



بررسی فیزیولوژی اعضای حسی حشرات

پوهنیار محمدعارف عرفان^{۱۶}

تقریظ‌دهنده: پوهنمل عبدالرحمن عثمانی

مجله علمی-تحقیقی حوزه علوم
طبیعی پوهنتون کابل، ۱ (۳) ۱۳۹۹

چکیده

تمام حشرات دارای اعضای حسی هستند که به آن‌ها امکان دیدن، بویدن، چشیدن، شنیدن و لمس محیط خود را می‌دهند. از آن‌جا که این همان پنج حسی است که ما انسان‌ها تجربه می‌کنیم، به این اساس حشرات می‌بینند، می‌شنوند، می‌بویند و غیره. اما شواهد تجربی نشان داده است که توانایی‌های حسی حشرات بسیار متفاوت از انسان‌ها و سایر حیوانات فقاریه می‌باشد. تمام اعضای حسی به‌عنوان مبدل عمل می‌کنند، انرژی نوری، انرژی کیمیاوی یا انرژی میخانیکی محیط را به انرژی الکتریکی رشته‌های عصبی در نوروهای حسی تبدیل می‌کنند. سیگنال‌های ایجاد شده توسط گیرنده‌های حسی حشرات به مغز یا طناب عصبی-شکمی می‌رود. جای‌جای که عکس‌العمل‌های رفتاری مناسب را تحریک می‌کنند. تمام گیرنده‌های حسی از اکتودرم جنینی منشاء گرفته و جزء لاینفک اسکلت خارجی حشرات می‌باشند. نظر به وظایف شان می‌توان آن‌ها را در یکی از سه‌گروه قرار داد: گیرنده‌های میخانیکی، گیرنده‌های کیمیاوی و گیرنده‌های نوری.

اصطلاحات کلیدی: آخذه‌ها؛ آخذه‌های میخانیکی؛ آخذه‌های کیمیاوی؛ آخذه‌های نوری؛ تبدیل‌کننده‌ها

Scrutinizing Physiology of insect sensory organs

Jr. Teaching Asstt. Mohammad Arif Irfan

Abstract

All insects have sense organs that allow them to see, smell, and taste, hear, and touch their environment. Since these are the same five senses we human's experience, therefore insects see, hear, smell, etc. But experimental evidence has shown that an insect's sensory capabilities are very different from those of humans and other vertebrates. All sense organs (receptors) act as transducers converting light energy, chemical energy or mechanical energy from the environment into electrical energy of nerve impulses in sensory neurons. Signals generated by insect sensory receptors travel to the brain or ventral nerve cord where they stimulate appropriate behavioral responses, all sensory receptors are derived from embryonic ectoderm and are integral parts of the insect's exoskeleton. They can be grouped into one of three categories, depending on function. Mechanoreceptors, Chemoreceptors and Photoreceptors.

Keywords: Receptors; Mechanoreceptor; Chemoreceptor; Photoreceptor; Transducers

ارجاع

عرفان، محمد عارف. (۱۳۹۹). فیزیولوژی اعضای حسی حشرات. مجله علمی-تحقیقی حوزه علوم طبیعی پوهنتون کابل، شماره ۱ (۳)، صص ۱۹۵-۲۰۷.

مقدمه

حشرات مانند سایر موجودات زنده به بسیاری از محرک‌ها مانند نور، حرارت، گرمی، سردی، مواد شیمیایی (بویایی و چشایی) و صدا عکس‌العمل نشان می‌دهند، مگر عکس‌العمل و ادراکات شان از لحاظ نوع، اندازه و اهمیت متفاوت است. این موجودات نسبت به محرکات شیمیایی بسیار حساس می‌باشند. بعضی شان نسبت به اشعه‌ی ماورای بنفش عکس‌العمل نشان می‌دهند مگر نسبت به اشعه‌ی سرخ بی تفاوت می‌باشند. این عکس‌العمل‌ها به حشرات در یافتن غذا، تولید مثل، فرار از دشمن، دریافت مسیر، شناختن انواع هم‌نوع و مختلف‌النوع، تقسیم وظایف و سایر بخش‌های زندگی شان کمک بسیار می‌کند.

ساده‌ترین عکس‌العمل‌های حشرات انعکاسات (Reflexes) می‌باشد. مانند نیش زنبور که در صورت تماس به شکل انعکاسی عمل می‌کند. با وجود این‌که پس از عمل از بدن جدا می‌شود. مگس سرکه (*Drosophila*) توسط اعضای بویایی خود به میوه زیاد رسیده که دارای مخمر است هدایت می‌شود. مگس توسط یک تاکسیس شیمیایی مثبت (Positive chemotaxis) نسبت به بعضی الکل‌ها و اسیدهای عضوی موجود در میوه در حال تخمیر، تغذیه می‌کند. بسیاری از حشرات، کشش شیمیایی مثبت نسبت به بوهای مطبوع ناشی از جنس مخالف جفت خود را پیدا می‌کنند. پروانه‌ها که مستقیماً به طرف شعله حتی داخل آن پرواز می‌کنند، تاکسیس نوری مثبت (Positive phototaxis) نشان می‌دهند. سوسک حمام که در هنگام قرار گرفتن ناگهانی در برابر نور چراغ به اطراف فرار می‌کند تا خود را پنهان کند یک کشش نوری منفی (Negative phototaxis) ظاهر می‌سازد. اصطلاح کینیزس (*Kinesis*) برای بیان عکس‌العمل‌های حرکتی هدایت نشده‌ای که سرعت حرکت یا تواتر چرخش به شدت تحریک بستگی داشته باشد به کار می‌رود. مثلاً سوسک حمام علاوه بر گریز از نور در شکاف‌ها، پناه‌گاهی می‌جوید که بدنش با آن تماس داشته باشد این کیفیت را کینیزس بساویایی (*Thigmokinesis*) می‌گویند.

تاکسیس‌ها، کینیزس‌ها و بعضی عکس‌العمل‌های دیگر حشرات را قادر می‌سازد که وضعیت و مکان محیطی کوچک و مناسب خود را بیابند و در آن ساکن گردیده و زندگی موفقیت‌آمیزی را سپری کنند. بسیاری از اعمال و رفتار دیگر حشرات بر مبنای غرایز (*Instincts*) است که خود از رشته‌ها یا زنجیره‌های انعکاسات موزون تشکیل می‌گردند. اعمال مغلق که در نتیجه آن‌ها یک زنبور به تنهایی لانه می‌سازد، تخمی در آن جای می‌دهد، بعداً از حشرات فلج شده غذای تخم را تهیه می‌کند و با مهارت تخم را مسدود می‌کند، مثالی از زنجیر غرایز محسوب می‌گردد. از موارد دیگر رفتار حشره

می‌توان شکل‌پذیری و سازندگی یا تغییرپذیری و عملی کردن بعضی تجربیات فردی که حافظه عضوی (Organic memory) محسوب می‌گردد، نام برد. مانند زنبور عسل که از نظر ارتباط دادن رنگ با یک منبع غذایی تربیت می‌گردد.

فزیولوژی اعضای حسی حشرات

حشرات دارای اعضای حسی بسیار زیاد هستند که اعضای مهم آن شامل سه بخش ذیل می‌باشند:

بخش اول: شامل یک یا چند حجره حساس در اطراف حجرات اپیدرم می‌باشد و در هنگام تغییرات شکلی تحریک می‌شوند و به یک رشته‌ی بلند عصبی که حساس می‌باشد، مرتبط است.

بخش دوم: اعضای کیوتیکل بروی پوست هستند و بر حسب این که حشره از کدام نوع است دارای اشکال مختلف می‌باشد.

بخش سوم: شامل پیوسته‌ی اعضای حسی می‌باشد و از اجتماع یک یا چند حجره‌های پودرمی تشکیل شده است [۸].

مهم‌ترین اعضای حسی حشرات

موهای حسی Trichodeum Sensillum

موهای حسی یکی از ساده‌ترین اعضای حسی حشرات هستند. حجره موزا یا (Trichogen) که حجره اپیدرمی ویژه‌ای است، کیوتیکل مو را ترشح می‌کند و حجره (Tormogen) پرده مفصل آنرا ترشح می‌کند تا مو برای دریافت تحریکات خارجی بتواند حرکت کند. هر موی حسی شامل حجره حساس (که انتهای دندرایت آن وارد مجرای کیوتیکلی مو شده است) می‌باشد [۸].



شکل ۱: موهای حسی حشره [۱۷].

اعضای حسی لامسه

عبارت اند از موهای حسی که به عنوان گیرنده میخانیکی در همه سطوح بدن و روی پاها پراکنده هستند و در روی شاخک‌ها، پنجه‌ی پاها و دنباله‌ها (سرسی) دیده می‌شوند. این موها نسبت به تغییرات گرمی و نوسانات رطوبت نسبی حساس هستند. جلد کیوتیکلی بدن حشرات اگر چه سبب مقاومت و پایداری آن‌ها نسبت به ارتعاشات و فشارهاست، ولی موهای حسی و خارهای پراکنده در سطح بدن، سبب حساسیت آن‌ها نسبت به عوامل محیط خارج بوده و این موها به وسیله حشرات حساس دو قطبی جلد به مراکز عصبی مربوط می‌شوند. در پشه‌ها شاخک‌ها مجهز به موهای حسی حرارتی و یا موهای حسی رطوبتی هستند. عامل مؤثر در نزدیک شدن پشه‌های خون‌خوار به بدن انسان علاوه بر بو، حرارت بدن نیز می‌باشد. اعضاء لامسه دیگر از قبیل عضو حسی کامپانیفرم (Campaniforme) در بال پروانه‌ها و یا هالتر در دوبالان، اعضاء اسکولوپیدی در شاخک‌ها و پالپ‌های دوبالان و عضو جونستون در مفصل دوم شاخک پشه‌های خانواده (Culicidae) رشد قابل توجه داشته، سبب حساسیت آن‌ها نسبت به عوامل محرکه محیط خارج می‌گردند [۸].

اعضای حسی میخانیکی

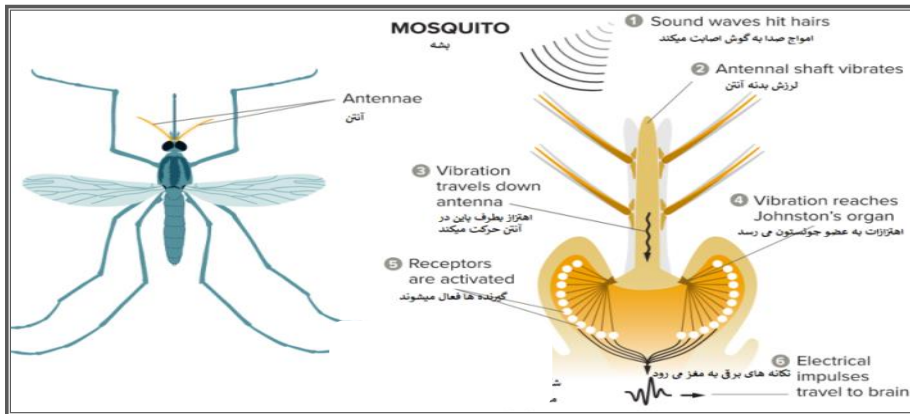
این اعضا در مقابل ارتعاشات و تغییرات فشار حساس می‌باشند. این حشرات معمولاً دوکی شکل هستند و ساختمانی شبیه موهای حسی دارند و از سه حجره تشکیل شده‌اند: ۱- حشرات حساس کشیده که در انتهای خود واکیول دارند، ۲- حشرات پوشششی که مانند حفاظی از بیرون حشرات حساس را می‌پوشاند و ۳- حشرات پیوست که روی همه اعضاء را می‌پوشاند [۱۰].

اعضای حسی شنوایی

حس شنوایی و اعضای مربوط به آن‌ها در گروه‌های که تولید صدا می‌کنند، رشد زیادی دارد. صداهای با فیریکانس پایین به وسیله موهای حسی ویژه و صداهای با فیریکانس بالا و متوسط به وسیله سیستم‌های پیچیده‌ی ویژه درک می‌شود. تشخیص صدا در حشرات برای جفت‌گیری و جذب جنس مخالف اهمیت دارد. در روی دنباله یا سرسی‌های سیرسیرک و سوسری‌ها موهای بلند وجود دارد که علاوه بر درک حس لامسه صداهای با فیریکانس بالا را جذب می‌کند. کامل‌ترین اعضای شنوایی در ملخ‌های شاخک‌کوتاه خانواده آسریده دیده می‌شود. در ملخ شاخک‌بلند و سیرسیرک عضو شنوایی در قاعده‌ی پای‌های جلویی دیده می‌شود [۱۰].

گیرنده‌های شنوایی

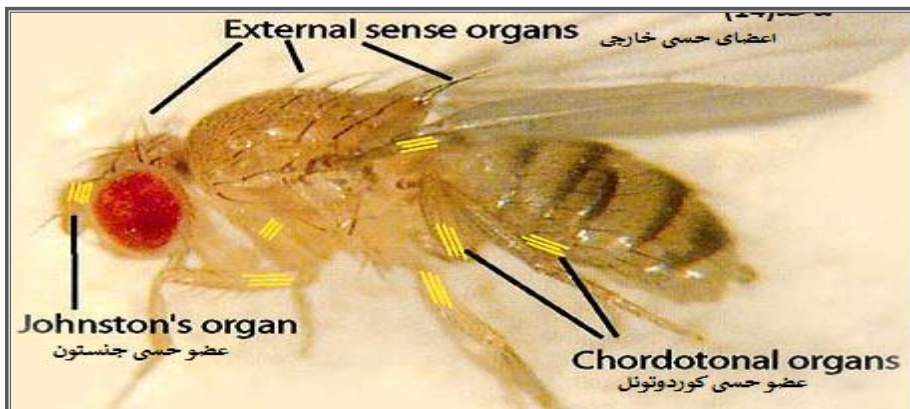
گیرنده‌های حسی عبارتند از: موهای لمسی ظریف در آنتن، تمپانوم عبارت از غشایی است که در حفره تمپان کشیده شده است و به صداهایی که در برخی از مسافت تولید می‌شوند، توسط لرزش هوا منتقل می‌شود پاسخ می‌دهد. غشای تمپانال با اندام‌های (chordotonal) مرتبط است که باعث افزایش گیرندگی صدا می‌شود. اندام‌های تیمانال که بین پاهای متاتوراسیک مانیتدها قرار دارد. میتاتوراکس بسیاری از پروانه‌های مختلف [۱۰].



شکل ۲: گیرنده‌های شنوایی در آنتن حشره [۱۳].

عضو حسی جونستون

در پشه‌ها عضو جونستون از تعداد زیادی واحدهای حسی تشکیل شده و تقریباً همه فضای درونی پدیسل را پر کرده‌اند. عضو جونستون در حشرات از قوی‌ترین اعضای حس شنوایی است. این عضو وظایف فیزیولوژیکی مانند تنظیم سرعت را انجام می‌دهد [۱۲].



شکل ۳: عضو حسی جونستون

گیرنده‌های کیمیایی

این گیرنده‌ها دربرگیرنده‌ی اعضای چشایی و بویایی حشرات می‌باشد و حشرات بوی کیمیایی محیط اطراف را درک می‌کنند. بوهای کیمیایی که به صورت گاز و غلظت کم می‌باشد به وسیله‌ی گیرنده بویایی درک می‌شود.

حس چشایی

یکی دیگر از اعضای حسی در بدن حشرات حس چشایی است که گیرنده‌های چشایی به صورت خار و موهای تقریباً ضخیم هستند که به وسیله‌ی چند دندرایت حسی تحریک می‌شوند و به گره‌های عصبی پیام ارسال می‌شود و در نتیجه حشره مزه مواد را درک می‌کند.

حس بویایی

موهای نازک و صفحه‌مانند بر روی بدن حشرات وجود دارد که به حجرات عصبی متصل شده‌اند و مالیکول‌های هوا و بوهای و فرومون جنسی موجود در هوا را درک می‌کنند. گیرنده‌های حس بویایی بیشتر در شاخک‌ها و اطراف قطعات دهانی و جنیتالیای خارجی دیده می‌شود [۱۲].

حس بینایی

حشرات مانند انسان دارای خاصیت سازش به روشنایی و تاریکی می‌باشند و حساسیت به روشنایی در زنبور عسل بعد از ۲۵ تا ۳۰ دقیقه توقف در تاریکی خیلی بیشتر می‌شود. حشرات هم‌چنان دارای تیزی بی‌متفاوت و قدرت درک تغییرات شدت اشعه‌ی نورانی می‌باشند، این خاصیت در حشرات به طور تدریجی به وسیله‌ی ایجاد انعکاس مخصوص به نام (Optomotor Reflexes) بررسی می‌شود. این تجربه به وسیله‌ی یک صفحه مدور که در سطح آن باندهای خاکستری روشن و تاریک رسم شده و در برابر چشم حشره که در حال حرکت می‌باشد انجام می‌گیرد در این تجربه در صورت که حشره نسبت به اختلاف رنگ باندها حساس باشد به وسیله شاخک‌ها یا سایر قسمت‌های بدن حرکاتی انجام می‌دهد و در غیر این صورت بی‌تفاوت و بی‌حرکت می‌ماند و بدین طریق ثابت شده است که در زنبور عسل قدرت تیزی بی‌متفاوت و درک تغییرات شدت اشعه نورانی ۲۰ و در مگس سرکه ۱۰۰ مرتبه کم‌تر از انسان می‌باشد [۶].

گرچه در حشرات چشم‌های مرکب از نظر تیزی بی‌متفاوت و تشخیص ضعیف‌اند ولی در عوض موقع حرکت و پرواز نیز به حشره امکان دید می‌دهند. هم‌چنین این خاصیت به علت حرکات سریع سر مخصوصاً در حشرات شکاری نقص ثابت بودن چشم‌ها را مرتفع می‌سازد. در چشم‌های ساده حساسیت

به تغییرات شدت نور احتمالاً بیشتر است در این نوع چشم‌های که دارای یک قرینه و گاهی یک عدسیه و چند اماتیدی می‌باشند، سیستم انکسار نور کامل نبوده و تصویرهای حاصل روشن ولی چندان واضح و دقیق نمی‌باشند. از نظر تشخیص رنگ‌ها، حشرات برخلاف انسان اشعه ماورای بنفش را تشخیص می‌دهند مگر برعکس اکثر آن‌ها رنگ سرخ را تشخیص نمی‌دهند [۱].

بینایی در حشرات به دو روش عمل می‌کند. روش اول شامل توانایی حشرات برای درک الگوهای فضایی مختلف با استفاده از کلیشه‌های غریزی می‌باشد. روش دوم به توانایی حشره برای تشخیص تغییرات شدت نور، رنگ و طول موج‌های مختلف مرتبط می‌باشد. علائم بینایی که به وسیله حشرات در طی جست‌جو برای نباتات میزبان و تعیین محل آن دریافت می‌شوند، شامل کیفیت طیف نور دریافت شده، ابعاد فیزیکی و الگو یا شکل نبات میزبان می‌باشد.

در طی حرکت حشره به سمت نبات میزبان محرک‌های بینایی و بویایی به‌طور هم‌زمان دریافت می‌شوند. حشره در طی سمت‌گیری از فواصل دور به‌طرف نبات میزبان از حس بینایی خود برای تشخیص شکل و فرم اشیاء و از حس بویایی برای تشخیص مواد شیمیایی جلب‌کننده متصاعد شده از نباتات، استفاده می‌کند. پس از رسیدن به حول و حوش نبات هدایت حشره به سمت نبات به احتمال زیاد با تشخیص دادن جزئیات نبات، انجام می‌شود. در حشرات شاخ و برگ خوار مانند حشرات متعلق به راسته‌های سخت‌بال‌پوشان، دوبالان، جوربالان و بال‌پولک‌داران، تماس نهایی حشره با سطح نبات به‌خاطر واکنش مثبت آن‌ها به رنگ‌های زرد یا زرد-سبز دریافت شده از شاخ و برگ نباتات، که طول موج طیف نوری آن‌ها در محدوده‌ی ۵۰۰ الی ۵۸۰ نانومتر واقع شده‌اند [۷].

در موارد خاصی ایجاد مقاومت آنتی‌زنوزی جنتیکی از طریق ایجاد تغییر در رنگ شاخ و برگ نباتات میسر شده است. بعضی از واریته‌های زراعی خانواده کدوئیان که برگ‌های نقره‌ای دارند، طول موج‌های آبی و ماورای بنفش را بیشتر از واریته‌های زراعی معمولی منعکس می‌کنند و بدین ترتیب نسبت به رشته‌ها و بیماری‌های منتقل شده به‌وسیله‌ی آن‌ها مقاوم هستند [۵].

صفت سرخ بودن رنگ برگ‌ها در پنبه یک صفت موروثی است که باعث واکنش‌های آنتی‌زنوزی در حشرات بالغ سرخرطومی پنبه می‌شود. حشرات ماده سرده کانا^۵، نباتات با برگ‌های سرخ‌رنگ را برای تخم‌ریزی، بیشتر از انواع برگ سبز ترجیح می‌دهند، واریته‌های با گل‌های زرد یا صورتی‌رنگ، نسبت به آن‌هایی که گل‌های سرخ یا نارنجی دارند، برای تخم‌ریزی توسط حشرات کامل و تغذیه به‌وسیله لاروهای کم‌تر ترجیح داده می‌شوند. هم‌چنین از تغییرات شدت رنگ مواد موجود در عصاره

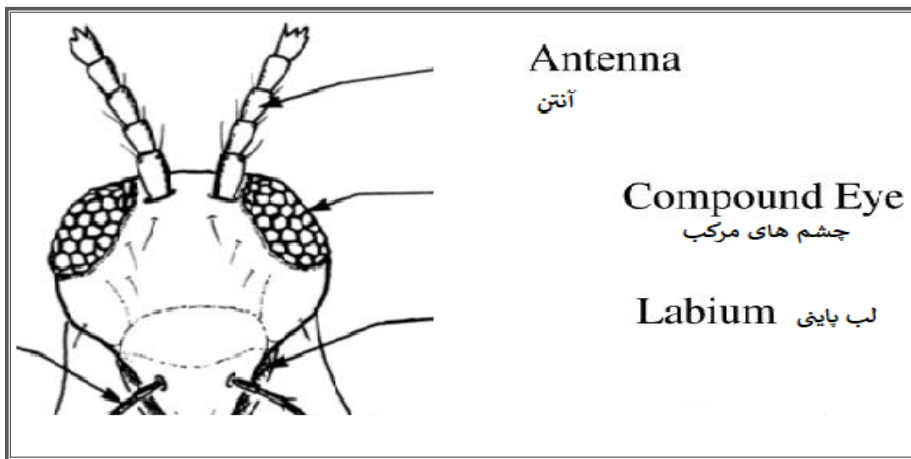
درختان توسکا به منظور تعیین میزان مقاومت آن‌ها به تخم‌ریزی پروانه استفاده شده است. انواع از توسکا که تخم‌ریزی زیادی در آن‌ها انجام می‌گیرد در مقایسه با انواع مقاوم (تخم‌ریزی کم)، طیف‌های نوری با طول موج کوتاه‌تر را جذب می‌نمایند [۸].

چشم‌ها

رشد حس بینایی در انواع مختلف حشرات متفاوت می‌باشد، در حشرات که در زیر زمین و جاهای تاریک زندگی می‌کنند، اعضای بینایی غالباً از بین رفته و یا رشد کم‌تری دارند. اعضای بینایی در حشرات عموماً مبدا اکتودرمی داشته و شامل چشم‌های ساده و مرکب می‌باشند [۹].

الف: چشم‌های مرکب (Oculi)

چشم‌های مرکب عضو اصلی بینایی در حشرات می‌باشند که در حشرات کامل به تعداد دو عدد و در طرفین سر در محل چشم‌های ساده مشاهده می‌شوند. چشم‌های مرکب علاوه بر حشرات در رده سخت پوستان (Crustacea) و بند پایان قدیمی از (Trilobita) و (Eurypterida) نیز مشاهده می‌شوند، چشم‌های مرکب معمولاً به اشکال گرد، بیضوی و یا لوبیایی شکل و اغلب همراه با یک یا سه عدد چشم ساده می‌باشند [۹].



شکل ۴: چشم‌های مرکب حشره

هر چشم مرکب مجموعه ایست از چند واحد بینایی به نام اماتیدی (Ommatidie) که از خارج به وسیله‌ی قرنی‌های متعدد و شفاف در تقسیمات شش ضلعی موسوم به (Facette) مشخص می‌شوند. هر اماتیدی از نظر ساختمان تقریباً مشابه چشم‌های ساده بوده و از خارج به داخل قسمت‌های قرنیه و عدسیه و شبکیه را تشکیل داده است. قسمت قرنیه (Cornea) به شکل عدسی کوچک از تورم

کیوتیکل به وجود آمده و در دو طرف محدب (Biconvex) می باشد. قرنیه همیشه شفاف و دارای خاصیت جذب و انکسار نور می باشد و حفاظت چشم را به عهده دارد [۹].

عدسیه (Crystalline) یا مخروط بلوری (Cone crystalline) به صورت جسم شفاف است که متشکل از چهار حجره بلوری (Cellules crystalline) و یا ترشحات حجروی که از نظر انکسار نور اهمیت دارد. شبکیه (Retinea) متشکل از ۶-۸ حجره حس بینایی به نام (Retinulla cell) طویل و رنگی است که دور محور شفاف و چوبک مانند به نام رابدم (Rhabdome) با محور بینایی قرار می گیرد هر یک از رشته های بینایی دارای رشته های عصبی به نام (Neuro fibrilles) بوده و در انتها به صورت رشته ی حسی امتداد پیدا کرده و به عصب های بینایی وصل می شوند [۹].

بینایی در اماتیدی ها، یا به طریق تشکیل تصویر پهلوی هم صورت می گیرد. در این حالت اماتیدی ها از یک دیگر مجزا بوده و هر یک از آنها تصویر قسمتی از جسم مورد نظر را در قاعده عدسیه به طور معکوس می سازد و تصویر کامل و حقیقی از پهلوی هم قرار گرفتن این تصاویر حاصل می گردد و این حالت در پروانه های روزپرواز، زنبورها، مگس ها و سخت بال پوشان وجود دارد و یا اماتیدی ها از یک دیگر مجزا نبوده و تصویر نهایی از روی هم قرار گرفتن چندین تصویر جز حاصل می گردد [۱].

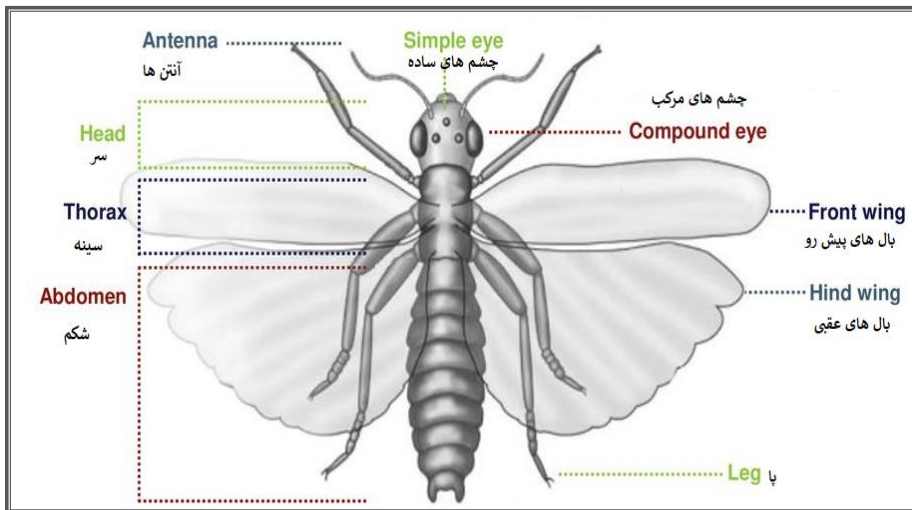
ب: چشم های ساده (Ocelli)

چشم های ساده به شکل نقاط شفافی در قسمت های جانبی و پشتی یا جلوی سر مشاهده می شوند.

۱. چشم های ساده جانبی (Lateral ocelli): این چشم ها موسوم به استماتا (Stemmata) در قسمت های جانبی جمجمه (Epicranium) و پشت شاخک ها قرار داشته و مخصوص لاروی حشرات دارای استحاله کامل می باشند. تعداد چشم های ساده لاروا از ۱-۶ و گاهی ۷ عدد در هر طرف سر تغییر می کند. چشم های ساده لاروا در گروه های مختلف دارای ساختمان متفاوت می باشند این نوع چشم ها اغلب گرد و در بعضی لارواها به شکل نقاط رنگی ساده بوده و در بعضی دارای ساختمان کامل تری می باشند [۹].

۲. چشم های ساده پشتی (Dorsal ocelli): این چشم ها در حشرات کامل و لاروی حشرات دارای استحاله ناقص مشاهده می شوند. تعداد این نوع چشم ها معمولاً ۳ عدد بوده که یکی در قسمت پیشانی به نام چشم ساده میانی و دو عدد دیگر در طرفین ناحیه عقب پیشانی قرار دارند. چشم های ساده ی پشتی گاهی به کلی از بین رفته و یا فقط چشم ساده میانی باقی می ماند. این نوع چشم های ساده از نظر ساختمانی معمولاً شبیه چشم های ساده لاروایی بوده و اختلاف چندانی با آنها ندارند [۹].

هر چشم ساده به ترتیب از یک قرنیه به شکل جسم شفاف شیشه‌ای از جنس کیوتیکل و زیر آن شبکیه متشکل از حجرات بینایی و محور آن را به نام رابدم و گاهی یک قشر رنگین (Couche pigmentaire) موسوم به تاپیس (Tapis) تشکیل شده است. حجرات بینایی دارای رشته‌های عصبی به نام نیوروفایبر بوده و هر کدام در انتها به صورت رشته‌ی حساس امتداد پیدا کرده و به نیورون‌های مغزی مربوط می‌شوند. در بعضی لارواها ساختمان چشم‌های ساده خیلی ساده بوده و از چند حجره بینایی رنگین تشکیل شده است. تعداد حجرات بینایی متفاوت و از ۴ تا ۶۳۵۰ عدد می‌رسد که همگی پشت یک قرنیه متمرکز می‌شوند. چشم‌های ساده گاهی مانند اماتیدی‌های چشم‌های مرکب مجهز به عدسیه بیضوی شکل واقع بین قرنیه و شبکیه می‌باشد [۴].



شکل ۵: چشم‌های ساده در حشرات [۱۶].

مناقشه

در جریان مطالعه‌ی کتب و مقالات علمی متعدد و موضوعات که در این مقاله تحریر شد، چنین استنباط می‌گردد که معالعه فزیولوژی حشرات یک مسأله بسیار باریک و دقیق است که نیازمند تحقیقات دوام‌دار و داشتن امکانات و وسایل پیشرفته لابراتواری برای مطالعه‌ی خصوصیات خاص حشرات می‌باشد. هنوز هم موضوعات پیچیده‌ای در مورد فزیولوژی حشرات وجود دارد که دانش‌مندان اهل مسلک با دقت کامل روی آن تحقیق می‌کنند. مثلاً آیا حشرات آنچه را که ما می‌بینیم، می‌بینند؟ آیا آن بویی که ما استشمام می‌کنیم آن‌ها هم استشمام می‌کنند؟ آیا آن غذایی را که آن‌ها می‌چشند نزد حس چشایی ما همان مزه را دارد؟ و صدها موارد دیگر که تحقیقات روی آن

جریان دارد. رفتار حشرات را نمی‌توان صرفاً با معیار ادراک حسی انسانی تفسیر کرد و هر نتیجه‌ای درباره چگونگی ادراک حشرات از محیط اطراف‌شان به اعتبار علمی فراوانی نیاز دارد و حتی گاهی در این راه باید به اعماق مغز زنبور یا پروانه سفر کرد.

برخلاف چشمان انسان که با یک عدسی تصویری را روی هزاران گیرنده‌ی نوری شبکه‌ی متمرکز می‌کند و از این طریق تصویری یک‌دست و واحد در اختیار ما می‌گذارد، چشمان حشرات مرکب‌اند و از تعداد زیادی عناصر مجزا به نام اوماتیدیا یا (Ommatidia) تشکیل شده‌اند. هر گاه حشرات از شکارچیان می‌گریزند، این نوع بینایی برای شان امتیاز شاخصی خواهد بود و این امتیاز است که کشتن حشرات را به شدت سخت می‌کند. هر حرکت ناگهانی تهدیدی برای مرگ از جانب حشره محسوب می‌شود و در این لحظه تصویری رقصان به تعداد زیادی اوماتیدیا ارسال می‌شود و از این زمان فرار حشره آغاز می‌شود. هم‌چنین حشرات توانایی منحصر-به‌فردی دارند که با آن می‌توانند حرکات را دنبال کنند؛ اما دنیای آن‌ها چه رنگی خواهد بود؟ رنگ‌هایی که حشرات می‌شناسند، تحت تأثیر توانایی آن‌ها در تشخیص نور ماورای بنفش است.

برای مثال یک تکه چوب گل شقایق نعمانی تمام رنگ‌های طیف بصری ما را منعکس می‌کند که در روش ادراک بصری ما این رنگ‌ها باهم ترکیب می‌شود و تشکیل رنگ سفید را می‌دهند. اما در بسیاری از حشرات که نور ماورای بنفش را مشاهده می‌کنند تشخیص رنگ سرخ ناممکن است. در این حال در طیف بصری تغییر یافته آن‌ها رنگ سفید انسانی هم جایی ندارد. ما تنها می‌توانیم مدل‌های قریب به یقینی درباره این که حشرات چه رنگ‌هایی را در مقایسه با روش بصری ما می‌بینند، بزیم. رنگ بنفش انسانی برای مثال ترکیبی از رنگ سرخ و آبی که دو انتهای مقابل طیف بصری ما به شمار می‌آید، بین زنبورها معنایی ندارد. وجود ردیاب‌های رنگی متعدد در چشمان حیوانات، برای داشتن بینایی رنگی لازم است. این ردیاب‌ها باید عناصر گیرنده نوری حساس به طول موج‌های مختلف داشته باشند.

نتیجه‌گیری

از نظر تعداد و نحوه استقرار اعضای حسی در حشرات تفاوت‌های بسیاری در میان حشرات مختلف وجود دارد. حساسیت حس بویایی در انواع مختلف حشرات به صورت‌گریزی تنظیم شده و در هر حشره‌ای برای دریافت نوع ویژه‌ای از بو و باکمیت مشخصی از آن سازگار شده است. اغلب انواع نباتی مواد کیمیاوی فرار منحصر به فردی را به وسیله‌ی ریشه‌ها و برگ‌های خود تولید می‌کنند.

مواد کیمیاوی نباتی را بر اساس عکس‌العمل‌های که حشرات نسبت به آن‌ها از خود نشان می‌دهند، تعریف و نام‌گذاری می‌کنند. در این نام‌گذاری بوهای متصاعد شده به‌وسیله‌ی نباتات که اعضای حس بویایی حشره را تحریک کرده و باعث جلب شدن آن از فاصله دور به‌سمت بوها شوند را اصطلاحاً جلب‌کننده می‌نامند. بعضی نباتات ممکن است بوهایی را تولید نمایند که باعث دور شدن حشرات از آن‌ها گردد، این نوع بوها را اصطلاحاً دورکننده‌های بویایی می‌نامند. نباتات حساس ممکن است، بوهایی متصاعد نمایند که سبب کند شدن و توقف حشره در مجاورت نبات تولیدکننده‌ی بوها گردد. این بوها را اصطلاحاً متوقف‌کننده نامیده‌اند.

بینایی در حشرات به دو روش عمل می‌کند. روش اول شامل توانایی حشرات برای درک الگوهای فضایی مختلف با استفاده از کلیشه‌های غریزی می‌باشد. روش دوم به توانایی حشره برای تشخیص تغییرات شدت نور، رنگ و طول موج‌های مختلف مرتبط می‌باشد. علائم بینایی که به‌وسیله‌ی حشرات در طی جست‌جو برای نبات میزبان و تعیین محل آن دریافت می‌شوند، شامل کیفیت طیف نور دریافت شده، ابعاد فیزیکی و شکل نبات میزبان می‌باشد.

پس از تماس حشره با سطح نبات میزبان اعضای حس لامسه، موهای حسی موجود در روی بدن، پنجه‌ها، سر و شاخک‌های حشره محرک‌های لامسه‌ای را دریافت کرده و اطلاعات مربوط به مورفولوژی نبات میزبان را به سیستم مرکزی حشره منتقل می‌سازند. محرک‌های دریافت شده از کرک‌های موجود بر روی برگ و یا ساقه نبات، ناهم‌واری‌های موجود در روی اپیدرم، یا دندانه‌های موجود در حاشیه برگ‌ها باعث شروع زنجیره‌ای از رفتارهای تغذیه‌ای و تخم‌ریزی غریزی یا کلیشه‌ای در حشره می‌شود. خصوصیات مورفولوژیکی نباتات می‌توانند با ایجاد محرک‌های میخانیکی مثبت باعث شروع تغذیه یا تخم‌ریزی حشره گردد. برعکس برخی از خصوصیات مورفولوژیکی نباتات ممکن است با جلوگیری و یا ایجاد اختلال در فرآیند طبیعی اعضای حس لامسه به صورت بازدارنده عمل تغذیه و یا تخم‌ریزی عمل کنند.

حشرات انساج نباتات را به‌وسیله‌ی اعضای حس چشایی تماسی یا سنسیلا استایلوکونیکا، پالپ‌های آرواره‌ای پائین و گیرنده‌های چشایی موجود در لب بالا می‌چشند. سپس اطلاعات حسی دریافت شده به سیستم مرکزی حشره منتقل می‌شود و در نوک این اعضای حسی منافذی وجود دارند که به‌خارج باز می‌شوند.

منابع

- [۱]. اسماعیلی، مرتضی، میرکریمی، اسدالله و پروانه. (۱۳۸۲). حشره شناسی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران. صص ۶۱-۶۶.
- [۲]. امین، ابوالقاسم و همکاران. (۱۳۸۸). کلیات حشره شناسی. چاپ دهم. تهران: انتشارات امیرکبیر. صص ۸۷-۸۸.
- [۳]. آکاش، اکاپر، فنمور. (۱۳۷۸). حشره شناسی تطبیقی. کابل: انتشارات پوهنتون کابل. صص ۳۳-۳۵.
- [۴]. اوریاخیل، قدرت الله. (۱۳۹۵). اتومولوژی. کابل: انتشارات پوهنتون کابل. ص ۲۹.
- [۵]. توخی، احمدزی. (۱۳۸۷). حشره شناسی تطبیقی. چاپ اول، صص ۹۱-۹۲.
- [۶]. حبیبی، طلعت. (۱۳۸۸). جانورشناسی عمومی. جلد سوم. تهران: انتشارات دانشگاه تهران. صص ۱۲۱-۱۲۲.
- [۷]. دهقانی، روح الله. (۱۳۹۰). حشره شناسی پزشکی. تهران: انتشارات دانشگاه علوم کاشان. ص ۱۲.
- [۸]. سلیمانی، موسی. (۱۳۹۳). مبانی فزیولوژی حشرات. تهران: انتشارات امیرکبیر. صص ۴۳-۴۴.
- [۹]. شجاعی، محمود. (۱۳۸۳). حشره شناسی. جلد سوم. تهران: انتشارات دانشگاه تهران. صص 239-242.
- [10]. کهراریان، مرتضی. (1395). حشره شناسی مارفولوژی و فزیولوژی. تهران: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی. صص 139-140
- [۱۱]. میر مؤیدی، علی نقی. (۱۳۸۲). حشره شناسی کشتاورزی، آفات و کنترل آن‌ها. تهران: انتشارات دانشگاه رازی. صص ۴۴-۴۵

[12]. K.P. Srivastava. (2009). A text Book of Applied Entomolog. New Rajender Nagar New Delhi India, P 120 - 160.