

## مکانسیم ارزیابی پروژه های فناوری با استفاده از شبکه عصبی

محمدرضا بیات

دانشجوی دکترای نرم افزار علوم تحقیقات دانشگاه تهران

### چکیده

در دوره ای که کشورهای جهان با رکود اقتصادی مواجه اند و مشکلات اقتصادی دامن گیر همه شده، شاید بتوان گفت که یکی از راههای برون رفت از این اوضاع، رشد و توسعه شرکتهای دارای فناوری پیشرفته باشد. این نوع شرکتهای فناوری نانو به دلیل ظرفیت زیاد و زیربنایی بودن نسبت به سایر حوزه ها اهمیت بیشتری دارد. شبکه های عصبی مصنوعی یک پردازش اطلاعات است که دارای ویژگیهای مشترکی با شبکه های عصبی بیولوژیکی است. شباهت زیادی بین ساختار یک عصب طبیعی (یعنی سلول مغزی یا عصبی و نرون مصنوعی وجود دارد هر نرون طبیعی سه جزء تشکیل دهنده دارند: دندریتها، سوما و آکسون. دندریتها که تعداد آنها زیاد است سیگنالهایی را از سایر نرونها دریافت میکنند. سوما یا بدنه سلول سیگنال های ورودی به سلول را جمع می.بندد انتقال سیگنال از یک نرون از طریق آکسون صورت میگیرد در واقع شبکه های عصبی مصنوعی میتوانند بخش کوچکی از خصوصیات و ویژگیهای شبکه های عصبی بیولوژیکی را شبیه سازی کنند به بیانی دیگر هدف از ایجاد یک شبکه عصبی مصنوعی بیش از آنکه شبیه سازی مغز انسان با شد، ایجاد سازوکاری برای حل مسائل با الهام گرفتن از الگوی رفتاری شبکه های عصبی بیولوژیکی است

**واژگان کلیدی:** پروژه های فن آوری پیشرفته، سیستم شاخص ارزیابی ریسک، شبکه عصبی مصنوعی، هوش

مصنوعی

## مقدمه

شبکه های عصبی مصنوعی مجموعه ای عظیم از پردازشگرهای موازی است که بطور بالقوه می تواند اطلاعات تجربی را ذخیره کرده و بکار برد این شبکه دست کم از دو جنبه مرحله یادگیری و ذخیره دانش توسط وزنه های سیناپسی شبیه مغز است از به هم پیوستن سلولهای عصبی مدل شبکه عصبی به وجود می آید وضعیت نسبی سلولها در شبکه تعداد و گروه بندی و نوع اتصال آنها را توپولوژی شبکه می گویند. بنابراین میتوان گفت که شبکه های عصبی مصنوعی یک سیستم پردازش اطلاعات است که دارای ویژگی های مشترکی با شبکه های عصبی بیولوژیکی است شباهت زیادی بین ساختار یک عصب طبیعی (یعنی سلول مغزی یا عصبی و نرون مصنوعی وجود دارد هر نرون طبیعی سه جزء تشکیل دهنده دارند: دندریتها، سوما و آکسون. دندریتها که تعداد آنها زیاد است سیگنال هایی را از سایر نرونها دریافت می کنند. سوما یا بدنه سلول سیگنالهای ورودی به سلول را جمع مینماید انتقال سیگنال از یک نرون از طریق آکسون صورت میگیرد در واقع شبکه های عصبی مصنوعی میتوانند بخش کوچکی از خصوصیات و ویژگی های شبکه های عصبی بیولوژیکی را شبیه سازی کنند. به بیانی دیگر هدف از ایجاد یک شبکه مصنوعی بیش از آنکه شبیه سازی مغز انسان با شد، ایجاد سازوکاری برای حل مسائل با الهام گرفتن از الگوی رفتاری شبکه های عصبی بیولوژیکی است. معمول ترین دادههای جمع آوری شده از پاسخ مغز به محرکهای خارجی دادههای مکانی زمانی هستند. از اینرو مغز در واقع مانند یک ماشین پردازش داده های مکانی زمانی عمل می کند. با اینکه مدلهای دقیقی از مغز توسعه یافتند. این مدلها نمیتوانند برای یادگیری ماشین و شناسایی الگو داده های مکانی زمانی استفاده شوند زیرا هدف از طراحی این مدلها مدل کردن مغز به صورت ساختاری و عملکردی است که نمیتواند داده های مغز را استخراج کرده و یاد بگیرد بنابراین ایجاد یک بدنه محاسباتی یکپارچه برای پردازش این داده های مکانی زمانی یکی از چالش برانگیزترین مسائل در حوزه شبیه سازی مغز است. از آنجاییکه کار شبکه های عصبی اسپایکی پردازش اطلاعات اسپایکی است که داده مکانی زمانی را تولید می کنند شبکه های عصبی اسپایکی برای ایجاد این بدنه محاسباتی به منظور یادگیری و فهمیدن دادههای مکانی زمانی مناسب هستند به عبارت دیگر به علت اینکه اطلاعات در زمان دقیق اسپایکها وجود دارد نرونهای اسپایکی اطلاعات را از طریق اسپایکها نه از طریق نرخ آتش کردن ارسال میکنند. تحقیقات نشان داده است که کدگذاری زمانی برای بیان و پردازش اطلاعات در غشا مغز استفاده می شود. همچنین دینامیک نرون های اسپایکی به علت استفاده از حوزه زمانی غنی تر است. از اینرو در این پروژه از شبکه عصبی اسپایکی برای ایجاد بدنه محاسباتی برای درک و فهمیدن داده های مکانی زمانی استفاده می کنیم. پروژه های توسعه محصولات فن آوری پیشرفته، همیشه تحت تأثیر ریسک های متعددی قرار می گیرد که نادیده گرفتن هر یک از آنها تأثیر چشمگیری بر میزان موفقیت چنین پروژه هایی خواهد داشت. علاوه بر این، با توجه این حقیقت که سرمایه گذاری بر روی پروژه های توسعه محصولات فن آوری پیشرفته مستلزم استفاده از منابع مختلفی است (برای مثال، هم دارایی های فیزیکی و هم سرمایه های معنوی) و همیشه به پیش بینی های مطلوب منتهی نمی شود، شکست چنین پروژه هایی بی تردید هزینه های اقتصادی عظیمی را بر سازمان ها تحمیل می کند. بنابراین، اگر برنامه ریزان پروژه بتوانند ریسک چنین پروژه هایی را ارزیابی و تجزیه و تحلیل کنند، می توانند با اطمینان بیشتری موفقیت یا شکست آن ها را پیش بینی کنند. توسعه در اقتصاد نوین نیازمند جریان ثابت سرمایه است و جریان ثابت سرمایه نیازمند به سرمایه گذاری شرکتها و نهادهای دارای مازاد سرمایه است. نهادهای مالی برای سرمایه گذاری در پروژه ها نیازمند به شناخت حوزه و بازده اند مورد نظر جهت ارزیابی ریسک و بازده آن هستند اما همان طور که مشخص است ریسک شرکت های دارای فناوری پیشرفته به دلیل نوآوری و ناشناخته بودن، بیشتر از سایر حوزه ها است. بررسیها نشان میدهد که همین ویژگی شرکت های دارای فناوری پیشرفته، سرمایه گذاران را به سرمایه گذاری در آنها بی میل می کند. به طوری که مدیران، سرمایه گذاری در کسب و کارهای سنتی با بازده کم را به این نوع کسب و کارها ترجیح میدهند (Harrison & Mason, 1996). این شرکت ها نیاز به سرمایه گذاری نسبتاً زیاد و بلندمدتی دارد. این سرمایه گذاری ها همان طور که ریسک زیادی دارد بازده

زیادی نیز دارد. بنابراین، ارزیابی میزان ریسک سرمایه گذاری در این پروژه ها یکی از مسائل کلیدی در حوزه سرمایه گذاری در صنایع دارای فناوری پیشرفته به شمار میرود. آنچه آشکار است این است که بین محیطها و نظامهای اداری فضای کسب و کار کشورهای مختلف، تفاوت زیادی وجود دارد؛ لذا معیارهای مؤثر در سرمایه گذاری در کشورهای مختلف یکسان نیست. اندازه گیری سطح ریسک موضوع پیچیده ای است که با ابهام و عدم اطمینان، پوشیده است. این تحقیق، قسمتی از تحقیق بزرگتر و اصلی تری است و آن تحقیق بزرگتر، ایجاد روشهایی برای بهبود فرآیند مدیریت این شرکتها و توسعه مهارت های سرمایه گذاران است. به طور کلی، دو رویکرد به ارزیابی ریسک سرمایه گذاری وجود دارد: یکی، به کار بردن ارزیابی کمی و بر مبنای اعداد و دیگری ارزیابی کیفی و تحلیلی. در این تحقیق، به دنبال بررسی کیفی ریسک این گونه پروژه ها هستیم؛ لذا با روش دلفی، ریسک سرمایه گذاری در حوزه نانوفناوری، شناخته شده است. هدف این مطالعه این است که مدلی را ارائه دهد که به واسطه آن مدیران پروژه بتوانند نتیجه نهایی سرمایه گذاری بر روی محصولات فن آوری پیشرفته را پیش بینی کنند. بنابراین، این مطالعه به توقف سرمایه گذاری بر روی پروژه هایی که با توجه به منابع فعلی سازمان احتمال شکست بیشتری دارند، کمک می کند. این مدل از طریق دو مرحله به هم مرتبط تدوین می شود. در مرحله اول، تعداد متغیرهای مرتبط با ریسک (در پروژه های فن آوری پیشرفته) نشان داده می شود. سپس، از تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) برای تجزیه و تحلیل آن ها به منظور ایجاد یک سیستم شاخص ارزیابی ریسک (RAIS) برای پروژه های توسعه محصولات فن آوری پیشرفته استفاده می شود و دومین مرحله به توسعه یک شبکه عصبی مصنوعی (ANN) برای شناسایی الگوی موفقیت یا شکست در یک صنعت خودرو می پردازد.

### مروری بر مقالات

در زمینه هوش مصنوعی (AI)، یک شبکه عصبی مصنوعی (ANN) به عنوان یک مدل توانمند داده های محاسباتی شناخته می شود که می تواند روابط غیرخطی ورودی/خروجی را استخراج کرده و نشان دهد (Somers و Casal، ۲۰۰۹). همان طور که در Neurosolutions (۲۰۱۴) بیان شد، "انگیزه توسعه یک فن آوری شبکه عصبی از میل به توسعه و یک سیستم مصنوعی منشأ می گیرد که می تواند کارهای "هوشمند" مشابه کارهای انجام شده توسط مغز انسان را انجام دهد". شبکه های عصبی مصنوعی (ANN) اساساً به عنوان سیستم هایی از "نورون های" به هم مرتبط نشان داده می شوند که می توانند مقادیر ورودی ها را محاسبه کنند و به دلیل ماهیت انطباقی که دارند دارای قابلیت یادگیری ماشین و همچنین شناسایی الگو می باشند. در مسائل دنیای واقعی، شبکه های عصبی مصنوعی (ANN) در طیف گسترده ای از رشته ها از مهندسی هوافضا گرفته تا صنعت بانکداری مورد استفاده قرار گرفته اند. Hakimpour و همکاران (۲۰۱۱) در مورد کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی (ANN) در مدیریت، تحقیقی را انجام داده اند که در آن کاربردهای آن را بر اساس سه زمینه اصلی و انواع مسائل مرتبط با آن طبقه بندی کرده اند. این طبقه بندی در جدول ۱ نشان داده شده است. در رابطه با جدول ۱ که از مطالعه Hakimpour و همکاران (۲۰۱۱) بر گرفته شده است، می توان مشاهده کرد که شبکه عصبی مصنوعی (ANN) به طور گسترده ای در انواع مختلف مسائل تجاری مورد استفاده قرار گرفته است. از نظر ارزیابی ریسک محصولات فن آوری پیشرفته، برخی از محققان کارهای خوبی را انجام داده اند. Wang و همکاران (۲۰۰۰) یک شبکه عصبی توابع پایه شعاعی را مطرح کردند و از آن برای ارزیابی ریسک سرمایه گذاری در پروژه های فن آوری پیشرفته استفاده کردند. Song و همکاران (۲۰۰۵) یک شبکه عصبی هاپفیلد گسسته را برای ارزیابی ریسک سرمایه گذاری در پروژه های فن آوری پیشرفته توسعه دادند. Jiang و همکاران (۲۰۱۰) یک شبکه عصبی مصنوعی (ANN) را برای ارزیابی ریسک سرمایه گذاری در پروژه های فن آوری پیشرفته طراحی کردند. Badiru و Sieger (۱۹۹۸) یک شبکه عصبی را به عنوان یک متامدل شبیه سازی در تحلیل اقتصادی پروژه های مخاطره آمیز طراحی کردند. بسیاری از تحقیقات انجام شده در مورد کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی (ANN) در ارزیابی ریسک پروژه های فن آوری پیشرفته، بیشتر بر برآورد میزان موفقیت یا ریسک پروژه تمرکز کرده اند، در حالی که فرض اصلی این مقاله این است که "پروژه یا موفق خواهد شد یا شکست خواهد خورد". بنابراین، در این مقاله، یک مدل برای شناسایی الگوی موفقیت یا شکست سرمایه گذاری در پروژه های فن آوری بالا مطرح می شود.

## طبقه‌بندی فن‌آوری‌ها

انواع مختلف فن‌آوری‌ها را می‌توان مورد مطالعه قرار داد (Aunger, 2010). درواقع، برخی معیارها مبتنی بر فن‌آوری‌هایی هستند که می‌توان آن‌ها را بر اساس نوعشان طبقه‌بندی کرد. چنین طبقه‌بندی در جدول ۲ نشان داده شده است (Aarabi, 2014, Mennati).

جدول ۱: کاربردهای گزارش شده برای شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) (Hakimpour et al, 2011).

زمینه تجاری	نوع مسئله
مدیریت مالی و حسابداری	پیش‌بینی سلامت مالی
	ارزیابی پاداش
	طبقه‌بندی ورشکستگی
	بازرسی تحلیلی
	تحلیل و رتبه‌بندی اعتبار
	تحلیل تأیید امضا
	ارزیابی ریسک
	پیش‌بینی
	طبقه‌بندی روند سهام
	ارزیابی و رتبه‌بندی ضمانت‌ها
	تجزیه و تحلیل نرخ بهره
	انتخاب رابطه دوجانبه
	ارزیابی و رتبه‌بندی اعتبار
فروش و بازاریابی	واکنش مشتریان در پیش‌بینی توسعه بازار
	پیش‌بینی فروش
	مدل‌سازی کشف قیمتی
	بازاریابی هدف
	ارزیابی رضایت مشتری
	وفاداری و حفظ مشتری
	بخش‌بندی بازار
	تحلیل رفتار مشتری
	تحلیل برند

	تحلیل سبد بازار
	بررسی طراحی ذخیره سازی
	تجزیه و تحلیل جنسیت مشتری
	جهت گیری و عملکرد بازار
	بررسی استراتژی های بازاریابی، برنامه ریزی و عملکرد استراتژی
	داده کاوی در بازاریابی
	پیش بینی حاشیه بازاریابی
	بررسی پذیرش محصول جدید
	پیش بینی انتخاب مشتری
	برآورد سهم بازار
مدیریت محصول	طراحی
	برنامه های کنترل کیفیت
	برنامه ریزی و طراحی ذخیره سازی
	مکانیسم کنترل موجودی
	مدیریت زنجیره تأمین
	پیش بینی تقاضا
	نظارت و شناخت
	انتخاب فرایند
مطالعه استراتژی و کسب و کار	مطالعه استراتژی و عملکرد
	ارزیابی تصمیم گیری
	ارزیابی استراتژی

جدول ۲: طبقه بندی انواع مختلف فن آوری ها (, Mennati, Aarab, 2014)

معیار	فن آوری
چرخه حیات	فن آوری های نوظهور، متفرقی، کلیدی و اساسی
کار یا سرمایه	فن آوری های کار بر و سرمایه بر
مکان	فن آوری های داخلی و خارجی
پیچیدگی	فن آوری های قابل جذب و غیر قابل جذب

فناوری‌های پیشرفته، متوسط، پایین و کار بر	خروجی
فناوری‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری	ماهیت
فناوری‌های تدوین شده و تاکتیکی	تدوین قوانین
فناوری‌های فعلی و جدید	پس زمینه
فناوری‌های تولید و پردازش	حوزه استفاده
فناوری‌های مناسب و نامناسب	مناسب بودن
فناوری‌های حیاتی/ متمایز، اساسی و خارجی	اهمیت

توسعه پروژه‌های فناوری پیشرفته همه به منابع مالی زیاد و هم‌زمان نظارت بسیار زیاد نیاز دارد. علاوه بر این، سرمایه‌گذاری در چنین پروژه‌هایی ریسک زیادی را در بر دارد و قطعاً نمی‌تواند به موفقیت برسد. بنابراین، برخی از سازمان‌ها به دلیل نادیده‌گیری ارزیابی ریسک یا استفاده از روش‌های ارزیابی نادرست، ائتلاف منابع زیادی را در روند سرمایه‌گذاری در این پروژه‌ها متحمل شده‌اند (Jiang et al, 2010).

### توسعه سیستم شاخص ارزیابی ریسک

به منظور ارزیابی ریسک سرمایه‌گذاری در پروژه‌های فناوری پیشرفته، باید در ابتدای کار یک سیستم شاخص ارزیابی ریسک (RAIS) توسعه یابد. برای انجام این کار، پس از مصاحبه با چند تن از متخصصین اهل فن و بررسی مقالات مرتبط (Yongqing و همکاران، ۲۰۰۹؛ Meredith و همکاران، ۲۰۱۲)، ۲۵ متغیر مرتبط با ریسک پروژه‌های فناوری پیشرفته شناسایی شدند و همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده، به صورت ۶ ریسک اصلی طبقه‌بندی شدند. سپس از تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) برای ساخت یک سیستم شاخص استفاده شد. PCA به عنوان یک روش چندمتغیره به‌طور گسترده‌ای به عنوان یک روش ساخت شاخص مورد استفاده قرار گرفته است که با تشکیل متغیرهای جدید (مؤلفه‌های اصلی) مانند ترکیبات خطی متغیرها در مجموعه چندمتغیره، موجب کاهش ابعاد می‌شود. نتیجه نهایی استفاده از PCA برای ساخت یک سیستم شاخص ارزیابی ریسک (RAIS) از جدول ۳، در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۳: محتوای ریسک و متغیرهای ریسک آن‌ها

متغیرهای ریسک	محتوای ریسک‌ها
A1. دسترس‌پذیری منابع مالی	A. ریسک‌های تحقیق و توسعه
A2. منابع انسانی توانمند	
A3. منابع دانش	
B1. بلوغ فنی	B. ریسک‌های فنی
B2. قابلیت جایگزینی فناوری	
B3. مزیت فناوری	

- |                                       |                        |
|---------------------------------------|------------------------|
| C1. درجه استانداردسازی ابزارهای تولید | C. ریسک‌های تولید      |
| C2. درجه استانداردسازی فرایند تولید   |                        |
| C3. توانایی عرضه مواد خام             |                        |
| D1. چشم‌اندازهای بازار                | D. ریسک‌های بازاریابی  |
| D2. محصولات جایگزین                   |                        |
| D3. چرخه‌های عمر محصول                |                        |
| D4. رقابت‌پذیری محصول                 |                        |
| D5. احتمال تازه‌واردها                |                        |
| E1. میزان شایستگی فنی مدیران          | E. ریسک‌های مدیریت     |
| E2. تکامل روش‌های مدیریت پروژه        |                        |
| E3. وزن‌های علمی تصمیم‌گیری           |                        |
| E4. کیفیت رفتار مدیران                |                        |
| F1. کیفیت تطابق با هنجارهای فرهنگی    | F. ریسک‌های زیست‌محیطی |
| F2. میزان پشتیبانی دولتی              |                        |

جدول ۴. سیستم شاخص ارزیابی ریسک (RAIS) در سرمایه‌گذاری پروژه‌های فن‌آوری بالا

- | متغیرهای ریسک                         | محتوای ریسک‌ها            |
|---------------------------------------|---------------------------|
| A1. دسترس‌پذیری منابع مالی            | A. ریسک‌های تحقیق و توسعه |
| A2. منابع انسانی توانمند              |                           |
| A3. منابع دانش                        |                           |
| B1. بلوغ فنی                          | B. ریسک‌های فنی           |
| B3. مزیت فن‌آوری                      |                           |
| C1. درجه استانداردسازی ابزارهای تولید | C. ریسک‌های تولید         |
| C2. درجه استانداردسازی فرایند تولید   |                           |
| C3. توانایی عرضه مواد خام             |                           |
| D1. چشم‌اندازهای بازار                | D. ریسک‌های بازاریابی     |
| D2. محصولات جایگزین                   |                           |

D4. رقابت پذیری محصول

D5. احتمال تازه واردها

E. ریسک های مدیریت

E1. میزان شایستگی فنی مدیران

E3. وزن های علمی تصمیم گیری

E4. کیفیت رفتار مدیران

F. ریسک های زیست محیطی

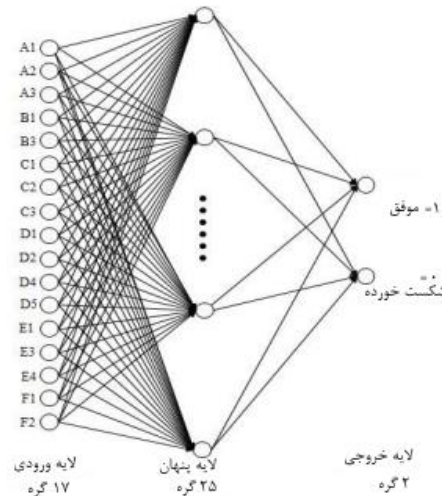
F1. کیفیت تطابق با هنجارهای فرهنگی

F2. میزان پشتیبانی دولتی

## توسعه مدل

### شبکه عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مصنوعی (ANN) توسعه یافته در این مقاله، در شکل ۱ نشان داده شده است:



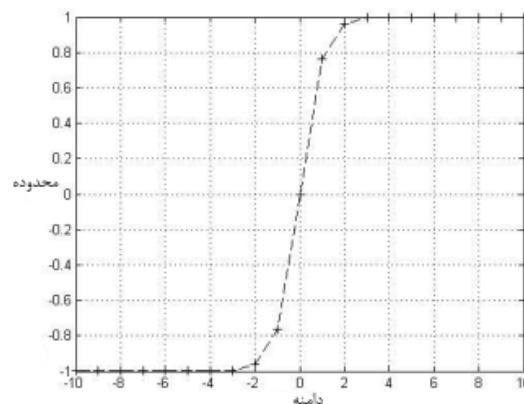
شکل ۱: شبکه عصبی مصنوعی (ANN) پیشنهادی

همه بردارهای ورودی شبکه عصبی مصنوعی (ANN) پیشنهادی دارای ۱۷ عامل سیستم شاخص ارزیابی ریسک (RAIS) هستند. تعداد این بردارهای ورودی برابر با تعداد پروژه های اجرا شده است (یعنی ۲۲۰). شبکه عصبی مصنوعی (ANN) پیشنهادی دارای ۲۵ نورون (یعنی گره ها) در لایه های پنهان خود است که هر کدام دارای تابع انتقال سیگموئید تانژانت هذلولی به صورت زیر هستند:

$$f(n) = \frac{e^n - e^{-n}}{e^n + e^{-n}} \quad (1)$$

به لحاظ ریاضی، آن همه ورودی های خود را بین -۱ تا +۱ و در بازه (۱۰، -۱۰) فشرده می کند که در شکل ۳ نشان داده شده است.





شکل ۲. نمودار تابع

در لایه خروجی فقط ۲ نورون وجود دارد که با تعداد طبقات برابر است ( طبقه موفق یا شکست خورده). تابع عملکرد مدل پیشنهادی به صورت زیر است

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^N e_i^2}{N} \quad (2)$$

در واقع، مهم ترین هدف این مدل این است که این تابع عملکرد را تا حد امکان کاهش دهد. برای انجام این کار، الگوریتم پس از انتشار بسیار مؤثر بود. این الگوریتم شبکه را قادر می سازد تا پارامترهای خود را ( یعنی وزن ها و بایاس ها) برای کاهش میزان تابع عملکرد، به روز کند. این به روزرسانی پارامتر به نوبه خود از طریق یک رفتار آموزش تکراری انجام می شود. به خصوص، این مکانیسم، شبکه را قادر می سازد تا گرادینت تابع عملکرد را مشخص کند و به وسیله تابع آموزش آن، پارامترهای خود را برای کاهش تابع عملکرد به روزرسانی کند.

### الگوریتم پس از انتشار این مدل

همان طور که به طور واضح توسط Hagan و همکاران (۱۹۹۶) توضیح داده شد، در یک شبکه چندلایه، خروجی یک لایه به یک ورودی برای لایه بعدی تبدیل می شود. این عملکرد را می توان به صورت زیر توصیف کرد

$$a^{n+1} = f^{n+1}(W^{n+1}a^n + b^{n+1}) \quad m = 0, 1, \dots, M-1 \quad (3)$$

بطوریکه M نشان دهنده تعداد لایه های شبکه است، نورون های اولین لایه حداکثر ورودی های خارجی را به دست می آورند

$$a^0 = p \quad (4)$$

که در آن نقطه شروع برای معادله (۳) ارائه شده است. خروجی‌های نورون‌های آخرین لایه به عنوان خروجی‌های شبکه در نظر گرفته می‌شوند:

$$a = a^M \quad (5)$$

میانگین مربع خطا (MSE) به عنوان تابع عملکرد توسط انتشار به عقب مورد استفاده قرار می‌گیرد. مجموعه‌ای از مثال‌های رفتار مناسب شبکه برای آن ارائه شده‌اند:

$$\{p_1, t_1\}, \{p_2, t_1\}, \dots, \{p_Q, t_Q\} \quad (6)$$

بطوریکه  $P_i$  ورودی یک شبکه را نشان می‌دهد و خروجی هدف متناظر با آن با  $t_i$  نشان داده می‌شود. زمانی که هر ورودی وارد شبکه می‌شود، خروجی شبکه با خروجی هدف آن مقایسه می‌شود و در این صورت، الگوریتم مجبور است که خود را با پارامترهای شبکه وفق دهد تا مقدار MSE را به حداقل برساند.

$$F(x) = E[e^2] = E[(t - a)^2] \quad (7)$$

بطوریکه  $X$  نشان‌دهنده بردار وزن‌ها و بایاس‌های شبکه است و اگر شبکه دارای تعدادی خروجی باشد، می‌توان آن را به صورت زیر تعمیم داد

$$F(x) = E[e^T e] = E[(t - a)^T (t - a)] \quad (8)$$

سپس، با معادله زیر، MSE را تقریب خواهد زد

$$\hat{F}(x) = (t(k) - a(k))^T (t(k) - a(k)) = e^T(k) e(k) \quad (9)$$

که در اینجا، مربع خطا در تکرار  $K$  با مقدار مورد انتظار مربع خطا جایگزین شده است. برای محاسبه پرشیب‌ترین الگوریتمی که بتوان از آن برای محاسبه MSE تقریبی استفاده کرد، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$w_{i,j}^m(k+1) = w_{i,j}^m(k) - \alpha \frac{\partial \hat{F}}{\partial w_{i,j}^m} \quad (10)$$

$$b_i^m(k+1) = b_i^m(k) - \alpha \frac{\partial \hat{F}}{\partial b_i^m} \quad (11)$$

بطوریکه  $\alpha$  نشان‌دهنده میزان یادگیری است

مشتق‌های جزئی معادلات (۱۰) و (۱۱) را اکنون می‌توان با استفاده از روش قاعده زنجیری محاسبه کرد

$$\frac{\partial \hat{F}}{\partial w_{i,j}^m} = \frac{\partial \hat{F}}{\partial n_i^m} \times \frac{\partial n_i^m}{\partial w_{i,j}^m} \quad (12)$$

$$\frac{\partial \hat{F}}{\partial b_i^m} = \frac{\partial \hat{F}}{\partial n_i^m} \times \frac{\partial n_i^m}{\partial b_i^m} \quad (13)$$

محاسبه دومین جمله هر یک از معادلات بالا را می‌توان به آسانی انجام داد، زیرا ورودی خالص لایه  $m$  در واقع یک تابع آشکار از پارامترهای موجود در لایه است (وزن‌ها و بایاس‌ها):

$$n_i^m = \sum_{j=1}^{s^{m-1}} w_{i,j}^m a_j^{m-1} + b_i^m \quad (14)$$

بنابراین،

$$\frac{\partial n_i^m}{\partial w_{i,j}^m} = a_j^{m-1}, \frac{\partial n_i^m}{\partial b_i^m} = 1 \quad (15)$$

و حساسیت  $\hat{F}$  را برای تغییرات در المان  $m$  از ورودی خالص در لایه  $m$  تعریف می‌کنیم

$$s_i^m = \frac{\partial \hat{F}}{\partial n_i^m} \quad (16)$$

سپس، معادلات (۱۲) و (۱۳) را می‌توانیم به صورت زیر ساده کنیم

$$\frac{\partial \hat{F}}{\partial w_{i,j}^m} = s_i^m a_j^{m-1} \quad (17)$$

$$\frac{\partial \hat{F}}{\partial b_i^m} = s_i^m \quad (18)$$

اکنون، این امکان وجود دارد که تقریباً پرشیب‌ترین الگوریتم نزولی را به صورت زیر نشان دهیم

$$w_{i,j}^m(k+1) = w_{i,j}^m(k) - \alpha s_i^m a_j^{m-1} \quad (19)$$

$$b_i^m(k+1) = b_i^m(k) - \alpha s_i^m \quad (20)$$

شکل ماتریس آن را می‌توان به صورت زیر نشان داد

$$w^m(k+1) = w^m(k) - \alpha s^m (a^{m-1})^T \quad (21)$$

$$b^m(k+1) = b^m(k) - \alpha s^m \quad (22)$$

بطوریکه

$$s^m = \frac{\partial \hat{F}}{\partial n^m} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \hat{F}}{\partial n_1^m} \\ \frac{\partial \hat{F}}{\partial n_2^m} \\ \vdots \\ \frac{\partial \hat{F}}{\partial n_m^m} \end{bmatrix} \quad (23)$$

اکنون باید حساسیت‌ها را محاسبه کرد. برای محاسبه  $s^m$ ، باید دوباره از روش قاعده زنجیری استفاده کرد. این روند طوری انجام می‌شود که عبارت پس از انتشار به سطح برسد، زیرا یک رابطه برگشتی که در آن حساسیت در لایه  $m$  از حساسیت در لایه  $m+1$  محاسبه می‌شود، توضیح داده می‌شود.

اگر بخواهیم رابطه برگشتی را برای حساسیت‌ها استنتاج کنیم، لازم است از ماتریس Jacobian زیر استفاده کنیم:

$$\frac{\partial n^{m+1}}{\partial n^m} = \begin{bmatrix} \frac{\partial n_1^{m+1}}{\partial n_1^m} & \frac{\partial n_1^{m+1}}{\partial n_2^m} & \dots & \frac{\partial n_1^{m+1}}{\partial n_{s^m}^m} \\ \frac{\partial n_2^{m+1}}{\partial n_1^m} & \frac{\partial n_2^{m+1}}{\partial n_2^m} & \dots & \frac{\partial n_2^{m+1}}{\partial n_{s^m}^m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial n_{s^{m+1}}^{m+1}}{\partial n_1^m} & \frac{\partial n_{s^{m+1}}^{m+1}}{\partial n_2^m} & \dots & \frac{\partial n_{s^{m+1}}^{m+1}}{\partial n_{s^m}^m} \end{bmatrix} \quad (24)$$

اگر المان  $I_i$  در ماتریس بالا را مدنظر قرار دهیم، می توان آن را به صورت زیر بیان کرد:

$$\frac{\partial n_i^{m+1}}{\partial n_j^m} = \frac{\partial \left( \sum_{i=1}^{s^m} w_{i,j}^{m+1} a_i^m + b_i^{m+1} \right)}{\partial n_j^m} = w_{i,j}^{m+1} \frac{\partial a_j^m}{\partial n_j^m} = w_{i,j}^{m+1} \frac{\partial f^m(n_j^m)}{\partial n_j^m} = w_{i,j}^{m+1} f'^m(n_j^m) \quad (25)$$

بطوریکه

بنابراین باید ماتریس Jacobian را به صورت زیر نوشت

$$f^m(n_j^m) = \frac{\partial f^m(n_j^m)}{\partial n_j^m} \quad (26)$$

$$\frac{\partial n^{m+1}}{\partial n^m} = W^{m+1} F^m(n^m) \quad (27)$$

در زمانی که

$$F^m(n^m) = \begin{bmatrix} f^m(n_1^m) & 0 & 0 \\ 0 & f^m(n_2^m) & 0 \\ 0 & 0 & f^m(n_{s^m}^m) \end{bmatrix} \quad (28)$$

زمانی که از قاعده زنجیری به شکل ماتریس استفاده می شود، رابطه برگشتی برای حساسیت را می توان به صورت زیر نوشت:

$$\begin{aligned} s^m &= \frac{\partial F}{\partial n^m} = \left( \frac{\partial n^{m+1}}{\partial n^m} \right)^T \frac{\partial F}{\partial n^{m+1}} = F^m (n^m) (W^{m+1})^T \frac{\partial F}{\partial n^{m+1}} \\ &= F^m (n^m) (W^{m+1})^T s^{m+1} \end{aligned} \quad (29)$$

به منظور تکمیل فرایند پس از انتشار، نقطه شروع  $S^m$  برای رابطه برگشتی  $f$  در معادله (۲۹) که در لایه نهایی به دست می‌آید، لازم است:

$$s_i^m = \frac{\partial F}{\partial n_i^m} = \frac{\partial (t-a)^T (t-a)}{\partial n_i^m} = \frac{\partial \sum_{j=1}^m (t_j - a_j)^2}{\partial n_i^m} = -2(t_i - a_i) \frac{\partial a_i}{\partial n_i^m} \quad (30)$$

و به دلیل معادله زیر

$$\frac{\partial a_i}{\partial n_i^m} = \frac{\partial a_i^m}{\partial n_i^m} = \frac{\partial f^m(n_i^m)}{\partial n_i^m} = f^m(n_i^m) \quad (31)$$

می‌توان آن را به صورت زیر نوشت

$$s_i^m = -2(t_i - a_i) f^m(n_i^m) \quad (32)$$

که حالت ماتریسیان به صورت زیر است

$$s^m = -2F^m(n^m)(t-a) \quad (33)$$

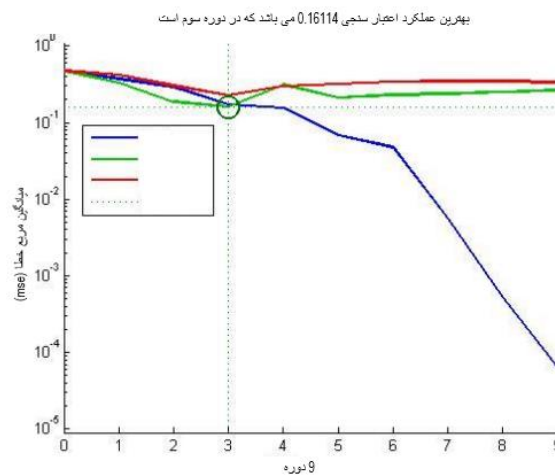
اغلب اوقات، BPها از الگوریتم گرادیان نزولی برای تنظیم پارامترهای شبکه استفاده می‌کنند. با این حال، زمانی که ابعاد ANNها بزرگ‌تر و پیچیده‌تر می‌شود، الگوریتم Levenberg-Marquardt خصوصاً به دلیل سرعت عملکرد و دقتی که دارد، بشدت توصیه می‌شود. بنابراین، در این مقاله، یک الگوریتم پس از انتشار Levenberg-Marquardt برای آموزش شبکه مورد استفاده قرار گرفته است.

### یافته‌ها

پس از نگارش و حل مدل پیشنهادی توسط نرم‌افزار MATLAB، مجموعه‌ای از نتایج مختلف به دست آمدند. همه این نتایج به صورت زیر ارائه شده‌اند:

### نتایج عملکرد

مجموع عملکرد شبکه به صورت ۰.۱۷۸۲ محاسبه شد که واقعاً خوب است. عملکردهای دیگر در شکل ۳ نشان داده شده‌اند.

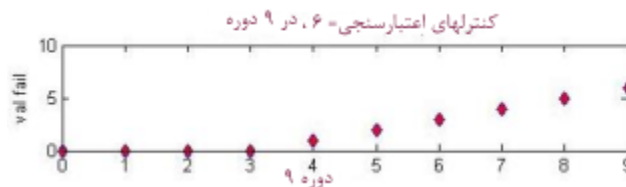


شکل ۳. عملکردهای شبکه

تعداد دوره‌ها برابر با تعداد دفعاتی است که شبکه عصبی مصنوعی (ANN) امکان آموزش را داشته است. همان‌طور که می‌توان دید، همه عملکردها تا دوره سوم دارای ترتیب نزولی هستند.

اعتبارسنجی، مهم‌ترین شاخص برای تجزیه و تحلیل رفتار شبکه است. در واقع، زمانی که مقدار این عملکرد افزایش می‌یابد، بدین معنی است که شبکه آموزش را شروع کرده است، بنابراین رفتار آن با گذشت زمان ناپایدار یا نامنظم می‌شود. از این رو، هرچقدر میزان عملکرد اعتبارسنجی کمتر باشد، رفتار پایدارتری از شبکه مورد انتظار است. باین حال، ضمن اینکه آموزش شبکه شروع می‌شود، در جاییکه عملکرد اعتبارسنجی کمترین مقدار MSE را داشته باشد، متوقف می‌شود. همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده، سومین دوره جایی است که عملکرد آموزش متوقف شده، زیرا پس از این نقطه همان‌طور که در شکل ۴ نشان داده شده، شبکه به حداکثر میزان شکست‌های مجاز خود رسیده است (یعنی ۶ شکست).

باین حال، بهترین مقدار عملکرد در این مدل ۰.۱۶۱۱ است که نشان می‌دهد رفتار شبکه واقعاً پایدار است و تعمیم‌پذیری بسیار بالایی دارد.

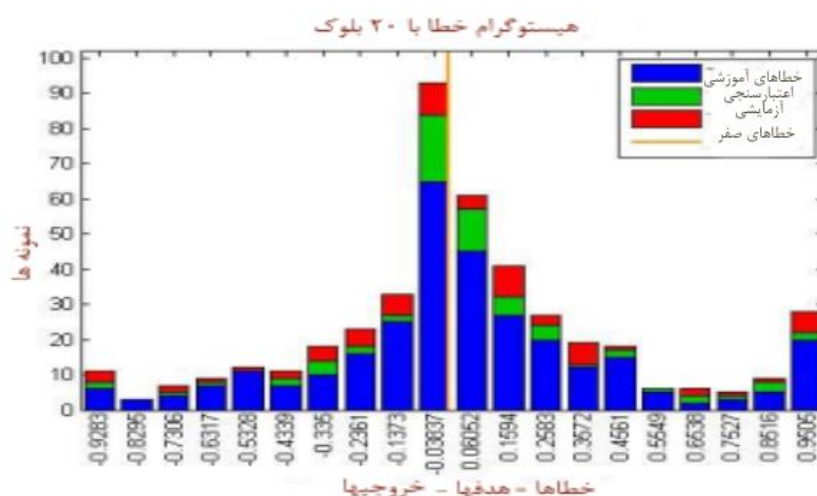


شکل ۴: شکست‌های اعتبارسنجی

بهترین میزان عملکرد آموزش در دوره سوم (یعنی ۰.۱۷۲۰) به عنوان یک شاخص برای کیفیت آموزش شبکه، نشان می‌دهد که کیفیت آموزش شبکه واقعاً خوب است بطوریکه عملکرد آن در هر دوره نسبت به دوره قبل بهتر شده است. عملکرد تستی که کیفیت یادگیری شبکه را نشان می‌دهد، در دوره سوم ۰.۲۲۴۳ است، این مقدار بدین معنی است که شبکه عصبی مصنوعی (ANN) در این شاخص عملکرد نسبت به شاخص‌های دیگر، خطاهای بیشتری داشته است. باین حال، این مقدار عملکرد قابل قبول است و ثابت می‌کند که یادگیری شبکه عصبی مصنوعی (ANN) از کیفیت خوبی برخوردار است.

#### هیستوگرام خطا

هیستوگرام خطای یک شبکه عصبی مصنوعی (ANN) اطلاعات بسیار دقیق‌تری را در مورد خطاهای آن نشان می‌دهد. مقدار خطا (EV) و فراوانی خطا (EF) دو داده مهمی هستند که می‌توان آن‌ها را از هیستوگرام خطا استخراج کرد. واریانس خطاها نیز نشان می‌دهند که خطاها را می‌توان برحسب مقدار خطا، به صورت خطاهای کوچک و بزرگ طبقه‌بندی کرد. علامت منفی یک خطا برای هر شاخص عملکرد، زمانی اتفاق می‌افتد که خروجی‌ها بزرگ‌تر از هدف‌ها باشند. همان‌طور که در شکل ۴ نشان داده شده، در مجموعه داده‌های آموزشی که ۷۰٪ از همه نمونه‌ها را شامل می‌شود، بیشتر خطاها نزدیک به صفر هستند (خطاهای کوچک)، درحالی‌که بیشتر خطاها در مجموعه داده‌های آزمایشی (که شامل ۱۵٪ از همه نمونه‌ها است) خیلی با صفر فاصله دارند (خطاهای بزرگ).

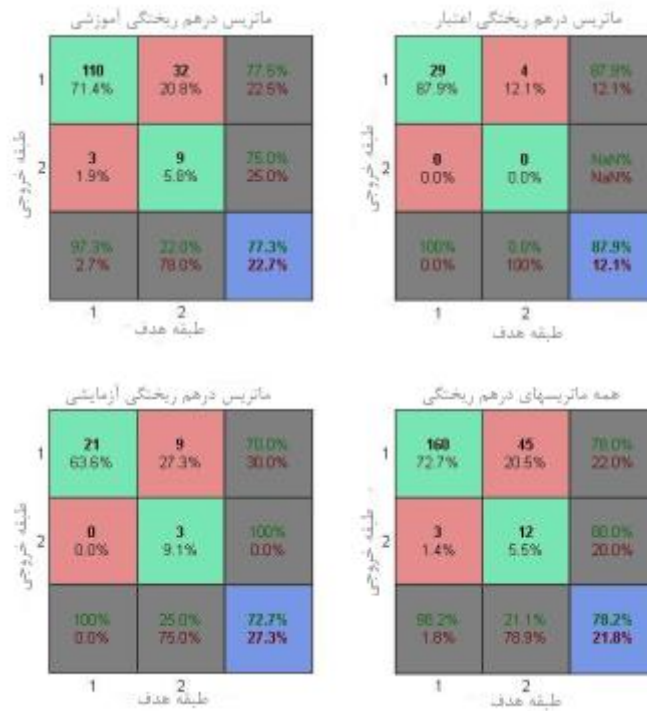


شکل ۵: هیستوگرام خطا

خطاهای مجموعه داده‌های اعتبارسنجی که ۱۵٪ از همه نمونه‌های ورودی را شامل می‌شود، بیشتر نزدیک به صفر هستند، بدین معنی که شبکه عصبی مصنوعی (ANN) پیشنهادی از درجه تعمیم‌پذیری بالایی برخوردار است.

#### ماتریس درهم‌ریختگی

ماتریس‌های درهم‌ریختگی، اطلاعات زیادی را در مورد دقت و درستی نتایج شبکه فراهم می‌آورند. چهار نوع ماتریس درهم‌ریختگی در شکل ۶ نشان داده شده است. ماتریس درهم‌ریختگی آموزشی نشان می‌دهد که ۱۱۹ مورد از همه نمونه‌های اختصاص داده شده به مجموعه داده‌های آموزشی به درستی طبقه‌بندی شده‌اند و تنها ۳۵ مورد از آن‌ها طبقه‌بندی نادرستی داشتند. به عبارت دیگر، مدل پیشنهادی می‌تواند نمونه‌های آموزشی خود را با دقت ۷۷.۳٪ طبقه‌بندی کند.



شکل ۶. چهار نوع ماتریس درهم ریختگی

ماتریس درهم ریختگی آزمایشی نشان می دهد که ۲۴ مورد از همه نمونه های اختصاص داده شده به مجموعه داده های آزمایشی به درستی طبقه بندی شده بودند و تنها ۹ مورد از آن ها طبقه بندی نادرستی داشتند. به عبارت دیگر، مدل پیشنهادی می تواند نمونه های آزمایشی خود را با دقت ۷۲.۷٪ طبقه بندی کند. ماتریس درهم ریختگی اعتبار نشان می دهد که ۲۹ مورد از همه نمونه های اختصاص داده شده به مجموعه داده های آزمایشی به درستی طبقه بندی شده بودند و تنها ۴ مورد از آن ها طبقه بندی نادرستی داشتند. به عبارت دیگر، مدل پیشنهادی می تواند نمونه های اعتبارسنجی خود را با دقت ۸۷.۹٪ طبقه بندی کند. این بدین معنی است که این شبکه از تعمیم پذیری بالایی برخوردار است و می توان برای تصمیم گیری در طی زمان به آن اتکا کرد. همه ماتریس های درهم ریختگی، عملکرد کلی شبکه عصبی مصنوعی (ANN) پیشنهادی را از لحاظ دقت طبقه بندی نشان می دهند. همان طور که به وضوح می توان دید، این مدل می تواند نمونه های خود را با دقت ۷۸.۲٪ طبقه بندی کند.



## بحث و نتیجه گیری

سرمایه گذاری بر روی محصولات فن آوری پیشرفته همیشه نتایج پیش بینی شده را حاصل نمی کند و سازمان ها در صورتی که تلاش هایشان برای اجرای پروژه های فن آوری پیشرفته با شکست مواجه شود، زیان هنگفتی را متحمل خواهند شد. برای مدیریت مطمئن تر پروژه های توسعه محصولات فن آوری پیشرفته، لازم است که مدیران اطلاعات قابل اطمینانی را از قبل در مورد مقادیر ریسک آن ها در اختیار داشته باشند. هدف از شبکه عصبی مصنوعی (ANN) پیشنهادی در این مقاله این است که به مدیران کمک کند به این اطلاعات دقیق دست پیدا کنند. بر اساس سیستم شاخص ارزیابی ریسک (RAIS) که از منابع معتبری استخراج شده و توسط روش تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) ساخته شده، یک شبکه عصبی مصنوعی (ANN) برای این منظور طراحی شده تا مدیران پروژه بتوانند موفقیت یا شکست هر یک از پروژه های فن آوری پیشرفته را قبل از شروع سرمایه گذاری بر روی آن تشخیص دهند. سطح بالای دقت و پایداری این مدل موجب شده تا آن مکانیسم بسیار قابل اطمینانی برای تشخیص موفقیت یا شکست پروژه های فن آوری پیشرفته باشد. باین حال، این مدل پیشنهادی را می توان از سه جنبه بهبود بخشید. اولین جنبه، به روش هایی مربوط می شود که محققان به واسطه آن ها می توانند عملکرد تابع آموزشی شبکه عصبی مصنوعی (ANN) را ارتقا دهند. محققانی مانند Porto و همکاران (۱۹۹۵) و Sexton و همکاران (۲۰۰۰) و Das و همکاران (۲۰۱۴) بررسی کرده اند که تصمیم گیرندگان چگونه می توانند تابع آموزشی ANN ها را بهبود ببخشند. دومین بخش این است که زمانی که متغیرهای ورودی زیادی (المان ها) وجود داشته باشد، شامل کردن آن ها در یک مدل کار بسیار دشواری است. بنابراین، یک مکانیسم باید برای انتخاب متغیرهای ورودی مهم تر قبل از وارد کردن آن ها در مدل طراحی شود. می توان از الگوریتم های فرا ابتکاری مانند الگوریتم ژنتیک (GA) و بهینه سازی کلونی مورچگان (ACO) برای انجام این کار استفاده کرد (Oreski, 2014; Das et al, 2014; Monirul Kabir, 2012). سومین و آخرین جنبه، به ماهیت متغیرهای این مدل مربوط می شود که همه آن ها را می توان به روش فازی مورد رسیدگی قرار داد؛ بنابراین، توسعه یک شبکه عصبی مصنوعی (ANN) فازی بشدت لازم است (Chien, 2010). به هر حال، پیگیری هر یک از این سه جنبه، ارزش زیادی است و می تواند موضوعی برای تحقیقات آینده باشد.

## منابع

- Aarabi, M and H Mennati (2014). Technology Strategy. Tehran: Mahkameh Publication (published in Persian), ISBN: 978-964-2827-51-0.
- Aunger, R (2010). Types of Technology. Technological Forecasting and Social Change, 77, 762-782.
- Badiru, A, and D Sieger (1998). Neural Network as Simulation Meta model in Economic analysis of risky projects. European Journal of Operation Research, 105, 130-142.
- Chien, C, T Wang and S Lin (2010). Application of neuro-fuzzy networks to forecast innovation performance – The example of Taiwanese manufacturing industry. Expert Systems with Applications, 37, 1086-1095.
- Das, G, P Kumar Pattnaik and S Kumari Padhy (2014). Artificial neural network trained by Particle swarm optimization for non-linear channel equalization. Expert Systems with Applications, 41, 3491-3469.
- Hakimpoor, H, K R Bin Arsahsd, H Hont Tat, N Khani and M Rahmandoust (2011). Artificial Neural Networks' Applications in Management. World Applied Sciences Journal, 14 (7), 1008-1019.
- Han, J and L Ma (2001). Analysis and measurement of venture of investment into high-technology projects. Journal of Harbin Institute of Technology, 6, 300-313.
- Mao, J, B Huo and H Yang (2002). Risk evaluation of the high-technology project investment. Quantitative & Technica Economics, 8, 37-49.
- Hagan, M, H Demuth and M Beale (1996), Neural Network Design. Boston, MA: PWS Publishing. <http://www.neurosolutions.com/products/ns/whatisNN.html>(2014).
- Jiang, H and J Ruan (2010). Investment Risks Assessment on High-tech Projects Based on Analytic Hierarchy Process and BP Neural Network. Journal of Networks, 5, 70-86.
- Somers, M and Casal, C (2009). Using artificial neural networks to model nonlinearity the case of the job satisfaction-job performance relationship. Organizational Research Methods, 12, 403-417.
- Sexton, R and J ,Gupta (2000) . Comparative evaluation of genetic algorithm and back propagation for training neural network. Information Sciences An international Journal, 129, 45-59.
- Meredith, S Mantle Jr (2012). Project Management: A Managerial Approach. Hoboken New Jersey, John Wiley & Sons; 8th Edition International Student Version edition, ISBN-10: 1118093739.
- Monirul Kabir, Md, Md Shahjahan and K Murase (2012). A new hybrid for ant colony optimization for feature selection. Expert Systems with Applications, 39, 3747-3763.
- Oreski, S and G Oreski (2014). Genetic algorithm-based heuristic for feature selection in credit risk assessment. Expert Systems with Applications, 41, 2052- 2064.
- Oreski, S and G Oreski (2014). Genetic algorithm-based heuristic for feature selection in credit risk assessment. Expert Systems with Applications, 41, 2052- 2064.
- Porto, V, D Fogel and L Fogel (1995). Alternative neural networks training methods .IEEE Expert, 16-22.
- Wang, Z, T Zhu, S Wang, Q Shen, R Wang (2000). A Study on the Evaluation and Decision Making Model for Investment of High-technique Projects Based on Radial Basis Function Neural Networks. Systems Engineering-Theory & Practice, 3, 56-62.
- Yongqing, W and P Liu (2009). Risk Evaluation Method of High-technology Based on Uncertain Linguistic Variable and TOPSIS Method. Journal of Computers, 4, 12-25.



## Evaluation mechanism of technology projects using neural network

**Mohammadreza bayat**

**Ph.D. student of Research Science Software,  
University of Tehran**

### **Abstract**

In a period when the countries of the world are facing economic recession and economic problems have spread to everyone, it can be said that one of the ways out of this situation is the growth and development of advanced technology companies. For these types of companies, nanotechnology is more important than other fields due to its large capacity and infrastructure. Artificial neural networks is an information processing that has common features with biological neural networks. There is a great similarity between the structure of a natural nerve (that is, a brain cell or nerve cell) and an artificial neuron. Each natural neuron has three components: dendrites, soma and axon. Dendrites, which are large in number, receive signals from other neurons. Soma or body The cell collects the incoming signals to the cell. It closes the signal transmission from a neuron through the axon. In fact, artificial neural networks can simulate a small part of the characteristics of biological neural networks. In other words, the purpose of creating a network Artificial neural network is more than simulating the human brain, creating a mechanism to solve problems inspired by the behavioral pattern of biological neural networks.

**Keywords:** Advanced technology projects, risk assessment index system, artificial neural network, artificial intelligence