

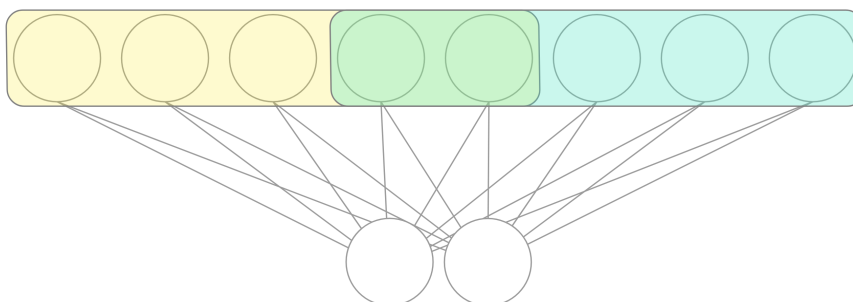


## اهداف پروژه

۱. آشنایی با روش‌های مختلف کدگذاری اطلاعات و تبدیل محرک‌های ورودی به ضربه
۲. آشنایی با یادگیری بدون ناظر و یادگیری تقویتی
۳. درک فرآیند یادگیری قانون هب (Hebb)

## فعالیت‌ها

۱. روش‌های کدگذاری زیر را پیاده‌سازی نمایید.  
(آ) روش کدگذاری Time-to-First-Spike  
(ب) روش کدگذاری مقادیر عددی  
(ج) روش کدگذاری به کمک توزیع پواسون  
فرض کنید محرک‌های<sup>۱</sup> ورودی به مدت  $T$  میلی‌ثانیه حضور داشته باشند. سه روش کدگذاری را بر این محرک‌ها اعمال نموده و ضربه‌های تولید شده را به صورت raster plot ترسیم کنید. نتایج حاصل از روش‌های کدگذاری مختلف را تحلیل کنید.
۲. قانون یادگیری بدون ناظر STDP یا نسخه ساده‌تر آن با نام Flat-STDP را پیاده‌سازی کنید.  
یک شبکه عصبی ضربه‌ای شامل یک لایه ورودی و یک لایه خروجی (شامل دو نورون تحریکی) در نظر بگیرید که تمام نورون‌های ورودی به تمام نورون‌های خروجی متصل باشند.



- (آ) دو الگوی فعالیت متفاوت (آبی و زرد در نمودار بالا)<sup>۲</sup> با توزیع پواسون برای فعالیت نورون‌های ورودی در نظر گرفته و بصورت تصادفی، هر بار یکی از الگوها را به عنوان ورودی فعال کرده و اجازه دهید نورون‌های خروجی با استفاده از قانون پیاده‌سازی شده آموزش ببینند.
  - (ب) برای دو نورون خروجی، تغییرات وزن‌های سیناپسی آن‌ها در حین فرآیند آموزش را ترسیم نمایید.
  - (ج) پس از آموزش نمودار شباهت کسینوسی وزن‌ها را برای دو نورون خروجی و نورون‌های ورودی را ترسیم کنید. آیا نورون‌های خروجی الگوهای متفاوت را یادگرفته‌اند؟ چرا؟
  - (د) به هر یک از دو لایه‌ی ورودی و لایه‌ی خروجی یک نورون اضافه کنید که در طول فرآیند آموزش ضربه‌ای نزنند. تغییرات وزن‌های متصل به این دو نورون را تحلیل کنید.
  - (ه) فعالیت کمینه‌ای را برای نورون‌های دو لایه در نظر بگیرید و تغییرات وزن را با حالت قبل مقایسه کنید.
  - (و) این آزمایش را برای مقادیر مختلفی از پارامترها تکرار نموده و نتایج را گزارش کنید. با توجه به نتایج، فرایند یادگیری و تاثیر مقادیر پارامترها را تحلیل کنید.
۳. قانون یادگیری تقویتی R-STDP یا نسخه ساده‌تر آن با نام Flat-R-STDP را پیاده‌سازی کنید.  
آزمایش‌های سوال قبل را با استفاده از این قانون یادگیری تکرار کنید. نتایج بدست آمده را در کنار هم قرار داده و فرآیند یادگیری و تاثیر پارامترها را تحلیل کنید.

<sup>۱</sup> می‌توانید از تصاویر سیاه و سفید به عنوان محرک ورودی استفاده کنید. تصاویر این مخزن پیشنهاد می‌شود.  
<sup>۲</sup> پیشنهاد می‌شود در آزمایش‌های اولیه دو الگو اشتراکی با یکدیگر نداشته باشند و سپس اشتراک الگوها افزایش یابد تا تمام نورون‌ها را در بر بگیرند.