

سازمان‌یابی دیوارهٔ باکتری‌ها

دکتر فریبار مضان‌ویسکی

دبیر زیست‌شناسی

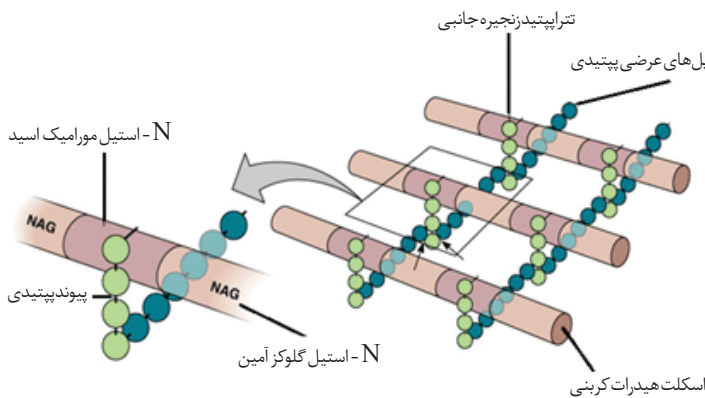
آموزش و پرورش منطقه ۸ تهران

و مدرس دانشگاه

چکیده

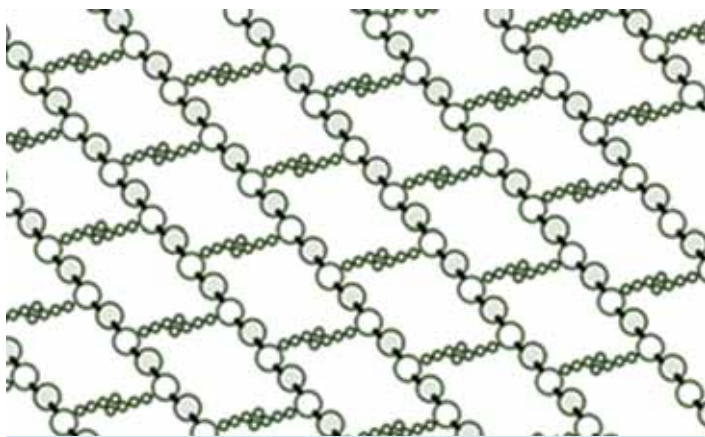
دیوارهٔ سلولی باکتری‌های ساختاری محکم در سمت خارج غشای سیتوپلاسمی است که موجب استحکام مکانیکی سلول و حفظ شکل آن می‌شود. ترکیب اصلی و منحصر به فرد دیواره، پپتیدوگلیکان است. وجود این ترکیب سبب ایجاد ساختاری متخلخل در دیوارهٔ سلولی باکتری می‌شود. تشکیلات دیواره در انواع باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی متفاوت است، از این رو، با آنتی‌بیوتیک‌های متفاوت‌مهار می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: پپتیدوگلیکان، مورامیک اسید، باکتری گرم منفی، باکتری گرم مثبت.



اجزای دیواره

پپتیدوگلیکان یا مورئین که ساختاری محکم و ویژه در باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی است، پلی‌مری خطی متشکل از واحدهای N-Acetylglucosamine (NAG) و N-Acetylmuramic acid (NAM) است. واحدهای N-Acetylglucosamine و N-Acetylmuramic acid با پیوندهای $\beta(1,4)$ به هم متصل می‌شوند و یک زنجیرهٔ پپتیدی با ۳ تا ۵ آمینواسید با N-Acetylmuramic acid پیوند برقرار می‌کند و پل‌های عرضی را می‌سازد. این پل‌ها دارای تنوع ساختاری در بین گونه‌های باکتری‌ها هستند. اتصال زنجیره‌های پپتیدی یک رشته با رشتهٔ دیگر توسط پیوندهای کووالانسی انجام می‌شود و مطابق آنچه در شکل ۱، دیده می‌شود، یک شبکهٔ تورمانند تشکیل می‌دهد. ضخامت این ترکیب در باکتری‌های گرم مثبت نسبت به باکتری‌های گرم منفی بیشتر است.



شکل ۱: نحوهٔ اتصال منومرهای سازندهٔ دیوارهٔ پپتیدوگلیکانی

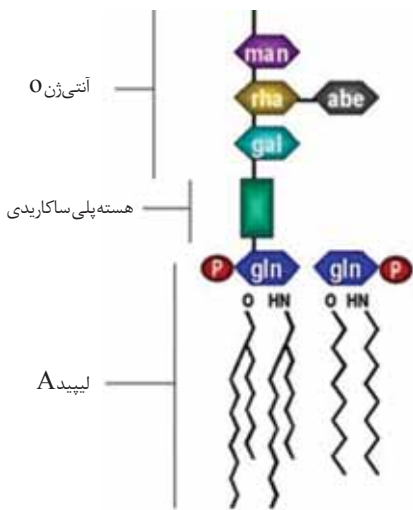
● دیوارهٔ سلولی باکتری‌های گرم منفی

در باکتری‌های گرم منفی، دیوارهٔ سلولی از سه بخش عمده تشکیل شده است که این سه لایه در سطح خارجی لایهٔ پپتیدوگلیکانی قرار می‌گیرد. این سه بخش عبارتند از: لایهٔ لیپوپروتئینی، لایهٔ فسفولیپیدی غشای خارجی و لایهٔ لیپوپولی ساکراید.

تشکیلات دیواره در انواع باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی متفاوت است، از این رو، با آنتی بیوتیک‌های متفاوت مهار می‌شوند

در این باکتری‌ها، لایه پپتیدوگلیکان نازک است و ضخامت ۲-۳ نانومتر دارد. این لایه ۵ تا ۲۰ درصد وزن خشک سلول را به خود اختصاص می‌دهد. باکتری‌های گرم منفی دارای غشای خارجی در سمت خارج لایه پپتیدوگلیکان هستند. این غشا، دارای ساختاری مشابه با غشای پلاسمایی اما با قابلیت نفوذپذیری کمتر است. وجود پروتئین‌ها در غشای خارجی در ساخت لیپوپروتئین‌های غشایی عمل می‌کند. این لیپوپروتئین‌ها با لایه پپتیدوگلیکانی پیوند کووالانسی برقرار می‌کنند. در واقع اتصال محکم پپتیدوگلیکان در دیواره با غشای خارجی از طریق لیپوپروتئین‌ها صورت می‌گیرد (شکل ۲). از باکتری‌های گرم منفی می‌توان به سودوموناس، کلی فرم، سالمونلا، کلبسیلا، شیگلا، کلاستریدیوم بوتولینوم و اشریشیا کلاهی اشاره کرد.

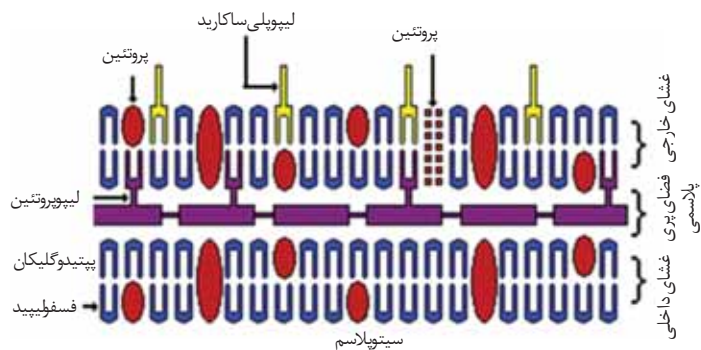
الیگوساکاریدی (معمولاً ۱۰ واحد قندی) که به‌طور مستقیم به لیپید A متصل است. ۳. آنتی‌ژن O یا پلی ساکارید O که از یک زنجیره کوتاه پلی ساکاریدی تشکیل شده است. آنتی‌ژن O در سویه‌ها و در گونه‌های مختلف باکتری‌ها متفاوت است.



شکل ۳: ساختار لیپوپلی ساکارید در باکتری‌های گرم منفی

● دیواره سلولی باکتری‌های گرم مثبت

در باکتری‌های گرم منفی، دیواره سلولی دارای یک لایه پپتیدوگلیکان ضخیم، فشرده و متراکم با ضخامت ۸۰-۲۰۰ نانومتر است که ۵۰ تا ۹۰ درصد وزن خشک سلول را تشکیل می‌دهد. این باکتری‌ها برخلاف باکتری‌های گرم منفی، فاقد غشای خارجی و لیپوپلی ساکارید هستند. دیواره باکتری‌های گرم مثبت علاوه بر پپتیدوگلیکان، دارای مقدار زیادی تیکوئیک اسید^۲ است که از آنتی‌ژن‌های مهم سطح باکتری‌های گرم مثبت است. این ترکیب در بروز تب در بدن نقش دارد و محرک میتوز^۳ در لنفوسیت‌های B است. اختلاف سرم‌شناسی^۴ گروه‌های مختلف باکتری‌های گرم مثبت مربوط به این بخش است. اگر تیکوئیک اسید از غشا منشأ بگیرد به آن لیپوتیکوئیک اسید گویند که در همه باکتری‌های گرم مثبت وجود دارد (شکل ۴). این مولکول‌ها با بار منفی، در حفظ یون‌های فلزی نقش دارند. از باکتری‌های گرم مثبت می‌توان به باسیلوس‌ها، استرپتوکوکوس‌ها، میکوباکتریوم‌ها، لاکتوباسیل‌ها و استافیلوکوکوس اکتینومایسز اشاره کرد.



شکل ۲: ساختار دیواره در باکتری‌های گرم منفی

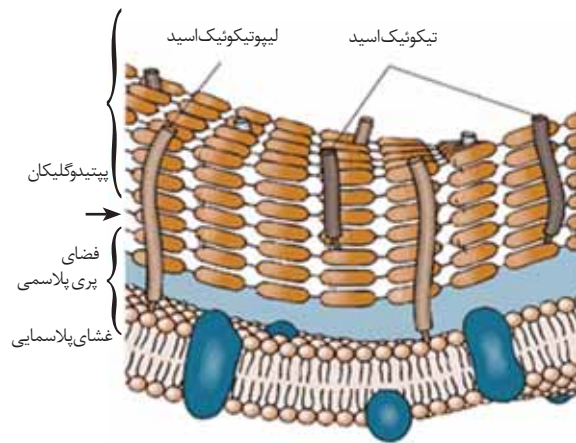
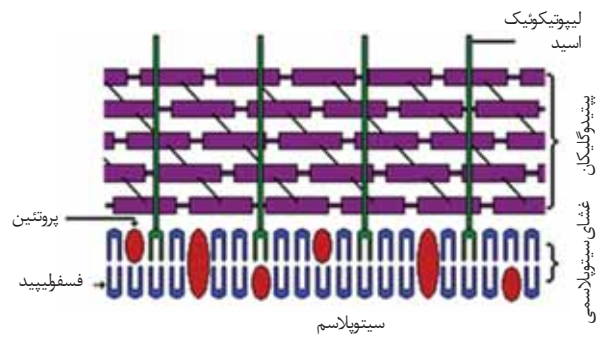
لیپوپلی ساکاریدها

لیپوپلی ساکاریدها یا لیپوگلیکان‌ها، از ترکیبات مهم غشای خارجی در باکتری‌های گرم منفی هستند که کمپلکس بزرگی حاوی لیپید و کربوهیدرات را تشکیل می‌دهند که توسط پیوند کووالان به یکدیگر متصل شده‌اند. این ترکیب سبب افزایش بار منفی غشا و تثبیت ساختار کلی غشا می‌شود. همان‌گونه که در شکل ۳ نشان داده شده است، لیپوپلی ساکارید از سه قسمت تشکیل شده است که عبارت‌اند از:

۱. لیپید A که دارای دو قند از مشتقات گلوکز آمین هستند و با اتصال به اسید چرب و فسفات در داخل غشای خارجی محکم می‌شود. جزء سمی اندوتوکسین لیپوپلی ساکارید لیپید A است.
۲. هسته پلی ساکاریدی، حاوی یک ترکیب

لیپوپلی ساکاریدها یا لیپوگلیکان‌ها، از ترکیبات مهم غشای خارجی در باکتری‌های گرم منفی هستند که کمپلکس بزرگی حاوی لیپید و کربوهیدرات را تشکیل می‌دهند که توسط پیوند کووالان به یکدیگر متصل شده‌اند

تیکوئیک اسیداز
آنتی ژن های مهم سطح
باکتری های گرم مثبت
است. که در بروز تب در
بدن نقش دارد و محرک
میتوز در لنفوسیت های
B است



شکل ۴: ساختار دیواره در باکتری ها گرم مثبت

می شود؛ بنابراین در گستره یک لام می توان
باکتری های گرم مثبت را با رنگ بنفش و
باکتری های گرم منفی را با رنگ صورتی مشاهده
کرد.
دانستن واکنش گرم مهم است، چون
حساسیت باکتری های گرم مثبت و منفی
نسبت به آنتی بیوتیک متفاوت است و با استفاده
از این روش و شناسایی نوع باکتری، می توان

● رنگ آمیزی گرم

در علم باکتری شناسی، رنگ آمیزی بسیار
مهم است، زیرا در شناسایی باکتری های گرم
مثبت و گرم منفی کاربرد دارد. در این روش از
رنگ آمیزی، پس از استفاده از محلول رنگی
کریستال ویوله به عنوان رنگ اولیه، همه
باکتری ها به رنگ بنفش پررنگ در می آیند. سپس
با استفاده از محلول یدداری چون لوگول، رنگ

در علم باکتری شناسی،
رنگ آمیزی بسیار مهم
است، زیرا در شناسایی
باکتری های گرم مثبت
و گرم منفی کاربرد
دارد. در این روش از
رنگ آمیزی، پس از
استفاده از محلول
رنگی کریستال ویوله
به عنوان رنگ اولیه،
همه باکتری ها به رنگ
بنفش پررنگ در می آیند



آنتی بیوتیک مؤثرتری را علیه باکتری به کاربرد.

* پی نوشت

1. peptidoglycan

* منابع

1. Note book of Anatomy of bacteria cell.(2009). Sridhar Rao P.N.(www.microrao.com).
2. Note book of Bacterial Classification Structure and Function.(2006). Columbia University. Frank Lowy.(www.columbia.edu/ite/hs/id/introNotes).
3. Note book of Bacteria Lesson.(2004). University at Albany School of Public Health.(www.albany.edu/sph/oned/lesson3).

بنفش تثبیت می شود. سپس عمل نشستشو با
الکل یا مخلوط الکل - استون صورت می گیرد.
از آنجا که در دیواره باکتری های گرم منفی لیپید
وجود دارد، الکل سبب حذف لیپیدها و سوراخ
شدن دیواره می شود. در این شرایط رنگ بنفش
از باکتری های گرم منفی خارج و رنگ بری
می شوند؛ اما تغییری در باکتری های گرم مثبت
داده نمی شود.

رنگ آمیزی با سافرانین به عنوان رنگ ثانویه
سبب صورتی شدن باکتری های بی رنگ