

درسنامه (۴)

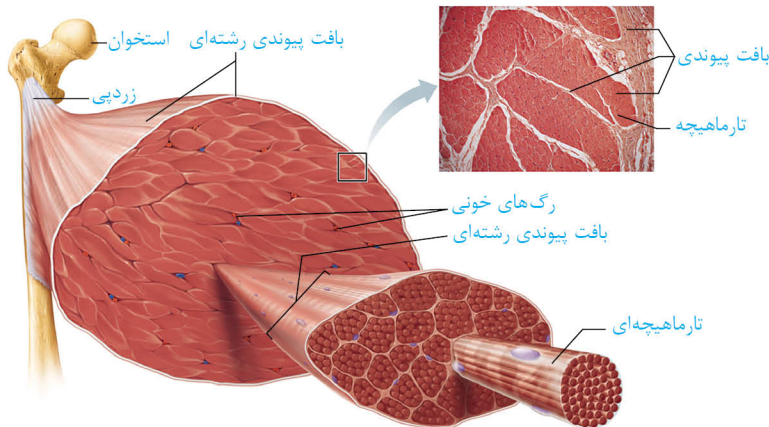
ساختار ماهیچه اسکلتی

واحد ساختاری ماهیچه‌های اسکلتی (در این جا منظور از واحد یعنی همان یاخته‌ها)، یاخته‌هایی دراز با قطر کم می‌باشند و برای همین به یاخته‌های ماهیچه‌های اسکلتی، تار ماهیچه‌ای هم گفته می‌شود. تارهای ماهیچه‌های اسکلتی اندازه‌های متفاوتی دارند (چون ماهیچه‌های اسکلتی سایزهای مختلفی دارند) و همانند یاخته‌های عصبی جزء درازترین یاخته‌های بدن می‌باشند.

**نکته مهم** در یاخته‌های دراز و نیز یاخته‌های کوچک نسبت سطح به حجم یاخته زیاد می‌باشد یعنی غشای این گونه یاخته‌ها در مقایسه با حجم شان بسیار زیاد است. پس در یاخته‌های عصبی و تارهای ماهیچه‌ای نسبت سطح به حجم یاخته بالاست.

حواستون باشه!

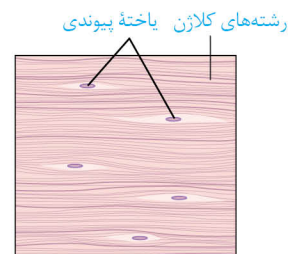
در یاخته‌های کوچک هم نسبت سطح به حجم بالاست مثل گویچه‌های قرمز و حتی پلاکت‌ها (که یاخته نیستند).



هر ماهیچه اسکلتی (مثلن ماهیچه دوسر بازو) از تعداد زیادی تار ماهیچه‌ای (یاخته ماهیچه‌ای) تشکیل شده است و برای اینکه این تارهای ماهیچه‌ای بخش و پلا نشوند، توسط غلاف‌هایی از جنس بافت پیوندی رشته‌ای محکم احاطه و به چندین دسته تار ماهیچه‌ای تقسیم شده‌اند. چجوری؟ دور هر چندتا تار ماهیچه‌ای رو یک غلاف از جنس بافت پیوندی رشته‌ای محکم احاطه کرده است. این بافت پیوندی حکم چسب رو داره. اگر هر دسته تار ماهیچه‌ای رو در حکم یک میل گرد و بافت پیوندی رشته‌ای رو در حکم سیمان بگیرید، مثل این می‌مونه که چند تا میل گرد رو

بذاری داخل سیمان تا به هم بچسبن. پس بچه‌ها هر تار ماهیچه‌ای معادل یک یاخته ماهیچه‌ای و هر دسته تار ماهیچه‌ای معادل چندین یاخته ماهیچه‌ای هستش. این غلاف‌های پیوندی در انتهاهای ماهیچه به هم دیگه ملحق میشن که نتیجه اون تشکیل یک نوار و یا طناب محکم از جنس بافت پیوندی رشته‌ای هستش. به این ساختار تشکیل شده می‌گویند زردپی! این ساختارها مستقیم به استخوان‌ها، غضروف‌ها و یا بافت‌های دیگر وصل می‌شوند. در نتیجه ماهیچه به طور غیرمستقیم با استخوان‌ها و یا غضروف‌های خاصی در ارتباط است. در این صورت وقتی ماهیچه منقبض می‌شود، نیرویی که ایجاد می‌کند از طریق همین زردپی‌ها به استخوان و یا غضروف منتقل می‌شود که نتیجه آن به حرکت در آمدن این اندام‌ها است. نحوه اتصال ماهیچه به استخوان طوری است که معمولن با تغییر کوتاهی در طول ماهیچه، استخوان فاصله زیادی جابه جا می‌شود. مثلن با کوتاه شدن حدود ۱ سانتی‌متر ماهیچه جلوی بازو (دو سر بازو) ساعد دست فاصله زیادی (چندین سانتی‌متر) حرکت می‌کند.

**نکته مهم** بیشتر ماهیچه‌های اسکلتی متصل به استخوان، حداقل ۲ تا ۳ زردپی دارند. برخی از ماهیچه‌ها بیش از دو تا زردپی دارند. مثلن ماهیچه‌های ۶ سر ران و ۳ سر بازو بیش از دو تا زردپی دارند. ماهیچه‌های اسکلتی داریم که فقط یک انتهای آن‌ها زردپی داره! اله گفتی کی؟ زبان! شکل کتاب درسی رو خوب نگاه کن.

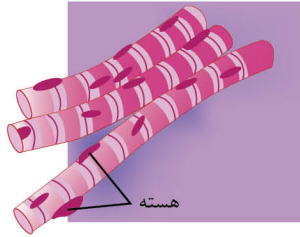


**نکته مهم** جنس بافت پیوندی که تارهای ماهیچه‌ای و کل ماهیچه را غلاف می‌کند از نوع بافت پیوندی رشته‌ای محکم می‌باشد. زردپی هم همینطور! در کتاب دهم خواندید که در این نوع بافت، تعداد یاخته‌ها بسیار کم است، دوکی شکل بوده و از هم فاصله زیادی دارند. ماده زمینه‌ای کمی دارد و در عوض پر است از کلاژن‌ها که به صورت موازی هم و منظم قرار گرفته‌اند.

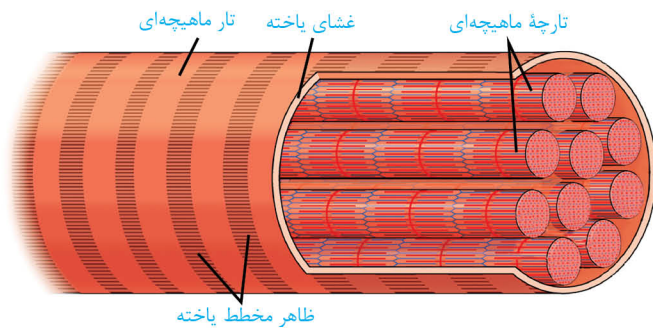
**نکته مهم** همونطور که در شکل کتاب درسی می‌بینید بین دسته‌های تارهای ماهیچه‌ای رگ‌های خونی و لنفی حضور دارن که شامل سرخرگ، سیاهرگ و رگ لنفی است. بین تارهای ماهیچه‌ای هم بافت پیوندی حضور دارد.

ساختار تار ماهیچه‌ای

همونطور که تو صحبت‌های قبلم اشاره کردم، همه ماهیچه‌های بدن (صاف، قلبی و اسکلتی) قابلیت انقباض دارند و این توانایی رو مدیون وجود پروتئین‌های خاصی تحت عنوان پروتئین‌های انقباضی درون یاخته‌هاشون هستند. دو نوع از پروتئین‌های انقباضی مهم که در کتاب درسی به آنها



اشاره شده است، میوزین و اکتین می‌باشد. میوزین‌ها رشته‌های پروتئینی ضخیم و اکتین‌ها رشته‌های پروتئینی نازک می‌باشند. تارهای ماهیچه اسکلتی به صورت استوانه‌ای شکل هستند و هر یاخته برخلاف سایر یاخته‌های بدن، درون خودش چندین هسته دارد. داستان چندین هسته داشتن این یاخته‌ها بر می‌گردد به اون قدیم ندیما! اون موقع‌ها که ما تو شیکم ننه‌مون بودیم یعنی در دوران جنینی (و نه نوزادی!)، یاخته‌های ماهیچه‌ای اسکلتی که تک‌هسته‌ای هستند، تصمیم می‌گیرن با هم رفیق بشن. واسه همین به هم دیگه ملحق میشن و در نتیجه همه محتویات شون با هم دیگه قاطی میشه که نتیجه‌ش به وجود آمدن یک تار ماهیچه‌ای بزرگ از ادغام چندین یاخته ماهیچه‌ای هستش که این تار ماهیچه‌ای درون خودش چندین عدد هسته دارد. داخل هر



تار ماهیچه‌ای تعداد زیادی رشته‌های پروتئینی وجود دارد که در واقع همان رشته‌های پروتئینی اکتین و میوزین هستند. این رشته‌های پروتئینی طی یک نظم خاصی در چندین دسته قرار گرفته‌اند که به هر دسته پروتئینی، یک تارچه ماهیچه‌ای گفته می‌شود. پس درون یک تار (یاخته) ماهیچه‌ای، تعداد زیادی تارچه‌های ماهیچه‌ای وجود دارند که موازی هم دیگر در طول یاخته قرار گرفته‌اند و از این سر یاخته تا آن سر یاخته کشیده شده‌اند و شامل پروتئین‌های انقباضی مختلف از جمله اکتین و میوزین می‌باشند. دقت داشته باشید فقط اکتین و میوزین نیستا! بخش عمده‌ش اکتین و میوزینه!

**نکته مهم** همونطور که تو شکل کتاب درسی مشخصه، بخش عمده حجم تار ماهیچه‌ای رو تارچه‌های ماهیچه‌ای اشغال کردن برای همین هسته‌های تار به گوشه رانده شده‌اند.

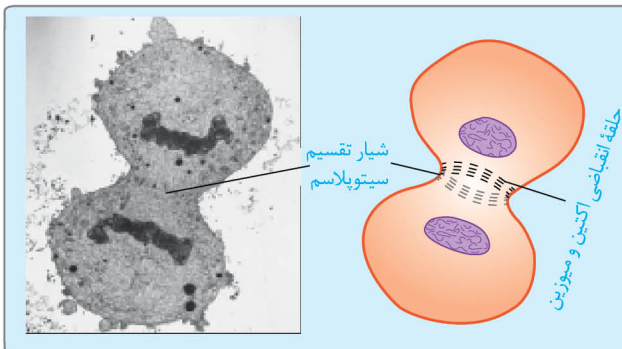
**نکته مهم** درون تار ماهیچه‌ای علاوه بر تارچه‌ها و هسته‌ها، اندامک‌های دیگر مورد نیاز یاخته مثل شبکه آندوپلاسمی، راکیزه‌ها، کافنده‌ترن و غیره وجود دارند. حتی رانترن‌ها هم حضور دارند.

**نکته مهم** کلن یک قانونی وجود دارد که می‌گوید هر که بامش بیش، برفش بیش! تارهای ماهیچه‌ای چون داخل خود شون مقدار زیادی پروتئین دارند (تارچه‌ها)، بنابراین فعالیت‌های مربوط به پروتئین‌سازی و ابزارهای لازم برای این کار در این یاخته‌ها فراوان است. مثلن آنزیم‌های رناسیاز که کارشان رونویسی است (اولین قدم برای پروتئین‌سازی) در این یاخته‌ها خیلی فعال هستند. همچنین تعداد رانترن‌ها (ریبوزوم‌ها) در این یاخته‌ها خیلی زیاد است. ریبوزوم‌ها کارخانه‌های پروتئین‌سازی هستند. تعداد راکیزه‌ها هم در این یاخته‌ها زیاد چون یاخته‌ها انرژی زیستی خودشان را درون این اندامک‌ها می‌سازند.

**نکته مهم** دلیل مخطط دیده شدن تارهای ماهیچه‌ای اسکلتی وجود دو نوع رشته پروتئینی میوزین و اکتین و نحوه آرایش آن‌ها است که این دو قطرهای متفاوتی نسبت به هم دارند (میوزین ضخیمه اما اکتین نازک).

**نکته مهم** توجه داشته باشید که اکتین و میوزین فقط مختص یاخته‌های ماهیچه‌ای نیست بلکه در بیشتر یاخته‌های بدن این پروتئین‌ها را می‌توان یافت. اصلن اکتین و میوزین به پروتئین‌های انقباضی معروف‌اند که در جاهای مختلفی کاربرد دارند. مثلن در فصل چهار کتاب دهم می‌خوانید که کیده‌ها (پلاکت‌ها) به کمک اکتین و میوزین درون خود دچار انقباض می‌شوند که نتیجه آن انقباض و جمع شدن لخته می‌باشد.

## جواب سئو باشه !!



در فصل ۶ کتاب یازدهم خواهید خواند که در یاخته‌های جانوری عمل سیتوکینز (دو نیم شدن یاخته) با ایجاد فرورفتگی شروع می‌شود. این فرورفتگی حاصل انقباض حلقه‌ای از جنس اکتین و میوزین می‌باشد که مثل به کمربند تو سیتوپلاسم قرار می‌گیره و به غشای یاخته متصل هستش. این حلقه‌ها تنگ میشه‌ها تنگ میشه تا اینکه یاخته به دو قسمت تقسیم میشه.

**نکته مهم** گفتیم که تارهای ماهیچه اسکلتی چندین هسته دارند. داخل هسته چیا هست؟ هر انسان سالم و بالغ درون هسته خودش ۶ تا ۷ کروموزوم دارد (۴۶ تا غیرجنسی و ۲ تا جنسی) که در مردها یکی از این کروموزوم ها از نوع کروموزوم مردانه یا همان Y بوده و دیگری از نوع X است. در خانم ها هم هر دو کروموزوم جنسی از نوع X هستند. بیشتر یاخته های بدن ما یرونه هسته دارند پس بیشتر یاخته های بدن ۶ تا کروموزوم دارند و کلن دو تا کروموزوم جنسی! اما اون یاخته هایی که چندین هسته دارند به تعداد هسته هاشون ضرب در عدد ۶ کروموزوم دارند! پس در این یاخته ها بیش از دو عدد کروموزوم جنسی وجود دارد!

## حواستون باشه

در بدن یک فرد مذکر می توان یاخته ای یافت که بیش از یک عدد کروموزوم X داشته باشد! بله! مثالش همین تارهای ماهیچه اسکلتی! خوب بگو ببینم در فرد مذکر می توان یاخته ای را یافت که درون هسته خود بیش از یک عدد کروموزوم X داشته باشد؟ خیر! فرق دو تا جمله رو متوجه شدی؟

**نکته مهم** یاخته هایی که بیش از یک هسته دارند در کتاب درسی به آن ها اشاره شده است شامل موارد زیر می باشد:

- تارهای ماهیچه اسکلتی (چند هسته ای)
- برخی از یاخته های ماهیچه قلبی (دو هسته ای)
- یاخته دو هسته ای در نخاندانگان

## حواستون باشه

دقت داشته باشید که **نوتروفیل ها، ائوزینوفیل ها و بازوفیل ها تک هسته ای هستند و هسته نوتروفیل چند قسمتی و دوتای دیگه دارای دو قسمتی هستند.**

**نکته مهم** کوپچه های قرمز و پلاکت ها فاقد هسته هستند.

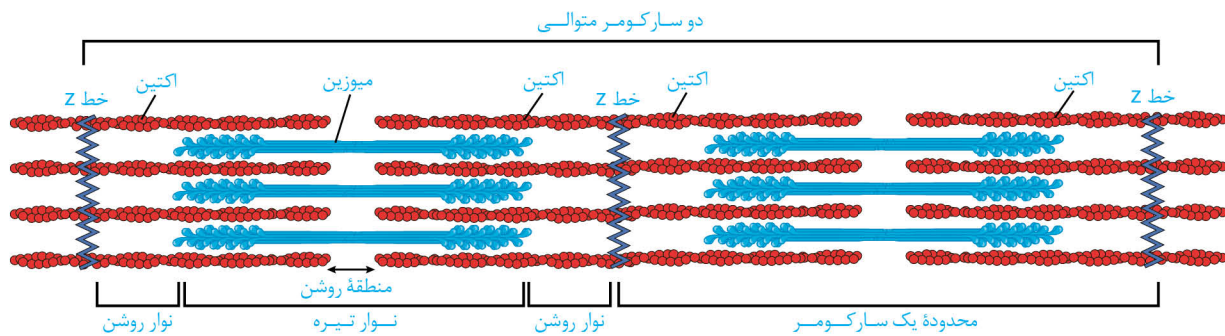
## ساختار تارچه ماهیچه ای

گفتیم که هر تارچه ماهیچه ای از اجتماع تعدادی از رشته های پروتئینی مختلف از جمله اکتین و میوزین حاصل شده است. بچه ها این پروتئین ها به گونه ای در تارچه آرایش پیدا کرده اند که باعث به وجود آمدن **بخش هایی قابل تفکیک** از هم شده اند. به هر کدام از این بخش های قابل تفکیک از هم می گویند **سارکومر**. در واقع هر تارچه ماهیچه ای عبارت است از **تعداد زیادی سارکومر که پشت سر هم ردیف شده اند**. به چیزی تو مایه های واگن های قطار! خوب سارکومر ساختارش چجوریه؟ با من همراه باشید.

**نکته مهم** تارچه ها با غشای یاخته در تماس نیستند. همچنین هسته ها و اندامک ها درون تارچه قرار ندارند بلکه بیرون از آن ها واقع شده اند.

## ساختار سارکومر

هر سارکومر از **انواعی از پروتئین ها** تشکیل شده است. در **دو انتهای** هر سارکومر پروتئین هایی حضور دارند که به صورت **زیگزاگی** شکل آرایش یافته اند و وقتی زیر میکروسکوپ الکترونی سارکومر را بررسی می کنیم، می بینیم که دو انتهای هر سارکومر به صورت خط های زیگزاگی شکل است. به این بخش ها می گویند خطوط Z که مخفف ZIGZAGI هستند. پس هر سارکومر دارای **دو خط Z** است. به پروتئین های خطوط Z، رشته های پروتئینی **اکتین** که نازک می باشند، متصل شده اند. به این صورت که هر پروتئین اکتین از یک طرف به خط Z متصل و انتهای دیگرش آزاد است. به سری اکتین به خط Z سمت راست و به سری دیگه هم به خط Z سمت چپ وصل هستند. انتهای آزادشون هم تا **وسطی سارکومر** کشیده شده است. دیگه چیا داریم تو سارکومر؟ بچه ها درون هر سارکومر تعدادی پروتئین **میوزین** داریم که درست در **وسط** سارکومر واقع شده اند. در شکل کتاب درسی جوری نشون داده شده که این پروتئین ها انگار به جایی وصل نیستند اما حقیقت امر اینه که میوزین ها از طریق یک سری پروتئین های نازک به خطوط Z اونم از هر دو طرف وصل هستند و در کتاب شما نشان داده نشده است و صرفن برای تنویر افکار عمومی این مطلب گفته شد. آره داداش! یعنی یک پروتئین میوزین هم از این سرش و هم از اون سرش به پروتئین های تشکیل دهنده خط Z متصل شده است. اگه این پروتئین ها به خطوط Z وصل نبودند پس چجوری وسط سارکومر معلق موندن؟ همه شون می ریختن کف سارکومر که! پس بچه ها **اکتین ها فقط از یک انتها و میوزین ها از هر دو سر خود به خطوط Z متصل شده اند**. تعداد پروتئین های اکتین از پروتئین های میوزین بیشتر است و میوزین ها لا به لای اکتین ها قرار گرفته اند. پس بچه ها تعریف سارکومر اینجوری میشه: به منطقه ای از تارچه ای که **بین دو خط Z متوالی** قرار گرفته است و درون خود علاوه بر پروتئین های شرکت کننده در این خطوط، حاوی اکتین ها و میوزین ها می باشد.



**نکته مهم** آگه ازتون بیرسن جنس سارکومر از چیه چی می‌کید؟ می‌کید از جنس پروتئین هستش. داخل پروتئین چی داریم؟ آمینواسید. در واقع آمینواسیدها واحدهای سازنده پروتئین‌ها هستند. داخل سارکومر چیاندر داریم؟ کربوهیدرات، لیپید و نوکلئیک اسید نمی‌توان یافت. کلسترول و این چیزها هم نداریم.

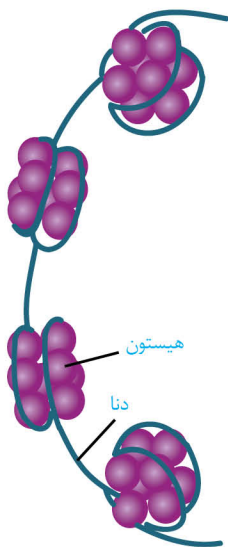
## حواستون باشه!

دقت داشته باشید تارچه خودس از چندین سارکومر تشکیل شده پس تارچه هم فقط از جنس پروتئینه. راستی آگه طراح بگه در خارجی‌ترین بخش تار ماهیچه‌ای چه چیزهایی می‌توان یافت چی می‌گید؟ خب خارجی‌ترین بخش تار ماهیچه‌ای میشه غشای یاخته‌ای! داخل غشا به مقدار زیادی فسفولیپید، همچنین کلسترول، پروتئین و کربوهیدرات می‌توان یافت. قندهای اون هم ۶ ضلعی هستند و یک سری هاشون منشعب‌اند. خارجی‌ترین بخش تارچه از جنس چیه؟ کلن پروتئینه.

**نکته مهم** چند نوع مونومر می‌توان در تارچه یافت؟ گفتیم تارچه از جنس پروتئینه و در فصل اول دوازدهم خواهید خواند که حد اکثر ۲۰ نوع آمینواسید در ساختار پروتئین‌ها به کار میره. پس حد اکثر ۲۰ نوع مونومر در تارچه می‌توان یافت.

## حواستون باشه!

در خارجی‌ترین بخش تار ماهیچه‌ای چی؟ بیش از ۲۰ نوع! چرا؟ چون هم پروتئین داره هم لیپید داره و هم کربوهیدرات!

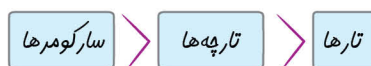


**نکته مهم** با توجه به شکل کتاب درسی می‌بینیم که اکتین‌ها هر کدام از دو تارشته پروتئینی تشکیل شده‌اند! این دو رشته بصورت مارپیچی دور هم پیچیده‌اند (چیزی شبیه به مولکول DNA) همچنین پروتئین‌های سازنده این رشته‌ها از نوع پروتئین‌های کروی می‌باشند! (همانند پروتئین‌های هیستون که دنا به دور آن‌ها می‌پیچد تا فشرده شود!)

**نکته مهم** طبق شکل می‌بینیم که هر پروتئین میوزین از تعداد زیادی مولکول میوزین تشکیل شده است. هر مولکول میوزین خودش از دو رشته پروتئینی که انتهای هر رشته یک بخش متورم و قلمبه دارد، تشکیل شده است. با کنار هم قرار گرفتن این دو رشته آن‌ها به صورت مارپیچی، دم مولکول میوزین و با کنار هم قرار گرفتن بخش‌های حجیم، سر مولکول میوزین تشکیل می‌شود. از کنار هم قرار گرفتن چندین مولکول میوزین، یک پروتئین میوزین ایجاد می‌شود. قسمت سر میوزین خاصیت انرژی دارد و می‌تواند مولکول ATP را آبکافت کرده و به ADP و فسفر تبدیل کند. این قسمت توانایی اتصال به بخش‌هایی از اکتین‌ها را دارد.



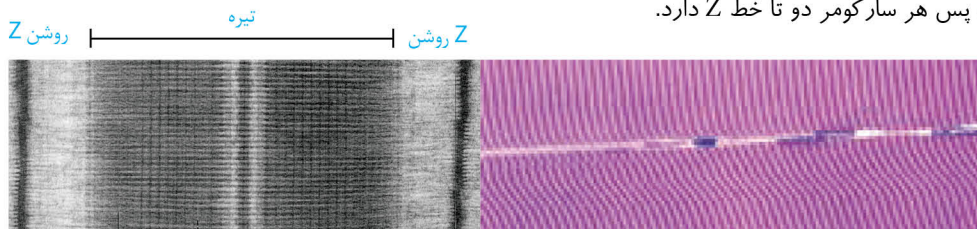
**نکته مهم** اگر بخواهیم از نظر تعداد، تعداد تار، تارچه و سارکومر رو در یک ماهیچه اسکلتی مقایسه کنیم این مدل همیشه:



**نکته مهم** طبق شکل می‌بینیم که وسط هر میوزین از چندین مولکول میوزین تشکیل شده است. هر میوزین چند سر دارد که این سرها در مرکز یافت نمی‌شوند و وسط میوزین فقط از دم مولکول‌های میوزین تشکیل شده است. وسط میوزین نسبت به کناره‌های آن قطر کم‌تری دارد. وقتی که سارکومر در حالت استراحت را زیر میکروسکوپ الکترونی بررسی می‌کنیم یک سری نواحی تیره و روشن و نیز خطوط تیره می‌بینیم. قبل از

اینکه بخوام در رابطه با این صحبت کنم یک موضوعی رو باید بگم. رفا هر جایی از سارکومر که هم پروتئین‌های میوزین و هم پروتئین‌های اکتین حضور داشته باشند، در زیر میکروسکوپ الکترونی آن قسمت تیره دیده می‌شود. اما در جاهایی که فقط اکتین‌ها و یا فقط میوزین‌ها دیده شوند آن قسمت به صورت ناحیه روشن دیده خواهد شد. خب حتمن می‌پرسید علتش چیه؟ هر چقدر تراکم پروتئین‌ها در یک ناحیه بالا باشد، نوری که از دستگاه میکروسکوپ الکترونی به نمونه می‌تابد، به خوبی نمی‌تواند از آن ناحیه (دارای پروتئین‌های زیاد) عبور کند در نتیجه وقتی زیر میکروسکوپ نگاه می‌کنیم این قسمت‌ها رو تیره می‌بینیم. ولی اگر تراکم پروتئین‌ها در اون منطقه کم باشه نور به خوبی می‌تونه از اون قسمت‌ها رد بشه و در نتیجه اون ناحیه روشن دیده خواهد شد.

وقتی در زیر میکروسکوپ الکترونی به ساختار سارکومر نگاه می‌کنیم می‌بینیم که در هر سارکومر دو تا خط تیره مرز آن را با سارکومرهای مجاورش (چپ و راست) مشخص کرده است. این خطوط تیره را خطوط Z می‌نامند. علت نام‌گذاری این خط به نام خط Z این است که به صورت زیگزاگی دیده می‌شود. حالا چرا تیره دیده میشن؟ چون تراکم پروتئین‌های این مناطق بالاس و نور به خوبی نمی‌تواند از آن عبور کند و برای همین تیره دیده می‌شوند. پس هر سارکومر دو تا خط Z دارد.



(ب) ظاهر سارکومر در زیر میکروسکوپ الکترونی

(الف) ظاهر مخطط یاخته ماهیچه‌ای

در فاصله بین این دو تا خط، بخش‌های تیره و روشن دیده می‌شود به این صورت که از یک خط Z تا سر پروتئین‌های میوزین (یعنی اواسط پروتئین‌های اکتین) نزدیک به خود، به صورت نوار روشن دیده می‌شود. در واقع در این ناحیه فقط پروتئین‌های اکتین را می‌بینیم و خبری از پروتئین‌های میوزین نیست برای همین روشن دیده می‌شود. به این نواحی می‌گویند نوارهای روشن! خب حالا چرا روشن دیده میشن؟ چون تراکم پروتئین‌های این منطقه پایینه و نور به خوبی می‌تونه از این نواحی عبور کنه و به چشم ما برسه.

**نکته مهم** هر سارکومر دو تا نوار روشن دارد. هر نوار روشن از یک خط Z تا سر میوزین‌های نزدیک به خود می‌باشد.

**نکته مهم** در نوارهای روشن فقط پروتئین‌های اکتین (نازک) را داریم و خبری از پروتئین‌های میوزین (ضخیم) نیست.

با توجه به شکل می‌بینیم که ما بین این دو نوار روشن، یک نوار تیره وجود دارد که بخش زیادی از سارکومر را به خودش اختصاص داده است. این نوار تیره دقیقن از کجا تا کجا میشه؟ اگر شکل رو خوب نگاه کنید می‌بینید که درست از این سر میوزین‌ها تا انتهای دیگه‌شون تیره رنگ دیده می‌شود. خب حالا چرا تیره دیده میشه؟ چون در این ناحیه تراکم پروتئین‌ها بالاست و نور به خوبی نمی‌تونه عبور کنه.

**نکته مهم** هر سارکومر در ساختار خودش یک نوار تیره دارد. در نوار تیره هم پروتئین‌های اکتین (نازک) و هم پروتئین‌های میوزین (ضخیم) حضور دارند. همچنین موضوع باعث بالا رفتن تراکم پروتئین‌های این ناحیه از سارکومر شده است.

بچه‌ها اگه یه کوچولو چشاتون رو جمع کنید و به شکل کتاب درسی نگاه کنید، می‌بینید که در وسط نوار تیره یک بخش کوچکی روشن است! یعنی ناحیه‌ای روشن در دل نوار تیره قرار گرفته است! خب چرا این قسمت کوچولو روشن دیده میشه؟ به این دلیل که در آن ناحیه محدود فقط و فقط پروتئین‌های میوزین وجود دارد و اکتین‌ها حضور ندارند در نتیجه در این ناحیه تراکم پروتئین‌ها بالا نیست و روشن دیده می‌شود (صرفن بیهت اطلاع: به این ناحیه روشن می‌گویند صفحه هسن). در واقع این منطقه روشن از نوک آزاد اکتین‌های یک طرف تا نوک آزاد اکتین‌های طرف مقابل هستش. حالا اگر کمی بیشتر به شکل دقت کنید می‌بینید که در دل این منطقه روشن یک خط تیره وجود دارد که باعث دو قسمتی شدن این منطقه روشن شده است. خب چرا؟ چون تراکم پروتئین‌های این قسمت بالاست. شاید بگید خب مگه این قسمت فقط میوزین نداره؟ بچه‌ها تو شکل شما یه چیزی رو نشون نداده! حقیقت امر اینه در وسط سارکومر در جایی که فقط پروتئین‌های میوزین حضور دارند، پروتئین‌های خاصی مثل یک سیم مفتول پروتئین‌های میوزین را به هم می‌بافند (درست در وسط‌شون!) تا آن‌ها در جای خود تثبیت شوند و از آنجایی که در این محل پروتئین‌ها تراکم بالایی دارند (چون هم میوزین داره و هم اون پروتئین‌های خاص رو) بنابراین نور نمی‌تواند از این قسمت‌ها به خوبی عبور کند و برای همین به صورت یک خط تیره دیده می‌شود (صرفن بیهت اطلاع: به این خط تیره می‌گویند خط M)

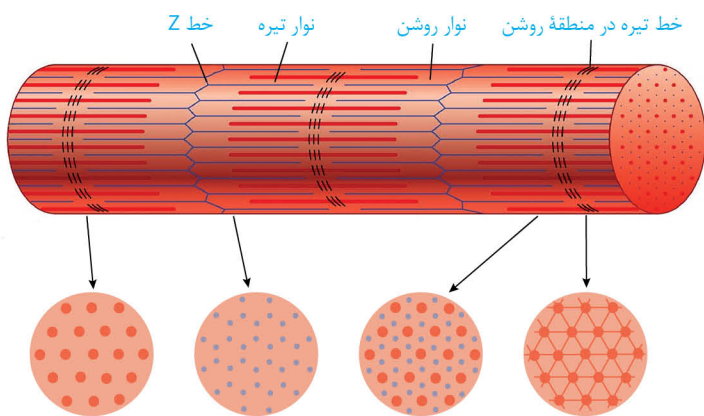
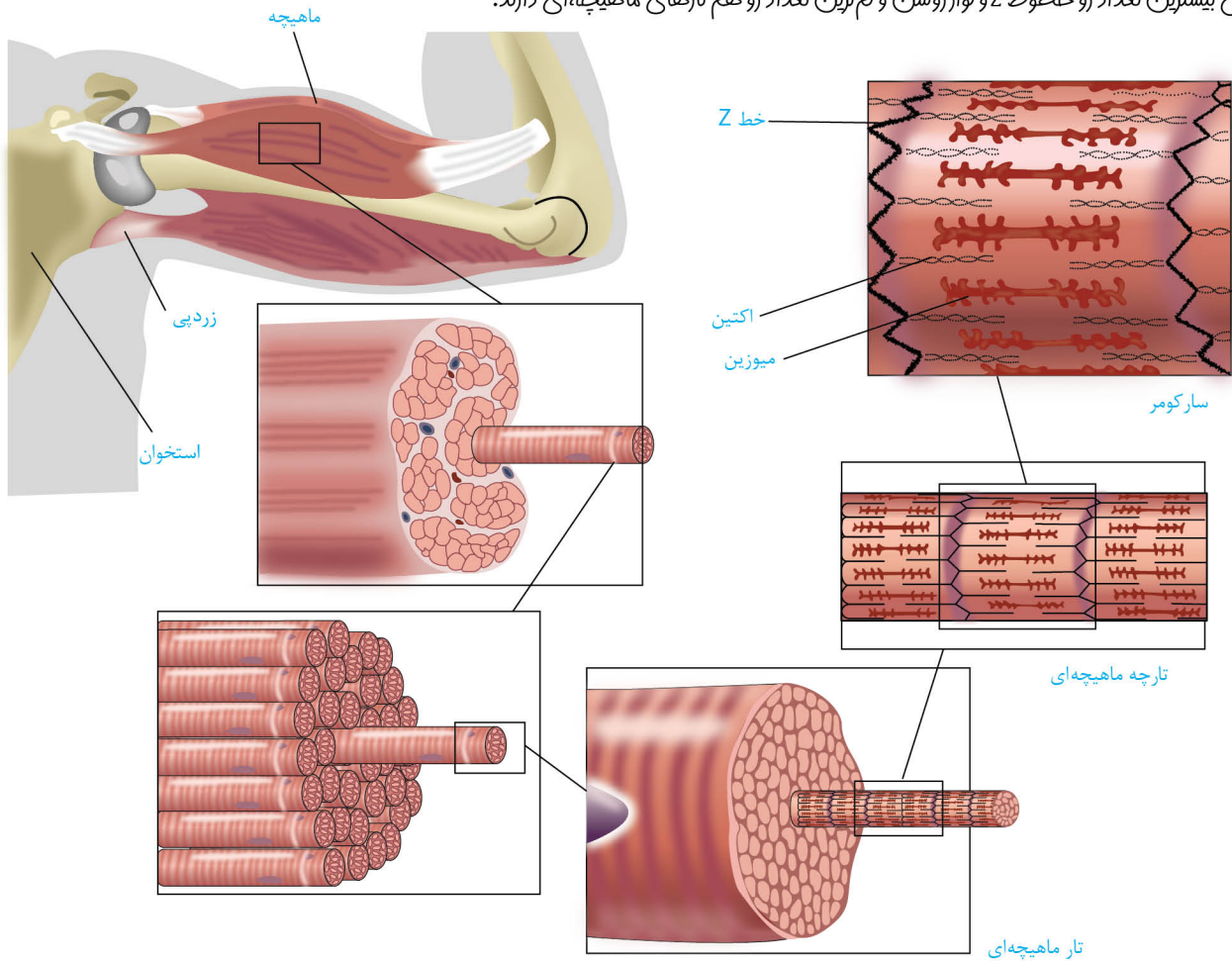
**نکته مهم** پس هر سارکومر در دل نوار تیره خود یک منطقه روشن دارد که این منطقه روشن توسط یک خط تیره به دو بخش تقسیم شده است.

**نتیجه‌گیری مهم:** هر سارکومر دارای دو تا خط Z است که در بین این دو خط Z دو تا نوار روشن در کناره‌ها و یک نوار تیره در وسط سارکومر وجود دارد. در دل این نوار تیره هم یک منطقه روشن حضور دارد که در دل آن یک خط تیره واقع شده و آن را به دو بخش مساوی تقسیم کرده است (اوقفف چه دل تو دلی شد!)

**نکته مهم** اگر بخواهیم در یک ماهیچه از نظر تعداد، بخش‌های مختلف را با هم مقایسه کنیم به نمودار صفحه بعد دقت کنید:

تارها > تارچه‌ها > سارکومرها = نوار تیره = فط تیره = منطقه روشن = فطوط Z = نوار روشن

پس بیشترین تعداد رو خطوط Z و نوار روشن و کمترین تعداد رو هم تارهای ماهیچه‌ای دارند.



**نکته مهم** می‌خواهم به نکته خفن و در حد بندسلیکا بگم که کلی کیف کنی! اگر از مقطع عرضی به تارچه‌ها نگاه کنید یک سری دونه‌هایی را می‌بینید که به سرهای هاشون درشت و قیل قلی هستند و به سرهای هاشون هم ریز و کوکولی! در واقع این منظره بیانگر مقطع پروتئین‌های سارکومر می‌باشد که دونه‌های درشت مربوط به پروتئین‌های ضخیم (میوزین‌ها) و دونه‌های کوچک مربوط به پروتئین‌های اکتین (نازک) می‌باشد.

**سوال:** بگو ببینم در مقطع عرضی نوارهای روشن سارکومر چه منظره‌ای رو می‌بینیم؟

**جواب:** بچه‌ها تو نوارهای روشن گفتیم که فقط

پروتئین‌های اکتین حضور دارند و ما چیزی از میوزین‌ها نمی‌بینیم. پس اگه از این نواحی سارکومر برش تهیه کنیم فقط دونه‌های ریز رو می‌بینیم. چرا ریز؟ چون پروتئین‌های اکتین نازک هستند و مقطع‌شون ریزه!

**سوال:** خب حالا بگو ببینم اگه این کار رو در نوار تیره انجام بدیم انتظار دیدن چه منظره‌ای رو داری؟

**جواب:** همانطور که گفتیم در نوار تیره ما هم میوزین داریم و هم اکتین! پس اگر این ناحیه را برش بزنیم هم دونه‌های ریز می‌بینیم و هم دونه‌های درشت!

## حواسخون باشه

رفقا دقت داشته باشید که ما تو دل نوار تیره به منطقه روشن داریم و فقط حاوی پروتئین‌های میوزین (ضخیم) هستش و از اکتین‌ها (نازک‌ها) خبری نیست. پس آگه از اینجا برش تهیه کنیم فقط دون دون‌های درشت رو می‌بینیم.

**نکته مهم** پس بچه‌ها با تهیه برش عرضی از مقطع سارکومر در ..... خواهیم دید.

- نوار روشن، فقط دون دون‌های ریز
- نوار تیره، هم دون دون‌های ریز و هم دون دون‌های درشت
- منطقه روشن موجود در نوار تیره، دون دون‌های درشت

## حواسخون باشه

بچه‌ها چیزهایی که در رابطه با سارکومر گفتم همگی برای زمانیه که سارکومر در حال استراحت باشه و انقباض نداشته باشه.

**نکته مهم** بچه‌ها کلن سارکومر و چیزایی که لگم رو فقط در ماهیچه‌های اسکلتی می‌بینیم و در ماهیچه‌های صاف چیزی به اسم سارکومر نداریم هرچند پروتئین‌های انقباضی رو داریم. خب ماهیچه‌های صاف رو کجاها داریم؟ ماهیچه‌های پایین همگی از نوع صاف‌اند:

- ماهیچه‌های موجود در عنقیه چشم
- ماهیچه‌های جدار اندام رحم و لوله‌های فالوپ در خانم‌ها
- ماهیچه‌های جدار لوله‌های مری، معده، روده باریک و روده بزرگ و بخش اعظم راس روده
- ماهیچه‌های جدار لوله‌های میزنای (منشعب شده از کلیه‌ها)، لوله‌های اسپرم‌بر و بخش اعظم لوله میزراه
- ماهیچه‌های جدار دریچه‌های ابتدایی و انتهایی معده (به دریچه انتهایی میگویند پیلور)
- ماهیچه‌های جدار رگ‌ها (سرخرگ‌ها، سیاهرگ‌ها، رگ‌های لنفی)
- ماهیچه‌های ابتدای مویزک‌ها
- بنداره‌های داخلی راس روده و میزراه

## حواسخون باشه

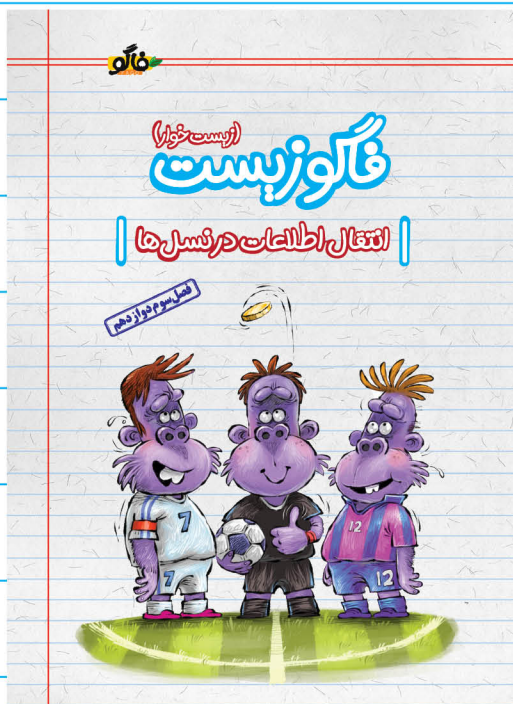
دقت داشته باشید که در راست روده دو تا بنداره وجود دارد که بنداره خارجی از نوع اسکلتی بوده و ارادی می‌باشد و دارای سارکومر است ولی بنداره داخلی از نوع صاف است و فاقد سارکومر می‌باشد. بچه‌ها تو میزراه هم دو تا بنداره حضور دارد که بنداره داخلی از نوع صاف بوده و خبری از سارکومر نیست ولی بنداره خارجی از نوع اسکلتی می‌باشد و سارکومر دارد.

**نکته مهم** حرف از دریچه شد خواستیم بجهتون یادآوریم کنم که دقت داشته باشید دریچه‌های لانه کبوتری و دریچه‌های قلبی (سه لختی و میترال) در ساختار خود شون فاقد ماهیچه هستند.

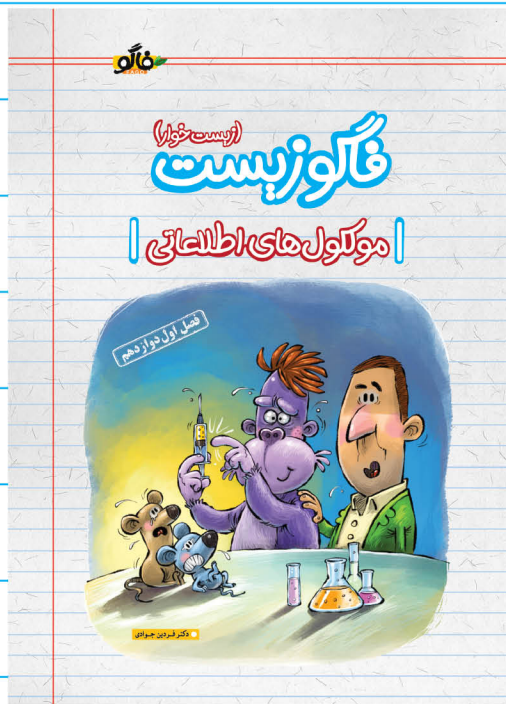
## چگونگی انقباض ماهیچه‌های مخطط

همه ماهیچه‌ها (صاف، قلبی و اسکلتی) برای اینکه منقبض شوند به یون‌های کلسیم احتیاج دارند. می‌دانیم که یون کلسیم در شبکه آندوپلاسمی یاخته‌ها ذخیره می‌شود. از آنجایی که یاخته‌های ماهیچه‌ای با یون‌های کلسیم به شدت سر و کار دارند، در این یاخته‌ها شبکه آندوپلاسمی بسیار گسترده می‌باشد تا بتواند کلسیم بیشتری در خود ذخیره داشته باشد. خب حالا سوال اینجاست که این کلسیم چیکار می‌کنه که اینقدر روش تاکید می‌کنم که واسه انقباض مهمه؟ ها؟ بچه‌ها جلوترها بهتون مکانیسم رو خوب توضیح می‌دم اما در این حد بدونید که برای انقباض بایستی پروتئین‌های میوزین و اکتین در قسمت‌هایی به هم دیگه وصل بشن (بچسبن) و کلسیم هم همین کار رو می‌کنه یعنی باعث چسبیده شدن این پروتئین‌ها به هم میشه و در نتیجه عمل انقباض رخ میده. بهتره اینطور بگم که یون کلسیم اتصال این پروتئین‌ها رو به هم دیگه تسهیل می‌کنه. گفتیم که انقباض یعنی جمع شدن! برای اینکه یک ماهیچه جمع بشه باید تارهای ماهیچه‌ای اون کوتاه بشن (جمع بشن). برای اینکه یک تار ماهیچه‌ای جمع بشه باید تارچه‌های اون جمع و کوتاه بشن. برای اینکه یک تارچه ماهیچه‌ای کوتاه بشه باید سارکومرهای اون کوتاه و جمع بشن. پس چگونگی انقباض یک ماهیچه رو در سطح انقباض سارکومر توضیح میدم.

# قوی ترین و خفن ترین کتاب های زیست کنگورا!



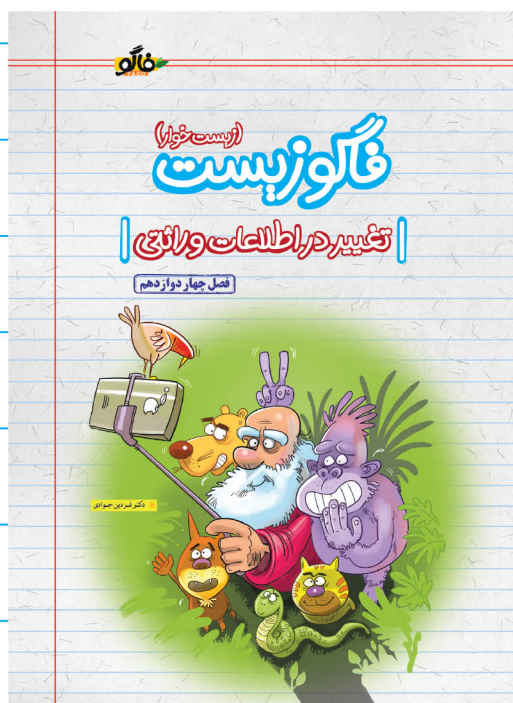
فصل سوم زیست ۱۲



فصل اول زیست ۱۲



زیست دوازدهم جلد ۲



فصل چهار زیست ۱۲



# قوی ترین و خفن ترین بانگ تست جامع زیست کنکور!



آزمون های جامع

سوالات احتمالی کنکور

آزمون های فصل به فصل

بررسی گزینه های نادرست

آزمون های مبحثی

پاسخنامه کاملن تشریحی