، پروژه‌هایی‌اند که برای یافتن آثار حیات در کرات دیگر و نیز یافتن محیطی شبیه جو اولیهٔ زمین در آغاز پیدایش حیات طراحی شده‌اند. آیا دانشمندان به نتایج قابل توجهی در این زمینه دست یافته‌اند؟**

○ **بله. تاکنون تلاش‌های زیادی برای یافتن حیات در کرات دیگر صورت گرفته است. مثلاً در قمر اروپا که یکی از ۴ قمر بزرگ سیارهٔ مشتری است، اقیانوسی از آب مایع، زیرلایه‌ای از یخ ضخیم که در سطح آن قرار دارد، کشف و مشخص شده است که مقدار آب مایع در این اقیانوس دو برابر میزان آب تمام اقیانوس‌های کرهٔ زمین است. همچنین این اقیانوس اکسیژن فراوان دارد که برای بقای حیات سه بیلیون کیلوگرم میکروارگانیسم در این قمر کافی است. دانشمندان پس از سیارهٔ مریخ، به دنبال یافتن نشانه‌های حیات در این قمرند. مطالعات زیادی نیز روی شهاب‌سنگ‌ها صورت گرفته است و**



به نظر این محققان حیات در مریخ و یا حداقل در این شهاب‌سنگ مریخی وجود داشته است. آن‌ها زمان تشکیل این سنگ در پوسته مریخ را در بیش از ۴ بیلیون سال پیش و متعلق به عصر Noachian می‌دانند، در زمانی که اقیانوس‌ها سطح مریخ را پوشانده بودند، نه بیابان‌های خشکی که امروزه مشاهده

می‌شوند. بنابراین، مریخ در آن دوره بیشتر شبیه به زمین بوده و شرایط برای حیات مهیا بوده است. سپس بعد از بیلیون‌ها سال، این سنگ از مریخ جدا شده و حدود ۱۶ میلیون سال در فضا بوده و در نهایت ۱۳ هزار سال پیش به زمین برخورد کرده است. این یافته برای دانشمندان بسیار مهم است و ممکن است حتی اطلاعاتی را در مورد چگونگی تشکیل حیات در منظومه شمسی در اختیار ما قرار دهد.

● جالب است! برگردیم به کشور خودمان، چه پروژه‌هایی در پژوهشگاه هوافضا با محوریت پاسخ به پرسش‌های زیست‌شناختی طراحی می‌شوند؟

○ پروژه‌هایی که در پژوهشگاه هوافضا در شاخه زیست‌شناسی فضا طراحی می‌شوند، دو دسته‌اند: دسته اول پروژه‌هایی هستند که در راستای فرستادن موجودات زنده و در نهایت انسان به فضا در جهت هموار کردن این مسیر و رسیدن به تکنولوژی مهندسی انتقال حیات به فضا تعریف می‌شوند. دسته دوم پروژه‌هایی‌اند

در حال حاضر در گروه فیزیولوژی در پژوهشگاه هوافضا، زیست‌شناسانی با گرایش‌های ژنتیک و فیزیولوژی مشغول به کارند. همچنین با توجه به گسترش مطالعات فضایی در کشور و رویکرد جدید کشور به تحقیقات فضایی، به نظر می‌رسد در آینده از زیست‌شناسان بیش‌تری با گرایش‌های متفاوت نیز در این گروه استفاده شود

که در جهت پاسخ به نحوه سازگاری جانداران به شرایط فضا طراحی می‌شوند، مثلاً مطالعه سلول‌ها و فرایندهای زیستی در شرایط میکروگرواییتی و تأثیر پرتوها بر حیات. در زمینه پزشکی و فیزیولوژی فضا نیز گروه فیزیولوژی پژوهشگاه پروژه‌های تحقیقاتی در زمینه‌های آمبولانس‌ها و بیمارستان‌های هوایی، کنترل

سلامت گروه پروازی و کارکنان صنایع هوایی، سلامت مسافران و بیماری‌های زمینه‌ای آن‌ها در مسافرت هوایی، اختلالات روان‌پزشکی مرتبط با پرواز مانند ترس از پرواز و شبیه‌سازهای پرواز و واقعیت مجازی را طراحی می‌کنند.

● آیا زیست‌شناسان دیگری در ایران نیز همانند شما وارد این زمینه شده‌اند؟

○ بله؛ در حال حاضر در گروه فیزیولوژی در پژوهشگاه هوافضا، زیست‌شناسانی با گرایش‌های ژنتیک و فیزیولوژی مشغول به کارند. همچنین با توجه به گسترش مطالعات فضایی در کشور و رویکرد جدید کشور به تحقیقات فضایی، به نظر می‌رسد در آینده از زیست‌شناسان بیش‌تری با گرایش‌های متفاوت نیز در این گروه استفاده شود.

● از این‌که وقت خود را در اختیار مجله رشد آموزش زیست‌شناسی گذاشتید، سپاس‌گزاریم. ○ متشکرم.