

## طراحی الگوی پیش‌بینی فناوری‌های مؤثر دفاعی به منظور اجرای برنامه‌های راهبردی

حسن امیری<sup>۱</sup>

### چکیده

یکی از مهم‌ترین نیازهای صنایع دفاعی کشورهای در حال توسعه، تصمیم‌گیری در رابطه با چگونگی سرمایه‌گذاری در عرصه دانش و فناوری است که با توجه به کمبود منابع از یک سو و هزینه‌های بالای پژوهش و توسعه فناوری از سوی دیگر، اهمیت روزافزونی یافته است. در صنعت هر سیستم دفاعی وجود یک مدل کارآمد پیش‌بینی فناوری، به‌منظور طراحی ساختار تعاملات و زمینه‌سازی جهت انتخاب‌های راهبردی الزامی است و عدم وجود چنین ساز و کاری، منجر به ناکامی سیاست‌های دفاعی در دستیابی به اهداف آن می‌گردد. مشخصات و ویژگی‌های الگوی کارآمد پیش‌بینی فناوری، از عمده مسائل هر مجموعه صنعتی، دفاعی می‌باشد که در این رابطه سیاستگذاران و برنامه‌ریزان امور دفاعی با سؤالاتی مانند چگونگی طراحی مدل پیش‌بینی فناوری و شاخص‌ها و ویژگی‌هایی که می‌بایست در طراحی این مدل مورد توجه قرار گرفته و ملاک ارزیابی قرار گیرند، مواجه می‌باشند. هدف این پژوهش بررسی سایر جنبه‌های تأثیرگذار بر ارتقای توانمندی سیستم پیش‌بینی فناوری‌های دفاعی و دستیابی به الگویی جامع در جهت اجرای راهبردهای دفاعی، از طریق انتخاب و توسعه فناوری‌های مناسب و مؤثر می‌باشد. این پژوهش از طریق انجام مطالعات کتابخانه‌ای گسترده و تحلیل سیاست‌های دفاعی کلان ملی و سایر اسناد بالادستی، بهره‌برداری از مطالعات و الگوهای ارائه شده موجود و نظرسنجی از کارشناسان باتجربه و برنامه‌ریزان صنایع دفاعی، اقدام به استخراج ویژگی‌های الگوی پیش‌بینی فناوری‌های دفاعی نموده است و ضمن به‌کارگیری روش تحلیل احتمالات به منظور تشخیص سایر موقعیت‌های محتمل و ممکن، در زمینه نتایج حاصل از انتخاب و به‌کارگیری فناوری‌های دفاعی و تشریح نحوه تحلیل و ارزیابی فناوری‌ها، میزان تأثیرگذاری هر یک از عوامل تشکیل دهنده الگوی کارآمد پیش‌بینی فناوری‌های دفاعی را تعیین می‌نماید.

**واژه‌های کلیدی:** فناوری دفاعی، پیش‌بینی فناوری، تحلیل احتمالات، راهبردهای دفاعی

## مقدمه

پیش‌بینی فناوری<sup>۱</sup>، فرایندی است علمی، کنشی و ارتباطی که با هدف کمک به درک دیدگاه‌های دانش و فناوری، مطرح می‌شود و جوانب اجتماعی و اثرات ناشی از یک فناوری را بررسی می‌کند و دانش، جهت‌گیری و روش‌های عملی مواجهه با چالش‌های ناشی از نسخه‌برداری، کسب یا خلق یک فناوری را در اختیار محقق قرار می‌دهد (براون، ۱۳۸۷). پیش‌بینی فناوری به تولید اطلاعات درباره نتایج محتمل دانش و فناوری، با هدف بهبود سیاست‌ها و راهبردها می‌پردازد و شکلی از پژوهش درباره سیاست‌گذاری است که ارزشیابی جامعی از یک فناوری را برای تصمیم‌گیرنده فراهم می‌سازد (نواز شریف، ۱۳۸۱).

پیش‌بینی فناوری در واقع یک قالب ذهنی یا ابزار است که سازمان به اتکای آن می‌تواند فناوری را عمیقاً و در چارچوب منافع و توانمندی‌های خود و همچنین در چارچوب جامعه‌ای که در آن قرار گرفته است، بررسی کند. هدف از پیش‌بینی فناوری این است که فناوری را در بافت کامل خود و با توجه به همه فرصت‌ها، امکانات و مسیرهای تازه‌ای که برای سازمان و محیط پیرامون آن رقم می‌زند، مورد بررسی قرار دهد (استروالدر، ۱۳۹۱).

## بیان مسئله

روش‌های پیش‌بینی فناوری با چالش‌های مهم و قابل توجهی در رابطه با فناوری‌های نوین مواجه شده‌اند. اگر در فرایند پیش‌بینی فناوری بر خروجی‌ها یا اثرات یک فناوری متمرکز شویم، نتایج حاصل فقط در مراحل انتهایی توسعه فناوری قابل استفاده است؛ یعنی در زمانی که کاربردهای آن را به راحتی می‌توان شناسایی کرد. از سوی دیگر تصمیم‌گیری نیازمند داشتن اطلاعات مربوط به پیامدهای ناشی از کاربرد یک فناوری جدید، قبل از به‌کارگیری گسترده آن، یعنی در زمان مراحل اولیه توسعه یک فناوری است. مشکلات بالقوه‌ای که ممکن است در مورد جوانب به‌کارگیری یک فناوری در رابطه با فناوری‌های موجود ایجاد گردد، عدم تشخیص مشکلات مربوط به مراحل اولیه ارائه محصولات یک فناوری و عدم وجود راهنمایی جهت ارزیابی اثرات طولانی‌مدت فناوری، از جمله مسائل مربوط به ضعف در سیستم ارزیابی فناوری می‌باشند (دکر<sup>۲</sup>،

---

1. technology forecasting  
2. Decker, S.

۲۰۰۴) درک این مطلب که محصولات یک فناوری نتایج مطلوب و مورد نظر را تأمین می‌کنند، مقرون به‌صرفه بودن به‌کارگیری فناوری، توجه به سایر عوامل محیطی، اجتماعی، فنی، فرهنگی، سیاسی و دستیابی به اطلاعات ضروری در خصوص پیاده‌سازی و استفاده از فناوری، بر ضرورت و حساسیت پیش‌بینی فناوری می‌افزاید (ایجهون<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷).

در صنایع دفاعی نیز استفاده از فناوری‌های جدید، بدون بررسی نتایج حاصل از به‌کارگیری آنها، موجب هدر رفتن منابع سازمان و عدم موفقیت در دستیابی به اهداف راهبردی دفاعی می‌گردد؛ بنابراین نیاز به طرح و ارائه ملاک و الگویی مشخص در زمینه پیش‌بینی و ارزیابی فناوری‌های دفاعی، به‌گونه‌ای که قبل از سرمایه‌گذاری و صرف منابع سازمان، شرایط را برای ارزیابی و شناسایی فناوری‌های کارا، اثربخش و هم‌راستا با برنامه‌های راهبردی دفاعی فراهم آورد، مسئله اصلی این پژوهش می‌باشد.

### ضرورت و اهمیت

هر سازمانی برای بقا و زنده ماندن خود نیازمند تصمیمات راهبردی و بلندمدت مدیران خود است تا با اتکا به خط‌مشی‌هایی که تعیین می‌شود به مسیر خود ادامه دهد. هرچقدر این تصمیمات بر پایه واقعیت‌ها و برگرفته از نشانه‌های محیط پیرامون باشد مسلماً تصمیمات درست‌تر و تأثیرگذارتری گرفته می‌شود. تصمیمات بلندمدت و راهبردی مدیران، زمانی می‌تواند دارای کارایی و اثرگذاری می‌باشد که بر پایه دید و بینش درست از آینده باشد (بهرامی، ۱۳۸۷) وجود ملاک و معیاری قابل اتکا در زمینه پیش‌بینی فناوری دفاعی، که ضمن توجه به روندهای آینده، شرایط رشد توانمندی‌ها و قابلیت‌های کلیدی در عرصه دفاعی را فراهم نماید، موجب تسهیل در امر اجرای برنامه‌های راهبردی و تعیین زمینه‌های صرف نیرو و منابع سازمان گردیده و مانع از بروز ناهماهنگی و عدم انسجام در تصمیم‌گیری‌ها می‌گردد.

در نگرش‌هایی که تصمیم‌گیری بلندمدت و راهبردی را به دلیل آشفتگی و ناتوانی در عدم پیش‌بینی آینده بی‌فایده می‌دانند، به ناچار باید در هنگام بحران‌هایی که شاید بتوان آنها را پیش‌بینی کرد تصمیم‌هایی گرفت که اثربخشی لازم را نداشته و موجودیت سازمان را به خطر می‌اندازند (خزایی، ۱۳۸۴) عدم وجود ملاک و مبنایی مشخص در زمینه پیش‌بینی فناوری‌های

دفاعی موجب به کارگیری یا توسعه فناوری‌هایی می‌گردد که نتایج حاصل از به کارگیری آنها نامشخص است و اتخاذ راهبرد و تصمیم‌گیری در چنین شرایطی، عمدتاً موجب هدر رفتن منابع سازمان و از بین رفتن دستاوردها می‌گردد.

در متدولوژی این پژوهش فرایند تحلیل احتمالات، به ترتیب از مراحل تعریف مسئله، مشخص کردن عدم قطعیت‌ها، مشخص کردن نیروهای پیشران، تعیین منطق احتمالات و ایجاد آینده‌های ممکن تشکیل شده است، این پژوهش پس از تعیین عوامل کلیدی و سناریوهای محتمل مربوطه، از طریق تبیین مبنای محاسبه ارزش نسبی فناوری‌های دفاعی در حال بررسی، الگوی نهایی پیش‌بینی فناوری‌های دفاعی را مشخص نموده و مبنایی جهت پیش‌بینی فناوری‌ها از نظر هم‌راستا بودن با راهبردهای کلان دفاعی، محاسبه منافع و مضرات فناوری‌های دفاعی و معیاری برای تصمیم‌گیری درباره اجرای راهبردهای دفاعی پابرجا ایجاد نموده است. از جمله سؤالات و مشکلاتی که این پژوهش سعی در ارائه پاسخ و مرتفع نمودن آنها دارد، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

الف) مشخص نمودن مجموعه عواملی که در پیش‌بینی و به کارگیری فناوری دفاعی (از نظر محاسبه پیامدها و مشکلات مربوط به بکارگیری فناوری و اثربخشی و کارایی فناوری) می‌بایست مورد توجه قرار گیرند؛

ب) تعیین میزان اثرگذاری هر یک از شاخص‌ها و عوامل کلیدی در تصمیم‌گیری پیرامون پیش‌بینی و به کارگیری فناوری‌های دفاعی.

## مبانی نظری تحقیق

### اتخاذ راهبرد در زمینه فناوری‌های دفاعی

در علم مدیریت راهبردی، راهبرد<sup>۱</sup>، الگو و راهی برای رسیدن به هدف‌ها در آینده است و رمز موفقیت آنها نیز در طراحی و تدوین درست و اجرای دقیق در عمل است. بی‌گمان تعیین‌کننده‌ترین عامل برای کارآمدی راهبرد، ترسیم تصویری درست از آینده است که چنین امری فقط از طریق آینده‌شناسی امکان‌پذیر است. بر این اساس می‌توان گفت آینده‌شناسان یا آینده‌پژوهان، در فرایند خلق چشم‌اندازهای ملی، بخشی و سازمانی بازیگران کلیدی به شمار

می‌روند (اسلاتر، ۱۳۸۶).

پویایی و پیچیدگی در حوزه‌ی دانش و فناوری، افزون بر ایجاد تحول در تمامی جنبه‌های حیات انسان معاصر، دکترین راهبرد و صنایع دفاعی را در شعاع تأثیر خویش قرار داده و تمامی نگرش‌های محصولی و سامانه‌ای را دگرگون ساخته است (بنیاد توسعه فردا، ۱۳۸۴) در برنامه‌ریزی راهبردی دفاعی، هدف مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و گام‌های رسیدن به آن هدف ترسیم می‌شود (اتخاذ راهبرد)، نتایج مورد انتظار هر گام — برآورد شده و پیشرفت کاری اندازه‌گیری می‌گردد (بهرامی، ۱۳۷۵).

اتخاذ راهبرد دفاعی به‌عنوان یک متغیر مداخله‌گر، می‌تواند حد فاصل میان تعیین توان فناوری دفاعی و پیش‌بینی و به‌کارگیری فناوری‌های اثربخش باشد. تعیین توانمندی فناوریانه دفاعی موجود، ابزاری جهت تحلیل شرایط درونی و محیطی سازمان و اتخاذ راهبرد ایجاد می‌نماید، و راهبردهای مشخص شده مبنا و معیاری در زمینه پیش‌بینی فناوری‌های دفاعی به وجود می‌آورند. پس از اتخاذ راهبرد، حساسیت‌ها و اولویت‌های مربوط به پیش‌بینی فناوری و نقاط تمرکز منابع سازمان مشخص می‌گردد و فرایند پیش‌بینی فناوری‌های دفاعی با مسیر دستیابی به اهداف سازمان هم‌جهت می‌گردد (خزایی، ۱۳۸۴).

در عصر نبردهای دیجیتالی و جنگ‌های شبکه‌محور، توجه به برنامه‌ریزی، فرماندهی، هدایت و کنترل عملیات دفاعی با استفاده از فناوری‌های ارتباطات و اطلاعات به واقعیتی انکارناپذیر مبدل شده است. پیدایش تغییرات بنیادی در عرصه‌ی سلاح‌ها و سامانه‌های دفاعی نیز در سایه‌ی توجه به فناوری در حال انجام است. عامل این تحول اساسی رویه‌ها، مقررات، پروتکل‌ها و سامانه‌های دانش است. ترسیم دورنمایی این‌چنین متفاوت از عرصه‌ی دفاع و میدان‌های آینده‌ی نبرد در مفهوم تازه‌ای موسوم به «قدرت نرم» تجلی می‌یابد. لذا راهبردهای دفاعی می‌بایست با هدف دستیابی به قدرت نرم و ایجاد برتری در فناوری دفاعی تدوین و اجرا گردند. در این میان، تحلیل و تشخیص موقعیت‌ها و الزامات فناوری‌های دفاعی آینده و ارزیابی توانمندی سیستم دفاعی از نظر برخورداری از ویژگی‌ها و شاخصه‌های مورد نیاز، شرایط لازم برای طراحی و تدوین راهبردهای دفاعی را فراهم می‌نماید. (مرکز آینده‌پژوهی و فناوری دفاعی، ۱۳۸۷).

## پیش‌بینی و به‌کارگیری فناوری‌های دفاعی<sup>۱</sup>

پیدایش تغییرات بنیادی در عرصه‌ی سلاح‌ها و سامانه‌های دفاعی در سایه‌ی توجه به فناوری در حال انجام است. بدون تردید در آینده آنچه که موجب تقویت این پارادایم دفاعی می‌شود، جنبه‌هایی از فناوری است که بخش دفاع در عرصه‌های راهبردی، تاکتیکی و عملیاتی به آن متکی خواهد بود. بخش دفاع در کشور ما هم از این پارادایم تأثیر پذیرفته و می‌بایست خود را با این تحول فناورانه سازگار کند که بدین منظور، شناخت سرشت و روند گسترش فناوری‌ها و میدان تأثیر و تأثر آنها امری حیاتی و انکارناپذیر است (مرکز آینده‌پژوهی و فناوری دفاعی، ۱۳۸۷). بنابراین آینده‌پژوهی<sup>۲</sup> در زمینه پیش‌بینی فناوری‌های مؤثر و مقوله‌های سازمانی دارای اهمیت بسیار زیادی است و بی‌توجهی به عرصه‌ی آینده‌پژوهی در زمینه پیش‌بینی فناوری می‌تواند غفلت‌زدگی راهبردی و واپس‌گرایی صنعتی و فناورانه بخش دفاع را به همراه داشته باشد. (بهرامی، ۱۳۷۵).

شرایط جدید موجود عرصه‌ی میدان نبرد حکایت از واقعیتی آشکار و ملموس دارد. فضا و صحنه‌ی جنگ و دفاع آینده، سامانه‌ها و ابزارهای نبرد از شکل‌گیری انقلابی تازه حکایت می‌کنند. فناوری اطلاعات و دیگر فناوری‌ها، زمان و هزینه‌ی تولیدات دفاعی را به شکل چشم‌گیری کاهش داده و کیفیت انعطاف‌پذیری آن‌ها را افزایش خواهند داد. در چنین فضایی، فرماندهی و کنترل میدان نبرد به‌شدت وابسته به مدیریت اطلاعات و دانش‌ها و فناوری‌های پیرامونی آن است. در عرصه فرماندهی و کنترل عملیات، فناوری‌های نرمی مانند C4I به کمک فرماندهان نظامی شتافته‌اند. بدون تردید، این دسته از فناوری‌ها اثربخشی و اهمیت فراوانی در مقام مقایسه با سایر فناوری‌ها دارند. در حوزه انتقال فناوری‌های دفاعی نیز، سامانه‌های مدیریتی و دانشی در قالب فناوری‌ها نقش برجسته‌تری را بر عهده دارند؛ به‌گونه‌ای که بدون کاربست آن‌ها انتقال فناوری یک محصول به شیوه‌ای مناسب صورت نمی‌گیرد (باقری، ۱۳۸۰). در عرصه‌ی هوشمندسازی ابزارها، ادوات، تجهیزات، سامانه‌های دفاعی و نرم‌افزارهای رایانه‌ای، به مینیاتوری‌سازی و هوشمندسازی سخت‌افزارهای تسلیحاتی پرداخته‌اند. شبیه‌سازی واقعیت‌های بیرونی (واقعیت مجازی) برای هدف‌های آموزشی و کاهش خطرپذیری، استفاده از هوش مصنوعی در پردازش

1. defend technology choice

2. futurology

سریع اطلاعات و تصمیم‌گیری‌های شتابان، جنگ‌های اطلاعاتی به کمک نرم‌افزارهای آفندی و ویروس‌سازی و یا نرم‌افزارهای پدافندی ضدویروس و دیواره‌ی آتش از جمله کاربردهای دیگر فناوری در حوزه‌ی دفاع هستند (مرکز آینده‌پژوهی و فناوری دفاعی، ۱۳۸۷).

نظام پیش‌بینی فناوری در کنار سایر نظام‌های ارزیابی عملکرد به سازمان‌ها کمک می‌کند، قبل از اینکه ذینفعان آنها را مورد ارزیابی قرار دهند، حرکت‌ها، اهداف و قابلیت‌های خود را با روش‌هایی مؤثر ارزیابی کرده، زمینه‌های قابل بهبود را کشف و ارتقا بخشند، به‌طوری که از رضایت ذینفعان برخوردار شوند. دریافت، نوسازی، بومی‌سازی و غنی‌سازی یک الگوی کارآمد پیش‌بینی فناوری دفاعی، از اهداف اولیه صنایع دفاع می‌باشد که بر اساس واقعیت‌ها و تجربه‌های موجود بر ادبیات بومی ارزیابی فناوری دفاعی افزوده و مسیر توسعه و به‌کارگیری آنها را برای صنایع و نهادهای وزارت دفاع هموارتر می‌سازد (پایا، ۱۳۸۳) جریان‌سازی پیش‌بینی فناوری دفاعی به معنی قابلیت‌سازی نتیجه‌گرا بر اساس ارزش‌های بنیادین، محور برنامه‌های رشد و توسعه صنایع دفاعی می‌باشد که ناظر به الگوهای مفهومی و اجرایی اثربخش است و وظیفه مراقبت از جریان پیش‌بینی فناوری دفاعی، به عنوان وسیله‌ای برای برقراری و دستیابی به هشدارهای اولیه، ایجاد سامانه‌ای اخطار دهنده، کنترل و هدایت تغییرات و توسعه فناوری را به عهده دارد و با ارائه بازخوردهای روشن و راهگشا جریان پیش‌بینی فناوری دفاعی را در مسیر اصلی خود حفظ کرده و به سرعت و دقت آن می‌افزاید (بهرامی، ۱۳۷۵).

### پیشینه تحقیق

از مجموعه مطالعات جامعی که در زمینه پیش‌بینی فناوری انجام گردیده و نتایج حاصل از آنها در اجرای مراحل این پژوهش مورد بهره‌برداری قرار گرفته، موارد ذیل قابل ذکر می‌باشند:

بر اساس مطالعات پورتر و همکارانش (تحت عنوان پیش‌بینی و مدیریت فناوری)، پنج روش پیش‌بینی فناوری به شرح زیر تشریح گردیده‌اند: ۱- نظرات متخصصان: این روش بر این فرض استوار است که یک متخصص در زمینه تخصصی خود بهتر می‌تواند پیشرفت‌ها را پیش‌بینی کند. ۲- پایش: پایش را فرایند شناسایی نشانه‌های ممکن در بخش‌های علمی، اقتصادی، مدیریتی، سیاسی یا نظامی که ممکن است منجر به پیشرفت‌های احتمالی در فناوری نیز شود، تعریف می‌کنند. ۳- تحلیل روند تحولات: این روش بر این فرض استوار است که آینده از گذشته تبعیت می‌کند. ۴- مدل‌سازی: این روش در پیش‌بینی، بر پایه کامپیوتر (مانند

شبیه‌سازی) و یا بر پایه قضاوت است. ۵- تحلیل احتمالات: این روش توصیف آینده پیشرفت‌ها در طول یک بازه زمانی از چند سال تا یک قرن یا بیشتر است. سناریوهایی که در حوزه پیش‌بینی فناوری به کار برده می‌شوند، مفاهیم مختلف فناوری‌های آینده را توصیف کرده و گزینه‌های فناوری آینده را نشان می‌دهند (تویس<sup>۱</sup>، ۱۹۹۸) مدل پورتر در عین سادگی می‌تواند دید خوبی از صنعت نیز ایجاد نماید. پورتر برای پیش‌بینی فناوری‌ها، با نگاهی دقیق‌تر به مدلی رسیده است که عواملی همچون زیرساخت‌های سازمان، مدیریت منابع انسانی، توسعه فناوری، خدمات، پشتیبانی خارجی و غیره بر آن مؤثرند. در این مدل، نگرش نظام‌مند به فناوری وجود داشته که در تحلیل‌ها و بررسی روندهای گوناگون در پیش‌بینی فناوری، فوایدی به همراه دارد (فرد آر. دیوید، ۱۳۸۵).

در مدل پاندا و راماناتان، توان فناوریانه سازمان بر اساس تعیین وضعیت فعلی در ارتباط با هر یک از شاخص‌های فناوری و مقایسه با توان فناوری در حالت ایده‌آل، مشخص می‌گردد و شکاف فناوریانه موجود، مبنایی جهت پیش‌بینی و توسعه فناوری ایجاد می‌نماید. از مزایای این روش می‌توان به جامع بودن و تلفیقی بودن از روش‌های ارزیابی کمی و کیفی اشاره نمود (بهرامی، ۱۳۸۷) شاخص‌های پیش‌بینی فناوری در مدل کیه‌زا عبارت‌اند از: مرتبط بودن فناوری، مخاطره موجود در توسعه و به‌کارگیری، انحصاری بودن، وابستگی متقابل با سایر فعالیت‌ها و ایجاد گزینه در زمینه تصمیم‌گیری و انتخاب (کینان<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳).

در مدل پیش‌بینی فناوری استروالد، روش‌های پیش‌بینی فناوری به شش دسته، شامل مدل‌های منبع‌محور، فعالیت‌محور، اقتصادی، شبکه‌ای، راهبردی و دانش‌محور تقسیم شدند. مدل منبع‌محور بر پایه عملیات درونی شرکت است و بر قابلیت‌ها و شایستگی‌های درون سازمان تأکید می‌کند. مدل پیش‌بینی فناوری فعالیت‌محور، تحت نفوذ فرایندهای واقعی بوده و بر این نکته تأکید دارد که چگونه ورودی‌های سازمان به خروجی‌ها با ارزش افزوده تبدیل شوند. مدل اقتصادی بر مبنای منطق خلق سود در سازمان ایجاد گردیده و شامل مفاهیم سرمایه، سود و درآمد می‌باشد. مدل شبکه‌ای بر اساس تعامل با کنشگران، از جمله کنشگرانی که در ایجاد ارزش دخیل هستند، ایجاد گردیده است. در مدل پیش‌بینی فناوری راهبردی

---

1. Twiss, B.  
2. Keenan, M.



علاوه بر محیط داخلی سازمان، بر محیط رقابتی و گزینه‌های راهبردی سازمان با توجه به فرصت‌های موجود تأکید گردیده و در مدل دانش‌محور، رویکردهای مختلف پیش‌بینی فناوری ادغام شده و با این تفکر که هیچ‌یک از رویکردها به‌تنهایی نمی‌توانند رشد سازمان را تضمین نمایند، با دیدی وسیع‌تر به مفهوم پیش‌بینی فناوری پرداخته شده است. (استروالدر، ۱۳۹۱).

ازجمله مطالعات داخلی که به طراحی الگو و نقشه راه در زمینه پیش‌بینی فناوری‌های مؤثر به‌منظور رشد و توسعه برخی صنایع پرداخته‌اند و از روش تحلیل احتمالات نیز به‌منظور تشخیص منافع و مضرات حاصل از به‌کارگیری فناوری‌ها استفاده نموده‌اند، می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

حیدری و دیوان‌سالار، در مقاله ارزیابی فناوری‌های توسعه نانو تکنولوژی ایران، از طریق تحلیل احتمالات ممکن و محتمل آینده، به ارزیابی و ممیزی فناوری‌های مرتبط با حوزه نانو پرداخته و ضمن ارائه روش پیش‌بینی فناوری‌های مؤثر، الگویی در زمینه تدوین راهبرد به منظور توسعه صنعت نانو پیشنهاد نموده‌اند (حیدری و دیوان‌سالار، ۱۳۸۹).

امور مطالعات و برنامه‌ریزی استراتژیک شرکت ساپکو، طی پژوهشی اقدام به شناسایی و ارزیابی راه‌کارهای رشد و توسعه صنعت خودرو ایران به روش تحلیل احتمالات آینده نموده و فناوری‌های مؤثر بر پیشرفت صنعت خودرو که شرکت ایران خودرو و ساپکو امکان بهره‌برداری از آن را دارا می‌باشند، تحلیل و ارزیابی نموده و پیشنهادهایی ارائه نموده است. (امور مطالعات و برنامه‌ریزی شرکت ساپکو، ۱۳۹۰)

### تکنیک تحلیل احتمالات

اولین استفاده از برنامه‌ریزی به روش تحلیل احتمالات به‌مانند بسیاری از علوم دیگر ابتدا در صنایع نظامی بوده است. تکنیک تحلیل احتمالات برای اولین بار بعد از جنگ جهانی دوم در مؤسسه رند، یکی از زیرمجموعه‌های وزارت دفاع آمریکا به‌صورت مفهومی پایه‌گذاری شد و اولین سناریوها درباره آینده فناوری‌های دفاعی، محصول همین مؤسسه می‌باشد (حیدری و دیوان‌سالار، ۱۳۸۹).

تحلیل احتمالات به‌عنوان نوعی مداخله جویی مسئولانه در توسعه و تغییر سازمان توصیف شده‌اند؛ اما تعریف جامع تحلیل احتمالات عبارت است از فرایندی از موقعیت‌یابی چندین آینده

بدیل به گونه‌ای آگاهانه، باورکردنی و قابل تصور که طی آن درباره آینده تصمیم‌گیری می‌شود (رینگلند<sup>۱</sup>، ۱۹۹۷) هدف اصلی این روش این است که کمکی باشد برای تصمیمات راهبردی دفاعی که برای تمام آینده‌های تعریف شده دارای کارایی و اثربخشی لازم باشند (منزوی، ۱۳۸۸) با استفاده از برنامه‌ریزی به روش تحلیل احتمالات می‌توان فناوری‌های پابرجای دفاعی را پیدا کرد؛ یعنی راهبردهایی که صرف‌نظر از اینکه کدام‌یک از احتمالات در آینده اتفاق بیفتد، عملکردی خوب و رضایت‌بخش داشته باشد. همچنین ارزیابی راهبردهای دفاعی موجود یکی از کاربردهای بسیار مهم این روش می‌باشد که می‌توان راهبرد اتخاذ شده را در هر یک از احتمالات موجود مورد بررسی قرار داد و از نقاط قوت و ضعف راهبرد آگاهی یافت. یکی دیگر از کارکردهای تحلیل احتمالات این است که می‌توان با استفاده از آن، علائم هشدار و نشانگر بروز یکی از احتمالات را به موقع شناسایی کرد. بنابراین تحلیل احتمالات نه تنها برای اتخاذ تصمیم‌های راهبردی مفید می‌باشند بلکه برای تشویق تصمیم‌سازان حوزه فناوری دفاعی به حساس بودن در برابر سیگنال‌ها و علائم جدی تغییرات نیز بسیار راهگشا هستند (بیشاپ<sup>۲</sup>، ۱۹۹۶).

در حالت کلی می‌توان پنج حالت احتمال را برای سازمان‌های مختلف تعریف نمود. اول احتمال بدون شگفتی که در آن فرض بر آن است که روندهای جاری بدون شگفتی به مسیر عادی خود ادامه خواهند داد. دوم احتمال خوش‌بینانه که آینده‌ای بهتر از گذشته را متصور است. سوم احتمال بدبینانه که برعکس احتمال خوش‌بینانه دیدی منفی نسبت به آینده دارد. چهارم احتمال فاجعه می‌باشد که در آن حوادث و اتفاق‌های غیر منتظره برای سیستم یا سازمان رخ خواهد داد. پنجم احتمال معجزه است که در آن رویدادهای بسیار خوب باورنکردنی در آینده به وقوع می‌پیوندد (لیندرن<sup>۳</sup>، ۲۰۰۳) احتمال پنجم مربوط به وقوع معجزه یا حالتی بسیار باورنکردنی است که با توجه به اینکه این حالت کاملاً با شرایط ممکن و واقعی فاصله دارد، جزء شرایط محتمل وقوع، برای شاخص‌های این پژوهش، در نظر گرفته نشده است.

### روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق بر مبنای دستاورد یا نتیجه از نوع کاربردی است، بر مبنای هدف از نوع اکتشافی و

- 
1. Ringland, G.
  2. Bishopp, J.
  3. Lindgren, M.

بر مبنای نوع داده‌های مورد استفاده، کمی است که گردآوری داده‌های اولیه پیرامون عوامل مؤثر بر الگوی پیش‌بینی فناوری‌های دفاعی، به‌وسیله روش دلفی و از طریق تکمیل پرسشنامه از سوی پانل خبرگان انجام گردیده و با به‌کارگیری تکنیک تحلیل احتمالات، انواع موقعیت‌های ممکن و محتمل مربوط به به‌کارگیری فناوری‌های دفاعی تبیین و روش انجام محاسبات مربوطه تشریح گردیده است.

عوامل کلیدی تعیین‌کننده توان فناوری دفاعی که مبنایی جهت پیش‌بینی و به‌کارگیری فناوری‌های دفاعی نیز می‌باشند، برگرفته شده از پیش‌ران‌های مؤثر بر آینده فناوری‌های دفاعی، در تحقیق و تحلیل انجام شده از سوی مرکز آینده‌پژوهی و فناوری دفاعی صنایع دفاع (تحت عنوان روندهای راهبردی مؤثر بر دفاع و صنایع دفاعی) می‌باشند که از طریق بررسی و بهره‌برداری از سایر الگوهای مطالعاتی موجود در زمینه پیش‌بینی فناوری، تکمیل گردیده و در نهایت از طریق نظرسنجی از خبرگان و برنامه ریزان باتجربه صنایع دفاعی تأیید گردیده‌اند.

نمونه‌گیری به شکل غیر احتمالی و قصدی (به تعبیر سرمد، بازرگان و حجازی، ۱۳۸۴) انجام گردیده که با هدف مطالعه سازگاری دارد و اعضای نمونه آماری ۱۶ نفر از برنامه‌ریزان باتجربه صنایع دفاعی می‌باشند. تعداد متخصصان پانل دلفی، معمولاً بین پانزده تا بیست نفر است که کیفیت پانلیست‌ها مهم‌تر از تعداد آنها است (لینگلند<sup>۱</sup> و جرم<sup>۲</sup>، ۲۰۱۲).

روایی صوری و محتوای ابزار تحقیق از سوی خبرگان شرکت‌کننده در نظرسنجی تأیید گردید و به منظور بررسی پایایی و قابلیت اعتماد آزمون، از روش موازی با استفاده از آزمون‌های هم‌تا استفاده شد. به این ترتیب که از میان ۱۶ نفر خبره پاسخ‌دهنده به سؤالات یکسان در پرسشنامه، ۸ نفر گروه اول و ۸ نفر گروه دوم را تشکیل دادند و پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها و بررسی پاسخ‌های داده شده، همبستگی میان پاسخ‌ها محاسبه گردید. (۰/۸۳) نتایج حاصل از همبستگی میان پاسخ‌ها نشان‌دهنده پایایی و قابلیت اعتماد روش جمع‌آوری داده‌ها بود.

به‌منظور حصول اطمینان از اتفاق نظر میان متخصصان، پیرامون تعیین عوامل کلیدی و ارجحیت آنها نسبت به یکدیگر، از ضریب هماهنگی کندال استفاده گردید و سپس جهت تجمیع نظرات خبرگان و نتیجه‌گیری نهایی، از روش AHP استفاده گردید و جدول ثبت داده‌ها

تشکیل شد. ضریب هماهنگی کندال یکی از مقیاس‌هایی است که برای تعیین درجه هماهنگی و موافقت میان چند دسته رتبه‌مربوط به  $N$  شیئی یا فرد به کار می‌رود. در حقیقت با کاربرد این مقیاس می‌توان همبستگی رتبه‌ای میان  $k$  مجموعه رتبه را یافت. چنین مقیاسی به روایی میان داوران معروف است (احمدی و نصیریانی، ۱۳۸۷) این مقیاس از فرمول زیر استفاده می‌کند.

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} K^2 (N^3 - N)}$$

که در آن: حاصل جمع مربعات انحراف‌های  $R_j$  ها از میانگین  $R_j$  ها  $s = \sum \left( R_j - \frac{\sum R_j}{N} \right)^2$

$R_j$  = مجموع =  $K$  = تعداد =  $N$  = تعداد دفعه‌ها و  $\frac{1}{12} k^2 (N^3 - N)$  = حداکثر حاصل جمع مربعات انحراف‌ها از میانگین  $R_j$  ها است (احمدی و نصیریانی، ۱۳۸۷).

در پژوهش انجام شده، پس از نظرسنجی از خبرگان و صاحب‌نظران شرکت‌کننده (پانل تحقیق) جهت اطمینان از اتفاق نظر و هم‌رأی بودن متخصصان، از طریق روش محاسبه ضریب هماهنگی کندال، داده‌های به دست آمده ارزیابی گردید و پس از حصول اطمینان از هم‌نظری پانل شرکت‌کننده، جهت تجمیع نظرات خبرگان و نتیجه‌گیری نهایی، از روش AHP استفاده گردید و جدول ثبت داده‌ها تشکیل شد. در واقع محاسبه از طریق ضریب هماهنگی کندال، صرفاً جهت حصول اطمینان از توافق میان خبرگان مورد استفاده قرار گرفته و تداخلی با محاسبه نتایج به روش AHP نداشته است.

مراحل تحلیل احتمالات در متدولوژی این مقاله، برای مشخص کردن عدم قطعیت‌ها از ترکیبی از فنون تصویرسازی و پیش‌بینی شهودی بهره گرفته و برای ایجاد منطق تحلیل از روشی که در آن از یک دیدگاه کل‌نگر استفاده شده است، با قرار دادن عدم قطعیت‌های ممکن در یک فضای چندبعدی و ترکیب عدم قطعیت‌ها، آینده‌های ممکن را ایجاد می‌کند.

متخصصان و کارشناسان فناوری‌های دفاعی، به منظور استفاده از الگوی نهایی، از طریق بررسی و تحلیل ویژگی‌های هر فناوری و ارزیابی شرایط پیرامونی مربوط به منافع و مضرات حاصل از به‌کارگیری آنها، چگونگی اثرگذاری آنها بر عوامل کلیدی را مشخص نموده و در زمینه هر عامل کلیدی محتمل‌ترین احتمال را انتخاب کرده و امتیاز مربوطه را تخصیص می‌دهند و

نهایتاً بر اساس ارجحیت‌های مشخص شده برای عوامل کلیدی و امتیازات هر فناوری در برخورداری از شاخص‌های تعیین‌کننده، نتیجه نهایی پیش‌بینی فناوری مشخص می‌گردد.

### یافته‌های تحقیق

الگوی عوامل کلیدی پیشنهادی و احتمالات تدوین شده درباره احتمالات مربوط به آینده هر عامل کلیدی، می‌تواند به‌عنوان ابزاری در جهت تعیین میزان توانمندی فناوری‌های دفاعی موجود مورد استفاده قرار گیرد، و همچنین ملاک و معیاری به‌منظور پیش‌بینی و به‌کارگیری فناوری‌های دفاعی ایجاد نماید.

جدول ۱: عوامل کلیدی تأثیرگذار بر پیش‌بینی فناوری دفاعی و احتمالات مربوط به آینده آنها

ویژگی وضعیت‌های هر عامل کلیدی	وضعیت (احتمال)	منبع مربوطه	عامل کلیدی	ردیف
ممانعت از دستیابی به اهداف دفاعی	a۱: بدبینانه	(باقری، ۱۳۸۰)	پیشبرد اهداف دفاعی	۱
عدم تأثیر بر روند دستیابی به اهداف دفاعی	a۲: روند عادی			
تسهیل روند دستیابی به اهداف دفاعی	a۳: خوش‌بینانه			
تأثیر فوق‌العاده بر روند دستیابی به اهداف دفاعی	a۴: روند ایده‌آل			
عدم تناسب با توانمندی‌ها و منابع موجود	a۱: بدبینانه	(براون، ۱۳۸۷) (آسان، ۲۰۰۷)	تناسب با توانمندی‌ها و منابع موجود	۲
تقریباً متناسب با توانمندی‌ها و منابع موجود	a۲: روند عادی			
متناسب با توانمندی‌ها و منابع موجود	a۳: خوش‌بینانه			
کاملاً متناسب با توانمندی‌ها و منابع موجود	a۴: روند ایده‌آل			

ویژگی وضعیت‌های هر عامل کلیدی	وضعیت (احتمال)	منبع مربوطه	عامل کلیدی	ردیف
عدم ایجاد نوآوری در زمینه فناوری دفاعی	a۱: بدبینانه	(خزایی، ۱۳۸۴) (کنان، ۲۰۰۳)	نوآوری در فناوری دفاعی	۳
تا حدودی نوآورانه	a۲: روند عادی			
ایجاد نوآوری در زمینه فناوری دفاعی	a۳: خوش بینانه			
کاملاً نوآورانه و متحول کننده برخی از فناوری‌های دفاعی	a۴: روند ایده‌آل			
عدم سازگاری با اجزای سیستم دفاعی	a۱: بدبینانه	(مرکز آینده‌پژوهی و فناوری دفاعی، ۱۳۸۸) (دکر، ۲۰۰۴)	سازگاری با سایر اجزاء سیستم دفاعی	۴
تا حدودی سازگار با اجزاء سیستم دفاعی	a۲: روند عادی			
سازگار با اجزای سیستم دفاعی	a۳: خوش بینانه			
کاملاً سازگار با مجموعه سیستم دفاعی	a۴: روند ایده‌آل			
عدم تناسب با شرایط پیرامونی سیستم دفاعی	a۱: بدبینانه	(مرکز آینده‌پژوهی و فناوری دفاعی، ۱۳۸۸) (نیلی و همکاران، ۱۳۸۳)	تناسب با موقعیت‌های محیطی سیستم دفاعی	۵
تا حدودی متناسب با محیط پیرامونی سیستم دفاعی	a۲: روند عادی			
متناسب با شرایط محیطی سیستم دفاعی	a۳: خوش بینانه			
کاملاً متناسب با محیط پیرامونی سیستم دفاعی	a۴: روند ایده‌آل			
عدم تأثیر بر رشد و توسعه فناوری مربوط به دفاع نامتقارن	a۱: بدبینانه	(باقری، ۱۳۸۰)	زمینه‌سازی برای دفاع نامتقارن	۶
تا حدودی مؤثر بر رشد و	a۲: روند عادی			

ویژگی وضعیت‌های هر عامل کلیدی	وضعیت (احتمال)	منبع مربوطه	عامل کلیدی	ردیف
توسعه فناوری مربوط به دفاع نامتقارن				
مؤثر بر رشد و توسعه فناوری مربوط به دفاع نامتقارن	a۳: خوش‌بینانه			
تأثیر فوق‌العاده بر رشد و توسعه فناوری مربوط به دفاع نامتقارن	a۴: روند ایده‌آل			
عدم تناسب با شرایط بحرانی و درگیری‌های احتمالی	a۱: بدبینانه			
تا حدودی متناسب با شرایط بحرانی و درگیری‌های احتمالی	a۲: روند عادی	(بهرامی، ۱۳۸۷)	تناسب با شرایط بحرانی احتمالی (توجه به منشأ درگیری‌ها و ماهیت جنگ‌ها)	۷
متناسب با شرایط بحرانی و درگیری‌های احتمالی	a۳: خوش‌بینانه			
کاملاً مناسب با شرایط بحرانی و درگیری‌های احتمالی	a۴: روند ایده‌آل			
عدم وجود رویکرد دانش‌محور در فناوری‌های دفاعی موجود	a۱: بدبینانه			
وجود رویکرد نسبتاً دانش‌محور در فناوری‌های دفاعی موجود	a۲: روند عادی	(استروالد روم، ۱۳۹۱)	رویکرد دانش‌محور	۸
وجود رویکرد دانش‌محور در فناوری‌های دفاعی موجود	a۳: خوش‌بینانه	(ایجهون، ۲۰۰۷)		
وجود رویکرد کاملاً	a۴: روند ایده‌آل			

ویژگی وضعیت‌های هر عامل کلیدی	وضعیت (احتمال)	منبع مربوطه	عامل کلیدی	ردیف
دانش‌محور و ایده‌آل در فناوری دفاعی موجود				
عدم وجود انعطاف‌پذیری در شرایط بحرانی	a۱: بدبینانه	(نواز شریف، ۱۳۸۱) (ویتوریو، ۲۰۰۱)	انعطاف‌پذیری و سرعت در شرایط چالش‌برانگیز	۹
تا حدودی انعطاف‌پذیر در شرایط بحرانی	a۲: روند عادی			
انعطاف‌پذیر و سریع در شرایط بحرانی	a۳: خوش‌بینانه			
انعطاف‌پذیری فوق‌العاده در شرایط بحرانی	a۴: روند ایده‌آل			
عدم ایجاد برتری اطلاعاتی در زمینه امور دفاعی	a۱: بدبینانه	(مرکز آینده‌پژوهی و فناوری دفاعی، ۱۳۸۸)	ایجاد برتری اطلاعاتی	۱۰
ایجاد برتری نسبی اطلاعاتی در زمینه امور دفاعی	a۲: روند عادی			
ایجاد برتری اطلاعاتی در زمینه امور دفاعی	a۳: خوش‌بینانه			
ایجاد برتری کامل اطلاعاتی در زمینه امور دفاعی	a۴: روند ایده‌آل			
عدم تأثیر بر روند تحقیق و توسعه صنایع دفاعی	a۱: بدبینانه	(خزایی، ۱۳۸۴)	تأثیر بر روند تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی	۱۱
تا حدودی مؤثر بر روند تحقیق و توسعه صنایع دفاعی	a۲: روند عادی			
مؤثر بر روند تحقیق و توسعه صنایع دفاعی	a۳: خوش‌بینانه			





امتیاز هر فناوری بر اساس بیشترین امتیازی که قابل به دست آمدن است (به روش تعیین محتمل ترین احتمال ممکن درباره فناوری در حال بررسی و تخصیص امتیاز مربوطه)، از طریق رابطه زیر نیز قابل محاسبه می باشد: (حیدری و دیوان سالار، ۱۳۸۹).

$$Score\ for\ Technology\ No.\ m = \sum_{i=1}^n a_{mi}$$

در مرحله بعد به منظور تعیین میزان ارجحیت معیارهای مختلف (عوامل کلیدی)، ماتریس مربعی به ابعاد معیارهای مسئله (در اینجا ماتریس ۱۱×۱۱) تشکیل می شود که امتیاز ارجحیت معیارها در آن ثبت و نتایج حاصله به روش AHP (بر مبنای درجات ارجحیت تساوی، کمی ارجح، ارجح و خیلی ارجح) محاسبه می شود. مقادیر ذکر شده در ماتریس، از اطلاعات حاصل از نظرسنجی انجام شده از پانل خبرگان پژوهش به دست آمده که پس از تجمیع و محاسبه، در محل های مربوطه درج گردیده اند.

جدول ۳: محاسبه درجه ارجحیت عوامل کلیدی نسبت به یکدیگر جهت تعیین اولویت ها

عوامل کلیدی	اهداف	منابع	نوآوری	سازگاری درونی	شرایط محیطی	دفاع نامتقارن	شرایط بحرانی	دانش	انعطاف پذیری	برتری اطلاعاتی	تحقیق و توسعه
اهداف	۱	$\frac{۱۰}{۹}$	$\frac{۱۰}{۲}$	$\frac{۱۰}{۷}$	$\frac{۱۰}{۷}$	$\frac{۱۰}{۶}$	$\frac{۱۰}{۸}$	۱۰	$\frac{۱۰}{۴}$	۲	$\frac{۱۰}{۳}$
منابع	$\frac{۹}{۱۰}$	۱	$\frac{۹}{۲}$	$\frac{۹}{۷}$	$\frac{۹}{۷}$	$\frac{۹}{۶}$	$\frac{۹}{۸}$	۹	$\frac{۹}{۴}$	$\frac{۹}{۵}$	$\frac{۹}{۳}$
نوآوری	$\frac{۲}{۱۰}$	$\frac{۲}{۹}$	۱	$\frac{۲}{۷}$	$\frac{۲}{۷}$	$\frac{۲}{۶}$	$\frac{۲}{۸}$	۲	$\frac{۲}{۴}$	$\frac{۲}{۵}$	$\frac{۲}{۳}$
سازگاری درونی	$\frac{۷}{۱۰}$	$\frac{۷}{۹}$	$\frac{۷}{۲}$	۱	۱	$\frac{۷}{۶}$	$\frac{۷}{۸}$	۷	$\frac{۷}{۴}$	$\frac{۷}{۵}$	$\frac{۷}{۳}$
شرایط محیطی	$\frac{۷}{۱۰}$	$\frac{۷}{۹}$	$\frac{۷}{۲}$	۱	۱	$\frac{۷}{۶}$	$\frac{۷}{۸}$	۷	$\frac{۷}{۴}$	$\frac{۷}{۵}$	$\frac{۷}{۳}$
دفاع نامتقارن	$\frac{۶}{۱۰}$	$\frac{۶}{۹}$	۳	$\frac{۶}{۷}$	$\frac{۶}{۷}$	۱	$\frac{۶}{۸}$	۶	$\frac{۶}{۴}$	$\frac{۶}{۵}$	۲
شرایط بحرانی	$\frac{۸}{۱۰}$	$\frac{۸}{۹}$	۴	$\frac{۸}{۷}$	$\frac{۸}{۷}$	$\frac{۸}{۶}$	۱	۸	۲	$\frac{۸}{۵}$	$\frac{۸}{۳}$
دانش	۱۰	۹	۲	۷	۷	۶	۸	۱	۴	۵	۳

تحقیق و توسعه	برتری اطلاعاتی	انعطاف پذیری	دانش	شرایط بحرانی	دفاع نامتقارن	شرایط محیطی	سازگاری درونی	نوآوری	منابع	اهداف	عوامل کلیدی
$\frac{4}{3}$	$\frac{4}{5}$	۱	۴	۲	$\frac{4}{6}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{4}{7}$	۲	$\frac{4}{9}$	$\frac{4}{10}$	انعطاف‌پذیری
$\frac{5}{3}$	۱	$\frac{5}{4}$	۵	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{5}{7}$	$\frac{5}{7}$	$\frac{5}{2}$	$\frac{5}{9}$	$\frac{5}{10}$	برتری اطلاعاتی
۱	$\frac{2}{5}$	$\frac{2}{4}$	۳	$\frac{2}{8}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{2}{7}$	$\frac{2}{7}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{2}{10}$	تحقیق و توسعه

جدول فوق ارجحیت عوامل کلیدی و شاخص‌ها را نسبت به یکدیگر مورد سنجش قرار داده که قطر اصلی (بردار ویژه) ماتریس، نشان‌دهنده ضریب ارجحیت هر معیار نسبت به خودش بوده و برابر ۱/۰ می‌باشد که بدین معناست که ارجحیت هر معیار نسبت به خودش برابر ۱ است (ارجحیت: تساوی) همچنین مثلث بالایی و پایینی این ماتریس عکس یکدیگر می‌باشند. مثلاً عامل کلیدی ۵ (سازگاری با شرایط محیطی) نسبت به عامل کلیدی ۹ (انعطاف‌پذیری) ارجحیت مشخصی دارد و لذا در سطر ۵، ستون ۹، عدد  $\frac{7}{4}$  و در سطر ۹، ستون ۵، عدد  $\frac{4}{7}$  قرار داده شده است. در مرحله بعد، از طریق تجمیع و محاسبه امتیازات ذکر شده در جدول فوق، ضریب اهمیت و ارجحیت عوامل کلیدی به شرح ذکر شده در جدول ذیل تعیین گردیده است.

جدول ۴: ضریب اهمیت و ارجحیت عوامل کلیدی مؤثر بر پیش‌بینی فناوری دفاعی نسبت به یکدیگر

تحقیق و توسعه	برتری اطلاعاتی	انعطاف‌پذیری	دانش	شرایط بحرانی	دفاع نامتقارن	شرایط محیطی	سازگاری درونی	نوآوری	منابع	اهداف	عامل کلیدی
۰,۵۸۹	۰,۶۳۱	۰,۶۰۲	۰,۵۱۲	۰,۸۳۱	۰,۷۰۶	۰,۷۹۲	۰,۷۹۲	۰,۵۴۱	۰,۹۱۱	۰,۹۴۷	اولویت عامل کلیدی

در نهایت بر اساس بررسی ارجحیت معیارها (عوامل کلیدی) و اختصاص امتیاز محتمل‌ترین احتمال به فناوری‌های دفاعی در حال ارزیابی، امتیاز نهایی هر فناوری که نشان‌دهنده درجه حیاتی بودن و ضرورت استفاده یا توسعه آن است، از طریق رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد. در رابطه ذکر شده، توان هر عامل کلیدی نشان‌دهنده درجه ارجحیت، اولویت و اهمیت عامل می‌باشد و اعدادی که در زمان پیش‌بینی و ارزیابی هر فناوری، جایگزین اسامی عوامل کلیدی

می‌شوند، از امتیاز مربوط به تحلیل احتمالات آینده درباره هر فناوری (جدول ۱ و رابطه ریاضی مربوط به آن) به دست می‌آیند.

$$\frac{۸۳۱}{۷۰۶} \times \frac{۷۹۲}{۷۹۲} (\text{دفاع نامتقارن}) \times \frac{۷۹۲}{۷۹۲} (\text{محیط}) \times \frac{۷۹۲}{۷۹۲} (\text{سازگاری}) \times \frac{۵۴۱}{۵۴۱} (\text{نوآوری}) \times \frac{۹۱۱}{۹۱۱} (\text{منابع}) \times \frac{۹۴۷}{۹۴۷} (\text{اهداف}) \\ \frac{۵۸۹}{۶۳۱} (\text{تحقیق و توسعه}) \times \frac{۶۳۱}{۶۳۱} (\text{برتری اطلاعاتی}) \times \frac{۶۰۲}{۶۰۲} (\text{انعطاف پذیری}) \times \frac{۵۱۲}{۵۱۲} (\text{دانش}) \times$$

## بحث و نتیجه‌گیری

۱- نوآوری و وجه تمایز این پژوهش نسبت به سایر تحقیقات انجام شده در زمینه پیش‌بینی فناوری‌های دفاعی، تعیین دقیق وزن و میزان اثرگذاری شاخص‌ها و عوامل کلیدی بر الگوی ارزیابی فناوری‌های دفاعی و تبیین روش به‌کارگیری الگوی معرفی شده، از طریق محاسبات مربوط به تحلیل احتمالات آینده هر فناوری از جهت بهره‌مندی از شاخص‌ها می‌باشد که اندازه (ضریب) اثرگذاری هر یک از عوامل کلیدی، نشان‌دهنده میزان تأثیر آن بر تصمیم‌گیری‌های راهبردی درباره به‌کارگیری فناوری‌های دفاعی می‌باشد؛

۲- مجموعه عوامل میزان تأثیرگذاری فناوری در پیشبرد اهداف دفاعی، تناسب با توانمندی‌ها و منابع موجود، نوآوری به کار گرفته شده در فناوری، سازگاری با سایر اجزای سیستم دفاعی، تناسب با شرایط محیطی سیستم دفاعی، میزان اثرگذاری فناوری در دفاع نامتقارن، تناسب با شرایط بحرانی احتمالی، رویکرد دانش‌محور، ایجاد انعطاف‌پذیری و سرعت در شرایط چالش‌برانگیز، ایجاد برتری اطلاعاتی و میزان تأثیرگذاری بر روند تحقیق و توسعه صنایع دفاعی از جمله شاخص‌های الگوی ارائه شده جهت پیش‌بینی و ارزیابی فناوری‌های دفاعی می‌باشند که ضریب اثرگذاری شاخص‌ها با توجه به میزان اهمیت و تأثیر آنها بر الگوی پیش‌بینی، متفاوت است؛

۳- از میان سایر عوامل تأثیرگذار بر الگوی پیش‌بینی فناوری‌های دفاعی، میزان تأثیر فناوری بر پیشبرد اهداف دفاعی (۰/۹۴۷) و تناسب فناوری مورد استفاده با توانمندی‌ها و منابع موجود (۰/۹۱۱)، به ترتیب دارای بیشترین وزن و درجه اهمیت می‌باشند که این امر نشان‌دهنده این واقعیت است که در صورت اثرگذاری اندک فناوری بر دستیابی به اهداف راهبردی دفاعی و یا عدم وجود سازگاری میان فناوری مورد استفاده با امکانات و منابع موجود،

امکان به‌کارگیری و بهره‌برداری از فناوری در حال بررسی، حتی در صورت بالا بودن امتیاز مربوط به بهره‌مندی از سایر عوامل کلیدی، به شدت تقلیل می‌یابد؛

۴- سایر عوامل تناسب با شرایط بحرانی احتمالی (۰/۸۳۱)، سازگاری با سایر اجزای سیستم دفاعی (۰/۷۹۲)، تناسب با شرایط محیطی سیستم دفاعی (۰/۷۹۲)، میزان اثرگذاری فناوری در دفاع نامتقارن (۰/۷۰۶)، ایجاد برتری اطلاعاتی (۰/۶۳۱)، ایجاد انعطاف‌پذیری و سرعت در شرایط چالش‌برانگیز (۰/۶۰۲)، میزان تأثیرگذاری بر روند تحقیق و توسعه صنایع دفاعی (۰/۵۸۹)، نوآوری به کار گرفته شده در فناوری (۰/۵۴۱) و رویکرد دانش‌محور (۰/۵۱۲)، به ترتیب و با فاصله‌ای کم، دارای بیشترین ضریب اثرگذاری بر الگوی پیش‌بینی فناوری‌های مؤثر دفاعی می‌باشند که با در نظر گرفتن احتمالات مربوط به هر عامل کلیدی و مشخص نمودن محتمل‌ترین احتمال درباره آینده فناوری‌های دفاعی در حال بررسی، می‌توان نسبت به امتیازدهی و تعیین فناوری‌های دفاعی کارا و اثربخشی که در راستای اجرای راهبردهای دفاعی تعیین شده می‌باشند، اقدام نمود.

### پیشنهادها

تفکر تصمیم‌سازان یک سازمان معمولاً نتیجه دیدگاه پذیرفته‌شده‌ای نسبت به آینده است که آینده مرسوم نامیده می‌شود. آینده مرسوم دیدگاهی است که در اعضای سازمان نسبت به مسیر حوادث گذشته، حال و آینده به وجود آمده و به سادگی قابل تغییر نیست. برنامه‌ریزی بر پایه تحلیل احتمالات روشی برای به چالش کشیدن آینده مرسوم از طریق ایجاد آینده‌های متعدد و بدیل به صورت مشروح و با جزییات کامل است. حتی اگر هیچ‌کدام از احتمالات نوشته شده برای سازمان به واقعیت نپیوندند، این نوع برنامه‌ریزی مشوق تمرکز راهبردی بر ریسک‌های پیش روی سازمان در محیط متغیر اقتصادی، سیاسی، امنیتی یا فناورانه مختص به خود است. لذا با توجه به نتایج به دست آمده، پیشنهادهای زیر مطرح می‌گردد:

۱- الگوی ارائه شده می‌تواند اهداف صنعت و یا سازمان دفاعی را به صورتی مستقیم، در پیش‌بینی فناوری‌های مؤثر در صنعت دفاعی دخیل نموده و بدین ترتیب می‌توان لیست فناوری‌های حیاتی و در حقیقت اولویت‌بندی در سرمایه‌گذاری بر روی فناوری‌های دفاعی را به دست آورد؛

۲- الگوی معرفی شده، ملاکی جهت ارزیابی موقعیت آینده فناوری‌های دفاعی در حال

بررسی، ایجاد می‌نماید. لذا این ابزار روند کارایی و اثربخشی آینده هر فناوری را نمایان می‌سازد و با بهره‌گیری از آن، مدیران و برنامه‌ریزان فناوری‌های دفاعی از نقاط قوت و ضعف فناوری‌ها آگاهی می‌یابند. آگاهی ایجاد شده، تصمیم‌گیری‌ها درباره اجرای برنامه‌های راهبردی را هدایت نموده و زمینه‌ساز تصمیم‌گیری درباره قوت بخشیدن به استفاده از برخی فناوری‌ها و یا عدم به‌کارگیری برخی فناوری‌های دیگر می‌شود. در واقع اشراف و آگاهی ایجاد شده نقطه شروع تفکر راهبردی درباره فناوری‌های دفاعی بوده و موجبات برنامه‌ریزی به منظور دستیابی به اهداف را فراهم می‌آورد؛

۳- توجه به ضریب تأثیرگذاری شاخص‌ها و عوامل کلیدی، از جهت انجام فرایند ارزیابی و ممیزی درباره فناوری‌هایی که شرایط الزام‌آور اولیه جهت استفاده و به‌کارگیری را دارا می‌باشند (عواملی که دارای بالاترین ضرایب تأثیرگذاری می‌باشند)، ضرورت دارد؛

۴- در زمینه وجود الگوی جامع و مؤثر پیش‌بینی فناوری دفاعی از جهت تناسب با نیازها و موقعیت‌های احتمالی آینده، نیاز به کارشناسی گسترده و دقیق می‌باشد، لذا تشکیل تیم‌های ترکیبی مطلع از تخصص‌های مختلف، به منظور پژوهش و به‌روز نمودن مستمر الگوی پیش‌بینی و به‌کارگیری فناوری دفاعی، از الزامات رشد و توسعه فرایند پیش‌بینی فناوری در صنایع دفاعی می‌باشد؛

۵- بر اساس اینکه اتخاذ راهبردهای دفاعی مبنا و معیاری جهت پیش‌بینی و به‌کارگیری فناوری‌های اثربخش دفاعی ایجاد می‌نمایند، تبعیت فرایند پیش‌بینی فناوری‌ها از راهبردهای دفاعی تعیین شده الزامی می‌باشد. لذا ضرورت دارد، میزان انطباق خط‌مشی‌های کلی و شیوه پیش‌بینی و به‌کارگیری فناوری‌های دفاعی با راهبردهای دفاعی تدوین شده، به صورت مستمر مورد ارزیابی قرار گرفته و ضمن تحلیل انحرافات موجود در این زمینه، نسبت به انجام اصلاحات لازم اقدام گردد؛

۶- عدم تطبیق جزئی روش اجرای فرایندهای پیش‌بینی و به‌کارگیری فناوری‌های دفاعی با راهبردهای دفاعی تعیین شده، موجب ایجاد تغییرات موردی و مقطعی در روش‌ها و دستورالعمل‌های پیش‌بینی فناوری دفاعی و عدم تطبیق ساختاری، تغییرات بنیادی را ضروری می‌سازد. لذا ضمن بررسی میزان تطابق سیستم پیش‌بینی فناوری دفاعی با راهبردهای دفاعی موجود، تعیین سطح و اندازه اصلاحات نیز ضروری می‌باشد؛

۷- با توجه به نتایج و یافته‌های حاصل از پژوهش و ضرورت پیش‌بینی جامع و دقیق فناوری‌های دفاعی، ضرورت دارد در مجموعه صنایع دفاعی، سازمان‌دهی مشخصی در زمینه پیش‌بینی و کارشناسی فناوری‌های دفاعی از جهت هم‌راستا بودن با سیاست‌های کلان دفاعی و شرایط و تحولات آینده، فعالیت نموده و اقدام به ارائه مشاوره و راهکارها به مدیران برنامه‌ریزان نماید؛

۸- پیشنهاد می‌گردد بخش‌های تخصصی حوزه فناوری‌های دفاعی علاوه بر کار تخصصی مربوطه، نسبت به تحلیل شرایط آینده مربوط به مسائل مرتبط با فناوری‌های مورد استفاده، اقدام نموده و نتایج حاصله را به منظور بهره‌برداری و به‌روز نمودن الگوی جامع پیش‌بینی و به‌کارگیری فناوری دفاعی، به مدیران و برنامه‌ریزان گزارش نمایند.

## فهرست منابع

- احمدی، فضل اله و نصیریانی، خدیجه (۱۳۸۷). تکنیک دلفی ابزاری در تحقیق. *مجله ایرانی آموزش در علوم پزشکی*، ۸، ۱۱۴-۱۳۵.
- استروالدر، بوم (۱۳۹۱). *طراحی مدل کسب و کار* (ترجمه غلامرضا توکلی). تهران: انتشارات آریانا.
- اسلاتر، ریچارد (۱۳۸۶). *دانش واژه آینده‌پژوهی* (ترجمه مرکز آینده‌پژوهی صنایع دفاع). تهران: انتشارات مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاع.
- اسلاتر، ریچارد (۱۳۸۶). *نواندیشی برای هزاره نوین* (ترجمه مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی استراتژیک). تهران: انتشارات مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاع.
- امور مطالعات و برنامه‌ریزی استراتژیک ساپکو (۱۳۹۰). برنامه‌ریزی جهت صنعت خودرو ایران از طریق تحلیل احتمالات با محوریت ایران خودرو و ساپکو. *ماهنامه صنعت خودرو*، ۱۵۹، ۵۱-۷۹.
- باقری، کامران (۱۳۸۰). *ضرورت پیش‌بینی تکنولوژی در تقویت امنیت ملی*. همایش ایران در قرن ۲۱، دانشگاه تهران.
- براون، ارنست (۱۳۸۷). *ارزیابی و پیش‌بینی فناوری* (ترجمه علیرضا بوشهری). تهران: انتشارات کرانه علم.
- بنیاد توسعه فردا (۱۳۸۴). *روش‌های آینده‌نگاری تکنولوژی*. تهران: انتشارات گروه آینده‌اندیشی.
- بهرامی، محسن (۱۳۷۵). *سیاست‌گذاری برای توسعه فناوری و اولویت‌بندی تحقیقات*. *فصلنامه رهافت*، ۱۲، ۶۲-۸۶.

- بهرامی، محسن (۱۳۸۷). شناسایی و پیش‌بینی تکنولوژی‌های آینده. تهران: نشر خضرا.
- پایا، علی (۱۳۸۳). آینده‌اندیشی، هست‌ها و باید‌ها. تهران: انتشارات مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاع.
- حیدری، ابراهیم، و دیوان سالار، علی (۱۳۸۹). برنامه‌ریزی بر مبنای تحلیل احتمالات، ابزار ارزیابی استراتژی‌ها؛ مطالعه موردی: استراتژی‌های توسعه نانو تکنولوژی ایران. تهران: انتشارات مرکز پژوهش‌های راهبردی.
- خزائی، سعید (۱۳۸۴). دیده‌بانی مبانی و مفاهیم. تهران: انتشارات مرکز آینده‌پژوهی.
- دیوید، فرد. آر (۱۳۸۵). مدیریت استراتژیک (ترجمه سید محمد اعرابی و علی پارسائیان). تهران: انتشارات دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
- سرمد، زهره، بازرگان، عباس و حجازی، الهه (۱۳۸۴). روش‌های تحقیق در علوم رفتاری (چاپ دهم). تهران: نشر آگاه.
- مرکز آینده‌پژوهی و فناوری دفاعی (۱۳۸۷). روندهای راهبردی جهانی مؤثر بر دفاع و صنایع هوایی. تهران: انتشارات مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاع.
- منزوی، مسعود (۱۳۸۸). سناریونویسی و رویکردهای متفاوت آن. تهران: انتشارات مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاع.
- نوازشریف، محمد (۱۳۸۱). مدیریت انتقال تکنولوژی و توسعه. تهران: انتشارات سازمان برنامه و بودجه.
- نیلی، مسعود و همکاران (۱۳۸۳). استراتژی توسعه صنعتی کشور، جهت‌گیری‌های فناوری. قابل دسترسی در سایت اینترنتی [www.sid.ir](http://www.sid.ir)
- Assan, S. S., & Umut, A. (2007). *Technological Forecasting and Social Change*. Representative Office.
- Bishopp, J., & King, W. (1996). *Vision-Driven Change in Higher Education: A National Visioning Project*. New York: Harper & Row.
- Decker, S. (2004). *Technology Assessment, Methods and Impacts*. Action Research And Process Management.
- Eijhoven, J. (2007). *Technological Assessment, Product or Process*. UK Sage.
- Gavigan, P. J., & Fabiana, S. (2007). *Matching Methods to the Mission*. Greenwich: Jai Press.
- Keenan, M. (2003). *Technology Foresight: An Introduction, Technology Foresight for Organizers*. McGraw- Hill.
- Langlands, R. L., Jorm A. F., Kelly, C. M., & Kitchener, B. A. (2012). *First aid for depression: a Delphi consensus study with consumers*. New York Plum.
- Lindgren, M. (2003). *Scenario Planning the Link Between Future and Strategy*.



Harvard Business School Press.

Ringland, G. (1997). *Scenario Planning: Managing for the Future*. Strategic Change Institute.

Twiss, B. C. (1998). *Forecasting for Technologists and engineers*. New Bury Park Sage.

Vittorio Chiesa (2001). *R&D Strategy and Organization, Managing Technical Change in Dynamic Contexts*. Greenwich: Jai Press.

