

جهت یابی در موجودات

سال 2007 سایبین بگال (Sabin Begall) دانشمند جانورشناس آلمانی، مشغول تماشای عکس‌های ماهواره‌ای از نحوه تغذیه گله گاوها بود.



جام جم آنلاین: سال 2007 سایبین بگال (Sabin Begall) دانشمند جانورشناس آلمانی، مشغول تماشای عکس‌های ماهواره‌ای از نحوه تغذیه گله گاوها بود.

او با مشاهده دقیق عکس‌ها دریافت گاوها در یک خط و در یک صف طوری قرار گرفته‌اند که بدنشان کاملاً در جهت دو قطب جنوب و شمال زمین است.

در واقع آنها بدون این‌که از خورشید برای یافتن جهت شمال زمین استفاده کنند، به‌طور خودکار قادر بودند تا خود را در جهت میدان مغناطیسی زمین و قطب‌شمال قرار دهند و با آن همسو شوند.

در این زمینه او و گروهی از محققان دست به کار شدند و شواهدی یافتند که نشان می‌داد حیوانات دیگر هم مانند گاوها می‌توانند خود را در حوزة مغناطیسی زمین قرار دهند و در یک راستا و در یک خط با میدان مغناطیسی زمین همسو شوند و این در حالی است که تمایل به خط شدن و در یک راستا قرار گرفتن گله حیواناتی مانند گاوها، زمانی که در مجاورت خطوط فشارقوی قرار می‌گیرند، از بین می‌رود.

البته سال‌ها پیش این جانورشناس طی مطالعاتی دریافت بود ارگانیسم‌های زنده، به حوزة‌های ضعیف مغناطیسی پاسخ نمی‌دهند و حیوانات تجهیزات لازم را برای محدود کردن نیروی مغناطیسی ندارند.

در قرن 18 تصور می‌شد برخی از جانداران در بدن خود یک محافظ سیال مغناطیسی دارند و می‌توانند آلت‌دست افراد حقه باز قرار گیرند.

امروزه دانشمندان پذیرفته‌اند حیوانات خاصی به میدان‌های مغناطیسی پاسخ می‌دهند و این مساله به اغلب آنها برای بقا کمک می‌کند.

هرچند هنوز مشخص نشده چرا گاوها در جهت میدان مغناطیسی زمین به صف می‌شوند. البته مطالعات از دیرباز نشان داده که بسیاری از جانداران که مهاجرت فصلی دارند مانند سینه‌سرخ‌ها، پروانه‌ها، کبوترهای خانگی، لاک‌پشت‌های دریایی و جانداران بی‌مهره‌ای مانند خرچنگ‌های دریایی، زنبورهای عسل و مورچه‌ها، پستاندارانی مانند موش‌های کور، فیل‌ها و نهنگ‌ها و حتی باکتری‌های کوچک همگی قادر به احساس میدان مغناطیسی هستند.

در ادامه محققان دست به مطالعاتی دیگر زدند تا به مکانیسم‌های موثر در این‌باره دست یابند. آنها در این مطالعات به نتایج جالبی رسیدند و دریافتند در بدن برخی از حیوانات احتمالاً بیش از یک نوع ارگان و اعضای مغناطیسی وجود دارد که به صورت حسگرهای مغناطیسی بیولوژیکی یا به عبارتی بیشتر به شکل یک قطب نمای مغناطیسی معمولی عمل می‌کنند. از طرفی برخی دیگر از جانوران ممکن است اثرات کوانتومی دقیقی داشته باشند.

حسی برای پیدا کردن مسیر

براساس اولین مطالعاتی که حدود 50 سال پیش انجام شد، حیوانات بعضی وقت‌ها از میدان‌های مغناطیسی برای هدایت و راهنمایی گروه در زمان مهاجرت استفاده می‌کنند.

در سال 1950 محققان دریافتند سینه‌سرخ‌ها در زمان مهاجرت، معمولاً در جهت قطب جنوب زمین حرکت می‌کنند، حتی اگر نشانه‌های بینایی و بصری خاصی هم وجود نداشته باشد.

سال 1960 محققان در آزمایشی با پوشش‌های الکترومغناطیسی اطراف قفس پرندگان را پوشاندند، تا به این وسیله آنها را فریب داده و وادار کنند به مسیر اشتباه بروند.

آنها از این طریق پی بردند نیروی مغناطیسی نقش موثری در جهت یابی و مسیریابی پرندگان دارد. همچنین پرندگان نه تنها به دو قطب شمال و جنوب که به انحرافات و تغییرات حوزه مغناطیسی زمین که از یک قطب به قطب دیگر متفاوت است نیز حساسند.

شایان ذکر است که انحرافات و تغییرات حوزه مغناطیسی زمین تنها شامل انحراف بین دو قطب نیست، بلکه مواد مغناطیسی موجود در پوسته زمین نیز به نوعی سبب تغییر و اختلال در مسیر اصلی و مستقیم درمیدان مغناطیسی زمین می شود.

به نظر می رسد برخی حیوانات مانند لاک پشت های دریایی، از یک نقشه ذهنی برخوردارند که به آنها کمک می کند مسیر حرکت خود را بدرستی به سمت شمال مغناطیس زمین بیابند و به مقصد نهایی خود برسند.

در یک طرح آزمایشی عده ای از محققان با ایجاد حوزه های مغناطیسی مصنوعی و ساختگی تلاش کردند تا لاک پشت ها را به مسیرهای دیگری غیر از مسیر اصلی خود منحرف کنند، اما مشخص شد آنها در چنین مواقعی سعی می کنند به طور پایدار در مسیری مستقیم و در جهت شمال به سوی مقصد صحیح خود حرکت کنند.

می توان گفت این جانداران از یک نقشه ذهنی توانمند درونی برخوردارند و در شرایط مختلف براساس آن مسیر حرکت و مقصد خود را شناسایی می کنند. دانشمندان معتقدند احتمالاً برخی از جانداران دیگر نیز از این نقشه ذهنی بهره مندند.

آنها می گویند احتمالاً پرندگان نیز از یک نقشه ذهنی برای جهت یابی در شرایط وجود تغییرات میدان مغناطیسی استفاده می کنند.

اما در این میان دانشمندی به نام Anna Gagliard برخلاف دیگر دانشمندان، معتقد است نقشه های ذهنی در پرندگان ضعیف است و آنها برای مسیریابی خود از حس هایی دیگر بهره می برند.

او طی آزمایشی که روی کبوترها انجام داد، دریافت این پرندگان با دستکاری حس بویایی خود از یافتن مسیر عاجز مانده و گم می شوند.

محققان می گویند احتمالاً پرندگان از حسی به نام magnetometer برخوردارند که به آنها در جهت یابی کمک می کند.

از طرفی اعتقاد بر آن است که پرندگان از نشان های طبیعی دیگری چون خورشید و ماه و ستارگان نیز استفاده می کنند.

آنها قادرند براساس امواج دریا، نور ماه و ستارگان به مسیر درست خود هدایت شوند. حتی این جانداران قادرند از حس بویایی نیز برای جهت یابی درست کمک بگیرند.

گروهی از دانشمندان دریافتند قطب نماي طبیعی و درونی جانوران معمولاً هنگام شب از کار می افتد، آنها معتقدند این حس درونی در حیوانات وابسته به نور است.

آنها مشاهده کردند در شرایط آزمایشگاه پرندگان برای رسیدن به مقصد مورد نظر نیاز به نور آبی با طول موج کوتاه دارند.

درواقع احتمالاً حیوانات حس مغناطیسی خود را هنگام روز با نور خورشید مورد سنجش قرار می دهند و مسیر را هنگام روز ارزیابی کرده و به خاطر می سپارند و در زمان شب و تاریکی براساس آن مسیر اصلی را یافته و دنبال می کنند.

بر این اساس محققان در آزمایشی 18 پرنده را در قفسی گذاشتند و با پوشاندن قفس آنها را در معرض میدان مغناطیسی مصنوعی قرار دادند و جهت غرب را به جای جهت شمال به آنها القا کردند سپس در قفس را باز کرده و پرندگان را دنبال کردند. آنها دریافتند این پرندگان به جای جهت شمال زمین به سمت غرب در حرکتند.

اما نکته جالب آن بود که با روشن شدن هوا آنها مسیر حرکت خود را اصلاح کرده و به سمت شمال و مسیر اصلی خود بازگشتند. دانشمندان تصور می کنند احتمالاً نور خورشید نقش مهمی بر حس قطب نماي درونی و جهت یابی آنها دارد.

جستجو برای یافتن مکانیسمی خاص

محققان درصدد برآمدند به دنبال ارگانی خاص بگردند که نقش اساسی در بروز حس نیروی مغناطیسی در حیوانات دارد.

آنها براساس شواهد موجود دریافتند این ارگان یا مکانیسم خاص می‌تواند یک سلول منفرد و خاص باشد که ممکن است درهرجایی از بدن موجود زنده وجود داشته باشد.

آنها تصور می‌کردند این ارگان ریز میکروسکوپی به نوعی نقش اساسی برحس جهت‌یابی درونی حیوانات دارد. این سلول‌ها احتمالا به ضعیف‌ترین نیروی مغناطیسی حساس است.

آنها بالاخره براساس شواهد موفق شدند این مکانیسم و این سلول را در نوعی باکتری شناسایی کنند. این باکتری‌ها قادر بودند از مکانیسم خاصی استفاده کرده و مسیر و جهت حرکت خود را درمیان گل و لای کف دریا بیابند.

سال 1970 محققان دریافته بودند این باکتری‌ها، دارای اجزای ریز مغناطیسی حاوی اکسید آهن هستند که به میدان مغناطیسی زمین حساس بوده و باکتری به کمک آن قادر به جهت‌یابی صحیح است.

در ادامه محققان بابررسی آناتومی کبوترها دریافتند در این پرندگان، ساختارهای بسیار ریز در حد نانومتر در بالای منقارشان وجود دارد که با حساسیت به میدان مغناطیسی زمین به آنها در جهت‌یابی کمک می‌کند.

این ساختارهای بسیار ریز به نوعی با سیستم عصبی پرنده در ارتباط است و هرگونه تغییر محیطی را به مغز مخابره می‌کند و دستورات لازم برای جهت‌یابی درست را دریافت می‌کند.

در ادامه محققان دریافتند مشابه چنین ساختارهایی در دیگر جانداران نیز وجود دارد که می‌تواند کوچک‌ترین تغییر و انحراف مغناطیسی را درمیدان مغناطیسی زمین شناسایی کرده و با تقویت آن به مغز جاندار مخابره‌اش کند. دانشمندان معتقدند حس مغناطیسی در اغلب جانداران شبیه به ماهی رنگین‌کمانی است.

در این ماهی اجزای ریز حاوی اکسید آهن که به نیروی مغناطیسی زمین حساس است، در سلول‌های گیرنده‌ای درقسمت سر ماهی قرار دارند که به جاذبه و تغییرات میدان مغناطیسی زمین حساس است.

به‌طوری که با اندک تغییرات امواج و میدان مغناطیسی زمین در اطراف ماهی در این سلول‌ها کانال‌های خاصی باز می‌شود که یون‌های مربوط از این کانال‌ها عبور کرده و اطلاعات تغییرات محیط را به سیستم عصبی جاندار منتقل کرده و دستورات لازم را برای جهت‌یابی درست به ماهی می‌رساند.

محققان براین باورند که ساختارهای درک نیروی مغناطیسی در حیوانات باید با نوروهای خاصی در مغز مرتبط باشد.

چرا که آنها مشاهده کردند با تغییر و انحراف در میدان مغناطیسی زمین، این اجزا و ساختارهای خاص، یون‌هایی را آزاد کرده که این یون‌ها با نوروهای خاص عصبی در ارتباطند و پیام‌های لازم را به مغز مخابره می‌کنند و حیوان را در جهت‌یابی و مسیریابی صحیح هدایت می‌کنند.

در سال 1970 دانشمندان دریافتند هنگام تغییر میدان مغناطیسی یا تغییر جهت، واکنش‌های شیمیایی خاصی در بدن جانداران رخ می‌دهد.

در ادامه تحقیقات مشخص شد این واکنش‌ها در رنگدانه‌های موجود در چشم رخ می‌دهد. در آن زمان هنوز چگونگی این واکنش‌ها مشخص نشده بود.

سال 1990 بیوشیمیست‌ها دریافتند پروتئینی به نام cryptochrome در رنگدانه‌های شبکه چشم پستانداران وجود دارد که به نوعی با حس جهت‌یابی و تغییرات مغناطیسی در ارتباط است.

در ادامه مطالعات بعد از سال‌ها آنها دریافتند این پروتئین در سلول‌های خاصی در شبکه چشم وجود دارد و قادر است با ایجاد یکسری واکنش‌های شیمیایی خاص، تغییرات محیطی و اطلاعات لازم را دریافت کند.

آنها مشاهده کردند همراه با تغییرات میدان مغناطیسی یک پرتو یا یک فوتون نوری به این سلول‌ها برخورد کرده و با برخورد با الکترون‌های موجود در این پروتئین، این الکترون‌ها را به چرخش و می‌دارد و جهت چرخش این الکترون‌ها به نوعی برجهت‌یابی جانور موثر است.

در واقع با تغییر میدان مغناطیسی و ایجاد واکنش‌های شیمیایی خاص، اطلاعات لازم در مورد تغییرات ایجاد شده در محیط به جاندار اعلام می‌شود.

در واقع تا زمانی که الکترون‌ها به صورت غیرموازی چرخش کنند، واکنش شیمیایی رخ نخواهد داد اما زمانی که با ورود فوتون‌های نوری و برخورد آن با پروتئین و الکترون‌ها، جهت چرخش الکترون‌ها تغییر کند و وقتی هردو در جهت موازی گردش کنند، واکنش شیمیایی مورد نظر رخ خواهد داد و چرخش الکترون‌ها هرچه در حالت موازی باقی بماند، واکنش‌ها شدت و سرعت می‌گیرد.

در نهایت وقوع این واکنش‌ها بستگی به گردش الکترون‌ها دارد و گردش الکترون‌ها نیز در اثر تغییرات میدان مغناطیسی و ورود فوتون‌ها اتفاق می‌افتد. این مکانیسم پیچیده در واقع به جهت‌یابی و مسیریابی جانوران کمک بزرگی می‌کند.

دربدن برخی از حیوانات بیش از یک نوع ارگان یا عضو مغناطیسی وجود دارد که به صورت حسگرهای مغناطیسی بیولوژیکی یا به عبارتی به شکل قطب نمای مغناطیسی معمولی عمل می‌کنند همچنین دانشمندان دریافتند امواج رادیویی نیز می‌تواند بر سیستم حس مغناطیسی جانوران بخصوص پرندگان اثر بگذارد. به طوری که این امواج برگردش الکترون‌های موجود در پروتئین cryptochrome اختلال ایجاد کرده و با بروز اختلال در این مکانیسم، جهت‌یابی و مسیریابی پرندگان دچار مشکل می‌شود.

در ادامه محققان با مطالعه روی مگس‌های میوه دریافتند این مگس‌ها به کمک این پروتئین و این مکانیسم، قادرند مسیر حرکت خود را تعیین کنند.

مشاهده شد زمانی که این مگس‌ها ژن مربوط به این پروتئین را از دست می‌دهند، توانایی خود را در جهت‌یابی از دست خواهند داد.

در جدیدترین مطالعات انجام‌یافته سال 2011 محققان با شناسایی ژن مرتبط با پروتئین cryptochrome موفق به شناسایی ژنی مشابه با این پروتئین در انسان‌ها شدند و معتقدند انسان‌ها نیز به نوعی دارای حس درونی مغناطیسی و جهت‌یابی هستند.

هرچند هنوز چگونگی سازوکار این حس در آدمی شناسایی نشده است. البته در مطالعه جدید دیگری محققان موفق به شناسایی حس الکترومغناطیسی در برخی ماهی‌ها و کوسه‌ها شدند.

آنها دریافتند این جانوران با داشتن مکانیسمی خاص قادرند ضعیف‌ترین میدان الکتریکی حدود یک بیلیونیوم ولتاژ را در محیط اطراف درک و احساس کند.

محققان امیدوارند با درک دقیق مکانیسم‌های مرتبط با میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی بتوانند در آینده ریزترین، قوی‌ترین و حساس‌ترین آنتن‌ها و ردیاب‌ها را طراحی کرده و بسازند و به این ترتیب بتوانند گامی بزرگ در ساخت وسایل الکترونیکی هوشمند آینده بردارند.
مسیریابی در پرندگان

انسان دارای حس بویایی، شنوایی، بینایی، چشایی و لامسه است اما جالب این‌که بسیاری از حیوانات علاوه بر این حواس، حس‌های دیگری دارند که ما انسان‌ها از آنها بی‌بهره‌ایم.

یکی از این حس‌ها، حس مغناطیسی است. پرندگان، موریانه‌ها، مگس‌ها و مارماهی‌ها از جمله جانورانی هستند که قادر به درک نیروی مغناطیسی زمین و استفاده از آن هستند.

مثلا کبوتر نامه‌بر قادر است با درک نیروی مغناطیسی زمین، مسیر خودش را پیدا کند و پیام‌ها را به دست صاحبانشان برساند.

این‌که جانوران به طور غریزی چگونه از این نیرو استفاده می‌کنند، سال‌ها مورد تحقیق و بررسی دانشمندان بوده است.

روی منقار بعضی از پرندگان گیرنده‌هایی وجود دارد که حاوی سلول‌های عصبی پیچیده و ماده‌های معدنی مثل اکسید آهن است.

در واقع ساختار این سلول‌ها به گونه‌ای است که به پرنده اجازه می‌دهد مانند یک قطب‌نما، جهت‌یابی کرده و راه بازگشت به خانه را پیدا کند.

دانشمندان حدس می‌زنند وجود مولکول ویژه‌ای در شبکه چشم این پرندگان، قدرت تشخیص نیروی مغناطیسی را به آنها می‌دهد. این مولکول از یک نوع پروتئین حساس به نور تشکیل شده که در بعضی از حیوانات وجود دارد.

به گفته پژوهشگران، دسترسی به این پروتئین یا ساخت آن در آزمایشگاه کار راحتی نیست، ولی آنها توانسته‌اند با بررسی یک پروتئین مشابه به نام سی.پی.اف (CPF) که مدلی از پروتئین اصلی است، اطلاعات زیادی به دست بیاورند.

در جواب به این پرسش که پرندگان در تاریکی شب چگونه راه خود را پیدا می‌کنند، باید گفت نور آبی که هنگام غروب و تاریک شدن هوا وجود دارد، باعث تحریک سی.پی.اف شده و دو الکترون آزاد را در پروتئین به وجود می‌آورد که در تعیین جهت‌های مغناطیسی نقش اساسی دارند.

مترجم: آزاده سیدمیرزایی جهقی
Scientific American: منبع: