

پیاده سازی یک جمعیت نورونی

برای پیاده سازی یک جمعیت نورونی، ما به دو نوع نورون نیاز داریم. نوع تحریکی و نوع مهاری

مدل نورونی که در پیاده سازی استفاده میکنیم مدل LIF هستش که پارامترهای آن از جمله مقاومت، ظرفیت خازن و پتانسیل استراحت برای تمامی نورون های جمعیت یکسان است. اما پارامتری که در آن تفاوت هست، آستانه میباشد که در این پیاده سازی برای آنکه زمان اسپایک نورون ها مشابه نباشد، یک کف برای آستانه در نظر گرفتیم و آنرا با مقدار رندمی جمع کردیم.

دو تابع را برای آپدیت پتانسیل نورون در نظر گرفتیم :

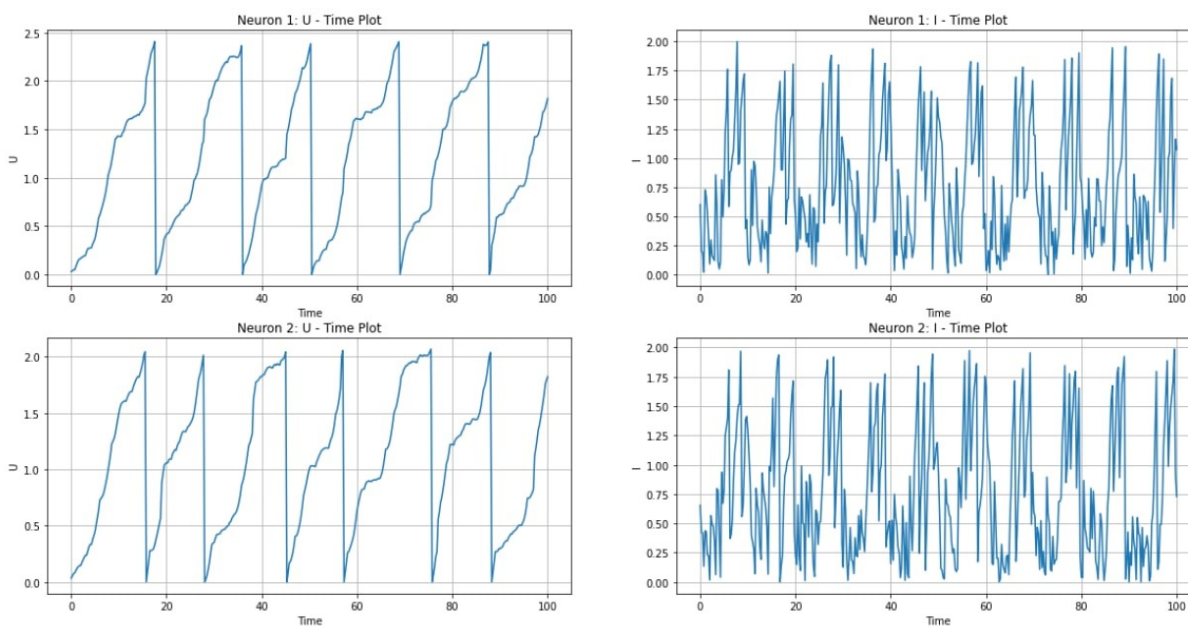
- تابع update در لحظه ی t جریان input ورودی به نورون را دریافت و پتانسیل آن لحظه را محاسبه میکند.
(این تابع برای external input پیاده سازی شده است)
- تابع $update_u$ که با توجه به تحریکی یا مهاری بودن نورون pre synaptic، پتانسیلی را که از نورون دریافت کرده است با پتانسیل خودش در لحظه t جمع میکند. (این تابع برای internal input پیاده سازی شده است)

برای جریان ورودی، جریانی به صورت رندم در نظر گرفتیم که در زمان های مختلف مقدار های مختلف دارد اما یک الگوی کلی را رعایت میکند.

بخش اول پروژه

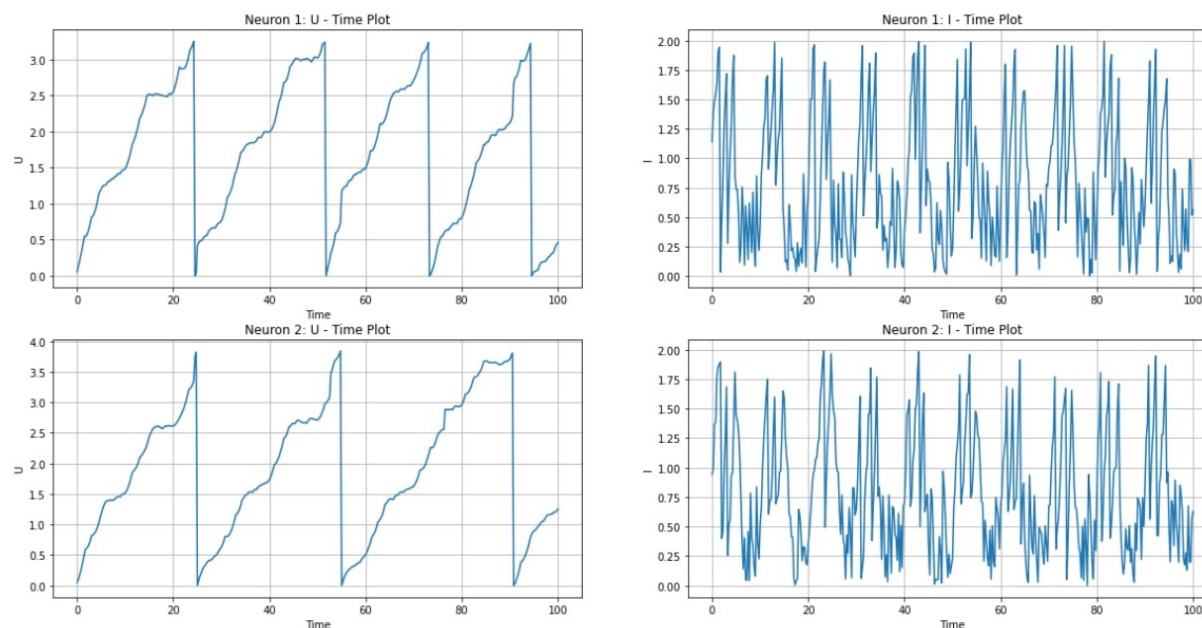
در بخش اول پروژه تابعی تعریف کردیم که دو نورون را دریافت و آنها را بهم متصل میکند. متغیر w که تعریف کردیم وزن این اتصال را نشان میدهد. سپس نمودار جریان و پتانسیل نورون 1 و 2 را رسم کردیم که نتایج به شکل زیر است :

Two Excitatory Neurons Population



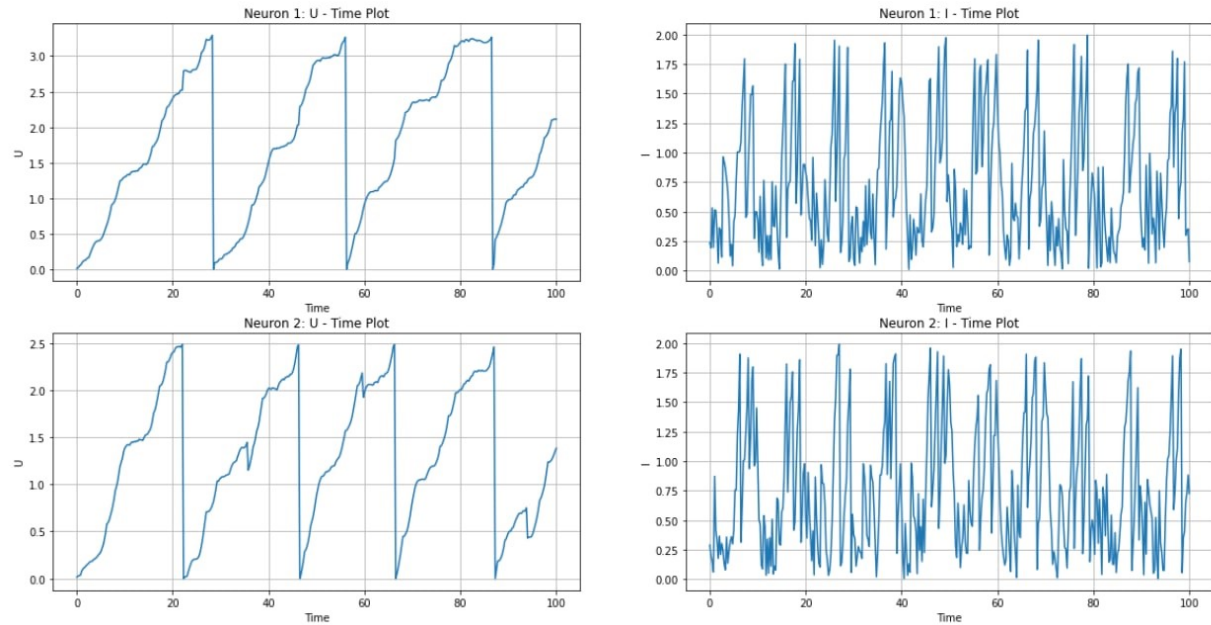
چیزی که قابل مشاهده است این است که چون هردو نورون از نوع تحریکی هستند، در زمان هایی که اسپایک زده اند، بر پتانسیل هم تاثیر گذاشته و آنرا افزایش داده اند.

Two Inhibitory Neurons Population



در مثال بالا نیز چون هردو نورون از نوع مهارى هستند، دراصل یکدیگر را تحریک کرده و در لحظات اسپایک هم، پتانسیل یکدیگر را افزایش داده اند.

One Inhibitory And One Excitatory Neuron Population



در آزمایش بالا، در زمان هایی که نورون 2 (تحریکی) اسپایک زده است، نورون 1 افزایش پتانسیل داشته (باتوجه به مقدار وزن سیناپسی که تعریف کرده ایم) و در زمان هایی که نورون 1 (مهارى) اسپایک زده است نورون 2 کاهش پتانسیل دارد.

بخش دوم پروژه

در بخش دوم پروژه باید یک جمعیت نورونی با نورون های مهارى و تحریکی بسازیم که این جمعیت Full Connective می باشد و وزن های سیناپسی کل جمعیت ثابت و برابر با مقدار زیر است :

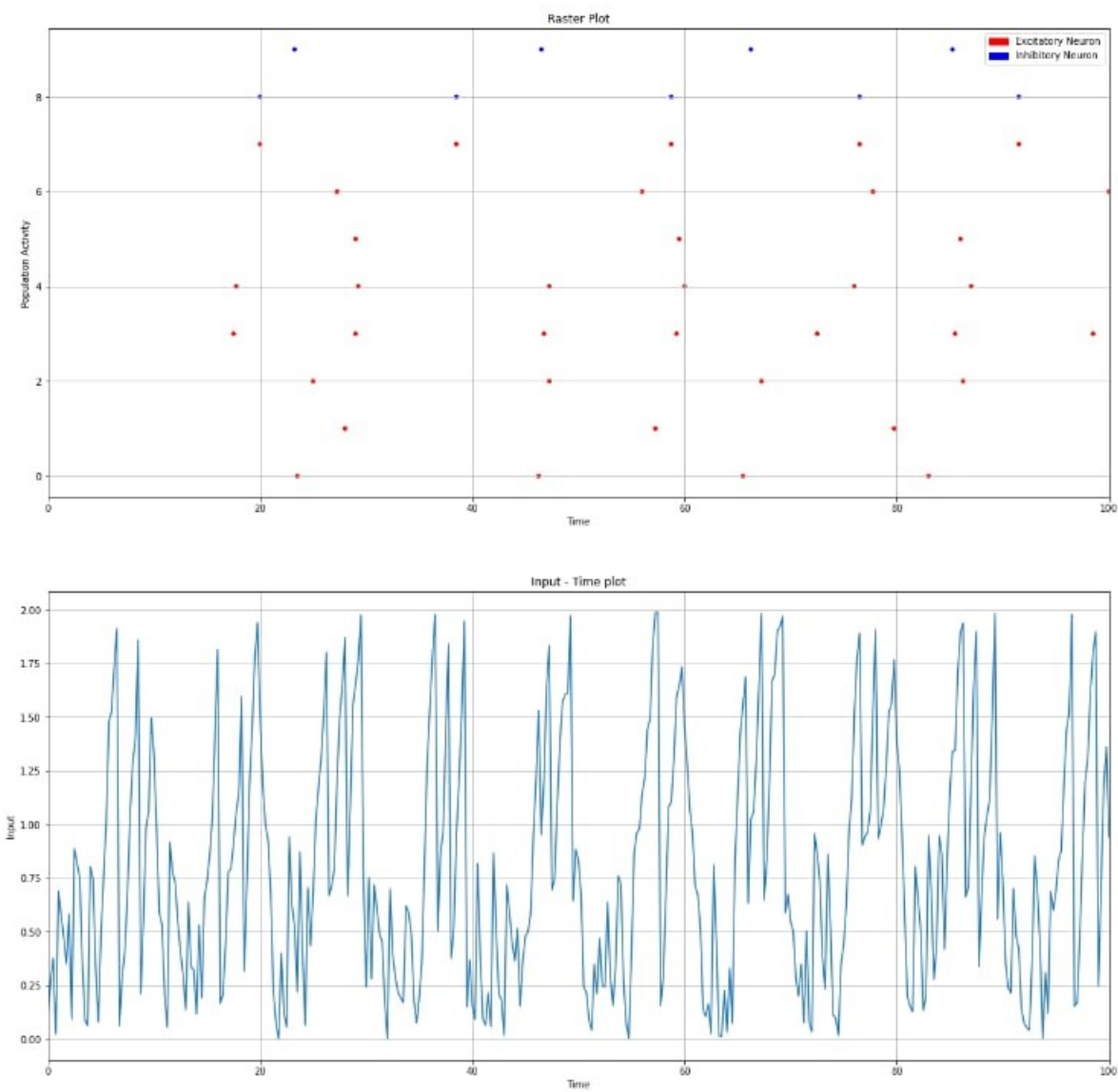
$$w = J / N$$

که در آن J یک ثابت می باشد.

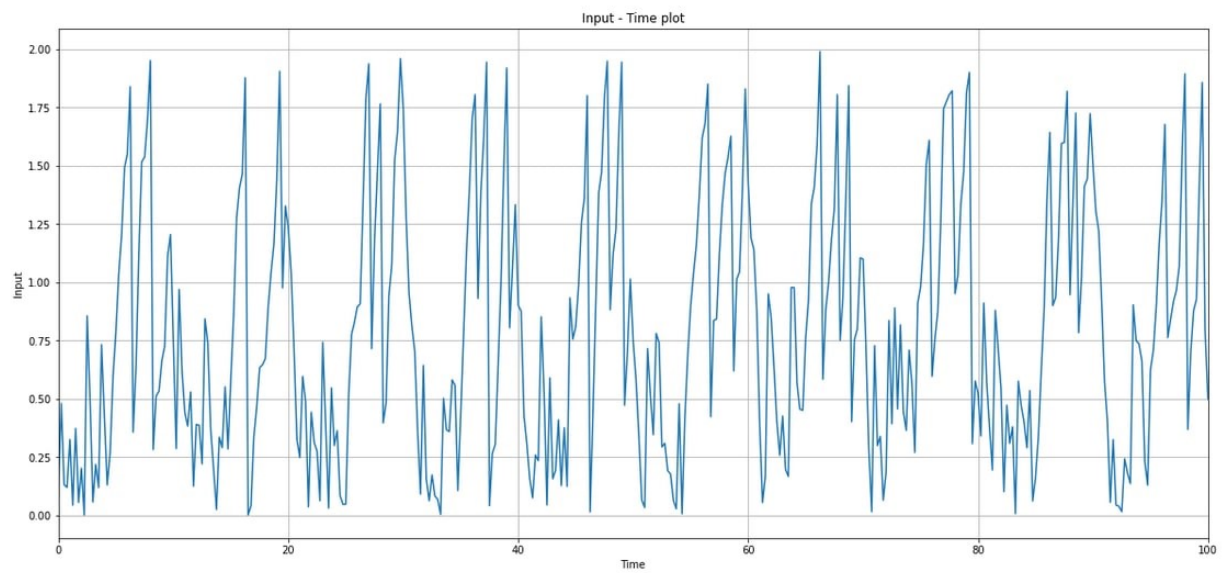
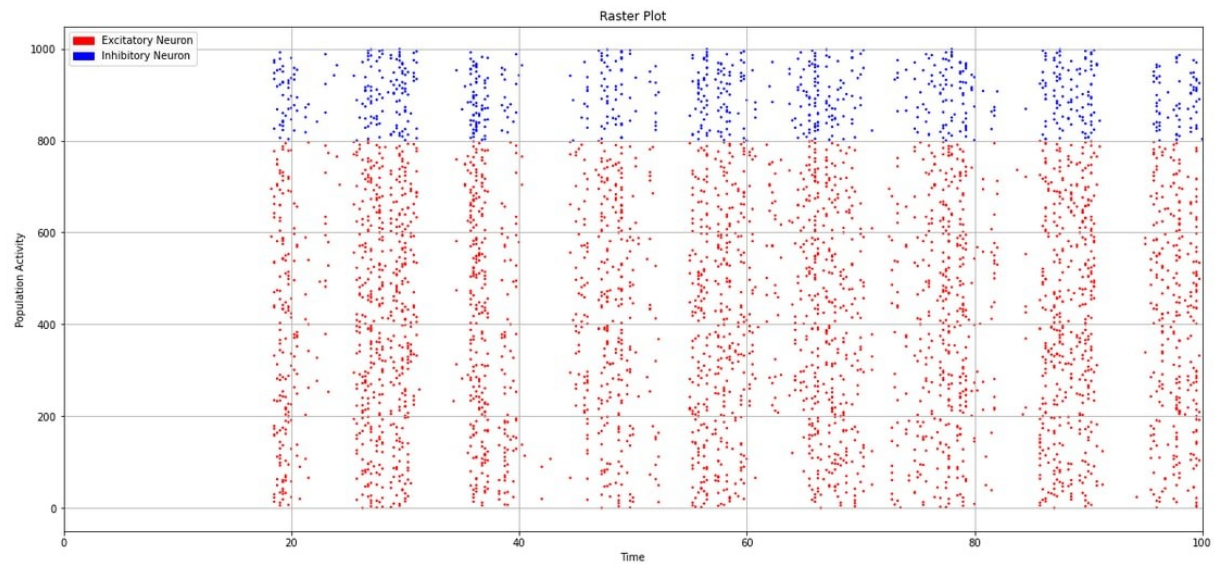
جمعیت نورونی را به دلیل سادگی آن، همگن پیاده سازی کردیم و جریان ورودی بیرونی، به کل نورون ها وارد میشود.

نتیجه خروجی ها بصورت زیر است :

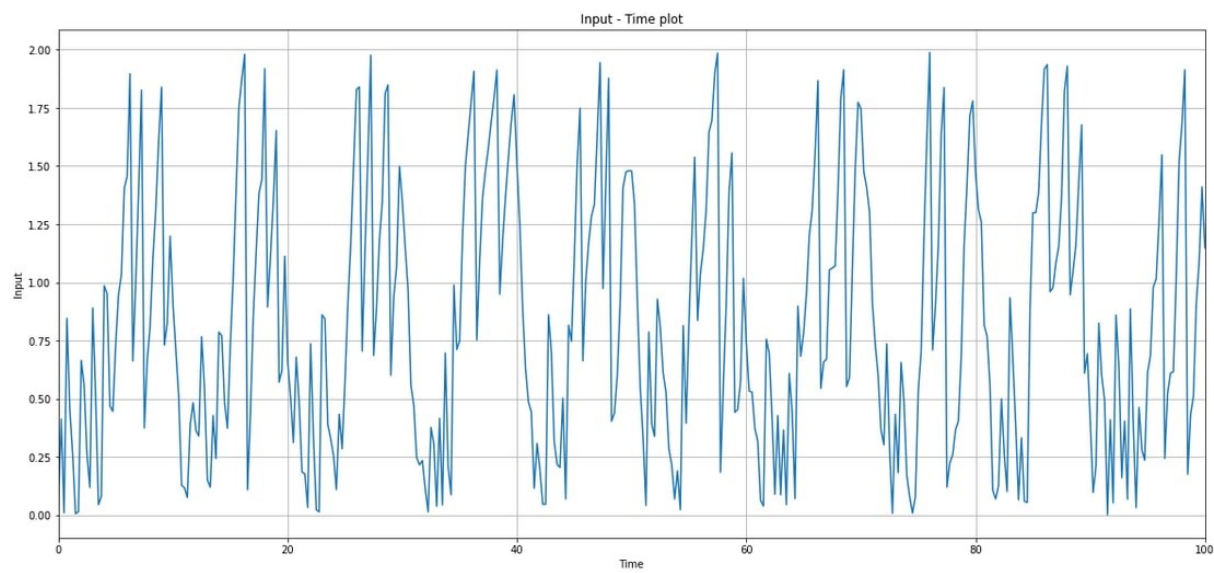
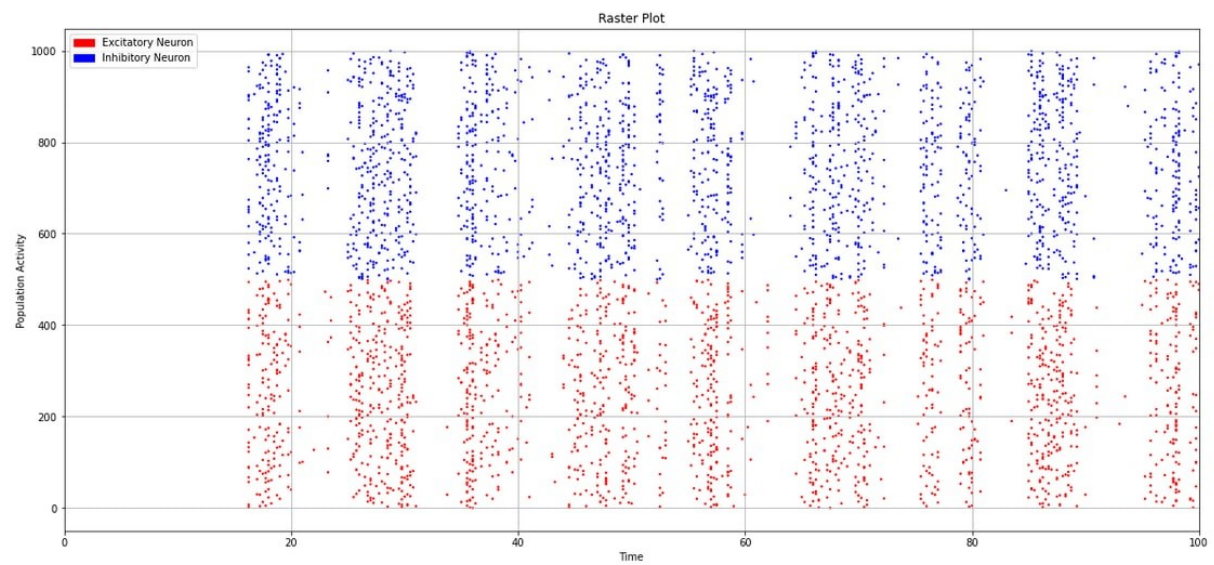
Population of 8 Excitatory Neurons and 2 Inhibitory Neurons



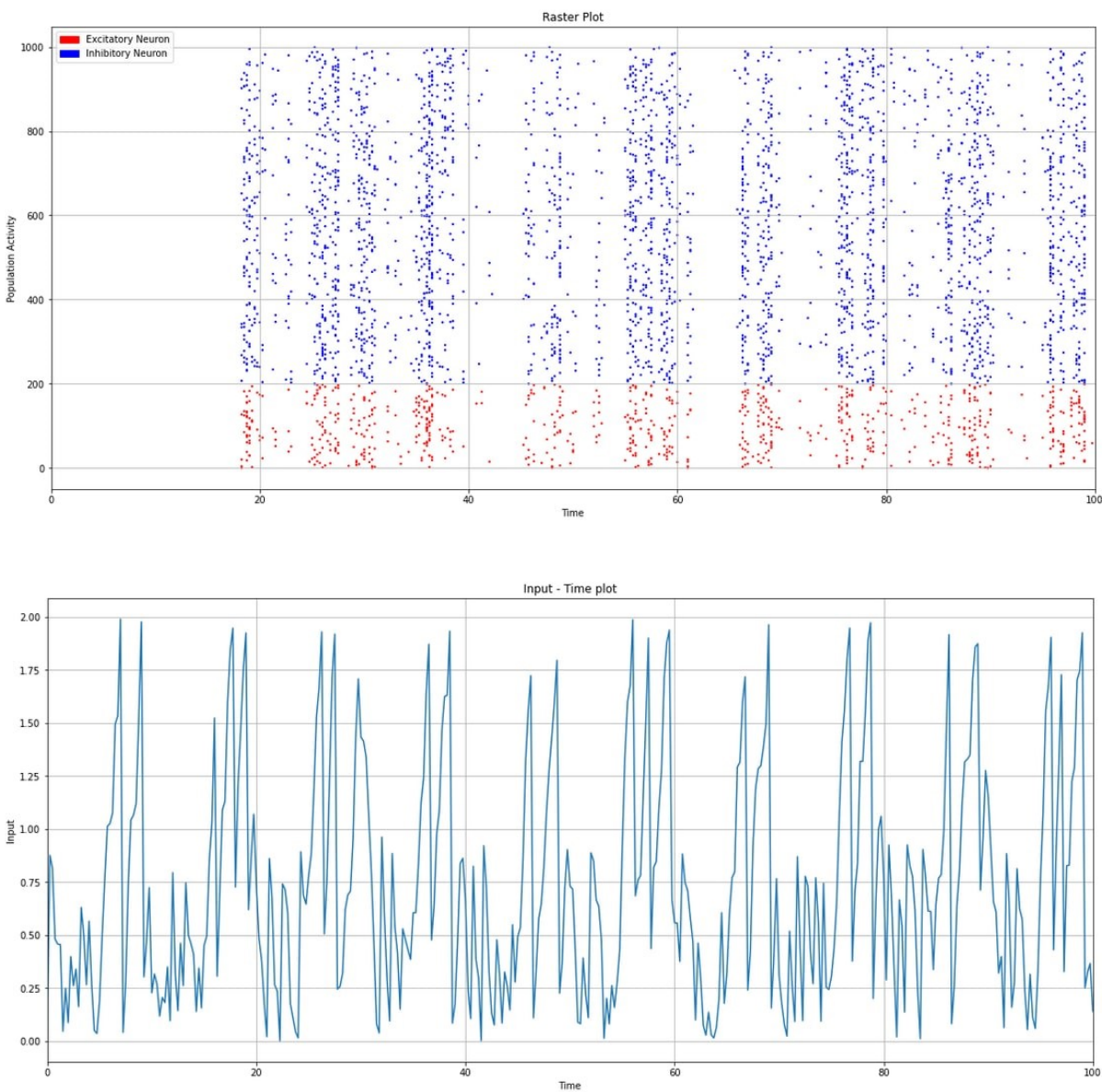
Population of 800 Excitatory Neurons and 200 Inhibitory Neurons



Population of 500 Excitatory Neurons and 500 Inhibitory Neurons



Population of 200 Excitatory Neurons and 800 Inhibitory Neurons



با توجه به خروجی ها میتوان دید که لحظاتی که جمعیت نورونی فعالیتش بالا میرود، نورون ها شروع به اسپایک زدن میکنند و بعد مدتی اثر یکدیگر را خنثی میکنند. نکته قابل توجه این است که در نمودار هایی که تعداد نورون های تحریکی و مهارتی برابر است، اثر خنثی کردن یکدیگر را میتوانیم ببینیم که به نسبت تراکم نورون های فایر کرده کاهش پیدا میکند.

نکته دیگر در خروجی ها این بود که در آزمایش هایی که تعداد نورون های تحریکی بیشتر بود، با کاهش جریان شانس فایر کردن نورون ها بیشتر میباشد.

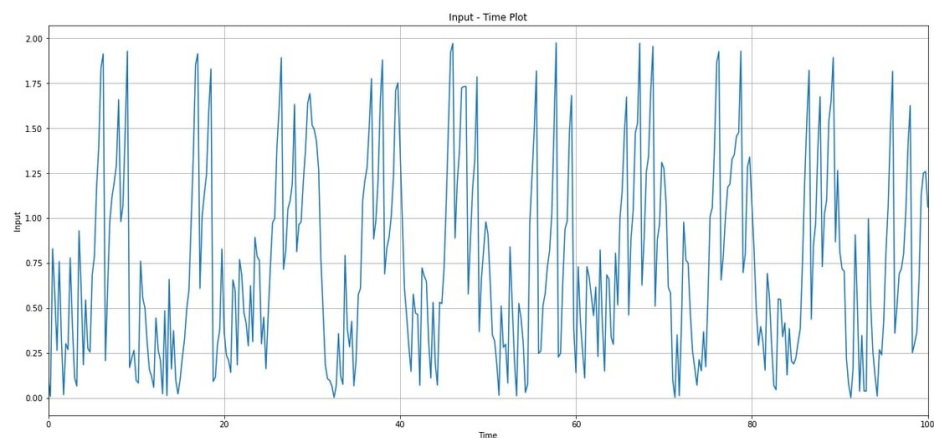
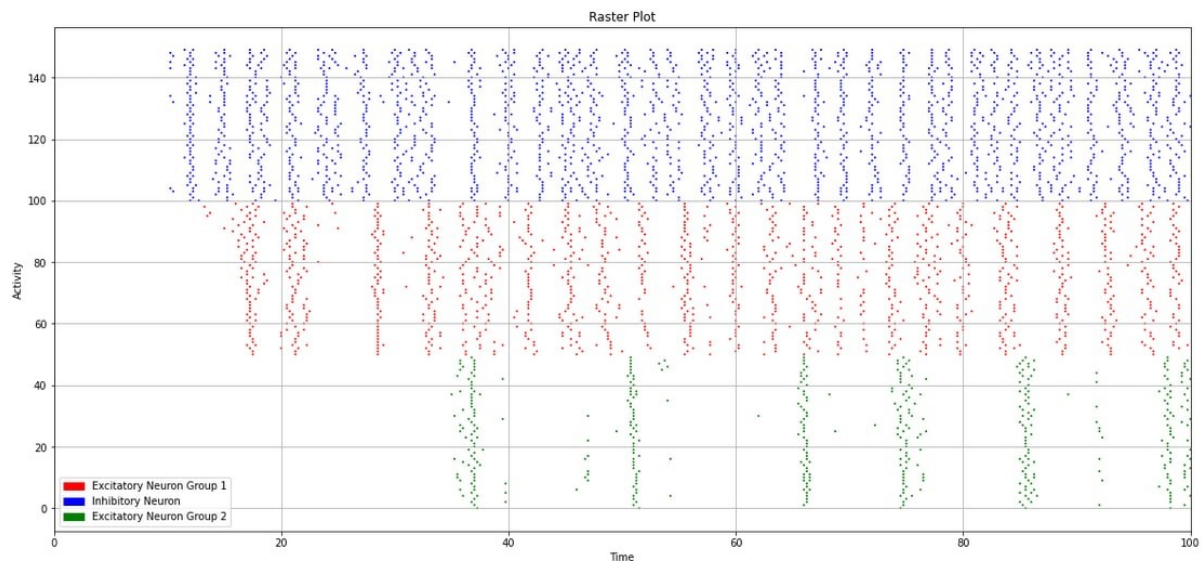
بخش سوم پروژه

تنها تفاوت این بخش با بخش قبل این است که وزن های سیناپسی را به شکل یک ماتریس در نظر گرفتیم که بخشی از آن وزن های سیناپسی جمعیت 1، بخشی وزن های سیناپسی جمعیت 2، بخشی وزن های سیناپسی جمعیت 3 و بخشی وزن های بین جمعیت ها میباشد.

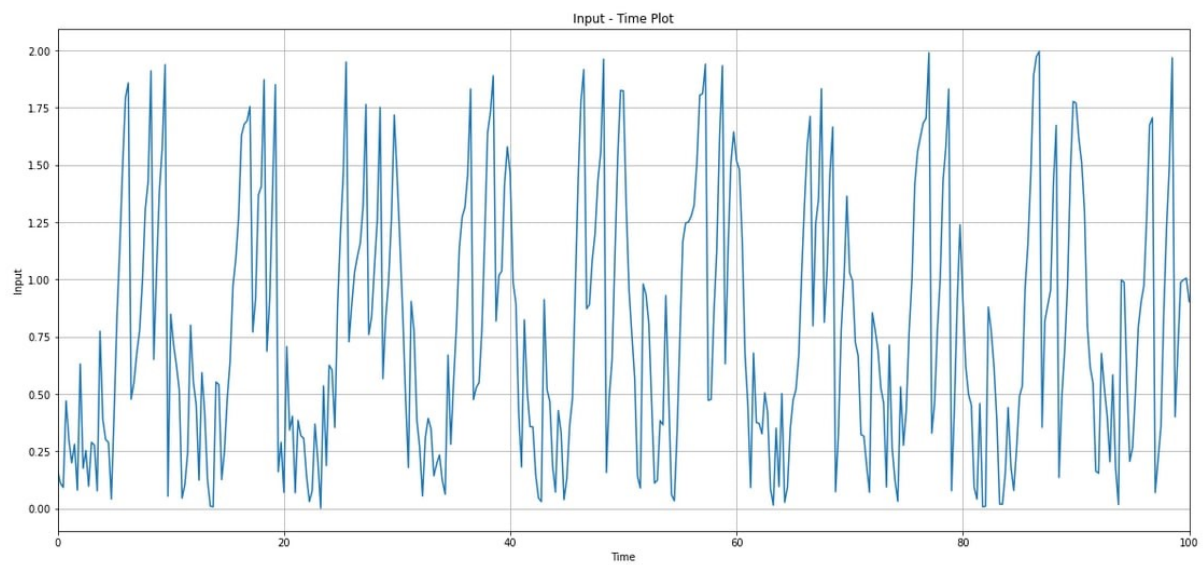
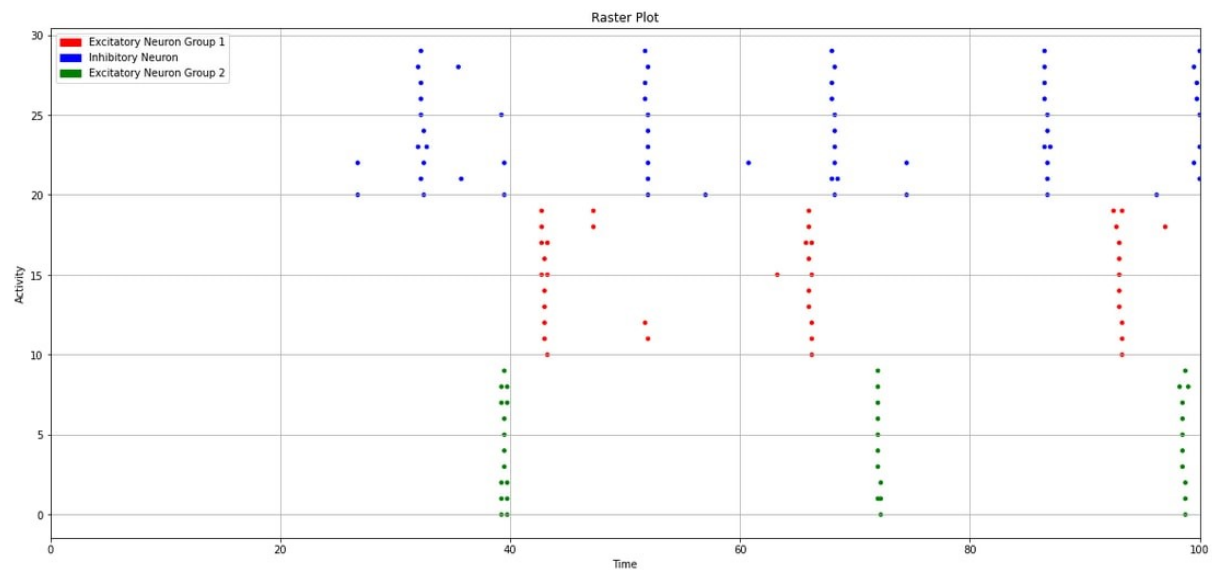
در این پیاده سازی دو جمعیت تحریکی و یک جمعیت مهارى را در نظر گرفتیم و برای پی بردن به اثر دقیق جمعیت مهارى بر دو جمعیت دیگر، جمعیت های تحریکی را به مهارى وصل کردیم.

نتیجه آزمایشات به شکل زیر است :

Population of 50 ,50 Excitatory Neurons and 50 Inhibitory Neurons



Population of 10 ,10 Excitatory Neurons and 10 Inhibitory Neurons



باتوجه به خروجی ها میتوان دید که جمعیت مهاری به مرور بر دو جمعیت تحریکی دیگر تاثیر گذاشته و فرکانس فایر آنها را کاهش میدهد و درنهایت جمعیت تحریکی قرمز است که بر جمعیت تحریکی سبز پیروز شده و تصمیم گیری میکند.