مهندسی صنایع و مدیریت شریف، (تابستان ۱۳۹۵)
دوره‌ی ۱ - ۳۲، شماره‌ی ۱/۱، ص. ۴۱-۵۱

Original Article

پیش‌بینی عملکرد شغلی با استفاده از بهینه‌سازی چندهدفه و شبکه‌های عصبی از نوع GMDH به‌منظور بهبود فرایند گزینش کارکنان

محمود مرادی (دانشیار)
بهناز زنجانی * **(کارشناس ارشد)**
گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه گیلان
علی جمالی (دانشیار)
گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه گیلان

در پژوهش حاضر با استفاده از الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی چندهدفه‌ی شبکه‌های عصبی از نوع GMDH، مدل حاکم بر عملکرد شغلی کارکنان فعلی سازمان استخراج می‌شود که قادر است با وجود پیچیدگی رفتار در حوزه‌ی منابع انسانی، عملکرد کارکنان را با حداقل خطای پیش‌بینی و آموزش، براساس مؤثرترین ورودی‌های پیش‌بینی کند. بنابراین می‌توان به‌منظور گزینش کارکنان، براساس مدل استخراج شده، ورودی‌های مرتبط را از متقاضی دریافت و عملکرد آتی وی را تخمین زد. به‌دلیل ماهیت مشاغل مورد بررسی، از ابعاد هوش هیجانی و متغیرهای فردی به‌عنوان ورودی استفاده شده است. با وجود عدم قطعیت در ماهیت منابع انسانی، ضریب همبستگی ۰/۹۹۵ و RMSE برابر ۰/۰۶ در مقایسه‌ی مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی، بیانگر دقت بسیار بالای مدل و حداکثر انطباق‌پذیری عملکرد شغلی پیش‌بینی شده با عملکرد واقعی است.

واژگان کلیدی: گزینش کارکنان، پیش‌بینی عملکرد، مدل‌سازی، شبکه‌ی عصبی از نوع GMDH، بهینه‌سازی، الگوریتم ژنتیک.

m.moradi@guilan.ac.ir
bn.zanjani@gmail.com
ali.jamali@guilan.ac.ir

۱. مقدمه

نیروی انسانی در نزد همگان به‌عنوان یکی از قابلیت‌های کلیدی سازمان‌ها و در حکم قلب تپنده‌ی آن سازمان است. موفقیت یا شکست سازمان، ارتباط مستقیمی با چگونگی جذب نیروی انسانی دارد. سیستم گزینش کارکنان، سیستمی پیچیده با هدف ارزیابی تفاوت بین کاندیدها و انتخاب مناسب‌ترین فرد است[۱] به‌طوری که در آینده این فرد نسبت به سایرین موفق‌تر باشد. در این راستا، تدوین شرایط مناسب احراز شغل و پیش‌بینی عملکرد آتی متقاضیان، جدی‌ترین چالش پیش روی مدیران منابع انسانی است. زیرا محدودیت شناختی ذهن انسان، عدم وجود رویکردهای ساختارمحور، پیچیدگی و ناشناخته بودن رفتار در حوزه‌ی منابع انسانی، پیش‌بینی عملکرد متقاضی با استفاده از اطلاعات محدود مرحله‌ی گزینش را برای استخدام‌کنندگان دشوار کرده است.[۲] از این‌رو به‌کارگیری تکنیک‌های کمّی، ابزارها و مدل‌هایی که درک و پیش‌بینی هر متغیر رفتاری و نگرشی را افزایش دهد، به‌طور اثربخشی در این حوزه مورد توجه قرار گرفته است.[۳] یک رویکرد بسیار مؤثر برای رفع این چالش، استخراج شرایط مناسب احراز شغل و مدل حاکم بر عملکرد شغلی براساس کارکنان فعلی سازمان است تا بتوان براساس آن، رفتار آتی متقاضیان شغل را ــ درصورت انتخاب و استخدام ــ پیش‌بینی و ضمن استفاده‌ی کم‌هزینه از داده‌های موجود، افق جدیدی از دانش‌های نهفته در سازمان برای مدیران روشن کرد. در این فرایند، از آنجاکه ماهیت سیستم گزینش کارکنان، همچون سایر حوزه‌های منابع انسانی، همواره با ابهام و مقادیر غیرقطعی و تقریبی سروکار دارد،[۴] به‌جای تدقیق تقریب‌ها باید به‌دنبال ساخت مدل‌هایی بود که علاوه بر برخورداری از قابلیت مدل‌سازیِ ابهام به‌عنوان بخشی از سیستم، در فرایند مدل‌سازی نیز پارامترها به‌صورت بهینه از داده‌های موجود استخراج شوند تا باعث کمینه‌شدن خطا، بیشینه‌شدن انطباق‌پذیری و افزایش قدرت و قابلیت‌های مدل شوند و از این طریق روایی پیش‌بینی اولیه افزایش یابد.

برای سیستم‌هایی با رفتار پیچیده و غیرخطی باید از مدل‌های غیرخطی استفاده کرد. با ابداع هوش مصنوعی و شبکه‌های عصبی مصنوعی و نیز الگوریتم‌های بهینه‌سازی پیشرفته و ابتکاری ــ نظیر الگوریتم ژنتیک ــ تحول گسترده‌یی در این عرصه ایجاد شده است؛ این الگوریتم‌های بهینه‌سازی می‌توانند در مدل‌سازی، پارامترها را به‌صورت بهینه از داده‌های موجود استخراج و باعث کمینه‌شدن خطا و بیشینه‌شدن انطباق‌پذیری شوند.[۵] بنابراین در پژوهش حاضر تلاش شده تا با بهره‌گیری

* نویسنده مسئول
تاریخ: دریافت ۱۳۹۲/۹/۱۲، اصلاحیه ۱۳۹۳/۶/۱۶، پذیرش ۱۳۹۳/۶/۳۰.

از قابلیت‌های هوش مصنوعی، در حوزه‌ی منابع انسانی و به‌طور خاص پیش‌بینی عملکرد متقاضیان شغلی، الگوریتمی ارائه شود که بتواند مناسب‌ترین شرایط احراز شغل مؤثر بر عملکرد کارکنان را تعیین و با استفاده از اطلاعات محدود مرحله‌ی گزینش، عملکرد نیروی انسانی را با کم‌ترین خطا پیش‌بینی کند. بهره‌گیری از رویکرد مذکور، ضمن تسهیل فرایند گزینش کارکنان تصمیم‌گیری در رابطه با تناسب یا عدم تناسب فرد و توانایی رسیدگی وی به خطرات و ریسک‌های مرتبط با شغل را با حداقل خطا ممکن می‌سازد؛ تا حد قابل قبولی، بر خطای ناشی از درک محدود بشر غلبه و به افزایش بهره‌وری نیروی انسانی و هزینه‌های منفی ناشی از گزینش نامناسب نیرو کمک شایانی کرد.

در ادامه‌ی مقاله ابتدا پیشینه‌ی پژوهش بررسی، و سپس فرایند تحقیق ــ شامل انتخاب متغیرهای تحقیق، گردآوری اطلاعات و روش مدل‌سازی عملکرد شغلی ــ به‌طور کامل تشریح می‌شود. در نهایت یافته‌های تحقیق، نتیجه‌گیری و پیشنهادها مطرح می‌شود.

۲. پیشینه‌ی پژوهش

در چندسال گذشته بهره‌گیری از هوش مصنوعی و رویکردهای مدل‌سازی، شبکه‌های عصبی و الگوریتم‌های ابتکاری و فرابتکاری برای بهینه‌سازی در زمینه‌های مختلف تحقیقاتی، توجه بسیاری از محققین را به خود جلب کرده و نتایج بسیار ارزشمندی به همراه داشته است. به‌عنوان نمونه، الگوریتمی فرابتکاری برای مسئله‌ی زمان‌بندی گروهی،[۶] یک سامانه‌ی تلفیقی هوشمند مبتنی بر درخت رگرسیونی و نقشه‌ی خودسازمان‌ده بهینه‌سازی شده[۷] و یک مدل استوار بهینه‌سازی سبد مالی[۸] ارائه شد. همچنین، از شبکه‌های عصبی مصنوعی، در انتخاب معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان[۹] و نیز برای پیش‌بینی عملکرد فرایندهای تولیدی[۱۰] استفاده شده است. اگرچه استفاده از رویکردهای دقیق مدل‌سازی و بهینه‌سازی برای پیش‌بینی عملکرد متقاضیان شغلی می‌تواند به فرایند انتخاب نیروی انسانی کمک شایانی کند، به‌دلیل پیچیدگی فرایند پیش‌بینی در حوزه‌ی منابع انسانی، در رابطه با استفاده از رویکرد مدل‌سازی به‌منظور پیش‌بینی خروجی‌های شغلی ــ به‌ویژه بهره‌مندی از قابلیت‌های الگوریتم‌های فرابتکاری و تکاملی و بهینه‌سازی ــ تحقیق‌های محدود و پراکنده‌یی وجود دارد.

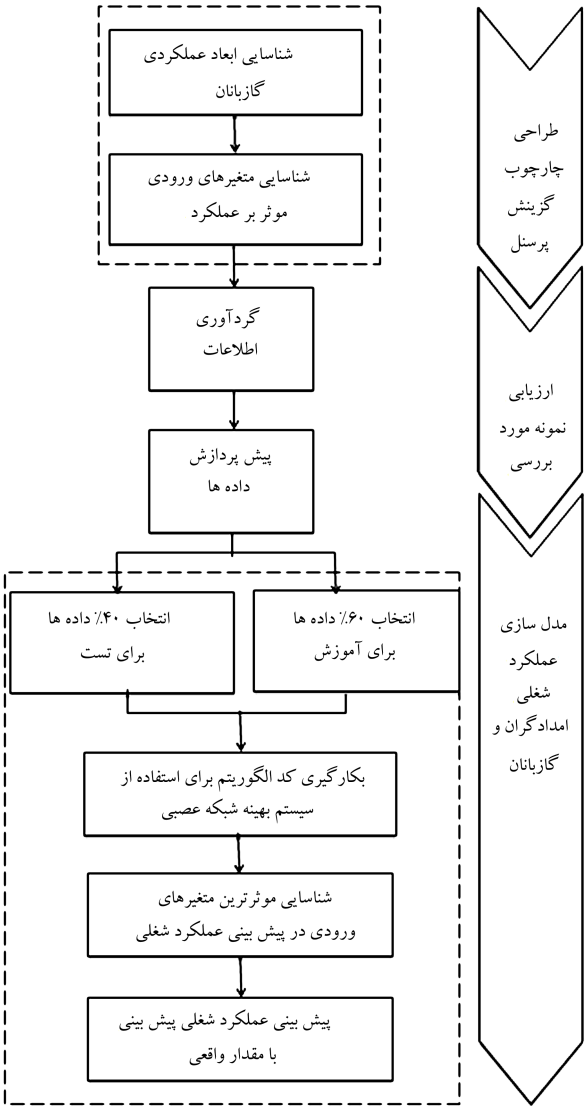
در جدول ۱، بررسی‌های انجام‌شده طی ۱۱ سال اخیر درخصوص گزینش کارکنان با استفاده از رویکردهای کمی ارائه شده است. چنان‌که مشاهده می‌شود، در چند سال گذشته شیوه‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، رویکرد فازی و ترکیب آن‌ها در حوزه‌ی انتخاب نیروی انسانی توسط برخی از محققین[۱،۳،۴و۱۱-۱۴] مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین برای رتبه‌بندی و ارزیابی عملکرد کارکنان در مشاغل پرخطر، با بهره‌مندی از روش میانگین وزنی مرتب‌شده، الگویی ارائه شد.[۱۵] اما در این مطالعات رویکرد مدل‌سازی نادیده گرفته شده است.

از سوی دیگر، در برخی از مطالعات مدل انتخاب نیروی انسانی با استفاده از رویکرد داده‌کاوی طراحی،[۱۶] و نیز یک چارچوب داده‌کاوی براساس درخت تصمیم‌گیری و قواعد انجمنی[۲] ایجاد شد تا براساس شاخص‌های پروفایل به‌عنوان ورودی که در مرحله‌ی گزینش قابل دست‌یابی است، رفتارهای شغلی متقاضیان را پیش‌بینی کنند. اما این بررسی‌ها تنها به مدل‌سازی پرداخته‌اند و بهینه‌سازی که نقش چشم‌گیری در بهبود فرایند مدل‌سازی ایفا می‌کند لحاظ نشده است؛ بهینه‌سازی نه‌تنها منجر به عملکرد بهینه‌ی مدل می‌شود، بلکه شرایط مناسب احراز شغل را نیز تعیین می‌کند. این درحالی است که امروزه از بهینه‌سازی با استفاده از الگوریتم‌های فرابتکاری و تکاملی به‌طور روزافزونی در طراحی سیستم‌های مختلف استفاده می‌شود و از ترکیب این ابزارها با رویکردهای مدل‌سازی می‌توان قابلیت‌ها و مزایای آن‌ها را تشدید کرد و به سیستم‌هایی با هوشمندی و قابلیت بیشتر دست یافت.[۱۷]

بنابراین در ادبیات تحقیق در رابطه با ارائه‌ی تکنیک‌های کمی در حوزه‌ی منابع انسانی و به‌طور خاص گزینش کارکنان، به‌ویژه استفاده از الگوریتم‌های تکاملی به‌منظور بهینه‌سازی فرایند مدل‌سازی، شکاف بزرگی وجود دارد و غالباً از روش‌های سنتی و قضاوت‌های ذهنی استفاده می‌شود که دقت نتایج را به‌شدت با تردید مواجه می‌سازد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

خلاصه‌ی روش انجام پژوهش حاضر در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. فرایند انجام تحقیق.

جدول ۱. خلاصه تحقیقات انجام‌شده درخصوص گزینش کارکنان در سال‌های اخیر با بهره‌گیری از رویکردهای کمی.

سال	نشریه	محقق	عنوان	شیوه‌ی مورد استفاده	شاخص‌ها
۲۰۰۱	Omega	G. Capaldo, G. Zollo	به‌کارگیری منطق فازی برای ارزیابی کارکنان: مطالعه‌یی موردی	مفاهیم نظری مجموعه‌ی فازی، مفهوم تابع عضویت فازی و مفهوم ترکیب فازی	• ۵ عامل مربوط به مهارت‌های حرفه‌یی • ۵ عامل مربوط به مهارت‌های مدیریتی • ۵ عامل مربوط به ویژگی‌های شخصیتی
۲۰۰۳	Journal of Intelligent & Fuzzy Systems	G.F. Royes and et al.	گزینش متقاضی با استفاده از روش استدلال مبتنی بر مورد فازی چندمعیاره	روش چندمعیاره‌ی فازی، تاپسیس فازی و CBR	۱. تجربه در حوزه‌ی کسب و کار سازمان ۲. تجربه در وظیفه معین ۳. سابقه تحصیلی ۴. ظرفیت رهبری ۵. ظرفیت سازش‌پذیری ۶. سن ۷. شایستگی برای کارگروهی
۲۰۰۷	Computers & Industrial Engineering	A. Golec & E. Kahya	یک مدل‌سازی فازی برای ارزیابی و گزینش کارمند برمبنای شایستگی	AHP فازی (ساختار سلسله مراتبی ایجاد و از یک مدل فازی با دو سطح ارزیابی و گزینش استفاده می‌شود.)	• ارتباطات • مهارت‌های میان فردی • تصمیم‌گیری • دانش/مهارت • توسعه شغلی • مدیریت
۲۰۰۸	Expert Systems with Applications	Chen-Fu Chien, & Li-Fei Chen	داده کاوی برای بهبود گزینش کارکنان و افزودن سرمایه انسانی: مطالعه موردی در صنعت با تکنولوژی بالا	یک چارچوب داده‌کاوی براساس درخت تصمیم‌گیری و قواعد انجمنی	متغیرهای هدف: • عملکرد شغلی • حفظ و نگه‌داری کارکنان • دلایل استعفا و کناره‌گیری متغیرهای ورودی: • سن • جنسیت • وضعیت تأهل • سابقه‌ی تحصیلی • تجربه‌ی کاری • رشته • دبیرستان فارغ‌التحصیلی • کانال‌های استخدام
۲۰۰۹	Applied Soft Computing	Z. Gungor and et al.	یک رویکرد AHP فازی برای مسئله گزینش کارکنان	فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP) با استفاده از فرایند تصمیم‌گیری چندمعیاره	• فاکتورهای شغلی عمومی • فاکتورهای شغلی مکمل • فاکتورهای فردی
۲۰۱۰	Expert Systems with	Mehtap Dursun, E. Ertugrul Karsak	یک رویکرد MCDM فازی برای گزینش کارکنان	تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی فازی با استفاده از اصول ترکیب اطلاعات فازی و تاپسیس	معیارهای ذهنی: ۱. ثبات احساسی ۲. رهبری ۳. اعتماد به‌نفس ۴. مهارت ارتباطات شفاهی ۵. شخصیت معیارهای عینی: ۶. تجربه‌ی قبلی ۷. شایستگی‌های کلی ۸. ادراک

ادامه جدول ۱.

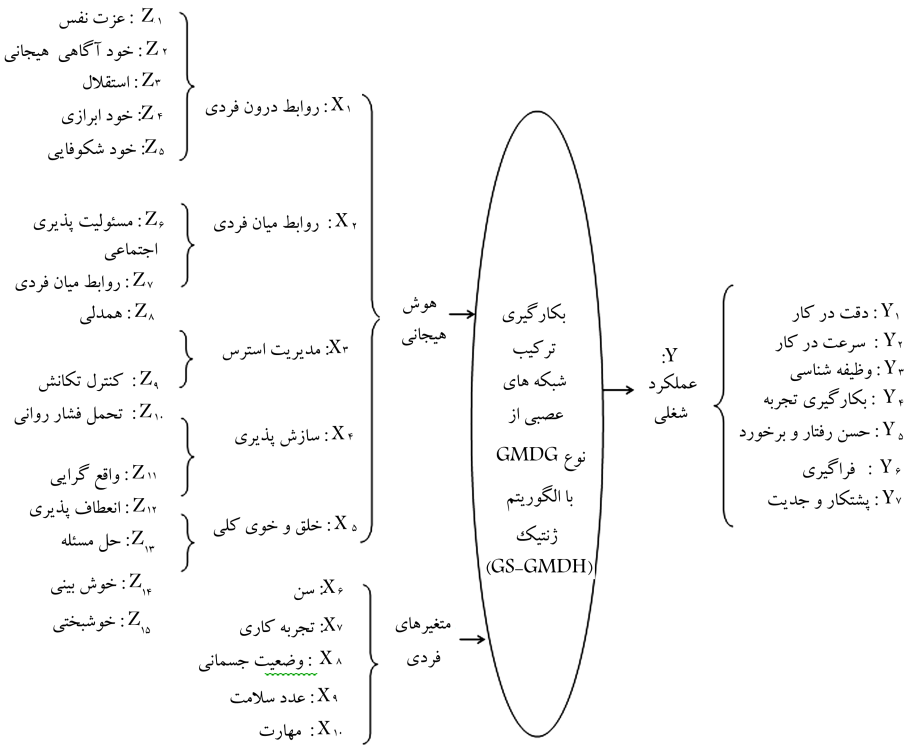
سال	نشریه	محقق	عنوان	شیوه‌ی مورد استفاده	شاخص‌ها
۲۰۱۰	Computers & Industrial Engineering	Hung-Tso Lin	گزینش کارکنان با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌یی و تجزیه و تحلیل داده‌های فازی	ترکیب DEA و ANP	• مهارت‌ها و دانش حرفه‌یی • سابقه‌ی تحصیلی و شغل حرفه‌یی قبلی به‌همراه دستاوردها • شخصیت و پتانسیل نهانی
۲۰۱۰	Expert Systems with Applications	Dimitrios Askounis	یک رویکرد چند معیاره جدید بر مبنای تاپسیس برای گزینش کارکنان	تاپسیس فازی با استفاده از مفهوم وتو (veto)	• تدوین استراتژی/اتخاذ تصمیمات استراتژیک • مدیریت تغییر/قابلیت انطباق با تغییر • مهارت‌های میان‌فردی/ارتباطی • رهبری • مدیریت ریسک/بحران • شبکه‌های رایانه‌یی • ابزارهای نرم‌افزاری/سخت‌افزاری • پایگاه داده • تجربه‌ی حرفه‌یی • سابقه‌ی تحصیلی • فنّاوری‌های جدید/نوظهور
۲۰۱۱	Expert Systems with Applications	Shi-fang Zhang, & Sanyang Liu	یک روش تصمیم‌گیری گروهی چندمعیاره فازی شهودی بر مبنای تحلیل (GRA)	تصمیم‌گیری گروهی چندمعیاره فازی شهودی برای به دست آوردن وزن معیارها بر مبنای grey relational (GRA) برای رتبه‌بندی گزینه‌ها	• ثبات احساسی • مهارت روابط شفاهی • شخصیت • تجربه قبلی • اعتماد به نفس

۱.۳. مرحله‌ی اول: تجزیه و تحلیل شغل

در این پژوهش، امدادگران و گازبانان شرکت گاز مورد مطالعه قرار گرفته‌اند؛ زیرا این نوع مشاغل در شرایطی اجرا می‌شود که در آن خطر اجتناب‌ناپذیر است و اشتباه کارکنان ممکن است سلامت جسمانی فرد یا عموم مردم را با خطر مواجه سازد. برای کارکنانی که با چنین محیط کاری هماهنگی مناسبی ندارند، احتمال آسیب بیشتر است. درنتیجه یکی از گام‌های اساسی برای کاهش آسیب‌های ناشی از شغل، پیش‌بینی رفتار شغلی و انتخاب هدف‌مند و شایسته‌ی کارکنان است. با توجه به نقش کلیدی این افراد، ازجمله ابعادی که در سنجش عملکرد از اهمیت به‌سزایی برخوردار است می‌توان به «وظیفه‌شناسی»، «دقت در کار»، «سرعت در کار»، «به‌کارگیری تجربه»، «پشتکار و جدیت»، «فراگیری» و «حسن رفتار و برخورد» اشاره کرد. به‌دلیل اهمیت ویژه‌ی این عوامل در شرکت گاز، هرساله کارکنان براساس ابعاد مذکور توسط مافوق ارزیابی می‌شوند. به‌منظور شناسایی متغیرهای ورودی تأثیرگذار در عملکرد، پس از مطالعه‌ی دقیق شرح وظایف و برگزاری جلسات با کارشناسان و مدیران مستقیم مشخص شد که مشخصات فردی به‌عنوان نیازمندی‌های وظیفه‌یی تأثیرگذار بر رفتار امدادگران و گازبانان عبارت‌اند از: سن، تجربه‌ی حرفه‌یی، وضعیت جسمانی (مربوط به وضعیت سلامت بویایی، سلامت بینایی، سلامت ستون فقرات، سلامت قلبی و سلامت فشار خون فرد)، مهارت اولیه (آشنایی اولیه با برخی ابزار و قطعات مربوط به مشاغل عملیاتی در شرکت گاز، مهارت‌های حرکتی، قابلیت نقشه‌خوانی) و شاخص توده‌ی بدنی (سنجشی آماری برای تخمین سلامت وزن فرد با توجه به قد).[۱۸]

افزون بر این، مطالعه‌ی ادبیات تحقیق حاکی از آن است که توان‌مندی‌های عقلانی به‌تنهایی نمی‌تواند پیش‌بینی کننده‌ی خوبی برای موفقیت در کار و زندگی باشد، بلکه شخصیت و ویژگی‌های روان‌شناختی متناسب با نوع مشاغل می‌تواند از طریق بالابردن توان سازگاری با محیط، فرد را در مقابله با استرس ناشی از کار یاری رساند. در سال‌های اخیر توجه محققین نسبت به مفهوم هوش هیجانی[۱] بسیار افزایش یافته است، زیرا قادر است تأثیر استرس‌های شغلی را تعدیل یا تشدید کند و رفتار سازمانی و کارایی هر فرد را به‌شدت تحت تأثیر قرار دهد.[۱۹] از آنجا که هوش هیجانی تقریباً بر تمام جنبه‌های فعالیت‌های شغلی تأثیرگذار است، کارکنان برخوردار از این ویژگی بهترین عملکرد را نیز دارند.[۲۰و۲۱] همچنین نتایج فراتحلیل‌های انجام‌شده[۲۲و۲۳] نشان‌گر اعتبار پیش‌بینی قوی برای سنجه‌های هوش هیجانی به‌منظور ارزیابی عملکرد است. بنابراین، هوش هیجانی را باید به‌عنوان یک پیش‌بینی کننده‌ی با ارزش برای رفتارهای مختلف شغلی و سازه‌یی در تحقیقات در نظر گرفت.

در برخی از مطالعات فراتحلیلی، تعدادی از سنجه‌های هوش هیجانی که اعتبار و روایی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته فهرست شد که یکی از پرکاربردترین این سنجه‌ها، پرسش‌نامه‌ی بهره‌ی هیجانی (EQ-i)[۲] Bar-On است[۲۲] که بیش از سایر سنجه‌ها مورد استفاده قرار گرفته و به بیش از ۳۰ زبان ترجمه شده است. مدل Bar-On برای سنجش هوش هیجانی، با استفاده از پرسش‌نامه‌ی استاندارد ۹۰ سؤالی، ۵ بعد هوش هیجانی را با بهره‌گیری از ۱۵ ویژگی روان‌شناختی می‌سنجد که عبارت‌اند از: ویژگی‌های درون‌فردی (شامل عزت نفس، خودآگاهی هیجانی، استقلال، خودابرازی، خودشکوفایی)، ویژگی‌های برون‌فردی (شامل مسئولیت‌پذیری



شکل ۲. مدل مفهومی پژوهش.

اجتماعی، روابط میان‌فردی، همدلی)، کنترل استرس (شامل کنترل تکانش، تحمل فشار روانی)، سازگاری (شامل واقع‌گرایی، انعطاف‌پذیری، حل مسئله)، خلق و خوی کلی (شامل خوش‌بینی و خوشبختی).[۲۴] بنابراین، مدل مفهومی مورد بررسی را می‌توان مطابق شکل ۲ نشان داد.

۲.۳. مرحله‌ی دوم: گردآوری اطلاعات

به‌منظور دست‌یابی به نتایج قابل اعتماد در فرایند مدل‌سازی، تمامی امدادگران و گازبانان مستقر در ۳۴ واحد گازرسانی در استان گیلان انتخاب شدند. اطلاعات مربوط به هوش هیجانی (با استفاده از پرسش‌نامه‌ی ۹۰ سؤالی استاندارد Bar-On که پایایی آن ۰٫۸۸ محاسبه شد) و متغیرهای فردی، براساس آزمون برگزار شده طی دو روز متوالی جمع‌آوری شد. اما به‌منظور گردآوری اطلاعات مربوط به عملکرد از اطلاعات مستند سازمانی استفاده شده است؛ زیرا گردآوری اطلاعات عملکرد با استفاده از پرسش‌نامه‌یی که توسط امدادگران تکمیل شود منجر به ایجاد واریانس روش مشترک (CMV)[۳] می‌شود که محققین باید برای کنترل آن بکوشند.[۲۵] منظور از CMV واریانسی است که به روش سنجش، بیشتر از مفهومی که مقادیر بیان می‌کنند، استناد داده می‌شود. طبق بررسی جامع چانگ، روش‌های مشترک در گردآوری اطلاعات منجر به خطاهای اندازه‌گیری اساسی می‌شود که در تقویت یا تضعیف رابطه‌ی بین سازه‌ها مؤثر است. براساس نتایج بررسی مذکور، بهترین روش و مهم‌ترین استراتژی برای اجتناب یا کاهش واریانس روش مشترک، گردآوری اطلاعات سازه‌های مختلف از منابع مختلف است. بنابراین ابعاد عملکرد، با توجه به فرم‌های موجود در سازمان و امتیازی که سالانه براساس ابعاد مذکور توسط مافوق به هر فرد اختصاص می‌یابد، سنجیده می‌شود. میانگین وزنی امتیاز فرد در هرکدام از معیارهای مذکور، به‌عنوان نمره‌ی عملکردی وی در نظرگرفته می‌شود. از بین نمونه‌ی مورد مطالعه، امکان تطبیق داده‌های مربوط به هوش هیجانی و متغیرهای فردی با نمره‌ی عملکرد مربوط به ۲۱۵ رکورد فراهم آمد که پس از پالایش اولیه و مرتب‌سازی داده‌ها، ۲۰۵ رکورد به مرحله‌ی مدل‌سازی وارد شد.

۳.۳. مرحله‌ی سوم: مدل‌سازی عملکرد شغلی با استفاده از شبکه‌های GS-GMDH

در این پژوهش از الگوریتم‌های تکاملی برای بهینه‌سازی دوهدفه[۴]ی شبکه‌های عصبی از نوع GMDH استفاده می‌شود تا با کمک آن بتوان مدل حاکم بر عملکرد کارکنان را براساس داده‌های تجربیِ مدون استخراج کرد. در این فرایند الگوریتم ژنتیک از نوع NSGA-II درصدد بهینه‌سازی فرایند استخراج مدل است.[۲۶] از آنجا که شبکه‌های عصبی، الگوهای لازم برای تطبیق خود با تغییرات محیطی را شناسایی می‌کنند، الگوریتم مورد استفاده می‌آموزد که به‌واسطه‌ی ترکیب با الگوریتم‌های تکاملی، الگوهای لازم بین ورودی و خروجی در بین داده‌های جمع‌آوری شده را شناسایی، بهترین مدل حاکم بر داده‌ها را استخراج، و رفتار خروجی را هر چه دقیق‌تر تخمین بزنند.

لازم به ذکر است به‌منظور مدل‌سازی عملکرد کارکنان، ابتدا با کمک نرم افزار MATLAB داده‌های پرت از کل داده‌ها حذف می‌شوند. سپس الگوریتم مذکور داده‌ها را به دو بخش تقسیم می‌کند: ۶۰٪ داده‌ها به‌منظور آموزش مدل، و ۴۰٪ داده‌ها به‌منظور پیش‌بینی مدل. در فرایند استخراج مدل، در چندین دور متوالی تمامی مراحل اجرا می‌شود، جست‌وجو برای انتخاب بهترین مدل انجام می‌گیرد و خطای آموزش و پیش‌بینی محاسبه می‌شود. در نهایت، زمانی که مدل استخراج شده از کم‌ترین خطای آموزش و کم‌ترین خطای پیش‌بینی برخوردار باشد، فرایند جست‌وجو خاتمه می‌یابد. در ادامه به تشریح الگوریتم مذکور می‌پردازیم.

در الگوریتم GMDH مرسوم، مدلی به‌عنوان مجموعه‌یی از نرون‌ها نشان داده می‌شودکه در این مدل هر جفت نرون در هر لایه از طریق یک چندجمله‌یی درجه دوم به هم متصل شده و یک نرون جدید در لایه‌ی بعدی می‌سازند. چنین ساختاری به‌منظور نگاشت ورودی‌ها به خروجی قابل استفاده است. درواقع به دنبال یافتن تابع $\hat{f}$ هستیم به‌طوری که این تابع بتواند برای یک بردار ورودی $X = (x_1, x_2, x_3, ..., x_n)$، خروجی $\hat{y}$ را هرچه دقیق‌تر و نزدیک‌تر به خروجی واقعی Y تقریب بزند. بنابراین باید یک شبکه‌ی عصبی از نوع GMDH تشکیل شود طوری که اختلاف خروجی پیش‌بینی شده با خروجی واقعی کمینه باشد:

$$\sum_{i=1}^{M} \left[\hat{f}(x_{i1}, x_{i2}, ..., x_{in}) - y_i\right]^2 \rightarrow \min \qquad (1)$$

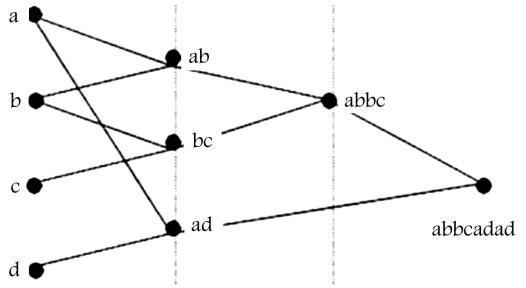
الگوریتم‌های ژنتیک به‌منظور آموزش شبکه‌های عصبی برحسب اوزان یا ضرایب کاربرد دارند و نسبت به روش‌های سنتی نتایج بهتری ارائه خواهد شد.[۲۷] به‌طور کلی، در الگوریتم ژنتیک فرایند بهینه‌سازی با تولید جمعیت اولیه‌ی تصادفی آغاز می‌شود. سپس مقدار تابع هدف برای هر کروموزوم محاسبه می‌شود و بعد برترین کروموزوم‌ها برحسب معیار انتخاب‌شده، بررسی و برگزیده می‌شود. مرحله‌ی بعد مربوط به تولید جمعیت توسط عملگرهای پیوند و جهش است. درواقع با این کار، برحسب ماهیت تکامل تدریجی، خصوصیت خوب نسل قبل به نسل‌های بعدی منتقل می‌شود. عملگر دیگر الگوریتم ژنتیک برای تولید نسل بعدی، جهش است که در آن با انتخاب یک کروموزوم از جمعیت نسل قبل، یکی از بیت‌های آن به‌طور تصادفی انتخاب و عدد داخل آن بیت تغییر می‌یابد. با انجام این کار، علاوه بر تولید کروموزوم جدید، ازگیر افتادن برنامه در نقاط بهینه‌ی محلی جلوگیری می‌شود. پس از تولید جمعیت توسط کروموزوم‌های برتر نسل قبل، عمل انتخاب کروموزوم‌های برتر برحسب تابع هدف در نظرگرفته شده از جمعیت جدید و نسل قبل انجام می‌شود و کروموزوم‌های دارای بیشترین خطا حذف می‌شود. سپس کروموزوم‌های نسل قبل به نسل بعد برده شده و عملیات تکامل تدریجی برای تعداد نسل‌های تعیین‌شده تا رسیدن به جمعیت بهینه ادامه می‌یابد.[۵]

ادبیات تحقیق نشان می‌دهد که الگوریتم‌های تکاملی زیادی در شبکه‌های عصبی به‌منظور بهبود قابلیت‌های آن کاربرد دارد.[۲۸] با استفاده از الگوریتم ژنتیک در اغلب شبکه‌های عصبی از نوع GMDH به دو روش I و II که محققین ارائه کرده‌اند،[۲۹] نرون‌های هرلایه می‌توانند به نرون‌های لایه‌ی مجاورشان متصل شوند (شکل ۳).

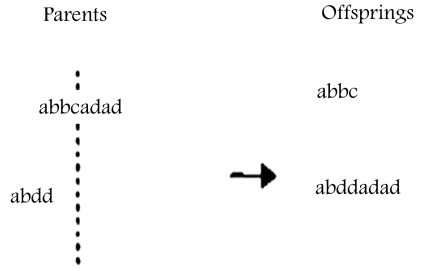
در واقع در این شبکه‌ها، که تحت عنوان GS-GMDH از آن‌ها یاد می‌شود، عملگرهای ژنتیکی از نوع جهش و پیوند به‌منظور تولید دو فرزند از دو والد، و روش انتخاب چرخ گردان برای انتخاب دو والد استفاده می‌شود.[۲۶] با بهره‌گیری از این عملگرها در ساختار شبکه‌های عصبی برای تولید نرون‌های جدید، ساختار شبکه‌های عصبی نسبت به قبل ــ که در آن‌ها به‌منظور تولید نرون جدید فقط نرون‌های هر لایه به یکدیگر متصل می‌شدند ــ به‌طورکامل متفاوت می‌شود (شکل‌های ۴ و ۵). علاوه بر این، امکان ایجاد شبکه‌های عصبی با طول و اندازه‌ی مختلف نیز فراهم می‌شود.[۳۰]

الگوریتم ژنتیک مورد استفاده در پژوهش حاضر، NSGA-II اصلاح شده است[۲۶] که در آن برای حذف کروموزوم‌های نزدیک به هم و انتخاب کروموزوم‌های نسل بعد، به‌عنوان حد آستانه از معیار e-elimination استفاده می‌شود. نحوه‌ی عملکرد این معیار براساس کد نوشته شده، در شکل ۶ نشان داده شده است.

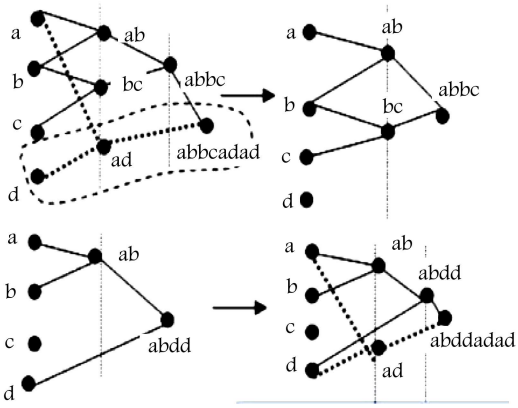
بنابراین به‌منظور انتخاب مدل نهایی حاکم بر عملکرد کارکنان که از کم‌ترین



شکل ۳. ساختار کروموزوم‌های شبکه‌ی GS-GMDH.



شکل ۴. نحوه‌ی عملکرد عملگر پیوند در شبکه‌های GS-GMDH.



شکل ۵. عملگر پیوند برای دو شبکه‌ی GS-GMDH.

```
Pseudo-code of ϵ-elimination
ϵ-elim=ϵ-elimination (pop)          //pop includes design variables and
                                      objective functions.
Define ϵ                            //Define elimination threshold.

get k (k=1 for the first front)     //Front No.
i=1
until i+1<pop_size
    j=i+1
    until j< pop_size
    IF { | F(X(i), F(X(j)) | < ϵ ∧ | X(i), X(j) | < ϵ}
        F(X(i), F(X(j))∈ PF_k*    X(i), X(j) ∈ P_k*

    THEN pop=pop\pop(j)             // Remove the ϵ-similar individual.

r_new_ind = make_new_random_individual
                                    //Generate new random individual.

pop=pop ∪ r_new_ind                 //Add the newly generated individual.
    end
end
```

شکل ۶. کد برنامه برای معیار e-elimination.

خطای آموزش و کم‌ترین خطای پیش‌بینی خروجی براساس ورودی‌ها برخوردار باشد (دو هدف بهینه‌سازی دوهدفه)، از الگوریتم NSGA-II اصلاح شده در طراحی شبکه‌های عصبی از نوع GMDH استفاده می‌شود. درواقع فرایند با تولید تصادفی یک جمعیت اولیه آغاز می‌شود و سپس توابع هدف که در پژوهش حاضر خطای آموزش و خطای پیش‌بینی است برای هر رشته‌ی ورودی که نشان‌گر شبکه‌ی عصبی از نوع GMDH برای مدل‌سازی فرایند گزینش کارکنان است، محاسبه می‌شود و سپس براساس عملگرهای ژنتیکی و معیار e-elimination ساختار شبکه‌ی عصبی تولید می‌شود. پارامترهای ژنتیکی در فرایند مذکور عبارت‌اند از: جمعیت اولیه برابر ۸۰، تعداد نسل ها برابر ۳۰۰، احتمال پیوند ۰/۹ و احتمال جهش ۰/۱.

۴. یافته‌های پژوهش

در پژوهش حاضر، با بهره‌گیری از مدل‌سازی به‌کمک شبکه‌های GS-GMDH نه‌تنها عملکرد شغلی براساس ۱۰ متغیر ورودی (۵ بعد اصلی هوش هیجانی و ۵ متغیر فردی) مدل‌سازی شد، بلکه هرکدام از ۷ بعد عملکردی نیز براساس ۵ متغیر فردی و ۱۵ ویژگی روان‌شناختی مرتبط با ابعاد هوش هیجانی نیز مدل‌سازی شد تا بتوان به نتایج کاربردی دست یافت.

۱.۴. تعیین شرایط احراز شغل

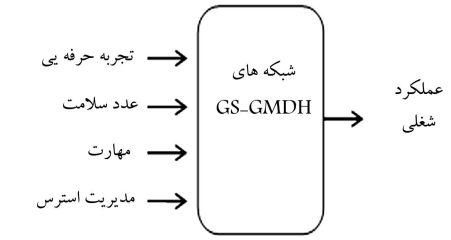
ازجمله قابلیت‌های الگوریتم مورد استفاده این است که از بین متغیرهای ورودی شناسایی شده که براساس ادبیات تحقیق و تجربیات متخصصین و خبرگان، احتمال تأثیر آن‌ها بر عملکرد امدادگران و گازبانان وجود داشت، متغیرهایی راکه بیشترین تأثیر را بر عملکرد داشته و منجر به کاهش خطای آموزش و خطای پیش‌بینی می‌شوند به‌صورت هوشمند انتخاب و مدل حاکم بر خروجی را براساس این متغیرها استخراج می‌کند. این ویژگی‌ها نشان می‌دهد که برای داشتن نیروی انسانی موفق، باید به دنبال جذب افراد با چه خصوصیاتی باشیم. بنابراین نتایج حاصل در جدول ۲ براساس سطح ورودی‌های به‌شدت مؤثر، ورودی‌های نسبتاً مؤثر و ورودی‌های بی‌تأثیر آورده شده است.

درنتیجه، متغیرهایی که بیشترین تأثیر را در عملکرد دارند به‌عنوان ورودی نهایی وارد فرایند مدل‌سازی می‌شود. مدل نهایی را که قادر است عملکرد امدادگران و گازبانان شرکت گاز پیش‌بینی کند، می‌توان مطابق شکل ۷ نشان داد.

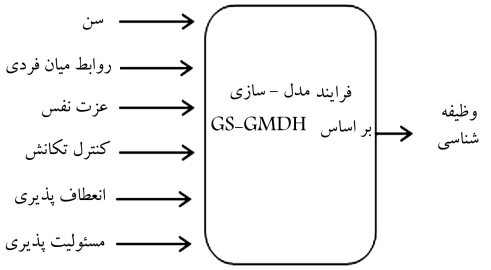
به‌همین ترتیب، الگوریتم مذکور به شناسایی مؤثرترین متغیرهای تأثیرگذار بر هریک از ۷ بعد عملکرد شغلی امدادگران و گازبانان پرداخت که مدل نهایی برای این ۷ بعد در شکل‌های ۸ تا ۱۴ نشان داده شده است. در ضمن با توجه به مدل‌های مذکور، می‌توان متغیرهای ورودی را برحسب تعداد تکرار به‌عنوان ورودی ابعاد عملکرد، در جدول ۳ نشان داد.

جدول ۲. گروه‌بندی ویژگی‌های روان‌شناختی براساس میزان تأثیر در عملکرد شغلی.

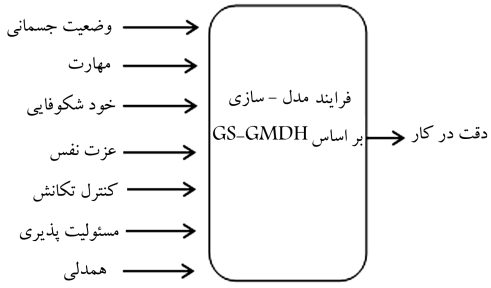
	سطح اول (به‌شدت مؤثر)	سطح دوم (نسبتاً مؤثر)	سطح سوم (بی‌تأثیر)
عملکرد شغلی	تجربه‌ی کاری عدد سلامت مهارت کنترل استرس	وضعیت جسمانی متغیرهای برون‌فردی سازگاری خلق و خوی کلی	سن ویژگی‌های درون‌فردی



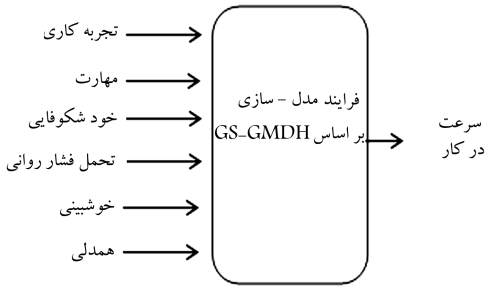
شکل ۷. مدل نهایی عملکرد امدادگران و گازبانان.



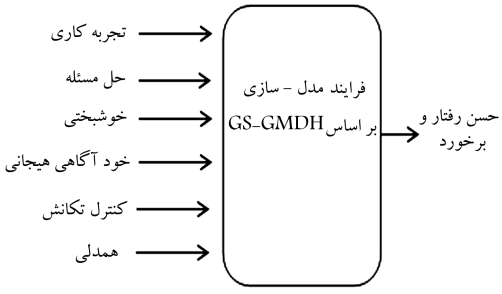
شکل ۸. مدل‌سازی بعد وظیفه‌شناسی.



شکل ۹. مدل‌سازی بعد دقت در کار.



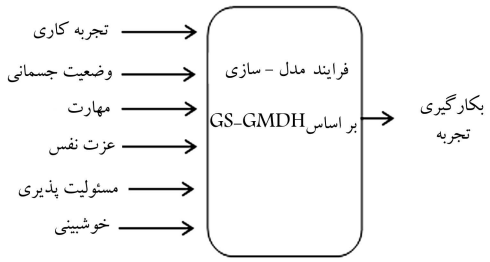
شکل ۱۰. مدل‌سازی بعد سرعت در کار.



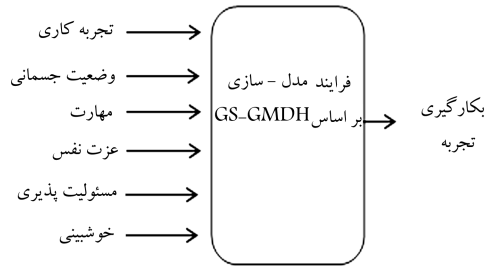
شکل ۱۱. مدل‌سازی بعد حسن رفتار و برخورد.

جدول ۳. رتبه‌بندی متغیرهای ورودی.

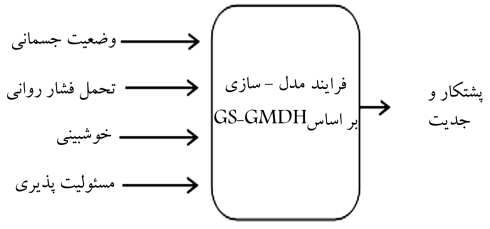
ویژگی روان‌شناختی	کارایی	دقت در کار	سرعت در کار	به‌کارگیری تجربه	حسن رفتار و برخورد	فراگیری	پشتکار و جدیت	تعداد تکرار
تجربه کاری			√	√	√	√		۴
عزت نفس	√	√		√		√		۴
مسئولیت‌پذیری	√	√		√			√	۴
مهارت		√	√	√				۳
وضعیت جسمانی		√		√			√	۳
کنترل تکانش	√	√			√			۳
خوشبینی			√	√			√	۳
همدلی		√	√		√			۳
خود شکوفایی		√	√			√		۳
حل مسئله					√	√		۲
تحمل فشار روانی			√				√	۲
خوشبختی					√			۱
انعطاف‌پذیری	√							۱
روابط بین فردی	√							۱
سن	√							۱
عدد سلامت					√			۱



شکل ۱۲. مدل‌سازی بعد به‌کارگیری تجربه.



شکل ۱۳. مدل‌سازی بعد فراگیری.



شکل ۱۴. مدل‌سازی بعد پشتکار و جدیت.

با شناسایی مؤثرترین متغیرهای ورودی، و نیز با استفاده از شبکه‌ی عصبیِ نوع GMDH که با استفاده از الگوریتم NSGA-II بهینه می‌شود، مدل بهینه‌ی حاکم بر عملکرد شغلی و هفت بعد آن استخراج می‌شود. براساس مدل به دست آمده، کافی است اطلاعات ورودی لازم در هریک از مدل‌های فوق مربوط به هر متقاضی را دریافت و به مدل وارد کرد. این مدل قادر است عملکرد آتی آن متقاضی را به‌طور کلی و در هریک از هفت بعد مذکور تخمین بزند. به‌منظور بررسی قدرت الگوریتم در پیش‌بینی صحیح عملکرد متقاضی (روایی پیش‌بینی)، در قسمت بعد مقدار عملکرد واقعی کارکنان فعلی با عملکرد پیش‌بینی شده براساس مدل‌های به دست آمده مقایسه می‌شود.

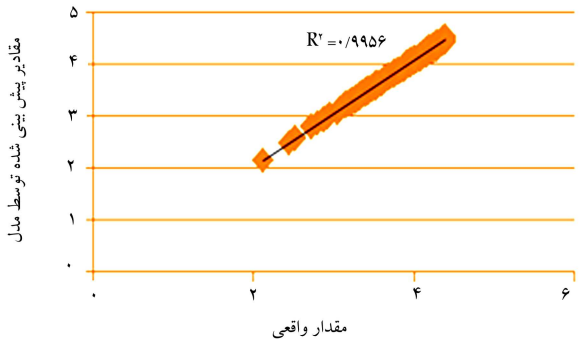
۲.۴. پیش‌بینی براساس مدل استخراج شده

به‌منظور بررسی توان‌مندی، قابلیت اعتماد و روایی پیش‌بینی مدل استخراج شده، برای کارکنان فعلی که مقدار واقعی عملکرد شغلی آن‌ها موجود است، براساس مدل استخراج شده به پیش‌بینی عملکرد پرداخته و نتایج با مقدار واقعی مقایسه می‌شود. نتیجه‌ی حاصل از این پیش‌بینی را می‌توان در شکل ۱۵ مشاهده کرد.

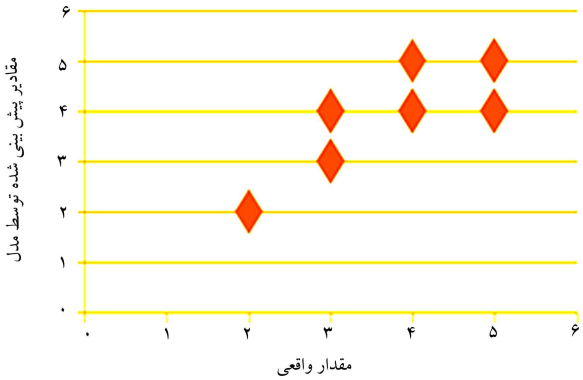
چنان که مشاهده می‌شود، توان‌مندی و قابلیت مدل استخراج شده چشم‌گیر است. به‌منظور سنجش خطای پیش‌بینی مدل، معیار خطای جذر میانگین مربعات (RMSE) که از مقایسه‌ی مقادیر عملکردی پیش‌بینی شده توسط مدل و مقادیر واقعی به دست می‌آید نیز محاسبه می‌شود (جدول ۴). این معیار برای مدل به دست آمده برابر ۰٫۰۶ و مقدار قابل قبولی است. علاوه بر این، ضریب همبستگی ۰٫۹۹۵

جدول ۴. ضریب همبستگی و خطای مدل.

ضریب همبستگی	خطای جذر میانگین مربعات
۰٫۹۹۵	۰٫۰۶



شکل ۱۵. مقایسه‌ی مقدار واقعی و پیش‌بینی شده‌ی عملکرد با استفاده از مدل بهینه‌ی استخراج شده.



شکل ۱۶. مقایسه مقدار واقعی و پیش‌بینی شده وظیفه‌شناسی.

حاکی از آن است که اگر براساس مدل استخراج شده اطلاعات ورودی متقاضی شغل دریافت شود، و مدل هوشمندانه عملکرد آینده را پیش‌بینی کند، عملکرد آتی این شخص به عملکرد پیش‌بینی شده توسط مدل بسیار نزدیک خواهد بود. بنابراین به‌کارگیری مدل استخراج شده برای پیش‌بینی ابعاد عملکرد در انتخاب متقاضی شغل باعث می‌شود که آن بعد عملکرد در آینده با احتمال بسیار دقیقاً برابر مقداری باشد که با دریافت اطلاعات ورودی توسط مدل پیش‌بینی شده، یا بسیار نزدیک به آن باشد.

افزون بر این، مقدار واقعی ابعاد عملکرد شغلی برای ۲۱۵ کارکنان مورد مطالعه نیز موجود است که این مقادیر با مقادیر استخراج شده در پژوهش حاضر براساس شبکه‌های GS-G MDH مقایسه می‌شود. نتیجه‌ی این مقایسه برای بعد وظیفه‌شناسی در شکل ۱۶ نشان داده شده است.

چنان‌که مشاهده می‌شود، مدل استخراج شده برای تمامی افرادی که وظیفه‌شناسی آن‌ها برابر ۲ ارزیابی شده است، همان مقدار ۲ را پیش‌بینی می‌کند. برای سایر افراد که نتیجه‌ی ارزیابی واقعی وظیفه‌شناسی آن‌ها برابر ۳، ۴ و ۵ بوده، مدل دقیقاً همین مقدار یا یک سطح بالاتر را پیش‌بینی می‌کند. در مجموع، مدل استخراج شده توان‌مند بوده و قادر است برای ۹۶٪ داده‌ها، مقدار متغیر وظیفه‌شناسی را دقیقاً برابر مقدار واقعی پیش‌بینی کند و فقط برای ۴ درصد داده‌ها وظیفه‌شناسی را فقط یک سطح بالاتر پیش‌بینی کند که با توجه به پیچیدگی سیستم‌های حوزه‌ی منابع انسانی، به‌ویژه سیستم‌های انتخاب و ارزیابی کارکنان، این قدرت پیش‌بینی مزایای چشم‌گیری به‌همراه خواهد داشت. بدین‌ترتیب، خلاصه‌ی نتیجه‌ی مقایسه‌ی مقادیر واقعی با مقادیر پیش‌بینی‌شده مربوط به ۷ بعد عملکردی، در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵. قدرت پیش‌بینی مدل استخراج شده برای هرکدام از ابعاد عملکردی.

	ابعاد	قدرت پیش‌بینی (٪)
۱	کارایی	۹۶
۲	دقت در کار	۸۴
۳	سرعت در کار	۸۷/۴
۴	کاربرد تجربه	۸۴
۵	حسن رفتار و برخورد	۸۷/۴
۶	فراگیری	۹۳/۶۶
۷	پشتکار و جدیت	۹۳/۶۶

۵. بحث در یافته‌ها

براساس نتایج ثبت شده در جدول ۲، از بین ابعاد هوش هیجانی، ابعادی مانند ویژگی‌های درون‌فردی که به شناخت فرد از ادراک و احساس خود و توانایی ابراز احساسات وی ارتباط دارد تأثیری بر عملکرد فرد ندارد. اما «ویژگی‌های میان‌فردی» مانند توانایی آگاهی از احساسات دیگران، قابلیت ایجاد روابط رضایت‌بخش متقابل و ابراز خود به‌عنوان یک عضو سازنده در گروه، و نیز ویژگی سازش‌پذیری فرد که به توانایی حل مسئله، سازگار بودن با تغییرات و توانایی ایجاد هماهنگی بین واقعیت و آنچه که به‌طور عاطفی تجربه کرده مرتبط است، تا اندازه‌یی می‌توان عملکرد فرد را تحت تأثیر قرار داد. با این وجود، «مدیریت استرس» شامل دو بعد کنترل تکانش و تحمل فشار روانی به‌شدت بر عملکرد امدادگران و گازبانان مؤثر است. در واقع نتایج تحقیق مؤید این عقیده است که استرس و فشارکاری بالا و خطرات مرتبط با شغل در محیط کاری این افراد، می‌تواند منجر به عملکرد ضعیف‌تر نیروی انسانی شود. در پیش‌بینی هفت بعد عملکردی مورد بررسی در پژوهش حاضر، دو بعد هوش هیجانی شامل عزت نفس و مسئولیت‌پذیری (جدول ۳) نقش چشمگیری دارد و در چهار بعد عملکردی مؤثر است، در حالی که سایر ابعاد هوش هیجانی ابعاد عملکردی محدودتری را پیش‌بینی می‌کنند. بنابراین، در فرایند بهبود عملکرد کارکنان فعلی و گزینش نیروی انسانی، سه بعد مدیریت استرس، عزت نفس و مسئولیت‌پذیری نیاز به توجه ویژه دارد و به‌عنوان مناسب‌ترین شرایط احراز شغل در نظر گرفته می‌شود.

براساس نتایج به دست آمده، تجربه‌ی حرفه‌یی امدادگران و گازبانان در بدو ورود به سازمان نه‌تنها در عملکرد آتی تأثیرگذار است، بلکه با توجه به جدول ۳، بیشترین تکرار را در پیش‌بینی ابعاد مختلف عملکردی دارد، اگرچه ممکن است در اکثر موارد نادیده انگاشته شود. کارکنان عملیاتی، در صورتی که قبل از ورود به سازمان در دوره‌های آموزشی مرتبط شرکت کرده یا در سازمان‌های دیگر به انجام فعالیت‌های مشابه پرداخته باشند، در آینده در انجام امور محوله بیشترین دقت ممکن را داشته، میزان اشتباه و خطای آن‌ها بسیار کم خواهد بود و تأخیر قابل ملاحظه‌یی در ارائه‌ی پاسخ نخواهند داشت. این افراد قادرند تجربیات خود را به‌طور اثربخش در اجرای کارشان به‌کار بگیرند. همچنین تجربه‌ی حرفه‌یی فرد، در نوع برخورد وی در این نوع مشاغل پرخطر با همکاران، مصرف‌کنندگان گاز طبیعی و مافوق وی تأثیر به‌سزایی دارد. مهارت‌های عمومی و اولیه‌ی فرد نیز در اولویت بعدی قرار خواهد گرفت، زیرا علاوه بر تأثیر قابل توجه در پیش‌بینی عملکرد شغلی، سه بعد عملکردی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. فردی که تا اندازه‌یی نسبت به لوله‌کشی گاز، اتصالات، ابزارها، وسایل گازسوز و اطلاعات عمومی مرتبط با این حوزه آگاهی دارد نسبت به فرد ناآگاه به تمامی این موارد، نه‌تنها در مجموع عملکرد بهتری در آینده خواهد داشت، بلکه قادر خواهد بود از دانش قبلی‌اش در موقعیت‌های مختلف استفاده کند و دقت و

سرعت خود را در انجام امور محوله افزایش دهد. اما برخورداری از مهارت عمومی در نحوه‌ی برخورد فرد، پشتکار و جدیت وی تأثیری نخواهد داشت و به‌لحاظ منطقی نیز چنین ارتباطی معنای چندانی ندارد.

علاوه بر این، عدد سلامت فرد که بیان‌گر شاخص توده‌ی بدنی و تناسب قد و وزن فرد است، مؤید فرض اولیه‌ی مسئولین شرکت گاز مبنی بر تأثیر در عملکرد آتی امدادگران و گازبانان است، چرا که افراد متناسب از نظر این شاخص، به موقعیت‌های پرخطری که به وجود می‌آید بهتر می‌توانند رسیدگی کنند.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

طبق نتایج حاصل از پژوهش حاضر، رفتار کارکنان و عملکرد شغلی یک فرایند تصادفی نیست، بلکه غیر تصادفی و دارای حافظه است که می‌توان آن‌را مدل‌سازی کرد. اما این فرایند پیچیدگی‌های زیادی دارد که مدل‌سازی را بسیار دشوار می‌سازد. براساس نتایج حاصله در این پژوهش، ترکیب الگوریتم ژنتیک با شبکه‌های عصبی از نوع GMDH، قادر به کشف این پیچیدگی‌هاست و می‌تواند با میزان دقت مناسبی، عملکرد آتی متقاضیان شغلی را پیش‌بینی کند.

چنان‌که در سرتاسر تحقیق بدان اشاره شد، اولویت نخست برای محقق و شرکت گاز ارائه‌ی الگوریتمی بود که قادر باشد براساس اطلاعات محدودی که در مرحله‌ی گزینش قابل جمع‌آوری است، عملکرد آینده‌ی امدادگران و گازبانان را پیش‌بینی و درنتیجه مناسب‌ترین افراد را انتخاب کند. در این راستا، با بهره‌مندی از الگوریتمی هوشمند که حداقل خطا را در پیش‌بینی به همراه داشت، محققین به‌خوبی به این مهم نایل شدند. زیرا با توجه به شکل ۱۵ (مقایسه‌ی مقادیر پیش‌بینی شده برای عملکرد و مقادیر واقعی)، با ضریب همبستگی ۰/۹۹۵ نزدیکی بسیار زیادی به یکدیگر دارند و میزان خطای پیش‌بینی با توجه به معیار RMSE فقط ۶ درصد است.

همچنین براساس جدول ۵، الگوریتم ارائه شده قادر است برای هفت بعد عملکردی نیز، در مجموع عملکرد را با قدرت بین ۸۴ درصد تا ۹۴ درصد، کاملاً منطبق با عملکرد واقعی و بین ۶ درصد تا ۱۶ درصد، در نهایت با یک سطح اختلاف پیش‌بینی کند. لازم به ذکر است با توجه به این‌که در حوزه‌ی علوم انسانی، به‌ویژه منابع انسانی، با انسان و درنتیجه سیستم‌های پیچیده، غیر قابل پیش‌بینی و اطلاعات مبهم و غیر دقیق سروکار داریم، این قدرت پیش‌بینی قابلیت اعتماد بالایی فراهم می‌آورد.

با توجه به قابلیت‌های بالایی که کاربرد GS-GMDH در زمینه‌ی مدل‌سازی عملکرد به همراه داشت، می‌توان در سایر مشاغل، ازجمله رده‌های مدیریتی، کارکنان اداری، سایر کارکنان عملیاتی و...، از الگوریتم ارائه شده در پژوهش حاضر بهره‌ی مناسب برد. بدین صورت که متغیرهای ورودی متناسب با نوع شغل را شناسایی و براساس الگوریتم پیشنهادی، سیستم جامع پیش‌بینی عملکرد و گزینش کارکنان را برای انواع مشاغل طراحی کرد. بدین‌ترتیب برای هر نوع شغل، تأثیرگذارترین متغیرها در عملکرد کارکنان با دقت بالا و کم‌ترین خطا شناسایی می‌شود و کافی است به‌هنگام جذب نیروی انسانی، اطلاعات مربوط به این متغیرها را دریافت و از بین متقاضیان شغل، براساس مدل استخراج شده مناسب‌ترین فرد استخدام شود. افزون بر این، می‌توان از رویکرد مذکور در حوزه‌های مختلف سیستم منابع انسانی که به‌دلیل وجود عدم قطعیت در اتخاذ تصمیمات، پیش‌بینی با دقت بالا نقش حیاتی دارد نیز استفاده کرد. به‌عنوان نمونه، برای سیاست تعدیل نیرو یا حفظ و نگه‌داری کارکنان و نیز در سیستم جانشین‌پروری یا ترفیع کارکنان، می‌توان براساس عملکرد چند سال گذشته‌ی کارکنان، عملکرد سال جاری آنان را با دقت بالا پیش‌بینی کرد و نسبت به ترفیع و ارتقا، حذف یا نگه‌داری کارکنان با کم‌ترین خطا، تصمیم گرفت.

پانوشت‌ها

1. emotional quotient (EQ)
2. emotional quotient inventory (EQ-i)
3. common method variance (CMV)
4. multi-objective optimization

منابع (References)

1. Güngör, Z., Serhadlıoğlu, G. and Kesen, S.E. "A fuzzy AHP approach to personnel selection problem", *Applied Soft Computing*, **9**(2), pp. 641-646 (2009).
2. Chien, C.F. and Chen, L.F. "Data mining to improve personnel selection and enhance human capital: A case study in high-technology industry", *Expert Systems with Applications*, **34**(1), pp. 280-290 (2008).
3. Zhang, S. and Liu, S. "A GRA-based intuitionistic fuzzy multi-criteria group decision making method for personnel selection". *Expert Systems with Applications*, **38**(9), pp. 11401-11405 (2011).
4. Lin, H.T. "Personnel selection using analytic network process and fuzzy data envelopment analysis approaches", *Computers & Industrial Engineering*, **59**(4), pp. 937-944 (2010).
5. Marzbanrad, J. and Jamali, A. "Design of ANFIS networks using hybrid genetic and SVD methods for modeling and prediction of rubber engine mount stiffness", *International Journal of Automotive Technology*, **10**(2)(16), pp. 167-174 (2009).
6. Rasti, S and Salmasi, N. "A simulated annealing algorithm for sequence-dependent problems involved in flexible flow shop group scheduling", *Journal of Industrial Engineering & Management*, **27**(1), pp. 75-91 (2011).
7. Soroush, A.R., Bahreininejad, A. and Amin-Naseri, M. "A hybrid intelligence System by combining optimized regression tree and self-organizing map for optimal customer segmentation", *Journal of Industrial Engineering & Management*, **28**(1), pp. 43-54 (2012).
8. Modarres, M and Hasanzadeh, M. "Robust optimization of a portfolio which includes options", *Journal of In-*

dustrial Engineering & Management, **27**(1), pp. 93-102 (2011).

9. Karimi, H. and Salmasi, N. "A neural network approach for selecting evaluation criteria and application of data mining in determining suppliers credit levels (case study: ISOICO)", *Journal of Industrial Engineering & Management,* **28**(1), pp. 113-120 (2012).
10. Mahlouji, H. and Neshat, N. "Predictiing the performance of a production process based on logistic regression and artificial neural networks (Case study: Tile spray dring)", *Journal of Industrial Engineering & Management*, **27**(1), pp. 31-38 (2011)
11. Royes, G.F. and Bastos, R.C. "Applicants' selection applying a fuzzy multicriteria CBR methodology", *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, **14**(4), pp. 167-180 (2003)
12. Kelemenis, A. and Askounis, D. "A new TOPSIS-based multi-criteria approach to personnel selection", *Expert Systems with Applications,* **37**(7), pp. 4999-5008 (2010).
13. Golec, A. and Kahya, E. "A fuzzy model for competency-based employee evaluation and selection", *Computers & Industrial Engineering,* **52**(1), pp. 143-161 (2007).
14. Dursun, M. and Karsak, E.E. "A fuzzy MCDM approach for personnel selection", *Expert Systems with Applications*, **37**(6), pp. 4324-4330 (2010).
15. Moradi, M., Jamali, A. and Zanjani, B. "Developing a model to rank and evaluate personnel performance in hazardous jobs", *Behboud Modiriat,* **6**(17), pp. 32-59 (2012).
16. Azar, A., Ahmadi, P. and Sabt, M.V. "Model design for personnel selection with data mining approach (Case Study: A commerce bank in Iran)", *Journal of Information Technology and Management,* **2**(4), pp. 3-22 (2010)
17. Åström, K. and Eykhoff, P. "System identification–a survey", *Automatica,* **7**(2), pp. 123-162 (1971).
18. Calle, E.E. and et al. "Body-mass index and mortality in a prospective cohort of US adults", *New England Journalof Medicine,* **341**(15), pp. 1097-1105 (1999).
19. Mayer, J.D., Caruso, D.R. and Salovey, P., *Selecting a Measure of Emotional Intelligence*, The Handbook of Emotional Intelligence: Theory, Development, Assessment, and Application at Home, School, and in the Workplace (2000).
20. Goleman, D. "Emotional intelligence. Why it can matter more than IQ", *Learning*, **24**(6), pp. 49-50 (1996).
21. Law, K.S. and et al. "The effects of emotional intelligence on job performance and life satisfaction for the research and development scientists in China", *Asia Pacific Journal of Management,* **25**(1), pp. 51-69 (2008).
22. Van Rooy, D.L. and Viswesvaran, C. "Emotional intelligence: A meta-analytic investigation of predictive validity and nomological net", *Journal of Vocational Behavior,* **65**(1), pp. 71-95 (2004).
23. O'Boyle, E.H. and et al. "The relation between emotional intelligence and job performance: A meta analysis", *Journal of Organizational Behavior,* **32**(5), pp. 788 (2011).
24. Bar-On, R. , "The Bar-On model of emotional-social intelligence (ESI)", *Psicothema, Suplemento,* **18**, pp. 13-25 (2006).
25. Chang, S.J. and et al. "From the editors: Common method variance in international business research", *Journal of International Business Studies*, **41**, pp. 178-184 (2010).
26. Jamali, A. and et al. "Multi-objective evolutionary optimization of polynomial neural networks for modelling and prediction of explosive cutting process", *Engineering Applications of Artificial Intelligence,* **22**(4), pp. 678-687 (2009).
27. Nariman-Zadeh, N., Darvizeh, A. and Ahmad-Zadeh, G.R. "Hybrid genetic design of GMDH-type neural networks using singular value decomposition for modelling and prediction of the explosive cutting process", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, **217**(6), pp. 779-790 (2003).
28. Yao, X. "Evolving artificial neural networks", *Proceedings of the IEEE,* **87**(9), pp. 1423-1447 (1999).
29. Nariman-Zadeh, N., Darvizeh, A., Darvizeh, M. and Gharababaei, H. "Modelling of explosive cutting process of plates using GMDH-type neural network and singular value decomposition", *Journal of Materials Processing Technology,* **128**(1), pp. 80-87 (2002).
30. Nariman-Zadeh, N., Darvizeh, A., Jamali, A. and Moeini, A. "Evolutionary design of generalized polynomial neural networks for modelling and prediction of explosive forming process", *Journal of Materials Processing Technology,* **164**, pp. 1561-1571 (2005).