

بسمه تعالی

دانشکده مهندسی پزشکی	موضوع: فصل دوم	تمرین افزوده
دکتر مهرداد ساویز	خواص الکتریکی بافت های زیستی	درس بیوالکتر و مغناطیس

۱- در خلال درس، اختلاف پتانسیل القا شده بر غشای یک سلول پارامسی را تخمین زدیم و ضمن تقریب مکعبی برای سلول، تقریب قابل توجهی در ساده سازی مدار به کار بردیم. در کلاس اشاره شد که حل دقیق تر خواص الکتریکی محیط خارج سلولی را هم در رابطه نهایی وارد خواهد کرد. برای یک سلول کروی رابطه کامل که با حل معادله لاپلاس به دست می آید به شرح زیر است:

$$\Delta V_m = \left[\frac{\frac{3 d_{cyto}}{4 d_m}}{1 + j \omega \frac{d_{cyto}}{d_m} \frac{\epsilon_m}{2} (\rho_{cyto} + \frac{1}{2} \rho_{ecm})} \right] E_{inc} d_m \cdot \cos \theta$$

که در آن مرکز مختصات در مرکز کره (سلول) فرض شده و θ زاویه ای است که نقطه مشاهده روی غشا با میدان E_{inc} (در راستای محور z می سازد. توجه کنید که مقاومت ویژه عکس رسانایی است $\rho = 1/\sigma$. (مقادیر نمونه :

$$(\rho_{cyto} = 1 \Omega m, \rho_{ecm} = 0.1 - 100 \Omega m, \epsilon_m = 5, d_m = 5.5e - 9 m = 5.5 nm$$

الف. اگر سلول در یک لوله آزمایش در محلولی قرار گیرد که غلظت یون های آن و در نتیجه رسانایی آن حدوداً هم اندازه، کمتر یا بیشتر از رسانایی مایع درون سلولی باشد فرکانس افت اختلاف پتانسیل غشا و نفوذ درون سلول چگونه تغییر می کند؟

ب. اختلاف پتانسیل را روی سطح مقطع یک غشای کروی با استفاده از دو قلم با رنگ متفاوت برای مثبت و منفی و تغییر دادن شدت رنگ، مجسم (رسم) نمایید. آیا توزیع بارهای سطحی مشابه همین نمودار نیست؟

ج. بهره میدان الکتریکی غشا (G_E) را به دست آورید. در فرکانس های بسیار کم تر از فرکانس افت، این بهره چقدر است؟ در کدام نقاط غشای کروی این بهره بیشینه است؟

ج. برای تحریک یک سلول عصبی در فرکانس های پایین بایستی نقطه ای روی غشا باشد که اختلاف پتانسیل القا شده بر آن در مرتبه اختلاف پتانسیل طبیعی غشا (پتانسیل درون سلول منهای پتانسیل بیرون سلول عصبی در حالت استراحت حدود ۹۰ میلی ولت است که یعنی درون سلول منفی تر و بیرون مثبت تر است) و در جهت خلاف آن باشد. برای یک سلول منزوی مانند سلول فوق این مقدار حدوداً به ازای چه شدت میدان محیطی حاصل می شود؟ سلول های بزرگ تر بیشتر تحریک پذیرند یا سلول های کوچک تر؟ سلول در کدام طرف تحریک می شود؟