

جانوران

چگونه می بینند،
می شنوند و
حس می کنند

وینوس، ب. دروشر
ترجمه: بهروز بیضایی



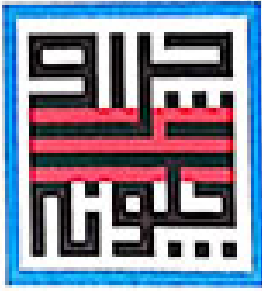
چگونه
جانور

چگونه می بینند،
می شنوند و
حس می کنند



ketabTala

بسم اللہ الرحمن الرحیم

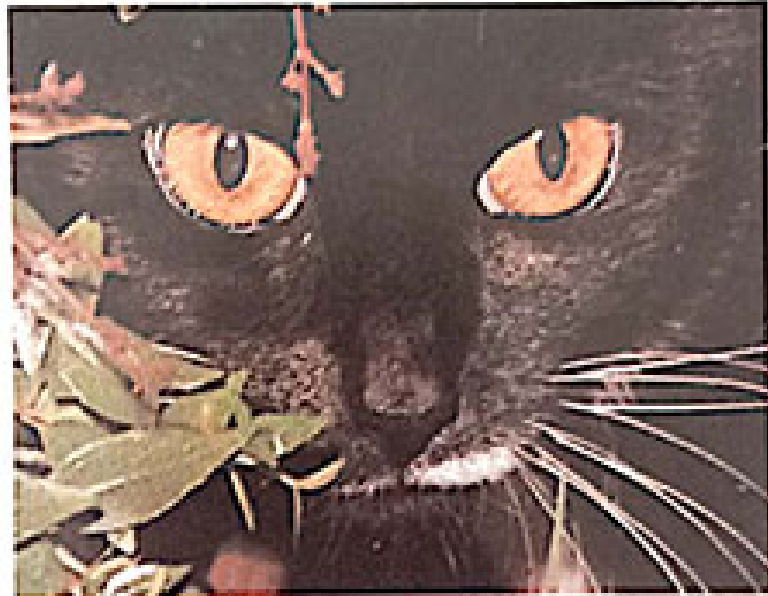


جانوران

چگونه می بینند، می شنوند و حس می کنند

ویتوس. ب. دروشر

ترجمه بهروز بیضایی



چشمان گریه می زرقا به نظر می آیند.

کتابخانه
در دوس سالنامه کتابخانه آموزش و رشد
آموزش و پرورش
وزارت معارف

پیشگفتار

غیر قابل تصور است. با این وجود چنین حواسی برای آنها پدیده‌هایی عادی یا به عبارت دیگر غیربیزی است و مسئله‌ای مابرای غریزه و حس نفس نمی‌شود. اینککه این غریزه‌های استثنایی را چگونه می‌توان تفسیر و توجیه کرد، معلوم است که این کتاب بیان می‌کند. این کتاب از جنبه دیگری هم دارای اهمیت است: بسیاری از انواع حیوانات در حال حاضر در معرض تهدید انقراض نسل قرار دارند. برای نجات آنها از این فاجعه باید ابتدا آنها را دقیقاً بشناسیم. باید به اساس ساختار وجودی رفتار و مهمتر از همه به حواسی که از آن طریق خود را با جهان اطراف تطبیق می‌دهند، پی ببریم.

علاوه بر این، ما از طریق این «عینک جادویی» بعضی پی‌رودن به قابلیت‌های حسی و درگی جانوران، حواس خود را خیلی بهتر شناسایی و درک خواهیم کرد. شام آن چیزهایی که تا کنون در نظر ما کاملاً بدیهی جلوه می‌کرد، از این پس معجزه‌های بزرگ طبیعت محسوب خواهد شد.

جانورانی هستند که تصاویر را می‌شنوند و امواج حرارتی را می‌بینند. برخی دیگر این قابلیت را دارند که از کیلومترها فاصله بر را حس کنند، میدان مغناطیسی زمین را تشخیص دهند یا زمین لرزه را از پیش احساس کنند. مثلاً یک شاهین می‌تواند از فاصله سی متری روزنامه بخواند. اردک ماهی رود نیل هم از نم‌های عاشقانه الکتریکی سرمست و مسحور می‌شود.

اما چشم نیز فقط چشم نیست. منظره‌ها برای قوریانه کاملاً متفاوت از آنچه که ما می‌بینیم محسوس می‌شود، در حالی که زنبورها نیز به نوبه خود منظره‌ای کاملاً متفاوت از محیط اطراف خود دریافت می‌کنند. پروانه‌های شب پره صورت‌های فلکی کاملاً متفاوتی با آنچه ما در آسمان تمیز می‌دهیم، تشخیص می‌دهند.

خفاشها با امواج صوتی با موج بالا که برای ما غیر قابل شنیدن است جهت‌یابی می‌کنند. با فرکانس جنگلی اروپایی با صدای بسی که برای ما غیر قابل شنیدن است می‌خوانند. جانوران، پدیده‌هایی را تشخیص می‌دهند که برای انسان



موسسه انتشارات قدرات

تهران، خیابان قدس، پلاک ۲۲۲، تلفن: ۲۲۲۰۲۲۲

جانوران چگونه می‌بینند، می‌شنوند و حس می‌کنند؟
چهار جلد - ۱

این اثر ترجمانی است از کتاب: Tiere Wie sie sehen, hören und fühlen

وینوس، آید فروتم - طومر، تهران، بهشایی

ویراستار: آید فروتم - طومر، تهران، بهشایی

مطابق اصول ویرایش: طومر، تهران، بهشایی

زیر نظر آقای: طومر

چاپ: تهران، ۱۳۰۱ - تعداد: ۵۵۰ نسخه

شابک: ۹۶۴-۹۶۴-۱۱۷-۵۹۶-۱

شابک: ۹۶۴-۹۶۴-۱۱۷-۵۹۶-۱

کتاب: ۲۰۹۵۰

چاپ: بهشایی، چاپخانه قدرات، تهران

کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

۲۰۰۰ تومان

مورد تأیید و معرفی شده در روزنامه آموزش و پرورش
کتابخانه رشد شماره ۲۰۱

| | |
|---|-------------------|
| میراث، وینوس | Discover, Your It |
| جانوران چگونه می‌بینند، می‌شنوند و حس می‌کنند: آید فروتم، تهران، بهشایی | |
| میراث، وینوس، تهران، بهشایی | |
| ۱۹۸۱، تهران، بهشایی | |
| میراث، وینوس، تهران، بهشایی | |
| ۱۹۸۱، تهران، بهشایی | |
| ISBN: 978-964-117-596-4 | |
| ۱. کد کتاب: ۹۶۴-۹۶۴-۱۱۷-۵۹۶-۱ | |
| ۲. کد کتاب: ۹۶۴-۹۶۴-۱۱۷-۵۹۶-۱ | |
| ۳. کد کتاب: ۹۶۴-۹۶۴-۱۱۷-۵۹۶-۱ | |
| ۴. کد کتاب: ۹۶۴-۹۶۴-۱۱۷-۵۹۶-۱ | |
| ۵. کد کتاب: ۹۶۴-۹۶۴-۱۱۷-۵۹۶-۱ | |
| ۶. کد کتاب: ۹۶۴-۹۶۴-۱۱۷-۵۹۶-۱ | |
| ۷. کد کتاب: ۹۶۴-۹۶۴-۱۱۷-۵۹۶-۱ | |
| ۸. کد کتاب: ۹۶۴-۹۶۴-۱۱۷-۵۹۶-۱ | |
| ۹. کد کتاب: ۹۶۴-۹۶۴-۱۱۷-۵۹۶-۱ | |
| ۱۰. کد کتاب: ۹۶۴-۹۶۴-۱۱۷-۵۹۶-۱ | |

فهرست مطالب

| | |
|--|--|
| <p>۳۱ حس تشخیص فراصوت</p> <p>۳۱ آیا جانوران می‌توانند «امواج فراصوت» را بشنوند؟</p> <p>۳۲ کدام جانوران «امواج فراصوت» را می‌شنوند؟</p> <p>۳۳ گوشهای فراصوتی چگونه کار می‌کند؟</p> <p>۳۳ نفاذ آنها چه صداهایی را می‌توانند بشنوند؟</p> <p>گوش‌های دلفین با چه صداهایی تشخیص مکان می‌دهد؟</p> <p>۳۴</p> <p>۳۵ حس بویایی</p> <p>۳۵ سگ چه چیزهایی را می‌تواند بو کند؟</p> <p>۳۵ آیا جانورانی با حس بویایی قویتر وجود دارند؟</p> <p>۳۶ چرا حس بویایی انسان تا این اندازه بد وضعیت است؟</p> <p>آیا انسان می‌تواند بوی دی‌اکسید کربن را تشخیص دهد؟</p> <p>۳۶ آیا «بوی» می‌تواند اخبار و اطلاعات را انتقال دهد؟</p> <p>۳۷</p> <p>۳۸ حس چشایی</p> <p>۳۸ چه چیزی حس چشایی و بویایی را از هم متمایز می‌کند؟</p> <p>۳۸ عدد چشایی چگونه کار می‌کند؟</p> <p>۳۹ حس تشخیص ذره</p> <p>۳۹ چگونه باید ذره‌های شدید را تحمل کرد؟</p> <p>۳۹ حس تشخیص درد چگونه کار می‌کند؟</p> <p>۴۰ حس تعداد و توازن</p> <p>۴۰ آیا جانوران «ماده» را حس می‌کنند؟</p> <p>۴۰ نیروی گرانش چگونه حس می‌شود؟</p> <p>۴۱ حس گرمی و نشگنی</p> <p>۴۱ آیا در میان جانوران «روزه گران سردی» وجود دارند؟</p> <p>۴۲ گرمی چیست؟</p> <p>۴۲ نشگنی تا چه حد قابل تحمل است؟</p> <p>۴۳ حس الکترویکتی</p> <p>۴۳ ماه ماهی برقزنا چگونه شکار می‌کند؟</p> <p>۴۴ آیا سایر جانوران هم به طور الکترویکتی صحبت می‌کنند؟</p> <p>۴۴ حس الکترویکتی چگونه کار می‌کند؟</p> <p>۴۵ حس مغناطیسی</p> <p>۴۵ آیا جانوران نیروهای مغناطیسی را حس می‌کنند؟</p> <p>۴۵ حس مغناطیسی کجا قرار دارد؟</p> <p>۴۶ سایر تواناییهای حسی</p> <p>۴۶ چند نوع حس وجود دارد؟</p> <p>۴۶ حواس خارجی و داخلی کدامند؟</p> <p>۴۷ آیا حواس دیگری هم وجود دارد؟</p> <p>۴۸ آیا حس زمان منحنی داخلی وجود دارد؟</p> <p>۴۸ آیا در این زمینه هنوز مسأله‌هایی حل نشده داریم؟</p> | <p>۴ حس بینایی</p> <p>۴ آیا جانوران بهتر از انسانها می‌بینند؟</p> <p>۶ چشم چگونه کار می‌کند؟</p> <p>۶ نیز بین چگونه ایجاد می‌شود؟</p> <p>اصحاب پرده‌اشتهای تصویری را چگونه تجزیه و تحلیل می‌کند؟</p> <p>۷ چشمها به چه اجزایی نیاز دارند؟</p> <p>۱۰ چشمهای سالمی چه فایده‌ای دارند؟</p> <p>۱۰ آیا جانوران می‌توانند بدون چشم بینند؟</p> <p>۱۱ نیز با مدسی چگونه به وجود آمد؟</p> <p>۱۲ آیا «چشم سوم» وجود دارد؟</p> <p>۱۳ چشم مرکب</p> <p>۱۳ زنبور دانا را چگونه می‌بیند؟</p> <p>۱۳ سایر حشرات چه چیزهایی را تشخیص می‌دهند؟</p> <p>۱۴ بینایی چگونه به تازج بنا خدمت می‌کند؟</p> <p>۱۵ حس تشخیص رنگ</p> <p>۱۵ آیا جانوران هم می‌توانند رنگها را تشخیص دهند؟</p> <p>۱۵ دمای رنگها تا چه اندازه می‌تواند متفاوت باشد؟</p> <p>۱۶ چگونه چشم رنگ را می‌بیند؟</p> <p>۱۷ حس تشخیص مادون قرمز و فائزای پخش</p> <p>۱۷ آیا نوری وجود دارد که انسانها نبینند؟</p> <p>۱۸ آیا جانوران می‌توانند امواج حرارتی را بینند؟</p> <p>۱۹ یک تصویر حرارتی چگونه به نظر می‌رسد؟</p> <p>۲۰ حس تشخیص ذما</p> <p>۲۰ حس تشخیص دمای جانوران چه قابلیت‌هایی دارد؟</p> <p>۲۰ چرا جانوران در برابر گرما حساس‌تر هستند؟</p> <p>۲۲ چگونه دمای بدن خود را تنظیم می‌کنیم؟</p> <p>۲۲ حس لامسه و اولعاش</p> <p>۲۲ آیا دانه‌ها فشار هوا وجود دارد؟</p> <p>جانوران با لمس کرده چه چیزهایی را تشخیص می‌دهند؟</p> <p>۲۴ حس لامسه چگونه کار می‌کند؟</p> <p>۲۵ آیا جانوران حس پیشگویی دارند؟</p> <p>۲۶ حس شنوایی</p> <p>۲۶ گوش جانوران چه قابلیت‌هایی دارد؟</p> <p>۲۶ گوش چگونه ایجاد شد؟</p> <p>۲۸ آیا ماهها کر هستند؟</p> <p>۲۹ تکامل گوش چگونه ادامه یافت؟</p> <p>۲۹ گوش خارجی و میانی ما چگونه کار می‌کند؟</p> <p>۳۰ گوش داخلی ما چگونه کار می‌کند؟</p> <p>۳۰ گرسه چگونه جهت صدا را تشخیص می‌دهد؟</p> |
|--|--|



حس بینایی

• از چندین روز پیش قایق نجات بر روی آبهای اقیانوس

آیا جانوران بهتر از
انسانها می بینند؟

اطلسی سرگردان بود. بالاخره صدای موتور یک هواپیما نجات به گوش رسید. ابتدا نجات دهندگان چیزی جز امواج کف آلود اقیانوس نمی دیدند. اما

کیبوتری که در کابین کنار خلبان بود ناگهان به دکمه جلوی خود نوک زد. زنگ خیر به صدا در آمد. اکنون خلبان در جهش پرواز می کرد که کیبوتر راهنما می دید و دقیقی بعد در بالای سر کشتی شکستگان در پرواز بود. از پاییز سال ۱۹۸۲ گارد ساحلی آمریکا کیبوتران را آموزش می دهد تا نطفه های کوچک قرمز و زرد رنگ (« رنگ قایقهای نجات») درون آب را که برای چشم انسان غیر قابل تشخیص است در دریا پیدا کنند و از طریق فشار دادن دکمه، خبر دهند.

نتایج این کار باور نگرانی است، زیرا چشم کیبوتر بسیار تیزتر بین تر از چشم انسان است. چشم قوش تیزتر هم قابلیت های شگفت انگیزی دارد. این قوش می تواند از فاصله ۱/۷ کیلومتری یک پرستو را، و از فاصله ۸۰۰ متری یک سنجاقک را تشخیص دهد. درست مثل اینکه انسان با یک دوربین قوی دنیا را ببیند! یک شاهین می تواند مثلاً از فاصله ۳۰ متری روزنامه بخواند.

شیر به تیزبینی انسان است. مثلاً یک بز کوهی را از فاصله ۱۵۰۰ متری تشخیص می دهد. قیلها و کرگدنها با به عبارت دیگر گیاهخوارانی که در سنبلین بزرگی و بلوغ از هیچ دشمنی ترس ندارند، قدرت دیدشان بسیار کم است. آنها از فاصله ۳۰ متری دیگر نمی توانند فرقی بین یک بونه و گورخری که ثابت ایستاده، بگذارند. آنها محیط اطراف خود را فقط به صورت مات می بینند، درست مثل زمانی که



چشم‌های موش کور به کوچکی انشعای صورت‌ها نه‌گردد است و فقط تاریک و روشن‌ها نشان می‌دهد.



چشم‌های بزرگ اختاپوس، مثل چشم‌های جانوران مهره‌دار است، اما در حالی که چشم‌های مهره‌داران از توسعه سلول‌های مغزی ایجاد کرده‌اند، چشم‌های اختاپوس با هشت پا از سلول‌های بینایی پوست تشکیل شده است.

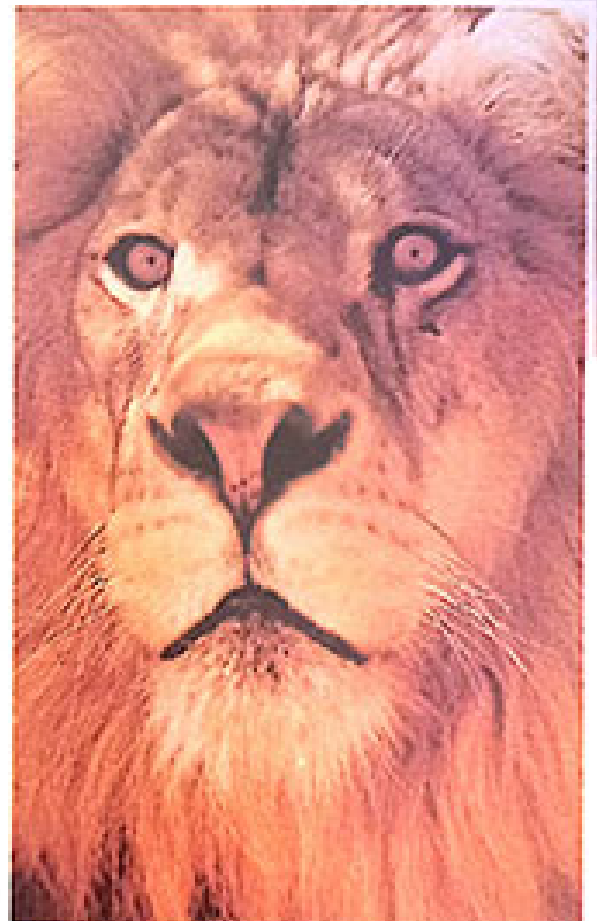
ما اجسامی را در حاشیه میدان دید خود می‌نگریم. هلت این است که آنها برای باقی‌ماندن در صحنه حیات، به چشم‌هایی قوی‌تر از چشم‌های خود نیاز ندارند.

کوچکترین چشم‌های «دگمه‌ای» پستانداران متعلق به موش کور و خفاش است. آنها در تاریکی مطلق با حواس دیگر جهت‌یابی می‌کنند. بزرگترین چشم‌های دنیا به اختاپوس ده پای عظیم انجیته عمیق دریا تعلق دارد. در بدن این جانور که ۷/۵ متر طول دارد، دو چشم هر یک به بزرگی سطح یک سندان (با قطر ۱۰ سانتیمتر) وجود دارد.

شیر با وجود اینکه شبها معمولاً با حس بویایی شکار می‌کند، چشم‌هایش نیز بین دارد.

فیل‌ها قدرت بینایی ضعیفی دارند، به طوری که شبها بیجا خود را با گلفشار اشتباه می‌گیرند.

کیبوتر به محض دیدن گشای شکست‌گانه به دگمه رنگ اخیار هوا پسمای نجات، نوک می‌زند. چشم کیبوتر بسیار نزدیک‌ترین تر از چشم انسان است. کیبوتر تفاوت بین امواج گشای آلوده و اتمکاسهای نوری رنگ‌ها پس که دارای ما به روشن‌های لطیف‌شده را بیشتر از انسان تشخیص می‌دهد. علاوه بر آن می‌تواند به این پرندگانه طریقی را برای جستجوی شعور بر آموزش داد. با تعقیب این هدف می‌تواند از خستگی پرندگانه در هنگام جستجو و نیز از شعور «شعور» توسط او جلوگیری کرد.



■ چشمهای «دوربینی» تمام مهره داران بر اساس اصولی مشابه کار می کنند، ولی کارایی آنها متفاوت است. تشعشعات نوری توسط «بافتراگم» - که در چشم «مردمک» خوانده می شود - و یک عدسی، متحرکتر می گردد و به شکل تصویر، روی دیواره تختانی کره چشم منعکس می شود، درست شبیه حالتی که در دوربین عکاسی وجود دارد. در این قسمت، به جای فیلم عکاسی سلولهای بینایی شبکیه قرار دارند. این سلولها که در برابر نور حساسند، به سلولهای تشخیص روشنایی میله ای و سلولهای تشخیص رنگ دانه ای تقسیم می شوند. این سلولها نور دریافتی را به علامت الکتریکی تبدیل می سازند. آنها به این وسیله برداشتهای تصویری را از طریق اعصاب حسی به لایه بینایی مغز پیشین هدایت می کنند.

چشم چگونه کار می کند؟

اگر ما تصویری را که چشممان روی شبکیه می اندازد مشاهده کنیم، آن را تصویری ناقص و منهدوش خواهیم یافت. در این حال، لبه های از شکل افتاده تصویر، نامفهوم تر از تصویر جسمی است که توسط یک دوربین ارزاتقیمت اسباب بازی می بینیم. مثلاً خطوط مستقیم، منحنی و خمیده تصویر می شوند. چهارچوب و پیکره اجسام در لبه پندبهای رنگی کنار یکدیگر مشابه رنگین کمان، مات و غیر قابل تشخیص است. اما تمام این اشتباهات تصویری در دستگاه اعصاب بینایی آنچنان کامل و بی نقص تصحیح می شوند که

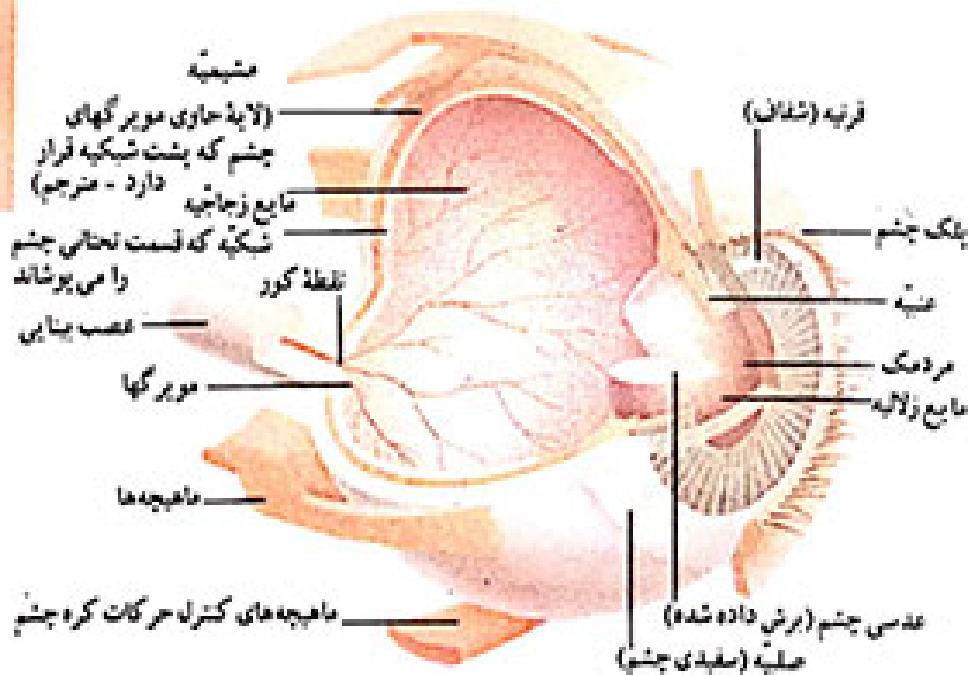
تصویر محیط اطراف برای ما بی هیچ عیب و نقصی ظاهر می شود.

■ بدیهی و منطقی است که هر چه سلولهای بینایی بیشتری روی پرده شبکیه در کنار هم قرار گیرند، به همان نسبت نقاط تصویری بیشتری (که در کنار هم قرار گرفته اند) دریافت می شوند که به همان نسبت دقیقتر و روشنترند.

نیز بینی چگونه ایجاد می شود؟

برای قدرت بینایی انسان، باید در هر میلیمتر مربع شبکیه ۱۶۰۰۰۰ سلول بینایی متمرکز باشد. اگر قرار بود روی تمام سطح شبکیه که به بزرگی یک نمبر است، چنین تجمع عظیمی از سلولهای بینایی به وجود می آمد، کار عبث و بیهوده ای بود. به همین جهت این تجمع سلولی فقط در منطقه مخصوص نیزی بینی، یا به اصطلاح حفره بینایی، یافت می شود. کره چشم اسب بیش از دو برابر کره چشم انسان است و قطری برابر با ۲/۴ سانتیمتر دارد. آیا اسب می تواند دو برابر بهتر از انسان ببیند؟ خیر! اسب حتی از انسان هم بدتر می بیند. در حفره بینایی او فقط حدود ۱۲۵۰۰ سلول بینایی در هر میلی متر مربع شبکیه وجود دارد که ۱۲/۸ مرتبه کمتر از انسان است. چشم شاهین نیز پر یا شاهین مهاجر در هر میلیمتر مربع دارای ۱/۳ میلیون سلول بینایی است. آیا این بدان معنی است که اسب ۱۲/۸ مرتبه بدتر و شاهین نیز پر ۸ بار بهتر از انسان می بیند؟ لزوماً این طور نیست!

چشم دوربین شکل انسان





چشم اسب دو برابر چشم انسان ولی بینایی او بدتر از انسان است. گریه به هر حال برای بدن مفید است.



چشم پرنده (یک نوع باز کوچک که در جهت مخالف باد حرکت می کند -) با یک موش را از فاصله ۱۵۰ متری با دقت مرگ آوری تشخیص می دهد.

● سلول بینایی، نور را به علامت الکتریکی (پالسهای الکتریکی)

که هر یک معادل نیروی الکتریکی یک هزارم ولت است تبدیل می کنند. هر چه نور، روشنتر باشد، به همان نسبت سلول بینایی، این علامت را

اعصاب برداشتهای
تصویری را چگونه
تجزیه و تحلیل
می کنند؟

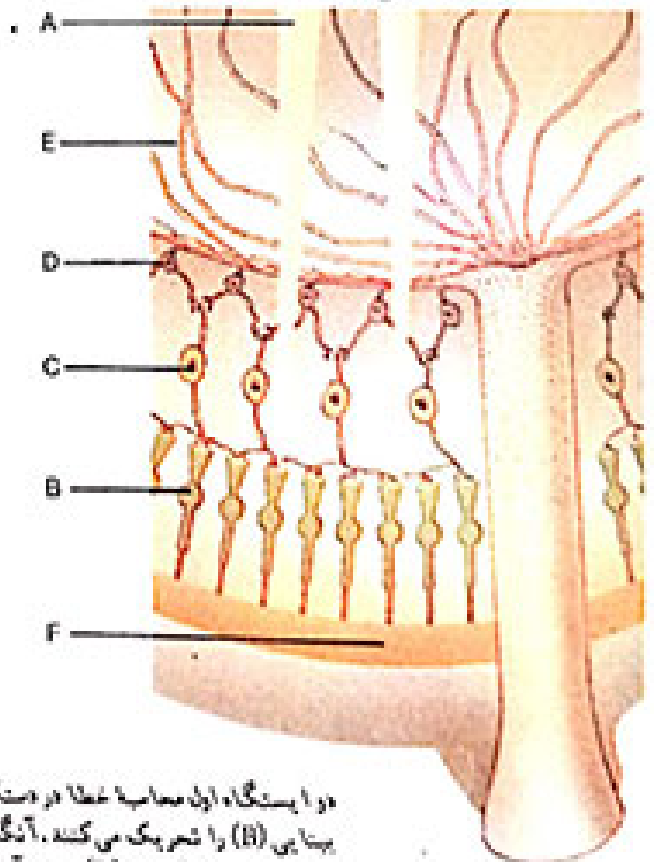
سرریزتر (اما نه فوریتر!) شلیک می کند و این نیروی جنبشی آنی را از طریق الیاف عصبی (نورونها) به مغز هدایت می نماید. متأسفانه این انتقال تصاویر به هر حال به روشی که ما از انتقال تصویر در مدار تلویزیونی می شناسیم، انجام نمی گیرد و کاملاً متفاوت است.

قبل از هر چیز باید گفت که تک تک ۱۲۳ میلیون سلول میله ای تشخیص روشنائی و ۷ میلیون سلول دانه ای تشخیص رنگ در چشم انسان هر یک دارای یک شبکه اتصال جداگانه به مغز هستند، زیرا در این صورت رشته ها یا الیاف عصبی بسیار فشرود می شد.

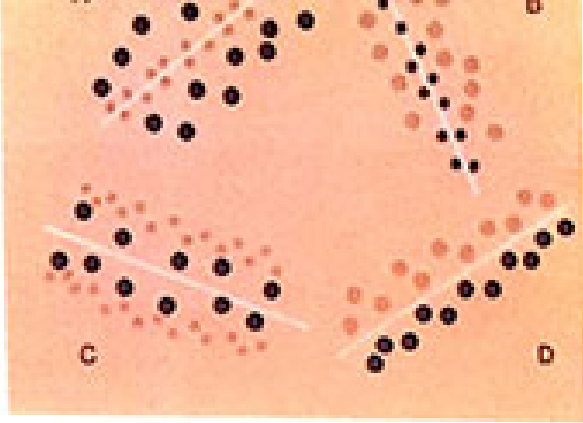
به جای آن شبکه های ارتباطی اقتصادی خلق شده که از هر ۱۳۰ رشته اتصال ۱۲۹ رشته را مازاد بر نیاز می کند. علاوه بر آن این شبکه های ارتباطی کیفیت تصویر را هم بهتر و مطلوبتر می کنند. چگونه؟ این مطلبی است که هنوز در ابتدای مراحل تحقیق است.

قدرت بینایی چشم به سه عامل بستگی دارد:

۱. کمیت و کیفیت سلولهای حسی
 ۲. نوع تجزیه و تحلیلهای بعدی در دستگاه اعصاب
 ۳. تناسب و کارایی اجزا؛ به عنوان مثال عدسی
- این عوامل به طور کلی برای سنجش قدرت و کارایی کلیه حواس دیگر نیز صدق می کند.



دو دستگاه اول معاصبه عصب در دستگاه اعصاب بینایی شبکه - شعشعات نوری (A) از بالا می آیند و سلولهای بینایی (B) را تحریک می کنند. آنگاه محرکهای آنی این سلولها، توسط سلولهای دو قطبی (C) و بعد از آن توسط الیاف عصبی شبکه ای (D) جمع آوری و دسته بندی می شود. از اینجا اعصاب بینایی (E) بدون هیچگونه انقباض دیگر از طریق دیواره زیرین (F) گویا چشم به مغز می روند. اینکه (C) و (D) در سر راه شعشعات نوری هستند، کیفیت تصویر را خرابتر نمی کند.

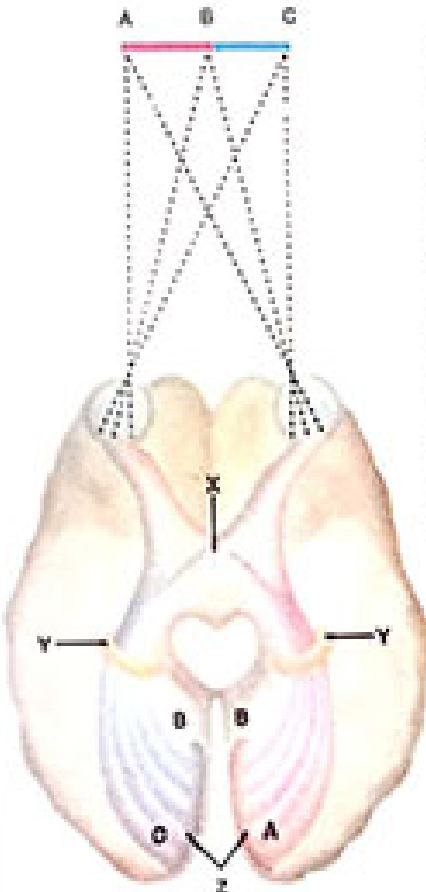


در لایه بینایی مغز پیشین (صخ) میدانهای کشف برای خطوط مستقیم روشن (A)، خطوط مستقیم تاریک (B)، خطوط عمودی تاریک (C) و لبه‌ها و گوشه‌ها (D) در جهات مختلف وجود دارد. تصویر روی این قسمت‌های مجزا بر روی شبکیه، که تا ۹ میلی‌متر طول دارند، پراکنده می‌شود.

فتوگرافی کامل و واتسعی از محیط اطراف خود درک می‌کردند... تا اینکه مجدداً عینکهای منشوری را برداشتند. بلافاصله دوباره تمام دنیا در نظر آنها کج و معوج آمد. البته این بار این انحناها و خمیدگیها در جهت عکس بود، تا اینکه پس از گذشت ۶ روز دیگر دوباره این دنیا هم برای آنها حالت عادی خود را باز یافت.

راستی به زحمت می‌توان باور کرد: اعصاب بینایی ما روی تصاویر، آن طور که روی شبکیه به صورت وارونه تابیده می‌شوند عمل نمی‌کنند، بلکه این تصاویر را دقیقاً آن طور که هستند تجزیه و تحلیل می‌نمایند دانش الکترونیکی تلویزیونی قادر به چنین اعجازی نیست!

لایه بینایی (Z) در نیمکره راست مغز، از یک تصویر بانزوما (منظرة دوربین) $(A-B-C)$ فقط نیمه سمت چپ تصویر را ثبت می‌کند، در حالی که نیمکره سمت چپ مغز فقط خود را مسئول نیمه سمت راست تصویر می‌نماید. چنین حالتی با توجه به میر عصب بینایی چشم از طریق نقاط رشتة عصبی (X) و مرکز بینایی اولیه (Y) به لایه بینایی (Z) در مغز پیشین منتقل می‌شود.



فرض کنیم که ما به علامت صلیب شکل یک پنجره جزو در نگاه کنیم، ظاهر قصبه این است که این تصویر در لایه بینایی مغز پیشین آشکار می‌شود و سلولهای عصبی را که دارای نظم و ترتیب صلیبی شکلند، تحریک می‌کند. سپس مغز به وسیله آنها علامت «صلیب داخل پنجره» را درک می‌کند و تشخیص می‌دهد. با همه اینها قصبه به این صورت نیست، بلکه بیشتر به این شکل است: تصویری که ما می‌بینیم، به میلیونها قسمت جدا از هم و موهوم تقسیم می‌شود. آنها روی اعصاب لایه بینایی به صورت درهم و برهم پراکنده می‌شوند. در آنجا به اصطلاح میدانهای کشف برای خطوط مستقیم روشن و تاریک در تمام جهات وجود دارد. همچنین میدانهای مشابهی برای کشف خطوط نازک و کلفت و یا برای لبه‌ها و گوشه‌ها موجود است. در نگاه اول، هیچ یک از اینها یا انعکاس یک تصویر روشن ارتباطی ندارد. اما در نهایت ما باز یک تصویر عکسبرداری شده از جهان را می‌بینیم. چگونه؟ احتمالاً، تمام این جزئیات تصویری درهم و برهم، در قسمت‌های عمیقتر مغز که هنوز برای ما ناشناخته است، دوباره به صورت یک تصویر، کنار هم چیده می‌شود؛ تصویری که به مراتب کاملتر از تصویر منعکس شده بر شبکیه چشم است.

آیا طبیعت نمی‌توانست این مسئله را به طور «الکترونیکی» و آسانتر امکان پذیر کند؟ شاید می‌توانست، اما در دلیل اولیه این کار وجود دارد: ۱. از نظر تاریخ تکامل، چشم دوربین شکل، از اعضای حساس در برابر نور ساده‌تری تشکیل شده بود، که وقایف دیگری داشتند، و تقابلی بالاتر از اینکه تصاویر حقیقی محیط اطراف را عیناً مطابق اصل یا فتوگرافیک منتقل کنند (به نسبت «سایر حشرات چه چیزهایی را تشخیص می‌دهند؟» مراجعه کنید). ۲. با انتقال تلویزیونی ساده تصویر، چشم نمی‌توانست توانایی زیرین را داشته باشد: پژوهشگران به طور آزمایشی به چند نفر، عینک‌هایی منشوری دادند. آنها قادر بودند جهان را فقط از طریق این عینکها ببینند. در نظر آنها جهان مانند آینه‌های محدب و مقعر انعکاس می‌یافت که در تونل خنده شهر کهای بازی کار می‌گذارند؛ آینه‌هایی که همه چیز را به طور مسخره آمیز و خنده‌دار نشان می‌دهند. پس از گذشت چند روز دنیای کج و معوج کسانی که عینک منشوری به چشم داشتند به دنیای عادی مبدل شد و درهم ریختگی و از شکل افتادگی اشیا ضعیفتر گردید. پس از گذشت تنها ۶ روز، این نفرات آزمایشی دوباره تصاویر

