

## تحلیل اهمیت-عملکرد و کاربرد روش‌های پیش‌بینی و آینده‌پژوهی در تصمیم‌گیری محیط‌های عملیات مشترک و مرکب

محمدتقی پرتوی<sup>۱\*</sup>

محمدرضا مهرگان<sup>۲</sup>

مجید رشیدی<sup>۳</sup>

محمدرضا خراشادی‌زاده<sup>۴</sup>

### چکیده

در گذشته بیشتر عملیات‌های نظامی بر اساس برآوردهای اطلاعاتی، نیروی انسانی، لجستیکی و سایر برآوردها و طرح‌های عملیاتی طرح‌ریزی و اجرا می‌گردیدند ولی به‌مرور زمان با گسترش عملیات‌های مشترک و حتی مرکب روش‌های پیش‌بینی، طرح‌ریزی و تصمیم‌گیری نیز متنوع‌تر شده و توسعه یافتند. در این مقاله کاربرد روش‌های پیش‌بینی و آینده‌پژوهی مورد توجه قرار گرفته و روش‌های متنوع مورد استفاده شناسایی، معرفی گردیدند. با مرور کاربرد این روش‌ها در مقالات علمی ۱۰ سال اخیر و نظرات صاحب‌نظران مشخص گردید که روند استفاده از روش‌های پیش‌بینی و آینده‌پژوهانه رو به افزایش است. بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با صاحب‌نظران و متخصصین روش‌های پیش‌بینی و آینده‌پژوهی در دو گروه روش‌های کمی و کیفی (۹۸ روش اولیه) شناسایی گردیدند و با استفاده از روش PCA تعداد ۶۴ روش استخراج و با روش تحلیل اهمیت-عملکرد (IPA) وضعیت کاربرد این روش‌ها در تصمیم‌گیری محیط‌های مشترک و مرکب محاسبه شد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که از گروه روش‌های کمی؛ روش‌های تخمین حداکثر احتمال، مدل‌سازی رایانه، شبیه‌سازی، میانگین متحرک خودهمبسته، روش‌های غیرخطی پیش‌بینی، خودهمبسته، بردار خودهمبسته بدون محدودیت، الگوریتم ژنتیک و تحلیل روند و از گروه روش‌های کیفی نیز روش‌های تحلیل میک‌مک، دیده‌بانی آینده، رویه‌های آینده‌پژوهی مشارکتی، روش‌های گروه-مؤلفه، چشم‌انداز‌سازی، بازی جنگ و تحلیل مؤلفه اصلی از اهمیت بالاتری برخوردار هستند. همچنین در پایان با توجه به لزوم آشنایی تصمیم‌گیران محیط‌های عملیاتی مشترک و مرکب پیشنهادهایی برای بهبود استفاده از این روش‌ها ارائه شده است.

### واژه‌های کلیدی:

روش‌های پیش‌بینی، روش‌های آینده‌پژوهی، عملیات مشترک و مرکب، تحلیل اهمیت-عملکرد.

۱. دکتری تحقیق در عملیات دانشگاه تهران و عضو هیئت علمی دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا

۲. استاد گروه مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

۳. کارشناسی ارشد مدیریت دفاعی دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا

۴. دانشیار ریاضی دانشگاه عالی دفاع ملی

\* نویسنده مسئول:

## مقدمه

مأموریت ذاتی نیروهای مسلح و به‌ویژه ارتش در سراسر جهان، کسب آمادگی برای شرایطی است که قطعیت در آن وجود ندارد و نیروهای نظامی همواره با استفاده از برآوردهای مختلف برای رویدادهای احتمالی در آینده آماده می‌شوند. در تهیه برآوردهای نظامی پیش‌بینی همه رویدادهای ممکن (محتمل و نامحتمل) بسیار دشوار است و جستجوی بی‌پایان خواهد بود (وندل بل، ترجمه: تقوی و محقق، ۱۳۹۸: ۲۰). آنچه به برآوردکنندگان کمک می‌کند انتخاب ابزار، شیوه و روش مناسب برآورد خواهد بود.

در چند دهه گذشته روش‌های علمی متعددی در حوزه صنعت، هواشناسی، اقتصاد، فنی و امور نظامی برای تخمین، برآورد و پیش‌بینی ابداع و ارائه شده‌اند، روش‌های آینده‌پژوهی نیز امکان جدیدی را برای دستیابی به تفکری نظام‌یافته و صریح در مورد آینده‌های بدیل فراهم نموده است (پدارم و بهاری، ۱۳۹۱: ۸).

آینده‌پژوهی به‌عنوان یک علم مستقل می‌تواند در خدمت حوزه‌های مختلف باشد ولی آینده‌پژوهی با رویکرد روش‌شناسی برای پیش‌بینی‌های عمل‌گرایانه متغیرهای تصمیم، تحلیل روندها و اتخاذ بهترین راه‌کار و تصمیم در حوزه‌های نظامی کاربرد وسیعی یافته است به‌گونه‌ای که در چند سال اخیر دانشگاه‌های متعدد اقدام به آموزش در این رشته به‌صورت مستقل نموده و در جهان نشریات علمی متعددی در این حوزه فعال شده‌اند، در ایران نیز نشریات علمی متعددی همچون آینده‌پژوهی در مدیریت، آینده‌پژوهی ایران، آینده‌پژوهی دفاعی بر بسط و گستره این رشته و بهره‌گیری از متخصصان این حوزه برای یافتن پاسخ سؤالات خود بهره می‌برند.

عملیات نظامی و تصمیم‌گیری در این محیط عمدتاً مبتنی بر برآوردها و پیش‌بینی‌ها صورت می‌گیرد. عملیات نظامی که به‌صورت مستقل توسط یک نیرو در سطح تاکتیکی انجام می‌شود به دلیل ساخت‌یافته یا نیمه ساخت‌یافته بودن تصمیم‌های عمدتاً به‌راحتی قابل مدل‌سازی است و با توجه محدود بودن تعداد تصمیم‌سازان و تصمیم‌گیران فرآیند مشخص‌تری دارد ولی تصمیم‌گیری در محیط عملیات مشترک و مرکب که توسط نیروهای مختلف از یک کشور یا حتی چند کشور انجام می‌گیرد، دارای فرایند پیچیده‌تری است لذا استفاده از روش‌شناسی مناسب در این محیط اهمیت ویژه‌ای دارد.

با توجه به کاهش ارتباط بخش‌های نظامی کشورمان با سایر کشورهای توسعه‌یافته به دلایل تحریم و غیره، امکان بهره‌مندی از سایر بخش‌های صنعت به‌منظور الگوبرداری جهت ارائه مدل‌های نوین تصمیم‌گیری فرماندهان نیروهای نظامی یک راه‌کار مناسب خواهد بود، تحقیق

حاضر برای شناسایی، معرفی و توسعه روش‌های تصمیم‌گیری محیط‌های عملیاتی به‌ویژه عملیات‌های مشترک و مرکب انجام شده است. مطالعات مختلفی تا به امروز در خصوص روش‌های تصمیم‌گیری در سطح راه‌کنشی (تاکتیکی)، عملیاتی و راهبردی به‌صورت مجزا از هم برای محیط عملیاتی زمینی، هوایی، پدافند هوایی یا دریایی ارائه شده، اما تاکنون به‌ندرت روش‌های تصمیم‌گیری برای محیط مشترک به‌ویژه برای سطح عملیاتی ارائه شده است. لذا هدف جامع‌تری از انجام این پژوهش شناسایی، بازتعریف، طبقه‌بندی و معرفی حوزه‌های قابل الگوبرداری روش‌های جدید (مرزهای دانش) تصمیم‌گیری و پژوهش عملیاتی صنعتی و تجاری در حوزه‌های تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری نظامی می‌باشد.

لذا این پژوهش به‌منظور احیاء روش‌های آینده‌پژوهی قابل‌استفاده در محیط عملیات مشترک و پاسخ به این سؤال صورت گرفته است که: مناسب‌ترین روش‌ها و روش‌های آینده‌پژوهی که می‌تواند در محیط عملیات مشترک و مرکب مورد استفاده قرار گیرد کدام‌اند؟ و در حال حاضر به‌منظور آموزش تصمیم‌سازان فعلی و آتی برای تصمیم‌گیری در این محیط تمرکز بر آموزش کدام روش‌ها توصیه می‌گردد؟ برای پاسخ به سؤال مذکور از مبانی نظری مختلف بهره گرفته شده است.

### مبانی نظری و پیشینه‌های پژوهش

در این مقاله با توجه به موضوع پژوهش مفاهیم اصلی پژوهش شامل پیش‌بینی، آینده‌پژوهی، عملیات مشترک در این بخش به‌اختصار تبیین شده و در ادامه مطابق جدول (۱) مروری بر انواع روش‌های مورد استفاده در پیش‌بینی و آینده‌پژوهی (کمی و کیفی) که در منابع و مقاله‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته و نیز می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های عملیات مشترک و مرکب مورد استفاده قرار گیرند ارائه شده است.

#### ۱- پیش‌بینی

تعاریف علمی متعدد و روش‌های متعددی در حوزه‌های گوناگون برای پیش‌بینی انجام شده است. اما در همه آن‌ها پیش‌بینی به رویدادهای آینده لزوماً نامشخص مرتبط می‌باشد، وقتی اطلاعات دقیق در مورد آینده در بسیاری موارد غیرممکن است، اما پیش‌بینی می‌تواند برای کمک به برنامه‌ریزی مفید باشد (Lewis-Beck, 2005: 150). در حوزه‌های دفاعی و نظامی پیش‌بینی اولین شرط برای فرماندهان نظامی برای مقابله با غافلگیری به حساب می‌آید.

## ۲- آینده‌پژوهی

آینده‌پژوهی، فرآیندی نظام‌مند برای نگاه به آینده بلندمدت علم، فناوری، محیط‌زیست، اقتصاد و اجتماع می‌باشد که با هدف شناسایی فناوری‌های عام، نوظهور و تقویت حوزه‌های تحقیقات راهبردی است که احتمالاً بیشترین منافع اقتصادی و اجتماعی را به همراه دارند. در حقیقت می‌توان گفت آینده‌پژوهی، فرآیندی نظام‌مند، مشارکتی و گردآورنده ادراک‌های آینده است که چشم‌اندازی میان‌مدت تا بلندمدت را با هدف اتخاذ تصمیم‌های روزآمد و بسیج اقدام‌های مشترک بنا می‌سازد (Sardar, 2010: 178). لوک معتقد است آینده‌پژوهی ابزاری نظام‌مند برای ارزیابی آن دسته از توسعه‌های علمی و فناوری است که می‌توانند آثار بسیار شدیدی بر رقابت صنعتی، خلق ثروت و کیفیت زندگی داشته باشند (Georghiou, Halfpenny, 1996: 663).

## ۳- عملیات مشترک و مرکب

عملیات مشترک شامل عملیاتی است که دو نیرو یا بیش از دو نیروی عمده از نیروهای مسلح دو یا چند کشور (یا گروه سیاسی) با هدفی خاص و تحت فرماندهی یگانه، اجرا می‌شود. با توجه به ماهیت جنگ، عملیات مشترک را می‌توان به اقدامات نظامی غیر از هنگام جنگ و عملیات مشترک در ضمن جنگ تقسیم‌بندی نمود (پرتوی و کرمانی، ۱۳۹۸: ۸).

عملیات مشترک در ضمن جنگ را می‌توان به چهار گروه زیر تقسیم‌بندی کرد.

- به لحاظ نوع عملیات که عملیات مشترک می‌تواند آفندی یا پدافندی باشد.
- به لحاظ نوع نیروهایی که در عملیات شرکت می‌کنند که می‌تواند عملیات مشترک زمینی- دریایی، زمینی- هوایی یا زمینی- دریایی- هوایی باشد.
- به لحاظ وسایل نبرد که عملیات می‌تواند مکانیزه یا اطلاعاتی باشد.
- به لحاظ وسعت عملیات که می‌تواند در سطح راهبردی، نبرد یا در سطح راهکنشی باشد (پرتوی و کرمانی، ۱۳۹۸: ۹).

## ۴- روش‌های پیش‌بینی و آینده‌پژوهی

طیف گسترده‌ای از روش‌های آینده‌پژوهی و روش‌های مرسوم کمی و کیفی برای شناسایی متغیرهای کلیدی و نیروهای پیشران در آینده‌پژوهی وجود دارد، اگر این روش‌ها را دسته‌بندی کنیم از پیش‌بینی‌های عملگرایانه یک متغیر بر پایه‌ی دیگر متغیرها بر اساس فرمولهای ریاضی و آماری تا روش‌های کاملاً کیفی را در بر می‌گیرند که در یک سر این طیف روش‌هایی قرار می‌گیرند که با زبانی بسیار تخصصی و ریاضی بیان شده‌اند و در سر دیگر آن روش‌های که با زبان

ساده، معمولی و عامه پسند قرار دارند (وندل بل، ترجمه: تقوی و محقق، ۱۳۹۸: ۴۳۱).

### جدول (۱) ادبیات پژوهش «مرور اجمالی روش‌ها و ابزارهای پیش‌بینی و آینده‌پژوهی»

عنوان روش پیش‌بینی و آینده‌پژوهی	سال ارائه / ابداع	توسعه‌دهنده / منبع	مفهوم و کاربرد کلی روش / ابزار
خودهمبسته (خودکاهنده) <sup>۱</sup>	دهه ۱۹۳۰	پاول ساموئلسون	از اولین روش‌های است که بر اساس فرایند تصادفی برای مدل‌سازی و پیش‌بینی انواع مختلفی از پدیده‌های طبیعی و اجتماعی به‌کار می‌رود (Vlcek, 2014)
بردار خودهمبسته <sup>۲</sup>	۱۹۷۰	جنکینز	وابستگی خطی میان چند سری زمانی را نشان می‌دهد و برای مدل‌سازی وابستگی میان بیش از یک سری زمانی، آینده یک سری زمانی با استفاده از گذشته خود و دیگر سری‌ها در چندین تأخیر زمانی تخمین زده می‌شود (Laura Cavalcante, 2017)
بردار خودهمبسته بدون محدودیت <sup>۳</sup>	۱۹۹۴	ماریوس اومز	هدف اصلی این روش کشف روابط معنی‌دار و شتاب- تأخیر خطی بین متغیرها بدون استفاده از اطلاعات قبلی است، بنابراین بخش عمده‌ای از اطلاعات باید از داده‌ها استخراج شود (Ooms, 1994)
مدل میانگین متحرک <sup>۴</sup>	۱۹۰۹	جی یو یولی	در تحلیل سری‌های زمانی، این روش یک رویکرد رایج برای مدل‌سازی سری‌های زمانی تک‌متغیره و پیش‌بینی بر اساس میانگین گذشته متغیر است (Rawaa Dawoud Al-Dabbagh, 2012)
بردار خودهمبسته شبه بیزی <sup>۵</sup>	۲۰۱۵	گئورگیوس سیوتاس	این مدل با استفاده از نوعی از عدم قطعیت در تخمین و پیش‌بینی بهتر از میانگین متحرک پدیده‌ها پیش‌بینی می‌کند (Tsiotas, 2015, p. 26)
مدل برون‌زاد خودهمبسته غیرخطی <sup>۶</sup>	۲۰۱۷	آنتونیو ویبو	این مدل غیرخطی کاربردش در زمانی است که مدل دارای ورودی‌های برون‌زا است. یعنی مدل بر اساس هم مقادیر گذشته و هم بر اساس مقادیر حال و پیش‌ران‌های آن در گذشته برای پیش‌بینی آینده بکار می‌رود. دقت مدل بر مبنای پیش‌بینی حال از طریق پیش‌ران‌های گذشته استوار است (Antoni Wibowo, 2017)
مدل خودرگرسیو (خودهمبسته) نمایشی <sup>۷</sup>	۱۹۸۷	ملیسیک	از مدل‌های سری زمانی جدید که برای متغیرهای نمایشی که دارای ساختار خودهمبستگی مرتبه $n$ هستند ارائه شده است. این مدل استاندارد از چند سال پیش توسط لارننس، لوتیس، گاور و دیگران معرفی شده و برخی از مدل‌های آن‌ها را می‌توان از مدل‌های AREX به‌عنوان موارد خاص استفاده نمود. توزیع توالی نوآوری و ساختار خودهمبستگی فرآیندها را مورد بحث قرار داده است. (Mališić, 1987)
مدل‌های جنکینز تک متغیره <sup>۸</sup>	۱۹۹۵	جنکینز	یکی از معروف‌ترین مدل‌های سری‌های زمانی است که در پیش‌بینی پدیده‌های کاربرد دارد. در روش باکس - جنکینز مدل‌های سری زمانی در واقع مدل‌های تلفیقی خودهمبسته و میانگین متحرک می‌باشند که بر

1. AR: Autoregressive

2. VAR: Vector autoregressive

3. UVAR: Unrestricted Vector autoregressive

4. MAM: Moving Average Model

5. BVAR: Quasi - Bayesian Vector Autoregressive

6. NARX: Nonlinear autoregressive exogenous model

7. EAR: Exponential Autoregressive Model

8. Univariate Box - Jenkins models

عنوان روش پیش‌بینی و آینده‌پژوهی	سال ارائه / ابداع	توسعه‌دهنده / منبع	مفهوم و کاربرد کلی روش / ابزار
			اساس آن حتی رفتار مدل‌های ناشناخته دیگر را پیش‌بینی و استخراج کرد. (جعفرنژاد، ۱۳۹۷)
هموارسازی نمایی <sup>۱</sup>	دهه ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰	یولی و واکر	این مدل در پیش‌بینی تقاضا در مقایسه با روش‌های بر اساس ضرایب متفاوت و مقادیر ویژه فواصل زمانی ( $\alpha$ ) عمل می‌کند. (جعفرنژاد، ۱۳۹۷)
روش‌های شبکه مبتنی بر عامل <sup>۲</sup>	۲۰۰۹	گیلبرت و هامیل	در مدل‌سازی عامل بنیان می‌توان با استفاده از قوانین ساده تصمیم‌گیری، پدیده پیچیده کسب‌وکار را توصیف کرد (دانایی، بافنده ۱۳۹۶)
مدل‌های غیرخطی پیش‌بینی <sup>۳</sup>	دهه ۱۹۷۰		بسیاری از پدیده‌های واقعی اقتصاد، صنعت و غیره دارای رفتاری غیرخطی هستند برای مدل‌سازی و پیش‌بینی رفتار این پدیده‌ها، ساده‌سازی مدل و یا خطی کردن مدل برای پیش‌بینی دقیق آینده کافی نیست و باید در بستر زمان و بر اساس فرایند و کنترل بهینه مدل ساخته شود. (پورکاظمی، ۱۳۹۳)
میانگین متحرک یکپارچه خودهمبسته <sup>۴</sup>	۱۹۹۴	جفری پی بزوس	این مدل‌ها در سری‌های زمانی برای فهم بهتر مدل یا پیش‌بینی آینده به کار می‌روند. این مدل‌ها درجایی که داده‌ها غیر ایستا باشند به‌کار می‌روند. در این حالت با یک‌بار دیفرانسیل‌گیری یکپارچه نبودن داده‌ها از بین می‌رود و امکان برآورد داده‌های جدید به وجود می‌آید (Siu Hung Cheung, 1998)
میانگین متحرک فصلی یکپارچه خودهمبسته <sup>۵</sup>	۱۹۹۸	وی سام چان	این مدل یک مدل تعمیم‌یافته از مدل میانگین متحرک یکپارچه خودهمبسته است و کاربرد آن برای پیش‌بینی شرایط مقطعی مناسب است (Liu, 2020)
ناهمواربانی شرطی خودهمبسته <sup>۶</sup>	۱۹۸۲	رابرت ایگل	در اقتصادسنجی در این مدل فرض بر این دارد که واریانس خطاهای برآوردها یا تغییرات تابعی از اندازه خطاهای دوره‌های زمانی قبل است؛ معمولاً واریانس با مربع تغییرات قبلی مرتبط است. چنین مدلی معمولاً ARCH نامیده می‌شود (Engle, 1982)، البته علامت‌های اختصاری دیگری هم برای مدل‌های بر همین پایه بکار برده می‌شود. مدل‌های ARCH معمولاً برای سری‌های زمانی مالی بکار برده می‌شود که دسته‌بندی‌های نوسانی بر پایه زمان - که دوره‌های با نوسان با دوره‌های بدون نوسان همراه می‌شوند - را نشان می‌دهند (Philipp Otto, 2018)
ناهمواربانی شرطی خودهمبسته تعمیم‌یافته <sup>۷</sup>	۲۰۰۳	س دلبلیو گرانگر و آر اف انگل <sup>۸</sup>	این مدل حالت تعمیم‌یافته مدل ناهمواربانی شرطی خودهمبسته است که بر اساس مدل سوگنو در ANFIS محیط متلب اجرا شده است و به دلیل فازی بودن مدل برآورد مناسب‌تری نسبت به مدل قبلی دارد. (Chang, 2006)

1. Exponential Smoothing

2. Agent-Based Network models

3. Nonlinear Forecasting models

4. ARIMA: Auto-Regressive Integrated Moving Average

5. SARMA: Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average Models

6. ARCH: Autoregressive Conditional Heteroscedasticity

7. Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity

8. C. W. J Granger and R. F. Engle

عنوان روش پیش‌بینی و آینده‌پژوهی	سال ارائه / ابداع	توسعه‌دهنده / منبع	مفهوم و کاربرد کلی روش / ابزار
مدل خودهمبسته دومتغیره نمایی <sup>۱</sup>	۱۹۸۹	دیوالد، لیویز، مک کینز	چنانچه هدف برآورد رابطه دومتغیره و فرضیه ساده مطرح باشد می‌توان بر اساس این رابطه پیش‌بینی نمود (Manuel G. Scotto, 2014)
مدل خودهمبسته نمایی جدید <sup>۲</sup>	۱۹۸۱	لاورنس و لویز	این مدل برای متغیرهای نمایی که دارای ساختار خودهمبستگی مرتبه اول هستند ارائه شده است. برخلاف مدل خودهمبستگی استاندارد این مدل بیشتر با استفاده از ایده‌های ضد زوج و ضد انحصاری ایجاد شده است تا وابستگی منفی ایجاد کند. (Anthony J. Lawrance, 1981)
میانگین متحرک خودهمبسته <sup>۳</sup>	۱۹۹۵	جفری پی بزوس	مدل خودهمبسته میانگین متحرک که به مدل آرما مشهور است و گاهی به آن مدل باکس جنکینز نیز می‌گویند، مدلی است که معمولاً برای سنجش داده‌های سری زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای مطالعه و شاید پیش‌بینی مقادیر آتی چنین سری‌هایی کاربرد دارد. (George Box, 1994)
کلان داده‌ها <sup>۴</sup>	۲۰۱۴	گاتی ام سیواج، امیر اسماعیل پور	بر اساس داده‌کاوی از کلان داده‌ها می‌توان روابط بین متغیرها، همبستگی‌های جدید را پیدا کند، اندازه مجموعه اطلاعات در بخشی افزایش می‌یابد، ظرفیت جهانی فناوری در هر واحد سرمایه، به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات از دهه ۱۹۸۰ هر ۴۰ ماه دو برابر می‌شود. از سال ۲۰۱۴ هر روزه ۲.۵ اگزابایت اطلاعات ایجاد شده است. چالش مؤسسات بزرگ این است تعیین کنند که چه کسی ابتکار عملیات کلان‌داده را دارا باشد کار کردن با کلان‌داده در آینده و پیش‌بینی ضرورتی انکارناپذیر است. (Northcott, 2019)
الگوریتم ژنتیک <sup>۵</sup>	۱۹۶۰	جان هالاند	این الگوریتم از الگوریتم‌های تکاملی است که اغلب گزینه مناسبی برای تکنیک‌های پیش‌بینی بر مبنای رگرسیون ارائه می‌کند. به‌طور کلی عملکرد این الگوریتم مبتنی بر تکرار است که اغلب بخش‌های آن به‌صورت فرایندهای تصادفی انتخاب می‌شوند که این الگوریتم‌ها از بخش‌های تابع برازش، نمایش، انتخاب و تغییر تشکیل می‌شوند.
آزمایش اجتماعی <sup>۶</sup>	۱۹۸۰	کرشاو	کارگاه‌های آینده معمولاً در ابعاد کوچک و با هزینه‌های اندک برگزار می‌شود اما در مقابل آزمایش‌های اجتماعی اغلب گسترده و پرهزینه هستند و در زندگی واقعی انجام می‌پذیرند و هدف از آن‌ها فراهم آوردن اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیران است تا بتوانند از پیامدهای ممکن سیاست‌های اجتماعی بدیل ارزیابی بهتری داشته باشند. (N.Morris, 2015)
آینده‌پژوهی قوم‌شناختی <sup>۷</sup>	۱۹۷۶	رابرت بی تکستور	آینده‌پژوهی قوم‌نگاشتی از مهم‌ترین روش‌های آینده‌پژوهان فرهنگی است. تکستور در سال ۱۹۷۶ این روش را ابداع کرد، آینده‌پژوهی قوم‌نگاشتی نیز همچون دیگر روش‌های آینده‌پژوهی نیازمند سناریونویسی است اما برخلاف بیشتر آن‌ها، سناریو را محور برنامه‌های خود قرار می‌دهد. پاسخ‌دهنده یا فرد آگاه خواسته می‌شود که سه سناریو

1. BEAR: Bivariate Exponential Autoregressive Model

2. NEAR: New Exponential Autoregressive Model

3. ARMA: Auto-Regressive Moving Average

4. Big Data

5. GA: Genetic Algorithm

6. Social Experimentation

7. Ethnic group future research

عنوان روش پیش‌بینی و آینده‌پژوهی	سال ارائه / ابداع	توسعه‌دهنده / منبع	مفهوم و کاربرد کلی روش / ابزار
			بیافریند سناریوی خوش‌بینانه، سناریوی بدبینانه، محتمل‌ترین سناریو (وندل، ۱۳۹۸)
بازی جنگ	۱۸۶۶	چستر نیمتز	بازی جنگ یکی از روش‌های آموزش تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری برای فرماندهان نظامی است. نظریه بازی به‌عنوان یکی از فنون بازی جنگ در مدل‌سازی مسائلی با موقعیت‌های تضاد و تعارض مورد استفاده قرار می‌گیرد. (بیگدلی، ۱۳۹۸)
برنامه‌ریزی ژنتیک چند بیانی <sup>۱</sup>	۲۰۰۱	داگلاس لینات	(MEP) یک نوع برنامه‌نویسی ژنتیکی است که چندین راه‌حل را در همان کروموزوم رمزگذاری می‌کند. در ساده‌ترین نوع، کروموزوم‌های MEP رشته‌های دستورالعمل خطی هستند. این نمایندگی از کد سه آدرس الهام گرفته شده است. MEP شامل قابلیت رمزگذاری چندین راه‌حل، از یک مشکل، در همان کروموزوم است. از این طریق می‌توان مناطق بزرگ‌تر فضای جستجو را کشف کرد. (Sohrab Sharifi, 2020)
برنامه‌ریزی ژنتیک خطی <sup>۲</sup>	۲۰۰۰	جولیان میلر، پیتر تامسون	LGP نوع خاصی از برنامه‌نویسی ژنتیک است که در آن برنامه‌های رایانه‌ای در یک جمعیت به‌توالی از دستورالعمل‌های زبان برنامه‌نویسی ضروری یا زبان ماشین ارائه می‌شود. جریان داده‌های مبتنی بر نمودار که ناشی از استفاده چند برابر از محتوای ثبت‌نام و وجود کد ساختاری غیر مؤثر است.
برنامه‌ریزی ژنتیک کارترین <sup>۳</sup>	۱۹۹۹	جولیان میلر، پیتر تامسون	برنامه‌نویسی ژنتیکی دکارتی، به‌صورت نموداری راه‌حلی برای مشکلات محاسباتی ارائه نموده است. رمزگذاری ژنتیکی آن شامل ژن‌های صریح و ناپسامانی است که برای کمک به جستجوی مؤثر تکاملی مشهور هستند. (Miller, 2019)
پایش (مانیتورینگ) <sup>۴</sup>	۱۹۷۹	بروور و شوبیک	رویه‌ای روان‌شناختی است که با هدف ارزیابی رویدادهای در حال شکل‌گیری هم‌زمان با روی دادن یا در کوتاه‌ترین زمان ممکن پس از آن انجام می‌پذیرد (بهاری، آینده‌پژوهی در سازمان، ۱۳۹۱)
پویش (اسکن) <sup>۵</sup>			پویش را می‌توان همچون راداری تصور کرد که جهان را به‌گونه‌ای نظام‌مند رصد کرده و موضوعات جدید، غیرمنتظره و مسائل عمده یا جزئی را نمایان می‌سازد (بهاری، بصیرت‌های آینده پژوهان حرفه‌ای، ۱۳۹۱)
پیش‌بینی بیزین <sup>۶</sup>	۱۹۷۶	هرسیون و استیونز	پیش‌بینی بیزین حاصل رویکرد بیزی برای استنباط است. در پیش‌بینی بیزین، به‌سادگی می‌توان زیرمجموعه‌ای از مقادیر ناشناخته را به دست آورد تا در محاسبه و تخمین مقادیر آتی متغیرهای مورد کاربرد باشد. (Foley, 2018)

1. MEP: Multi expression programming

2. LGP: Linear genetic programming

3. CGP: Cartesian genetic programming

4. Monitoring

5. Scanning

6. Bayesian Forecasting



عنوان روش پیش‌بینی و آینده‌پژوهی	سال ارائه / ابداع	توسعه‌دهنده / منبع	مفهوم و کاربرد کلی روش / ابزار
پیش‌بینی عددی	۱۹۲۰	لوئیس فری ریچاردسون	این روش ابتدا در هواشناسی کاربرد داشت و از روش دستی پیش‌بینی شش‌ساعته برای وضعیت جو استفاده می‌شد این کار حداقل شش هفته طول کشید تا این کار را انجام دهد. با ظهور رایانه و شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای، زمان محاسبه به کمتر از زمان پیش‌بینی کاهش یافت. روش محاسبات بعداً با استفاده از رایانه مدل‌سازی و برنامه‌نویسی گردید در صنعت و سایر حوزه‌ها نیز این روش گسترش یافته است. (جعفرنژاد، ۱۳۹۷)
تجزیه و تحلیل تأثیر متقابل <sup>۱</sup>	۱۹۶۶	تئودور چوردون و اولاف هلمر	گونه توسعه‌یافته روش دلفی است و خلق این روش برای پاسخ به این سؤال ساده بود که آیا پیش‌بینی رویدادهای آینده می‌تواند مبتنی بر تأثیرات احتمالی و متقابل اتفاقات و رویدادهای در آن زمان باشد؟ (حاجیان و همی، ۱۳۹۴)
تجزیه و تحلیل محتوا <sup>۲</sup>	دهه ۱۹۵۰	هاروآد لاسول، برنارد برلسون	تحلیل محتوا روش مطالعه و تجزیه و تحلیل ارتباطها به شیوه نظام‌دار، عینی و کمی برای اندازه‌گیری متغیرهاست (قائدی و گلشنی، ۱۳۹۵)
تحلیل مؤلفه‌های اصلی <sup>۳</sup>	۱۹۰۱	کارل پیرسون	تحلیل مؤلفه اصلی تبدیلی در فضای برداری است که بیشتر برای کاهش تعداد ابعاد مجموعه داده‌ها استفاده می‌شود. این تحلیل شامل تجزیه مقادیرهای ویژه ماتریس کواریانس می‌باشد. (Pearson, 1901)
تحلیل میک مک <sup>۴</sup>	۱۹۸۸	پیپر- فردریک تنریه بوچات	تحلیل میک مک یکی از مباحث مدل‌سازی ساختاری تفسیری است. بر اساس قدرت وابستگی و نفوذ متغیرها، می‌توان دستگاه مختصاتی تعریف کرد و آن را به چهار قسمت مساوی تقسیم نمود. تجزیه و تحلیل میک مک بر پایه قدرت نفوذ (تأثیرگذاری) و میزان وابستگی (تأثیرپذیری) هر متغیر شکل گرفته و امکان بررسی بیشتر محدوده هر یک از متغیرها را فراهم می‌سازد. (Mahmood Ahmad, 2019)
تخمین حداکثر احتمال <sup>۵</sup>	دهه ۱۹۱۰	گاوس، لاپلاس، تایله	روشی است که برای برآورد کردن پارامترهای یک مدل آماری بر روی مجموعه‌ای از داده‌ها انجام شده یک مدل آماری به دست می‌آید سپس حداکثر درست‌نمایی می‌تواند تخمینی از پارامترهای مدل ارائه دهد. (Hendry & Nielsen, 2007)
تخمین زن گشتاورهای تعمیم‌یافته <sup>۶</sup>	۱۹۸۲	هشینیانو، آرلانو و بونند و بالتاجی	این روش یک روش کلی برای تخمین پارامترها در مدل‌های آماری است. معمولاً در چارچوب مدل‌های نیمه پارامتری اجرا می‌شود، اگر شکل کامل عملکرد توزیع داده‌ها مشخص نباشد و تخمین حداکثر احتمال کاربرد میسر نباشد. (Hansen, 1982)
داده بنیاد <sup>۷</sup>	۱۹۸۹	استراتوس و کوربین	روشی نظام‌مند جهت تجزیه و تحلیل داده‌های کیفی است که به منظور ارائه گزارشی نظری از ویژگی‌های عمومی موضوع مورد نظر و همچنین تولید نظریه (تبیین کلی) مورد استفاده پژوهشگران قرار می‌گیرد. فرایند نظریه‌پردازی داده بنیاد دربرگیرنده سه مرحله کدگذاری است: کدگذاری باز، کدگذاری محوری، کدگذاری انتخابی یا گزینشی

1. Cross Impact Analysis

2. Content Analysis

3. PCA: Principle Component Analysis

4. MICMAC analysis

5. MLE: Maximum likelihood estimation

6. GMM: Generalized method of moments

7. Grounded theory

عنوان روش پیش‌بینی و آینده‌پژوهی	سال ارائه / ابداع	توسعه‌دهنده / منبع	مفهوم و کاربرد کلی روش / ابزار
داده‌کاوی <sup>۱</sup>	۱۹۸۳	شاپیرو	داده‌کاوی پل ارتباطی میان علم آمار، علم کامپیوتر، هوش مصنوعی، الگو شناسی، فراگیری ماشین و بازنمایی بصری داده می‌باشد. داده‌کاوی فرآیندی پیچیده جهت شناسایی الگوها و مدل‌های صحیح، جدید در حجم وسیعی از داده می‌باشد، به طریقی که این الگوها برای انسان‌ها قابل درک باشند. داده‌کاوی به‌صورت یک محصول قابل خریداری نیست، بلکه یک‌رشته علمی و فرآیندی است که بایستی به‌صورت یک پروژه در سازمان‌های مختلف پیاده‌سازی شود. (پرتوی و همکاران، ۱۳۹۴)
دلفی <sup>۲</sup>	۱۹۵۹	هلمر و رشر	روش دلفی شامل یک پیمایش دو یا چند دوری است که در دور دوم، نتایج دور اول در دسترس مشارکت‌کنندگان قرار می‌گیرد، طوری که آن‌ها بتوانند در صورت تمایل، ارزیابی‌های اولیه خود را تعدیل یا به نظرات قبلی خود مطالبی اضافه کنند. هیچ‌کسی در این پیمایش بی‌اعتبار نمی‌شود، چون پیمایش با استفاده از یک پرسش‌نامه و به‌صورت بی‌نام انجام می‌پذیرد. معمولاً فرض می‌شود که این روش استفاده بهتری از تعامل گروه می‌کند. (ولی‌وند زمانی و مینائی، ۱۳۹۶)
روش‌های گروه-مولفه <sup>۳</sup>	۲۰۱۳	استنلی، تایمن، سوانسون	این روش دارای یک سنت دیرینه در جمعیت‌شناسی است که برای پیش‌بینی‌های جمعیتی برای بیش از یک قرن مورد استفاده قرار گرفته و یک روش قدرتمند و درعین حال انعطاف‌پذیر برای فرآیند پیش‌بینی ارائه می‌دهد. بسیاری از تکنیک‌های مختلف کاربرد، انواع داده‌ها و فرضیات مربوط به تغییر جمعیت آینده را در برگیرد. این پیش‌بینی‌ها نه‌تنها از کل جمعیت بلکه ترکیب جمعیتی و مؤلفه‌های فردی رشد را نیز فراهم می‌کند. (وندل، ۱۳۹۸)
روند	دهه ۱۹۷۰	گوردون	تغییرات منظم، تدریجی و پیوسته داده‌ها در طول زمان را روند می‌گویند. تحلیل تأثیر روند به دنبال کشف رخدادهایی است که می‌توانند آینده یک روند را تغییر دهند، هدف تصمیم‌گیران شناسایی رخدادها، تخمین احتمال وقوع و تأثیراتشان آن‌هاست. (عباسی، ساکن و بهرامی، ۱۳۹۳)
رویه‌های آینده‌پژوهی مشارکتی <sup>۴</sup>			این روش برای افزایش روایی و پایایی نتایج پژوهش‌های آینده‌پژوهی توصیه شده است. روش‌های مشارکتی در جایی کاربرد دارد که در پی کاهش تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی و ممانعت از به حاشیه سوق داده شدن افراد با قدرت اجتماعی کم مدنظر باشد.
ره نگاشت <sup>۵</sup>	۱۹۹۷	گارسیا و باری	ابزاری است که اهداف کوتاه‌مدت و بلندمدت را به راه‌حلهایی که آن اهداف را محقق می‌کنند پیوند می‌دهد و نمایشی نموداری است از ارتباطات شبکه‌ای که همانند نمودار پرت، از گره‌ها و ارتباطات میان آن‌ها تشکیل می‌شوند و هر گره نشانه یک مرحله در نقشه است. (بهاری، ره نگاشت، ۱۳۹۱)
تحلیل لایه‌ای علت‌ها <sup>۶</sup>	۱۹۹۸	سهیل عنایت‌الله	عنایت‌الله از رویکردهای فرا ساختارگرایی افرادی مانند میشل فوکو و مایکل شیپرو در شناسایی و تحلیل شکل‌دهنده به آینده تأثیر گرفته و این روش را ارائه نمود. این روش برای طبقه‌بندی دیدگاه‌ها و ملاحظات

1. Data Mining

2. Delphi

3. Cohort-Component Method

4. Participatory future praxis

5. Roadmapping

6. CLA: Causal layered analysis

عنوان روش پیش‌بینی و آینده‌پژوهی	سال ارائه / ابداع	توسعه‌دهنده / منبع	مفهوم و کاربرد کلی روش / ابزار
			مختلف درباره آینده‌ها و استفاده از آن‌ها جهت کمک به تفکر گروه‌ها به شیوه‌ای بسیار مؤثرتر نسبت به کاربرد "لایه‌های" منفرد آن‌گونه که در اکثر نظریه‌ها و روش‌ها به کار می‌رود. (مسعود و ساعی، ۱۳۹۶)
سناریونویسی			سناریونگاری روشی مؤثر و کارآمد برای آینده‌نگاری است، سناریوها برانگیزاننده اندیشه درباره رخدادهای ممکن، پیش‌فرض‌های مرتبط با رخدادهای فرصت‌ها و تهدیدهای ممکن و روش‌های اقدام است. سناریو سازان از طریق فرایندهای گروهی و مشارکتی، مجموعه داستان‌هایی درباره آینده درازمدت می‌آفرینند. با توجه به اینکه یکی از چالش‌های اساسی تهیه سناریوها یکپارچه کردن دانش بازیگران علمی و بازیگران اجرایی برای درک بهتر تعاملات پیچیده بین عوامل تأثیرگذار در یک منطقه است. (فزلباش، سجادی، صرافی و کلانتری، ۱۳۹۴)
سیستم استنتاج عصبی-فازی تطبیقی <sup>۱</sup>	۱۹۹۰	تاکاگی-سوگونو	شبکه‌های عصبی و سیستم فازی تخمین‌گرهای مستقل از مدل می‌باشند و قابلیت‌های مشابه را در برخورد با عدم قطعیت‌ها و نویز از خود نشان می‌دهند. لذا امکان تبدیل کردن سیستم استنتاج فازی به یک شبکه آموزش پذیر وجود دارد. در سناریوهای دنیای واقعی، مقادیر کاملاً دقیق نبوده و همیشه درجه‌ای از عدم قطعیت برای آن‌ها وجود دارد. یک ابزار مفید برای رفع این تناقض استفاده از نظریه فازی هست (مهرگان، خراشادی‌زاده و پرتوی، ۱۳۹۸)
شبکه عصبی مصنوعی <sup>۲</sup>	۱۹۴۳	وارن مک کولاج و والتر پیتر	شبکه عصبی مصنوعی، از سه لایه ورودی، خروجی و پردازش تشکیل می‌شود. هر لایه شامل گروهی از سلول‌های عصبی (نورون) است که عموماً با کلیه نورون‌های لایه‌های دیگر در ارتباط هستند، مگر این‌که کاربر ارتباط بین نورون‌ها را محدود کند؛ ولی نورون‌های هر لایه با سایر نورون‌های همان لایه، ارتباطی ندارند.
شبیه‌سازی			شبیه‌سازی یکی از فنون آینده‌پژوهی است و تصمیم‌گیران سامانه‌های فرماندهی و کنترل می‌توانند در تحلیل و بررسی طرح‌ها و نتایج از آن استفاده کنند. شبیه‌سازی کامپیوتری دارای مزایای متعددی نسبت به سایر روش‌های مرسوم ارزیابی سامانه‌ها مانند روش‌های پایلوت است. گاهی اوقات به دلیل اندازه و پیچیدگی سامانه‌ها در دنیای واقعی، تنها ابزار تارا برای ارزیابی آن‌ها شبیه‌سازی است. همچنین سامانه‌هایی وجود دارند که استفاده مستقیم از آن‌ها خطرناک و پرهزینه است، بنابراین استفاده از شبیه‌سازی ضروری به نظر می‌رسد. (مهرگان و همکاران، ۱۳۹۸)
شبیه‌سازی تصادفی مدل‌های پیش‌بینی فاصله دور <sup>۳</sup>			این مدل‌های در پیش‌بینی‌های هواشناسی برای مدل‌سازی و پیش‌بینی بارش‌های فصلی و ماهانه کاربرد دارد ولی مدل ریاضی آن می‌تواند در سایر پدیده‌ها مورد استفاده قرار گیرد.
کلان‌روند <sup>۴</sup>	۲۰۱۶	پاتریک دیسکون	مکاترند یا کلان‌روند یک روند اصلی یا هدایت رفتار فرهنگی است که روی موضوعات مختلف اطرافمان اعم از ارتباطات، موسیقی، رسانه، هنر، صنعت و ... تأثیر می‌گذارد. اگر روندها را درست تشخیص داده شوند می‌توان از آن‌ها پیش‌بینی گرفت و موفق شد اما اگر روندهای بزرگ‌تر یا

۱. ANFIS: Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System

۲. ANN: Artificial Neural Network

۳. Stochastic Simulations of Long-Range Forecasting models

۴. Mega-Trend

عنوان روش پیش‌بینی و آینده‌پژوهی	سال ارائه / ابداع	توسعه‌دهنده / منبع	مفهوم و کاربرد کلی روش / ابزار
			ابروندها تشخیص داده نشوند، روزی آن‌ها مثل سونامی خواهند آمد و همه را محو خواهند کرد.
لیزرل (روابط خطی ساختاری) <sup>۱</sup>	دهه ۱۹۷۰	کارل جورسکوگ	اگر مدل‌سازی بخواهد مدل خاصی را از لحاظ روابط بین متغیرهای تحت بررسی بیازماید، از روش معادلات ساختاری استفاده می‌کند. ماتریس کوواریانس متغیرهای اندازه‌گیری شده تحلیل می‌شود.
مدل‌سازی رایانه	دهه ۱۹۵۰	ایوان ساترلند (CAD) و (CAM)	مدل‌سازی رایانه‌ای همانند شبیه‌سازی از نظر روش‌شناسی از ابزارهای تکاملی هستند. که در آینده‌پژوهی بر ادغام ذینفعان در فرایندها تأکید دارند. توأم با پیچیدگی تغییرات هنگامی که چشم اندازه‌های آنها به یکپارچگی و پویایی تبدیل می‌شوند امکان برنامه ریزی طبق سناریوها را فراهم نموده و گزینه‌های ممکن، محتمل و مطلوب را ارائه می‌دهند و بطور تفصیلی فرایند تصمیم‌گیری را سیستماتیک نموده کرده و با کاهش زمان و هزینه و با ورودی‌های واقعی‌تر و قابل استفاده‌تر، کارایی سیستم تصمیم‌گیری را افزایش می‌دهند. مدل‌های رایانه‌ای پویا به طور فزاینده‌ای در طیف گسترده‌ای از حوزه‌های آینده‌نگاری کار می‌روند. با پیشرفت فن آوری محاسباتی راه را برای تصدیق هموار کرده است. (karaca, Öne, 2016: 2)
مدل‌های پویا <sup>۲</sup>	۲۰۰۹	جورج نمهاسر	مدل‌های دینامیکی برای درک پویایی سیستم باز (حالت دستی) یا برای کنترل سیستم بسته و خودکار کاربرد دارند. این مدل‌ها یا از داده‌های تجربی یا از روابط بنیادی‌تر گرفته شده‌اند که به دانش فرآیند متکی هستند. استفاده از داده‌های ورودی - خروجی برای ایجاد مدل‌های پویا تجربی مانند سامانه‌های مرتبه اول یا مرتبه دوم در پیش‌بینی پدیده‌ها متداول هستند (J. Andrew Royle, 2009)
مدل‌های پیش‌بینی خطی <sup>۳</sup>	۱۹۸۹، ۲۰۱۱	هاروی، مک‌گیوگان و همکاران	روش پیش‌بینی یک تکنیک قوی برای مدل‌سازی سیستم‌های مبتنی بر سری زمانی در محیط متغیر با زمان است. یک فرایند متغیر با زمان فرایندی است که در آن عملکرد اساسی آن از پارامترهای اندازه‌گیری شده منغیر با زمان است. یعنی پارامتر اندازه‌گیری شده از چنین فرایندی نمی‌تواند توسط یک تابع ریاضی منحصر به فرد بیش از یک مدت زمان طولانی نشان داده شود، اما معادله تابع به بیش از دوره‌های کوتاه زمانی به روز رسانی می‌شود.
مدل‌سازی تفسیری ساختاری <sup>۴</sup>	۱۹۷۷	آندرو سیگه	هدف این روش طبقه‌بندی عوامل و شناسایی روابط بین معیارها است. این یک روش کیفی - کمی است که کاربرد زیادی در علوم مختلف دارد. همچنین در این روش می‌توان تحلیل MICMAC را بکار برد. این روش در زمره تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره قرار می‌گیرد (عادل آذر، ۱۳۹۲)
مدل‌های تجدید مارکوف در پیش‌بینی <sup>۵</sup>	دهه ۱۹۹۰	آندری آندروویچ مارکوف	بازی مار و پله یا هر بازی دیگری که حرکات به‌وسیله تاس تعیین می‌شود یک زنجیره مارکوف هستند. این نوع بازی‌ها در نقطه مقابل بازی‌های کارتی مانند هستند که کارتها مانند حافظه حرکت قبلی

1. LISREL: Linear Structural Relations

2. Dynamic Models

3. linear Forecasting models

4. ISM: Interpretive structural modelling

5. Markov Renewal models

عنوان روش پیش‌بینی و آینده‌پژوهی	سال ارائه / ابداع	توسعه‌دهنده / منبع	مفهوم و کاربرد کلی روش / ابزار
			عمل می‌کنند تنها چیزی که اهمیت دارد حالت کنونی روی تخته است. حالت بعدی روی تخته به حالت کنونی و چرخش بعدی تاس بستگی دارد و وابسته به اینکه که مهره‌ها چگونه در حالت کنونی قرار گرفته‌اند، نیست.
نظریه آشوب <sup>۱</sup>	دهه ۱۸۸۰	هنری پیونکیتر	کاربرد این نظریه در مطالعه سامانه‌های دینامیکی آشفته است. سامانه‌های آشفته سامانه‌های دینامیکی غیرخطی هستند که نسبت به شرایط اولیه بسیار حساس‌اند. تغییری اندک در شرایط اولیه چنین سیستم‌هایی باعث دگرگونی‌های بسیار در مرحله بعدی خواهد شد که به اثر پروانه‌ای مشهور است. کاربرد آن در پیش‌بینی وضع هوا بوده و می‌تواند در مدل‌سازی و پیش‌بینی سایر پدیده‌ها کاربرد داشته باشد. (Zuchowski, 2017)
نظریه بازی <sup>۲</sup>	۱۹۲۸	جان فون نیومن	نظریه بازی رفتار ریاضی حاکم بر یک موقعیت راهبردی را مدل‌سازی و قابل پیش‌بینی می‌کند. هدف نهایی این دانش، یافتن راهبرد بهینه برای بازیکنان است. (Myerson, 1997)
همبستگی <sup>۳</sup>	۱۹۱۱	کارل پیرسون	همبستگی هر نوع پیوند آماری را شامل می‌شود و برای درجه ارتباط خطی بین یک دومتغیره استفاده می‌شود. می‌تواند نشانگر رابطه قابل پیش‌بینی بوده و در عمل از طریق آن پیش‌بینی پذیر بودن می‌توان سود جست.
تجزیه و تحلیل پیش‌ران‌ها <sup>۴</sup>	۲۰۰۵	هیج‌دین	تصمیم‌گیرندگان در همه سطوح با پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌های جدید روبرو می‌شوند و با چالش‌های بلندمدت روبرو هستند که نیاز به پیش‌بینی در مورد آینده، فرضیه‌ها و راهبردهای آینده دور دارد. این روش پیش‌بینی را به صورت نظام‌مند توضیح می‌دهد که چرا و چگونه باید روش‌هایی مانند اسکن افقی، برنامه‌ریزی سناریو و نقشه راه در هنگام برخورد با سطح بالای عدم اطمینان استفاده شود. از جمله کاربردهای آن زمینه‌هایی از قبیل انرژی، شهرها، بهداشت، حمل‌ونقل، آموزش همچنین فن‌آوری‌هایی نانو، زیست‌شناختی و فناوری اطلاعات و علوم شناختی را شامل می‌شود. (Miles, 2016)
دیده‌بانی آینده <sup>۵</sup>			روشی است برای شناسایی علائم اولیه تحولات مهم از طریق بررسی منظم تهدیدات و فرصت‌های احتمالی، با تأکید بر فناوری جدید و تأثیرات آن بر روی موضوع موردنظر، در این روش پدیده‌های ثابت، متغیر و دائماً در حال تغییر رصد، پایش و مشخص می‌گردد و تصمیم‌سازان را نسبت به برنامه‌های آینده مهیاتر می‌سازد. ( <a href="https://www.oecd.org/">https://www.oecd.org/</a> )

1. Chaos Theory

2. Game theory

3. Correlation

4. FORSTI: Foresight for Science, Technology and Innovation

5. Horizon Scanning

عنوان روش پیش‌بینی و آینده‌پژوهی	سال ارائه / ابداع	توسعه‌دهنده / منبع	مفهوم و کاربرد کلی روش / ابزار
رهبری و چشم‌اندازسازی راهبردی <sup>۱</sup>	۲۰۰۷	وارن بنیس و بیورت نانیو	در فرایند آینده‌پژوهی اطمینان از وجود چشم‌انداز مشخص گامی مهم و اساسی است، با توجه به تغییرات درونی و بیرونی چشم‌انداز تدوین و بازنگری می‌شود. چشم‌انداز، فرایند ساخت تصاویری از آینده که به‌اندازه کافی واقعی و تأثیرگذار باشد و افراد را مانند آهنربا به سمت خود جذب نماید و یا همچون مهمیز آنان را به حرکت دربیآورد. (بهاری، آینده‌پژوهی در سازمان، ۱۳۹۱)
پس‌نگری <sup>۲</sup>	۱۹۹۰	جان رابینسون	فرایندی که در آن گروهی از مردم برای ساختن آینده و شناسایی فرصت‌ها و نشانه‌های راهنما و موانع پیش روی، در تعامل با یکدیگر تصویر یا تصاویری از آینده را به‌منزله نقطه آغاز حرکت روبه‌عقب تا زمان حال انتخاب می‌کنند.
الگوریتم مورچه‌گان <sup>۳</sup>	۱۹۵۹	پی‌یر پاول گراسیه	الگوریتم کلونی مورچه الهام گرفته‌شده از مطالعات و مشاهدات روی کلونی مورچه‌هاست. این مطالعات نشان داده چگونگی پیدا کردن کوتاه‌ترین مسیر میان منابع غذایی و آشیانه در مورچه‌ها دارای نوعی هوشمندی جمعی است الگوریتم استخراجی می‌تواند در بهبود پیش‌بینی مؤثر باشد.

بر اساس مطالعه و مرور روش‌های پیش‌بینی و آینده‌پژوهی شناسایی شده که می‌توانند در فرایند تصمیم‌گیری در محیط عملیات مشترک کاربرد داشته باشند مطابق جدول (۱) به‌صورت اجمالی تلخیص و معرفی گردیدند. طبقه‌بندی‌های مختلفی برای پیش‌بینی و آینده‌پژوهی مطرح شده است که برخی از این طبقه‌بندی‌ها به‌طور کلی روش‌های پیش‌بینی را مبتنی بر گذشته می‌دانند برای این روش‌ها ماهیت و هویت کمی قائل هستند در حالی که بر اساس دیدگاه‌های دیگر این روش‌ها در راستای همدیگر هستند و به‌طور کامل تفکیک‌پذیر نیستند. پیش‌بینی کمی مفعولانه به نظر می‌رسد و بیشتر در پی کشف و پیش‌بینی آینده و دیدن آنچه در آینده رخ خواهد داد می‌باشد حال آنکه آینده‌نگاری در پی نگاشت آینده با تلاشی خلاقانه و فعالانه به دنبال ساخت آینده مطلوب است و نه فقط کشف و نگرش در آن. در واقع آینده‌پژوه در هنگام آینده‌نگاری، پا را از پیش‌بینی فراتر می‌نهد و به دنبال خلق آینده مطلوب گام برمی‌دارد و از میان آینده‌های ممکن، محتمل و مطلوب سعی بر آفرینش آینده مطلوب دارد.

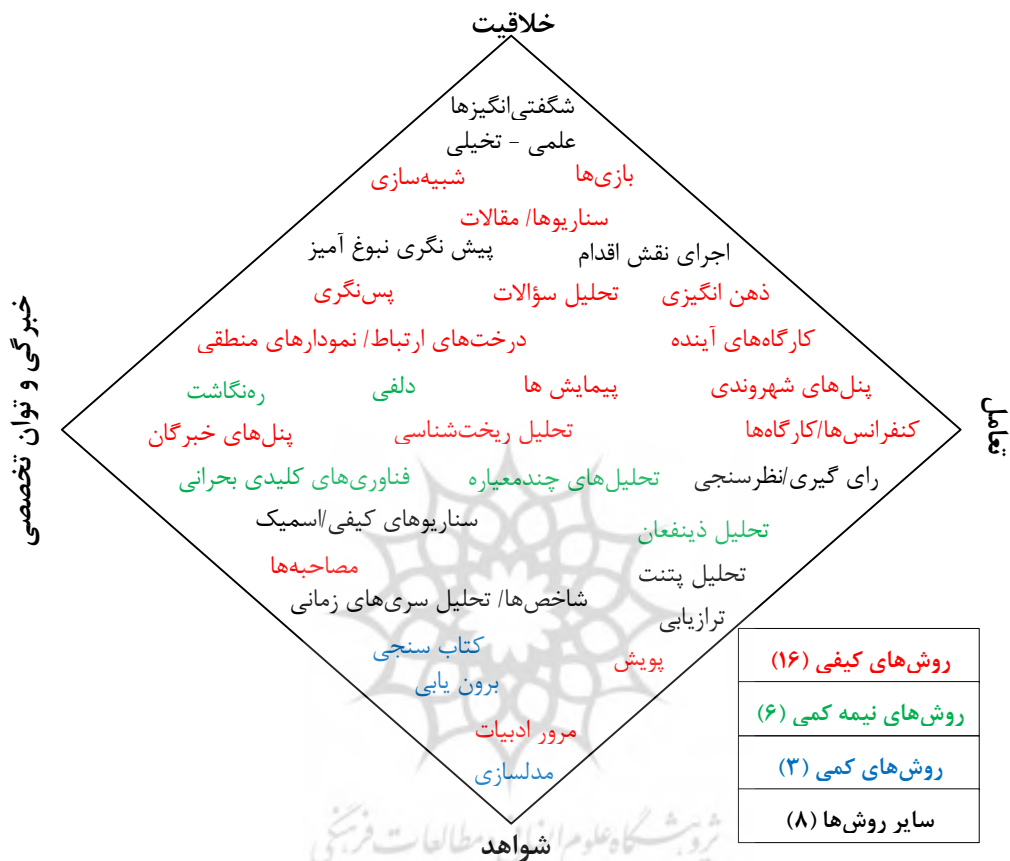
بر اساس تحقیق مولایی و طالبیان (۱۳۹۵) مطابق شکل (۱) طبقه‌بندی شده‌اند. با این حال در حوزه مسائل نظامی تاکنون پژوهشی صورت نگرفته است. و به‌منظور گروه‌بندی کلی و ساده‌تر

1. Strategic Visioning & Leadership

2. Backcasting

3. Ant colony optimization algorithms

در این پژوهش روش‌های مطرحه در جدول (۱) در ابتدا در دو گروه روش‌های کمی و کیفی طبقه‌بندی گردیدند.



شکل (۱) چارچوب مفهومی انواع روش‌های آینده‌پژوهی بر اساس رویکرد روش‌شناسی لوزی پوپر (مولایی و طالبیان، ۱۳۹۵)

### چارچوب مفهومی

همان‌گونه که در شکل (۱) ملاحظه می‌شود روش‌های آینده‌پژوهی در چهار گروه تقسیم‌بندی شده‌اند، محققان مختلف این روش‌ها را در گروه‌های مختلف طبقه‌بندی نموده‌اند، در این پژوهش ابتدا کلیه روش‌های به‌کار رفته در مقالات مختلف گردآوری شدند، از بین ۹۸ روش اولیه با استفاده از روش  $PCA^1$  در نرم‌افزار Spss روش‌های پیش‌بینی و آینده‌پژوهی و حتی آینده‌نگاری که قابلیت کاربرد در تصمیم‌گیری در محیط عملیات مشترک و مرکب دارند از نظر تعداد ابعاد

<sup>1</sup>. PCA: Principle Component Analysis

کاهش بعد داده شدند. و سپس با استفاده از الگوی اهمیت- عملکرد رتبه بندی گردیدند. در انتهای مقاله و پیوست (۱) چارچوب کلی پژوهش در این مقاله اراده شده است.

### روش شناسی پژوهش

در این پژوهش محقق برای دستیابی به مرزهای دانش در گام اول با مطالعه منابع دست اول مرتبط با موضوع پژوهش و مقالات متعدد تعداد ۱۲۴ روش که در کتب و مقاله های مختلف برای پیش بینی و آینده پژوهی استفاده می شوند شناسایی و لیست گردند، لیست در اختیار صاحب نظران مرتبط با آموزش مشترک و مرکب قرار گرفت از بین روش های یاد شده در نهایت ۶۴ روش در دو گروه مدل های کمی و روش های کیفی قابل استفاده در محیط عملیات مشترک قرار گرفتند، پرسش نامه مربوط به روش های منتخب در اختیار پرسش شونده گان قرار گرفت.

آزمون پایایی کل پرسش نامه (آلفای کرون باخ) در محیط نرم افزار Spss مقدار ۰/۹۷۱ به دست آمد. همچنین با استفاده از تحلیل مؤلفه های کلیدی مشخص که از روش های کمی (۳۱ مورد) می توان آن ها را کاهش بعد داد و در قالب هفت مؤلفه جدید ارائه نمود و همچنین از روش های کیفی (۳۳ مورد) لازم است در هفت مؤلفه جدید خلاصه نمود. در ادامه با استفاده از رتبه بندی فریدمن روش های کمی و کیفی که برای آموزش در محیط عملیات مشترک مفید باشند در جداول رتبه بندی شدند.

### تجزیه و تحلیل یافته های پژوهش

با استفاده از روش اهمیت- عملکرد<sup>۱</sup> اهمیت و میزان کاربرد روش های مختلف مطابق جدول (۲) و (۳) محاسبه گردیدند

جدول (۲) اهمیت - عملکرد روش های کمی مورد استفاده در آینده پژوهی محیط عملیاتی مشترک

وضعیت روش	میانگین عملکرد روش ها	میانگین عملکرد	میانگین اهمیت روش ها	میانگین اهمیت	روش پیش بینی و آینده پژوهی
ربع اول	۶/۷۷	۷/۶۹	۸/۳۲	۸/۴۶	میانگین متحرک خودهمبسته
ربع دوم		۶/۵۱		۸/۴۹	الگوریتم ژنتیک
ربع سوم		۶/۴۲		۸/۳۰	بردار خودهمبسته
ربع اول		۷/۰۶		۸/۴۹	بردار خودهمبسته بدون محدودیت
ربع دوم		۶/۴۷		۸/۴۵	بردار خودهمبسته شبه بیزی

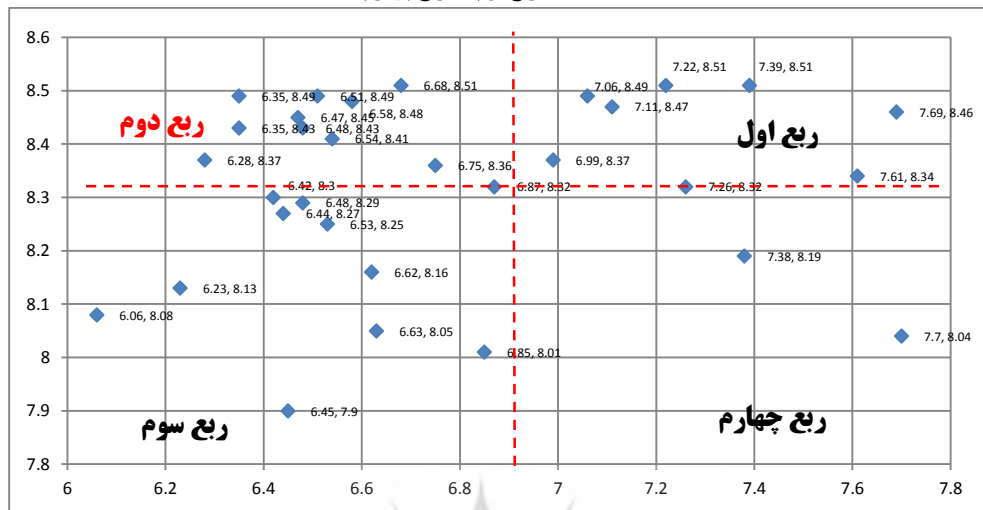
<sup>۱</sup>. IPA: Importance Performance Analysis



وضعیت روش	میانگین عملکرد روش‌ها	میانگین عملکرد	میانگین اهمیت روش‌ها	میانگین اهمیت	روش پیش‌بینی و آینده‌پژوهی
ربع دوم		۶/۲۸		۸/۳۷	برنامه‌ریزی ژنتیک خطی
ربع سوم		۶/۰۶		۸/۰۸	برنامه‌ریزی ژنتیک کارترین
ربع چهارم		۷/۳۸		۸/۱۹	پیش‌بینی بیزین
ربع چهارم		۷/۷۰		۸/۰۴	پیش‌بینی عددی
ربع دوم		۶/۶۸		۸/۵۱	تخمین حداکثر احتمال
ربع اول		۷/۶۱		۸/۳۴	تخمین زن گشتاورهای تعمیم‌یافته
ربع اول		۷/۱۱		۸/۴۷	خودهمبسته (خود کاهنده)
ربع دوم		۶/۵۸		۸/۴۸	تحلیل روند
ربع اول		۷/۲۲		۸/۵۱	شبیه‌سازی
ربع اول		۷/۲۶		۸/۳۱	شبیه‌سازی تصادفی مدل‌های پیش‌بینی فاصله دور
ربع اول		۶/۹۹		۸/۳۷	مدل اگزوزن (برون‌زاد) خودهمبسته غیرخطی
ربع سوم		۶/۴۵		۷/۹۰	مدل خودرگرسیو (خودهمبسته) نمایی
ربع سوم		۶/۶۲		۸/۱۶	مدل خودهمبسته دومتغیره نمایی
ربع اول		۶/۸۷		۸/۳۲	مدل خودهمبسته نمایی جدید
ربع اول		۷/۳۹		۸/۵۱	مدل‌سازی رایانه
ربع چهارم		۶/۸۵		۸/۰۱	مدل میانگین متحرک
ربع سوم		۶/۶۳		۸/۰۵	مدل‌های پیش‌بینی خطی
ربع سوم		۶/۴۸		۸/۲۹	مدل‌های جنکینز تک متغیره
ربع دوم		۶/۳۵		۸/۴۳	هموارسازی نمایی
ربع دوم		۶/۳۵		۸/۴۹	مدل‌های غیرخطی پیش‌بینی
ربع دوم		۶/۵۴		۸/۴۱	میانگین متحرک فصلی یکپارچه خودهمبسته
ربع سوم		۶/۲۳		۸/۱۳	میانگین متحرک یکپارچه خودهمبسته
ربع سوم		۶/۵۳		۸/۲۵	ناهمواربانی شرطی خودهمبسته
ربع سوم		۶/۴۴		۸/۲۷	ناهمواربانی شرطی خودهمبسته تعمیم‌یافته
ربع دوم		۶/۷۵		۸/۳۶	همبستگی
ربع دوم		۶/۴۸		۸/۴۳	الگوریتم مورچگان

بدلیل دقت بالاتر و نزدیک به مقدار واقعی (کم‌تر بودن از میانگین حسابی) از طریق میانگین هندسی میانگین اهمیت و عملکرد روش‌ها بدست آمده و با استفاده از فرمول زیر وضعیت قرار گرفتن هر یک از روش‌ها در نمودار اهمیت عملکرد محاسبه گردیده است.

=IF(AND(AW3>\$AX\$3:CV3>\$CW\$3);"ربع اول";IF(AND(AW3<\$AX\$3:CV3<\$CW\$3);"ربع سوم";IF(AND(AW3<\$AX\$3:CV3>\$CW\$3);"ربع دوم";IF(AND(AW3>\$AX\$3:CV3<\$CW\$3);"ربع چهارم"))))



نمودار (۱) اهمیت- عملکرد روش‌های کمی مورد استفاده در آینده پژوهی محیط عملیاتی مشترک

ملاحظه می‌گردد که تعداد ۱۰ روش در ربع دوم نمودار قرار دارد و با توجه به اهمیت بالای آنها و کاربرد کمترشان لازم است تمرکز بیشتری برای بهره‌مندی از این روش‌ها بکار گرفته شود. نمودار اهمیت-عملکرد نشان می‌دهد که هر یک از روش‌های پیش‌بینی و آینده‌پژوهی در تصمیم‌گیری محیط عملیات مشترک در چه وضعیتی قرار دارد. لذا پژوهش‌نشان می‌دهد که مدل‌های میانگین متحرک خودهمبسته، الگوریتم ژنتیک، بردار خودهمبسته بدون محدودیت، تخمین زن گشتاورهای تعمیم‌یافته، خودهمبسته (خودکاهنده)، روند، شبیه‌سازی، شبیه‌سازی تصادفی روش‌های پیش‌بینی فاصله دور، روش آگروژن (برون‌زاد) خودهمبسته غیرخطی، روش خودهمبسته نمایی جدید و مدل‌سازی رایانه دارای اولویت برای استفاده و آموزش این روش‌های کمی برای تصمیم‌سازان و تصمیم‌گیران این محیط می‌باشد.

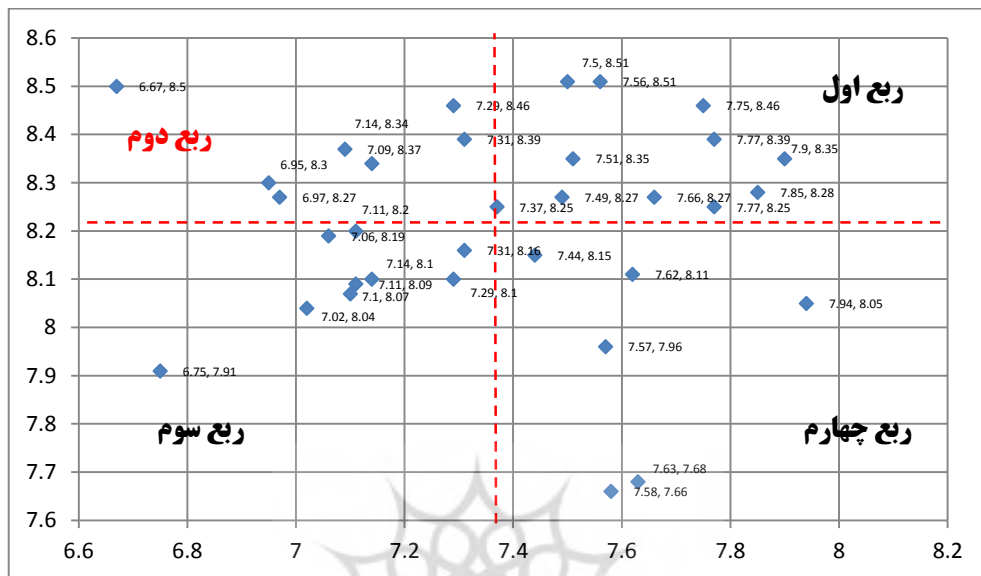
جدول (۳) اهمیت- عملکرد روش‌های کیفی مورد استفاده در آینده‌پژوهی محیط عملیاتی مشترک

موقعیت مدل	میانگین عملکرد روش‌ها	میانگین عملکرد	میانگین اهمیت روش‌ها	میانگین اهمیت	روش پیش‌بینی و آینده‌پژوهی
ربع چهارم	۷/۳۷	۷/۵۸	۸/۲۱	۷/۶۶	کلان داده‌ها
ربع اول		۷/۵۱		۸/۳۵	آزمایش اجتماعی
ربع چهارم		۷/۶۳		۷/۶۸	آینده‌پژوهی قوم‌شناختی
ربع اول		۷/۹۰		۸/۳۵	بازی جنگ
ربع چهارم		۷/۹۴		۸/۰۵	برنامه‌ریزی ژنتیک چند بیانی

موقعیت مدل	میانگین عملکرد روش‌ها	میانگین عملکرد	میانگین اهمیت روش‌ها	میانگین اهمیت	روش پیش‌بینی و آینده پژوهی
ربع چهارم		۷/۵۷		۷/۹۶	پایش (مانیتورینگ)
ربع چهارم		۷/۶۲		۸/۱۱	پویش (اسکن)
ربع اول		۷/۳۷		۸/۲۵	تجزیه و تحلیل تأثیر متقابل
ربع چهارم		۷/۴۴		۸/۱۵	تجزیه و تحلیل محتوا
ربع اول		۷/۶۶		۸/۲۷	تحلیل مؤلفه اصلی
ربع اول		۷/۵۰		۸/۵۱	تحلیل میک مک
ربع اول		۷/۴۹		۸/۲۷	داده بنیاد
ربع سوم		۷/۲۹		۸/۱۰	داده کاوی
ربع سوم		۷/۱۱		۸/۲۰	دلفی
ربع دوم		۷/۲۹		۸/۴۶	روش‌های گروه - مؤلفه
ربع دوم		۶/۶۷		۸/۵۰	رویه‌های آینده پژوهی مشارکتی
ربع اول		۷/۷۷		۸/۲۵	ره نگاشت
ربع اول		۷/۸۵		۸/۲۸	تحلیل لایه‌ای علت‌ها
ربع سوم		۷/۱۱		۸/۰۹	سناریونویسی
ربع دوم		۷/۱۴		۸/۳۴	سیستم استنتاج عصبی-فازی تطبیقی
ربع سوم		۷/۳۱		۸/۱۶	شبکه عصبی مصنوعی
ربع سوم		۷/۱۴		۸/۱۰	کلان‌روندها
ربع دوم		۶/۹۷		۸/۲۷	لیزرل (روابط خطی ساختاری)
ربع دوم		۷/۳۱		۸/۳۹	مدل‌های پویا
ربع سوم		۷/۱۰		۸/۰۷	مدل‌های شبکه مبتنی بر عامل
ربع سوم		۶/۷۵		۷/۹۱	مدل‌سازی تفسیری ساختاری
ربع سوم		۷/۰۲		۸/۰۴	مدل‌های تجدید مارکوف در پیش‌بینی
ربع دوم		۶/۹۵		۸/۳۰	نظریه آشوب
ربع دوم		۷/۰۹		۸/۳۷	نظریه بازی
ربع سوم		۷/۰۶		۸/۱۹	تجزیه و تحلیل پیشران‌ها
ربع اول		۷/۵۶		۸/۵۱	دیده‌بانی آینده
ربع اول		۷/۷۵		۸/۴۶	چشم‌اندازسازی
ربع اول		۷/۷۷		۸/۳۹	پس‌نگری آینده

مشابه تحلیل جدول (۲) از طریق میانگین هندسی میانگین اهمیت و عملکرد روش‌ها بدست آمده و با استفاده از فرمول زیر وضعیت قرار گرفتن هر یک از روش‌ها در نمودار اهمیت- عملکرد محاسبه گردیده است.

"=IF(AND(AW3>\$AX\$3;CV3>\$CW\$3);"ربع اول";IF(AND(AW3<\$AX\$3;CV3<\$CW\$3);"ربع دوم";IF(AND(AW3<\$AX\$3;CV3>\$CW\$3);"ربع چهارم";IF(AND(AW3>\$AX\$3;CV3>\$CW\$3);"ربع سوم";)))"



نمودار (۲) اهمیت - عملکرد روش‌ها و مدل‌های کیفی مورد استفاده در آینده پژوهی محیط عملیاتی مشترک

ملاحظه می‌گردد که تعداد هفت روش در ربع دوم نمودار قرار دارد و با توجه به اهمیت بالای آنها و کاربرد کمترشان لازم است تمرکز بیشتری برای بهره‌مندی از این روش‌ها بکار گرفته شود. نمودار اهمیت-عملکرد بیانگر این مطلب است که کدامیک از روش‌های پیش‌بینی و آینده پژوهی دارای اهمیت بالا بوده و در حال حاضر بهره‌مندی تصمیم‌گیران محیط عملیاتی مشترک از هر یک از آن‌ها به چه صورت است. لذا پژوهش‌نشان می‌دهد که روش‌های روش آزمایش اجتماعی، بازی جنگ، تجزیه و تحلیل تأثیر متقابل، تحلیل مؤلفه اصلی، تحلیل میک‌مک، داده بنیاد، ره نگاشت، تحلیل لایه‌ای علت‌ها دارای اولویت برای استفاده و آموزش این مدل‌های کیفی برای تصمیم‌سازان و تصمیم‌گیران این محیط می‌باشد.

جدول (۴) خروجی نرم‌افزار SPSS برای تحلیل مؤلفه‌های کلیدی روش‌های کمی پیش‌بینی و

آینده پژوهی در محیط عملیاتی مشترک

کل واریانس تبیین شده						
مجموع مربع بارهای عاملی استخراج شده			مقادیر ویژه اولیه			مؤلفه‌ها (روش‌ها)
درصد تجمعی	درصد واریانس	کل	درصد تجمعی	درصد واریانس	کل	
۴۰/۰۳	۴۰/۰۳	۱۲/۴۰۹	۴۰/۰۳	۴۰/۰۳	۱۲/۴۱	۱

کل واریانس تبیین شده						
مجموع مربع بارهای عاملی استخراج شده			مقادیر ویژه اولیه			مؤلفه‌ها (روش‌ها)
درصد تجمعی	درصد واریانس	کل	درصد تجمعی	درصد واریانس	کل	
۴۹/۶۰۵	۹/۵۷۵	۲/۹۶۸	۴۹/۶۰۵	۹/۵۷۵	۲/۹۶۸	۲
۵۶/۶۵۲	۷/۰۴۷	۲/۱۸۵	۵۶/۶۵۲	۷/۰۴۷	۲/۱۸۵	۳
۶۳/۵۳۹	۶/۸۸۷	۲/۱۳۵	۶۳/۵۳۹	۶/۸۸۷	۲/۱۳۵	۴
۶۹/۶۲۶	۶/۰۸۷	۱/۸۸۷	۶۹/۶۲۶	۶/۰۸۷	۱/۸۸۷	۵
۷۴/۸۳۳	۵/۲۰۷	۱/۶۱۴	۷۴/۸۳۳	۵/۲۰۷	۱/۶۱۴	۶
۷۸/۲۶۳	۳/۴۳	۱/۰۶۳	۷۸/۲۶۳	۳/۴۳	۱/۰۶۳	۷
			۸۱/۱۹۹	۲/۹۳۷	۰/۹۱	۸
			۸۴/۰۴۲	۲/۸۴۳	۰/۸۸۱	۹
			۸۶/۵۸۳	۲/۵۴۱	۰/۷۸۸	۱۰
			۸۸/۶۸۸	۲/۱۰۶	۰/۶۵۳	۱۱
			۹۰/۶۹۳	۲/۰۰۴	۰/۶۲۱	۱۲
			۹۲/۲۳۷	۱/۵۴۴	۰/۴۷۹	۱۳
			۹۳/۷۱۶	۱/۴۷۹	۰/۴۵۹	۱۴
			۹۴/۹۵۳	۱/۲۳۶	۰/۳۸۳	۱۵
			۹۶/۰۲۶	۱/۰۷۳	۰/۳۳۳	۱۶

جدول (۴) نشان می‌دهد که تعداد ۱۶ روش می‌تواند ۹۶/۰۲۶ درصد از کارکرد روش‌های را پوشش دهد و می‌توان در مجموع با ۷ روش یا عامل جدید (۷۸/۲۶۳) درصد از کارکرد همه روش‌های کمی را پوشش داد. کار اصلی محققین می‌تواند شناسایی و معرفی ۷ روش اصلی باشد که می‌تواند بیشترین کاربرد را در محیط عملیات مشترک و مرکب داشته باشد. جدول (۵) ماتریس روابط مؤلفه‌های کمی کاهش یافته (جدید) با مدل‌های اولیه

عوامل (روش‌های جدید استخراج شده)							روش‌های اولیه
۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
-۰/۰۶۶	۰/۱۴۱	۰/۶۰۹	۰/۲۵۵	-۰/۳۸۴	-۰/۰۳۷	۰/۲۲۲	میانگین متحرک خودهمبسته
۰/۱۰۹	۰/۳۱۴	۰/۱۰۸	۰/۲۶۳	-۰/۵۹۹	۰/۰۶۶	۰/۵۲۳	الگوریتم ژنتیک
-۰/۲۹۳	-۰/۴۴۹	۰/۲۱	۰/۲۶۵	۰/۰۳۵	۰/۱۲۵	۰/۵۴۴	بردار خودهمبسته
۰/۱۰۳	-۰/۲۱	۰/۲۳۵	-۰/۰۰۲	۰/۱۳۴	-۰/۳۳۲	۰/۷۰۴	بردار خودهمبسته بدون محدودیت
۰/۳۰۳	-۰/۰۳۳	۰/۴۵۴	۰/۱۸۳	۰/۰۰۴	-۰/۱۴۱	۰/۷	بردار خودهمبسته شبه بیزی
۰/۰۴۷	-۰/۲۳۸	۰/۳۷۱	۰/۱۸	۰/۱۰۹	۰/۲۱۴	۰/۷۱۳	برنامه‌ریزی ژنتیک خطی
۰/۱۸۷	-۰/۲۲۵	۰/۳	۰/۲۷۷	۰/۳۶۸	۰/۰۴۱	۰/۵۸۵	برنامه‌ریزی ژنتیک کارتزین
۰/۰۲۳	-۰/۰۲۶	۰/۱۶۲	-۰/۲۷۸	۰/۱۴۴	-۰/۴۷۹	۰/۶۶	پیش‌بینی بیزین
-۰/۱۲۶	۰/۰۵	۰/۰۹۲	-۰/۴۴۳	۰/۱۷۸	-۰/۴۴۹	۰/۵۹	پیش‌بینی عددی

عوامل (روش‌های جدید استخراج شده)							روش‌های اولیه
۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
-۰/۰۹۶	۰/۴۴۲	-۰/۱۶۵	۰/۰۶۶	۰/۰۷۳	-۰/۵۴۲	۰/۴۸	تخمین حداکثر احتمال
-۰/۳۹	-۰/۰۷۶	-۰/۰۶۴	-۰/۳۸۱	۰/۰۲	۰/۰۱۴	۰/۷۴۹	تخمین زن گشتاورهای تممیم‌یافته
-۰/۰۹۱	-۰/۱۱	۰/۲۰۵	-۰/۳۵۲	-۰/۱۸۶	-۰/۱۳۲	۰/۷۱۵	خودهمبسته (خودکاهنده)
۰/۱۰۵	-۰/۰۵۳	-۰/۲۲۶	-۰/۲۸۸	-۰/۳۱۴	۰/۰۶۴	۰/۶۴۴	تحلیل روند
-۰/۰۷۹	-۰/۰۸۵	-۰/۳۰۳	-۰/۰۶۸	-۰/۱۱۳	۰/۰۸۵	۰/۷۹۸	شبیه‌سازی
۰/۱۶۸	-۰/۰۷۵	-۰/۱۰۹	-۰/۱۶۵	-۰/۱۶۲	-۰/۲۳۴	۰/۷۹۱	شبیه‌سازی مدل‌های پیش‌بینی فاصله دور
-۰/۱۴۶	۰/۵۶۱	۰/۱۰۹	-۰/۱۲۹	۰/۵۵۷	۰/۱۱	۰/۴۴۹	مدل آگروژن (برون‌زاد) خودهمبسته غیرخطی
-۰/۰۸۵	۰/۲۶۲	۰/۰۹۹	۰/۲۰۹	۰/۶۸۶	۰/۴۶۶	۰/۳۴۳	مدل خودرگراسیو نمایی
۰/۶۷۳	۰/۲۰۲	-۰/۱۷	-۰/۲۱۷	۰/۲۹۷	۰/۱۵۷	۰/۴۳۷	مدل خودهمبسته دومتغیره نمایی
۰/۱۲۸	-۰/۰۹۲	-۰/۱۹۸	۰/۵۲۲	-۰/۰۷	-۰/۳۶۲	۰/۵۵۶	مدل خودهمبسته نمایی جدید
۰/۰۲۲	۰/۳۶۴	-۰/۰۵	۰/۱۶۶	-۰/۴۴۱	-۰/۲۴۸	۰/۶۶	مدل‌سازی رایانه
-۰/۰۵۷	۰/۱۳	-۰/۰۷۸	۰/۲۱۸	۰/۱۹۲	-۰/۳۷	۰/۷	مدل میانگین متحرک
-۰/۰۸۹	-۰/۱۹۴	-۰/۰۷۷	۰/۱۹۴	۰/۰۷۵	-۰/۱۸۷	۰/۸۲۹	مدل‌های پیش‌بینی خطی
-۰/۰۸۹	۰/۳۳	۰/۰۸۳	۰/۰۲۵	-۰/۲۹۲	۰/۴۳۶	۰/۶۴۳	مدل‌های جنکینز تک متغیره
-۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۰۶۹	۰/۱۷۴	-۰/۰۱۶	۰/۶۷۴	۰/۶۴۴	هموارسازی نمایی
۰/۰۵۱	۰/۰۸۲	۰/۲۶۳	-۰/۳۴۸	-۰/۱۵۵	۰/۵۶۲	۰/۵۵۴	مدل‌های غیرخطی پیش‌بینی
۰/۱۸۲	-۰/۲۸۵	-۰/۱۴۷	-۰/۲۸۷	-۰/۰۴	۰/۴۶۶	۰/۴۵۹	میانگین متحرک فصلی یکپارچه خودهمبسته
-۰/۰۵	-۰/۱۸۹	-۰/۵۰۳	۰/۳۸۳	-۰/۰۵۷	۰/۲۷۸	۰/۵۶۱	میانگین متحرک یکپارچه خودهمبسته
-۰/۰۶۵	۰/۱۶۲	-۰/۳۵۷	۰/۲۸۷	۰/۰۴۵	۰/۱۵۹	۰/۶۷	ناهمواربانی شرطی خودهمبسته
۰/۰۵۶	-۰/۱۰۸	-۰/۳۳۴	۰/۰۰۸	۰/۰۹۹	۰/۰۸۵	۰/۷۶۴	ناهمواربانی شرطی خودهمبسته تممیم‌یافته
-۰/۱۰۸	-۰/۰۹۲	-۰/۱۰۴	-۰/۰۴۵	۰/۱۵۲	-۰/۱۴۲	۰/۸۳۷	همبستگی
-۰/۰۲۴	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶	-۰/۴۰۹	-۰/۱۴۹	۰/۱۹	۰/۶۰۳	الگوریتم مورچگان

جدول (۵) نشان می‌دهد که هر یک از هفت مؤلفه جدید دارای چه رابطه و همبستگی با روش‌های اولیه استخراج شده می‌باشد.

جدول (۶) رتبه‌بندی مدل‌های کمی بر اساس اهمیت کاربرد آن‌ها در محیط عملیاتی مشترک

رتبه	میانگین	روش‌ها (مؤلفه‌ها) کمی پیش‌بینی / آینده‌پژوهی	رتبه	میانگین	روش‌ها (مؤلفه‌ها) کمی پیش‌بینی / آینده‌پژوهی
۳	۱۷/۷۷	میانگین متحرک خودهمبسته	۲۱	۱۵/۳۶	ناهمواربانی شرطی خودهمبسته تممیم‌یافته
۷	۱۷/۳۹	بردار خودهمبسته بدون محدودیت	۱	۱۸/۷۲	تخمین حداکثر احتمال
۱۰	۱۶/۹۸	مدل آگروژن (برون‌زاد) خودهمبسته غیرخطی	۲۹	۱۳/۹۱	میانگین متحرک یکپارچه خودهمبسته
۱۷	۱۶/۰۷	برنامه‌ریزی ژنتیک خطی	۱۸	۱۵/۶۳	مدل‌های جنکینز تک متغیره
۳۱	۱۲/۷۰	مدل‌های پیش‌بینی خطی	۲۶	۱۴/۷۶	پیش‌بینی بیزین

رتبه	میانگین	روش‌ها (مؤلفه‌ها) کمی پیش‌بینی / آینده‌پژوهی	رتبه	میانگین	روش‌ها (مؤلفه‌ها) کمی پیش‌بینی / آینده‌پژوهی
۱۹	۱۵/۵۴	تخمین زن گشتاورهای تعمیم‌یافته	۳	۱۷/۷۷	شبیه‌سازی
۶	۱۷/۴۳	خودهمبسته (خودکاهنده)	۱۲	۱۶/۸۹	هموارسازی نمایی
۸	۱۷/۲۵	الگوریتم ژنتیک	۲۴	۱۵/۱۱	شبیه‌سازی تصادفی مدل‌های پیش‌بینی فاصله دور
۲۷	۱۴/۰۵	برنامه‌ریزی ژنتیک کارترین	۹	۱۷/۰۶	تحلیل روند
۱۶	۱۶/۰۹	همبستگی	۱۵	۱۶/۱۳	مدل خودهمبسته نمایی جدید
۲۸	۱۳/۹۵	پیش‌بینی عددی	۱۱	۱۶/۹۲	بردار خودهمبسته شبه بیزی
۱۴	۱۶/۱۹	میانگین متحرک فصلی یکپارچه خودهمبسته	۳۰	۱۳/۲۳	مدل میانگین متحرک
۵	۱۷/۴۹	مدل‌های غیرخطی پیش‌بینی	۲۵	۱۵/۰۴	ناهمواربانی شرطی خودهمبسته
۲۳	۱۵/۲۱	مدل خودهمبسته دومتغیره نمایی	۲	۱۷/۸۴	مدل‌سازی رایانه
۱۳	۱۶/۷۸	الگوریتم مورچگان	۲۰	۱۵/۴۷	مدل خودرگراسیو نمایی
			۲۲	۱۵/۲۸	بردار خودهمبسته

بر اساس رتبه‌بندی فریدمن در جدول شماره (۶) روش‌های کمی پیش‌بینی و آینده‌پژوهی که دارای اهمیت بیشتری برای بکارگیری در تصمیم‌گیری‌های محیط عملیات مشترک هستند به ترتیب مرتب شدند. لذا مهم‌ترین روش‌ها عبارتند از: تخمین حداکثر احتمال، مدل‌سازی رایانه، میانگین متحرک خودهمبسته، شبیه‌سازی، مدل‌های غیرخطی پیش‌بینی، خودهمبسته، الگوریتم ژنتیک، تحلیل روند و بردار خودهمبسته بدون محدودیت. بنابراین نشان می‌دهد که روش‌های کمی‌تر در اولویت بالاتر قرار دارند و در انتها روش‌های مانند مدل‌های پیش‌بینی خطی، مدل میانگین متحرک، میانگین متحرک یکپارچه خودهمبسته و پیش‌بینی عددی قرار دارد.

جدول (۷) خروجی نرم‌افزار SPSS برای تحلیل مؤلفه‌های کلیدی مدل‌های کیفی پیش‌بینی و آینده‌پژوهی در محیط عملیاتی مشترک

کل واریانس تبیین شده						
مجموع مربع بارهای عاملی استخراج شده			مقادیر ویژه اولیه			مؤلفه‌ها (روش‌ها)
درصد تجمعی	درصد واریانس	کل	درصد تجمعی	درصد واریانس	کل	
۴۹,۸۶	۴۹,۸۶	۱۶,۴۵	۴۹,۸۶	۴۹,۸۶	۱۶,۴۵	۱
۶۰,۹۷	۱۱,۱۱	۳,۶۷	۶۰,۹۷	۱۱,۱۱	۳,۶۷	۲
۶۸,۸۵	۷,۸۸	۲,۶۰	۶۸,۸۵	۷,۸۸	۲,۶۰	۳
۷۳,۵۸	۴,۷۳	۱,۵۶	۷۳,۵۸	۴,۷۳	۱,۵۶	۴
۷۷,۴۲	۳,۸۴	۱,۲۷	۷۷,۴۲	۳,۸۴	۱,۲۷	۵

کل واریانس تبیین شده						
مجموع مربع بارهای عاملی استخراج شده			مقادیر ویژه اولیه			مؤلفه‌ها (روش‌ها)
درصد تجمعی	درصد واریانس	کل	درصد تجمعی	درصد واریانس	کل	
۸۰,۷۹	۳,۳۷	۱,۱۱	۸۰,۷۹	۳,۳۷	۱,۱۱	۶
۸۳,۹۳	۳,۱۴	۱,۰۴	۸۳,۹۳	۳,۱۴	۱,۰۴	۷
			۸۶,۶۵	۲,۷۳	۰,۹۰	۸
			۸۹,۰۶	۲,۴۰	۰,۷۹	۹
			۹۱,۲۶	۲,۲۰	۰,۷۳	۱۰
			۹۲,۷۴	۱,۴۹	۰,۴۹	۱۱
			۹۴,۱۳	۱,۳۹	۰,۴۶	۱۲
			۹۵,۱۶	۱,۰۲	۰,۳۴	۱۳
			۹۶,۰۴	۰,۸۸	۰,۲۹	۱۴

جدول (۷) نشان می‌دهد که تعداد ۱۴ روش می‌تواند ۹۶/۰۴ درصد از کارکرد روش‌های کیفی را پوشش دهد و می‌توان فقط با هفت روش یا عامل جدید (۸۳/۹۳) درصد از کارکرد همه روش‌های کیفی را پوشش داد. لازم است محققین هفت روش جدید را که می‌توانند بیشترین کاربرد را در محیط عملیات مشترک و مرکب داشته باشند را شناسایی و نام‌گذاری نمایند.

جدول (۸) ماتریس روابط مؤلفه‌های کاهش‌یافته (جدید) با مدل‌های اولیه

عوامل (روش‌های جدید استخراج شده)							روش‌های اولیه
۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
-۰/۱۱۴	-۰/۵۰۷	۰/۱۵۱	۰/۶۵۴	۰/۳۷۶	-۰/۱۷۶	۰/۲۲۷	کلان داده‌ها
-۰/۱۹۶	-۰/۱۱۹	۰/۱۰۸	۰/۲۶۱	۰/۰۹۸	-۰/۴۶۸	۰/۶۷۰	آزمایش اجتماعی
-۰/۰۱۰	۰/۵۲۵	۰/۰۹۸	-۰/۰۰۴	۰/۵۱۶	-۰/۳۷۲	۰/۲۶۲	آینده‌پژوهی قوم‌شناختی
-۰/۰۶۴	-۰/۳۵۵	۰/۰۶۹	۰/۲۰۴	۰/۲۷۱	-۰/۲۴۴	۰/۷۲۰	بازی جنگ
-۰/۰۰۹	۰/۰۱۴	-۰/۱۸۴	-۰/۱۸۴	۰/۶۸۲	-۰/۰۶۳	۰/۵۳۳	برنامه‌ریزی ژنتیک چند بیانی
-۰/۰۲۳	-۰/۱۷۵	۰/۲۹۳	۰/۲۳۳	۰/۲۳۸	۰/۰۱۴	۰/۷۸۹	پایش (مانیتورینگ)
-۰/۱۷۰	-۰/۱۶۴	۰/۰۳۰	۰/۱۲۰	۰/۱۶۹	۰/۰۰۴	۰/۸۵۹	پویش (اسکن)
-۰/۵۱۴	-۰/۱۱۹	۰/۰۵۴	-۰/۰۰۶	۰/۰۹۱	-۰/۰۱۷	۰/۷۹۲	تجزیه و تحلیل تأثیر متقابل
-۰/۲۴۶	۰/۱۱۸	-۰/۰۲۳	-۰/۱۵۳	-۰/۱۸۶	-۰/۱۴۶	۰/۷۸۰	تجزیه و تحلیل محتوا
-۰/۰۸۳	۰/۰۸۶	۰/۵۵۸	-۰/۴۳۹	۰/۲۳۰	-۰/۱۲۴	۰/۴۹۹	تحلیل مؤلفه اصلی
-۰/۰۸۵	۰/۰۶۱	-۰/۳۵۶	-۰/۲۴۸	۰/۴۷۸	۰/۱۸۸	۰/۶۹۲	تحلیل میک مک
-۰/۰۹۱	-۰/۰۲۰	-۰/۰۸۰	-۰/۱۱۸	۰/۳۶۷	۰/۲۲۱	۰/۸۰۹	داده بنیاد



عوامل (روش‌های جدید استخراج شده)							روش‌های اولیه
۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰/۱۴۰	۰/۱۸۲	۰/۳۱۲	-۰/۱۶۱	۰/۰۲۰	۰/۲۹۴	۰/۶۸۱	داده‌کاوی
-۰/۰۶۳	-۰/۱۵۳	۰/۰۳۴	۰/۰۵۵	۰/۱۲۴	۰/۲۴۸	۰/۸۷۲	دلفی
-۰/۰۵۵	۰/۰۸۷	-۰/۲۳۳	-۰/۰۶۳	-۰/۲۶۵	-۰/۴۰۸	۰/۷۷۹	روش‌های گروه - مؤلفه
-۰/۲۱۱	-۰/۱۶۵	۰/۱۶۰	-۰/۲۲۳	-۰/۲۶۸	-۰/۳۶۱	۰/۶۸۹	رویه‌های آینده‌پژوهی مشارکتی
۰/۴۸۲	-۰/۲۰۲	۰/۲۴۷	۰/۰۷۰	۰/۱۳۰	-۰/۲۸۱	۰/۶۶۹	ره‌نگاشت
۰/۳۰۵	-۰/۰۵۰	-۰/۳۲۱	۰/۱۲۶	-۰/۲۹۸	-۰/۴۲۳	۰/۶۲۴	تحلیل لایه‌ای علت‌ها
۰/۲۳۳	۰/۰۴۶	-۰/۰۶۰	-۰/۰۲۳	-۰/۳۰۵	-۰/۲۹۸	۰/۷۶۹	سناریونویسی
-۰/۰۸۳	۰/۲۰۰	-۰/۰۱۴	-۰/۱۲۶	-۰/۲۷۹	۰/۰۷۵	۰/۸۲۰	سیستم استنتاج عصبی-فازی تطبیقی
۰/۰۸۰	-۰/۰۳۹	-۰/۱۳۸	۰/۳۴۴	۰/۰۸۴	۰/۰۰۳	۰/۸۴۵	شبکه عصبی مصنوعی
۰/۰۰۷	-۰/۱۲۱	-۰/۱۵۸	۰/۱۴۵	-۰/۰۱۷	۰/۰۲۴	۰/۹۰۶	کلان‌روندها
۰/۰۰۱	-۰/۰۱۵	۰/۰۳۱	۰/۳۵۸	-۰/۰۴۲	۰/۶۵۱	۰/۵۱۵	لیزرل (روابط خطی ساختاری)
-۰/۰۸۸	۰/۱۲۴	-۰/۰۸۶	۰/۰۷۱	-۰/۲۰۷	۰/۷۴۷	۰/۴۹۲	مدل‌های پویا
۰/۲۵۱	۰/۱۶۴	۰/۱۵۱	۰/۰۹۵	-۰/۲۷۱	۰/۲۸۹	۰/۷۰۹	مدل‌های شبکه مبتنی بر عامل
۰/۰۵۳	-۰/۰۸۵	۰/۱۱۸	-۰/۰۱۰۶	-۰/۱۵۰	۰/۴۳۱	۰/۶۸۸	مدل‌سازی تفسیری ساختاری
۰/۰۶۲	-۰/۰۵۶	۰/۱۳۶	-۰/۱۳۷	-۰/۱۸۲	۰/۳۷۴	۰/۷۵۱	مدل‌های تجدید مارکوف در پیش‌بینی
-۰/۰۱۹	-۰/۰۳۱	۰/۰۲۲	-۰/۱۳۸	-۰/۰۶۱	۰/۰۰۰	۰/۸۵۷	نظریه آشوب
-۰/۱۲۸	۰/۲۳۹	۰/۰۷۸	-۰/۲۵۰	-۰/۳۵۳	-۰/۲۸۲	۰/۷۰۲	نظریه بازی
۰/۱۶۴	۰/۰۹۵	-۰/۰۲۴	۰/۲۱۱	-۰/۲۸۴	-۰/۲۵۷	۰/۷۵۰	تجزیه و تحلیل پیش‌ران‌ها
۰/۰۸۵	۰/۰۶۱	-۰/۳۵۶	-۰/۲۴۸	۰/۴۷۸	۰/۱۸۸	۰/۶۹۲	دیدهبانی آینده
-۰/۰۵۵	۰/۰۸۷	-۰/۲۳۳	-۰/۰۶۳	-۰/۲۶۵	-۰/۴۰۸	۰/۷۷۹	چشم‌اندازسازی
-۰/۰۸۸	۰/۱۲۴	-۰/۰۸۶	۰/۰۷۱	-۰/۲۰۷	۰/۷۴۷	۰/۴۹۲	پس‌نگری آینده

بر اساس خروجی SPSS و جدول (۸) مشاهده می‌شود که ۳۳ روش کیفی را می‌توان در هفت مولفه (گروه) طبقه‌بندی نمود که گروه اول شامل روش‌های پویا، داده بنیاد، دلفی، سیستم استنتاج عصبی فازی تطبیقی، شبکه عصبی مصنوعی، کلان‌روندها و نظریه آشوب، گروه دوم شامل سه روش (لیزرل، مدل‌های پویا و پس‌نگری آینده)، گروه سوم شامل (آینده‌پژوهی قوم‌شناختی، برنامه‌ریزی ژنتیک چند بیانی، تحلیل میک مک و دیده‌بانی آینده)، گروه چهارم با یک مولفه شامل روش کلان داده‌ها، گروه پنجم فقط با یک روش شامل تحلیل مؤلفه اصلی، گروه ششم با یک روش نظریه بازی و در نهایت گروه هفتم با دو روش (ره‌نگاشت و تحلیل لایه‌ای علت‌ها) قرار خواهند گرفت البته با کنکاش و تلاش علمی مناسب‌تر می‌توان برای این روش‌ها عنوان مناسب‌تری نامگذاری نمود.

جدول (۹) رتبه‌بندی مدل‌های کیفی بر اساس اهمیت کاربرد آن‌ها در محیط عملیاتی مشترک  
(آزمون فریدمن)

رتبه	میانگین	روش‌های کیفی پیش‌بینی و آینده‌پژوهی	رتبه	میانگین	روش‌های کیفی پیش‌بینی و آینده‌پژوهی
۲۱	۱۶/۹۴	تحلیل لایه‌ای علت‌ها	۲۴	۱۵/۶۱	کلان داده‌ها
۳۲	۱۴/۴۰	سناریونویسی	۱۱	۱۷/۶۳	آزمایش اجتماعی
۱۰	۱۷/۸۴	سیستم استنتاج عصبی-فازی تطبیقی	۲۹	۱۴/۹۸	آینده‌پژوهی قوم شناختی
۲۰	۱۶/۹۷	شبکه عصبی مصنوعی	۶	۱۸/۳۴	بازی جنگ
۲۴	۱۵/۶۱	کلان‌روندها	۱۵	۱۷/۴۷	برنامه‌ریزی ژنتیک چند بیانی
۱۹	۱۷/۰۱	لیزرل (روابط خطی ساختاری)	۳۱	۱۴/۵۵	پایش (مانیتورینگ)
۸	۱۸/۱۳	مدل‌های پویا	۲۳	۱۶/۲۲	پوش (اسکن)
۲۷	۱۵/۳۲	مدل‌های شبکه مبتنی بر عامل	۱۷	۱۷/۳۹	تجزیه و تحلیل تأثیر متقابل
۳۳	۱۳/۹۵	مدل‌سازی تفسیری ساختاری	۳۰	۱۴/۹۱	تجزیه و تحلیل محتوا
۲۶	۱۵/۴۴	مدل‌های تجدید مارکوف در پیش‌بینی	۷	۱۸/۲۵	تحلیل مؤلفه اصلی
۱۴	۱۷/۵۲	نظریه آشوب	۱	۱۹/۷۵	تحلیل میک مک
۱۱	۱۷/۶۳	نظریه بازی	۱۳	۱۷/۵۴	داده بنیاد
۲۲	۱۶/۴۷	تجزیه و تحلیل پیشران‌ها	۲۸	۱۵/۱۹	داده کاوی
۱	۱۹/۷۵	دیدهبانی آینده	۱۶	۱۷/۴۴	دلفی
۴	۱۸/۹۲	چشم‌اندازسازی	۴	۱۸/۹۲	روش‌های گروه - مؤلفه
۸	۱۸/۱۳	پس‌نگری آینده	۳	۱۹/۵۰	رویه‌های آینده‌پژوهی مشارکتی
			۱۸	۱۷/۳۱	ره نگاشت

روش‌های کیفی پیش‌بینی و آینده‌پژوهی که دارای اهمیت بیشتری برای به‌کارگیری در تصمیم‌گیری‌های محیط عملیات مشترک و مرکب هستند، در جدول شماره (۹) بر اساس رتبه‌بندی فریدمن مشخص شدند، لذا مهم‌ترین روش‌ها شامل روش دیدهبانی آینده، تحلیل میک مک، رویه‌های آینده‌پژوهی مشارکتی، چشم‌اندازسازی، بازی جنگ، تحلیل مؤلفه اصلی، پس‌نگری آینده و مدل‌های پویا هستند.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

#### نتیجه‌گیری

تصمیم‌گیری در محیط‌های نظامی با توجه به حساسیت تصمیم‌گیری از چند دهه گذشته مورد توجه ویژه قرار گرفته و برای اتخاذ بهترین تصمیم‌های توسط فرماندهان رده و سطوح

مختلف روش‌های گوناگونی ابداع، معرفی و به کار گرفته شده است. تا جایی که همواره برای افزایش دقت در تصمیم‌های و بهبود فرایند آن بازی جنگ طراحی و فرماندهان سطوح مختلف با بهره‌گیری از بازی جنگ توانائی‌های خود را افزایش می‌دهند. در این راستا به نظر محقق لازمه دستیابی به سامانه‌های بازی جنگ لزوم دستیابی به مدل‌های بومی تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری امری ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین شناسایی و معرفی روش‌های ریاضی و انواع مدل‌سازی تصمیم‌گیری برای طراحی سامانه‌های پشتیبانی تصمیم و بازی جنگ اهمیت چندگانه پیدا خواهد نمود.

بر اساس مطالعه اسناد و مدارک علمی موجود و تجزیه و تحلیل نتایج پرسش‌نامه مشخص گردید که مهم‌ترین روش‌های قابل بهره‌برداری برای مدل‌سازی تصمیم‌گیری در محیط عملیاتی مشترک و مرکب شامل ۶۴ روش و روش‌های که در ربع دوم نمودار اهمیت- عملکرد مدل‌های کمی و کیفی قرار گرفتند، نیازمند تمرکز بیشتر در آینده خواهد بود به عبارت دیگر مسئولین آموزشی دانشگاه‌های دفاعی- نظامی و امنیتی لازم است ارتقاء آموزش این روش‌ها را در دستور کار خود قرار دهند.

از روش‌های کیفی روش تحلیل میک مک، دیده‌بانی آینده، رویه‌های آینده‌پژوهی مشارکتی، روش‌های گروه - مؤلفه، چشم‌اندازسازی، بازی جنگ و تحلیل مؤلفه اصلی و از مدل‌های کمی روش‌های تخمین حداکثر احتمال، مدل‌سازی رایانه، شبیه‌سازی، میانگین متحرک خودهمبسته، مدل‌های غیرخطی پیش‌بینی، خودهمبسته، بردار خودهمبسته بدون محدودیت، الگوریتم ژنتیک و تحلیل روند در اولویت خود قرار دهند. پیشنهاد می‌گردد دانشگاه دفاعی و نظامی در سطح نیروهای مسلح و به‌ویژه دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا که اقدام به آموزش فرماندهان سطوح عملیاتی می‌نمایند، نسبت به تدوین دروس و آموزش‌های موردنیاز مطابق با اولویت‌های استخراج‌شده و بر اساس سرفصل‌های پیشنهادی مرتبط با آنها برای آموزش فرماندهان و مدیران عالی در این حوزه اقدام نمایند.

### پیشنهادها

با توجه به اینکه رویدادهای عملیاتی مشترک و مرکب به لحاظ پویایی یا میزان سادگی یا پیچیدگی می‌توانند نوع روش تصمیم‌گیری را مشخص نماید فرماندهان بایستی شرایطی را فراهم نمایند که افراد تصمیم‌گیری هم‌قابلیت‌های به‌کارگیری روش‌های کمی و همچنین کیفی (تحلیلی و شناختی) با توجه به شرایط عرصه نبرد امکان‌پذیر باشد. فرماندهان و مدیران عالی نیروهای مسلح در محیط مشترک با شرایط پیچیده‌تری مواجه هستند و نتایج پژوهش نشان

داد که علاوه بر روش‌های پیش‌بینی و کمی‌تر روش‌های آینده‌پژوهی و در جایگاه بالاتر روش‌های آینده‌نگاری از اهمیت و اولویت بیشتر برخوردارند لذا پیشنهاد می‌گردد در توسعه سامانه بازی جنگ و طرح‌ریزی رزمایش از روش‌های آینده‌نگاری و مبتنی بر برنامه‌ریزی‌های سناریوهای آینده اقدام گردد.

## منابع

- آذر، عادل، و خسروانی، فرزانه. (۱۳۹۱). تحقیق در عملیات نرم (رویکردهای ساختاردهی مسئله)، تهران: انتشارات سازمان مدیریت صنعتی.
- بهاری، مجتبی. (۱۳۹۱). ره نگاشت، مجموعه کتابچه‌های آموزشی آینده‌پژوهی (کتابچه چهارم)، تهران: مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری‌های دفاعی.
- بهاری، مجتبی. (۱۳۹۱). آینده‌پژوهی در سازمان، مجموعه کتابچه‌های آموزشی آینده‌پژوهی (کتابچه ششم)، تهران: مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری‌های دفاعی.
- بهاری، مجتبی. (۱۳۹۱). بصیرت‌های آینده‌پژوهان حرفه‌ای، مجموعه کتابچه‌های آموزشی آینده‌پژوهی (کتابچه هفتم)، تهران: مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری‌های دفاعی.
- بهاری، مجتبی. (۱۳۹۱). تحلیل روند، مجموعه کتابچه‌های آموزشی آینده‌پژوهی (کتابچه پنجم)، تهران: مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری‌های دفاعی.
- بیگدلی، حمید. و امیری، کامبیز. (۱۳۹۸). بازی‌های سرهنگ بلاتو و سرهنگ ریچارد، فصلنامه بازی جنگ، ۴: ۹۴-۷۸.
- پدارم، عبدالرحیم. و بهاری، مجتبی. (۱۳۹۱). روش‌شناسی آینده‌پژوهی: مجموعه کتابچه‌های آموزشی آینده‌پژوهی (کتابچه دوم)، تهران: مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری‌های دفاعی.
- پرتوی، محمدتقی. و کرمانی، محمد. (۱۳۹۸). عملیات مشترک (تاریخچه، مبانی و نظریه‌ها)، تهران: انتشارات دافوس.
- پرتوی، محمدتقی.، مرادیان، محسن. و مؤمنی‌فرد، حسین. (۱۳۹۴). کاربردهای داده‌کاوی در تصمیم‌گیری فرماندهان و مدیران نظامی، فصلنامه علوم و فنون نظامی، ۱۱ (۳۱): ۵۱-۲۷.
- پورکاظمی، محمدحسین. (۱۳۹۳). بهینه‌سازی پویا، کنترل بهینه و کاربردهای آن، تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- جعفرنژاد، احمد. (۱۳۹۷). مدیریت تولید و عملیات نوین، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- حاجیانی، ابراهیم. و همتی، علیرضا. (۱۳۹۴). مروری بر الگوهای روش تحلیل تأثیر متقابل و معرفی الگویی با منطق همبستگی، فصلنامه آینده‌پژوهی مدیریت، ۲۶ (۱۰۲): ۸۵-۶۹.

- قائدی، محمدرضا. و گلشنی، علیرضا. (۱۳۹۵). روش تحلیل محتوا، از کمی‌گرایی تا کیفی‌گرایی، فصلنامه روش‌ها و مدل‌های روان‌شناختی، ۷ (۲۳): ۸۲-۵۷.
- قزلباش، سمیه، سجادی، ژیلا، صرافی، مظفر. و کلانتری، محسن. (۱۳۹۴). آینده‌پژوهی به روش سناریونویسی تکوینی، چارچوبی برای پیوند علم و تجربه مطالعه موردی: نظام شهری استان زنجان، فصلنامه جغرافیا، ۴۷: ۳۲۳-۳۰۳.
- قنبرنژاد، رضا. (۱۳۹۵). مروری بر روش تجزیه‌وتحلیل تأثیر متقابل، اولین همایش بین‌المللی پژوهش‌های نوین در مطالعات مدیریت، شیراز، موسسه عالی علوم و فناوری خوارزمی.
- مسعود، زهرا. و ساعی، احمد. (۱۳۹۶). آینده‌پژوهی جامعه مدنی در ایران با تأکید بر روش تحلیل لایه‌لایه علت‌ها، فصلنامه تخصصی علوم سیاسی، ۱۳ (۴۰): ۲۲۵-۱۹۵.
- مهرگان، محمدرضا، خراشادی‌زاده، محمدرضا. و پرتوی، محمدتقی. (۱۳۹۸)، شبیه‌سازی کشف و شناسایی اهداف پرند در سامانه‌های فرماندهی و کنترل با بهره‌گیری از نظریه فازی، فصلنامه آینده‌پژوهی دفاعی، ۳ (۱۱): ۱۱۷-۹۹.
- مولایی، محمدمهدی. و طالبیان، حامد. (۱۳۹۵). آینده‌پژوهی مسائل ایران با روش تحلیل ساختاری، فصلنامه مجلس و راهبرد، ۲۳ (۸۶): ۳۲-۵.
- ولی‌وند زمانی، حسین. و مینائی، حسین. (۱۳۹۶). آینده‌نگاری فناوری‌های رزم زمینی در جنگ آینده، فصلنامه آینده‌پژوهی دفاعی، ۲ (۴): ۳۳-۷.
- وندل، بل. (۱۳۹۸). مبانی آینده‌پژوهی (تاریخچه، اهداف و دانش)، مترجم: تقوی، مصطفی و محقق، محسن؛ تهران: موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری‌های دفاعی.
- Ahmad, M., Tang, X. W., Qiu, J. N., & Ahmad, F. (2019). Interpretive Structural Modeling and MICMAC Analysis for Identifying and Benchmarking Significant Factors of Seismic Soil Liquefaction. *Applied Sciences*, 9(2), 233.
- Al-Dabbagh, R. D., Baba, M. S., Mekhilef, S., & Kinsheel, A. (2012, May). The compact Genetic Algorithm for likelihood estimator of first order moving average model. In *2012 Second International Conference on Digital Information and Communication Technology and its Applications (DICTAP)* (pp. 474-481). IEEE.
- Box, G. E., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (1994). *Time series analysis: forecasting and control*, Prentice Hall. *Englewood Cliffs*.
- Cavalcante, L., & Bessa, R. J. (2017, June). Solar power forecasting with sparse vector autoregression structures. In *2017 IEEE Manchester PowerTech* (pp. 1-6). IEEE.
- Chang, B. R. (2006). Applying nonlinear generalized autoregressive conditional heteroscedasticity to compensate ANFIS outputs tuned by adaptive support vector regression. *Fuzzy Sets and Systems*, 157(13), 1832-1850.

- Cheung, S. H., Wu, K. H., & Chan, W. S. (1998). Simultaneous prediction intervals for autoregressive-integrated moving-average models: A comparative study. *Computational statistics & data analysis*, 28(3), 297-306.
- Chinnis Jr, J. O., Freeling, A. N., & Seaver, D. A. (1981). *An Assessment of Markov Renewal Models in Forecasting International Affairs* (No. TR-81-2). Decisions And Designs Inc Mclean Va.
- Dixon, P. (2016). *The Future of Almost Everything: The Global Changes That Will Affect Every Business and All Our Lives*. Profile Books; Main edition.
- Foley, D. (2018). *A Bayesian Approach to Time Series Forecasting*.
- Hansen, L. P. (1982). Large sample properties of generalized method of moment's estimators. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1029-1054.
- Hendry, D. F., & Nielsen, B. (2007). *Econometric modeling: a likelihood approach*. Princeton University Press.
- Lawrance, A. J., & Lewis, P. (1981). A new autoregressive time series model in exponential variables (NEAR (1)). *Advances in Applied Probability*, 13(4), 826-845.
- Liu, H., Li, C., Shao, Y., Zhang, X., Zhai, Z., Wang, X., ... & Jiao, M. (2020). Forecast of the trend in incidence of acute hemorrhagic conjunctivitis in China from 2011–2019 using the Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) and Exponential Smoothing (ETS) models. *Journal of Infection and Public Health*.
- Mališić, J. D. (1987). On exponential autoregressive time series models. In *Mathematical Statistics and Probability Theory* (pp. 147-153). Springer, Dordrecht.
- Miles, I., Saritas, O., & Sokolov, A. (2016). *Foresight for science, technology and innovation*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Miller, J. F. (2019). Cartesian genetic programming: its status and future. *Genetic Programming and Evolvable Machines*, 1-40.
- Morris, N.C. (2015). Experimental Design: Large-Scale Social Experimentation, *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 531-534.
- Myerson, R. (1991). *Game Theory: Analysis of Conflict* Harvard Univ. Press, Cambridge.
- Northcott, R. (2019). *Big data and prediction: Four case studies*. *Studies in History and Philosophy of Science Part AIn press*, corrected proof, 705-716.
- Ooms, M. (1994). The Unrestricted VAR and Its Components. In *Empirical Vector Autoregressive Modeling* (pp. 11-58). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Otto, P., Schmid, W., & Garthoff, R. (2018). Generalised spatial and spatiotemporal autoregressive conditional heteroscedasticity. *Spatial Statistics*, 26, 125-145.
- Pearson, K. (1901). LIII. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 2(11), 559-572.

- Royle, J. A., & Dorazio, R. M. (2008). *Hierarchical modeling and inference in ecology: the analysis of data from populations, metapopulations and communities*. Elsevier.
- Salem, A. J., & Ahmad, A. A. (2018). Stability of a Non-Linear Exponential Autoregressive Model. *Open Access Library Journal*, 5(4), 1-15.
- Scotto, M. G., Weiß, C. H., Silva, M. E., & Pereira, I. (2014). Bivariate binomial autoregressive models. *Journal of Multivariate Analysis*, 125, 233-251.
- Sharifi, S., Abrishami, S., & Gandomi, A. H. (2020). Consolidation assessment using Multi Expression Programming. *Applied Soft Computing*, 86, 105842.
- Tsiotas, G. (2015). A quasi-Bayesian model averaging approach for conditional quantile models. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 85(10), 1963-1986.
- Vlcek, Z. (2014). Analysis of autoregressive fuzzy systems,. doi: 10.1109/fuzzy.2004.1375341
- Wandell, b. (2011). *Memories of the Future*. Transaction Publishers.
- Wendell, B. (2003). *Foundations of Futures Studies (Human Science for a New Era Series)*. Routledge.
- Wendell, B. (2009). *Foundations of Futures Studies: (Vols. 1: History, Purposes, Knowledge)*. Human Science for a New Era. Retrieved from [http://125.234.102.150:8080/dspace/handle/DNULIB\\_52011/8607](http://125.234.102.150:8080/dspace/handle/DNULIB_52011/8607)
- Wibowo, A., Pujiyanto, H., & Saputro, D. R. S. (2017, November). Nonlinear autoregressive exogenous model (NARX) in stock price index's prediction. In *2017 2nd International conferences on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)* (pp. 26-29). IEEE.
- Zuchowski, L. C. (2017). *A Philosophical Analysis of chaos Theory*. Palgrave Macmillan.