

## وقتی فیریک، شیمی و زیست‌شناسی به هم می‌رسند!

نجمه کتابچی

جداسازی این پروتئین‌ها از یکدیگر وجود دارد؟ در مرحله‌ی اول، به غربال فکر می‌کنیم. غربال ما باید سوراخ‌هایی درشت‌تر از اندازه‌ی کنجد و کوچک‌تر از اندازه‌ی فندق داشته باشد تا بتواند یک مرحله از جداسازی را انجام دهد. با این حساب هر چه تعداد اجزای مخلوط ما بیشتر باشد، به غربال‌های بیشتری هم احتیاج خواهیم داشت. البته غربالی که مورد استفاده‌ی ما قرار می‌گیرد، بسیار پیشرفته‌تر است. می‌تواند همه‌ی انواع پروتئین‌ها را به‌طور هم‌زمان از هم جدا کند. علاوه بر این، می‌تواند مولکول‌ها را براساس بار الکتریکی، شکل فضایی و وزن مولکولی هم از یکدیگر جدا کند. این غربال فوق‌العاده، یک تکنیک پیشرفته و کاربردی به نام «الکتروفورز» است. مرحله‌ی اول الکتروفورز، قرار دادن مخلوط پروتئینی در یک محیط یا فاز ثابت است. فاز ثابت می‌تواند یک نوار کاغذی یا یک صفحه‌ی نیمه‌جامد از جنس ژل باشد که به محلول پروتئینی ما آغشته شده است. حال صفحه‌ی حاوی پروتئین یا همان فاز ثابت را در یک میدان الکتریکی

تصویر کنید که مخلوطی از گردو، فندق و کنجد در اختیار داشته باشید و بخواهید آن‌ها را از هم جدا کنید. شما می‌توانید ابتدا گردوها را سوا کنید، بعد فندق‌ها و نهایتاً کنجدها را جمع‌آوری کنید! اما اگر مخلوط ما هزار بار ریزتر شود، دیگر جداسازی به این راحتی نیست. باید به ابزارهای دیگری فکر کنید.

مخلوط ما هم مشابه مخلوط شما است. با این تفاوت که گردوها و فندق‌ها و کنجدهای ما مولکول‌هایی هستند که از یک موجود زنده، مانند سلول یا خون به‌دست آمده‌اند. ما این مولکول‌ها را ماکرومولکول می‌نامیم. این‌ها غالباً از جنس پروتئین یا ماده‌ی ژنتیکی (اسید نوکلئیک) هستند. ما می‌خواهیم مولکول‌های پروتئین را از یک مخلوط استخراج کنیم و در نهایت آن‌ها را از هم جدا کنیم.

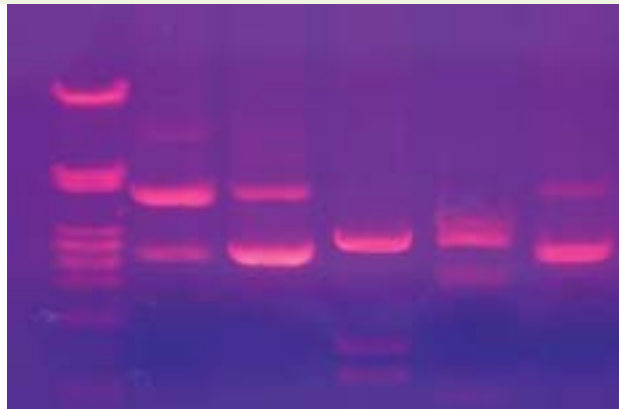
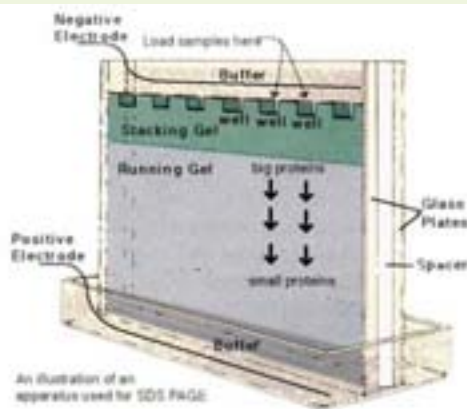
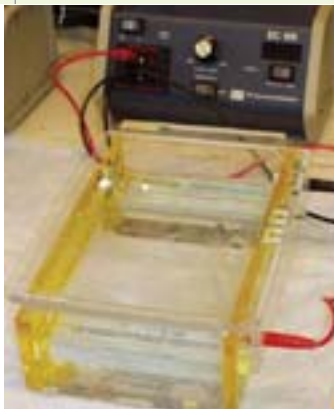
فرض کنید که مخلوط ما هم مانند مخلوط شما از سه نوع مولکول تشکیل شده باشد و یکی از آن‌ها هم‌اندازه‌ی گردو، دومی هم‌اندازه‌ی فندق و سومی هم‌اندازه‌ی کنجد، در مقیاس یک‌هزارم باشد. به نظر شما چه راهی برای

## پدر این علم قورباغه است!

قاسم صفایی‌نژاد



فرد دانا با علامت سؤال زندگی می کند؛  
فردی که در حیرت و شگفتی به سر می برد،  
با علامت تعجب.  
اوشو



- (سدیم دودسیل سولفات) اضافه می شود.
- SDS مولکول بزرگی است که بار منفی دارد و به پروتئین‌ها متصل می شود.
- SDS بار منفی متناسب با وزن مولکولی را به آن القا می کند.
- هر چه غلظت PAGE بیشتر باشد، قدرت تفکیک ژل بیشتر است.
- برای تفکیک اسیدهای نوکلئیک از ژل آگارز استفاده می شود.
- تهیهی آگارز سریع تر، آسان تر و ارزان تر از PAGE است.
- میدان الکتریکی در انواع الکتروفورز می تواند متفاوت باشد. به عنوان مثال ضربان دار، معکوس و ...
- از روش الکتروفورز برای جداسازی قندها، اسیدهای آمینه و یونها هم می توان استفاده کرد.
- در الکتروفورز سرعت حرکت مولکول‌ها با اختلاف پتانسیل اعمال شده متناسب است:  $V=IR$
- معادله‌ی توان، مقدار حرارت ایجاد شده در حین الکتروفورز را مشخص می کند:  $P=VI$  یا  $P=I^2R$
- این فناوری امروزه در آزمایشگاه‌های تشخیصی و تحقیقاتی کمک بسیاری به کاربران و پژوهشگران می کند. شما هم می توانید نمونه‌هایی را نام ببرید؟

- قرار می دهیم. اجزای محلول، تحت تأثیر اختلاف پتانسیل موجود به حرکت در می آیند. بار الکتریکی، اصلی ترین عامل حرکت مولکول‌هاست و وزن مولکولی هم در سرعت حرکت آن‌ها مؤثر است. هنگامی که از صفحات ژل استفاده می کنیم، این صفحات سوراخ‌هایی با اندازه‌های متنوعی دارند. بنابراین شکل فضایی مولکول‌های پروتئینی هم در سرعت حرکت آن‌ها تأثیر می گذارد.
- بعد از قطع جریان الکتریکی، می توانیم نوارهای ایجاد شده را بر روی صفحه‌ی کاغذی یا ژل الکتروفورز ببینیم. هر نوار ایجاد شده، حاوی تعداد زیادی مولکول پروتئینی است که خود تنها یکی از انواع پروتئین موجود در مخلوط اولیه است.
- خوب است بدانیم:
- در الکتروفورز ژل، از دو نوع ژل استفاده می کنیم: ژل پلی اکریل آمید (PAGE) و ژل آگارز.
  - PAGE قدرت تفکیک بسیار بالایی دارد و برای تفکیک پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک استفاده می شود.
  - در الکتروفورز پروتئین‌ها توسط PAGE معمولاً برای این که تفکیک فقط بر اساس وزن مولکولی انجام شود، به محلول ماده‌ی شیمیایی SDS

تولید شود. او به جای پاهای قورباغه از تکه‌ای پارچه که در نمک گذاشته بود استفاده کرد و دو نمونه فلز متفاوت را به این پارچه تماس داد. او دریافت که دو فلز متفاوت که توسط آب نمک از یکدیگر جدا شده‌اند الکتروسیسته تولید می کنند. او از این کشف برای ساختن پیل ولتا استفاده کرد؛ پیل او شامل یک صفحه‌ی مسی بود که توسط قطعه‌ای پارچه که در آب نمک خیس خورده بود، از یک صفحه از جنس روی جدا می شد.

هنگامی که ولتا صفحه‌های فلزی بالا و پایین را با یک سیم وصل می کرد، جریان الکتریکی ضعیفی از آن می گذشت. در این کار یک واکنش شیمیایی، جریان الکتریکی را تولید می کرد. برای افزایش مقدار الکتروسیسته، ولتا چندین پیل را به یکدیگر متصل کرد. او در سال ۱۸۰۰ میلادی نخستین باتری الکتریکی را کامل کرد.

دیدید یک قورباغه‌ی مرده باعث چه تحوّل شد؟!

اگر دوستتان به شما بگوید که «وقتی یک شیء را که دارای بار الکتریکی ساکن است به پای یک قورباغه‌ی مرده می زند، پا تکان می خورد» شما چه واکنشی نشان می دهید؟ احتمالاً متعجب خواهید شد!

ولتا را که به یاد دارید؟ همان کسی که الکتروفورز و باتری الکتریکی را اختراع کرد. وقتی ولتا جمله‌ی بالا را از دوستش شنید، به این فکر کرد که آیا آذرخش هم سبب انقباض پای قورباغه‌ی مرده می شود؟ او پای یک قورباغه را به قلاب‌های برنجی آویزان کرد. زمانی که توفان تندی از آن ناحیه می گذشت، پای قورباغه تکان می خورد. ولتا برای آن که اطلاعات بیشتری در مورد ایجاد الکتروسیسته کسب کند، آزمایش‌های خود را روی الکتروسیسته متمرکز کرد. هنگامی که پاهای قورباغه‌ی مرده با دو فلز متفاوت مانند روی و مس تماس پیدا می کرد، پاها تکان می خوردند. ولتا دریافت که نیازی نیست تا در بافت جانوران یک جریان الکتریکی