

حشره‌ها

دستگاه اندوکرین

دکتر محمدحسن هدایتی امامی
متخصص داخلی - غدد
تیرماه ۱۴۰۰

هورمون را چنین تعریف می‌کنند: ماده‌ای که در
یاخته‌های یک عضو (یا گروهی از یاخته‌های بدون عضو،
یا یاخته‌های جدا افتاده) ساخته می‌شود، به بیرون ترشح
می‌شود. وارد آب میان‌بافتی (از آن راه وارد خون) می
شود و با آن به سوی خود همان یاخته، یاخته‌های کنار
آن، یاخته‌های همسایه آن، یا یاخته‌های دوردست برده می

شود، و آن یاخته‌ها اگر گیرنده خاص این ماده را داشته باشند، پذیرای آن هستند و از آن تاثیر می‌پذیرند.

مقدار هورمونی که تولید می‌شود، بسیار اندک است، لکن اثرات بسیار مهم و عمیقی بر موجود زنده دارد. آن‌ها را پیام‌آوران/پیام‌بران شیمیائی می‌نامند. هورمون‌ها بر تمام روندهای زندگی اثر دارند. ممکن است روندی را فعال‌تر، یا روندی را مهار کنند. یک هورمون ممکن است چند کار انجام بدهد و در این یا آن بافت، در این یا آن مرحله از زندگی، یا در این یا آن روند بیولوژیک، تاثیر متفاوتی داشته باشد.

دستگاه اندوکرین حشره، هم از نظر ساختمانی و

هم از نظر کاری، ارتباط

Molting	پوست اندازی
Diapause	دیاپوز=آسایش
Reproduction	تولید مثل
Osmoregulation	تنظیم اسموز
Metabolism	متابولیسم
Muscle Contraction	انقباض عضله

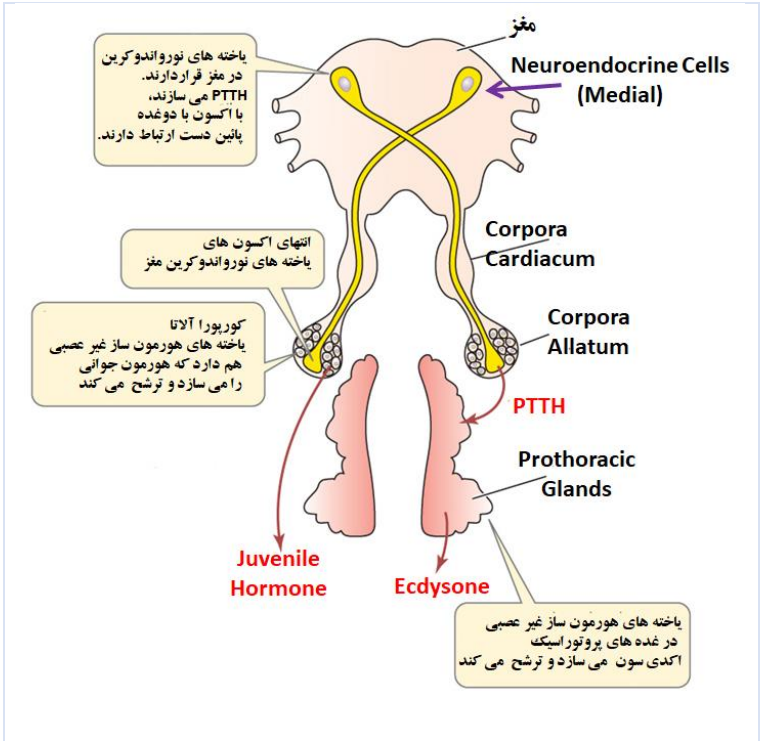
تنگاتنگی با دستگاه

عصبی دارد. هم

نوروهورمون و هم

هورمون می‌سازد. با این هورمون‌ها، بر پوست اندازی،

دیاپوز، تولید مثل، تنظیم اسموز، متابولیسم، و انقباض عضله اثر می گذارد.



سه دسته یاخته های اندوکراین،

دسته چهارم، اعضاء خاص مثل بیضه و تخمدان و نظایر آن هستند.

در بدن حشره ها چهار

دسته یاخته هومون ساز وجود

دارد (شکل ۱).

- 1 Endocrine Glands
- 2 Neurohemal Organs
- 3 Neurosecretory Cells
- 4 Internal Organs

- **غدد اندوکراین** - ساختمان‌هایی ترشحی که تنها کارشان هورمون‌سازی و رهاکردن آن‌ها به درون دستگاه گردش (خون) است.
- **اعضاء نوروهمی** - شبیه غدد اندوکراین هستند، لیکن محصولات ترشحی در کیسه‌ای ویژه ذخیره می‌شود، تا فرمان رهاسازی آن‌ها صادر شود؛ این فرمان‌ها را دستگاه عصبی یا هورمونی دیگر صادر می‌کنند.
- **یاخته‌های ترشحی عصبی** - یاخته‌های عصبی اختصاصی (نرون‌ها) با تولید و ترشح پیامبران شیمیایی ویژه، به محرک‌ها پاسخ می‌دهند. وظیفه‌ای که به‌عهده دارند عبارتست از برقرارکردن ارتباط بین دستگاه عصبی و دستگاه اندوکراین. این یاخته‌های نورواندوکراین در سه ناحیه مختلف متمرکز هستند و هر ناحیه هورمون‌های مشخصی تولید می‌کند. یاخته‌های نورواندوکراین بخش داخلی مغز، **هورمون مغزی** (یا همان هورمون PTH) را می‌سازد. یاخته‌های نورواندوکراین بخش خارجی مغز هورمون‌هایی ترشح

می‌کنند که بر ساختن پروتئین، آب و الکترولیت‌ها، و تولید اُوسیت تاثیر دارند. سومین دسته یاخته‌های نورواندوکرین، در گانگلیون‌های طناب عصبی شکمی قرار دارند و بر فعالیت حشره و تنظیم آب بدن دخالت می‌کنند.

● **اعضاء داخلی** - یاخته‌های هورمون‌ساز با تعدادی عضوهای دیگر بدن، شامل تخمدان‌ها، بیضه‌ها، اجسام چربی، و بخش‌هایی از دستگاه گوارش همبسته است. این ساختمان‌های هورمون‌ساز، باهم دستگاه اندوکرین حشره را تشکیل می‌دهند. با هم تمام زندگی حشره و نسل آن را تحت کنترل خود دارند:

- هوموستاز را تامین می‌کنند.
- رفتار را هماهنگ می‌کنند.
- رشد، نمو، و سایر فعالیت‌های فیزیولوژیک را تنظیم می‌کنند.

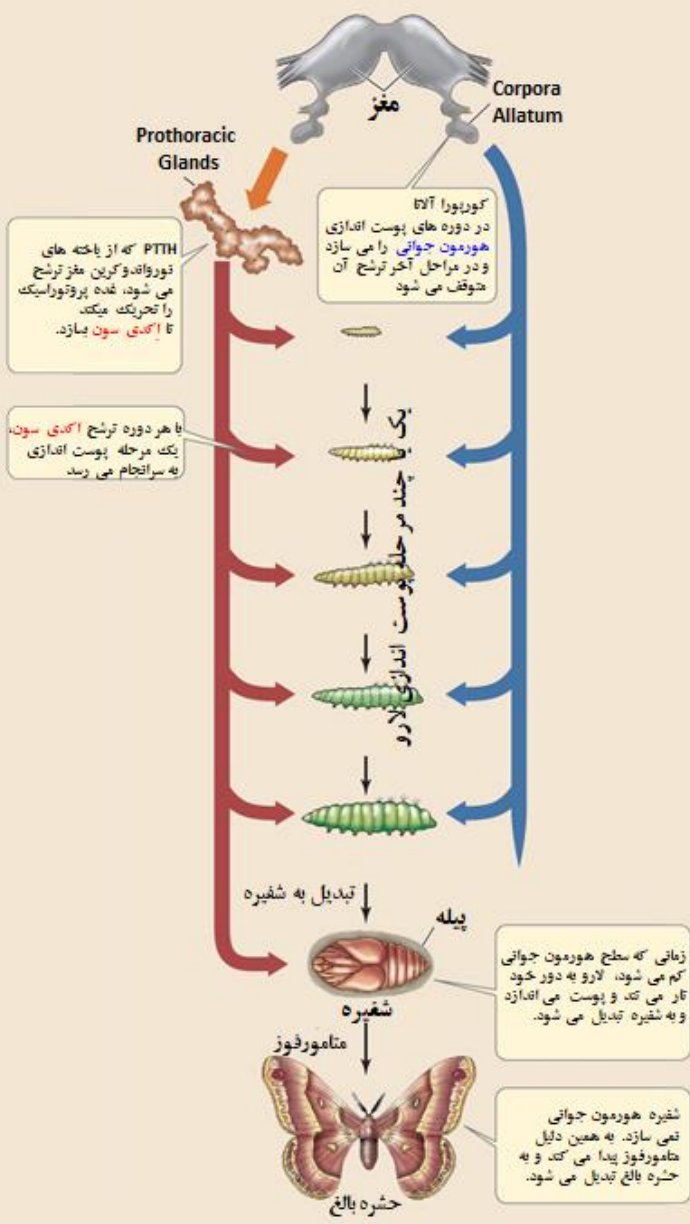
در حشره‌ها، بزرگ‌ترین و مهم‌ترین غده‌های اندوکرین در ناحیه پیش از پروتوراکس، درست در عقب

سر قرار دارند. این غده‌های پروتوراسیک، "اکدی-استروئید" (Ecdysteroids) می‌سازند؛ اکدی‌استروئیدها (از جمله اکدی‌سُون = Ecdysone) دسته‌ای از هورمون-های استروئیدی وابسته به یکدیگرند که چند کار مهم انجام می‌دهند: یاخته‌های اپی‌درم را وادار به ساختن کیتین و پروتئین می‌کنند و زنجیره از رویدادهای فیزیولوژیک را راه می‌اندازند که سرانجام آن پوست اندازی (Molting) است. به‌همین دلیل اکدی‌استروئیدها را هورمون‌های پوست‌اندازی می‌نامند. حشره که به مرحله بلوغ رسید، غده‌های پروتوراسیک تحلیل می‌روند، پس از آن حشره هیچوقت دیگر، پوست نمی‌اندازد.

غده‌های پروتوراسیک تنها زمانی اکدی‌استروئیدها را می‌سازند و آن‌ها را آزاد می‌کنند که توسط پیام‌آور شیمیائی دیگری به نام هورمون پروتوراسیکوتروپیک (PTTH) تحریک شوند. PTTH هورمونی پپتیدی است که توسط کورپورا کاردیاکوم (corpora cardiacum) آزاد می‌شود. کورپورا کاردیاکوم یک جفت عضو نوروهمی است که در

جدار آئورت، درست چسبیده به مغز قرار دارند. کورپورا کاردیاکا تنها زمانی ذخیره خود را رها می‌کنند که فرمانی از یاخته‌های نورواندوکرین مغز به آنها برسد. بنابراین کار آنها مثل آمپلی فایر است. تقویت کننده هستند. در پاسخ به پیام کم مقدار مغز، ضربانی بالنسبه بزرگی از هورمون به سرتاسر بدن می‌فرستند. یک جفت عضو نوروهمی دیگر به نام کوپورا آلاتا (Corpora Allata)، درست در پشت کورپورا کاردیاکا قرار دارند. کورپورا آلاتا هورمون جوانی (juvenile hormone = JH). را می‌سازند. هورمون جوانی ماده‌ای است با دو کار متفاوت در دو مرحله از زندگی حشره. در مرحله پیش از بالغ شدن، مانع می‌شود که خصوصیات حشره بالغ ظاهر شود (حشره هم‌چنان "جوان" می‌ماند)، و در مرحله پس از بلوغ، حشره بلوغ جنسی پیدا کند. کورپورا آلاتا تحت کنترل یاخته‌های نورواندوکرین مغز است: یاخته‌های نورواندوکرین مغز

- در مرحله لاروی یا نیمفال، کورپورا آلاتا را وادار به ترشح هورمون جوانی می‌کند.
- در مرحله گذر به حشره بالغ، کورپورا آلاتا را مهار می‌کند.
- در حشره بالغ که آماده تولید مثل می‌شود، بار دیگر کورپورا آلاتا را به فعالیت وامی‌دارد.



تأثیر متقابل دو هورمون اکدی سون و هورمون جوانی بر رشد و نمو حشره

ماهیت شیمیائی هورمون جوانی، غیرعادی و کمی عجیب است. ماده‌ای سِس‌کِترپِن (sesquiterpene) است. بیشتر شبیه مواد شیمیائی دافعه درختان کاج است، تا شبیه هورمونی جانوری. یاخته‌های نورواندوکرین در مغز حشره به صورت دسته-هائی وجود دارند. هم در بخش خارجی و هم در بخش داخلی مغز یافت می‌شوند. اکسون‌های این یاخته‌ها به صورت رشته‌های عصبی بسیار ظریف به کورپورا کاردیاکا و کورپورا الاتا می‌روند. این یاخته‌ها هورمون مغزی تولید می‌کنند؛ این هورمون، پتیدی با وزن مولکولی کم است و به نظر می‌رسد همان (یا خیلی شبیه) هورمون پروتوراسیکوتروپیکی است که توسط کورپورا کاردیاکا ساخته می‌شود. فیزیولوژیست‌های حشره‌شناس می‌گویند هورمون مغزی در زمانی که درون یاخته نورواندوکرین است، به پروتئین ناقل بزرگی چسبیده است. دانشمندانی هم معتقدند هر دسته یاخته نورواندوکرین، ممکن است تا سه نوع هورمون مغزی (به اضافه پروتئین ناقل آن‌ها) بسازد. در گانگلیون شکمی طناب عصبی حشره هم، یاخته‌های نورواندوکرین وجود دارد. هنوز معلوم نشده وظیفه و کار این یاخته‌ها چه هست.

بسیاری از بافت‌ها و اعضاء دیگر حشره هم هورمون‌هائی می‌سازند. تخمدان‌ها و بیضه‌ها هورمون‌های گنادی می‌سازند که

در رفتارهای جفت‌یابی و جفت‌گیری نقش دارند. گانگلیون شکمی دسنگاه عصبی ماده‌ای می‌سازد به نام **هورمون اِکلوزیون** که به حشره کمک می‌کند از اسکلت خارجی قدیمی خود بیرون بیاید، و هورمون دیگری می‌سازد که اسکلت بیرونی تازه را سفت، محکم، و تیره می‌کند. هورمون‌های دیگری هم وجود دارند: یکی سطح قند درون خون را کنترل می‌کند، یکی دیگر آب و الکترولیت‌ها را تنظیم می‌کند، و یکی دیگر در تنظیم متابولیسم پروتئین‌ها نقش دارد.

زمانی که حشره نابالغ آن قدر بزرگ شود که اسکلت خارجی برایش تنگ شود، از بدنش تکانه‌هایی حسی به مغز می‌رود و بعضی از یاخته‌های نورواندوکرین را به فعالیت وامی‌دارد. این یاخته‌ها در پاسخ به آن محرک‌ها، **هورمون مغزی** ترشح می‌کنند. **هورمون مغزی** کورپوراکاردیاکا را وادار به آزادسازی ضربانی از هورمون پروتوراسیکوتروپیک به درون گردن خون می‌کند. این ترشح ضربانی ناگهانی، غده‌های پروتوراسیک را تحریک می‌کند تا هورمون‌های پوست‌اندازی (مولتینگ) **اِکدی** **استروئیدها** را ترشح کنند.

هورمون‌های پوست‌اندازی بر بسیاری از یاخته‌های سرتاسر بدن اثر دارند، ولی کار اصلی آن‌ها عبارتست از تحریک

سلسله‌ای از رویدادهای فیزیولوژیک که سرانجام آن ساختن اسکلت خارجی تازه است. مجموعه این جریان را آپولیز (apolysis) می‌نامند. آپولیز مرحله‌ای از زندگی حشره است که مشغول ساختن اسکلت تازه و ویران کردن اسکلت قدیمی است. مدتی کوتاه هر دو اسکلت را باهم دارد. در این جریان، اسکلت خارجی تازه به صورت زیرپیراهنی نرم، چروک دار در زیر بخش سفت و سخت اسکلت خارجی قدیمی (هم زیر اگزوکوتیکول، هم زیر اپی کوتیکول) ساخته می‌شود. مدت این آپولیز از چند روز تا چند هفته طول می‌کشد. در هر گونه از حشرات و برحسب خصوصیات رشد آن‌ها، این مدت کم یا زیاد است. زمانی که اسکلت خارجی تازه ساخته شد، حشره آماده است آن چه را که از اسکلت قدیمی مانده، از خود جدا کند.

بعضی از حشره‌ها در دوره‌ای از رشد و نمو خود، وارد مرحله دیاپوز = آسایش می‌شوند. در این مرحله رشد و نو یا توان تولید مثل آن‌ها متوقف می‌شود، مقدار آب بدن‌شان کاهش می‌یابد (دزهدراتاسیون پیدا می‌کنند)، و فعالیت‌های متابولیک‌شان کم می‌شود.

تا زمانی که سطح **اکدی‌استروئیدها** در همولف از حدی آستانه‌ای بیشتر است، ساختمان‌های اندوکرینی دیگر، مهار

شده و بدون فعالیتند. لیکن در اواخر دورهٔ آپولیز، غلظت **اکدی استروئیدها** سقوط می‌کند و یاخته‌های نورواندوکرین گانگلیون شکمی، شروع به ترشح **هورمون اِکلوزیون** می‌کنند. این هورمون اکدیزیس (ecdysis) را آغاز می‌کند. اسکلت خارجی قدیمی عملاً از بدن حشره جدا می‌شود. در این بین اتفاق دیگری هم در جریان است. همین غلظت رو به افزایش **هورمون اِکلوزیون**، یاخته‌های نورواندوکرین دیگر را که در گانگلیون شکمی وجود دارند، وادار به ترشح **هورمون بورسیکون** (bursicon) می‌کند. هورمون بورسیکون با تحریک به تشکیل اتصالات متقاطع کینون در اگزوکوتیکول، اسکلت خارجی را سفت و سخت و تیره می‌کند.

در حشره نابالغ، پیش از هر مرحله پوست اندازه، کورپورا آلاتا شروع به ترشح **هورمون جوانی** می‌کند. این هورمون ژن‌های مربوط به رشد و نمو خصوصیات حشره بالغ (اندام‌هایی مثل بال، اندام‌های تولید مثل، و اندام‌های تناسلی خارجی) را مهار می‌کند و باعث می‌شود که حشره در همان مرحله نابالغ لاروی (نمفی) باقی بماند.

کورپورا آلاتا در آخرین ایستگاه مرحله لاروی یا نمفی، تحلیل می‌رود و دیگر هورمون جوانی نمی‌سازد. مهار روی رشد

و نمو ساختمان‌های مربوط به حشره بالغ، برداشته می‌شود و مرحله بعدی زندگی حشره آغاز می‌شود. برخی حشرات به حشره‌ای بالغ تبدیل می‌شود و برخی حشرات هم وارد مرحله بینابینی دیگری به نام شفیره می‌شوند.

در حشره بالغ برای رسیدن به بلوغ جنسی، یاخته‌های نورواندوکرن مغز، هورمون مغزی را آزاد می‌کنند؛ هورمون مغزی، کورپورا آلتای تحلیل رفته را به فعالیت وامی دارد تا تولید و ترشح هورمون جوانی را از سر بگیرد. در حشره بالغ ماده، هورمون جوانی باعث می‌شود برای تخم‌ها، زرده ساخته شود. در حشره‌های نر، هورونی جوانی غده‌های کمکی را و امیدارد پروتئین‌های لازم برای مایع منی را بسازد و اسپرماتوفور‌ها را به وجود آورد. اگر در این مرحله تولید هورمون جوانی وضعیت طبیعی نداشته باشد، حشره بالغ از نظر جنسیت نابالغ باقی می‌ماند.

تمام حشره‌ها هورمون ادرار می‌سازند. تعدادی هم هورمون ضد ادرار هم دارند. حشره‌های که غذایشان آبکی است، از شیر گیاهان یا خون تغذیه می‌کنند، تنها هورمون ادرار دارند تا به کمک آن، آب و نمک اضافی را از لوله‌های مالپیگی (همان کلیه حشره‌ها) دفع کنند. این نوروهورمون‌های تنظیم‌کننده اسموز هم در مغز، هم در طناب عصبی شکمی ساخته می‌شود.

یک یا چند پپتید کوچک نورواندوکرینی در مغز (با ذخیره در کورپورا کاریاکا) و دستگاه عصبی شکم (با ذخیره در اعضاء پری سمپاتیک) حشره‌ها ساخته می‌شود که کارشان تاثیر بر انقباض عضله قلب، لوله کلیوی، و لوله گوارش است. اولین بار ماده محرک حرکات قلب را در عصاره غده‌ای یافتند؛ به همین دلیل آن غده را کورپورا کاردیاکا نامیدند. بعدها معلوم شد این نوروهورمون از مغز می‌آید و در آن جا ذخیره می‌شود.

البته کورپورا کاردیاکا یاخته‌های هورمون ساز هم دارد. هورمونی که می‌سازد قند خون حشره را به سرعت افزایش می‌دهد. قند خون حشره‌ها "ترهالوز" است. گاهی آن را هورمون "بالابرنده ترهالوز خون" هم می‌نامند.

این مقاله با استفاده از منابع زیر نوشته شده است:

1	CONCEPT 35.5 The Insect Endocrine System Is Crucial for Development https://www.macmillanhighered.com/BrainHoney/Resource/6716/digital_first_content/trunk/test/hillis2e/hillis2e_ch35_6.html
2	http://www.jiwaji.edu/pdf/ecourse/zoology/Neurosecretary%20system%20in%20insecta.pdf
3	The Endocrine system N C state; Agriculture and life sciences https://genent.cals.ncsu.edu/bug-bytes/endocrine-system/
4	https://docplayer.net/55029622-Insect-physiology-module-of-applied-entomology.html