فهرست

بخش اول: بخش سلولی

فصل اول: ساختار کلی سلول

۱.۱ ساختار و عملکرد سلول پروکاریوتی ۹

۱.۲ ساختار و عملکرد سلول یوکاریوت ۱۰

۱.۳ ارگانیسم‌های مدل یوکاریوتی تک سلولی ۱۰

۱.۴ ساختار، عملکرد و تمایز جانوران چندسلولی ۱۳

۱.۵ موجودات پرسلولی با کاربرد گسترده در تحقیقات سلولی ۱۴

فصل دوم: ساختارهای شیمیایی

۲.۱ پیوندهای کوالان و میانکنش‌های غیرکوالان ۱۷

۲.۲ واکنش‌های شیمیایی و تعادل شیمیایی ۱۹

۲.۳ انرژتیک بیوشیمیایی ۱۹

فصل سوم: ساختار و عملکرد پروتئین

۳.۱ • ساختارهای پروتئین ۲۵

۳.۲ تاخوردگی پروتئین ۲۹

۳.۳ کاتالیز آنزیمی ۳۳

۳.۴ تنظیم عملکرد پروتئین ۳۵

فصل چهارم: ساختار غشاهای سلولی

۴.۱ دولایه‌ی لیپیدی ۴۱

۴.۲ ساختار و عملکرد پروتئین‌های غشایی ۴۷

۴.۳ ستر فسفولیپید، اسفنگولیپید و کلسترول ۵۱

فصل پنجم: انتقال یون‌ها و مولکول‌های کوچک عرض غشاء

۵.۱ مروری بر انتقال از عرض غشا ۵۵

۵.۲ انتشار تسهیل شده گلوکز ۵۶

۵.۳ پمپ‌های هدایتی ATP ۵۸

۵.۴ کانال‌های یونی بدون دریچه ۶۳

۵.۵ میانتقال دهندهها: انتقال دهندهی همسو و ۶۴

انتقال‌دهندهی ناهمسو ۶۴

۵.۶ انتقال بین سلولی ۶۸

فصل ششم: حرکت و سازماندهی سلول: ریزرشته‌ها

۶.۱ ریزرشته‌ها و ساختارهای اکتینی ۷۲

۶.۲ دینامیک رشته‌های اکتینی ۷۳

۶.۳ مکانیسم اجتماع رشته‌ی اکتینی ۷۵

۶.۴ سازمان‌دهی ساختارهای سلولی مبتنی بر اکتین ۷۹

۶.۵ • موزین‌ها: پروتئین‌های حرکتی مبتنی بر اکتین ۸۱

۶.۶ جابجایی مبتنی بر نیروی محرکه‌ی موزین ۸۴

۶.۷ مهاجرت سلولی: مکانیسم پیام‌رسانی و شیموتاکسی ۸۶

فصل هفتم: ریزلوله‌ها II سازمان‌یابی و حرکت سلولی و رشته‌های حد وسط

۷.۱ سازمان‌یابی و ساختار ریزلوله ۸۹

سازمان‌یابی و حرکت سلولی II: ریزلوله‌ها و رشته‌های حدوسط ۸۹

۷.۲ دینامیک ریزلوله‌ها ۹۱

۷.۳ تنظیم ساختار و دینامیک ریزلوله ۹۲

۷.۴ کاپنزین‌ها و دایینین‌ها: پروتئین‌های موتوری مبتنی بر ریزلوله ۹۴

۷.۵ • مژک و تاژک: ساختارهای سطحی مبتنی بر ریزلوله ۹۹

۷.۶ میتوز ۱۰۱

۷.۷ • رشته‌های حد واسط ۱۰۶

۷.۸ هماهنگی و همکاری بین عناصر اسکلت سلولی ۱۰۹

فصل هشتم: اتصالات سلولی

۸.۱ چسبندگی سلول-سلول و سلول-ماتریکس خارج سلولی ۱۱۱

۸.۲ اتصالات سلول-سلول و سلول-ECM و مولکول‌های چسبندگی ۱۱۴

۸.۳ ماتریکس خارج‌سلولی I: لامینای پایه ۱۲۱

۸.۴ ماتریکس خارج‌سلولی II: بافت پیوندی ۱۲۴

۸.۵ میان‌کنش‌های چسبندگی در سلول‌های متحرک و غیرمتحرک ۱۳۰

۸.۶ بافت‌های گیاهی ۱۳۳

فصل نهم: چرخه سلول یوکاریوتی

۹.۱ چرخه سلول و کنترل آن ۱۳۷

۹.۲ ارگانیسم‌های مدل و روش‌های مطالعه چرخه سلولی ۱۳۸

۹.۳ • تنظیم فعالیت CDK ۱۳۹

۹.۴ التزام به چرخه‌ی سلول و همانندسازی DNA ۱۴۲

۹.۵ ورود به میتوز ۱۴۷

۹.۶ تکمیل میتوز: تفکیک کروموزوم و خروج از میتوز ۱۵۰

۹.۷ مکانیسم‌های نظارتی در تنظیم چرخه‌ی سلولی ۱۵۲

۹.۸ میوز: نوع خاصی از تقسیم سلولی ۱۵۶

فصل دهم: سلول‌های بنیادی، تقارن سلولی و مرگ سلولی برنامه‌ریزی‌شده

۱۰.۱ [illegible] در پستانداران ۱۵۹

۱۰.۲ سلول‌های بنیادی جنینی و سلول‌های بنیادی پرتوان القا شده ۱۶۰

۱۰.۳ سلول‌های بنیادی و کنام‌ها در موجودات پرسلولی ۱۶۱

۱۰.۴ مکانیسم‌های قطبیت سلول و تقسیم سلولی نامتقارن ۱۶۷

۱۰.۵ مرگ سلولی و تنظیم آن ۱۷۰

فصل یازدهم: سرطان

۱۱.۱ رشد و تکثیر سلول سرطانی ۱۷۸

۱۱.۲ منشأ و تکامل سرطان ۱۸۱

۱۱.۳ • اساس ژنتیکی سرطان ۱۸۲

۱۱.۴ سرطان و عدم تنظیم مسیرهای رشد و مرگ سلولی ۱۸۸

۱۱.۵ سرطان و عدم تنظیم چرخه‌ی سلولی و مسیرهای حفظ ژنوم ۱۹۱

فصل دوازدهم: انتقال پیام و گیرنده‌های جفت شده با پروتئین G

۱۲.۱ انتقال پیام: از پیام خارج‌سلولی به پاسخ سلولی ۱۹۶

۱۲.۲ گیرنده‌های جفت‌شده با G پروتئین: ساختار و مکانیسم ۱۹۸

۱۲.۳ گیرنده‌های جفت‌شده با G پروتئین: تنظیم‌کننده‌ی کانال‌های یونی ۲۰۱

۱۲.۴ گیرنده‌های جفت‌شده با G پروتئین فعال / مهارکننده‌ی آدنیلیل سیکلاز ۲۰۳

۱۲.۵ گیرنده‌های جفت‌شده با G پروتئین بالابرنده‌ی غلظت Ca^{2+} سیتوزولی و میتوکندریایی ۲۰۶

فصل سیزدهم: مسیرهای پیام‌رسانی سیتوکاینی و فاکتور رشد کنترل‌کننده‌ی بیان ژن

۱۳.۱ TGF-β و گیرنده سرین کیناز‌های فعال‌کننده‌ی LaSmad ۲۱۲

۱۳.۲ • گیرنده‌های سیتوکاین و مسیر پیام‌رسانی JAK/STAT ۲۱۵

۱۳.۳ گیرنده تیروزین کیناز‌های مربوط به فاکتورهای رشد ۲۱۷

۱۳.۴ مسیر MAP/Ras کیناز ۲۱۸

۱۳.۵ مسیرهای پیام‌رسانی فسفواینوزیتید ۲۲۱

www.abadisteb.pub

فهرست

۱۳.۶ مسیرهای پیام‌رسانی کنترل‌شده توسط تجزیه‌ی پروتئازومی اجزای پیام‌رسانی: Wnt، هج‌هگ و NF-κB ۲۲۳

۱۳.۷ مسیرهای پیام‌رسانی کنترل‌شده توسط برش پروتئین: Delta/Notch و SREBP ۲۲۸

۱۳.۸ یکپارچگی پاسخ‌های سلولی به مسیرهای پیام‌رسانی متعدد: عمل انسولین ۲۳۰

فصل چهاردهم: انتقال پروتئین‌ها به غشاها و اندامک‌ها

۱۴.۱ هدف‌گیری پروتئین‌ها به غشای ER ۲۳۴

۱۴.۲ ورود پروتئین‌های غشایی به درون ER ۲۳۸

۱۴.۳ تغییرات پروتئین، تاخوردگی و کنترل کیفیت در ER ۲۴۲

۱۴.۴ هدف‌گیری پروتئین‌ها به میتوکندری و کلروپلاست ۲۴۶

۱۴.۵ هدف‌گیری پروتئین‌های پراکسی‌زومی ۲۵۰

۱۴.۶ انتقال به درون یا بیرون از هسته ۲۵۱

فصل پانزدهم: حمل و نقل وزیکولی، ترشح و اندوسیتوز

۱۵.۱ مکانیسم‌های مولکولی جوانه‌زنی و ادغام وزیکولی ۲۵۷

۱۵.۲ مراحل اولیه‌ی مسیر ترشحی ۲۶۱

۱۵.۳ مراحل آخر مسیر ترشحی ۲۶۳

۱۵.۴ اندوسیتوز با واسطه‌ی گیرنده ۲۶۸

۱۵.۵ هدایت پروتئین‌های غشایی و مواد سیتوزولی به لیزوزوم ۲۷۰

فصل شانزدهم: انرژی سلولی

۱۶.۱ گلیکولیز: اولین مرحله‌ی کسب انرژی از گلوکز ۲۷۳

۱۶.۲ میتوکندری و چرخه‌ی اسید سیتریک ۲۷۶

۱۶.۳ زنجیره‌ی انتقال الکترون و تولید نیروی محرکه‌ی پروتون ۲۸۱

۱۶.۴ استفاده از نیروی محرکه‌ی پروتون برای سنتز ATP ۲۸۶

۱۶.۵ فتوسنتز و رنگدانه‌های جاذب نور ۲۹۰

۱۶.۶ آنالیز مولکولی فتوسیستم‌ها ۲۹۲

۱۶.۷ متابولیسم CO_2 طی فتوسنتز ۲۹۵

فصل هفدهم: سلول‌های عصبی

۱۷.۱ نورون‌ها و گلیا: اجزای اصلی سیستم عصبی ۲۹۹

۱۷.۲ کانال‌های یونی دریچه‌دار ولتاژی و انتشار پتانسیل ۳۰۲

۱۷.۳ ارتباط در محل سیناپس‌ها ۳۰۸

۱۷.۴ دریافت اطلاعات از محیط اطراف: حواس لامسه، درد، چشایی و بویایی ۳۱۳

فصل هجدهم: ایمنی‌شناسی

۱۸.۱ کلیاتی راجع به سیستم‌های دفاعی میزبان ۳۱۷

۱۸.۲ • ایمونوگلوبولین‌ها: ساختار و عملکرد ۳۲۲

۱۸.۳ تولید آنتی‌بادی‌های متنوع و تکوین سلول B ۳۲۴

۱۸.۴ MHC و عرضه‌ی آنتی‌ژن ۳۲۷

۱۸.۵ سلول‌های T: گیرنده‌های سلول T و تکوین آن‌ها ۳۳۲

۱۸.۶ همکاری سلول‌های سیستم ایمنی در پاسخ اکتسابی ۳۳۶

بخش دوم بخش مولکولی

فصل نوزدهم: مکانیسم‌های پایه‌ای ژنتیک مولکولی

۱۹.۱ ساختار اسیدهای نوکلئیک ۳۴۱

۱۹.۲ همانندسازی، جهش، ترمیم و نوترکیبی DNA ۳۴۵

۱۹.۳ رونویسی و پردازش RNA ۳۵۳

۱۹.۴ سنتز پروتئین ۳۶۱

فصل بیستم: ژن، ژنوم و کروموزوم

۲۰.۱ ساختار ژن در سلول‌های یوکاریوتی ۳۹۴

۲۰.۲ • سازماندهی کروموزومی ژن‌ها و DNAهای غیرکدکننده ۳۹۷

۲۰.۳ • عناصر ژنتیکی متحرک ۳۹۹

۲۰.۴ DNA اندامکی ۴۰۴

۲۰.۵ سازماندهی ساختاری کروموزوم‌های یوکاریوتی ۴۰۶

۲۰.۶ ساختار کروموزوم‌های یوکاریوتی ۴۱۲

فصل بیست و یکم: کنترل رونویسی بیان ژن

۲۱.۱ تنظیم بیان ژن در باکتری‌ها ۴۱۷

۲۱.۲ تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها ۴۰۱

۲۱.۳ توالی‌های تنظیمی در ژن‌ها و پروتئین‌های متصل به آن ۴۰۱

۲۱.۴ مکانیسم‌های مولکولی [illegible]سازی و مهار رونویسی ۴۰۶

۲۱.۵ تنظیم فعالیت [illegible]توری رونویسی ۴۱۰

۲۱.۶ تنظیم اپی‌ژنتیک رونویسی ۴۱۱

۲۱.۷ سایر سیستم‌های بیان یوکاریوتی ۴۱۳

فصل بیست و دوم: کنترل پس از رونویسی ژن

۲۲.۱ پردازش پیش‌ساز mRNA یوکاریوتی ۴۱۸

۲۲.۲ تنظیم پردازش پیش mRNA ۴۲۶

۲۲.۳ [illegible] mRNA از عرض غشای هسته ۴۲۸

۲۲.۴ مکانیسم‌های کنترل پس از رونویسی در سیتوپلاسم ۴۲۹

۲۲.۵ پردازش rRNA و tRNA ۴۳۷

۲۲.۶ دُمین‌های هسته‌ای دارای عملکرد ۴۴۱

فصل بیست و سوم: پاسخ به محیط داخل

۲۳.۱ یکپارچگی پیام‌های رشد سلولی با سطح انرژی و مواد مغذی ۴۴۳

۲۳.۲ پاسخ به مقادیر کم اکسیژن ۴۴۶

۲۳.۳ پاسخ به افزایش دما ۴۴۷

۲۳.۴ درک نور و روشنایی: ریتم‌های شبانه‌روزی ۴۴۸

۲۳.۵ درک و پاسخ به محیط فیزیکی ۴۵۰

بخش سوم تکنیک‌ها و مهندسی ژنتیک

فصل بیست و چهارم: کشت و مشاهده سلول

۲۴.۱ کشت سلول‌ها در محیط کشت ۴۵۵

۲۴.۲ میکروسکوپ نوری: بررسی ساختار سلول ۴۵۷

۲۴.۳ • میکروسکوپ الکترونی ۴۵۹

۲۴.۴ جداسازی و شناسایی اندامک‌های سلول ۴۵۹

۲۴.۵ جداسازی، تشخیص و شناسایی پروتئین‌ها ۴۶۲

۲۴.۶ • تعیین کانفورماسیون پروتئین ۴۶۸

۲۴.۷ پروتئومیکس ۴۶۹

فصل بیست و پنجم: تکنیک‌های ژنتیک مولکولی

۲۵.۱ آنالیز ژنتیکی جهش‌ها برای شناسایی و مطالعه‌ی ژن‌ها ۴۷۲

۲۵.۲ کلونینگ DNA ۴۷۷

۲۵.۳ شناسایی ژن‌ها و عملکرد آنها با استفاده از اطلاعات توالی ۴۸۳

۲۵.۴ مطالعه‌ی بیان ژن با استفاده از قطعات DNA کلون شده ۴۸۵

۲۵.۵ مکان‌یابی و شناسایی ژن‌های عامل بیماری در انسان ۴۸۹

۲۵.۶ تغییر عملکرد ژن‌های خاص از طریق طراحی ۴۹۱

www.ebadisteb.pub

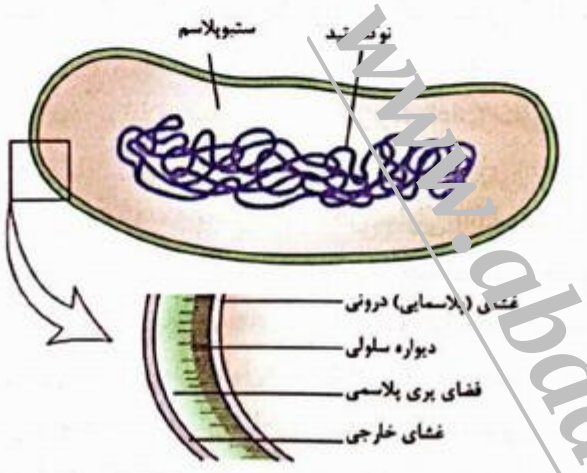
۱

ساختمان کلی سلول

۱.۱ ساختار و عملکرد سلول پروکاریوتی

توالی‌های DNA حاصل از موجودات پروکاریوت مختلف وجود دو سلسله‌ی متمایز پروکاریوتی را به اثبات رسانده است که عبارتند از: یوباکترها و آرکئی‌ها. یوباکترها (یا باکتری‌ها) ارگانیسم‌های تک سلولی بوده و همان سیانوباکتر (جلبک سبز – آبی) می‌باشند که از یک سلول یا گروهی از سلول‌ها تشکیل شده‌اند. شکل ۱-۱ ساختار عمومی یک سلول یوباکتر را نشان می‌دهد. سلول‌های آرکئی نیز ساختار مشابهی دارند. اندازه سلول‌های باکتری عموماً ۲-۱ میکرومتر است و شامل سیتوپلاسم و غشای پلاسمایی می‌باشد. ژنوم باکتری متشکل از یک مولکول DNA حلقوی می‌باشد. بسیاری از سلول های پروکاریوت دارای یک سری مولکول‌های DNA حلقوی کوچک به نام پلاسمید هستند. اگرچه سلول‌های باکتری هسته مشخصی ندارند، DNA به صورت فشرده و متراکم در بخش مرکزی سلول موسوم به نوکلئوتید قرار گرفته است. بعضی از باکتری‌ها حاوی یک فرورفتگی در غشای سلول هستند که به آن *مزوزوم*[1] می‌گویند که با سنتز DNA و ترشح پروتئین در ارتباط است. اکثر ریبوزوم‌ها در سیتوپلاسم یافت می‌شوند. برخلاف مولکول‌های mRNA در یوکاریوتها، mRNA پروکاریوتی متحمل پردازش بسیار کمی می‌شود. هیچ گونه سد غشایی بین DNA باکتری و سیتوپلاسم وجود ندارد، بنابراین به محض سنتز RNA توسط RNA پلی مراز، ریبوزوم‌ها می‌توانند به mRNA متصل شوند؛ بنابراین در پروکاریوت‌ها رونویسی و ترجمه به صورت همزمان اتفاق می‌افتد.

سلول‌های باکتری حاوی یک دیواره سلولی هستند که از قسمت بیرون به غشای پلاسمایی متصل شده است. دیواره



شکل ۱-۱. ساختار نسبتاً ساده سلول‌های پروکارت (گرم منفی)

سلولی از لایه‌های پپتید و گلیکان (کمپلکس پروتئین و اولیگو ساکارید) تشکیل شده است که به حفاظت سلول و حفظ شکل آن کمک می‌کند. برخی باکتری‌ها (مانند *ای. کولای*[2]) دارای یک دیواره سلولی داخلی باریک و یک غشای خارجی هستند که از طریق فضای پری‌پلاسمی از دیواره سلولی داخلی جدا شده است. برخی دیگر از باکتری‌ها (مانند *باسیلوس پلی میکسا*[3]) دارای دیواره سلولی ضخیم و فاقد غشای خارجی هستند. دیواره سلولی آرکئی‌ها از نظر ترکیبات سازنده متفاوت از یوباکترها و یوکاریوت‌ها می‌باشد. بسیاری از آرکئی‌ها در شرایط غیر معمول رشد می‌کنند. برای مثال هالوفیل‌ها (نمک دوست‌ها) برای بقا به غلظت نمک بالا نیاز دارند و ترموآسیدوفیل‌ها (گرما و اسید دوست‌ها) در دمای ۸۰°C در مرداب‌های گوگردی جایی که pH آن کمتر از ۲ است، زندگی می‌کنند. بعضی از آرکئی‌ها در شرایط فاقد اکسیژن رشد می‌کنند و با ترکیب کردن آب و دی‌اکسید کربن، متانول تولید می‌کنند.

1. Mesosome

2. *E.coli*
3. *Bacillus polymyxa*

www.abadisteb.pub

باکتری‌های انگل مانند گونه‌های *کلامیدیا*[1] تنها حدود ۱۰۰۰ ژن دارند و از اسیدهای آمینه و سایر مواد مغذی سلول‌های میزبان خود استفاده می‌کنند و فاقد ژن‌های کددهی کننده‌ی آنزیم‌هایی هستند که موجب کاتالیزسنتز اسیدهای آمینه و لیپیدها می‌شوند. برخی باکتری‌های انگل مانند گونه‌های مایکوپلاسما[2] تعداد ژن کمتری دارند.

۱.۲ ساختار و عملکرد سلول یوکاریوت

سلول‌های یوکاریوت عموماً قطر ۱۰۰-۱۰ میکرومتر دارند که بسیار بزرگ‌تر از باکتری‌ها می‌باشد. این سلول‌ها مانند سلول‌های پروکاریوت توسط غشای پلاسمایی محصور شده‌اند. با این وجود، برخلاف سلول‌های پروکاریوت، اغلب سلول‌های یوکاریوت (به جز گلبول قرمز) دارای غشاهای داخلی گسترده‌ای هستند که بخش‌های داخل سلولی (اندامک‌ها) را احاطه می‌کنند. سیتوزول بخش عاری از اندامک سیتوپلاسم است که حاوی آب، یون‌های محلول، مولکول‌های کوچک و پروتئین‌ها می‌باشد. سلول‌های گیاهی و اغلب سلول‌های قارچی توسط دیواره سلولی احاطه شده‌اند که به سلول شکل داده و امکان گسترش سریع سلولی را فراهم می‌آورد.

در فصول بعدی اندامک‌های مختلف سلول‌های یوکاریوت به تفضیل شرح داده می‌شود.

۱.۳ ارگانیسم‌های مدل یوکاریوتی تک سلولی

محققان عموماً مطالعات را بر روی سلول‌های جوانه‌ای انجام می‌دهند که سریعاً و به‌طور کامل به سوالات مطرح‌شده پاسخ می‌دهند. نتایج به‌دست‌آمده در این موجودات احتمالاً به‌طور گسترده قابل کاربرد می‌باشد.

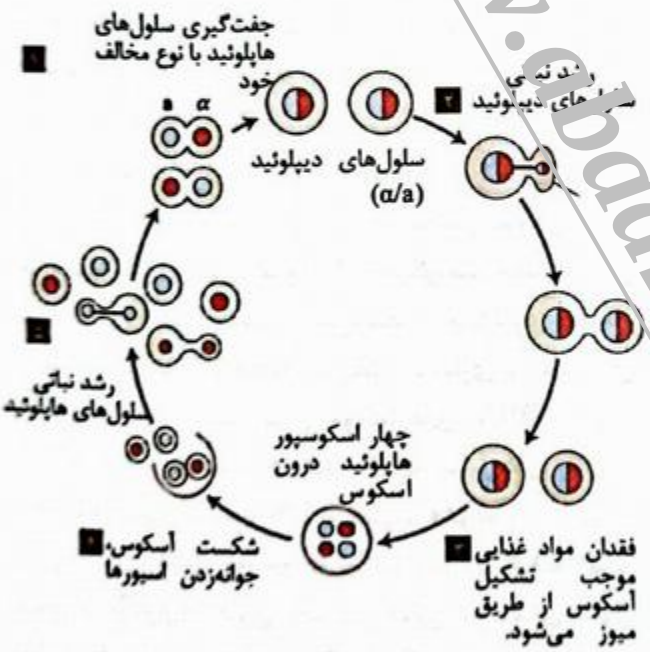
همان‌طور که می‌دانید، باکتری‌ها یکی از بهترین مدل‌ها برای مطالعه بسیاری از عملکردهای سلولی هستند، اما فاقد اندامک‌هایی می‌باشند که در یوکاریوت‌ها وجود دارد. یوکاریوت‌های تک سلولی از قبیل مخمرها برای مطالعه ساختار و عملکرد سلول‌های یوکاریوت کاربرد دارند. مدل‌های پرسلولی از قبیل انگل روده، مگس میوه و موش برای مطالعه بافت‌های پیچیده، اندام‌ها و تکامل مورد نیاز هستند.

1. Chlamydia
2. Mycoplasma

استفاده از مخمر برای مطالعه ساختار و عملکرد سلول‌های یوکاریوت

مخمرها در آنالیز ژنتیکی و مولکولی ساختار و عملکرد سلول یوکاریوتی بسیار باارزش می‌باشند. مخمر متداولی که برای تولید نان و آبجو استفاده می‌شود *ساکارومایسس سرویزیه*[3] است. همولوگ‌هایی از تقریباً ۶۶۰۰ پروتئین مختلف که در سلول *ساکارومایسس سرویزیه* بیان می‌شود، در اکثر (اما نه همه) یوکاریوت‌ها یافت می‌شوند و برای تقسیم سلولی یا عملکرد اندامک‌های یوکاریوتی مهم می‌باشند.

مخمرها اهمیت بسیاری برای شناسایی بسیاری از پروتئین‌های دخیل در تنظیم چرخه سلولی و کاتالیز همانندسازی و رونویسی DNA دارند.



شکل ۲-۱. تولید مثل جنسی و غیرجنسی مخمر ساکارومایسس سرویزیه

شکل ۲-۱ رشد مخمر *ساکارومایسس سرویزیه* را به صورت هاپلوئید و دیپلوئیدنشان می‌دهد. این مخمر می‌تواند به دو صورت جنسی و غیرجنسی تکثیر یابد. سلول‌های هاپلوئید مخمر دو نوع متفاوت دارند (به نام‌های α و a) هر دو نوع یک کپی از هر کروموزوم مخمر دارند و از طریق جوانه‌زدن میتوزی تکثیر می‌یابند. دو سلول هاپلوئید از دو نوع مختلف (یک مخمر α و یک مخمر a) می‌توانند به هم ملحق شوند و یک سلول دیپلوئید α/a ایجاد کنند که حاوی دو کپی از هر کروموزوم است. سلول‌های دیپلوئید از طریق جوانه‌زدن میتوزی تکثیر

3. Saccharomyces cerevisiae

www.ebadisteb.pub

می‌یابند. در شرایط کمبود مواد غذایی، سلول‌های دیپلوئید با تقسیم میوز، آسکوسپورهای هاپلوئید را به وجود می‌آورند. با پاره شدن هر آسکوس، چهار اسپور هاپلوئید رها می‌شوند که می‌توانند به صورت سلول‌های هاپلوئید α یا a درآیند. این سلول‌ها می‌توانند به صورت غیرجنسی تکثیر یابند.

گونه‌های مخمر شیزوساکارومایسس پمپه[1] بین ۳۰۰ تا ۶۰۰ میلیون سال پیش از *ساکارومایسس سرویزیه* واگر شده‌اند و به‌طور گسترده در تحقیقات مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخلاف *ساکارومایس سرویزیه*، *شیزو ساکارومایسس* پمپه سلول میله‌ای شکلی است که با طویل شدن از انتها رشد می‌کند؛ مانند سلول‌های انسانی و برخلاف *ساکارومایسس سرویزیه*، اکثر ژن‌های این مخمر اینترون‌هایی دارند که از طریق پردازش در هسته از رونوشت‌های RNA جدا می‌شوند. برخی از مزایای این دو مخمر برای تحقیقات سلولی و مولکولی به قرار زیر می‌باشد:

* اکثر سلول‌های مخمر به آسانی و با هزینه اندک در محیط کشت رشد می‌کنند؛ این سلول‌ها را کلون می‌گویند که همگی از لحاظ ژنتیکی یکسان بوده و دارای خصوصیات بیوشیمیایی مشابهی هستند. پروتئین‌های منفرد و یا کمپلکس‌های پروتئینی را می‌توان از تعداد زیادی از سلول‌ها تخلیص کرد و با جزئیات مورد مطالعه قرار داد.

* سلول‌های مخمر هاپلوئید (حاوی یک نسخه از هر کروموزوم) یا دیپلوئید (حاوی دو نسخه از هر کروموزوم) هستند و هر دو شکل با میتوز تقسیم می‌شوند. این قابلیت، جداسازی و تعیین ویژگی جهش در ژن‌های کدکننده‌ی پروتئین‌های ضروری در مخمر را نسبتاً آسان می‌کند.

مخمرها مانند بسیاری از موجودات چرخه جنسی دارند که به آنها امکان تعویض ژن‌ها بین سلول‌ها را می‌دهد. در شرایط کمبود غذا، سلول‌های دیپلوئید تقسیم میوز انجام می‌دهند تا سلول‌های دختر هاپلوئید را ایجاد کنند که دو نوع سلول‌های α و a هستند. با ادغام سلول‌های α و a، سلول دیپلوئید a / α ایجاد می‌گردد که شامل دو کپی از هر کروموزوم می‌باشد.

1. *Schizosaccharomyces pombe*

مطالعه بر روی جلبک کلامیدوموناس رینهاردی برای مطالعه فرایند فتوسنتز

جلبک سبز تک سلولی *کلامیدوموناس رینهاردی*[2] که با دو فلاژل بلند خود حرکت می‌کند، در مطالعه ساختار، عملکرد و اجتماع این فلاژل‌ها به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است. به دلیل این که روش‌های ژنتیکی قدرتمندی در حال حاضر در دسترس است، کلامیدوموناس نیز در مطالعات تشکیل کلروپلاست و فتوسنتز استفاده می‌شود. ژنوم کلامیدوموناس پروتئین‌های بسیار بیشتری را نسبت به پروتئین‌های مخمر رمزدهی می‌کند، مانند پروتئین فلاژل و پروتئین‌های مورد نیاز برای سنتز کلروپلاست.

یکی از نتایج مهم استفاده از ارگانیسم آزمایشگاهی، مطالعه نورگرایی است، رفتاری که طی آن یک ارگانیسم به سمت منبع نور حرکت می‌کند و یا از آن دور می‌شود. کلامیدوموناس برای انجام فتوسنتز و بنابراین تولید انرژی مورد نیاز برای رشد و تقسیم باید به سمت نور حرکت کند، اما نور بسیار شدید کلامیدوموناس را دفع می‌کند زیرا موجب آسیب به کلروپلاست آن می‌شود. مطالعه بر روی نوگرایی کلامیدوموناس منجر به کشف دو پروتئین در غشای پلاسمای آن شد که هنگام جذب نور کانالی را در غشای پلاسمایی تشکیل می‌دهند و موجب جریان یون‌هایی از قبیل کلسیم از محیط خارج سلولی به درون سیتوزول و آغاز پاسخ‌های فوتوتاکسی می‌گردند.

چرخه زندگی انگل مالاریا

برخی یوکاریوت‌های تک سلولی عامل بیماری‌های خطرناک در انسان بوده و تلاش‌های زیادی برای توسعه داروهایی صورت گرفته است که ضمن کشتن آن‌ها به میزبان انسانی‌شان آسیبی وارد نکنند. هر ساله *پلاسمودیوم فالسی پارم*[3] وگونه‌های مرتبط باعث ابتلا به بیش از ۲۰۰ میلیون مالاریا می‌شود. این بیماری موجب مرگ ۱/۵ تا ۳ میلیون انسان در هر سال می‌گردد. این انگل‌های تک سلولی به طور متناوب در بدن پستانداران و پشه‌ها زندگی می‌کنند و مورفولوژی و رفتار خود را در پاسخ به پیام‌های موجود در هر کدام از این محیط‌ها تغییر می‌دهند.

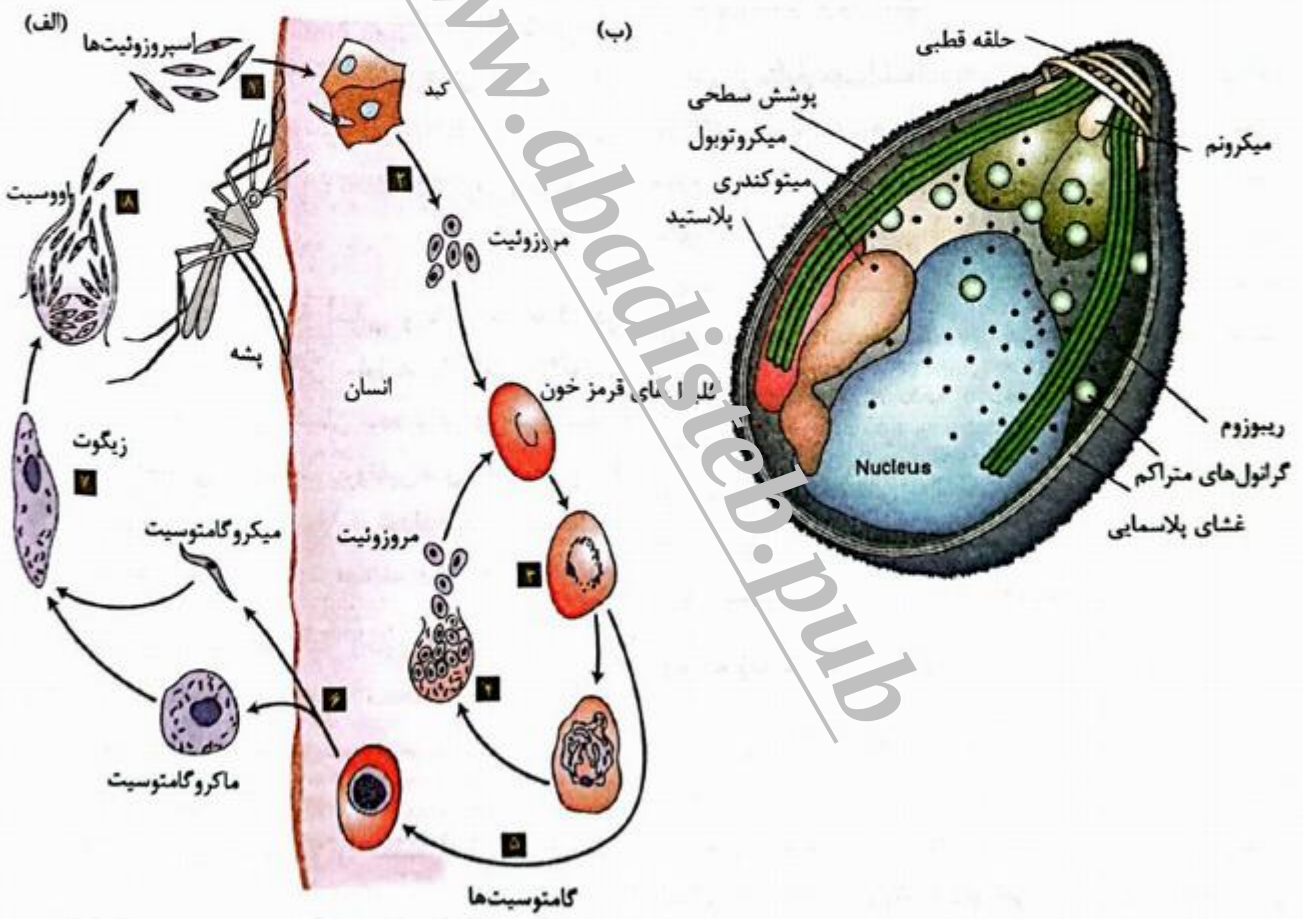
2. *Chlamydomonas reinhardtii*
3. *Plasmodium falciparum*

www.abadisteb.pub

چرخه زندگی پیچیده پلاسمودیوم نشان می‌دهد که چگونه یک تک سلولی می‌تواند با چالش‌های گوناگونی سازگار شود. فرم مروزوئیت که گلبول‌های قرمز انسان را آلوده می‌کند حاوی اندامک‌های گوناگونی است که منجر به هجوم انگل به گلبول قرمز می‌شود. این اندامک‌ها شامل حلقه قطبی، *میکرونم*[1] و نیز پوشش سطحی کرک‌دار بر روی سطح سلول می‌باشند. ورود انگل به درون گلبول‌های قرمز با اتصال پروتئین‌های سطحی خاصی از انگل به پروتئین‌های موجود بر روی سطح گلبول قرمز و در پی آن ایجاد اتصال محکم بین دو غشای پلاسمایی، آغاز می‌شود و با ورود انگل به درون سلول میزبان، پوشش سطحی کرک‌دار از دست می‌رود.

تمام تغییر شکل‌هایی که در طی چرخه سلولی پلاسمودیوم صورت می‌گیرد، با دستورالعمل‌های کدگذاری شده در ماده ژنتیکی این انگل هدایت می‌شود.

شکل ۳-۱ مراحل چرخه زندگی انگل پلاسمودیوم را نشان می‌دهد. گونه‌های انگل عامل مالاریا در انسان متحمل تغییر شکل گسترده‌ای در میزبان‌های پشه و انسان می‌شوند. در قسمت الف مراحل چرخه زندگی انگل به تصویر کشیده شده است.



شکل ۳-۱ مراحل چرخه زندگی انگل پلاسمودیوم.

مرحله ۱: زمانی که یک پشه آنوفل عفونی انسان را نیش می‌زند، اسپروزوئیت‌های هاپلوئید وارد بدن میزبان انسان می‌شوند. **مرحله ۲:** اسپروزوئیت‌ها با مهاجرت به کبد به مروزوئیت وارد جریان خون می‌شود تبدیل می‌شوند، سپس مروزوئیت وارد جریان خون می‌شود. مروزوئیت‌ها اساساً متفاوت از اسپروزوئیت‌ها هستند. بنابراین این تغییر شکل، نوعی *دگردیسی*[2] است. **مرحله ۳:** مروزوئیت‌های در حال گردش به گلبول‌های قرمز (RBC) هجوم برده و درون آن‌ها تکثیر می‌کنند. پروتئین‌های تولید شده توسط برخی گونه‌های پلاسمودیوم بر روی سطح RBCهای عفونی قرار

1. Microneme

2. Metamorphosis

www.abadisteb.pub