

نوروفیزیولوژی:

تا به اینپای کار تا حدودی فهمیدیم که نورون ها، چگونه با سلول های مختلف از جمله نورون های دیگر، سلول های ماهیچه ای و باقی سلول ها ارتباط می گیرند؛ دو یون مهم سدیم و پتاسیم و پروتئین های مربوط به آن ها که سیگنال عصبی را از ابتدای آکسون تا آخر آن هدایت می کنند و نیز انتقال دهنده های عصبی (Neurotransmitter) که پیام نورون پیشین را به نورون یا سلول بعدی انتقال می دهند، دو راه ارتباطی نورون با دنیای بیرون است. درباره ی انتقال دهنده های عصبی آموختیم که هر بخش از دستگاه عصبی ماده ی انتقال دهنده ی خاص خود را دارد؛ برای مثال بخشی از این سیستم که با ماهیچه های اسکلتی یا ارادی در ارتباط است، از ماده ای به نام استیل کولین استفاده می کند؛ یا در سیستم عصبی مرکزی (CNS) از مهم ترین انتقال دهنده های عصبی می توان دوپامین، سروتونین، گابا، گلوتامات و غیره را نام برد.

همین حالا بخش پتانسیل عمل جزوه را توری بفرمائید (۱) و نمودار پتانسیل عمل را که به شکل نیزه ای یا اسپایک است، ببینید و آن را به خاطر بسپارید. در این بخش از جزوه قرار است که پتانسیل عمل را واقعا و از نزدیک ببینیم؛ اما پیش از آن کمی تاریخ بفوانیم!

در دنیای جانوران، تکامل یافته ترین سیستم عصبی از آن پستانداران و ابتدایی ترین این سیستم از آن بندپایان است. دلیل این امر را باید از پدیده ای به نام تکامل پرسید. طبق مشاهدات زمین شناسی گروهی از بندپایان که حشرات نام دارند از قدیمی ترین ساکنان روی زمین هستند. آن ها زمانی بر روی خاک می زیستند که کره ی زمین هنوز اثری از مهره داران را بر روی خود ندیده بود. میلیارد ها سال بعد از آن ها که حدود به شصت و پنج میلیون سال پیش است، پستان داران اولیه پا به عرصه ی طبیعت گذاشتند. در طی این سالیان دراز دستگاه عصبی به وجود آمد و تکامل یافت تا به ما پستان داران کت و شلوار پوش رسید!

در بین پستانداران، آن گونه ای هوشمندتر است که بخش کورتکس یا قشر مغزی اش گسترده تر باشد که این بخش در انسان نسبت به سایر گونه ها بسیار رشد کرده است و حدود به ۸۶ میلیارد نورون را در بر می گیرد! بعد از انسان این بخش در پریمات ها و پستان داران دریایی رشد بیشتری نسبت به بقیه کرده است.

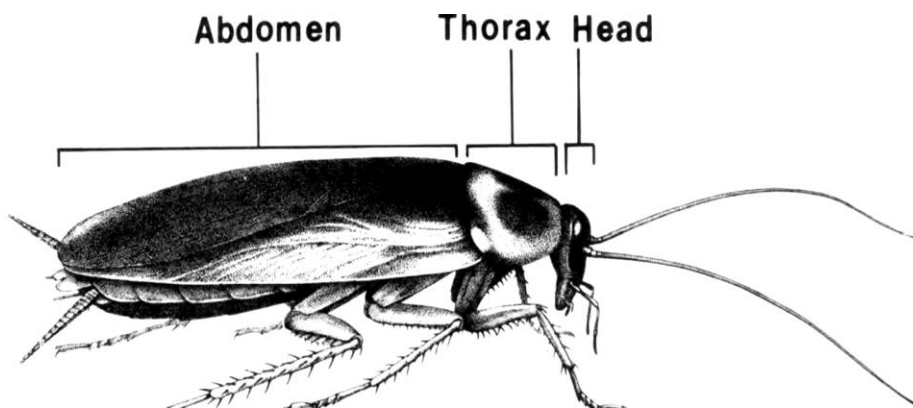
در این بخش از جزوه قرار است که بفهمیم دستگاه عصبی سوسک و کرم فاکمی چه گونه کار می کند و در طی آن چند آزمایش با هم انجام دهیم. هتما تا الان متوجه شده اید که، برای این از سوسک استفاده می کنیم؛ زیرا حشرات ساده ترین و ابتدایی ترین و قدیمی ترین سیستم عصبی را دارند.





بر اساس شواهد زمین شناسی (فسیل ها)، سوسک ها از دویست و پنجاه میلیون سال پیش تا به اکنون بر روی زمین زندگی می کنند.
در سمت چپ، تصویری که مشاهده می کنید، فسیل کشف شده ی یک سوسک است!

در طی این چند صد میلیون سال حدود به ۴۰۰ نوع را به خود اختصاص داده اند و تقریباً تغییر خاصی در شکل اندام های آن ها، مانند شافک ها، پاها و بخش دهانی ایبار نشده است.
طبق شکل زیر بدن آن ها از لحاظ توپوگرافیک به سه قسمت کلی تقسیم می شود؛ بخش سری، بخش سینه ای و بخش شکمی.



تا به اکنون گمان داریم که بسیاری از شما هیچ علاقه ای به خواندن ادامه ی داستان با توجه به حس پندرش واری که نسبت به این جانور بدبخت و زبان بسته که عمری است یا ما در خانه ی او اسیر شده ایم و یا او در خانه های ما اسیر شده است، دارید، نداشته باشید اما هیف است که وقتی نام این بیچاره به میان آمده است از بیان نکاتی صرف نظر کنیم. برفی از آن ها را به طور تیتروار قرار می دهیم.

- گونه ای از سوسکیان (۱) وجود دارد که زنده را است و پس از آن به بچه ی خود شیر می دهد! در مقالات سال های اخیر روی شیر سوسک (۱) تحقیق شده است و جایگزینی است برای داروهای مکمل ورزشکاران!

- سوسک می تواند بدون سر حدود به دو هفته زنده بماند!

- اگر روزی سوسک بالداري را دیدید که شکوه کثان و فندان از کنار شما پرواز کرد، بدانید که آن سوسک نر بوده است!

تا همین هر امیدوارم که به این هشتره علاقه مند شده باشید!))))

اندام های حسی سوسک:

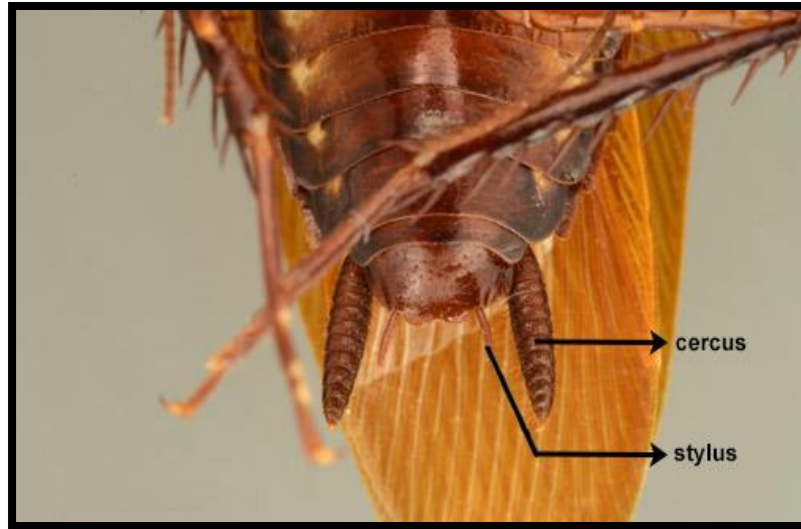
اولین و بارز ترین اندام حسی این هشتره، چشم مرکبش است. (مفصّل اطلاع کسانى که نمى دانند چشم مرکب چیست، این نوع چشم مجموعه اى از چندین چشم ساده است که هر کدام از آن ها دارای قرنیه و عدسى مستقل خود هستند که به جانور وسعت دیر بیشتری می دهد) در زیر چشم مرکب یک سوسک را می بینید!



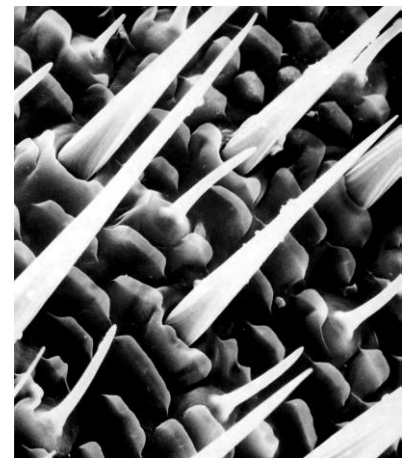
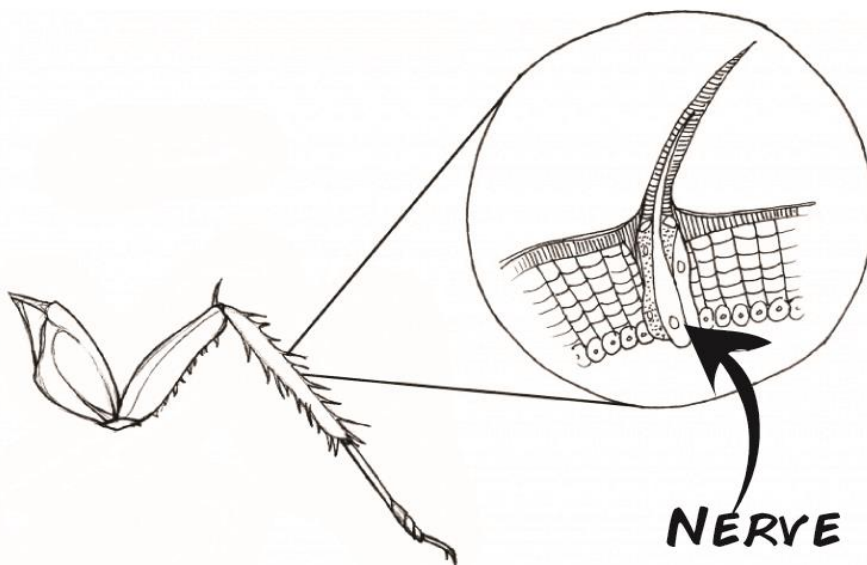
سوسک ها معمولا در شب ها فعالیت می کنند که این امر به خودی خود مکانیسم قاصی را ایجاد می کند. آن ها با کمک دو نوع گیرنده ی حسی در تاریکی و نیز روشنایی فعال هستند، ۱) گیرنده ی بویایی یا Olfactory receptor و ۲) گیرنده های لامسه یا Tactile receptor که با این گیرنده لرزش اجسام و جهت باد را می فهمد.

بفش اعظمی از گیرنده های لامسه بر روی اندامی به نام سرسی یا Cercus هستند که در انتهای بفش شکمی قرار دارد و بفش اعظمی از گیرنده های بویایی نیز بر روی شافک ها جای گرفته اند.

عکس زیر اندام سرسی را نشان می دهد.



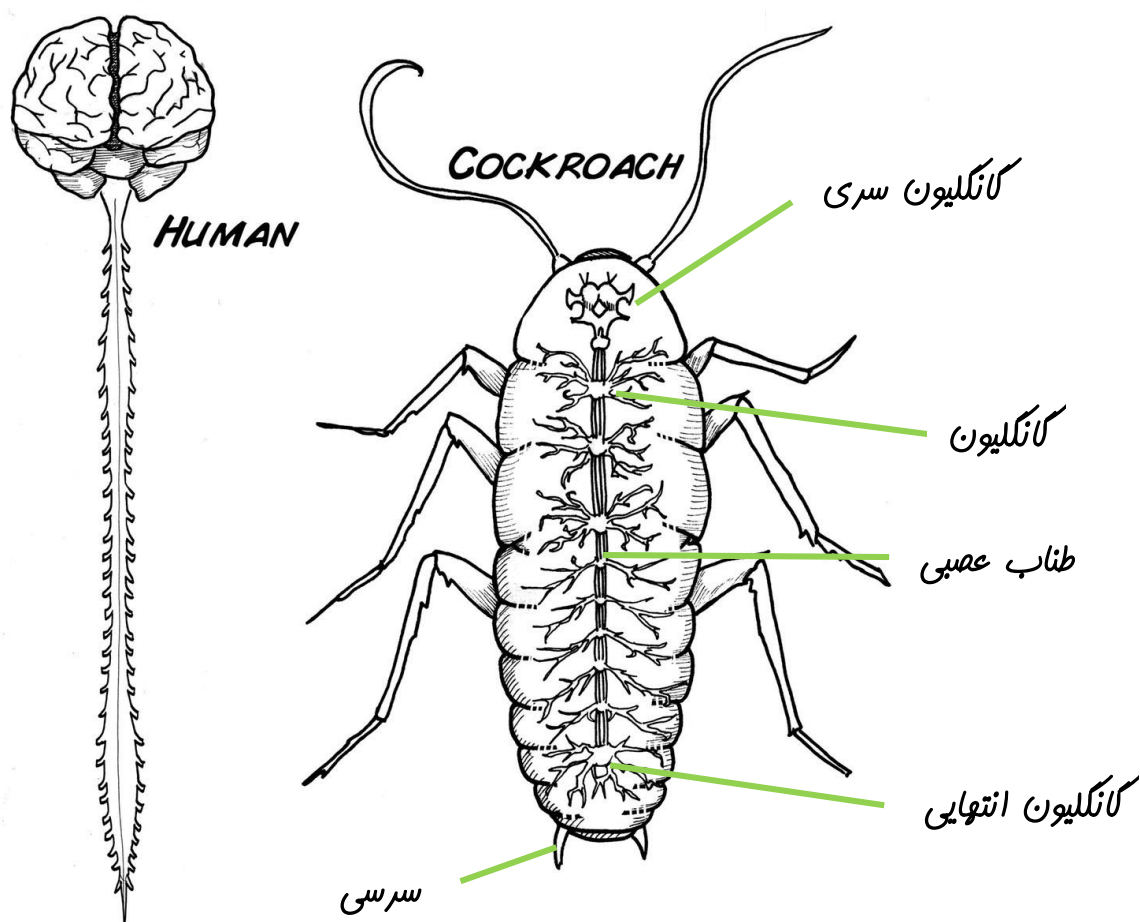
اما این گیرنده ها چه گونه کار می کنند؟ بر روی سطح سرسی ها ، شافک ها و نیز پاها سافتارهایی مو مانند به نام sensory hairs وجود دارند که درون آن ها شافه ای از دندریت های نورون های حسی وارد شده است. (مطابق شکل سمت چپ) زمانی که این سافتارهای مو مانند چه با عاملی شیمیایی و چه فیزیکی تحریک شوند، بلافاصله نورون مربوط نیز تحریک شده و پیام را با سیستم عصبی اصلی مقابره می کند. (تصویر سمت راست سافتارهای مو مانند را که با میکروسکوپ الکترونی مشاهده شده است را نشان می دهد).



تکامل یافته تر این سیستم را می توان در گوش دافلی مهره داران (از جمله انسان)، در مباری نیم دایره ای و نیز در کانال فط جانبی ماهیان پیدا کرد.

پس از این که تحریک انجام شد، پیام عصبی که در واقع همان پتانسیل عمل های کنار هم تولید شده است به سیستم عصبی اصلی می رسد. سیستم عصبی اصلی بی مهرگان از جمله سوسک شامل تعداد محدودی گره های عصبی یا گانگلیون است که در نقاط خاصی از بدن تقسیم شده اند؛ سافتار این گره ها همان طور که از نامشان بر می آید، از تعدادی رشته ی عصبی در هم گره فورده ایجاد شده است.

گانگلیون ها بر روی طناب عصبی که در طول بدن سوسک کشیده شده است، عموماً در بین یک جفت پا و نیز نافیه ی سری و تفتانی قرار دارند. این طناب عصبی معادل نفاغ و گانگلیون سری که بر فلاف باقی گره های عصبی از دو نیم کره تشکیل شده است، معادل مغز در مهره داران است.



اگر محرکی در هر بخش از بدن تحریکی را ایجاد کند، پیام آن به گانگلیون مستقر در آن ناحیه مقابله می شود؛ اگر گیرنده های شیمیایی شافک و یا گیرنده های تکتایل سرسی تحریک شوند، پیام آن به ترتیب به گانگلیون سری و گانگلیون انتهایی مقابله می شوند؛ در واقع می توانیم شاهد یک جریان دو طرفه در طناب عصبی باشیم.

فبا تا الان تا حد خوبی متوجه شدیم که سیستم عصبی سوسک چه گونه کار می کند و نوبت به آن رسیده است که چند آزمایش را بررسی کنیم و چند تایی را خودمان انجام دهیم.

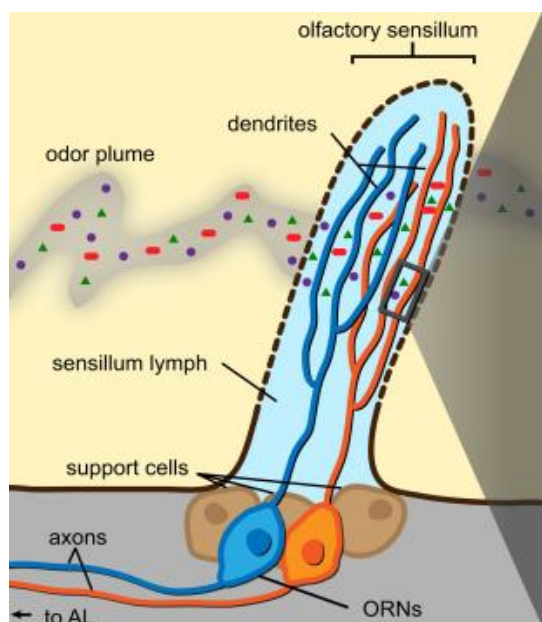
از آنجایی که دستگاه عصبی ماهیتی الکتریکی دارد می توان با الکتروود از آن سیگنال دریافت کرد؛ از این جهت آزمایش هایی بر اساس این موضوع طراحی شده است. در واقع در این آزمایش ها بین الکتروودها و نوروها ارتباطی ایجاد می شود و نوروها وادار به تولید سیگنال مصنوعی می شوند.

در طی دو آزمایش بعد قرار است بفهمیم که، با فیزیولوژی سوسک چه آزمایش های مختلفی میتوان انجام داد.

-آزمایش بویایی شافک (Electroantennogram): این آزمایش نشان دهنده ی یکی از

عملکرد های اصلی شافک ها است، همان طور که پیش از این ذکر کردیم، شافک دارای گیرنده های بویایی فراوانی است و با محرک های مولکولی بویایی که اصطلاحاً به آن ها اودور (odor) می گویند، فعال می شود.

سوسک نه با شناسایی فرومونی (مولکولی شیمیایی است که برای هر گونه ی خاص جانوری وجود دارد و نوعی بارز از رفتارهای اجتماعی حیوانات است) که توسط جنس ماده ایجاد می شود، می تواند به وسیله ی شافک هایش آن

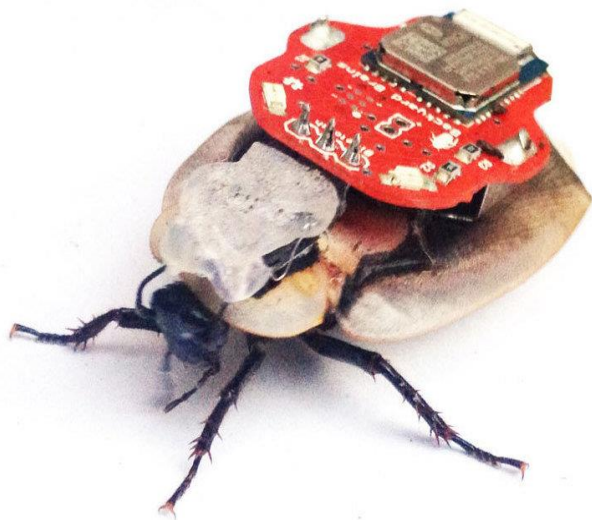


را شناسایی کرده و اقدام به جفت گیری کند. با این تعریف، شافک یک سوسک نه را از انتها می بریم و الکتروودی را در آن وارد می کنیم و این مجموعه (یعنی شافک و الکتروود) را در یک محفظه ی فلاء قرار داده و اودورهای مختلفی به آن وارد کرده و عملکردش را بررسی می کنیم.

شکل رو به رو، مولکول های بویایی (odor) را نشان می دهد که به اندام های حسی رو شافک ها برخورد میکنند و دندریت های موجود در آن را تحریک میکند و پیام عصبی بویایی ایجاد می کند.

نکته: تکامل یافته شافک های سوسک تقریباً شبیه سیپیل های گربه سانان و هوندگان است.

-آزمایش ربو رچ (Roboroach):

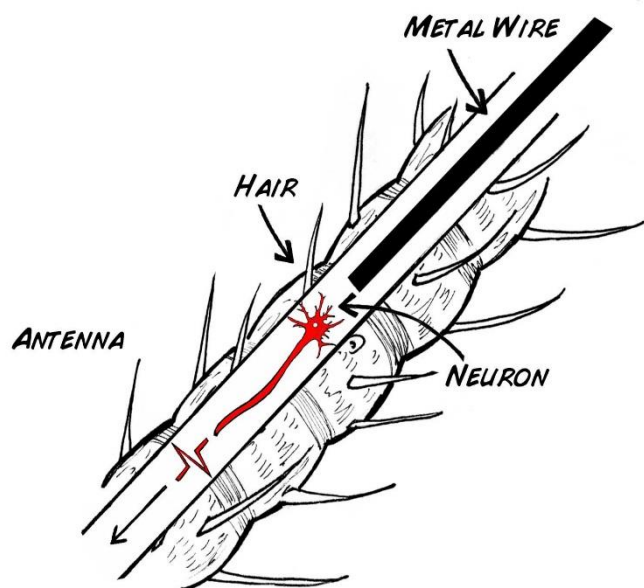


در جزوه الکترونیک کمی در مورد این دستگاه توضیح دادیم، در این بخش هم قصد این را ندارم که بیش از حد دقیق شوم و یکایک مراحل ساخت این ربات سوسکی را بیان کنیم، تا این حد بگویم که برای ساخت چنین چیزی تنها یک کیت، یک باتری و چند الکترونیک لازم است.

سوسک به کمک شافتک هایش می تواند مسیریابی کند؛ از این جهت، با جراحی ساده ای الکترونی را در هر یک از شافتک ها قرار می دهیم. (مطابق شکل زیر)

اگر یادتان باشد گانگلیون سری دارای دو نیم کره بود، اگر الکترونیک منصوب، نیم کره ی سمت راست را تحریک کند، شافتک سمت چپ فعال شده و سوسک به همان سمت منحرف می شود؛ متقابلاً این اتفاق برای نیم کره ی سمت چپ نیز اتفاق می افتد.

این روش در پزشکی نیز مورد استفاده قرار می گیرد؛ با ایجاد سیگنال های مصنوعی در هسته های قاعده ای تالاموس با فرکانس ۵۵ هرتز بیماری پارکینسون را درمان می کنند.



- آزمایش اسپایک پای سوسک (اجباری):

مواد مورد نیاز: فوآندن پژوه ی پتانسیل عمل، یک عدد سوسک، اسپایکرباکس، نرم افزار spike recorder، پارافین، تیغ، یک اتاق بسیار ساکت (ترجیها از قفس فارادی استفاده کنید)

هدف:

۱- بررسی شبکه ی ارتباطی نورون ها با فعالیت های الکتریکی و شیمیایی که منشاء سیناپسی دارند و یادگیری کار با اسپایکرباکس

۲- در این بخش قرار است بفهمیم که برای اندازه گیری ولتاژ باید اختلاف ولتاژ بین دو نقطه را حساب کنیم

- مرحله ی صفرم: با آماده کردن اسپایکرباکس و نصب نرم افزار spike recorder وارد کار شوید.

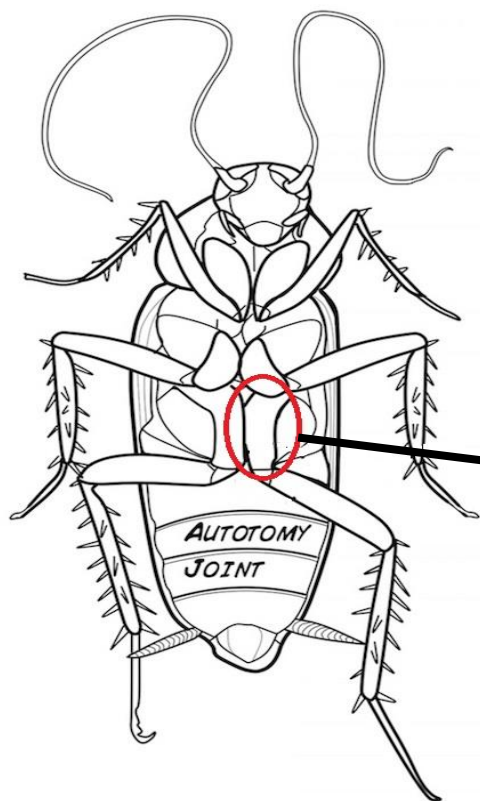
یک سوسک پیدا کنید و از آن در یک جعبه تکه داری کنید و در طول آزمایشتان با نان یا نشاسته از او پذیرایی کنید.

- مرحله ی یکم: یک ظرف آب و یخ درست کرده و سوسک را به مدت چند دقیقه در آن قرار دهید تا بی حرکت و بی حس شود.



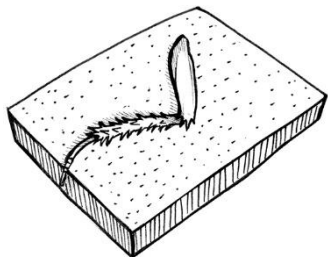
نکته مهم: هتما از بیهوش شدن سوسک اطمینان حاصل کنید، رعایت حقوق حیوانات یک اصل هست که باید در انجام همه آزمایشاتون هتما رعایت کنید.

- مرحله ی دوم: مطابق شکل، با تیغ اسکالپل یکی از پاهایش را از بیخ ببرید و جانور را به جعبه اش برگردانید.
(نگران نباشید! بعد از گذشت چند ماه دوباره پا در می آورد!)

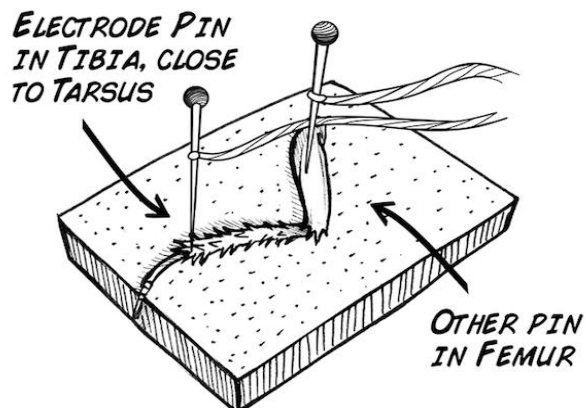


از این ناحیه برش دهید

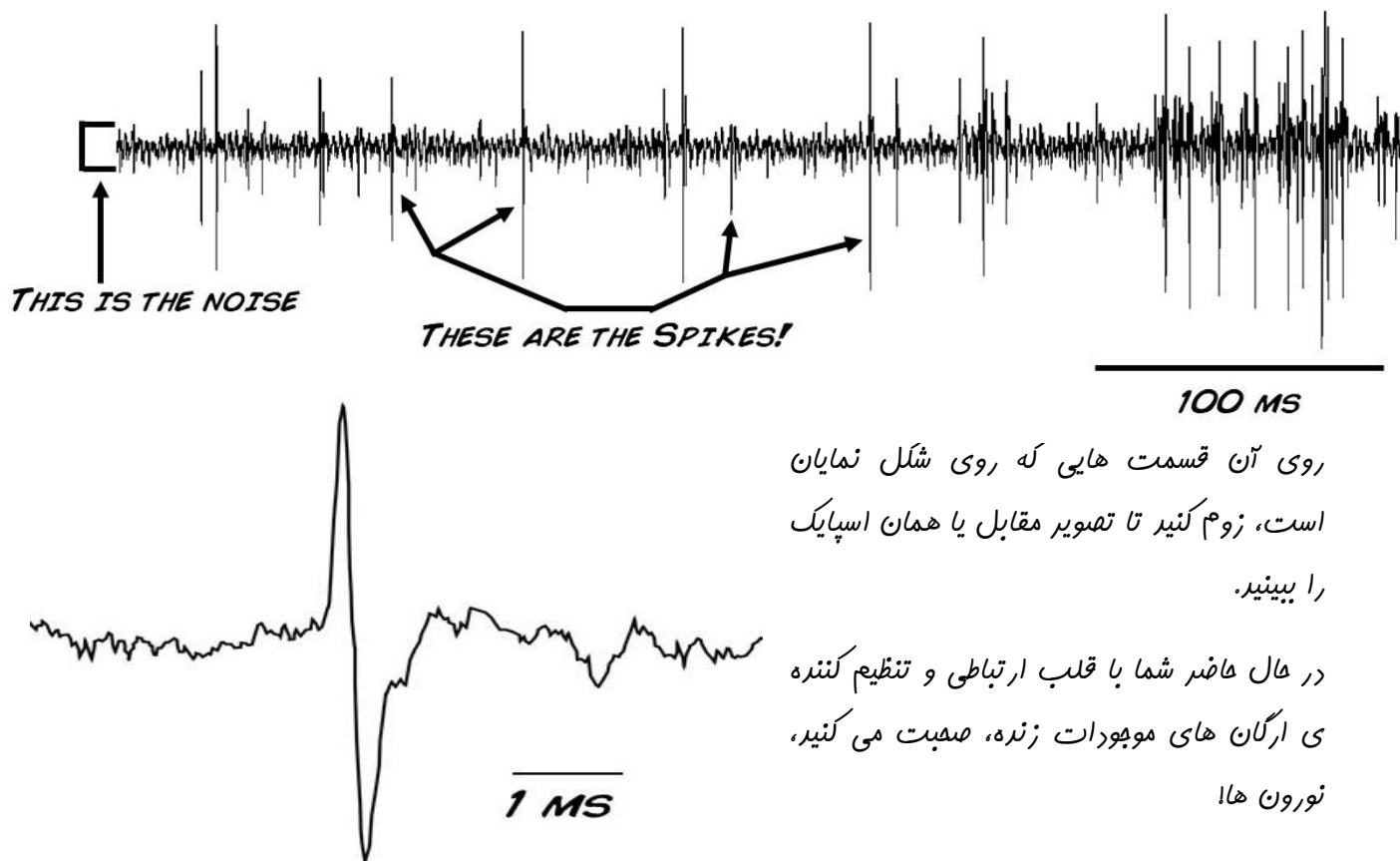
- مرحله ی سوم: ترمیفا برای سالم ماندن پا به محل بریدگی پارافین بزنید و آن را روی اسپایکریاکس قرار دهید.



- مرحله ی چهارم: دو الکترود را دقیقا مطابق شکل، یکی در ناحیه ی رانی و دیگری در نزدیکی ناحیه ی تارس یا مچ پا و در پایین ساق پا وارد کنید.



- مرحله ی پنجم: اسپایکرباکس را روشن کرده و با نرم افزار شروع به ریکورد کردن کنید. سپس با یک جسم نارسا موهای حساس روی پایش را نوازش کنید (⊕)، اگر صدایی قرچ قرچ مانند شنیدید، شما صدای یک اسپایک را شنیده اید، توجه کنید که مجموعه ای از نوروها در حال صحبت کردن با شما هستند! حال ریکورد نرم افزار را متوقف کنید و وارد فایل ذخیره شده بروید تا با تصویر مشابه زیر مواجه شوید،

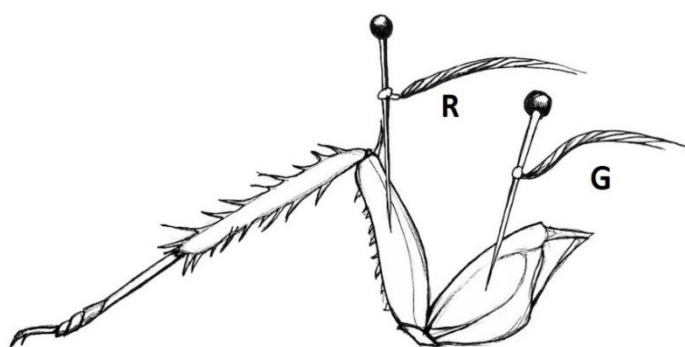


همان طور که می دانید جریان الکتریکی از حرکت الکترون ها در طول جسمی رسانا به وجود می آید. این جریان توسط نیرویی ایجاد می شود که به آن اختلاف پتانسیل الکتریکی یا ولتاژ می گویند. همان طور که از نامش پیدا است، بحث سر اختلاف مقدار بین دو نقطه از این جریان است؛ ما هیچ گاه نمی توانیم پتانسیل الکتریکی یک نقطه را مستقلا به دست بیاوریم؛ اگر به اسپایکرباکس خود نگاه کنید، دارای دو الکترود است، + و -، تا بتواند اختلاف پتانسیل بین دو نقطه را تعیین کند.

از آن جایی که ولتاژ یک کمیت نسبی است، برای به دست آوردن ولتاژ یک نقطه ی مستقل، باز هم نیاز به یک نقطه ی دیگر داریم که آن هم زمین است. زمین را به عنوان یک مربع کل در نظر گرفته و آن را صفر در نظر می گیریم. پس برای به دست آوردن ولتاژ یک نقطه باید نقطه ی دیگر زمین باشد.

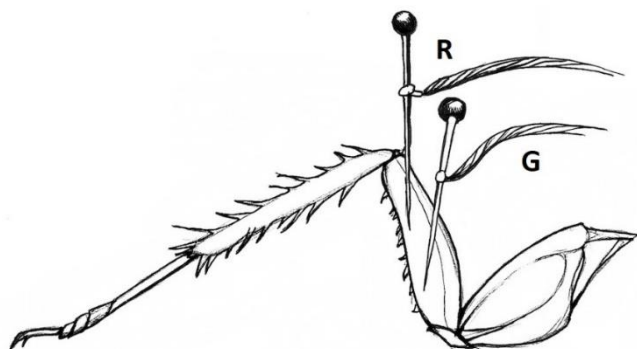
در این آزمایش نیز، مطابق شکل؛ یکی از الکترودهای ما که در ارتباط با زمین است، الکتروده (Ground) G و الکتروده دیگر را (Recording) R می نامیم.

طی مرحله های بعدی آزمایش متوجه خواهید شد که اگر جای الکترودها را تغییر دهیم، اختلاف پتانسیل نیز تغییر خواهد کرد.



-مرحله ی ششم: دو الکتروده را مطابق شکل در ناهیه ی لگنی (الکتروده G یا الکتروده منفی) و رانی (الکتروده R الکتروده مثبت) وارد کنید و از این که صدای اسپایک ایجاد شود، مطمئن شوید.

ریکورد نرم افزار را آغاز کرده و موهای پا را تحریک کنید و ریکورد را متوقف کنید.



-مرحله ی هفتم: الکتروده G را به مانند زیر وارد ناهیه ی رانی کنید و به R کاری نداشته باشید و مطابق قبل عمل کنید. (صدای اسپایک و ریکورد نرم افزار)

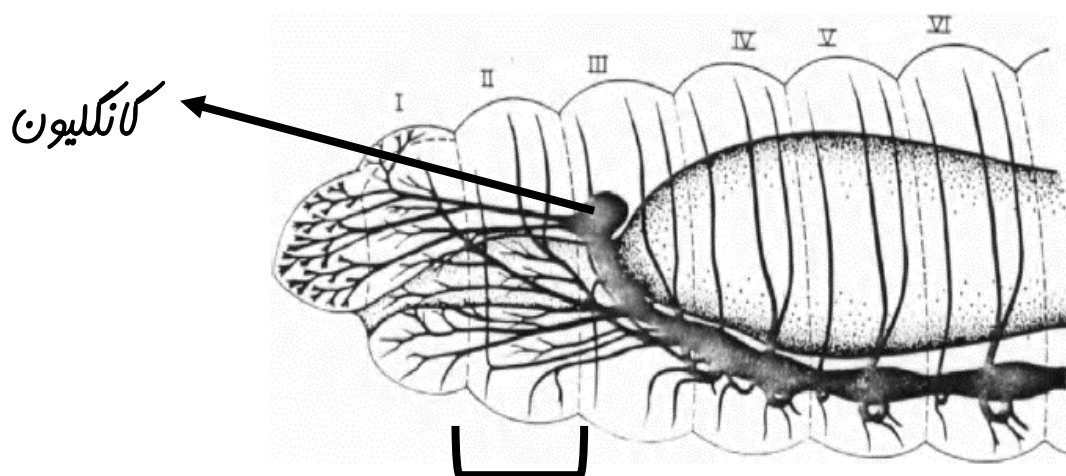


-مرحله ی هشتم: و در آخر دو الکتروده را در ناهیه ی لگنی مطابق شکل وارد کنید و مطابق قبل عمل کنید. توجه: می توانید برای کاهش نویز از قفس فارادی استفاده نمایید.

کرم فاکي:

کرم فاکي در زمره ي بي مهرگان است و مانند سوسک داراي دستگاه عصبي ابتدائي اما بر خلاف آن داراي گردش خون، دستگاه گوارش و تنفس پوستي است.

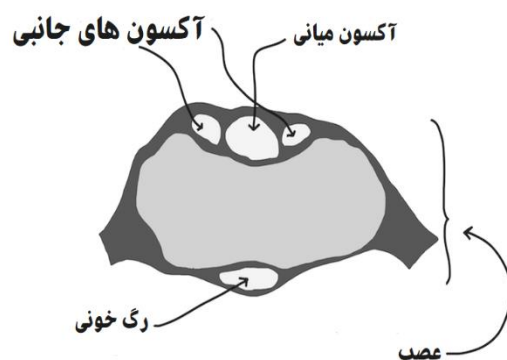
دستگاه عصبي کرم فاکي مشمول گانگليون ها و طناب عصبي (يا لوله ي عصبي) و شافه هاي آن است که در سطح شکمي آن گسترش يافته اند. عضلاتي حلقوي شکل که در طول بدن قرار دارند، بدن جانور را به بخش هاي متعددي تقسيم مي کنند که انقباض ماهيچه ي هر بخش با گانگليون خاص خودش کنترل مي شود. (مطابق شکل زير)

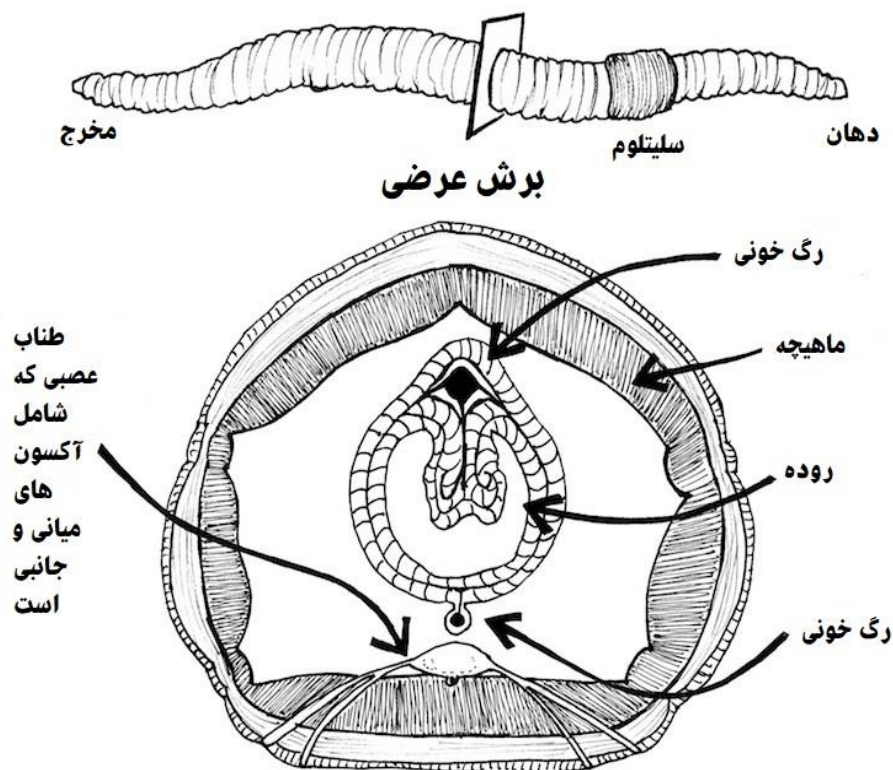


ماهيچه ي حلقوي

کرم فاکي داراي سه آکسون بلند است که در طول بدنش کشيده شده اند؛ يکي medial giant يا آکسون مياني و دو تا lateral giant يا آکسون جانبي.

آکسون مياني اطلاعاتي را از منطقه ي جلويي بدن (نزدیک به سلیتلوم) مطابق شکل دريافت و انتقال و آکسون هاي جانبي اطلاعات را از عقب بدن دريافت مي کنند و انتقال مي دهند.





آزمایش اسپایک گیری از کرم فاکلی:

مواد مورد نیاز: اسپایکرباکس، کرم فاکلی (نباید بگم که از کجا باید گیرش پیارید؟ در شتاش رو سوا کنید)، قفس فارادی، لب تاب یا موبایل، فط کش، یک تکه یونولیت، الکل، یک لیوان پلاستیکی

هدف: یادگیری اسپایک گیری از کرم فاکلی

- مرحله ۱ صفرم: در یک لیوان پلاستیکی ۱۰ میلی لیتر الکل و ۳۰ میلی لیتر آب بریزید و آن ها را به خوبی هم بزنید.

- مرحله ۲ یکم: کرم فاکلی را تمیز کرده و آن را به مدت ۳-۴ دقیقه درون مملول قرار دهید تا بیهوش شود. (پانور نباید به هنگام آزمایش تکان بفرود)

- مرحله ۳ دوم: کرم فاکلی را روی یونولیت قرار داده و دو (یکی بعد از سلیتوم و یکی در نزدیکی مخرج) الکتروود را در آن مطابق تصویر زیر (دو الکتروود انتهایی، به وسطیه کاری نداشته باشید) جای گذاری کنید.



شکل فوق مربوط به اسپایکر باکس دو کاناله هست شما میتوانید برای مشاهده اسپایک از اسپایکر باکس یک کاناله هم استفاده کنید (که در این صورت سیم قرمز رنگ را نخواهید داشت).

- مرحله ی سوم: حال اسپایکر باکس را به لب تاب یا موبایلتان متصل کرده و شروع به ریکورد کردن کنید و با یک جسم پلاستیکی ناهیه ی انتهای کرم را تحریک کنید تا اسپایک را مشاهده کنید.

تمرین ها:

۱) آزمایش اول را به طور کامل انجام دهید (تا مرحله ۵ اجباری و بقیه مراحل امتیازی است) و از تک تک مراحل گزارش تصویری تهیه کنید، یعنی از یکایک مراحل که الکتروودها در پای سوسک قرار دارند عکس بگیرید و نیز از ریکوردی که انجام دادید، در آن بخشی که نمودار اسپایک را مشاهده کردید، اسکرین شات بگیرید و از صدای اسپایک فیلم گرفته و همانطور که در فایل دستورالعمل گفته شده برای ما ارسال کنید.

توجه: در صورتی که سوسک پیدا نکردید آزمایش اسپایک کرم فاکی را انجام دهید و دقیقاً مطابق قسمت فوق گزارش را تهیه کنید.

۲) درباره ی synaptic plasticity حداقل در یک صفحه ی A4 تحقیق کنید.

آرام باشید!

محمد وهیدی اربابی

اگر سؤالی برایتان پیش آمد به آدرس های زیر پیام بدهید.

mohammadvahidiarbabi@gmail.com

m.ali.damavandi@gmail.com

تلگرام آقای وهیدی اربابی @mva_2000 Telegram:

پیوست‌ها:

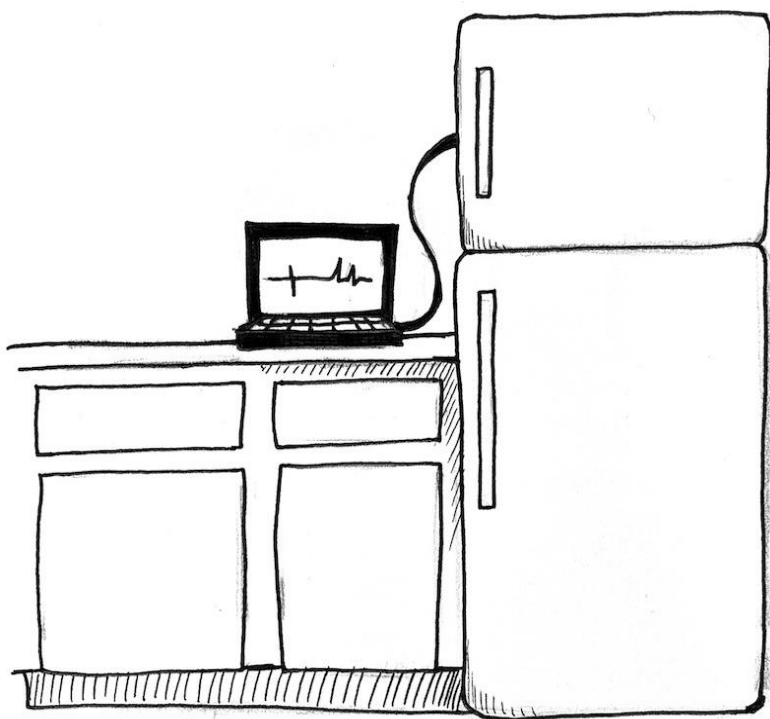
- آزمایش اثر دما بر اسپایک

مواد مورد نیاز: خواندن دوباره ی جزوه ی پتانسیل عمل، یک عدد سوسک، اسپایکرباکس، نرم افزار spike recorder، پارافین، تیغ، یفپال، شمع، دماسنج دیجیتال و جعبه ای که ۱۰ تا ۱۲ سانتی متر بلند تر از شمع باشد هدف: در این آزمایش قرار است که عکس العمل نورون ها را نسبت به افزایش یا کاهش دما و اثر آن بر کانال های یونی و ایجاد اسپایک بررسی کنیم.

بخش اول: بررسی اثر سرما

- مرحله ی صفرم تا چهارم آزمایش چهارم را دقیقا انجام دهید.

- مرحله ی پنجم: اسپایکرباکس خود را در فریزر یفپال فانتگی قرار دهید و مطمئن شوید که کابل موبایل یا لب تاب شما وقتی اسپایکرباکس داخل فریزر است، متصل است. هم چنین یک دماسنج دیجیتال را درون فریزر قرار داده و برای ۳-۱ دقیقه صبر کنید. (توجه: در فریزر نوین فراوان است، ترجیحا از قفس خاردای استفاده کنید).

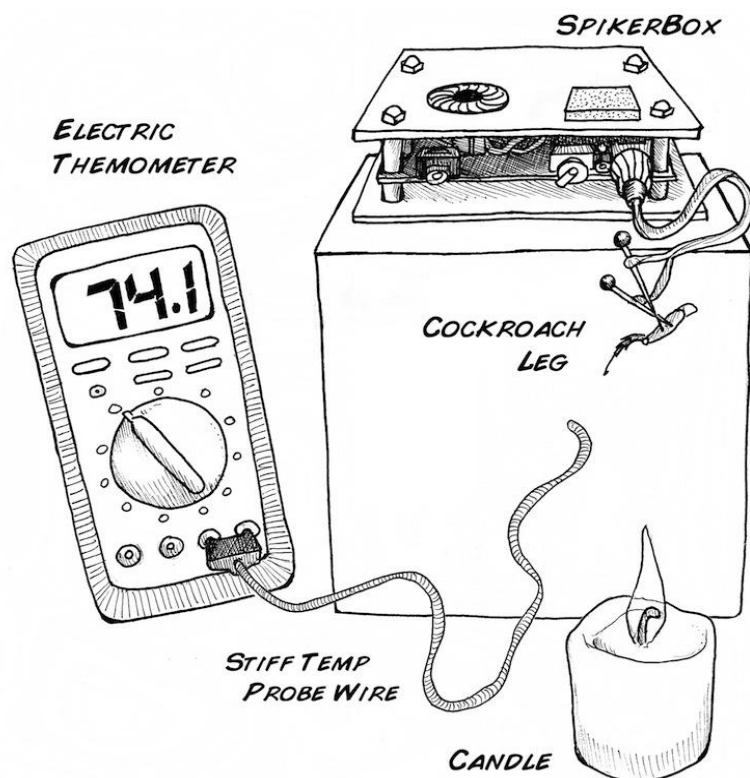


- مرحله ی ششم: از آن جایی که در دمایی معین، اسپایکی وجود ندارد؛ بعد از گذشت ۳-۱ دقیقه دماسنج دیجیتال را از فریزر در آورده و عدد آن را یادداشت کنید و از همان طور که اسپایکرباکس در فریزر است، دوباره سعی کنید که از آن اسپایک بگیرید و جواب را بنویسید.

- مرحله ی هفتم: حال اسپایکرباکس را بیرون آورید، چند دقیقه طول می کشد تا دوباره اسپایک برگردد؟ زمان آن را یادداشت کنید.

توجه: اگر از یخ استفاده کنید، پاسفی به دست نخواهید آورد!

بخش دوم: بررسی اثر گرما



- مرحله ی صفرم تا چهارم آزمایش چهارم را دقیقاً انجام دهید.

- مرحله ی پنجم: شمع، جعبه، اسپایکرباکس و دماسنج دیجیتال را مطابق شکل آماده کنید.

ارتفاع پای سوسک تا شمع حدود به ۱۰ تا ۱۲ سانتی متر باشد.

- مرحله ی ششم: آیا صدای اسپایک را می شنوید؟ نرم افزار ریکورد را فعال کرده و از ریکورد خود اسکرین شات بگیرید.

- مرحله ی هفتم: حال شمع را بردارید و منتظر بمانید که پای سوسک به دمای اتاق برسد و نرم افزار ریکورد را فعال کرده و از ریکورد خود اسکرین شات بگیرید.

	دمای سرما	دمای شمع
پای یک		
پای دو		
پای سه		
میانگین		

- مرحله ی نهم: با سه پای دیگر این آزمایش را انجام دهید و نتایجتان را مطابق جدول زیر کامل کنید.

زالو:

زالو از سالیان سال پیش تا به اکنون در طب سنتی کاربرد داشته است. طبق اسناد تاریخی هزار و پانصد سال پیش از میلاد مسیح، مصریان از این جانور برای درمان استفراغ می‌کردند. در متون کهن ایران نیز، از استفاده‌ی درمانی آن یاد شده است؛ برای مثال حکیم جریانی از زالو به عنوان داروی بیماری‌های پوستی یاد کرده است.

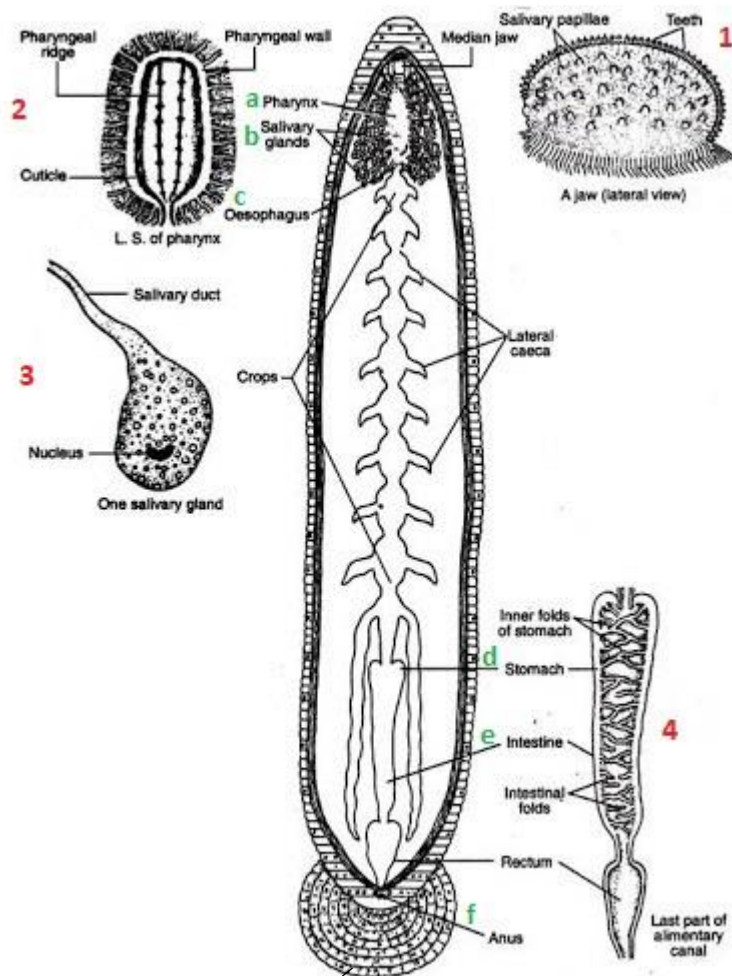


نقاشی بالا، قرن نوزدهم اروپا را نشان می‌دهد؛ ظرفی که حاوی مایع زرد رنگی (که احتمالاً آب است) است، ممل نکه داری زالو ها است و مرد طبیب در حال گذاشتن زالوها روی دست بانوی اشرافی است و در دست بانو، ظرفی از خون قرار

زالو نیز مانند کرم فاکلی نوعی از کرم‌ها و مفرد به ۴۵۰ گونه است و سیستم عصبی اش مشمول طناب عصبی شکمی و ۳۴ جفت گانگلیون است. شش جفت گانگلیون در ناحیه‌ی سری، ۲۱ جفت در طول طناب عصبی و هفت جفت در ناحیه‌ی انتهایی و مکنده‌ی خلفی قرار دارند.

طول زالو معمولاً به ۲۰ سانتی متر می‌رسد، بزرگترین گونه‌ی زالو، ساکن در آمازون، حدود به ۴۵ سانتی متر طول دارد.

زالوهایی که ساکن در آب هستند، از تفم ها و لاروها، کرم ها و از فون ماهی ها و دوزیستان تغذیه می کنند و انتهایی که فشکی زی هستند از فون پستانداران استفاده میکنند.

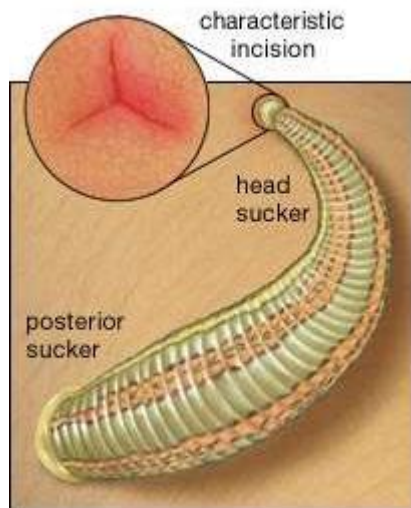


در شکل شماتیک مقابل، آناتومی کلی از زالو مشاهده میشود. در بخش ۱، قسمتی از دهان که اصطلاحاً در زالو به آن jaw یا تنگه میگویند و برای مکیدن فون تکامل یافته است، قرار دارد. در مکنده ها غده های بزاقی یا salivary gland که در بخش ۳ قابل مشاهده است، وجود دارند؛ این غده به مکیدن فون و هضم غذا کمک میکنند.

در بخش ۲، نمایی از حلق یا pharynx نشان داده شده است که در پی آن c، بخش مری دستگاه گوارش است.

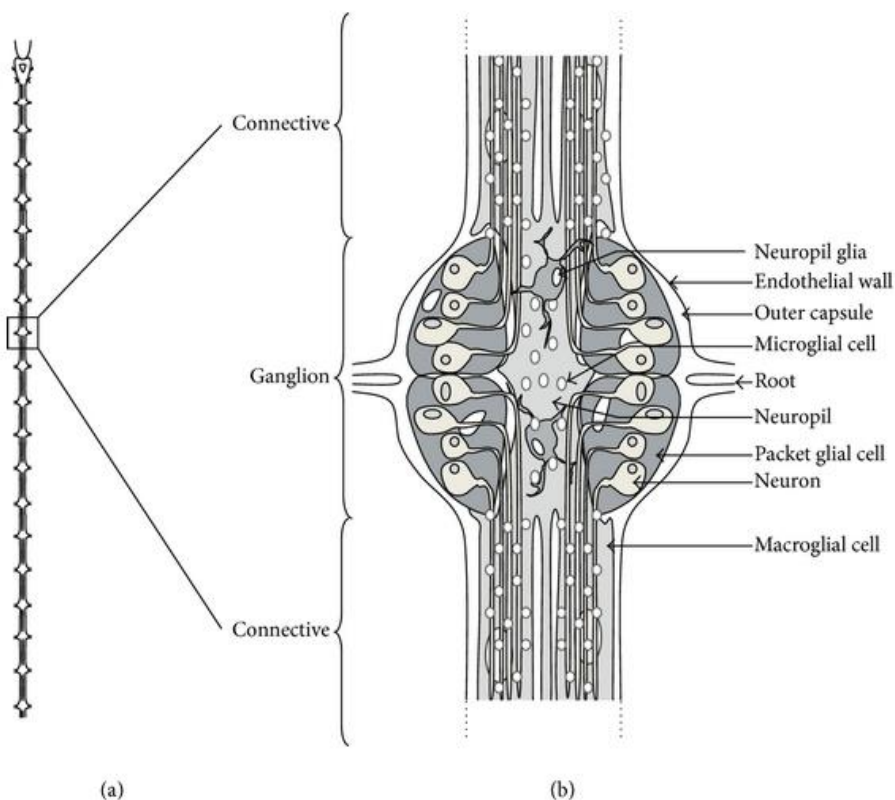
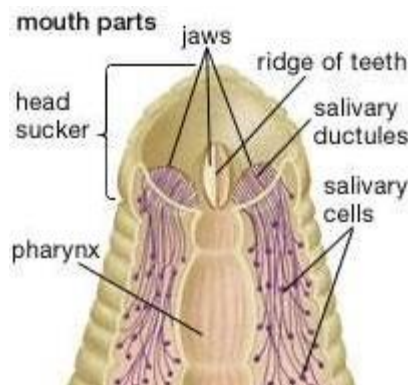
در بخش ۴، قسمت انتهایی دستگاه گوارش که در پی پینه دان های متعدد که در شکل crop نامیده شده اند، معلوم است؛ به ترتیب، e، d و f، معده، روده و مقعر هستند.

مکنده ی انتهایی



دو سافتار مکنده ای که در ناحیه ی انتهایی و سری زانو قرار دارند، مملی هستند برای مکیدن خون و از سه قطعه هم رأس با زاویه ی ۱۲۰ درجه شکل گرفته اند، به این سافتار همان طور که توضیح داده شد، تنگه یا jaw میگویند. (مطابق شکل مقابل)

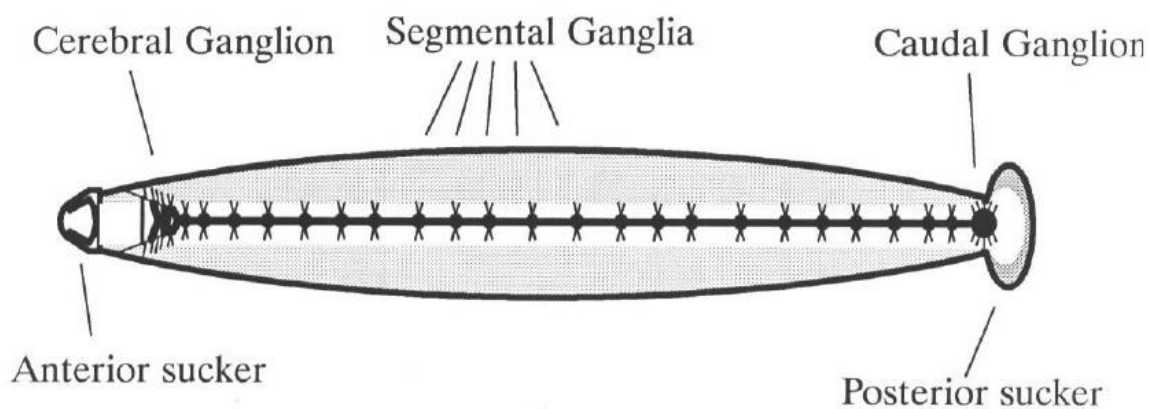
این دو اندام مکنده، Oral sucker و Caudal sucker، از تعدادی گره های عصبی، سلول های عضلانی و غدد بزاقی تشکیل شده است (مطابق شکل زیر) تا بتوانند خون میزبان را بمکند.



در شکل رو به رو، سافتار یک گانگلیون نشان داده شده است؛ گره های عصبی از بفش ریشه (root) با سایر نقاط بدن ارتباط برقرار میکنند. همان طور که مشاهده میکنید، یک گانگلیون از نورون ها، میکروگلیاها (نوعی از گلبول های

سفید که در بافت های قاصی ثابت مانده اند)، سلول های گلیا که ناهیه ی فاکستری شکل را فرا گرفته اند و کپسولی که اطراف گره را میپوشانند، تشکیل شده است.

شکل زیر نمایان گر کلی قرارگیری گانگلیون ها در یک زالو است.



توجه: در ارتباط با اسپایک در زالو می توانید در مقاله ای که در منبع شماره ۴ آمده بیشتر مطالعه کنید.

منابع:

- [1] The Laboratory Cockroach Experiments in cockroach anatomy, physiology and behavior / William J. Bell (auth.) / Springer Netherlands / 1981
 - [2] The Physiology of Earthworms / M. S. Laverack and G. A. Kerkut (Auth.) / Pergamon Press / 1963
 - [3] Construction of a Simple Suction Electrode for Extracellular Recording and Stimulation / Bruce R. Johnson, Stephen A. Hauptman and Robert H. Bonow / The Journal of Undergraduate Neuroscience Education / Fall 2007
 - [4] Representation of Touch Location by a Population of Leech Sensory Neurons / John E. Lewis, and William B. Kristan Jr. / Journal of Neurophysiology / 01 NOV 1998
-