

مقاله پژوهشی:

الگوی ارزیابی و پیش‌بینی سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری با روش استنتاج فازی عصبی - تطبیقی

فروغ فراهانی فر^۱، عباس خمسه^۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۱

چکیده

سرریز فناوری‌های دفاعی در کسب‌وکارهای تجاری، نقش موثری در توسعه فناوری، تولید، اشتغال و رشد اقتصادی کشور دارد. هدف اصلی این پژوهش، طراحی الگویی جهت ارزیابی و پیش‌بینی سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری با روش استنتاج فازی عصبی-تطبیقی (ANFIS) است. جامعه آماری پژوهش، شامل خبرگان حوزه‌های دفاعی و کسب‌وکارهای تجاری است. پژوهش از حیث روش، کاربردی و با توجه به استفاده از استنتاج فازی برای الگوسازی، از نوع الگوسازی ریاضی است. اختلاف بین مقادیر خروجی ANFIS و داده‌های ورودی به میزان قابل قبول $7-10 \times 10^{-6}$ (متوسط خطای محاسبه شده در مرحله آموزش الگوی)، بیانگر انطباق تقریبی داده‌های واقعی با داده‌های پیش‌بینی شده است و دلالت بر عدم پدیده فرا-انطباق در ANFIS طراحی شده، دارد. به بیان دیگر الگوی به‌دست آمده از قدرت بالایی برای پیش‌بینی برخوردار بوده و تأثیر مثبتی بر توانایی الگوسازی برای تعمیم را شاهد هستیم. بعد سیاست‌ها و قوانین با معیار وزنی $28/82$ درصد بیشترین تأثیر را در الگوی پژوهش دارد و ضروری است که سیاست‌ها و قوانین لازم جهت استفاده بهینه از توانمندی‌های فناورانه بخش دفاعی در بخش تجاری مورد توجه قرار گیرد. همچنین عوامل ارتباطی، توانمندی فناورانه، عوامل محیطی، عوامل اجتماعی-فرهنگی، عوامل اقتصادی-مالی و ویژگی‌های فناوری به ترتیب بر الگو تأثیرگذار هستند.

کلیدواژه‌ها: سرریز فناوری، فناوری دفاعی، استنتاج فازی عصبی-تطبیقی، ANFIS.

۱. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. دانشیار گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران (نویسنده مسئول)

abbas.khamseh@kiaou.ac.ir

مقدمه

جایگاه راهبردی یک کشور در قرن حاضر به ترکیبی از نفوذ اقتصادی و نظامی آن کشور بستگی دارد (سالمی و همکاران، ۱۳۹۸). در طی چند دهه گذشته، فناوری نقش مهمی در نفوذ اقتصادی و نظامی کشورها داشته و اکتساب فناوری، تولید علم و توسعه علمی به‌عنوان موتور محرکه توسعه همه‌جانبه و پایدار کشورها نقش عمده ایفا می‌کند (محمودزاده، ۱۳۹۶). امروزه سیاست‌هایی که از جانب دولت‌های مختلف اعمال می‌شود حاکی از آن است که دولت‌ها تلاش می‌کنند تا توان نظامی خود را به شکلی رقابتی بالا ببرند؛ بنابراین فعالیت‌های علمی-نظامی همواره به دلیل اهمیت نیازهای حیاتی امنیتی و دفاعی که به‌عنوان پیشرانی قوی در مطالبه فناوری‌های جدید و نوآوری‌ها در صنایع دفاعی به‌شمار می‌آیند، در لبه علم حرکت می‌کنند و ضروری است فناوری‌ها و نتایج تحقیقات نظامی که معمولاً دستاوردهای پرهزینه‌ای هستند، به جامعه منتقل شوند. این انتقال گاه در شرایط متعارف، ناشی از آینده‌نگری مسئولین ارشد کشوری برای کاربرد دستاوردهای نظامی به‌منظور توسعه اقتصادی است و گاه ناشی از شرایط بحرانی و برای پیشگیری از عواقب ناخوشایندی همچون تعطیلی صنعت است (پژوهش جهرمی و پورکریمی، ۱۳۹۴). از این‌رو در چند دهه اخیر، سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری مورد توجه قرار گرفته است تا با بهره‌مندی از توان نظامی و سرریز فناوری‌های دفاعی به بخش غیردفاعی، بتوان به رشد اقتصادی نیز دست یافت. این نوع سرریزها منجر به افزایش دانش، ایجاد مزیت‌های رقابتی، هم‌گرایی و ادغام‌های اقتصادی نیز می‌شود (بهمی و همکاران، ۱۳۹۵).

امروزه صنعت دفاعی جمهوری اسلامی ایران در زمینه قابلیت‌های فناورانه، رشد قابل توجهی کرده و در طراحی، ساخت و تولید سامانه‌های نسبتاً پیشرفته و نوآوری‌های فناورانه تسلیحات نظامی توانمند شده است؛ به صورتی که اکنون فرآیندهای درونی صنعت دفاعی نه‌تنها برون دادهای نظامی و در نتیجه اقتدار و جوه نظامی را در پی داشته است، بلکه ستاده‌ها و دستاوردهای متنوع به صورت سرریز به سمت بخش غیردفاعی، اقتدار و جوه غیرنظامی را نیز برای کشور به ارمغان آورده است (خوبرو و همکاران، ۱۳۹۷). از سویی دیگر به دلیل تحریم‌های بین‌المللی علیه کشورمان بخش کسب‌وکارهای تجاری نتوانسته است به فناوری‌های روز دسترسی داشته باشد و

نیاز فناورانه این بخش افزایش یافته است. توانمندی فناورانه بخش دفاعی، نیاز فناورانه بخش تجاری و نیز تأکید برنامه ششم توسعه بر ضرورت استفاده از ظرفیت‌های مازاد صنایع دفاعی برای بخش غیردفاعی است (برنامه ششم توسعه کشور، ۱۳۹۶)؛ که بر الزام طراحی الگویی برای سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری می‌افزاید. هدف اصلی این پژوهش شناسایی عوامل مؤثر بر سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری در قالب یک الگوی ارزیابی و پیش‌بینی با روش استنتاج فازی عصبی-تطبیقی است. بنابراین، پژوهش حاضر با این سؤال اصلی شکل گرفته است که الگوی ارزیابی و پیش‌بینی سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری با روش استنتاج فازی عصبی-تطبیقی چگونه است و مؤلفه‌های اصلی آن کدامند؟

مبانی نظری و پیشینه‌شناسی تحقیق

مبانی نظری

سرریز فناوری^۱

انتشار و انتقال فناوری، نقش محوری در فرآیند رشد و توسعه اقتصادی ایفاء می‌کند. گسترش مباحث جهانی شدن و ارتباط متقابل کشورها منجر به انتقال فناوری پیشرفته از کشورهای توسعه‌یافته به سوی دیگر کشورها شده است (لساج^۲، ۲۰۰۹). در چند دهه اخیر جریان سرریزهای فناوری به کشورها، بالأخص کشورهای در حال توسعه مورد توجه قرار گرفته است؛ چراکه این نوع سرریزها منجر به افزایش دانش، ایجاد مزیت‌های رقابتی، همگرایی و ادغام‌های اقتصادی می‌شوند (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۵). پژوهشگران تعاریف متعددی را برای سرریز فناوری عنوان کرده‌اند. برخی از این تعاریف، عبارتند از:

- سرریز، فرآیندی است که طی آن، شرکتی از فعالیت‌های تحقیق و توسعه شرکت دیگری بهره برده و از این طریق به مزیت اقتصادی دست می‌یابد (ریبی^۳ و همکاران، ۲۰۲۰).

۱. Technology Spillover

۲. LeSage

۳. Riebe

- سرریز فناورانه، عبارت است از فرآیند اکتساب (مستقیم و غیرمستقیم) فناوری ناشی از حضور شرکت‌های خارجی در کشور میزبان که معمولاً این حضور طی فرآیند جذب سرمایه‌گذاری خارجی توسط این شرکت‌ها قابل حصول است (طباطبائیان و همکاران، ۱۳۸۴).

فناوری دفاعی

- فناوری دفاعی شامل دانش، محصولات، فرآیندها، ابزارها و سامانه‌هایی است که در خلق محصولات و یا ارائه خدمات در صنایع دفاعی کشور مورد استفاده قرار می‌گیرند.

کسب‌وکارهای تجاری

در پژوهش انجام شده، کلیه صنایع تولیدی و خدماتی خارج از حوزه صنعت دفاعی، کسب-وکارهای تجاری در نظر گرفته شده است.

فناوری دومنظوره^۱

فناوری دومنظوره به فناوری توسعه‌یافته و مورد استفاده برای اهداف اقتصادی و نظامی اطلاق می‌شود (کائو^۲ و همکاران، ۲۰۲۰) و بدین معناست که این فناوری در شرکت‌های نظامی (غیرنظامی) تولید و در بازار غیرنظامی (نظامی) به کار گرفته می‌شود و یا مستقیماً در تولید دومنظوره مورد استفاده قرار می‌گیرد (هاسکن و موکسنس^۳، ۲۰۱۸). تحلیل‌ها در زمینه فناوری‌های دومنظوره در چهار دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱. معضلات توسعه کاربرد دومنظوره: استفاده دومنظوره علم و فناوری، می‌تواند باعث بروز معضلات اخلاقی گردد (سلگید^۴، ۲۰۰۹) که در همه اشکال فناوری دومنظوره وجود دارد و در برخی برجسته‌تر است. برای مثال در زمینه بیوتکنولوژی با پتانسیل مثبت مهندسی ژنتیک، پتانسیل تبدیل به یک ویروس خطرناک و کشتن میلیون‌ها نفر وجود دارد (راس^۵،

۱. Dual-Use Technology

۲. Cao

۳. Hausken & Moxnes

۴. Selgelid

۵. Rath

(۲۰۱۴).

۲. مدیریت بالادستی در حوزه موارد امنیتی: این بخش شامل موارد بین مباحث تخصصی و رگولاتوری است و لازم است تخصص لازم برای شناسایی طیف کاملی از احتمالات ناشی از کاربرد فناوری، به‌ویژه دامنه کامل تهدیدهای احتمالی مرتبط با آن را داشته باشد.
 ۳. سیاست دانش امنیتی: در زمینه فناوری‌های دو منظوره، مسئله اساسی که درگیر سیاست دانش است این است که چگونه بدانیم چه چیزی خوش‌خیم یا بدخیم است.
 ۴. تحقیقات و نوآوری با مسئولیت‌پذیری: تحقیقات و نوآوری با مسئولیت‌پذیری در سیاست‌های علوم و تحقیقات اتحادیه اروپا جایگاه اصلی خود را کسب کرده است (برگس^۱، ۲۰۱۸). به عنوان نمونه، اگرچه فناوری هسته‌ای، قدرت مخرب عظیمی را در هیروشیما نشان داده بود، اما همچنان نوید منبع جدید انرژی را ارائه داد (وگل^۲، ۲۰۱۷).
- مفاهیم دو منظوره‌سازی صنعت دفاعی^۳:**

دو منظوره‌سازی صنعت دفاعی، پل ارتباط صنایع نظامی و غیرنظامی است. این بحث یک موضوع سازمانی است که شامل هماهنگی، اقدام مشترک و مشوق‌های اجرایی آن نیز می‌شود. این اصطلاح به معنای ایجاد فرصت برای یکپارچه‌سازی بخش‌های دفاعی و غیردفاعی و همچنین انتقال دستاوردهای بخش دفاعی به غیردفاعی است (گیچارد^۴، ۲۰۰۵). دو منظوره‌سازی صنعت دفاع دارای دو مفهوم ثابت و پویا است. در معنای ثابت، دو منظوره‌سازی به معنای کم کردن تسلیحات نظامی و کنترل بر اشاعه فناوری‌های نظامی است. در معنای پویا دو منظوره‌سازی به معنای توسعه فناوری‌هایی است که هم نیازهای غیرنظامی و هم نیازهای نظامی را برآورد سازد، است. دپارتمان دفاعی ایالات متحده آمریکا برای دو منظوره‌سازی تعاریف کلاسیکی به‌صورت زیر مطرح کرده است:

۱. دو منظوره‌سازی فناوری: به پژوهش‌های توسعه‌ای اشاره دارد که در زمینه دفاعی و

۱. Burgess

۲. Vogel

۳. Dual use Deffence ind/ustry

۴. Guichard

محصولات تجاری قابلیت کاربرد دارند. برای نمونه، فناوری حسگرهای تصویری، هم در دوربین‌های شخصی و هم در سامانه‌های نظارتی امنیتی بخش دفاع کاربرد دارد.

۲. دومنظوره‌سازی فرآیند: به فرآیندهایی اشاره دارد که هم در ساخت تجهیزات دفاعی و هم محصولات تجاری قابلیت کاربرد دارد. برای مثال، فرآیندهای طراحی مبتنی بر رایانه.

۳. دومنظوره‌سازی محصول: به محصولاتی اشاره دارد که در حوزه دفاعی و نیز مشتریان تجاری کاربرد دارند. برای مثال، تایر هواپیما و خودرو (خوبرو و همکاران، ۲۰۱۹؛ پرانی^۱، ۱۹۹۷).

سیستم استنتاج فازی انطباق پذیر مبتنی بر شبکه

استنتاج فازی - عصبی تطبیقی (ANFIS) از نوع الگوی‌های جعبه سیاه هست که بدون آگاهی یا با آگاهی کم از فرآیند درونی سامانه، ورودی‌ها را به خروجی تبدیل می‌کند. این وضعیت در واقع مشابهت این الگوی را با روابط رگرسیونی بیان می‌کند، با این تفاوت که قابلیت انعطاف آن در تنظیم وزن‌ها بیش تر بوده و بنابراین به عنوان جایگزینی برای رگرسیون‌های چند متغیره استفاده می‌شود. الگوی ANFIS در مقایسه با الگوی رگرسیونی از دقت بالاتری برخوردار است و از نظر دقت پیش‌بینی نیز از مطابقت بسیار بالایی با واقعیت برخوردار بوده و به‌عنوان بهترین ابزار برای پیش‌بینی معرفی می‌شود. همچنین از اصلی‌ترین مزیت نگرش استنتاج فازی - عصبی تطبیقی (ANFIS) به عنوان نمونه‌ای از سامانه‌های هوشمند نسبت به روش‌های سنتی، این است که نیازی به توضیح صریح طبیعت پیچیده فرآیندها به صورت ریاضی ندارد.

پیشینه شناسی

در پژوهشی با عنوان «راهبردهای کسب قدرت برتر اقتصاد دفاعی جمهوری اسلامی ایران در منطقه جنوب غرب آسیا» که توسط بوالحسنی و همکاران (۱۳۹۸) انجام شد؛ یکی از راهبردها مناسب برای کسب قدرت برتر دفاعی در منطقه جنوب غرب آسیا را استفاده صحیح از منابع مالی کشور در راستای دومنظوره نمودن صنایع نظامی و غیرنظامی عنوان شده است.

در پژوهشی با عنوان «الگوسازی و تدوین خط‌مشی دومنظوره‌سازی صنعت دفاعی: رویکردی آمیخته» که توسط خوینو و همکاران (۱۳۹۷) انجام شد؛ با تأکید بر استفاده از ظرفیت‌های مازاد صنعت دفاعی برای بخش غیردفاعی، به بررسی خط‌مشی دومنظوره‌سازی صنایع دفاعی کشور پرداخته و الگویی به‌عنوان راهنمای عملی خط‌مشی‌گذاران این عرصه طراحی کردند.

در پژوهشی با عنوان «تجاری‌سازی دستاوردهای نظامی: مفاهیم، الگوها و چارچوبی برای تحلیل» توسط جهرمی و پورکریمی (۱۳۹۴) به تدوین دستورالعمل‌هایی برای بهبود انتقال قابلیت‌های فناوری توسعه‌یافته در صنعت دفاعی، برای استفاده در بازار تجاری پرداخته و تجاری‌سازی فناوری‌های نظامی را از راهبردهای مؤثر جهت توسعه اقتصادی دانستند.

در پژوهشی با عنوان «شایستگی دستیابی به سامانه‌های دفاعی؛ یک نظریه داده‌بنیان» توسط فرتوک‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) به نظریه‌پردازی در باب موفقیت شبکه‌های همکاری تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی پرداخته و بیان کردند که خلق محصولات نو و افزایش قدرت زایش صنعتی در زیست‌بوم صنایع دفاعی، مرهون قابلیت شبکه‌سازی، همسوسازی و بارورسازی است و تبادل ظرفیت‌ها بین دو قطب هسته و شبکه به نحوی انجام می‌شود که خلق سامانه‌های اثربخش در بنیه دفاعی کشور، با سرعت، هزینه، خطر، کیفیت و انعطاف مورد انتظار امکان‌پذیر باشد.

خو^۱ و همکاران (۲۰۲۱)، اورون^۲ (۲۰۲۱) و ونگ^۳ و همکاران (۲۰۱۹) ادغام فناوری‌ها و نوآوری‌های صنایع دفاعی و کسب‌وکارهای تجاری را مورد بررسی قرار دادند. در پژوهشی با عنوان «رفتار موضوعی نوآوری مشارکتی در ادغام نظامی و غیرنظامی: یک تحلیل بازی تکاملی» توسط خو و همکاران (۲۰۲۱)؛ به بررسی رفتار بنگاه‌ها در نوآوری‌های مشترک حاصل از ادغام نظامی و غیرنظامی پرداختند. نتایج، حاکی از آن است که عوامل کلیدی تأثیرگذار در اشتیاق

۱. Xu

۲. Evron

۳. Wang

شرکت‌ها برای مشارکت در نوآوری مشترک شامل سطح سرریز فناوری، ظرفیت جذب فناوری، سهم مزایای مازاد، پاداش مشارکت فعال در نوآوری مشترک و نتیجه مشارکت منفعل است. همچنین در پژوهشی با عنوان «ادغام صنایع دفاعی و تجاری و تدارکات دفاعی» توسط اورون (۲۰۲۱)؛ به بررسی تأثیر راهبرد ادغام نظامی و غیرنظامی چین در خریدهای نظامی این کشور پرداخته شد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که کاهش موانع اداری و عملکردی بین صنعت دفاعی و تجاری بخش‌ها با موانع زیادی روبرو است. در پژوهش دیگری با عنوان «اندازه‌گیری بهره‌وری تخصیص منابع نوآوری در شرکت‌های ادغام نظامی و غیرنظامی» توسط ونگ و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی میزان تخصیص منابع نوآورانه برای شرکت‌های ادغام نظامی - غیرنظامی در چین و عواملی که مانع بهبود کارایی آن می‌شود، پرداخته شد. نتایج نشان داد که اندازه شرکت، تأثیر منفی قابل توجهی در کارایی کلی و نسبت پرسنل تحقیق و توسعه تأثیر مثبت و حمایت دولت تأثیر مثبت قابل توجهی در مرحله توسعه منابع نوآوری و کارایی کلی داشت.

لی و ژانگ^۱ (۲۰۲۱) و ریپی و همکاران (۲۰۲۰) همکاری‌های مشترک بین صنایع دفاعی و تجاری را جهت سرریز فناوری بین این دو بخش، مورد بررسی قرار دادند. در پژوهشی با عنوان «یک مطالعه در زمینه شریک همکاری نوآوری علمی و فناوری مشترک نظامی و غیرنظامی مبتنی بر مجموعه فازی شهودگرایانه ادغام صنایع دفاعی و تجاری و تدارکات دفاعی» که توسط لی و ژانگ (۲۰۲۱) انجام شد؛ ضمن تأکید بر اینکه نوآوری‌های مشترک علمی و فناورانه دفاعی - غیردفاعی به یک الگوی کاملاً جدید برای تحقیقات علمی و فناورانه کلیدی در چین تبدیل شده، برای دستیابی به مزایای مکمل و همکاری برد-برد، الگویی برای انتخاب شریک همکاری پیشنهاد دادند. همچنین در پژوهشی با عنوان «اندازه‌گیری اثرات سرریز از بخش دفاعی به بخش‌های تجاری - یک رویکرد کمی با استفاده از لینکدین» که توسط ریپی و همکاران (۲۰۲۰) انجام شد به اندازه‌گیری اثرات سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری پرداخته و شرکت‌ها در شبکه اجتماعی لینکدین را مورد بررسی قرار دادند.

۱. Li & Zhang

بررسی مطالعات پیشین نشان می‌دهد که هیچ‌یک از پژوهش‌های داخلی بررسی شده موضوع سرریز فناوری را بر اساس توانمندی بخش دفاعی مورد بررسی قرار نداده‌اند و در مطالعات مربوط به فناوری‌های دفاعی و دومنظوره‌سازی، اگرچه بر ضرورت این امر از جنبه‌های مختلف تأکید داشته‌اند، ولی هیچ‌یک به ارائه الگوی ارزیابی و پیش‌بینی سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری نپرداخته‌اند. پژوهش‌های خارجی نیز موضوع پژوهش را در فضا و بستری متفاوت مورد بررسی قرار داده و شاخص‌های استخراج شده در پژوهش‌های خارجی قابلیت کاربرد در کشور ما را ندارند. در این پژوهش، با استفاده از نظر خبرگان، مبتنی بر تجربیات سایر کشورها، الگوی ارزیابی و پیش‌بینی متناسب با شاخص‌های بومی کشور با روش استنتاج فازی عصبی-تطبیقی^(۱) (ANFIS) ارائه شده است. بنابراین، پژوهش حاضر از جنبه روش تحقیق و ابزار تجزیه و تحلیل نیز دارای نوآوری است و مطالعات پیشین بیشتر بر روش‌های کیفی تکیه کرده‌اند و از یک روش کیفی مکمل جهت صحت‌گذاری و اعتبارسنجی بخش کیفی استفاده نکرده‌اند.

روش‌شناسی تحقیق

از آنجاکه نتایج پژوهش حاضر، قابل کاربرد برای سازمان‌های دفاعی و کسب‌وکارهای تجاری است، از حیث هدف، کاربردی است. از سوی دیگر با توجه به استفاده از استنتاج فازی، پژوهش را می‌توان از نوع الگوسازی ریاضی دانست. برای انجام این پژوهش، با استفاده از ابزار مصاحبه و پرسشنامه، داده‌ها جمع‌آوری و در نهایت الگوسازی ریاضی با شیوه استنتاج فازی عصبی-تطبیقی (ANFIS) و با استفاده از نرم‌افزار Matlab انجام شده است. استنتاج فازی یک چارچوب محاسبات رایج مبتنی بر مفهوم تئوری مجموعه فازی، قوانین فازی و سپس استدلال فازی است. مزایای اساسی استفاده از روش استنتاج فازی - عصبی تطبیقی در برابر سامانه‌های دیگر به شرح زیر است (کویی گیت و اتا^۲، ۲۰۱۰):

- استفاده از شبکه‌های عصبی برای مرتب‌سازی داده و شناسایی الگوها.

۱. Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)

۲. Kocyigit & Ata

- ایجاد یک سیستم استنتاج فازی شفاف که دارای اشکالات کمی بوده و نسبت به شبکه‌های عصبی، خطای کمتری را در محاسبات نشان می‌دهد.
 - ضمن حفظ مزایای یک سامانه خبره فازی، نیاز به وجود خبره را کاهش می‌دهد.
 - منطق فازی، مشکلات الگوسازی و تحلیل داده‌های پیچیده در این روش را کاهش می‌یابد.
 - امکان وارد کردن ابعاد کیفی تجارب انسانی به این سامانه وجود دارد.
 - در نهایت سامانه فازی-عصبی قابلیت یادگیری را با حفظ مزایای استنتاج فازی دارد.
- در گام نخست مصاحبه نیمه ساختاریافته با ۱۷ نفر از خبرگان حوزه‌های دفاعی، تجاری و دفاعی-تجاری انجام شد تا ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های بومی اثرگذار بر سرریز فناوری دفاعی بر کسب‌وکارهای تجاری مطابق جدول ۱ شناسایی شود و الگوی پژوهش مطابق شکل ۱ ترسیم شد. سپس در گام بعدی با استفاده از پرسشنامه، نظرات خبرگان حوزه‌های فوق در ارتباط با تأثیرگذاری هر یک از شاخص‌ها بر سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری جهت الگوسازی ریاضی اخذ شد. خبرگان مشارکت‌کننده در این پژوهش دارای سابقه کاری بیش از ده سال و تحصیلات کارشناسی ارشد و دکتری هستند که با روش هدفمند انتخاب‌شده‌اند و حجم نمونه با توجه به در دسترس بودن افراد تعیین شده است.

یافته‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها

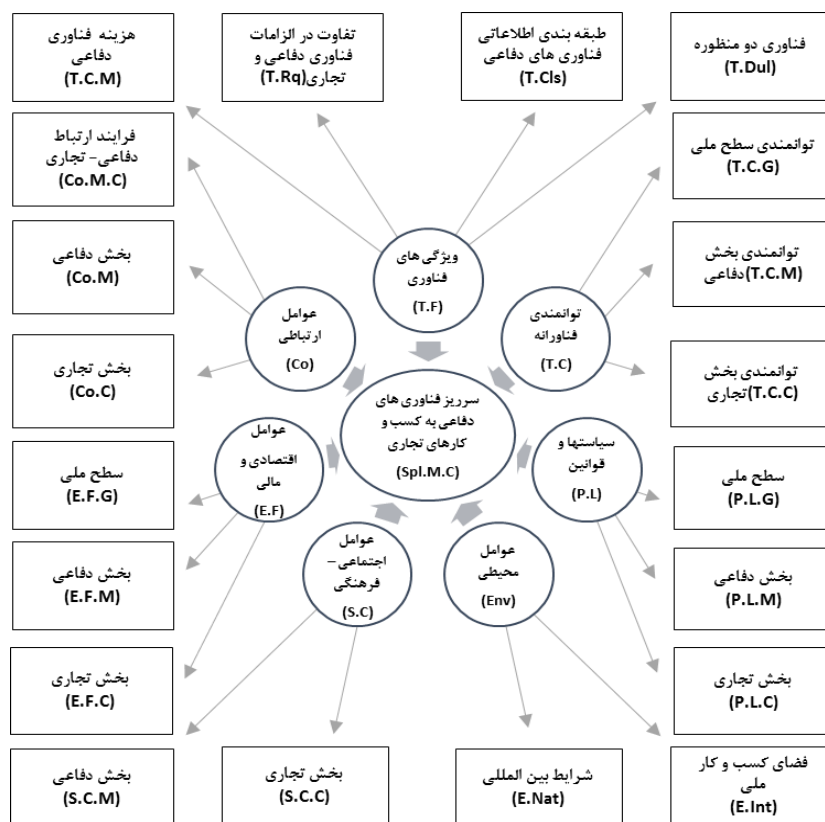
در جدول ۱، موضوع اصلی پژوهش (سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری که خروجی نهایی سامانه است)، ابعاد و مؤلفه‌های مربوط به آنها (ورودی اولیه و میانی سامانه) که شامل ۷ بعد و ۲۰ مؤلفه است را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۱: موضوع اصلی پژوهش، ابعاد و مؤلفه‌ها

نماد	مؤلفه‌ها	ابعاد	موضوع اصلی
T.Dul	فناوری دو منظوره	ویژگی‌های فناوری (T.F)	سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری (Spl.M.C)
T.CIs	طبقه‌بندی اطلاعاتی فناوری‌های دفاعی		
T.Rq	تفاوت در الزامات فناوری دفاعی و تجاری		
T.C.M	هزینه فناوری دفاعی		
T.C.G	توانمندی سطح ملی ^۱	توانمندی فناورانه (T.C)	
T.C.M	توانمندی بخش دفاعی		
T.C.C	توانمندی بخش تجاری		
P.L.G	سطح ملی	سیاست‌ها و قوانین (P.L)	
P.L.M	بخش دفاعی		
P.L.C	بخش تجاری		
E.Int	فضای کسب‌وکار ملی	عوامل محیطی (Env)	
E.Nat	شرایط بین‌المللی		
S.C.C	بخش تجاری	اجتماعی - فرهنگی (S.C)	
S.C.M	بخش دفاعی		
E.F.G	سطح ملی	اقتصادی و مالی (E.F)	
E.F.M	بخش دفاعی		
E.F.C	بخش تجاری		
Co.M.C	فرآیند ارتباط دفاعی - تجاری	عوامل ارتباطی (Co)	
Co.M	بخش دفاعی		
Co.C	بخش تجاری		

در شکل ۱، روابط بین متغیرهای پژوهش با توجه به جدول ۱، در قالب الگوی پژوهش نشان داده شده است.

۱. سطح ملی: سطح کلان کشوری



شکل شماره ۱: الگوی پژوهش (فراهانی فر و همکاران، ۱۴۰۰)

اطلاعات کلی الگوی استنتاج فازی عصبی - تطبیقی

در راستای صحنه گذاری الگوی کیفی شکل ۱ و نیز طراحی الگویی جهت ارزیابی و پیش بینی سرریز فناوری های دفاعی به کسب و کارهای تجاری، از استنتاج فازی عصبی - تطبیقی استفاده شد. ارزیابی و پیش بینی سرریز فناوری های دفاعی به کسب و کارهای تجاری چالش های متعددی دارد؛ به همین دلیل استفاده از روش های کیفی نمی تواند شیوه مناسبی برای تعیین تأثیرات متغیرها باشد. از سوی دیگر اکثر روش های کمی نیز به راحتی قابل استفاده نیستند؛ اما الگوی های عصبی - فازی، سامانه ها را با استفاده از قوانین فازی اگر - آنگاه و با تقلید از فرآیندهای استدلال بشری توصیف می کنند و قابلیت تحلیل حساسیت را

دارند تا بدین‌وسیله نقاط حساس و آسیب‌پذیر الگوی ریاضی به‌دست آمده را شناسایی کرده و این نقاط را در اولویت‌های تصمیم‌گیری و مراقبت قرار دهیم.

مطابق جدول ۱ و الگوی پژوهش، الگوی ریاضی مربوط در این پژوهش شامل یک ANFIS اصلی برای سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری و هفت Sub-ANFIS متعلق به تجمیع اثرات هر یک از مؤلفه‌ها بر روی ابعاد مربوط است.

طراحی استنتاج فازی

طراحی استنتاج فازی در این پژوهش شامل مراحل زیر است:

- تعریف تابع عضویت اولیه برای متغیرهای ورودی و خروجی

در این پژوهش از توابع رگوسین به‌عنوان تابع عضویت استفاده شده است. دلیل استفاده از این نوع تابع این است که در اکثر قریب به‌اتفاق پژوهش‌های مشابه از توابع رگوسین برای این منظور استفاده شده است و همچنین این دسته از توابع با داشتن قابلیت باز و بسته شدن (به علت تغییر در پارامتر σ (انحراف معیار))، می‌توانند اکثر مقادیر را نیز پوشش دهند.

- ساختاردهی قوانین استنتاج

مهم‌ترین بخش یک سامانه فازی، پایگاه قواعد آن است. این پایگاه قواعد مجموعه‌ای از قوانین منطقی است که منجر به نگاشت متغیرهای ورودی به متغیر خروجی می‌شود. در این پژوهش، ANFIS اصلی دارای هفت ورودی شامل ابعاد ویژگی‌های فناوری، توانمندی فناوریانه، سیاست‌ها و قوانین، عوامل محیطی، عوامل اجتماعی- فرهنگی، عوامل اقتصادی و مالی و عوامل ارتباطی و همچنین خروجی آن سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری است.

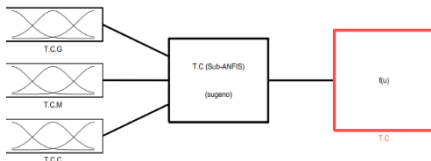
جهت طراحی قوانین استنتاجی از ابزار قدرتمند ANFIS (به عبارتی با اتکا به ترکیب قدرت یادگیری شبکه‌های عصبی و عملکرد منطقی سامانه‌های فازی) و دانش کارشناسان، مدیران و خبرگان در حوزه‌های مربوط استفاده شده است. جهت استخراج دانش این افراد پرسش‌نامه‌های شفاهی (نوعی مصاحبه) حاوی ترکیب مقادیر مختلف برای متغیرهای

ورودی (به صورت تصادفی) تهیه و از مصاحبه‌شوندگان درخواست شد با در نظر گرفتن مقادیر مختلف برای هفت ورودی مذکور و با توجه به دانش تجربی (و یا تخصصی) خود میزان متغیر خروجی یا در واقع میزان عملکرد سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری را با در نظر گرفتن تأثیرات ابعاد مذکور، تخمین بزنند. قوانین استنتاج فازی در واقع ورودی‌های یک سیستم استنتاج فازی را به خروجی مربوط می‌کنند؛ به عبارتی ترکیب‌های مختلف ورودی را بر خروجی تبیین می‌کنند.

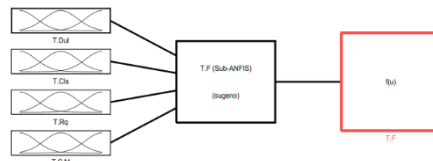
در این پژوهش جهت تشکیل ساختار قوانین استنتاجی، روش خوشه‌بندی استفاده شده است که دارای الگوریتمی سریع و تک گذر (One-pass) برای برآورد تعداد دسته‌ها و مرکز داده در یک مجموعه داده است. در فرآیند خوشه‌بندی به روش Subtractive clustering مقادیر ضرایب تأثیر، نسبت تأیید و نسبت رد به ترتیب $1/25$ ، $0/5$ و $0/15$ هستند.

- معماری ANFIS

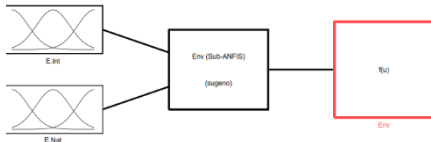
جهت ارزیابی و سنجش ابعاد مؤثر بر سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری، ابتدا به طراحی یک ANFIS اصلی پرداخته‌شده که ساختار آن متشکل از ۸۰ قاعده و دارای ۵ لایه است. لایه اول اختصاص به ۷ ورودی (Sub-ANFIS) دارد که عبارت‌اند از ابعاد: ویژگی‌های فناوری (T.F)، توانمندی فناورانه (T.C)، سیاست‌ها و قوانین (P.L)، عوامل محیطی (Env)، عوامل اجتماعی- فرهنگی (S.C)، عوامل اقتصادی و مالی (E.F)، عوامل ارتباطی (Co) و لایه پنجم نیز دربرگیرنده خروجی الگوی است. در شکل‌های ۲ تا ۸، سیستم‌های عصبی فازی تطبیقی طراحی شده (Sub-ANFIS) برای هر یک از مؤلفه‌های ورودی‌های سامانه ANFIS اصلی پژوهش نشان داده شده است.



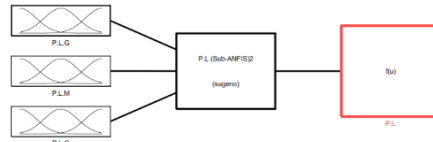
شکل شماره ۳: ANFIS^۳ - بعد توانمندی فناوریانه
(T.C)



شکل شماره ۲: ANFIS^۲ - بعد ویژگی‌های فناوری (T.F)



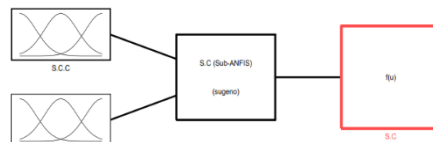
شکل شماره ۵: ANFIS^۵ - بعد عوامل محیطی (Env)



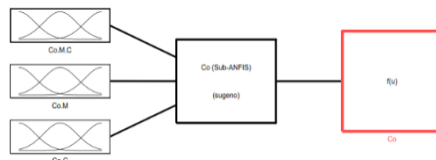
شکل شماره ۴: ANFIS^۴ - بعد سیاست‌ها و قوانین (P.L)



شکل شماره ۷: ANFIS^۷ - بعد عوامل اقتصادی و مالی
(E.F)



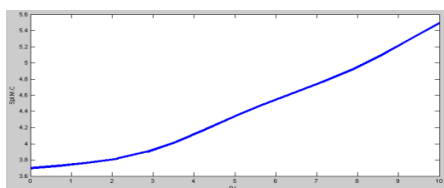
شکل شماره ۶: ANFIS^۶ - بعد عوامل اجتماعی - فرهنگی (S.C)



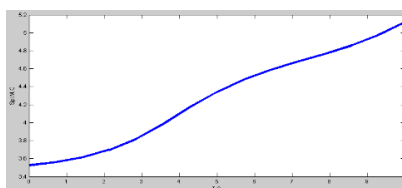
شکل شماره ۸: ANFIS^۸ - بعد عوامل ارتباطی (Co)

- تأثیر ابعاد هفت‌گانه پژوهش بر سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری

با توجه به پایگاه قواعد استخراج‌شده برای این پژوهش، ترکیب حالت‌های مختلف ابعاد، منجر به خروجی‌های مختلف سیستم طراحی‌شده خواهد شد. در شکل‌های ۹ و ۱۰ منحنی‌های ابعاد مؤثر بر موضوع سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری ارائه شده است. هر کدام از این ابعاد مورد اشاره یا به صورت مستقل و یا دو به دو با یکدیگر مقایسه شده و تأثیر آنها بر موضوع اصلی پژوهش نشان داده شده است.

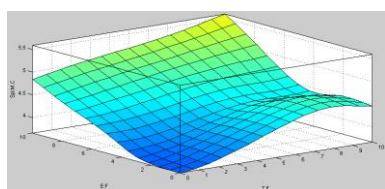


نمودار تأثیر تغییرات بعد سیاست‌ها و قوانین بر سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری

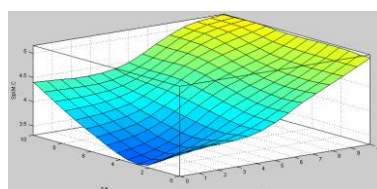


نمودار تأثیر تغییرات بعد توانمندی فناوریانه بر سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری

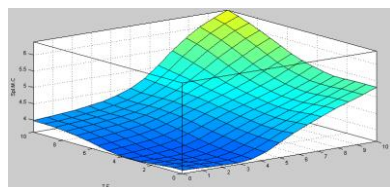
شکل شماره ۹: نمودار تأثیر تغییرات بعد توانمندی فناوریانه و بعد سیاست‌ها و قوانین بر سرریز فناوری



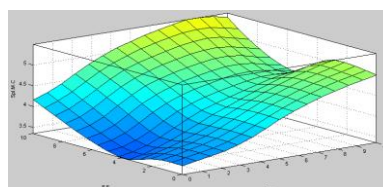
منحنی مقایسه تأثیر دو بعد (ورودی) «ویژگی‌های فناوری» و «عوامل اقتصادی و مالی» بر روی متغیر خروجی



منحنی مقایسه تأثیر دو بعد (ورودی) «توانمندی فناوریانه» و «ویژگی‌های فناوری» بر روی متغیر خروجی



منحنی مقایسه تأثیر دو بعد (ورودی) «سیاست‌ها و قوانین» و «ویژگی‌های فناوری» بر روی متغیر خروجی



منحنی مقایسه تأثیر دو بعد (ورودی) «عوامل محیطی» و «عوامل اقتصادی و مالی» بر روی متغیر خروجی

شکل شماره ۱۰: منحنی مقایسه تأثیر ورودی‌ها بر روی متغیر خروجی

بر اساس شکل ۹، افزایش میزان بعد «سیاست‌ها و قوانین» و «توانمندی فناوریانه» در بازه صفر تا پنج، نسبت به مقادیر بیشتر از پنج، تأثیر کمتری را در افزایش سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری مورد پژوهش، به همراه داشته است؛ به عبارتی برای مقادیر بیشتر از چهار، باعث افزایشی تقریباً چندین برابری متغیر خروجی شده‌اند (با این تفاوت که روند افزایشی بعد سیاست‌ها و قوانین نسبت به بازه اولیه، با نرخ افزایشی و برای بعد توانمندی فناوریانه با نرخ کاهنده پایان می‌یابد) و این بیان‌گر آن است که تأثیرگذاری ابعاد هفت‌گانه در بعد زمان معنی پیدا می‌کند؛ اگر چه ممکن است در مقادیر اولیه تأثیر کمتری بر روی خروجی سامانه داشته باشند. با توجه به پایگاه قواعد استخراج‌شده، ترکیب حالت‌های مختلف ابعاد، منجر به خروجی‌های

مختلف سامانه طراحی شده خواهد شد. در شکل ۱۰، منحنی‌های ابعاد مؤثر بر سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری ارائه شده است. هر کدام از این ابعاد، دو به دو با یکدیگر مقایسه شده و تأثیر آنها بر موضع اصلی پژوهش (سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری) نشان داده شده است.

اجرای الگوی ریاضی

جهت ارزیابی ابعاد تأثیرگذار بر سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری، پرسشنامه‌ای طراحی شد و از کارشناسان، مدیران و خبرگان مربوط (به تعداد ۱۰ نفر) خواسته شد که نظرات خود را در مورد سطح عملکرد این حوزه نسبت به ابعاد هفت‌گانه مورد مطالعه ابراز کنند. این نظرسنجی با علامت‌گذاری در پیوستار مربوطه که مقادیر ۰ تا ۱۰ را در برمی‌گرفت، مشخص شد. جداول ۲ الف، ب، پ، ج، چ، د و ذ مقادیر ورودی‌ها و خروجی را در زیرسامانه‌های (Sub-ANFIS‌های) نشان می‌دهد.

جدول شماره ۲-ب: مقادیر ورودی و خروجی

Sub-ANFIS توانمندی فناوریانه

T.C.G	T.C.M	T.C.C	T.C
۶,۰۳	۵,۷۲	۴,۹۰	۵,۸۸

جدول شماره ۲-الف: مقادیر ورودی و خروجی

Sub-ANFIS ویژگی‌های فناوری

T.Dul	T.Cls	T.Rq	T.C.M	T.F
۴,۹۴	۴,۳۵	۶,۰۴	۴,۵۵	۳,۲۷

جدول شماره ۲-ج: مقادیر ورودی و خروجی

Sub-ANFIS عوامل محیطی

E.Int	E.Nat	Env
۲,۹۳	۳,۵	۳,۹۴

جدول شماره ۲-پ: مقادیر ورودی و خروجی

Sub-ANFIS سیاست‌ها و قوانین

P.L.G	P.L.M	P.L.C	P.L
۵,۳۷	۵,۲۲	۴,۳۱	۵,۱۳

جدول شماره ۲-د: مقادیر ورودی و خروجی

Sub-ANFIS عوامل اقتصادی و مالی

E.F.G	E.F.M	E.F.C	E.F
۴,۲۵	۵,۱۳	۶,۳۷	۷,۱۲

جدول شماره ۲-چ: مقادیر ورودی و خروجی

Sub-ANFIS عوامل اجتماعی - فرهنگی

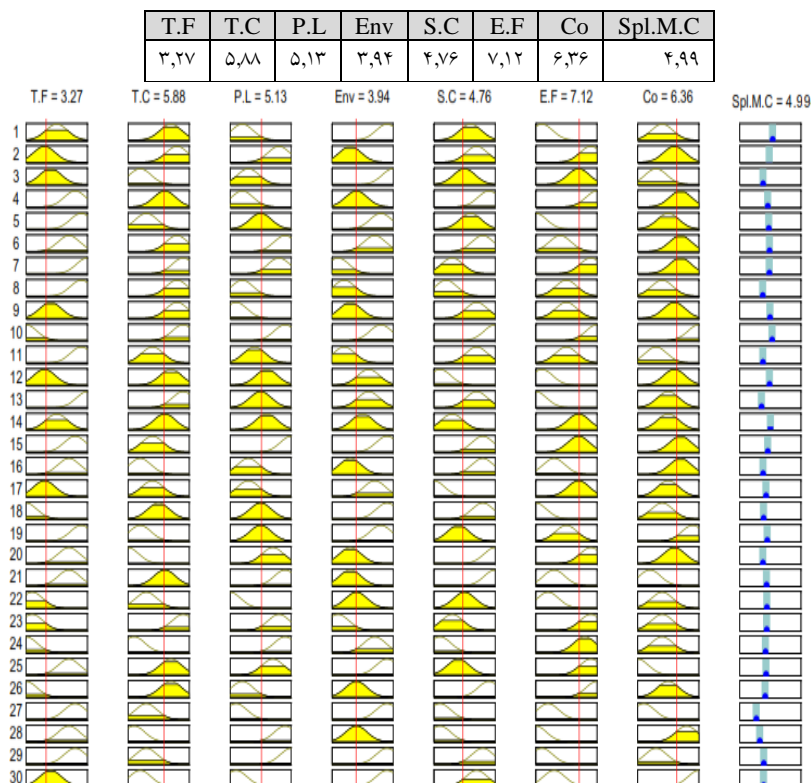
S.C.C	S.C.M	S.C
۴,۷۱	۳,۹۳	۴,۷۶

جدول شماره ۲-ذ: مقادیر ورودی و خروجی Sub-ANFIS عوامل ارتباطی

Co.M.C	Co.M	Co.C	Co
۶,۰۳	۷,۱۱	۵,۴۸	۶,۳۶

پس از اجرای Sub-ANFIS ها، از خروجی آن‌ها به‌عنوان ورودی ANFIS اصلی جهت ارزیابی ابعاد مؤثر بر سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری مورد مطالعه استفاده می‌شود. جدول ۳ مقادیر این ورودی‌ها و خروجی را در الگوی اصلی و همچنین شکل ۱۱ پایگاه قواعد ANFIS اصلی را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۳: مقادیر ورودی و خروجی ANFIS سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری



شکل شماره ۱۱: پایگاه قواعد سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری

همان‌طور که ملاحظه می‌شود سطح سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری مقدار ۴,۹۹ ارزیابی شده است که در محدوده متوسط قرار دارد.

- اعتبارسنجی الگوی ریاضی

برای اعتبارسنجی الگوی ریاضی از دو روش «امتحان کردن و بررسی مجموعه داده‌ها» و «آزمون شرایط حدی» استفاده شده است.

امتحان کردن و بررسی مجموعه داده‌ها: اعتبارسنجی به کمک داده‌های امتحانی صورت گرفته تا توانایی تعمیم دادن استنتاج فازی به دست‌آمده را محک بزند و برای کنترل مسئله فرا-انطباق^۱ از آخرین دسته داده‌ها (داده‌های بررسی) استفاده شده است. بدین منظور در پژوهش حاضر روند خطای ANFIS طراحی شده مورد بررسی قرار گرفت و هم‌خوانی لازم بین داده‌های آموزش با داده‌های امتحانی با متوسط خطای محاسبه‌شده $10^{-7} \times 9/2398$ دیده شد که دلالت بر عدم پدیده فرا-انطباق در ANFIS طراحی شده دارد.

آزمون شرایط حدی: در این آزمون مقدار متغیرهای ورودی ANFIS اصلی در حالت‌های حدی مختلف (بسیار زیاد و بسیار کم) تغییر داده‌شده و میزان خروجی الگو در برابر این تغییرات بررسی شده است؛ به عبارتی هدف از این آزمون صحت‌گذاری و تأیید رفتار مناسب (پایایی) الگوی ریاضی به دست‌آمده، نسبت به تغییرات مقادیر داده‌های ورودی است. طبق جدول ۴، الگوی در برابر تغییرات متغیرهای ورودی از بسیار کم (صفر) تا بسیار زیاد (۱۰) رفتار کاملاً منطقی ارائه می‌کند. این آزمون برای هر شش Sub-ANFIS نیز اجرا شده و تمامی آنها رفتاری منطقی نسبت به مقادیر حدی ورودی‌ها از خود ارائه کرده‌اند که این نشانگر اعتبار الگوی طراحی شده است.

جدول شماره ۴: تأثیر تغییرات هم‌زمان ورودی‌ها بر خروجی

خروجی ANFIS	ورودی‌های ANFIS						
	Co	E.F	S.C	Env	P.L	T.C	T.F
Spl.M.C							
۰/۰۴۱۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴/۳۴	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
۹/۸۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰

- تحلیل حساسیت الگو

برای بررسی میزان تغییرات خروجی در مقابل تغییرات ورودی می‌توان یک ورودی را تغییر داد و با ثابت نگه‌داشتن بقیه ورودی‌ها تغییر خروجی را در ازای تغییر ورودی انتخاب شده،

۱. Over Fitting

بررسی کرد. در این پژوهش، تحلیل حساسیت بر روی تمامی ورودی‌ها و در ازای دو دامنه تغییرات یعنی +1 و -1 انجام شده است. بدین منظور هر یک از ورودی‌ها یک واحد افزایش یافته و با ثابت نگه‌داشتن بقیه ورودی‌ها خروجی اندازه‌گیری شده است. این کار برای تمامی ورودی‌ها دو بار صورت پذیرفته که یک بار با افزایش یک واحدی هر یک از ورودی‌ها و یک بار با کاهش یک واحدی هر یک از ورودی‌ها انجام شده است و بدین ترتیب حساسیت خروجی نسبت به هر یک از ورودی‌ها سنجیده شده است. نتایج این تحلیل حساسیت در جدول ۵ آمده است.

جدول شماره ۵: میزان تغییر خروجی در ازای تغییر هر بعد (با لحاظ ثابت ماندن سایر ابعاد)

میزان تغییر (به واحد)	T.C	T.F	P.L	S.C	C.O	E.F	Env	Spl.M.C
+1	۵,۱۴	۵,۰۱	۵,۱۷	۵,۰۷	۵,۱۵	۵,۰۱	۵,۱۱	
-1	۴,۸۲	۴,۹۳	۴,۶۸	۴,۸۳	۴,۷۳	۴,۹۰	۴,۸۸	

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

با توجه به اهمیت نقش سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری در رشد و توسعه اقتصادی کشور، این پژوهش به ارائه الگویی جهت ارزیابی و پیش‌بینی سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری با روش استنتاج فازی عصبی-تطبیقی پرداخته است. نتایج اعتبارسنجی الگوی، نشان از برازش مناسب و تأیید آن به‌عنوان الگوی قابل‌اطمینان دارد و نشان می‌دهد که نظرات جامعه آماری با حساسیت بالا همگرا و الگوسازی شده است.

برای اعتبارسنجی الگو، به بررسی میزان اختلاف بین مقادیر خروجی انفیس و داده‌های ورودی پرداخته شده است. هر چه میزان اختلاف زیاد باشد، خطای الگو غیرقابل قبول بوده و از اعتبار کمی برای پذیرش برخوردار خواهد بود و بالعکس. به‌همین منظور، با توجه به مقدار اختلاف به‌دست‌آمده قابل قبول $10^{-7} \times 6/6252$ (متوسط خطای محاسبه‌شده در مرحله آموزش الگوی)، تقریباً داده‌های واقعی با داده‌های پیش‌بینی شده بر هم منطبق شده و این خود دلالت بر عدم پدیده فرا-انطباق در ANFIS طراحی شده دارد؛ به‌بیان‌دیگر الگوی به‌دست‌آمده از قدرت بالایی برای پیش‌بینی برخوردار بوده و تأثیر مثبتی بر توانایی الگوسازی برای تعمیم را شاهد

هستیم. قابل ذکر است که پس از مرحله مشخصی از آموزش، الگو در قبال مجموعه داده‌های - آموزش شروع به فرا- انطباق می‌کند و تنها مجموعه داده‌های بررسی هستند که برای کنترل توانایی فرا- انطباقی داده‌ها توسط الگو (اعتباریابی سامانه) به کار می‌آیند.

همان‌طور که از نتایج جدول ۳ و ۵ مشهود است، بعد سیاست‌ها و قوانین با میزان تغییر ۰/۱۸ در مقدار خروجی (سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری)، بااهمیت‌ترین متغیر در بین ابعاد تأثیرگذار بر سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری است و می‌تواند معیار اصلی تصمیم‌گیری در این زمینه باشد. پس‌ازآن، دو بعد عوامل ارتباطی و توانمندی فناورانه بیشترین تأثیر را بر خروجی دارند و سپس بعد عوامل محیطی و بعد عوامل اجتماعی-فرهنگی در رتبه‌های بعدی تأثیرگذاری قرار دارند. دو بعد عوامل اقتصادی و مالی و بعد ویژگی‌های فناوری با میزان تغییر ۰/۰۲ در مقدار خروجی، کمترین تأثیر را در تصمیم‌گیری مربوط دارند. جدول شماره ۶ ابعاد هفت‌گانه پژوهش را به ترتیب میزان تأثیرگذاری بر سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری با توجه به جدول ۵ نشان می‌دهد.

جدول شماره ۶: میزان تأثیر ورودی‌ها بر خروجی

درجه اهمیت	ورودی	میزان تأثیر بر خروجی
۱	P.L	۰/۱۸
۲	Co	۰/۱۶
۳	T.C	۰/۱۵
۴	Env	۰/۱۲
۵	S.C	۰/۰۸
۶	E.F	۰/۰۲
۷	T.F	۰/۰۲

نکته حائز اهمیت در اینجا این است که بعد سیاست‌ها و قوانین که بیشترین تأثیر را بر خروجی دارد و طبق جدول شماره ۳ عدد ۵/۱۳ را به خود اختصاص داده است، وضعیت متوسطی را در بین ورودی‌ها دارا است. از طرف دیگر دو بعد عوامل اقتصادی و مالی و ویژگی‌های فناوری که کمترین تأثیر را بر خروجی دارند، به ترتیب اعداد ۷/۱۲ و ۵/۸۸ را به خود

اختصاص داده‌اند (یعنی دارای وضعیت بهتری در بین ورودی‌ها هستند). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت خروجی متوسط الگوی با عدد ۴/۹۹ ناشی از این امر است که ابعاد با تأثیر زیاد بر خروجی، وضعیت مناسبی نداشته و برعکس ورودی‌های دارای کمترین تأثیر بر خروجی، از وضعیت مطلوبی برخوردار هستند. این وضعیت گویای این است که باید ابتدا اولویت کاری را به ابعاد با تأثیر زیاد اختصاص داده و چون اکثر ابعاد تأثیرات تقریباً متوازن و مناسبی از خودشان بر سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری نشان می‌دهند، توجه به این ابعاد در مسیر رشد این سرریز موردنیاز است.

همچنین دو ورودی عوامل ارتباطی و توانمندی فناورانه در ازای یک واحد افزایش تأثیر مثبت و به ترتیب با مقادیر ۰/۱۶ و ۰/۱۵ بر خروجی داشته، اما در ازای کاهش یک واحد، میزان تأثیر بیشتری بر خروجی دارند. طبق نتایج تحلیل حساسیت، بعد عوامل ارتباطی با کاهش یک واحد، موجب کاهش ۰/۲۶ در خروجی شده و بعد توانمندی فناورانه با کاهش یک واحد، موجب کاهش ۰/۱۷ در خروجی می‌شود که از این جهت بعد عوامل ارتباطی از بعد توانمندی فناورانه در حفظ وضعیت کنونی بااهمیت‌تر است. از طرف دیگر سه بعد عوامل ارتباطی، توانمندی فناورانه و عوامل محیطی سهم حداقل ۵۹ درصدی را در بهبود خروجی دارا بوده و با توجه به وضعیت ضعیف‌تر دو بعد توانمندی فناورانه و عوامل محیطی نسبت به بعد عوامل ارتباطی و میزان اهمیت و نقش مؤثری که بعد عوامل محیطی در میزان تغییرات متغیر خروجی ایفا می‌کند، بهبود (تغییر وضعیت کنونی) بعد عوامل ارتباطی به جهت ایجاد رشد پایدار سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری باید در اولویت کاری تصمیم‌گیران امر قرار گیرد. همچنین رشد متوازن و متناسب اکثر ابعاد با یکدیگر در این سرریز از موارد الزام‌آور است تا میزان شکنندگی وضعیت سرریز موردنظر را کاهش داده و با توجه به این‌که در میزان تأثیرات، بین ابعاد «سیاست‌ها و قوانین» و «عوامل ارتباطی» و «توانمندی فناورانه» و «عوامل محیطی» با سایر ابعاد تفاوت چشمگیری مشاهده می‌شود و این چهار بعد که دارای سهم حداقل ۸۴ درصدی هستند، نقش پررنگ‌تری در پایدارسازی وضعیت سرریز در هر مقطع زمانی داشته، بنابراین از اهمیت قابل توجهی به نسبت سایر ابعاد برخوردار هستند.

در آخر اینکه، اگرچه هر دو ورودی «عوامل اقتصادی و مالی» و «ویژگی‌های فناوری» در ازای یک واحد افزایش تأثیر مثبت و برابری بر خروجی داشته (مقدار $0/02$)، اما در ازای کاهش یک واحد، تأثیر یکسانی بر خروجی ندارند. طبق جدول شماره ۵، بعد ویژگی‌های فناوری با کاهش یک واحد، موجب کاهش $0/06$ در خروجی می‌شود و بعد عوامل اقتصادی و مالی با کاهش یک واحد، موجب کاهش $0/09$ در خروجی می‌شود. بنابراین، از این جهت عوامل اقتصادی و مالی از ویژگی‌های فناوری بااهمیت‌تر است.

بر اساس نتایج حاصل‌شده، پیشنهاد می‌شود که مدیران و سیاست‌گذاران در سطح ملی، حوزه دفاعی و نیز حوزه کسب‌وکارهای تجاری به سیاست‌ها و قوانین لازم برای ایجاد زیرساخت‌ها و الزامات مربوطه توجه ویژه‌ای داشته باشند. همچنین سیاست‌ها و قوانین لازم برای الزام توجه و استفاده بهینه از توانمندی‌های فناورانه بخش دفاعی در بخش تجاری نیز لحاظ شود. بدین منظور لازم است نهادهای سیاست‌گذار و اجرایی در زمینه سرریز نظام‌مند فناوری دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری متشکل از هر دو بخش دفاعی و تجاری، ایجاد شود تا قادر به درک الزامات و محدودیت‌های هر دو بخش بوده و در نتیجه سیاست‌هایی با قابلیت اجرایی بالاتر و موفق‌تری تدوین کنند. تعیین ضمانت‌های اجرایی برای سیاست‌های وضع‌شده، ضروری است.

همچنین بعد عوامل ارتباطی با معیار وزنی $18/05$ درصد در رتبه دوم قرار گرفته است؛ در این جهت پیشنهاد می‌شود تسهیلات لازم برای ارتباط بهینه بین بخش‌های دفاعی و تجاری موردتوجه قرار گیرد. واحدهای میانجی در قالب سازمان، نهاد و یا افراد، بین بخش‌های دفاعی و تجاری، ایجاد شوند تا این واحدها بتوانند دیوان‌سالاری موجود بین بخش‌های دفاعی و تجاری را که باعث کندی ارتباط می‌شود، کاهش داده و موجب تسهیل ارتباط بین بخش‌های دفاعی و تجاری شوند. همچنین جابجایی نظام‌مند مدیران و متخصصان از بخش دفاعی به بخش تجاری، ایجاد شرکت‌های خصوصی منشعب از بخش دفاع توسط متخصصان دفاعی و ... از جمله اقدامات مؤثر در این زمینه است. اقدامات دیگری نظیر اعتمادسازی بین بخش‌های دفاعی و تجاری جهت همکاری پایدار نیز می‌تواند نقش مهمی در بهینه‌سازی روابط فناورانه بخش دفاعی

و تجاری داشته باشد. ایجاد واحدهای ترجمه فناوری نیز از موارد ضروری در این زمینه است تا فناوری موجود در بخش دفاعی به فناوری قابل کاربرد در بخش تجاری ترجمه و تعریف شود. از سوی دیگر بعد توانمندی فناورانه با معیار وزنی $۱۵/۲۱$ درصد در رتبه سوم قرار گرفته است، پیشنهاد می‌شود، بخش دفاعی به‌عنوان دهنده فناوری، توانمندی لازم نظیر توانمندی تجاری‌سازی فناوری، توانمندی مدیریت دانش و ... را مورد توجه قرار دهند. در این راستا پیشنهاد می‌شود، سازمان‌های دفاعی در تجاری‌سازی فناوری و ارائه آن به بخش‌های تجاری، نمونه‌های خارجی و مشابه فناوری را رصد کنند تا بتوانند کیفیت فناوری خود را متناسب با کاربرد در بخش تجاری ارتقاء داده و در نهایت با شرکت‌های خارجی که فناوری آن‌ها به‌عنوان رقیبی برای فناوری‌های دفاعی است، رقابت نمایند. همچنین بخش تجاری به‌عنوان گیرنده فناوری، توانمندی‌های لازم جهت جذب و توسعه فناوری دریافتی را در اولویت ارتقاء توانمندی‌های خود در این زمینه قرار دهد.

همچنین بعد عوامل محیطی با معیار وزنی $۱۲/۹۸$ درصد در رتبه چهارم قرار گرفته است؛ در این راستا پیشنهاد می‌شود سازوکارهایی در راستای تحریک فضای رقابت داخلی در بخش تجاری کشور مورد توجه واقع شود. اقدامات دیگری نظیر دسترسی به بازارهای جهانی که منجر به بالا بردن سطح استانداردهای بخش تجاری می‌شود، می‌تواند مشوقی برای دریافت فناوری‌های جدید توسط بخش تجاری شود. همچنین پیشنهاد می‌شود که بخش دفاعی نیز به شرکت‌های تجاری خارجی به‌عنوان رقیب فناورانه خود توجه کرده و کیفیت فناوری‌های خود را افزایش دهد.

بعد عوامل اجتماعی و فرهنگی با معیار وزنی $۱۱/۳۹$ درصد در رتبه پنجم، بعد عوامل اقتصادی و مالی با معیار وزنی $۸/۸۱$ در رتبه ششم قرار گرفته‌اند. در نهایت بعد ویژگی‌های فناورانه با معیار وزنی $۴/۷۱$ در رتبه هفتم و رتبه آخر قرار گرفته است و می‌توان انتظار داشت کمترین تأثیر را در تصمیم‌گیری مربوط داشته باشد.

تأثیر ابعاد هفت‌گانه پژوهش بر سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری نشان می‌دهد که ابعاد هفت‌گانه در بعد زمان معنی پیدا می‌کنند و این امر به این دلیل است که برخی از

شاخص‌ها، مربوط به ایجاد زیرساخت‌ها هستند و پس از ایجاد و اجرای مناسب، اثرگذاری لازم را در طول زمان خواهند داشت. شاخص‌هایی نظیر اعتمادسازی بین بخش‌های دفاعی و تجاری و نیز شاخص‌های مربوط به اثرگذاری واحدهای میانجی بین بخش‌های دفاعی و تجاری نیز از شاخص‌هایی هستند که در طول زمان اثرگذاری بیشتری خواهند داشت. از این‌رو پیشنهاد می‌شود مدیران مربوط، در برنامه‌ریزی‌های خود به اثربخشی در طول زمان توجه لازم را داشته باشند.

فهرست منابع و مآخذ

الف. منابع فارسی

- بهمنی، مجتبی؛ جمشیدنژاد، آرش و جنابی، امید (۱۳۹۵)، تحلیل فضای سرریزهای فناوری در کشورهای منتخب آسیایی، *فصلنامه مدیریت توسعه فناوری*، دوره ۳، شماره ۳.
- بوالحسینی، خسرو؛ کیانی، سورنا؛ کرمی دولتشاه، بهروز (۱۳۹۹)، راهبردهای کسب قدرت برتر اقتصاد دفاعی جمهوری اسلامی ایران در منطقه جنوب غرب آسیا، *فصلنامه مطالعات دفاعی استراتژیک*، سال هجدهم، شماره ۷۹.
- پژوهش جهرمی، امین؛ پورکریمی، جواد (۱۳۹۴)، تجاری‌سازی دستاوردهای نظامی: مفاهیم، الگوی ها و چارچوبی برای تحلیل، *دومین کنفرانس اقتصاد و مدیریت کاربردی با رویکرد ملی*، بابلسر.
- خوبرو، محمدتقی؛ الوانی، سیدمهدی؛ جندقی، غلامرضا؛ رحمتی، محمدحسین (۱۳۹۷)، یکپارچگی صنایع دفاعی و غیردفاعی: یک بوم نگاری خط‌مشی در صنعت دفاعی، *بهبود مدیریت*، دوره ۱۲، شماره ۴.
- خوبرو، محمدتقی؛ رحمتی، محمدحسین؛ الوانی، سیدمهدی؛ جندقی، غلامرضا (۱۳۹۷)، الگوسازی و تدوین خط‌مشی دومنظوره سازی صنعت دفاعی: رویکردی آمیخته، *پژوهش‌های مدیریت راهبردی*، سال بیست و چهارم، شماره ۷۰.
- سالمی نجف‌آبادی، محمدرضا؛ عبدالله زاده، سهراب؛ فهیم، جواد (۱۳۹۸)، شناسایی و رتبه‌بندی فرصت‌های حاصل از راهبرد استانداردسازی در صنایع دفاعی کشور، *راهبرد دفاعی*، دوره ۱۷، شماره ۴.
- فراهانی فر، فروغ؛ خمسه، عباس؛ حسینی شکیب، مهرداد؛ حسنوی آتشگاه، رضا (۱۴۰۰)، ارائه الگوی راهبردی سرریز فناوری‌های دفاعی به کسب‌وکارهای تجاری، *آینده پژوهی*، دوره ۶، شماره ۲۱.
- فرتوک‌زاده، حمیدرضا؛ وزیری، جواد (۱۳۹۱)، الگوی توسعه صنعت و فناوری در ایران: هسته‌های کوچک - شبکه‌های بزرگ؛ *درس‌هایی از صنایع دفاعی و الگوسازی برای صنعت نفت*، فصلنامه بهبود مدیریت، دوره ۶، شماره ۱۷.
- طباطبائیان، سیدحبیب اله، لطفی، امیر و عامری، عبدالعلی (۱۳۸۴)، ارائه الگوی تحلیلی عوامل مؤثر بر سرریز تکنولوژی، مدیر، *دومین کنفرانس مدیریت تکنولوژی*، تهران.
- محمودزاده، ابراهیم؛ قاضی، حسن؛ قوچانی، محمد مهدی (۱۳۹۶)، نقش و جایگاه توسعه فناوری

در بعد نظامی قدرت ملی، *مطالعات دفاعی استراتژیک*، دوره ۱۵، شماره ۶۷.

ب. منابع انگلیسی

- Ata, R. and Kocyigit, Y. (۲۰۱۰). An adaptive neuro-fuzzy inference system approach for prediction of tip speed ratio in wind turbines. *Expert Systems with Applications*, ۳۷ (۷).
- Burgess, J.P. et al ed. (۲۰۱۸). **Socially Responsible Innovation in Security: Critical Reflections**, Routledge.
- Cao X., Yang X., & Zhang L. (۲۰۲۰). Conversion of Dual-Use Technology: A Differential Game Analysis under the Civil-Military integration, *Symmetry*, ۱۲(۱۱), ۱۸۶۱.
- Evron Y. (۲۰۲۱). China's Military-Civil Fusion and Military Procurement, *asia policy*, ۲۸(۱), ۲۵-۲۴.
- Guichard R. (۲۰۰۵). Suggested Reposition R&D Within the French System of Innovation, *Technovation Journal*, ۷(۴), ۵۵.
- Hausken K., Moxnes J.F. (۲۰۱۸). **Innovation, Development and National Indices**, Soc. Indic. Res, ۱۴۱, ۱۱۶۵-۱۱۸۸.
- LeSage, J., & Pace, R. K. (۲۰۰۹). **Introduction to spatial econometrics**. Chapman and Hall/CRC.
- Li B., Zhang, J. (۲۰۲۱). A Cooperative Partner Selection Study of Military-Civilian Scientific and Technological Collaborative Innovation Based on Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Set, *Symmetry*, ۱۳(۴), ۵۵۳.
- Perani G., di Politica Internazionale, C. C. S. (۱۹۹۷). **Military technologies and commercial applications**, Public policies in NATO countries.
- Rath J., Ischi M., Perkins D. (۲۰۱۴). Evolution of different dual-use concepts in international and national law and its implications on research ethics and governance, *Science and Engineering Ethics*, ۲۰, ۷۶۹-۷۹۰.
- Riebe T., Schmid S., Reuter, C. (۲۰۲۰). Measuring Spillover Effects from Defense to Civilian Sectors—A Quantitative Approach Using LinkedIn. *Defence and Peace Economics*, ۱-۱۳.
- Selgelid M. J. (۲۰۰۹). Dual-Use Research Codes of Conduct: Lessons from the Life Sciences, *Nanoethics*, ۳ (۳).
- Vogel . (۲۰۱۷). Knowledge and Security, in Felt, U. et al eds., **The Handbook of Science and Technology Studies**, MIT Press, ۹۷۳-۱۰۰۱.
- Wang Z., Zhang Z., Jhony N. C. Y. (۲۰۱۹). **Measurement of innovation resource allocation efficiency in civil-military integration enterprises**. Kybernetes.
- Xu X., Wang Z., Zhu Y., Luo X. (۲۰۲۱). **Subject Behavior of Collaborative Innovation in Civil-Military Integration: An Evolutionary Game Analysis**, Mathematical Problems in Engineering.

