

## تمرین سری دوم علوم اعصاب محاسباتی

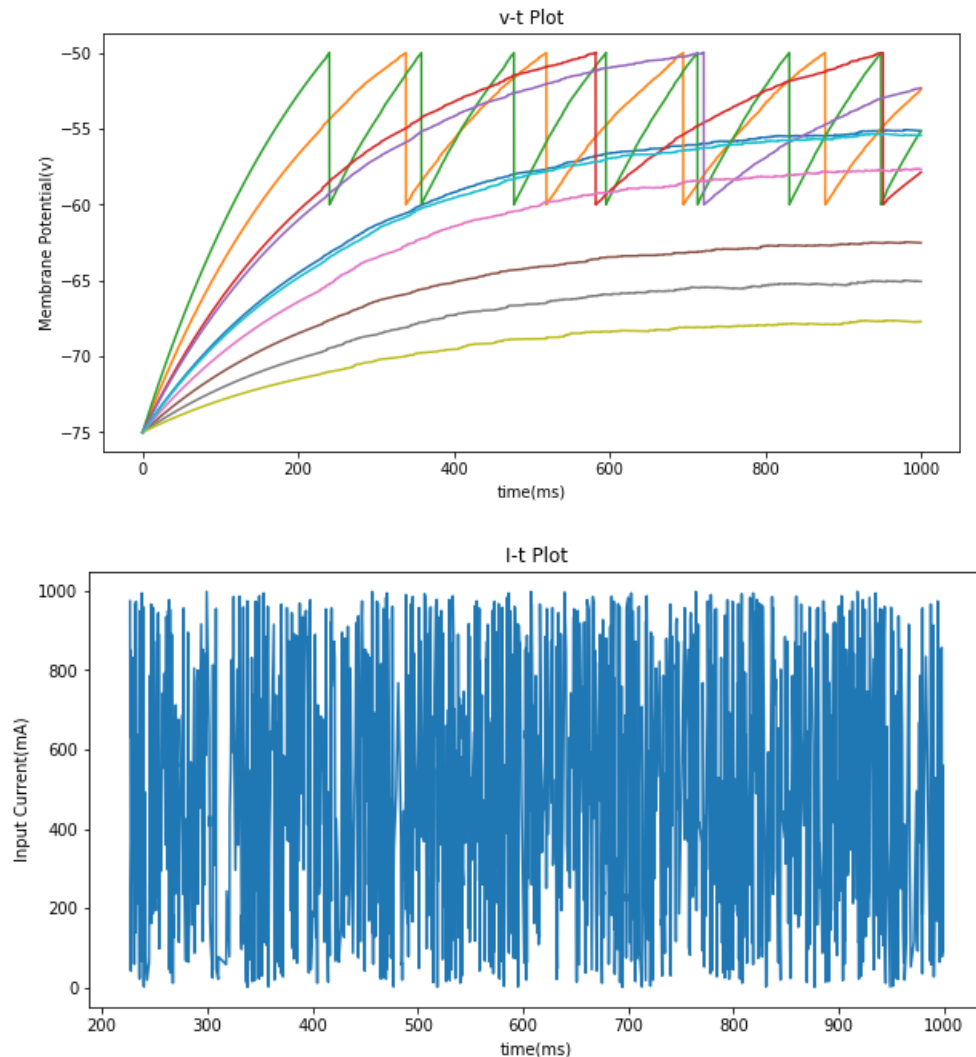
مهرانه مقتدائی فر – ۹۷۲۲۲۰۸۶

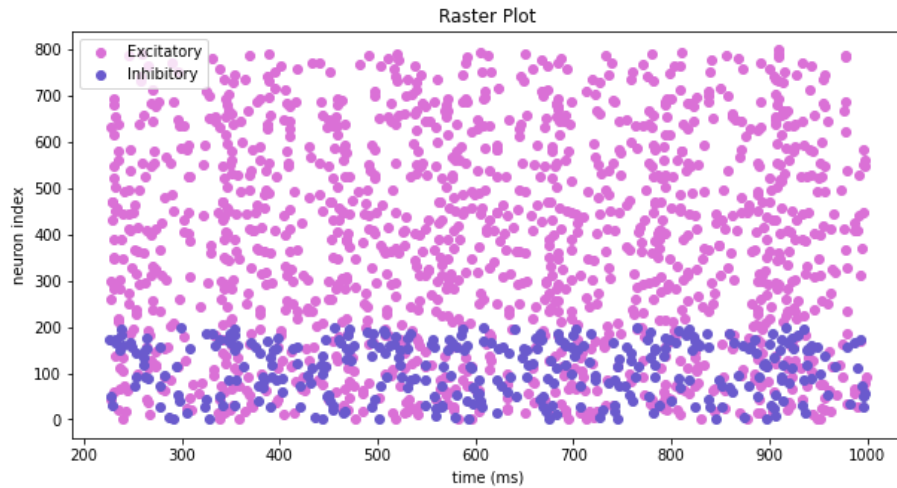
### بخش اول:

در این پروژه خواسته شده که به پیاده سازی یک جمعیت نورونی با ۸۰۰ نورون تحریکی و ۲۰۰ نورون مهاری بپردازیم. با استفاده از پکیج brain2 این جمعیت را پیاده سازی کرده ایم. برای هر کدام از نورون ها نیز از مدل نورونی LIF با معادله زیر استفاده کردیم:

$$\tau \cdot \frac{dv}{dt} = (v_{rest} - v) + R \cdot I(t)$$

حال به ازای مقادیر مختلف داده شده و تابع جریان های مختلف نتایج را باهم بررسی میکنیم:



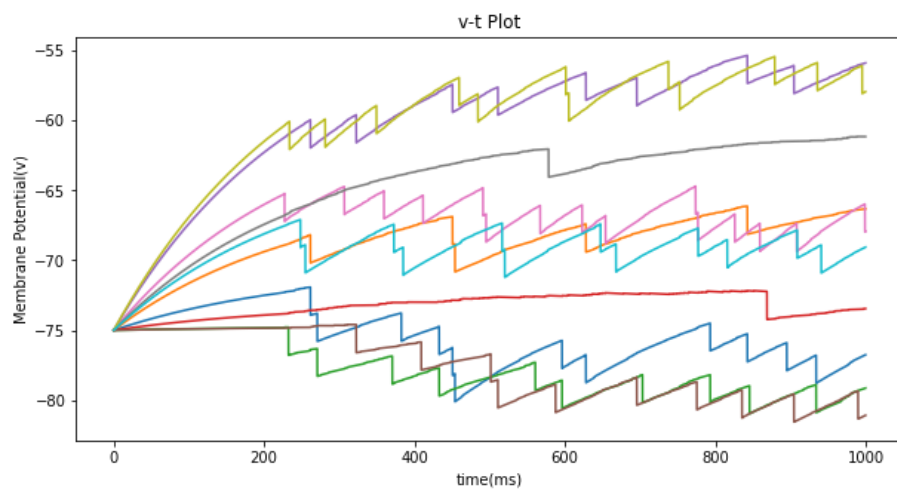


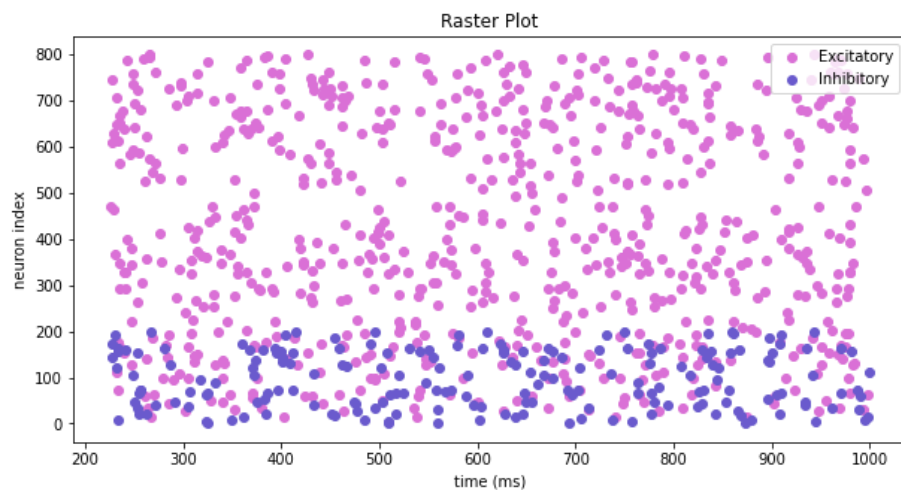
جریان داده شده همانطور که میبینید، جریان متغیر است و در هر مرحله تابع رندمی به عنوان جریان داده میشود. مقادیر داده شده به شرح زیر است:

$$V_{rest} = -75, V_{reset} = -60, V_{threshold} = -50, R = 0.7, \tau = 250, I = rand() * 60$$

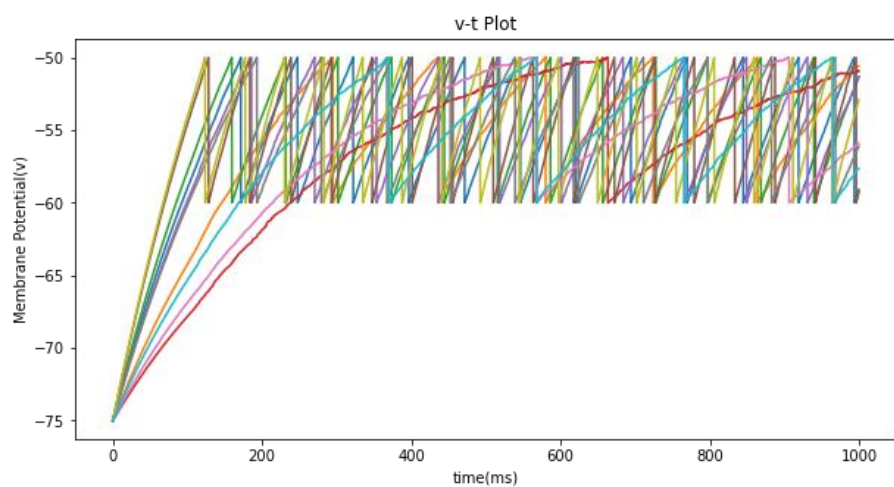
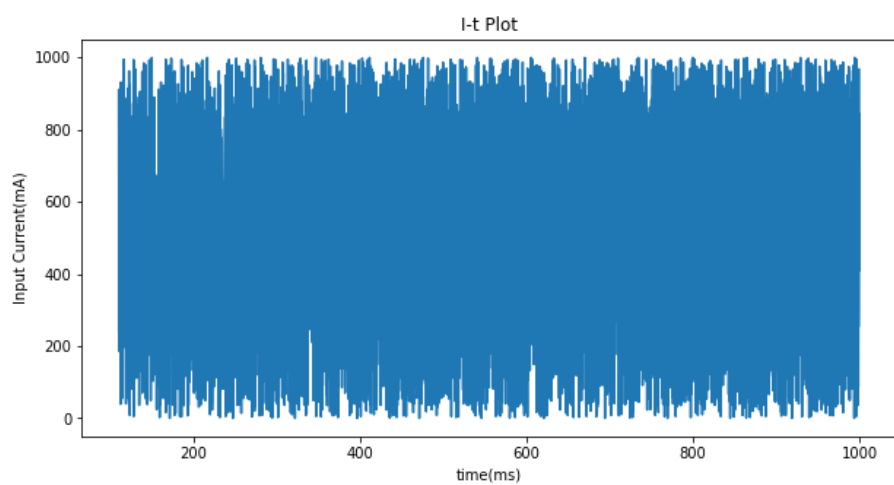
$$exc_w = 0.03, exc_{prob} = 0.1, inh_w = -0.01, inh_{prob} = 0.2$$

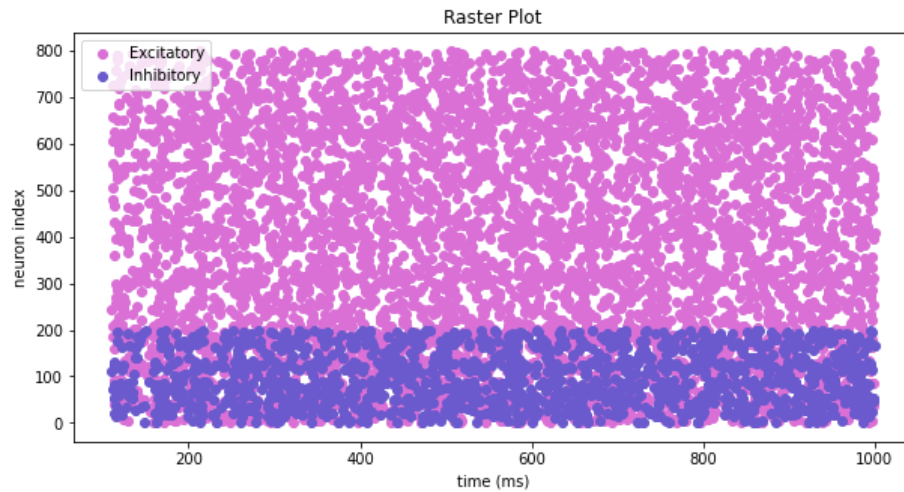
در مرحله بعد مقادیر داده شده مانند قبل است با این تفاوت که وزن سیناپسی نوروهای مهاری را به 2- کاهش دادیم. با این تغییر، اسپایک های کمتری مشاهده خواهیم کرد:



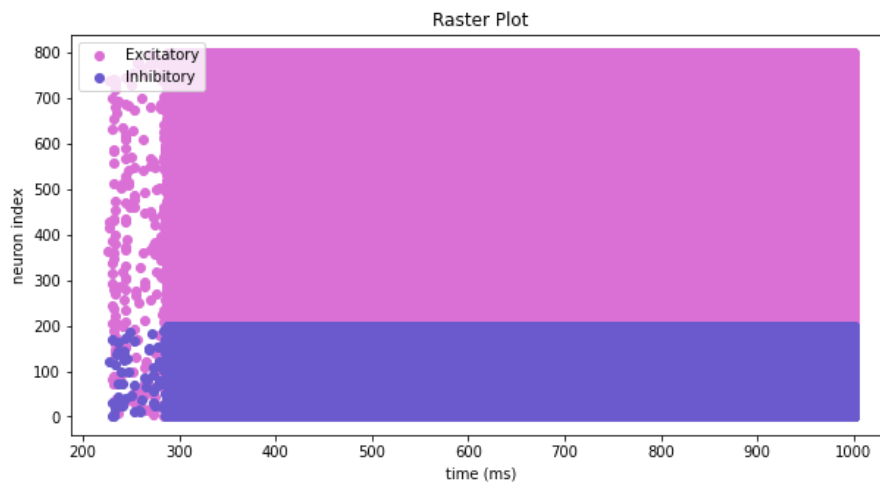
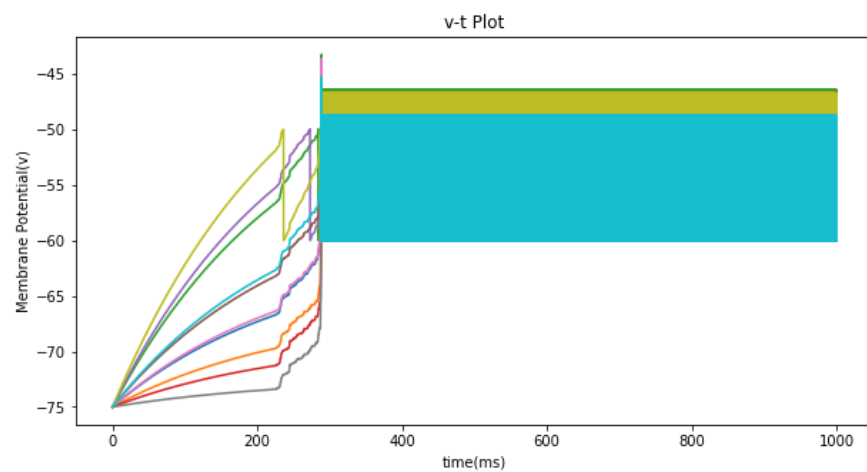


در مرحله بعد، شدت جریان را ۱۰۰ برابر میکنیم، خواهیم دید که به مراتب تعداد اسپاک ها بیشتر خواهد شد و در raster plot این پدیده کاملاً قابل مشاهده است.





حال میزان احتمال اتصال بین نورون ها را افزایش دادیم و برای نورون های excitatory این احتمال را 0.8 و برای نورون های inhibitory، 0.2 در نظر گرفتیم. در واقع با این کار تعداد اتصالات را بیشتر کردیم و شبکه را به سمت fully connected بودن بردیم، نتایج زیر حاصل شد:



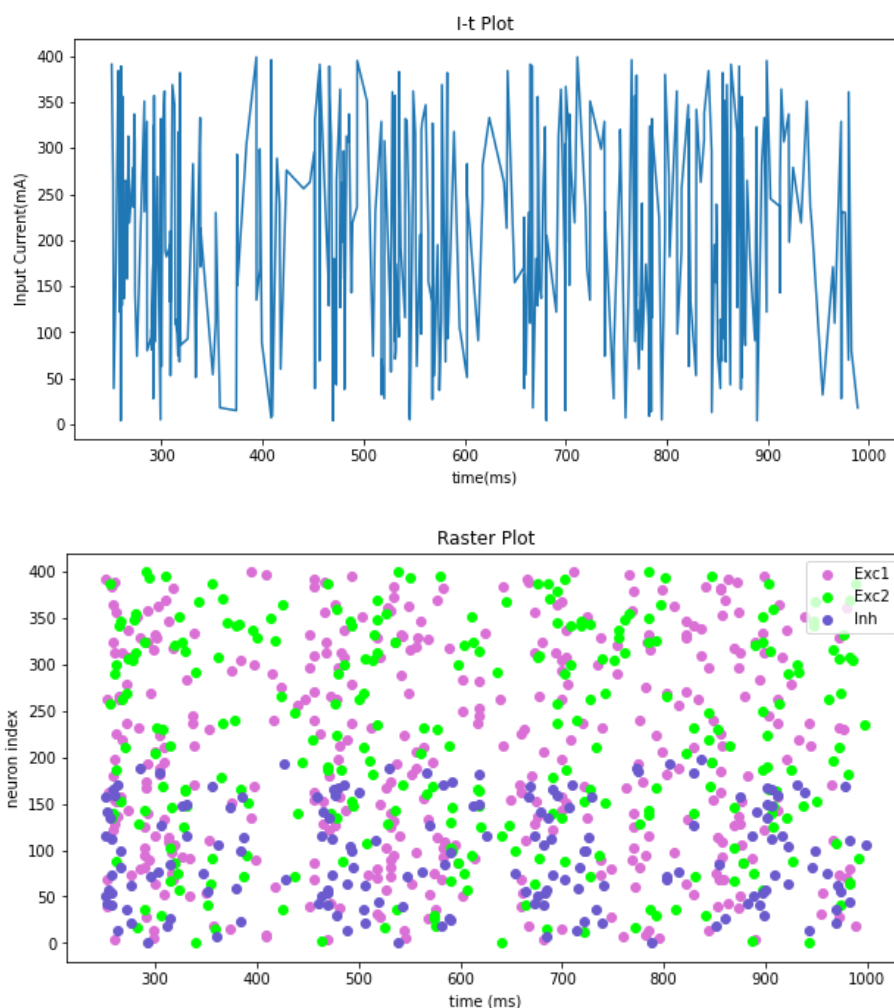
## بخش دوم:

در این بخش باید ۳ جمعیت نورونی بسازیم و تاثیر آنها بر روی یکدیگر و فرایند تصمیم گیری را بررسی کنیم

در اینجا دو جمعیت نورونی تحریکی با ۴۰۰ نورون و یک جمعیت نورونی مهاري با ۲۰۰ نورون ساخته ایم. به دو جمعیت نورونی تحریکی، جریان های رندم اعمال کرده ایم. همچنین اتصالاتی که انجام دادیم به شرح زیر است:

دو جمعیت تحریکی بین نورون های خودشان اتصال دارند و وزن های سیناپسی متناسب با خودشان در نظر گرفته شده است. (exc1, exc2). همچنین برای جمعیت مهاري نیز همینطور است (inh). برای فرایند تصمیم گیری نیاز است تا دو جمعیت تحریکی به جمعیت مهاري ما متصل شود. اینکار نیز با اتصالات سیناپس های ei1, ei2 مشخص شده استو یعنی جمعیت تحریکی اول و دوم به جمعیت مهاري ما متصل شده اند. هرکدام نیز احتمالات اتصال مربوط به خود را دارند.

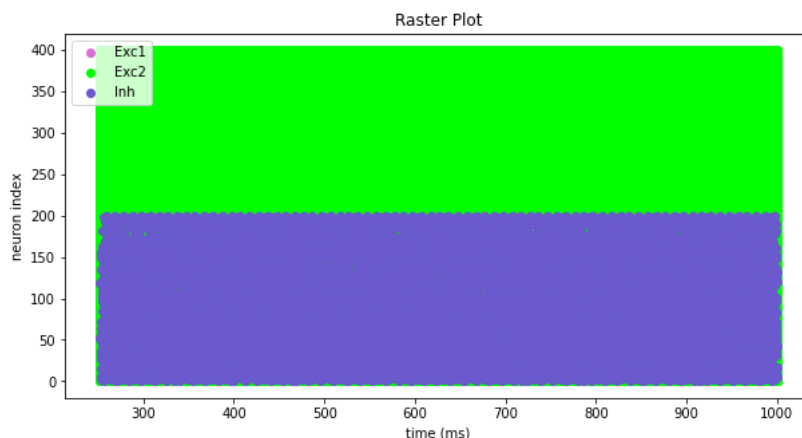
همچنین مانند بخش قبلی مدل در نظر گرفته شده برای نورون ها همان LIF است و از معادله مربوطه آن استفاده شده است. حال نتایج متفاوت را با استفاده از جریان های مختلف مشاهده میکنیم:



همانطور که در کد هم آورده شده، تعداد اسپایک های جمعیت تحریکی اول بیشتر از دومی است و این به این معناست که این جمعیت در فرایند تصمیم گیری موفق میشود.

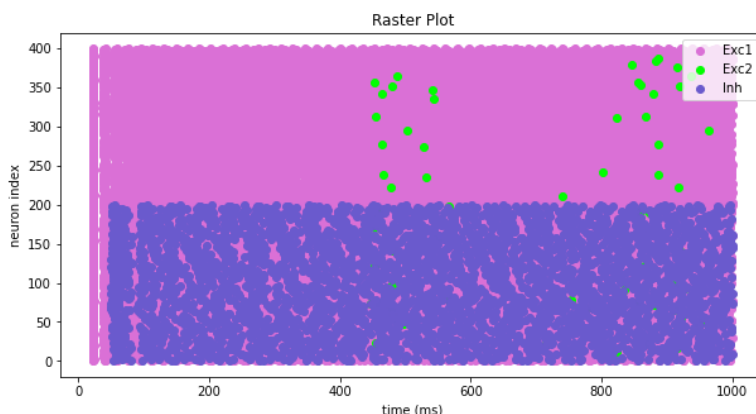
حال تغییری در احتمال اتصال ها و همچنین وزن های سیناپسی می‌دهیم تا ببینیم چه نتیجه خواهد بود.

با افزایش وزن سیناپسی نوروں های excitatory و کاهش وزن inhibitory و همچنین افزایش احتمال آنها، مشاهده میشود که تعداد اسپایک های زده شده خیلی بیش از حد زیاد شده و جمعیت تحریکی دوم حدود ۱ میلیون اسپایک زده و این میزان در نمودار نیز واضح است:



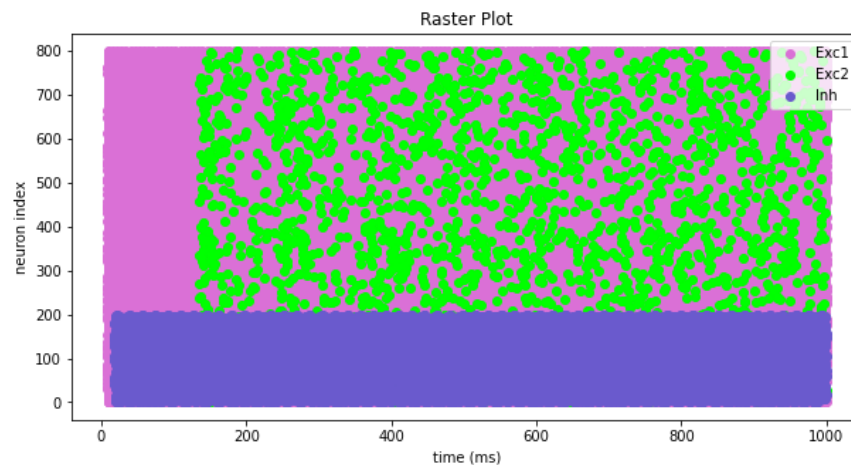
این میزان افزایش تعداد اسپایک های این جمعیت به دلیل آن است که وزن آن را +2 در نظر گرفته‌ایم و همانطور که مشاهده میکنید این میزان بسیار زیاد است و نتیجه آن خیلی مورد استفاده قرار نمیگیرد.

در قسمت بعدی نیز باز هم با تغییر وزن ها و احتمالات نتایج دیگری میگیریم و این دفعه میزان اسپایک زدن جمعیت تحریکی اول خیلی زیاد بوده است.

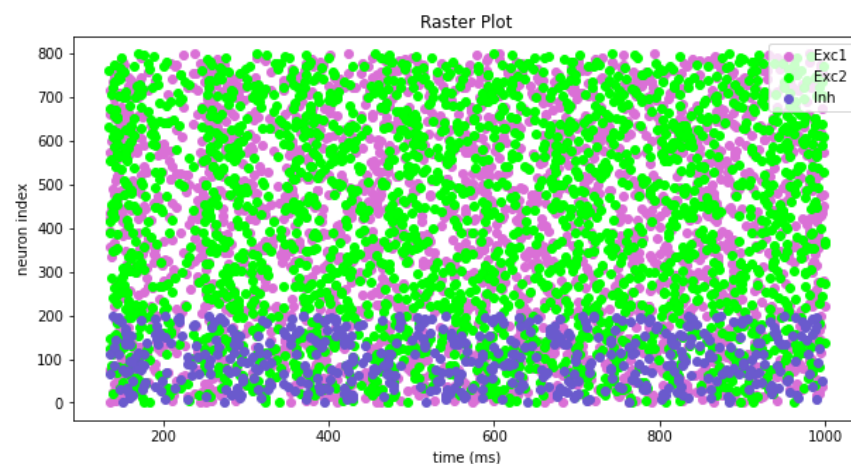


در قسمت بعدی، میزان تعداد نوروں ها در هر جمعیت را تغییر می‌دهیم و نتایج متفاوت را باهم بررسی میکنیم:

در این بخش، تعداد نوروں های جمعیت های تحریکی را ۸۰۰ تا و جمعیت مهاری را ۲۰۰ در نظر گرفتیم. به دلیل آنکه تعداد نوروں ها در این بخش خیلی بیشتر شده، میزان تراکم در نمودار نیز زیاد تر میشود و همانطور که مشخص است، باز هم جمعیت نوروںی اول تعداد اسپایک های بیشتری نسبت به جمعیت اولی زده است:



با کمتر شدن میزان جریان، مشاهده میشود که باز هم با اینکه تعداد اسپایک ها کمتر شده اما جمعیت تحریکی دوم تعداد بیشتری اسپایک زده :



## نتیجه گیری:

در هر دو بخش این تمرین، جمعیت نورونی های متفاوتی با تعداد نورون ها، وزن های سیناپسی مختلف و همچنین نحوه ی اتصالات متفاوت پیاده سازی شد. همانطور که دیدیم، با کم و زیاد کردن میزان شدت جریان و همچنین تغییر دادن وزن های اتصالی عملکرد جمعیت ها متفاوت میشود و میتوان به طور واضح دید که این تغییرات تاثیر بسزایی بر روی عملکرد آنها دارد.

در فرایند تصمیم گیری نیز، تاثیر این جمعیت ها بر روی یکدیگر کاملاً مشخص است و میدانیم که جمعیت نورونی مهارى بر روی عملکرد دو جمعیت تحریکی خیلی اثر گذار است و در نهایت آن جمعیت تحریکی پیروز میشود که در مقابل جمعیت مهارى از خود واکنش نشان داده و فعالیت چشم گیری داشته باشد، درواقع تعداد اسپایک های بسیار زیادی خواهد داشت و میتوان آن را به عنوان تصمیم نهایی که گرفته میشود انتخاب کرد.