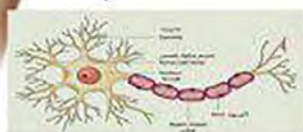
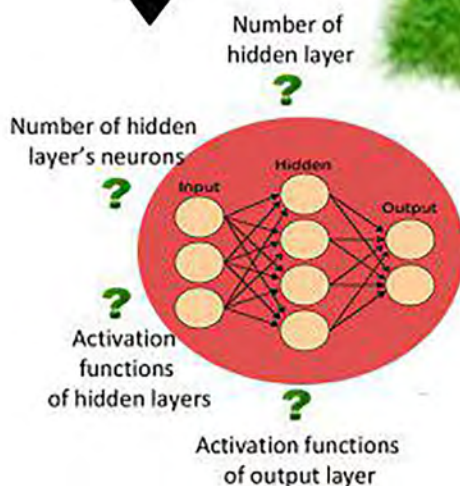


# آموزش با سرپرست شبکه‌های عصبی مصنوعی و کاربرد آن در پیش‌بینی



## Training Algorithm



## Forecasting Accuracy







# آموزش با سرپرست شبکه‌های عصبی

## مصنوعی و کاربرد آن در پیش‌بینی

تالیف:

مهرناز پیروزبخت

کارشناس ارشد مهندسی صنایع

دکتر مجید رستمی بشمینی

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی



انتشارات موجک



سرشناسه: پیروزیخت، مهرناز، ۱۳۶۳ -

عنوان و نام پدیدآور: آموزش با سرپرست شبکه‌های عصبی مصنوعی و کاربرد آن در پیش‌بینی / تالیف

مهرناز پیروزیخت، مجید رستمی بشمینی.

مشخصات نشر: تهران: انتشارات موجک، ۱۳۹۷.

مشخصات ظاهری: ۲۰۴ ص. مصور، جدول، نمودار.

شابک: ۸-۶۳-۸۶۳۴-۶۰۰-۹۷۸، ۳۰۰۰۰۰ ریال

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

یادداشت: کتابنامه: ص. [۲۱۷] - ۲۲۳.

موضوع: شبکه‌های عصبی (کامپیوتر)

موضوع: Neural networks (Computer science)

موضوع: سهام -- قیمت‌ها -- پیش‌بینی -- الگوهای ریاضی (پیش‌بینی قیمت سهام -- الگوهای ریاضی)

موضوع: Stock price forecasting -- Mathematical models

شناسه افزوده: رستمی بشمینی، مجید، ۱۳۵۸ -

رده بندی کنگره: ۱۳۹۶ آ ۸۶ پ / ۸۷ / ۷۶ QA

رده بندی دیویی: ۰۰۶/۳۲

شماره کتابشناسی ملی: ۴۶۵۹۴۴۱

انتشارات موجک

تلگرام: ۰۹۰۱۷۶۷۲۵۰۲ کانال: telegram.me/mojak1

تلفن مرکز پخش: ۰۲۶۳۲۲۳۲۰۹۱ - ۰۲۶۳۲۴۰۳۵۱۳ - ۰۲۱۶۶۱۲۷۵۹۳

ایمیل: mojakpublication@yahoo.com

سایت: www.mojak.ir



عنوان: آموزش با سرپرست شبکه‌های عصبی مصنوعی و کاربرد آن در پیش‌بینی

تالیف: مهرناز پیروزیخت، دکتر مجید رستمی بشمینی

طراح جلد: مهرناز پیروزیخت، سیده زهرا روشنایی

مشخصات ظاهری: ۲۰۴ صفحه، قطع وزیری

چاپ اول: بهار ۱۳۹۷، تیراژ: ۵۰۰ جلد

قیمت: ۳۰۰۰۰۰ ریال، شابک: ۸-۶۳-۸۶۳۴-۶۰۰-۹۷۸

حقوق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.

# فهرست مطالب

صفحه

عنوان

---

۱	پیشگفتار مولف.....
۳	مقدمه .....
۷	فصل اول: شبکه‌ی عصبی مصنوعی .....
۷	۱-۱ مقدمه .....
۷	۲-۱ تاریخچه‌ای از تحقیقات انجام شده در زمینه‌ی شبکه‌ی عصبی مصنوعی .....
۹	۳-۱ شبکه‌های عصبی .....
۹	۱-۳-۱ سلول‌های عصبی بیولوژیکی .....
۱۰	۴-۱ شبکه‌های عصبی مصنوعی .....
۱۳	۵-۱ مزایای شبکه‌ی عصبی .....
۱۴	۶-۱ روند تکامل مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی اولیه .....
۱۶	۷-۱ جداسازی خطی .....
۲۱	۸-۱ تبدیل یک مسئله به یک مدل شبکه‌ی عصبی (طراحی مدل شبکه‌ی عصبی) .....
۲۳	۹-۱ معماری شبکه‌های عصبی .....
۲۳	۱-۹-۱ شبکه‌ی پیش‌خور تک‌لایه .....
۲۴	۲-۹-۱ شبکه‌ی پیش‌خور چندلایه .....
۲۵	۳-۹-۱ شبکه‌های بازگشتی .....
۲۵	۱۰-۱ تابع فعال‌سازی (تابع محرک، تابع تبدیل، تابع انتقال) .....

۳۳	فصل دوم: روش‌های یادگیری.....
۳۳	۱-۲ مقدمه .....
۳۳	۲-۲ مسائل بهینه‌سازی .....
۳۴	۳-۲ حل مسائل بهینه‌سازی .....
۳۷	۴-۲ الگوریتم‌های آموزشی (الگوریتم‌های یادگیری شبکه‌ی عصبی) .....
۳۸	۵-۲ یادگیری نظارتی .....
۳۹	۶-۲ یادگیری غیرنظارتی .....
۳۹	۷-۲ یادگیری تقویتی .....
۳۹	۸-۲ برخی از روش‌های یادگیری نظارتی و غیرنظارتی .....
۳۹	۱-۸-۲ الگوریتم یادگیری مادلاین .....
۴۳	۲-۸-۲ یادگیری کاهش گرادیان .....
۴۳	۳-۸-۲ روش دلتا .....
۴۵	۹-۲ الگوریتم پس‌انتشار .....
۵۰	۱۰-۲ ترکیب توابع .....
۵۱	۱۱-۲ جمع توابع .....
۵۲	۱۲-۲ یال‌های وزن‌دار .....
۵۲	۱۳-۲ آموزش یا تنظیم وزنها در الگوریتم پس‌انتشار .....
۵۳	۱۴-۲ بررسی لایه‌های شبکه‌ی عصبی در الگوریتم پس‌انتشار .....
۵۴	۱۵-۲ گام‌های الگوریتم پس‌انتشار .....
۵۷	۱۶-۲ نمایش ماتریس الگوریتم پس‌انتشار .....
۵۹	۱۷-۲ یادگیری هیجان .....
۵۹	۱-۱۷-۲ شبکه‌ی عصبی هب .....
۶۵	۱۸-۲ یادگیری رقابتی .....
۶۷	۱-۱۸-۲ الگوریتم آموزشی رقابتی .....
۶۹	۱۹-۲ یادگیری تصادفی .....



## فصل سوم: به کارگیری الگوریتم‌های فراابتکاری برای آموزش شبکه‌ی عصبی .. ۷۱

- ۱-۳ مقدمه ..... ۷۱
- ۲-۳ مطالعات انجام شده در زمینه‌ی الگوریتم‌های آموزشی شبکه‌ی عصبی مبتنی بر الگوریتم‌های کلاسیک ..... ۷۲
- ۳-۳ مطالعات انجام شده در زمینه‌ی الگوریتم‌های فراابتکاری آموزش دهنده‌ی شبکه‌ی عصبی ..... ۷۳
- ۴-۳ الگوریتم‌های جستجوگر فراابتکاری (متاهوریستیک) ..... ۷۵
- ۵-۳ الگوریتم بهینه‌ساز ذرات ..... ۷۷
- ۶-۳ الگوریتم بهینه‌ساز جفت‌گیری پرندگان ..... ۷۸
- ۱-۶-۳ مطالعات انجام شده در زمینه‌ی الگوریتم آموزشی بهینه‌ساز پرندگان ..... ۷۸
- ۷-۳ الگوریتم فراابتکاری ترکیبی پیشنهادی ..... ۸۸
- ۸-۳ مطالعات انجام شده در زمینه‌ی الگوریتم یادگیری بر مبنای تضاد ..... ۸۸
- ۹-۳ الگوریتم یادگیری بر مبنای تضاد ..... ۸۹
- ۱۰-۳ الگوریتم بهینه‌ساز پرندگان بر مبنای تضاد ..... ۹۰
- ۱۱-۳ رابطه‌ی شبکه‌ی عصبی و الگوریتم‌های بهینه‌سازی ..... ۹۶
- چرا در حل مسائل بهینه‌سازی، مانند آموزش شبکه عصبی، از الگوریتم‌های گرادیانی به سمت الگوریتم‌های فراابتکاری روی آورده شد؟ ..... ۹۷
- ۱۲-۳ مزایای به کارگیری الگوریتم‌های فراابتکاری در آموزش شبکه‌ی عصبی ..... ۹۸
- ۱۳-۳ به کارگیری الگوریتم فراابتکاری در آموزش شبکه عصبی ..... ۹۹
- ۱۴-۳ تابع برازش ..... ۱۰۰
- ۱۵-۳ استراتژی کدگذاری ..... ۱۰۲

## فصل چهارم: توضیحاتی در زمینه‌ی روش‌های کلاسیک و مدرن پیش‌بینی قیمت

- سهام ..... ۱۰۵
- ۱-۴ مقدمه ..... ۱۰۵
- ۲-۴ روش‌های سنتی تجزیه و تحلیل مالی ..... ۱۰۵

- ۱-۲-۴ تجزیه و تحلیل تکنیکی ..... ۱۰۵
- ۲-۲-۴ تجزیه و تحلیل اساسی ..... ۱۰۶
- ۳-۲-۴ نظریه بازار کارا ..... ۱۰۷
- ۳-۴ رابطه‌ی پیش‌بینی قیمت سهام با شبکه‌های عصبی مصنوعی ..... ۱۰۸
- ۴-۴ سابقه‌ی تحقیقات انجام گرفته در زمینه‌ی پیش‌بینی قیمت سهام ..... ۱۰۹
- ۵-۴ سابقه‌ای از روش‌های مدرن تجزیه و تحلیل قیمت در بازار بورس ..... ۱۱۱
- ۶-۴ جمع‌بندی ..... ۱۲۱

### فصل پنجم: به کارگیری سه نمونه الگوریتم فرابتنکاری در آموزش شبکه‌ی عصبی

#### مطالعه موردی: پیش‌بینی قیمت سهام ..... ۱۲۳

- ۱-۵ مقدمه ..... ۱۲۳
- ۲-۵ الگوریتم بهینه‌ساز پرندگان بر مبنای تضاد برای آموزش شبکه‌ی عصبی پیش‌خور ..... ۱۲۴
- ۳-۵ روش جمع‌آوری داده‌ها ..... ۱۲۴
- ۴-۵ شبکه‌ی عصبی به کار رفته در این کتاب ..... ۱۲۴
- ۵-۵ پارامترها و فرضیات مربوط به الگوریتم‌ها ..... ۱۲۶
- ۶-۵ نتایج حاصل از اجرای الگوریتم‌ها ..... ۱۲۷
- ۷-۵ سایر مشاهدات ..... ۱۲۹
- ۸-۵ جمع‌بندی ..... ۱۳۲

#### فصل ششم: برنامه نویسی ..... ۱۳۳

- ۱-۶ مقدمه ..... ۱۳۳
- ۲-۶ برنامه‌ی MAIN ANN ..... ۱۳۳
- ۱-۲-۶ شروع برنامه ..... ۱۳۳
- ۲-۲-۶ بارگذاری داده‌ها ..... ۱۳۴
- ۳-۲-۶ نرمال‌سازی داده‌ها ..... ۱۳۵

- ۱۳۷ ..... ۴-۲-۶ جداسازی داده‌ها
- ۱۳۹ ..... ۵-۲-۶ ساخت معماری شبکه
- ۱۴۰ ..... ۶-۲-۶ آموزش شبکه
- ۱۴۰ ..... ۷-۲-۶ ارزیابی نتایج شبکه
- ۱۴۳ ..... ۸-۲-۶ نمایش نتایج
- ۱۴۶ ..... ۳-۶ چگونه کُد شبکه‌ی عصبی را با کُد الگوریتم فراابتکاری ترکیب کنیم؟

### پیشنهادها ..... ۱۵۵

### پیوست‌ها ..... ۱۵۷

- ۱۵۸ ..... پیوست الف ۱
- ۱۶۰ ..... پیوست الف ۲
- ۱۶۱ ..... پیوست الف ۳
- ۱۶۴ ..... پیوست الف ۴
- ۱۸۰ ..... پیوست ب
- ۱۸۷ ..... پیوست ج ۱
- ۱۸۸ ..... پیوست ج ۲
- ۱۸۹ ..... پیوست ج ۳
- ۱۹۰ ..... پیوست ج ۴
- ۱۹۲ ..... پیوست د

### منابع ..... ۱۹۹

- ۱۹۹ ..... منابع فارسی
- ۲۰۱ ..... منابع انگلیسی



امام علی (علیه السلام):  
«الصدقُ یُنجی»  
«راستی، نجاتبخش است»

## پیشگفتار مولف

کتابی که پیش رو دارید به بخشی از مباحث هوش مصنوعی پرداخته است. شبکه‌های عصبی، یکی از مفاهیم هوش مصنوعی و از تکنیک‌های داده‌کاوی است که کاربردهای زیادی در زمینه‌ی اتوماسیون داشته و زمانی مورد توجه بیشتری قرار خواهد گرفت. اما آنچه در این کتاب مد نظر است، پرداختن به خود شبکه‌ی عصبی نیست بلکه تلاش بر این است که تا حدی مفهوم آموزش در شبکه عصبی به طور شفاف‌تری بیان گردد.

از دیگر اهداف این کتاب، ارائه‌ی یک الگوریتم فراابتکاری ترکیبی جدید جهت آموزش شبکه‌ی عصبی و مقایسه‌ی کارایی آن در آموزش شبکه‌ی عصبی نسبت به الگوریتم‌های ژنتیک، بهینه‌ساز انبوه ذرات و بهینه‌ساز پرندگان می‌باشد.

آنچه باعث تالیف این کتاب شده است طرح سوالاتی همچون موارد زیر بوده است:

- "چگونه می‌توان دقت پیش‌بینی را افزایش داد؟"
- این سوال، ما را به سمت روش‌های جدید پیش‌بینی و عوامل تاثیرگذار بر دقت پیش‌بینی در این روش‌ها سوق داد.
- این سوال که "پیش‌بینی به کمک ترکیب الگوریتم جدید و شبکه عصبی، چگونه می‌تواند در اقتصاد تاثیر گذار باشد؟"، کتاب حاضر را به سمت پیش‌بینی قیمت سهام هدایت کرد.

- "سطح کارائی الگوریتم جدید در آموزش شبکه‌ی عصبی، نسبت به سایر الگوریتم‌های شناخته شده چگونه است؟" که برای رسیدن به پاسخ این سوال الگوریتم هیبرید ارائه شده با سه الگوریتم اشاره شده مقایسه گردید.

برای این کتاب، در ابتدا، تعداد بهینه‌ی نرون‌های لایه میانی یک مدل شبکه‌ی عصبی (که از یک مقاله گرفته شده است (۱)) با توجه به کد شبکه عصبی موجود در تولباکس<sup>۱</sup> متلب (که در آن از الگوریتم آموزشی لونبرگ مارکوات استفاده می‌شود) و بر اساس سعی و خطا بدست آمد، سپس، این مدل در محاسبات بعدی به کار برده شد.

داده‌ها عبارتند از قیمت نفت برنت، بیشترین قیمت، کمترین قیمت، قیمت آغازین و قیمت پایانی. که قیمت نفت برنت، از سایت "ارائیکو"<sup>(۲)</sup> گرفته شده است. بیشترین قیمت، کمترین قیمت، قیمت آغازین و قیمت پایانی شرکت "سرمایه‌گذاری صنعت نفت"، با نماد "ونفت"، از سایت بازار بورس اوراق بهادار تهران و از قسمت "سابقه"ی شرکت، استخراج شده است. داده‌های این کتاب مربوط به بازه‌ی زمانی ۱۳۹۲/۶/۱۶ و ۱۳۹۳/۶/۱۵ می‌باشد. که در محیط نرم‌افزاری اکسل<sup>۲</sup> جمع‌آوری و دسته‌بندی شده‌اند.

کدنویسی الگوریتم‌های آموزشی FNNGA، FNNPSO، FNNBMO و FNNOpp- BMO، به صورت دستی و با استفاده از نرم‌افزار متلب، ورژن ۲۰۱۳، انجام شده است. معیار عملکرد الگوریتم‌ها، میانگین مربع خطا می‌باشد، که برای بیش از ۴۰ بار اجرا برای هر یک از الگوریتم‌ها محاسبه شده است.

این کتاب خالی از ایراد نیست. لطفا نظرات و پیشنهادات خود را از طریق آدرس ایمیل زیر، با عنوان و موضوع "Book's Errors" به اطلاع مولفین برسانید تا در ویرایش‌های بعدی کتاب لحاظ شود:

[mpiroozbakht@yahoo.com](mailto:mpiroozbakht@yahoo.com)

مهرناز پیروزبخت، دکتر مجید رستمی بشمینی

بهار ۱۳۹۷

<sup>۱</sup> Toolbox

<sup>۲</sup> Excel

## مقدمه

اینکه بتوان تصویر روشنی از آینده ایجاد کرد، تاثیر زیادی بر تصمیم‌گیری‌ها دارد. پیش‌بینی، موضوعی است که همیشه و در همه‌ی زمینه‌ها مورد توجه بوده و هست و شاید بتوان گفت افزایش دقت پیش‌بینی از جمله موضوعات پژوهشی است که نمی‌توان ادعا کرد پیرامون آن تحقیقات و پژوهش‌ها کامل شده و دیگر جایی برای تحقیق و رشد ندارد، چراکه این ادعا بیانگر این است که دقت پیش‌بینی‌ها بسیار بالا بوده و پیش‌بینی‌ها عین واقعیتند، و اگر چنین بود، در جهان کاملاً ایده‌آلی به سر می‌بردیم.

در حال حاضر، شبکه‌های عصبی مصنوعی به طور موفقیت‌آمیزی در کاربردهای متنوعی استفاده می‌شوند. یکی از کاربردهای آنها پیش‌بینی سری‌های زمانی است. شبکه‌های عصبی، یکی از ابزارهای جدید برای پیش‌بینی می‌باشند.

توانایی بالای شبکه‌های عصبی در زمینه‌ی پیش‌بینی، و ارزشی که پیش‌بینی در همه‌ی زمینه‌ها داشته است و هم‌اکنون هم دارد، باعث شده است تا پژوهشگران به دنبال بهبود شیوه‌های افزایش دقت در پیش‌بینی به کمک شبکه‌ی عصبی باشند.

میزان دقت پیش‌بینی در شبکه‌ی عصبی، به شناخت و انتخاب دقیق فاکتورهایی مثل وزن‌های اولیه، تابع فعال‌سازی و تعداد نرون‌های لایه‌ی پنهان بستگی دارد. مقادیر مطلوب برای وزن‌ها و بایاس‌ها در یک شبکه، مقادیری هستند که با حضور آنها خطای داده‌های آموزش و در نتیجه خطای پیش‌بینی شبکه به حداقل مقدار ممکن برسد. یافتن وزن‌ها و بایاس‌های مطلوب، هدف اصلی آموزش شبکه‌های عصبی است. از آنجا که موضوع اصلی این کتاب، آموزش شبکه‌های عصبی است، فصل دوم، سوم و پنجم این کتاب اختصاص داده می‌شود به توضیحاتی در زمینه‌ی آموزش شبکه‌های عصبی. عمده مطالب فصل دوم از کتاب محاسبات نرم (۳) گرفته شده است.

همانطور که می‌دانید انتشار اوراق قرضه و سهام از طریق بازار بورس، یکی از راه‌های تامین سرمایه جهت سرمایه‌گذاری می‌باشد. اگر در بین فعالیت‌های قابل پیش‌بینی در جهان، توجه خود را به فعالیت‌های اقتصادی معطوف کنیم، شاید بتوان گفت پیش‌بینی قیمت سهام در بازار سرمایه - که از عوامل توسعه‌ی اقتصادی در کشورهای توسعه یافته محسوب می‌شود- برای سرمایه‌گذارانی که در این بازارها فعالیت دارند بسیار بااهمیت است و اولین و مهم‌ترین عاملی که پیش روی سرمایه‌گذار قرار دارد، قیمت سهام است. به تبع آن، مقوله ارزیابی و پیش‌بینی قیمت آینده نیز مطرح می‌شود. ریسک سرمایه‌گذاری در این بازارها را می‌توان با پیش‌بینی روند تغییرات قیمت سهام و اوراق بهادار تا حدی کنترل نمود. باتوجه به اینکه بازار سهام یک سیستم پیچیده‌ی غیرخطی است و تحت تاثیر عوامل ناشناخته‌ی گوناگونی قرار گرفته، نیاز به سیستمی داریم که ضمن مدل‌سازی دینامیک پنهان الگوهای قیمتی، دارای قابلیت تطابق با شرایط متغیر نیز باشد. شبکه‌های عصبی، یکی از روش‌های جدید در پیش‌بینی قیمت سهام هستند. با توجه به اهمیت موضوع، پیش‌بینی قیمت سهام به عنوان مطالعه موردی در نظر گرفته شده و تاریخچه‌ای از کاربرد شبکه‌های عصبی در زمینه‌ی پیش‌بینی قیمت سهام در فصل چهارم آورده می‌شود.

در این کتاب، یک الگوریتم آموزشی ترکیبی جدید (الگوریتم بهینه‌ساز پرندگان برمنای تضاد) جهت آموزش شبکه عصبی ارائه می‌گردد. عملکرد این الگوریتم در آموزش شبکه‌ی عصبی، با الگوریتم‌های ژنتیک، بهینه‌ساز انبوه ذرات و بهینه‌ساز پرندگان مقایسه می‌شود. معیار مقایسه‌ی عملکرد الگوریتم‌ها، میانگین مربع خطا می‌باشد. نتایج حاصل، برتری الگوریتم جدید را در پیش‌بینی قیمت سهام، نشان می‌دهد.

هدف اصلی این کتاب، آشنائی مقدماتی با "آموزش با سرپرست"، "الگوریتم‌های آموزش دهنده‌ی شبکه‌ی عصبی" و "روش‌های به کارگیری الگوریتم‌های فراابتکاری در آموزش شبکه‌ی عصبی" می‌باشد.

کارکردن با الگوریتم‌های فراابتکاری آموزش‌دهنده‌ی شبکه‌ی عصبی، نیازمند آشنائی کافی با شبکه‌ی عصبی و شناخت بنیادی نسبت به چگونگی فرایند آموزش (با سرپرست) می‌باشد.



در این کتاب، ترتیب مطالب به صورت زیر است:

فصل اول، آشنائی مقدماتی با شبکه‌ی عصبی مصنوعی.

در فصل دوم، فرایند آموزش باسرپرست توضیح داده شده است. عمده مطالب این فصل، از کتاب محاسبات نرم (۳) گرفته شده است.

از این جهت که فرایند آموزش شبکه‌ی عصبی، یک فرایند بهینه‌سازی می‌باشد، در فصل سوم، توضیحاتی جهت آگاهی نسبت به مسائل بهینه‌سازی، الگوریتم‌های فراابتکاری و روش به کارگیری الگوریتم‌های فراابتکاری در آموزش شبکه آورده می‌شود و همچنین چند الگوریتم فراابتکاری و نیز الگوریتم پیشنهادی ارائه می‌گردد.

در فصل چهارم، به پیشینه‌ای از تحقیقات انجام شده در زمینه پیش‌بینی قیمت سهام اشاره می‌شود. در فصل پنجم، مدل شبکه‌ی عصبی استخراج شده از یک مقاله، که برای پیش‌بینی قیمت سهام طراحی شده است، به عنوان مدل مورد مطالعه به کار می‌رود و نتایج حاصل از آموزش شبکه، برای چهار الگوریتم مقایسه می‌شود.

فصل ششم، به توضیحاتی در زمینه‌ی برنامه نویسی اختصاص داده شده است.

# Education administrator artificial neural networks and its application in prediction

by: Mahnaz Pirozbakht, Majid Rostami Ph.D

توانایی بالای شبکه‌های عصبی در زمینه‌ی پیش‌بینی، و ارزشی که پیش‌بینی در همه‌ی زمینه‌ها داشته است و هم اکنون هم دارد، باعث شده است تا پژوهشگران به دنبال بهبود شیوه‌های افزایش دقت در پیش‌بینی به کمک شبکه‌ی عصبی باشند.

میزان دقت پیش‌بینی در شبکه‌ی عصبی، به شناخت و انتخاب دقیق فاکتورهائی مثل وزن‌های اولیه، تابع فعال سازی و تعداد نرون‌های لایه‌ی پنهان بستگی دارد. مقادیر مطلوب برای وزن‌ها و بایاس‌ها در یک شبکه، مقادیری هستند که با حضور آنها خطای داده‌های آموزش و در نتیجه خطای پیش‌بینی شبکه به حداقل مقدار ممکن برسد. یافتن وزن‌ها و بایاس‌های مطلوب، هدف اصلی آموزش شبکه‌های عصبی است. از آنجا که موضوع اصلی این کتاب، آموزش شبکه‌های عصبی است، فصل دوم، سوم و پنجم این کتاب اختصاص داده می‌شود به توضیحاتی در زمینه‌ی آموزش شبکه‌های عصبی.

ISBN: 978-610-9634-63-8



انتشارات موجک