

شکل 2 ساختار رده‌بند پرسپترون چندلایه

شبکه عصبی احتمالاتی شامل یک لایه ورودی، یک لایه الگو، یک لایه جمع‌بندی و یک لایه خروجی رقابتی است. این ساختار در شکل 3 نمایش داده شده است. نرون‌های لایه ورودی، تنها مشخصه‌های ورودی p دارند و نیز تعداد کلاس‌های مسئله c باشد، بعد زیر فضای تولید شده حداکثر برابر $1 - c$ خواهد بود. در شرایطی که $c < d$ ، این کاهش بُعد توجه، سبب از دست رفتن مقدار زیادی از اطلاعات می‌شود. روش آنالیز تفکیک‌کنندگی خطی شناخته می‌شود [16]. مزیت این روش نسبت به روش آنالیز تفکیک‌کنندگی خطی، بهره بردن از توابع کرنل غیرخطی بهمنظور یافتن تصویرهایی با بیشینه میزان تفکیک‌پذیری است.

یکی از معایب اصلی روش آنالیز تفکیک‌کنندگی خطی محدودیت آن در کاهش بُعد داده‌ها است؛ به این معنا که اگر فضای اصلی مشخصه‌ها d بعدی باشد و نیز تعداد کلاس‌های مسئله c باشد، بعد زیر فضای تولید شده حداقل برابر $1 - c$ خواهد بود. در شرایطی که $c > d$ ، این کاهش بُعد توجه،

سبب از دست رفتن مقدار زیادی از اطلاعات می‌شود. روش آنالیز تفکیک‌کنندگی غیرپارامتریک [23] راهکاری برای مقابله با این مشکل ارائه کرده است. به این معنا که در این روش برخلاف روش آنالیز تفکیک‌کنندگی خطی، تعداد مشخصه‌ها پس از کاهش بعد محدود به $1 - c$ نبوده و بعد زیر فضای پس از کاهش بُعد، می‌تواند هر مقدار دلخواه m در نظر گرفته شود.

3- رده‌بندها و روش‌های یادگیری توده‌ای

در این پژوهش از پرسپترون چندلایه، شبکه عصبی احتمالاتی و ماشین بردار پشتیبان به عنوان رده‌بندهای روش‌های یادگیری توده‌ای استفاده شده است.

ساختار پایه‌ای پرسپترون چندلایه از سه لایه تشکیل شده است؛ لایه ورودی، لایه پنهان و لایه خروجی. عملیات آموختن بهمنظور تعیین وزن‌های بین لایه‌های ورودی و لایه پنهان و نیز لایه پنهان و لایه خروجی انجام می‌شود. برای این منظور الگوریتم‌های متنوع وجود دارد که شناخته شده‌ترین آن‌ها پس انتشار خطأ¹ نامیده می‌شود [24]. این الگوریتم دارای دو فاز مجزا از هم است. نخست فاز سیگنال ورودی به شبکه اعمال شده و اثر آن لایه به لایه محاسبه شده تا پاسخ شبکه حاصل شود. در طول این فاز وزن‌های سیناپسی ثابت هستند. فاز پس‌رو؛ در این فاز تفاضل بین پاسخ شبکه و پاسخ دلخواه (به عنوان خطأ) محاسبه شده و این سیگنال خطأ از سمت خروجی به سمت ورودی و به صورت لایه به لایه پس انتشار یافته و وزن‌ها به نحوی تصحیح می‌شوند که پاسخ شبکه را هر چه بیشتر به پاسخ دلخواه نزدیک کنند. شکل 2 ساختار یک شبکه پرسپترون چندلایه با یک لایه پنهان، n نرون، i ورودی، ز خروجی را نشان می‌دهد. توابع (1) f و (2) f می‌توانند از انواع مختلفی همچون خطی و سیگموئید (تائزات هیپربولیک) باشند.

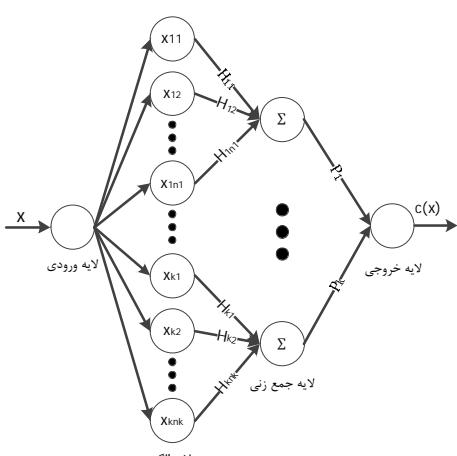
شبکه عصبی احتمالاتی نخستین بار توسط اسپک² ارائه شده است. نشان داده می‌شود که در صورت وجود داده‌های کافی برای آموختن، شبکه عصبی احتمالاتی به رده‌بند بیز همگرا می‌شود [26.25]. بر مبنای رویکرد بیز، خروجی شبکه عصبی احتمالاتی را می‌توان به عنوان تخمینی از احتمال میزان عضویت در یک کلاس در نظر گرفت. آموختن این رده‌بند بر پایه تخمین تابع چگالی احتمالاتی کلاس‌ها انجام می‌شود.

$$P_k(x) = \frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} H_{ki}(x) \quad (3)$$

که در آن n_k تعداد کل نمونه‌های موجود در کلاس k است. نرون لایه خروجی با استفاده از رابطه (4) و بر اساس قاعده تصمیم‌گیری بیز و با در نظر گرفتن فرض "یکسان بودنتابع هزینه متناظر با کلاسه‌بندی نادرست و نیز تابع احتمال تمامی کلاس‌ها" تعلق هر نمونه به کلاس صحیح را تعیین می‌کند:

$$c(x) = \operatorname{argmax}\{P_k(x)\}, k = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

که در آن m بیانگر تعداد کلاس‌ها در مجموعه آموختن و (x) c کلاس تخمین‌زدہ شده برای الگوی x است [25].



شکل 3 ساختار رده‌بند شبکه عصبی احتمالاتی

3- Maximum Likelihood

