مطالعات مدیریت راهبردی
شماره ۱۵ ـ پائیز ۱۳۹۲
ص‌ص ۹۱-۵۷

آینده‌نگاری مبتنی بر فنون شناختی

محمدعلی شفیعا*، محمد رحیمی‌مقدم، کامبیز بدیع*****

چکیده

هدف این مقاله ارائه چارچوبی برای آینده‌نگاری با تمرکز بر نقش رویکردهای شناختی و ترکیب آن با مفهوم نقشهٔ شناختی فازی است. چارچوب پیشنهادی از سه مرحلهٔ پیش‌آینده‌نگاری، اصلی و پساآینده‌نگاری تشکیل می‌شود. در مرحلهٔ اصلی آینده‌نگاری، به‌منظور تعیین آینده مطلوب، تمرکز محوری بر نقش تصور و شهود در ترسیم آینده در ذهن خبرگان، به‌تصویر کشیدن تصورات خبرگان در قالب یک نقشهٔ شناختی فازی اجتماعی متأثر از متغیرهای دور و نزدیک از بافت‌های داخلی و خارجی مرتبط با موضوع است. از نقاط قوت این چارچوب می‌توان به نمایش سیر تکاملی شناخت خبرگان از موضوع آینده، از جمع‌آوری داده‌ها تا به تصویر کشیدن نقشه‌ها و تحلیل و تجمیع آن‌ها، به‌منظور دستیابی به دانش و فهم درباره آینده و شکل‌گیری خرد درباره موضوع آینده اشاره نمود. این مهم با شناسایی آینده‌های محتمل و تعیین آینده مطلوب در مرحلهٔ اصلی آینده‌نگاری چارچوب پیشنهادی، محقق می‌شود. به‌علاوه استفاده از نقشهٔ شناختی، نقش متغیرها و توالی آن‌ها در آیندهٔ مطلوب را شفاف نموده و امکان برنامه‌ریزی متغیرهای کنترل‌پذیر برای دستیابی به آیندهٔ مطلوب را فراهم می‌آورد. اعتبارسنجی تحقیق، با بررسی اهمیت مؤلفه‌های چارچوب پیشنهادی براساس روش آنتروپی شانون و نیز مقایسهٔ این چارچوب با سایر چارچوب‌های مطالعه شده براساس عوامل کلیدی و دریافت نظرات خبرگان انجام شده است.

کلیدواژه‌ها:آینده‌نگاری؛ نقشهٔ شناختی فازی؛ بصیرت؛ شهود؛ خرد.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۱۱/۱۲، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۳/۰۵

* دانشیار و عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران.

** دانشجوی دکترای مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران (نویسندهٔ مسؤول).

Email: mrahimim@iust.ac.ir

*** عضو هیأت علمی پژوهشکدهٔ فناوری اطلاعات، پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات.

۱. مقدمه

تعاریف مختلفی برای آینده‌نگاری پیشنهاد شده است. مارتین[1] آن را فرآیندی نظام‌مند، با نگاه به آیندهٔ بلندمدت در زمینه‌های علمی، فناوری، اقتصادی و اجتماعی می‌داند که هدف آن تعیین حوزه‌های پژوهشی راهبردی و پیدایش فناوری‌های نوظهور با بیشترین فواید اجتماعی و اقتصادی است [۴۷]. لوک جورجیو [۲۲]، هورتون[2][۲۸]، بخش آینده‌نگاری اتحادیهٔ اروپا [۲۰] (FOREN[3])، وبستر[4][۷۰]، لورا کوستانزو[5][۱۶]، سترون و دیویس [۱۴] و سازمان توسعهٔ صنعتی ملل متحد (UNIDO)[۸۹[6]] نیز آینده‌نگاری را از ابعاد مختلفی تعریف کرده‌اند. در جدول ۱ جمع‌بندی اولیه‌ای از عوامل کلیدی تأکید شده در مرور تعاریف مختلف آینده‌نگاری نمایش داده شده است.

جدول ۱. پیشینه آینده‌نگاری

تعاریف آینده‌نگاری		عوامل کلیدی تأکید شده		
مارتین	1995	فرآیند نظام‌مند (سیستمیک)	عوامل علمی، فناوری، اقتصادی و اجتماعی	با هدف پیدایش فناوری‌های نوظهور
جورجیو	1996	نگاه نظام‌مند به آینده	ارزیابی عوامل اقتصادی و اجتماعی علاوه بر علمی و فناوری	تأکید بر تأثیرات اجتماعی
هورتون	1999	فرآیند نظام‌مند	توسعهٔ راه‌های امکان‌پذیر برای توسعهٔ آینده	تصمیم‌گیری برای خلق بهترین فردای ممکن
FOREN	2001	فرآیندنظام‌مند، مشارکتی و گردآورنده ادراکات آینده	اتخاذ تصمیماتروزآمد و بسیج اقدامات مشترک	گردآوری دیدگاه‌های ذی‌نفعان مختلف
وبستر	2004	فرآیند نظام‌مند و هدف‌مند	جمع‌آوری دیدگاه‌ها و انتظارات بازیگران مختلف در مورد فناوری	تدوین چشم‌اندازهای استراتژیک در مورد آینده
کوستانزو	2004	جمع‌آوری دیدگاه‌های افراد مختلف	استفاده مناسب از مجموعه‌ای از روش‌های آینده‌نگاری	توسعهٔ دامنه‌ای از نگرش‌های کیفی به آینده
سترون و دیویس	2005	شناسایی فرصت‌های آینده		تصمیم‌گیری دربارهٔ آینده
UNIDO	2005	فعالیت آینده‌نگاری تلاشی نظام‌مند	تمرکز بلندمدت نیازهای اقتصادی- اجتماعی علاوه بر عوامل فناوری	تمرکز فعالیت آینده‌نگاری بر فناوری‌های نوظهور
		تأکید بر مشارکت میان ذی‌نفعان	گردآوری دیدگاه‌های مختلف	تعادل میان فشار علم/ فناوری با کشش تقاضا

1. Ben Martin
2. Horton
3. Foresight for Regional Development Network
4. Webster
5. Laura A. Costanzo
6. United Nations Industrial Development Organization

۲. مبانی و چارچوب نظری تحقیق

اهداف آینده‌نگاری با موضوعات و مسایلی که در سیستم ملی نوآوری یا پژوهش‌ها مطرح می‌شود، ارتباط دارند[۲]. صاحب‌نظران مختلف آمال گوناگونی را برای آینده‌نگاری ذکر کرده‌اند که برخی از مهم‌ترین آن‌ها شامل شناسایی فناوری‌های عمومی، توسعهٔ عام اولویت‌ها، کاوش آیندهٔ محتمل و توسعهٔ چشم‌انداز برای چنین آینده‌ای و کاهش به‌موقع تأثیرات منفی یا انطباق با موقعیت جدید و بهره‌برداری از نتایج مثبت می‌باشد[۸۰، ۵۹، ۲۱، ۲۰، ۸].

در طول فرآیند آینده‌نگاری، بسته به نوع فعالیتی که در گام‌های مختلف چارچوب آینده‌نگاری انجام می‌پذیرد، سیر آینده‌های ممکن[۱]، قابل قبول[۲]، محتمل[۳]، یا مطلوب[۴] می‌توانند تولید شوند [۹۰].

روش‌های تحقیق در مطالعهٔ آینده متنوع هستند و یک تاکسونومی ساده از این روش‌ها در تحقیق گلن و گوردن [۲۳] نشان داده شده است. از مهم‌ترین این روش‌ها می‌توان به برنامه‌ریزی سناریو [۷۴] اشاره نمود که خود شامل فنون زیادی برای پیاده‌سازی است. از دیگر روش‌های مطالعهٔ آینده می‌توان به پانل خبرگان، دلفی، ذهن‌انگیزی و پویش محیطی اشاره نمود. روش‌های آینده‌نگاری اغلب به‌صورت ترکیبی در اجرای فرآیند آینده‌نگاری به‌کار می‌روند [۳]. این روش‌ها به شیوه‌های مختلفی تقسیم‌بندی شده‌اند. یکی از متداول‌ترین آن‌ها، تقسیم‌بندی برمبنای فن به‌کار رفته در آن‌ها است که عبارت‌اند از [۸۸، ۶۵]:

ـ **روش‌های عددی یا کمّی.** که مبتنی بر داده‌های گذشته و حال هستند. متداول‌ترین این روش‌ها عبارت‌اند از سری‌های زمانی[۵]، مدل‌های شبیه‌سازی[۶] و اقتصادسنجی[۷].

ـ **روش‌های شبه‌عددی یا قضاوتی.** این‌ها حد واسط روش‌های کمّی و کیفی‌اند. اکثراً نیاز است که قضاوت‌های ذهنی از طریق یک سری قوانین یا تعاریف، کمّی شوند.

ـ **روش‌های کیفی.** اساس این روش‌ها بر این اصل استوار است که به نظر فرد خبره درباره چشم‌انداز آینده، بیش از هر چیز دیگری می‌توان اعتماد نمود. خبرگان برمبنای شواهد یا انتظارات

1. Possible Futures
2. Plausible Futures
3. Probable Futures
4. Preferable Futures
5. Time Series
6. Simulation
7. Econometrics

خود از آینده، نظر خود را بیان می‌کنند. برخی از مهم‌ترین این روش‌ها عبارت‌اند از: طوفان ذهنی[1]، روش SWOT، روش دلفی[2]، سناریوسازی[3]، روش رەنگاری[4] و فناوری‌های کلیدی.

انتخاب روش‌های آینده‌نگاری به عواملی مانند زمان، منابع مالی در دسترس و اهداف اجرای آینده‌نگاری بستگی دارد. از مهم‌ترین معیارهای انتخاب روش آینده‌نگاری عبارت‌اند از [۳۳]:

ـ منابع، به‌خصوص پول و زمان.

ـ وسعت و میزان مشارکت مطلوب متخصصان و ذی‌نفعان در پروژه آینده‌نگاری.

ـ نیاز روش‌های مختلف به داده‌های کمییا کیفی.

ـ مناسب‌بودن ترکیب روش‌ها به‌منظور پشتیبانی آن‌ها از یکدیگر.

ـ انتظار فرآیندگرایی یا نتیجه‌گرایی از خروجی پروژه آینده‌نگاری.

کشورهای مختلف فعالیت‌های فراوانی در زمینهٔ آینده‌نگاری فناوری انجام داده‌اند[۲۲]. پژوهش‌های مرتبط نشان می‌دهد که کشورهایی همچون آلمان، برزیل، انگلیس [۶۴]، تایلند [۳۳] و آفریقای جنوبی [۵۰] در حوزه‌های مختلفی آینده‌نگاری انجام داده‌اند.

در این پژوهش‌ها از روش‌های گوناگون و چارچوب‌های آینده‌نگاری متنوعی استفاده نموده‌اند و در آن‌ها به مؤلفه‌های مختلفی توجه شده است. مرور ادبیات بر روی این پژوهش‌های آینده‌نگاری نشان می‌دهد که اساس بیشتر آنان بر روش‌های کیفی استوار بوده و در آن‌ها از تلفیق روش‌های متفاوت برای آینده‌نگاری و جمع‌بندی نظرات خبرگان و کارشناسان بهره برده شده است.

مطالعهٔ دیدگاه‌های صاحب‌نظران درخصوص نحوهٔ اجرای آینده‌نگاری، وجود تنوع در نظرات آن‌ها را نتیجه می‌دهد. هاواس [۲۶] درزمینهٔ طراحی فرآیند آینده‌نگاری معتقد است که اگر تصمیم‌گیرندگان طرفدار یک رویکرد و فرآیند خاص باشند، مطلوب نیست که آن را در انواع مطالعات به‌کار گیرند و بایستی باتوجه به بافتار و سایر عوامل، چارچوب‌هایی با رویکردهای متنوع توسعه داد. لذا طراحی چارچوب‌های آینده‌نگاری با رویکردهای متفاوت یک ضرورت به‌نظر می‌رسد.

فرد پولاک[5][۶۰] در کتاب خود به نام "تصویر آینده[6]" می‌گوید ما در دو دنیا زندگی می‌کنیم، حال و آنچه تصور می‌شود. آینده در خارج از این تحلیل متولد می‌شود. لذا آینده یک مفهوم کاملاً ذهنی و وابسته به تفکر بوده و وجود خارجی ندارد و آنچه قابل تجربه است، زمان حال است. بنابراین آینده‌نگاری در ذهن آینده‌نگر رخ می‌دهد و براساس [۴۲]، از لحاظ علوم اجتماعی

1. Brain Storming
2. Delphi Method
3. Scenario Planning
4. Road Mapping
5. Fred Polak
6. The Image of the Future

می‌تواند به دو صورت شهودی[۱] و استقرایی[۲]رخ دهد. پیش‌بینی شهودی برمبنای ادراکی است که مستقیماً به ذهن ناخودآگاه و سپس خودآگاه نازل می‌شود؛ اما پیش‌بینی استقرایی برمبنای پیش‌دانش از آینده است. آنچه که در آینده‌نگاری مورد تأکید قرار می‌گیرد و در پیش‌بینی نبوغ‌آمیز[۳][۲۳] نیز بررسی شده، که پیش‌بینی شهودی[۴] است.

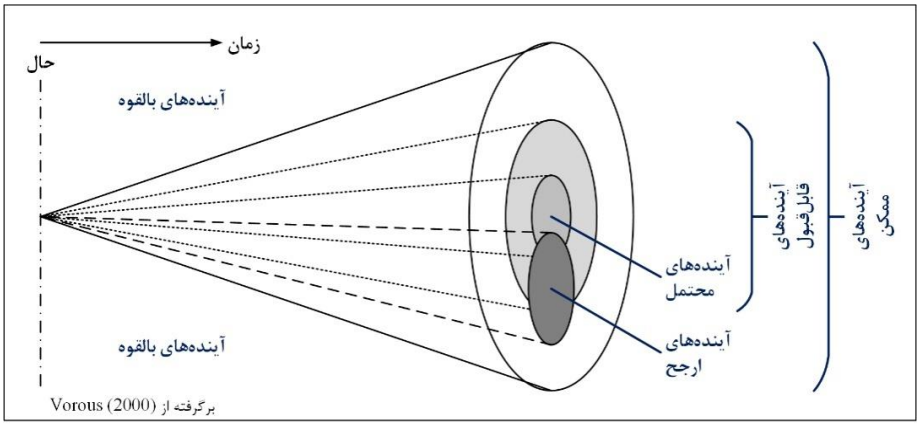
در این مقاله، نگاشت و برقراری ارتباط میان مفاهیم آینده‌نگاری و روان‌شناسی شناختی[۵] پی گرفته شده و هدف آن ارائه چارچوبی برای آینده‌نگاری است که در آن به فعل و انفعالات ذهن آینده‌نگاران توجه شده است و از فنون شناختی و به‌خصوص نقشه‌های شناختی فازی[۶](FCM) برای کشف و ساخت آینده بهره برده است.

ساختار مقاله به این صورت سامان داده شده که در بخش اول مفاهیم و تعاریف مطرح آینده‌نگاری و روش تحقیق موردنظر مطرح شده‌اند. در بخش دوم چارچوب‌های ارائه شده در آینده‌نگاری مطالعه شده، شباهت‌ها و تفاوت‌های آن‌ها بررسی و تعیین گردیده تا مشخص شود که چگونه با همدیگر مرتبط هستند. همچنین روش‌های شناختی بررسی‌شده و وجه تشابه و نحوهٔ کاربرد آن‌ها در فرآیند آینده‌نگاری مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

در بخش سوم چارچوب‌های مطالعه شده با روش فراترکیب تجزیه‌وتحلیل شده و چارچوب پیشنهادی مبتنی بر روش‌های شناختی، ارائه گردیده است. بخش چهارم، به نتیجه‌گیری و ارزیابی چارچوب پیشنهادی اختصاص داده شده است.

چارچوب‌های عام آینده‌نگاری. قالب‌های مختلفی برای آینده‌نگاری توسط صاحب‌نظران این موضوع ارائه شده است. آن‌ها بیان‌کنندهٔ فرآیند عمومی برای اجرای آینده‌نگاری هستند، لذا می‌توان از این چارچوب‌ها برای انجام آینده‌نگاری در حوزه‌های مختلف با دامنه‌های موضوعی متفاوت استفاده نمود. هر چارچوب شامل فازها یا مراحل مختلفی است. براساس فعالیت‌های انجام شده در مراحل مختلف فرایندآینده‌نگاری، آینده‌های بالقوه می‌توانند بصورت آینده‌های ممکن[۷]، قابل قبول[۸]، محتمل[۹] یامطلوب (ارجح) [۱۰](شکل ۱) نشان داده شده است [۹۰].

1. Intuitive
2. Inductive
3. Genius Forecasting
4. Intuitive Forecasting
5. Cognitive Psychology
6. Fuzzy Cognitive Map
7. Possible Futures
8. Plausible Futures
9. Probable Futures
10. Preferable Futures



شکل ۱. مخروط آینده [۹۰]

رایج‌ترین و پرارجاع‌ترین چارچوب‌های آینده‌نگاری شاامل به الگوها و فرآیندهای آینده‌نگاری مارتین[۱]، هورتن[۲]، ریجر[۳]، مایلز[۴]، وروس[۵]، ساریتاس[۶]، سانتو[۷] و پوپر[۸] هستند.

فرآیند آینده‌نگاری در چارچوب مارتین [۴۷] شامل سه مرحله "پیش‌آینده‌نگاری[۹]"، "آینده‌نگاری" و "پساآینده‌نگاری[۱۰]" است. مرحله پیش‌آینده‌نگاری حاوی کارهایی است قبل از آینده‌نگاری باید انجام داد و شامل دو گام "تصمیم برای شروع آینده‌نگاری" و "فعالیت‌های آماده‌سازی" است. در مرحله اصلی آینده‌نگاری، گام‌های "طراحی فرآیند آینده‌نگاری"، "تحلیل راهبردی"، "توافق بر گزینه‌های محتمل" و "انتشار نتایج حاصل از آینده‌نگاری" انجام می‌شود. مرحله پساآینده‌نگاری نیز شامل برنامه‌یزی و اتخاذ راهبرد برای دستیابی به اهداف و همچنین انتخاب رویکرد برای انتشار نتایج و تعیین متولی آن می‌شود [۵۹].

چارچوب آینده‌نگاری هورتون [۲۸]، آینده‌نگاری را فرآیندی سه‌مرحله‌ای برای گسترش طیفی از راهکارهای ممکن برای توسعهٔ آینده می‌داند که شامل "ورودی‌ها"، "آینده‌نگاری" و "خروجی‌ها و فعالیت‌ها" هستند. در مرحلهٔ اول اطلاعات منجر به ایجاد آینده‌نگاری از منابع مختلفی گردآوری می‌شود. روش‌های مختلفی نظیر بررسی محیطی، پیمایش‌های دلفی و مطالعات نظام‌مند در این گام موثر است. سپس با بهره‌گیری از روش‌هایی نظیر سناریوسازی،

1. Martin
2. Horton
3. Reger
4. Miles
5. Voros
6. Saritas
7. Santo
8. Popper
9. Pre-Foresight
10. Post-Foresight

مقایسات گرافیکی، ماتریس و تحلیل تأثیرات متقابل، اطلاعات جمع‌آوری شده مقایسه، تلخیص و جمع‌بندی می‌شوند. در مرحله دوم، دانش حاصل از ورودی‌ها مورد ترجمه و تفسیر قرار گرفته و دانش ترجمه شده به ادراکات سازمانی تبدیل می‌شوند. در مرحله پایانی، درک بدست آمده در مرحلهٔ قبل، ارزیابی و یکسان‌سازی می‌شود تا نوعی تعهد برای پیاده‌سازی در سازمان به‌وجود آید.

ریجر [۶۵] چارچوبی هفت مرحله‌ای برای آینده‌نگاری ارائه نموده که مراحل آن عبارت از "تعیین نیازهای اطلاعاتی و انتخاب حوزهٔ پژوهش"، "انتخاب منابع اطلاعاتی، روش‌ها و ابزارها"، "جمع‌آوری داده‌ها"، "غربال‌سازی، تحلیل و تفسیر اطلاعات"، "آماده‌سازی تصمیمات"، "ارزیابی و تصمیم‌گیری" و "پیاده‌سازی و اجرا" هستند.

مایلز [۴۹] نیز چارچوبی برای آینده‌نگاری ارائه داده که برخلاف اکثر مدل‌ها که از روندی سلسله‌مراتبی پیروی می‌کنند، دارای فرآیندی تکرارپذیر است و در هر تکرار نتایج و فرآیندهای تکرار قبل به‌روزآوری می‌شوند. عناصر آینده‌نگاری در این چارچوب شامل "پیش‌آینده‌نگاری"، "به‌کارگماری[1] عوامل پروژه"، "ایجاد تصویری از آینده[2]"، "اجرا[3]" و "تجدید[4]" می‌شود [۶۱].
چارچوب وروس برایفرآیند آینده‌نگاری [۹۰] شامل چهار عنصر کلیدی"ورودی‌ها"، "آینده‌نگاری"، "خروجی‌ها" و "راهبرد" است.

مرحله اول این چارچوب در سطح سازمان به‌عنوان پیمایش هوشمندانهٔ راهبردی نامیده می‌شود. مرحله آینده‌نگاری، شامل سه گام تحلیل، تفسیر و ترسیم چشم‌انداز[5] است. مرحله خروجی کارهای آینده‌نگاری از نظر وروس به دو دسته خروجی‌های ملموس و غیرملموس تقسیم می‌شود.

ساریتاس و همکاران وی تایماز[6] و تامر[7] [۷۳] یک چارچوب نظام‌مند برای آینده‌نگاری ارائه نمودند که براساس ارتباط بین بافت[8]، محتوا[9] و فرآیند ایجاد آینده‌نگاری در یک سازمان شکل گرفته است. آن‌ها معتقدند آینده‌نگاری در بافت داخلی یا ترکیبی از ساختارها مانند فرآیندهای داخلی، تجهیزات و فناوری‌ها؛ و رفتارها مانند فرهنگ، سیاست، مهارت‌ها و شیوهٔ مدیریت و بافت خارجی شامل سیستم‌های اجتماعی، فناوری، اقتصادی، اکولوژی و سیاسی قرار گرفته و گسترش می‌یابد. همچنین در آینده‌نگاری محتوا به حوزه‌های موضوعی مورد توجه و خلق ایده‌های مرتبط

1. Recruitment
2. Vision
3. Action
4. Renewal
5. Prospection
6. Taymaz
7. Tumer
8. Context
9. Content

به این حوزه‌ها در طول فرآیند آینده‌نگاری اطلاق می‌شود. براساس نظر ساریتاس و همکاران، در فرآیند آینده‌نگاری ابتدا باید بافت و محتوا مشخص شوند [۱۳].

این چارچوب نظام‌مند مبتنی بر پنج فعالیت است که شامل "درک کردن"، "ترکیب"، "تحلیل و انتخاب"، "تغییر شکل" و "فعالیت" می‌شود.

سانتو و همکاران در تحقیق خود [۷۲]، یک "مدل توسعه‌یافته" برای آینده‌نگاری بر روی کار هورتون، کنوای[1] و وروس پیشنهاد داده‌اند. از نظر این تحقیق، مدیریت فعالیت‌های آینده‌نگاری چهار مرحلهٔ مهم "تعیین اهداف"، "انتخاب موضوع"، "پیاده‌سازی" و "تصمیم‌گیری" را مدنظر قرار می‌دهد.

مرحلهٔ پیاده‌سازی خود دارای سه گام است. گام اول شامل شامل شناسایی وضعیت جاری، جمع‌آوری، سازمان‌دهی و خلاصه کردن اطلاعات موجود و نیز تجزیه و تحلیل دانش موجود؛گام دوم شامل اصلی‌ترین فاز و استفاده از فنون پیش‌بینی و آینده‌نگاری مانند دلفی، پانل خبرگان و سناریو؛ و گام سوم همان قدم تعهد[2] است.

پوپر[3][۶۱]نیز بافتار آینده‌نگاری را از دو بعد بافت خارجی و بافت داخلی مورد توجه قرار داده است و فرآیندی پنج مرحله‌ای شامل "طراحی"، "اجرا"، "پیاده‌سازی"، "ارزیابی" و "تجدید" برای آینده‌نگاری مطرح نموده است.

۳. روش‌شناسی تحقیق

در این پژوهش از روش فراترکیب[4][۵۲] و تحلیل محتوا[5] برای شناسایی گام‌ها و اجزای چارچوب پیشنهادی برای آینده‌نگاری استفاده شده است. روش فراترکیب نوعی جریان جستجوی علمی است که برای ترجمه‌های تفسیری[6] و یا ایجاد تئوری بااستفاده از یکپارچه‌سازی و مقایسه یافته‌ها یا استعاره‌های مطالعات کیفی مختلف، استفاده می‌کند [۱۱].

برخلاف رویکرد فراتحلیلی[7] کمّی که بر داده‌های مقداری ادبیات موضوع و روش‌های آماری تأکید دارد، روش فراترکیبی بر مطالعات کیفی متمرکز بوده و لزوماً ادبیات موضوع گسترده‌ای را در بر نمی‌گیرد. همچنین برخلاف روش‌های فراتحلیلی، این روش به ترجمه و تفسیر مطالعات کیفی به همدیگر و درک عمیق پژوهشگر از مطالعات بستگی دارد [۱۱].

---

1. Conway
2. Commitments
3. Popper
4. Meta-synthesis
5. Content Analysis
6. Interpretive Translations
7. Meta-analysis

از آنجا که بیشتر چارچوب‌های موجود در آینده‌نگاری، مطالعات کیفی و غیرکمی‌اند، روش فراترکیب گونه‌ای مناسب برای این تحقیق شناسایی شده است.

روش فراترکیب [۵۲] دارای رویکردی هفت‌مرحله‌ای شامل شروع، تصمیم‌گیری، خواندن مطالعات، تعیین ارتباط مطالعات با یکدیگر، ترجمه مطالعات به یکدیگر، ترکیب ترجمه‌ها و تشریح تلفیق و ترکیب است. این روش از لحاظ اجرا دارای گام‌های زیر است [۷۶]:

۱. جمع‌آوری و بررسی یافته‌ها: در این گام تحقیقات مرتبط با موضوع شناسایی و مطالعه می‌شوند.

۲. شناسایی ارتباط بین تحقیقات مطالعه شده و خلاصه‌سازی نتایج: در این گام، ماتریسی از ابعاد و مؤلفه‌های تحقیقات مختلف استخراج می‌شود.

۳. تفسیر و ترجمه: شباهت‌ها و تفاوت‌های میان تحقیقات مختلف بررسی شده و اجزایی که هم‌عرض هستند، در ماتریس نمایش داده می‌شوند.

۴. ترکیب داده‌ها و معرفی مدل جدید: در این گام، استعاره جدید به‌همراه توضیحات تفصیلی برای درک بهتر ارائه می‌شود.

گام اول براساس مرور ادبیات انجام شده است. سپس براساس روش‌های تحقیق فراترکیب و تحلیل محتوا، چارچوب‌های آینده‌نگاری مطالعه‌شده در ادبیات، به‌صورت جدول ۲ تجزیه‌وتحلیل شده‌اند. تفسیر و ترکیب یافته‌ها، منجر به نتیجه‌گیری مدل جدید (چارچوب پیشنهادی) شده است که در بخش بعدی معرفی و تشریح شده است.

جدول ۲. مقایسهٔ چارچوب‌های آینده‌نگاری

چارچوب‌ها	مرحلهٔ پیش‌آینده‌نگاری	مرحلهٔ اصلی آینده‌نگاری			مرحلهٔ پساآینده‌نگاری
		ورودی‌ها	آینده‌نگاری	خروجی‌ها	
مارتین	تصمیم‌گیری سطح بالا برای شروع ○ فعالیت‌های آماده‌سازی	○ طراحی فرآیند آینده‌نگاری ○ تحلیل راهبردی ○ توافق بر گزینه‌های محتمل ○ انتشار نتایج فرآیند آینده‌نگاری			برنامه‌ریزی برای پیاده‌سازی یا ایجاد فناوری ○ تعیین کاربران انتخاب رویکرد انتشار نتایج پیگیری پیاده‌سازی تصمیم
هورتون	○	○ جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات ○ مقایسه، تلخیص و جمع‌بندی اطلاعات	تبدیل و ترجمه دانش بدست آمده تفسیر دانش برای دستیابی به ادراکات	ارزیابی و یکسان سازی ادراکات	○
ریجر	تعیین نیازهای اطلاعاتی و انتخاب حوزهٔ پژوهش ○ انتخاب منابع اطلاعاتی	○ جمع‌آوری داده‌ها	غربال‌سازی، تحلیل و تفسیر اطلاعات	آماده‌سازی تصمیمات طی مشارکت شهودی	○ ارزیابی فعالیت‌های آینده‌نگاری ○ پیاده‌سازی نتایج
مایلز	تصمیم‌گیری درباره نحوهٔ اداره کردن پروژهٔ آینده‌نگاری یافتن و گردآوری خبرگان	○ جمع‌آوری اطلاعات	ترکیب دانش و دستیابی به ادراکات مشترک	خلق دیدگاه‌ها درمورد آیندهٔ ممکن	○ انتشار نتایج و اجرا تلاش برای تجربه‌های آتی و مکمل
وروس	○	جمع‌آوری اطلاعات برای آگاهی استراتژیک	○ تحلیل اطلاعات تفسیر ساختارها و بینش‌ها ترسیم دیدگاه‌ها دربارهٔ آینده	تولید گزینه‌های استراتژیک ممکن درباره آینده	○ تصمیم‌گیری درباره پیاده‌سازی اقدامات راهبردی بازخور نتایج برای ارزیابی و اصلاح
ساریتاس و همکاران	○	جستجوی دیدگاه جامعی از سیستم‌ها در یک بافت ایجاد درک مشترک و متقابل سیستم‌ها	کشف و توسعه آینده‌های محتمل برای بافت جدید	تحلیل آینده‌های محتمل تصمیم‌گیری برای آیندهٔ مطلوب	برنامه‌ریزی برای تغییر و تحول از حال به آینده اجرای برنامه‌های تغییر و تحول شناسایی پیش‌قدم‌ها و منابع موردنیاز
سانتو و همکاران	○ تعیین اهداف آینده‌نگاری ○ انتخاب موضوع فرآیند آینده‌نگاری	شناسایی وضعیت جاری جمع‌آوری، سازمان‌دهی و خلاصه اطلاعات	تجزیه و تحلیل دانش موجود	پیش‌بینی و آینده‌نگاری تدارک لازم برای پیاده‌سازی پیشنهادها	○ پیاده‌سازی پیشنهادات شناسایی شده ○ ارائه بازخوردها به تصمیم‌گیرندگان
پوپر	سازمان‌دهی و طراحی فعالیت آینده‌نگاری	○	○ توسعه فرآیند طراحی	تدوین سیاست‌ها و راهبردها	ر یا بهبود در مفاهیم مرتبط با موضوع آینده‌نگاری ارزیابی تطابق و دانش در مفاهیم آینده‌نگاری ○ بهبود مستمر در فعالیت آینده‌نگاری

چشم‌انداز تحقیق و ایده‌های مبنا. آینده یک ساختار ذهنی است و به هر شکلی که آینده‌نگر فکر می‌کند، می‌تواند شکل بگیرد. لذا برای انجام یک آینده‌نگاری موفق لازم است تا بااستفاده از فنون شناختی، نقش پررنگ ذهن را در چارچوب‌های آینده‌نگاری لحاظ نمود [۴۳].

آینده‌نگاری، انتخاب آینده مطلوب از میان آینده‌های محتمل تعریف شده است. آینده‌های محتمل تصورات[۱] فرد هستند که به شهود[۲] تبدیل شده و درنهایت بصیرت[۳] یافته‌اند. به گفتهٔ الئونورا ماسینی[۴]، تصورات آینده، محرک تغییر حال هستند. اصطلاح تصور برای توصیف برخی شرایط آینده به‌کار می‌رود، شهود معادل تصور درونی[۵] بوده و برای تولید آینده‌های محتمل به‌کار می‌رود، و بصیرت رهیافتی برای انتخاب آیندهٔ مطلوب در ذهن است. به‌عبارت دیگر، آینده تلاقی تصور و شهود در ذهن است و تلاقی‌ای که در ذهن جرقه زده و به جامعه تلقین می‌شود. آینده‌ای که در ذهن ترسیم شده و در دنیای بیرون ساخته می‌شود [۲۳].

نحوهٔ شکل‌گیری تصورات و دستیابی به شهود و بصیرت در محتوای ذهن خبرگان تجلی می‌یابد. ایکاف [۵] سیر تکاملی محتوای ذهن شامل مفاهیم و متغیرها را شامل داده‌ها[۶]، اطلاعات[۷]، دانش[۸]، فهم[۹] و خرد[۱۰] می‌داند [۱۲].

خرد درک و فهم عمیقی از کلیهٔ متغیرهای ذهن انسان دربارهٔ یک موضوع خاص است که منجر به ادراک‌ها، قضاوت‌ها و اقدامات برای فهمیدن می‌گردد. لذا هرچه متغیرهای ذهنییک فرد درباره موضوعی خاص کامل‌تر و قوی‌تر باشد یا آن فرد "خبره‌تر" باشد، خرد وی درباره آینده با سهولت بیشتری شکل گرفته، تصورات بیشتری دربارهٔ آینده روشن شده و دستیابی به شهود درباره آینده محتمل‌تر خواهد بود. تحلیل این ارتباطات که در این مقاله مورد توجه قرار گرفته، تحقیقات آینده‌نگاری را به علوم شناختی به‌ویژه روان‌شناسی شناختی پیوند می‌دهد. با درک نحوهٔ تفکر و تصمیم‌گیری در ذهن خبرگان که محتوای ذهن آن‌ها اشتراکاتی با موضوع بررسی دارد، می‌توان آینده‌ای قابل اطمینان ترسیم نمود.

ذهن انسان براساس انطباق‌ها فعالیت می‌نماید و تصمیم‌گیری در ذهن نیز براساس این انطباق‌ها صورت می‌پذیرد. شواهد در هر لحظه از راه‌های مختلف مانند حواس پنجگانه وارد ذهن انسان می‌شود و در محلی سازمان‌دهی و ذخیره می‌شود. ذهن انسان کلیهٔ مشاهدات خود را فیلتر

1. Vision
2. Intuition
3. Insight
4. Eleonora Masini
5. Inner Vision
6. Data
7. Information
8. Knowledge
9. Understanding
10. Wisdom

می‌کند، چنین است که انسان‌های مختلف در مواجه شدن با شواهد یکسان نتیجه‌گیری و تصمیمات مختلف و متنوع اتخاذ می‌نمایند. ذهن به‌طور ذاتی بازنمایشگر دنیا در قالب نقشه‌های شناختی[1]است و آنچه که ذهن براساس آن ادراک[2]، انطباق و فیلتر را انجام می‌دهد، همین نقشهٔ شناختی است. در ذهن انسان هزاران نقشهٔ شناختی و بدین‌ترتیب هزاران هزار متغیر وجود دارد [۵۱].

نقشه‌های شناختی بازنمایش درونی از محیط فیزیکی پیرامون بشر هستند که به‌خصوص بر روابط فاصله‌ای[3] تکیه دارند [۷۹]. می‌توان نقشهٔ شناختی را نگاشتی از یک مجموعه از بازنمایش‌های شناختی همچون مفاهیم و کلمات به یک فضای متریک پیوسته انتزاعی[4] دانست [۷۱].

هرچه یک فرد تجربه بیشتری نسبت به یک محیط یا رویداد داشته باشد، نقشهٔ شناختی وی از آن کامل‌تر و پویاتر است [۷۹]. نقشهٔ شناختی ذهن انسان نشان‌دهندهٔ محتوای ذهن او است. درواقع، خرد عصاره‌ایاست که از آنچه که در نقشهٔ شناختی وی ثبت شده و با فراخوان خودآگاه و ناخودآگاه انسان حاصل می‌شود. در تحقیقی [۴۸] کیفیت داده‌ها، اطلاعات و دانش در فرآیند آینده‌نگاری بررسی شده است. اما آنچه که در اینجا اهمیت دارد، شناسایی و ترسیم خرد در این فرآیند و همچنین شناسایی نوع محتوای ذهن قابل بررسی در هر مرحله از چارچوب پیشنهادی برای آینده‌نگاری است.

دو ابزار نقشه‌های مفهومی[5] و نقشه‌های شناختی[6] از پرکاربردترین ابزارهای به تصویر کشیدن ذهن و خرد هستند. برخلاف نقشه‌های مفهومی، در گونه‌های شناختی، مفاهیم یا متغیرها می‌توانند ابعاد مختلف یک نظام پیچیده اجتماعی، اقتصادی و حتی محیط آن را مدل‌سازی نماید. لذا نقشه‌های شناختی در شناسایی موضوعات کلیدی به‌منظور اکتشاف گزینه‌های آینده توسط گروهی از خبرگان بسیار موثر است [۲۴].

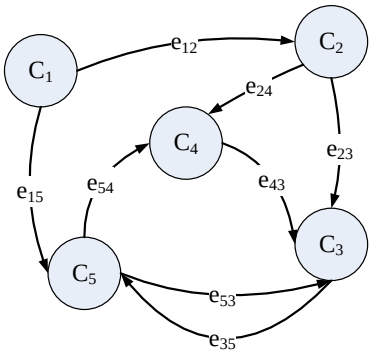
تولمن [۸۶] یکی از پیشروان روان‌شناسی شناختی است که برای اولین بار به متغیرهای شناختی اهمیت داده است، در سال ۱۹۷۰، اکسلرد [۹] نقشه‌های شناختی را برای ارائه دانش علوم اجتماعی و مدل تصمیم‌گیری در سیستم‌های سیاسی و اجتماعی معرفی نمود [۳۱].

در نمودار نقشه‌های شناختی، متغیرها[7]یا مفاهیم[1] بصورت گره‌ها[2] ظاهر می‌شوند و یال‌ها نقش روابط[3] میان متغیرها را ایفا می‌کنند. یک نقشهٔ شناختی با فنون مختلف شامل استفاده از

1. Cognitive Maps
2. Perception
3. Spatial
4. Abstract
5. Concept Maps
6. Cognitive Maps
7. Variables

پرسشنامه‌ها برای استخراج نظرات خبرگان و ترسیم متغیرها و روابط [۶۷]، بهره‌گیری از تحلیل محتوا[۴] برای کشف روابط در متون نوشتاری [۹۳]، استفاده از از داده‌های کمی [۷۵] و فرآیند مصاحبه عمیق با افراد مختلف و خبرگان [۵۵] می‌تواند به تصویر کشیده شود [۵۴].

در سال ۱۹۸۶، بارت کاسکو [۳۸] نقشهٔ شناختی فازی (FCM) را به‌عنوان یک نسخهٔ الحاقی و ارتقاءیافته از نقشهٔ شناختی ارائه نمود که قابلیت ویژه‌ای برای مدل‌سازی روابط علی و معلولی و پیچیده میان ارتباطات وزن‌دار دارد [۴۱]. یک FCM ساده در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲. یک نقشهٔ شناختی فازی ساده

برتری FCM بر نقشهٔ شناختی، تعریف قدرت یال‌ها به‌صورت برچسب[۵] هر یال است که در آن ارتباط بین دو متغیر C_i و C_j بصورت w_{ij} نشان داده می‌شود. قدرت هم‌بستگی روابط به‌صورت متغیرهای زبانی به فاصله $[0,1]$ یا $[-1,+1]$ نگاشته می‌شود. روابط میان متغیرها براساس تئوری گراف معرفی شده توسط اویلر در سال ۱۷۳۶، می‌تواند به ماتریس مجاورت[۶] یا ماتریس ارتباطات[۷] به فرم $E=[e_{ij}]$ تبدیل شود و بر روی آن عملیات ریاضی انجام داد [۲۵].

از FCMها برای مدل‌سازی در کاربردهای مختلف استفاده می‌شود، نظیر [۱۷]، [۱۹]، [۵۴]، [۷۵]، [۸۱]، [۸۳] و [۸۵].آگیلار[۶]پیمایش جامعی بر روی کاربرد FCMها در زمینه‌های مختلف انجام داده است.

---

1. Concepts
2. Nodes
3. Relations
4. Content Analysis
5. Label
6. Adjacency Matrix
7. Connection Matrix

مسائل دنیای واقعی معمولاً با عدم قطعیت/ ناقص بودن مواجه هستند. عدم قطعیت براساس ۷ حالت بی‌دقتی[۱]، ناقص بودن[۲]، نامعین بودن[۳]، قضاوت‌ها[۴]، مبهم بودن در ارتباط با داده‌ها[۵]، مبتنی نبودن داده‌ها بر دانش[۶]، و/ یا ماهیت تصادفی بودن نتایج یک رویداد[۷] خواهد بود که بجز مورد آخر، تمامی شش حالت عدم قطعیت براساس منطق فازی است [۱۰]. بنابراین، در این مقاله از رویکرد مدل‌سازی فازی تحت عدم قطعیت در قالب FCM استفاده شده است.

براساس تحقیق [۴۴]، نقشه‌های شناختیفردی[۸] که از افراد و حوزه‌های مختلف استخراج شده‌اند، می‌توانند با هدف شکل‌گیری یک نقشهٔ شناختی اجتماعی[۹] با یکدیگر ادغام و ترکیب شوند. برای این کار یک ماتریس مجاورت تجمیعی ایجاد می‌شود و که تمامی متغیرهای موجود در کلیهٔ نقشه‌های شناختی فردی در آن شکل می‌گیرد [۴۰، ۳۸، ۳۱].

برای تشکیل نقشه‌های شناختی اجتماعی می‌توان از دو رویکرد [۴SODA[۱۰]] در مبحث تحقیق در عملیات نرم[۱۱] بهره گرفت [۱]:

۱. رویکرد SODAI برای یکپارچه‌کردن نقشه‌های شناختی فردی برای کمک به حل مسئله و بااستفاده از فنون ریاضی بر روی وزن یال‌ها و ماتریس مجاورت به‌کار می‌رود.

۲. رویکرد SODA II برخلاف رویکرد قبلی، نقشه‌های شناختی فردی را کنار گذاشته و از فناوری تصمیم گروهی مانند دلفی برای ساختن نقشه‌های شناختی، به‌طور مستقیم توسط گروه استفاده می‌کند.

در مرور ادبیات [۳۶] دو روش برای ترکیب FCMهای خبرگان مختلف در قالب SODA Iمطرح شده است:

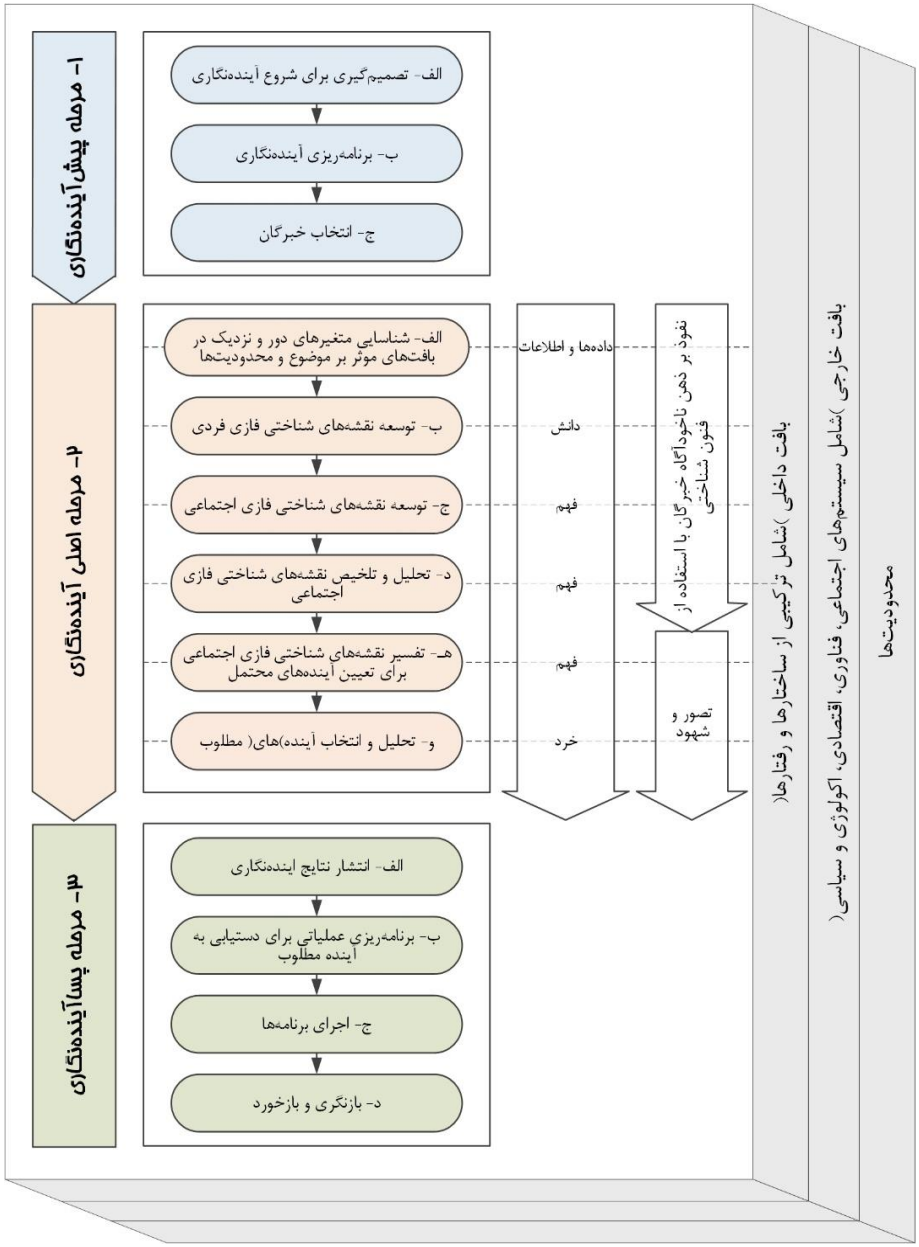
۳. روش اول، وزن‌های اعتبار خبرگان[۱۲] می‌باشد [۸۵، ۸۴، ۸۳]. در این روش ابتدا تخمینی از وزن اعتباری خبرگان مختلف بدست آمده و بااستفاده از جمع وزنی ماتریس‌های مجاورت FCMها، ماتریس مجاورت نقشهٔ شناختی فازی ادغامی[۱۳] نتیجه خواهد شد. اساس این روش محاسبهٔ فاصله هامینگ[۱۴] بین استنباط‌های صورت‌پذیرفته از خبرگان مختلف می‌باشد [۳۷].

---

1. Impreciseness
2. Incompleteness
3. Vagueness
4. Judgments
5. Associated with the data
6. Not knowledge-based data
7. Stochastic nature of an event's results
8. Individual Cognitive Maps
9. Social Cognitive Map
10. Strategic Options Development and Analysis
11. Soft Operation Research
12. Expert Credibility Weights
13. Aggregated Fuzzy Cognitive Map
14. Hamming distance

۴. روش دوم، میانگین FCMهای مختلف[1] می‌باشد[۸۴، ۳۱، ۲۹]. این روش رایج‌تری برای ترکیب FCM های خبرگان مختلف به‌شمار می‌رود. در این روش، ماتریس‌های مجاورت FCMها جمع می‌شوند و سپس برای بدست آوردن وزن‌ها، بر تعداد خبرگان تقسیم می‌شوند[۲۴].

1. Averaging Multiple FCMs



شکل ۳. مدل مفهومی تحقیق

چارچوب پیشنهادی برای آینده‌نگاری مبتنی بر فنون شناختی. در این تحقیق هشت چارچوب عام آینده‌نگاری مورد بررسی قرار گرفت. بااستفاده از تحلیل محتوا مراحل مختلف هر یک از این چارچوب‌ها تجزیه‌وتحلیل شد. بر همین اساس، مروری بر مفاهیم و روش‌های شناختی و نیز چگونگی کاربرد آن‌ها در آینده‌نگاری بررسی شد. سپس بااستفاده از روش فراترکیب، گام‌های مختلف چارچوب‌ها به‌همراه رویکردهای شناختی تلفیق شده و چارچوب جدید با هدف برقراری ارتباط میان مفاهیم آینده‌نگاری و روان‌شناسی شناختی پیشنهاد شد. در چارچوب پیشنهادی از فنون شناختی برای به تصویر کشیدن خرد خبرگان بهره گرفته و بدین‌ترتیب ایجاد تصورات در ذهن خبرگان و به‌دنبال آن دستیابی به شهود و شناسایی آینده‌های محتمل تسهیل شده است. این چارچوب در شکل ۴ نشان داده شده و براساس مدل‌های مارتین و هورتن، به‌صورت سلسله‌مراتبی به سه مرحلهٔ پیش‌آینده‌نگاری، مرحلهٔ اصلی آینده‌نگاری و پساآینده‌نگاری بخش‌بندی شده است.

مرحلهٔ پیش‌آینده‌نگاری. در این مرحله اقدامات اولیه برای آینده‌نگاری تدارک دیده می‌شود و پیش‌نیازهای لازم برای انجام پروژه تأمین می‌شود. این مرحله خود شامل گام‌های زیر می‌باشد:
الف. تصمیم‌گیری برای شروع آینده‌نگاری: در این گام، همان‌طور که در مدل مارتین نیز تأکید شده است، تصمیم‌گیری سطح بالا برای آغاز فرآیند آینده‌نگاری در موضوع تعیین شده، موردنیاز است. این تصمیم‌گیری از دو جنبهٔ حیاتی است، از یک سو اجرای آینده‌نگاری مستلزم صرف منابع و زمان زیادی است و از سوی دیگر اختیارات لازم به خبرگان و ذی‌نفعانی که در این فرآیند شرکت می‌کنند، اعطا شود.
ب. برنامه‌ریزی آینده‌نگاری: این گام نیز با عناوین مختلف در اکثر مدل‌های همچون مارتین، مایلز، ساریتاس، سانت و ریجر ارائه شده است. در این گام به آینده‌نگاری به مثابه یک پروژه پرداخته و ابعاد مختلف این پروژه شامل اهداف، افق زمانی چشم‌انداز، دامنه، تمرکز دیدگاه‌ها، زمان‌بندی، بودجه، ذی‌نفعان و نحوهٔ مشارکت آنها و سایر موارد تعیین و مورد تأیید ذی‌نفعان کلیدی قرار می‌گیرد. همان‌گونه قبلاً نیز اشاره شد، به‌دلیل هزینه‌بر و زمان‌بر بودن آینده‌نگاری، برنامه‌ریزی بایستی با صحت و دقت بالا انجام پذیرد.
ج. انتخاب خبرگان: از آنجا که تمرکز اصلی چارچوب پیشنهادی بر ذهن خبرگان قرار دارد و در مراحل مختلف چارچوب پیشنهادی، خرد موجود در ذهن خبرگان به تصویر کشیده می‌شود، انتخاب خبرگان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. خبرگان بایستی طوری انتخاب شوند تا تصورات آن‌ها در حوزه‌های مختلفی به موضوع آینده‌نگاری شکل گیرد و شهود و بصیرت دربارهٔ آینده‌های محتمل و انتخاب مطلوب با قابلیت اطمینان بیشتری صورت پذیرد. باید توجه داشت

که، کاربردی و مفید بودن نقشه‌های شناختی، کاملاً وابسته به خبرگان مناسب و ترکیب نقشه‌های شناختی آنان است [۲۴]. خبرگان بایستی از حوزه‌های مختلف مؤثر بر موضوع اصلی نظیر اقتصادی، سیاسی، اجتماعی، فناوری و ... انتخاب شوند. البته به‌عنوان مکمل اطلاعات و دانش خبرگان، می‌توان از متون مرتبط و داده‌های کمّی نیز بهره جست.

مرحلهٔ اصلی آینده‌نگاری. این مرحله، بخش اصلی اجرای یک پروژهٔ آینده‌نگاری است و در تمامی مدل‌های بررسی شده در مرور ادبیات، به آن توجه ویژه‌ای شده است. همان‌گونه که در جمع‌بندی چارچوب‌های قبلی نیز نتیجه شد، چارچوب‌های آینده‌نگاری از انواع روش‌های مرسوم آینده‌نگاری ازجمله سناریوسازی، طوفان فکری، پانل خبرگان، دلفی و سایر موارد استفاده می‌کنند. اما در این چارچوب پیشنهادی به‌دلیل تمرکز بر رویکرد شناختی و نیز مرتفع نمودن عدم‌قطعیت موجود در نظرات افراد، از FCM و نیز ترکیب آن با سایر روش‌های آینده‌نگاری توجه شده است.

در این مرحله سیر تکاملی محتوای موجود در ذهن براساس نظر ایکاف [۵] از داده‌ها، سپس اطلاعات، تا دانش و خرد کامل می‌شود [۱۲]. براساس این توضیحات، این مرحله در چارچوب پیشنهادی شامل گام‌های زیر می‌باشد:

الف. شناسایی متغیرهای دور و نزدیک در بافت‌های مؤثر بر موضوع: این گام در بیشتر چارچوب‌ها نظیر مارتین، مایلز، ساریتاس، سانت و ریجر با عنوان جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات وجود دارد. در این گام متغیرها یا مفاهیم یا عوامل مؤثر بر موضوع آینده درنظر گرفته شده، شناسایی می‌شوند. این متغیرها نقش گره‌های نقشهٔ شناختی را ایفا می‌کند و می‌توانند شامل موضوعات واقعی[1] یا انتزاعی[2] باشند. آنچه در این گام مورد توجه است، تأثیر بافت داخلی شامل ترکیبی از ساختارها و رفتارها و بافت خارجی شامل سیستم‌های اجتماعی، فناوری، اقتصادی، اکولوژی و سیاسی بر موضوع آینده است.

شناسایی متغیرها در هر یک از حوزه‌های مؤثر، می‌تواند بااستفاده از یکی از روش‌های پرسشنامه، مصاحبه عمیق، تحلیل متون نوشتاری، داده‌های کمّی و فنون نفوذ بر ذهن ناخودآگاه در کنار فنونی برای پایش استراتژیک [۹۰] همچون برگزاری جلسات دلفی، پانل خبرگان یا پیمایش محیطی[3] انجام شود. از سوی دیگر متغیرهای شناسایی شده در هر یک از حوزه‌های مؤثر را می‌توان به دو دستهٔ متغیرهای دور و نزدیک تفکیک نمود. متغیرهای نزدیک به‌طور

1. Objective
2. Subjective
3. Environmental Scanning

مستقیم بر موضوع آینده تأثیر دارند و متغیرهای دور به‌طور غیرمستقیم و از طریق یک یا چند متغیر نزدیک به موضوع آینده مرتبط هستند.

$$Cocepts = \{C_1, C_2, ..., C_n\}$$

ب. توسعهٔ نقشه‌های شناختی فازی فردی: در این گام، تعداد زیادی سوال "چه می‌شود، اگر متغیر X رخ دهد" پرسیده می‌شود [۳۷]. یکی از متغیرها در نظر گرفته می‌شود و بااستفاده از نظر خبرگان، اثرات این متغیر یا مفهوم بر سایر متغیرها نشان داده می‌شود. این کار برای تمامی متغیرهای شناسایی شده در گام قبلی تکرار می‌شود تا جایی‌که قدرت یا وزن روابط علّی و معلولی میان تمامی متغیرها از نظر هر خبره شناسایی شوند. برای تعریف درجه ارتباط بین متغیرهای نقشه، می‌توان از واژه‌های فازی و درجه‌های بیانی نظیر {بسیارضعیف، ضعیف، متوسط، قوی، بسیار قوی} و غیره استفاده کرده و سپس این اصطلاحات فازی را به مقادیر عددی متناظر {۰,۲، ۰,۴، ۰,۶، ۰,۸، ۱} نگارش نمود [۳۴]. بدین‌ترتیب به‌ازای هر خبره، e_{ij}ها به‌صورت وزن یال (قوت ارتباط) از مفهوم i به مفهوم j در بازه $[0,1]$تعیین شده و در قالب ماتریس مجاورت بازنمایی می‌شوند.

$$0 \le e_{ij} \le 1$$
$$(i, j = 1, 2, ..., n)$$
$$Expert^k \Rightarrow \bar{E}^k = \begin{bmatrix} e^k_{11} & e^k_{12} & \dots & e^k_{1n} \\ e^k_{21} & e^k_{22} & \dots & e^k_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ e^k_{n1} & e^k_{n2} & \dots & e^k_{nn} \end{bmatrix}; (k = 1, 2, ...N)$$

بدین‌ترتیب FCM به‌صورت بازنمایش دانش با تمرکز بر ارتباطات[1]به‌عنوان واحدهای پایه برای ذخیرهٔ دانش و نیز ساختار[2]برای بازنمایی اهمیت سیستم شکل می‌گیرد [۱۵]. در این گام استفاده از روش‌های پرسشنامه و مصاحبه عمیق بسیار مرسوم است و در کنار آن می‌توان تحلیل متون نوشتاری و داده‌های کمّی بهره جست.

1. Connection
2. Structure

ج. توسعهٔ نقشهٔ شناختی فازی اجتماعی: یکی از مزایای ترسیم نقشه‌های شناختی، مقایسه نقشه‌های تصمیم‌گیران مختلف و بحث و بررسی دربارهٔ شباهت‌ها و تفاوت‌های آن‌ها است [۵۳]. خبرگان مختلف در حوزه‌ها و شرایط متفاوت، نظرات متفاوتی خواهند داشت، لذا نقشه‌های شناختی متفاوتی نیز از ذهن آن‌ها می‌توان به تصویر کشید. به‌عنوان مثال نقشهٔ شناختی حاصل از فرد خبره در حوزهٔ اقتصاد دارای متغیرهای اقتصادی بیشتر و قوی‌تری خواهد بود. برای استخراج سناریوهای آینده به توافق بر روی یک نقشهٔ شناختی نیاز است و ضرورت دارد ذهن خبرگان مختلف را در قالب یک نقشه شناختی اجتماعی ترکیب نمود. اضافه نمودن نقشه‌های شناختی متفاوت و مختلف، بازنمایی بهتری از سیستم را نتیجه می‌دهد[۵۴] و قابلیت اطمینان مدل نهایی را افزایش می‌دهد [۳۴].

ترکیب و ادغام نقشه‌ها می‌تواند بااستفاده از روش‌های مختلفی انجام شود [۳۹]. برای ادغام FCMهای فردی روش‌های مختلفی شامل SODA I و SODA II ارائه شده است که در اینجا می‌توان از فنون وزن‌های اعتبار خبرگان یا روش میانگین FCMها استفاده نمود و براساس معادلهٔ زیر نقشهٔ شناختی فازی اجتماعی را توسعه داد.

$$\overline{E} = \sum_{k=1}^{N} \overline{E}^{k}.w_k = \begin{bmatrix} e_{11} & e_{12} & \dots & e_{1n} \\ e_{21} & e_{22} & \dots & e_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ e_{n1} & e_{n2} & \dots & e_{nn} \end{bmatrix}$$

در این معادله درصورتی‌که از روش وزن‌های اعتبار خبرگان استفاده شود، w_i براساس فاصله هامینگ بین استنباط‌های صورت پذیرفته از خبرگان مختلف محاسبه می‌شود و درصورت استفاده از روش میانگین، $w_i = 1/N$ خواهد بود. در این گام، دانش‌های بدست آمده از گام قبلی با سایر دانش‌های موجود ترکیب شده و یک فهم[1] دربارهٔ موضوع آینده‌نگاری حاصل می‌شود.

د. تحلیل و تلخیص نقشهٔ شناختی فازی اجتماعی: در این گام، FCM اجتماعی حاصل از گام قبل، تحلیل و تلخیص می‌شود و فهم حاصله تکمیل می‌شود. نقشهٔ شناختی دارای سیستم پیچیده‌ای است، زیرا از تعداد زیادی متغیر که به‌وسیلهٔ یال‌ها با هم در ارتباط بوده و حلقه‌های بازخورد دارند، تشکیل شده است. فهم یک نقشهٔ پیچیده با تعداد زیادی متغیر و یال بسیار مشکل است. یک نقشهٔ شناختی با بیش از ۳۰ متغیر، مانعی برای دستیابی به بصیرت به‌شمار می‌رود و

1. Understanding

بهترین راه فهمیدن این‌گونه نقشه‌های پیچیده، ساده‌سازی آن‌هاست [۵۴]. برای تحلیل ساختار این نقشه، مفهوم جمع‌شدگی[1][۲۵] در تئوری گراف می‌تواند به‌عنوان یک دستیار می‌تواند مؤثر باشد و با معنای جایگزین نمودن زیرگراف‌ها (شامل یک گروه متغیرها که به هم متصل هستند) با تعداد کمتری مقوله[2]، به ساده‌سازی آن‌ها بپردازد. بدین‌منظور می‌توان از دو روش تراکم کمی[3] و تراکم کیفی[4][۵۳] (نظیر نمودار تفسیر شناختی (CID)) بهره برد.

هـ تفسیر نقشهٔ شناختی فازی برای تعیین آینده‌های محتمل: این گام در مدل‌های مارتین، مایلز، وروس، ساریتاس، و سایر چارچوب‌ها وجود دارد. در این گام باید ضمن یک مشارکت، تصور و شهود به‌منظور تفسیر FCM ادغامی تلاقی یافته تا درک و مفهومی مشترک از آینده ایجاد شود. این گام قلب آینده‌نگاری است و هدف آن تبدیل دانش جمع‌آوری شده و فهم بدست آمده به خرد می‌باشد.

در اینجا گستره‌ای از سناریوها و گزینه‌های استراتژیک ممکن تولید می‌شود و بر روی گزینه‌های محتمل در FCM توافق می‌شود؛ به‌طوری‌که یک چشم‌انداز از آینده طوری تعریف شود که بیشترین متغیرهای تعریف شده در نقشه را در بر داشته باشد. خلق آینده‌های محتمل بااستفاده روش‌های آینده‌نگاری ممکن می‌شود که آن‌ها را می‌توان به دو دسته روش‌های خرد فردی و جمعی تقسیم نمود. روش‌های خرد فردی نظیر پیش‌بینی نبوغ‌آمیز بااستفاده از تصور و شهود توسعه یافته و کاملاً مبتنی بر خرد شخص نابغه عمل می‌کند [۹۱]؛ درحالی‌که روش‌های خرد جمعی مثلاً طوفان ذهنی‌بر از بین بردن ساختارهای پیش فرض و فرضیات ذهنی برای دستیابی بهتر به شهود در گروهی از خبرگان تمرکز دارد که در این چارچوب نیز به آن پرداخته شده است.

گاهی اوقات ممکن است خبرگان به‌تنهایی قادر به تصمیم‌گیری دربارهٔ سناریوهای موجود میان روابط علّی و معلولی گره‌ها نباشند. در چنین زمانی می‌توان با به‌کارگیری فنون و روش‌های شبیه‌سازی، FCM را آموزش داد. معادله زیر برای محاسبه روابط بین گره‌ها و یال‌ها به‌صورت مدل ساده عصبی ارائه شده است:

$$C_i(t+1) = f\left(\sum_{j=1}^{n} e_{ji}.C_j(t)\right)$$

1. Condensation
2. Category
3. Quantitative Aggregation
4. Qualitative Aggregation

در اینجا f تابع فشرده‌سازی[1] یا تابع تبدیل[2] است که شامل رابطه دوره‌ای در زمان تکرار $t \geq 0$ بین $C(t+1)$ و $C(t)$ می‌شود و پس از هر بار عمل ضرب بعنوان یک تابع آستانه[3] در بردار خروجی اعمال می‌گردد. در تحقیقات مختلف توابع فشرده‌سازی مختلفی معرفی شده‌اند [۷۷]. در اینجا چون می‌خواهیم تابع آستانه، نتیجهٔ عملیات ضرب را در بازهٔ $[0, 1]$ فشرده نماید، از تابع سیگموئید[4] استفاده می‌کنیم:

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-\alpha.x}}$$

در این فرمول، α درجهٔ فازی‌سازی تابع را مشخص می‌کند که معمولاً ۱ فرض می‌شود. بنابراین فرمول بالا به‌صورت زیر بازنویسی می‌شود؛ که در آن $\vec{S}$ بردار سطری با مقادیر تمامی مفاهیم، بالانویس t تعداد تکرارها بوده و $\overline{E}$ نیز ماتریس مجاورت شامل تمامی وزن‌های روابط است.

$$\vec{S}^{t+1} = f\left(\vec{S}^t.\overline{E}\right) = \left[\frac{1}{1+e^{-\vec{E}_1.\vec{S}^t}} \quad \frac{1}{1+e^{-\vec{E}_2.\vec{S}^t}} \quad \cdots \quad \frac{1}{1+e^{-\vec{E}_n.\vec{S}^t}}\right]$$

در معادلهٔ بالا، برای تعداد n متغیر، $\vec{S}^t$ بردار ورودی $(1*n)$ و ماتریس مجاورت FCM به‌صورت $(n*n)$ است، لذا $\vec{S}^{t+1}$، بردار خروجی $(1*n)$ خواهد شد. بردار خروجی جدید، مجدداً در ماتریس مجاورت ضرب می‌شود و این فرآیند تا تعادل نتیجه ضرب تکرار می‌شود [۸۳، ۲۴].

برای اجرای مدل معادله ۷ نیاز به بردار اولیه $\vec{S}^0$ وجود دارد. یافتن $\vec{S}^0$ با پرسیدن سوال "چه می‌شود- اگر" از خبرگان و آینده‌نگاران مقدور می‌شود تا سپس با اجرای مدل در شرایط متفاوت و با سیاست‌های مختلف انجام می‌پذیرد تا تمامی آینده‌های محتمل در نقشه شناسایی شوند. در اینجا خبرگان می‌خواهند در هر سیاست، تأثیرگذارترین متغیرها بر سرنوشت FCM را شناسایی نمایند، به آن‌ها مقدار ۱ نسبت داده و مقدار سایر متغیرها را در $\vec{S}^0$ صفر در نظر بگیرند. بررسی متغیرهای فرستنده[5] یا گیرنده[6] [۵۴] موجود در نقشه نیز می‌تواند به انتخاب $\vec{S}^0$

1. Squashing Function
2. Transformation Function
3. Threshold Function
4. Sigmoid Function
5. Transmitter Variables
6. Receiver Variables

کمک نماید. البته به‌جای انتخاب مقادیر ۰ و ۱ می‌توان از مقادیر احتمالی در بازه $[0,1]$ برای حضور تأثیر هر یک از متغیرها در بردار اولیه استفاده نمود. سپس با اجرای مدل، جواب‌ها پس از چندین تکرار به حالت تعادل رسیده و به‌اصطلاح به بهینهٔ محلی دست یافته؛ درنتیجه آیندهٔ محتمل تحت این سیاست را شناسایی نمایند. شرط توقف برای اجرای مدل شبیه‌سازی، رسیدن به حالتی است که بردار $\vec{S}^{t+1}$ در تکرارهای مختلف ثابت بماند یا دچار دور شود.

شبیه‌سازیFCM، این امکان را به ما می‌دهد تا تا با درک حالت پایدار نقشه‌ها، آینده‌های محتمل را به‌صورت خودکار (یا نیمه خودکار) کشف نماییم. محاسبات مربوط به شبیه‌سازی می‌تواند با کمک روش شبکه عصبی خودانجمنی[1] انجام پذیرد [۲۴]. در عمل، تمامی نقشه‌هایی که اجرا می‌شوند، در یک حالت پایدار می‌مانند؛ ولی از نظر تئوری، آن‌ها می‌توانند در یک چرخهٔ محدود یا جذب‌کننده آشوب‌ناک گرفتار شوند [۱۹]. برای شبیه‌سازیFCMها، دو گروه فنون وجود دارند:

۱. فنون دستی: مواردی هستند که تنها دانش فرد خبره را استخراج می‌کنند. در گذشته، به‌علت فقدان سایر رویکردها، این فنون تنها روش‌های شبیه‌سازیFCMها بودند. برای توسعهٔ این فنون می‌توان از رویه‌های تحلیلی نظیر [۶۹AHP] نیز برای ارزیابی مقادیر عددی فازی استفاده نمود [۸۲، ۳۴].

ـ فنون خودکار و نیمه‌خودکار: هدف آن‌ها چنین است که جانشین خبرگان شوند و ساختار مدل را از داده‌های تاریخی آموزش ببینند. در آن‌ها، روابط علّی و معلولی و وزن آن‌ها براساس داده‌های تاریخی تعیین می‌شوند. فنون نیمه‌خودکار نیاز به مداخلهٔ محدود انسان دارد، درحالی که گونه‌های تمام خودکار قادر خواهند بود تا FCMها را فقط براساس داده‌های تاریخی محاسبه نمایند. تعدادی از فنون خودکار و نیمه‌خودکار شامل موارد زیر می‌شوند [۳۷]: Differential Hebbian Learning (DHL)[۱۹]، Balanced Differential Algorithm (BDA)[۸۹]، Nonlinear Hebbian Learning (NHL)[۵۶]، Active Hebbian Algorithm (AHL)[۵۷]، Genetic Strategy (GS)[۴۲]، Particle Swarm Optimization (PSO)[۵۸]، Genetic Algorithm (GA)[۳۵] و Real-coded GA (RCGA)[۷۸].

1. Auto-associative Neural Network

و. تحلیل و انتخاب آیندهٔ مطلوب: در این مرحله، آینده‌های محتمل تحلیل شده، ایده‌ها و اطلاعات از طریق مشارکت به اشتراک گذاشته می‌شود، سناریوهای دستیابی به آینده‌های محتمل بررسی شده، شهود حاصله درباره آینده به بصیرت منجر شده، برای آیندهٔ مطلوب تصمیم‌گیری می‌شود و آیندهٔ مطلوب شناسایی می‌شود.

در این گام خروجی مورد انتظار از آینده‌نگاری شکل می‌گیرد که مطابق با نظر وروس به دو دستهٔ خروجی‌های ملموس و غیرملموس ظاهر می‌شوند. خروجی‌های ملموس می‌توانند در قالب گزارش‌ها و مقالات شکل گیرند و غیرملموس‌ها، دربرگیرنده تغییرات ایجاد شده در نحوهٔ تفکر به آینده و بصیرت‌های تولید شده در ترسیم چشم‌انداز هستند. همان‌گونه که در چارچوب‌های مارتین، هورتون و ساریتاس اشاره شده، در این گام ضمن مشارکت و یادگیری جمعی خبرگان، تصمیم‌گیرندگان و ذی‌نفعان دربارهٔ آینده، بر روی گزینهٔ مطلوب توافق نموده و تعهد لازم ایجاد می‌شود.

٤. تحلیل یافته‌ها

مرحله پساآینده‌نگاری

الف. انتشار نتایج آینده‌نگاری: این گام در چارچوب‌های مارتین، هورتون، مایلز، وروس و سانتو نیز اشاره شده است. در این گام مخاطبان هدف انتخاب می‌شوند و بهترین ابزار انتشار نتایج نیز تعیین می‌شود. یکی از نکات مورد توجه آن است که نتایج منتشر شده باید منطبق بر نیازهای مخاطبان باشد. به‌عنوان مثال برای مخاطب عام و غیرمتخصص لازم است مزایای خروجی خلاصه‌سازی شود.

ب. برنامه‌ریزی عملیاتی برای دستیابی به آینده: این گام نیز در چارچوب‌های مارتین، مایلز، ساریتاس و سانتو اشاره شده است. ابتدا براساس آیندهٔ مطلوب توافق شده در FCM نهایی، توالی مجموعه متغیرهای موجود در نقشه برای دستیابی به آیندهٔ مشخص می‌شود، متغیرهای قابل کنترل و غیرقابل کنترل براساس تحلیل‌های انجام شده در مرحله اصلی آینده‌نگاری تفکیک می‌شوند و سپس راهبرد و برنامه‌های مناسب برای دستیابی به اهداف و تنظیم متغیرهای مؤثر و قابل کنترل در دستیابی به آیندهٔ مطلوب اتخاذ می‌شود.

در این گام برنامه‌ریزی لازم برای اجرا و پیاده‌سازی راهبرد و برنامه‌ها صورت می‌پذیرد. بدین‌منظور لازم است متولی اجرای برنامه‌ها مشخص شده و برنامهٔ تغییر و تحول از وضعیت حال به آینده تصویب شود.

ج. اجرای برنامه‌ها: این گام نیز در چارچوب‌های مارتین، مایلز، ساریتاس و سانتو اشاره شده است. در این گام، برنامه‌های تغییر و تحول براساس برنامه‌ریزی انجام شده در گام قبل، اجرا و

پیاده‌سازی می‌شوند. همچنین منابع موردنیاز برای اجرای برنامه‌ها نظیر منابع زمانی، مالی و منابع انسانی شناسایی شده و تخصیص داده می‌شود.

د. بازنگری و بازخورد: این گام در چارچوب مایلز و وروس اشاره شده است. در این گام، اگر نتایج بدست آمده پس از اجرای برنامه‌ها با اهداف از پیش تعیین شده در تناقض باشد یا سیاست‌های کلان در مرحلهٔ پیش‌آینده‌نگاری دچار تغییرات شود، فرآیند آینده‌نگاری بازنگری، اصلاح و تکرار می‌شود. این گام شامل نهادینه‌سازی و تلاش برای تجربه‌های آتی و مکمل نیز می‌شود.

ارزیابی قابلیت چارچوب پیشنهادی. براساس تحقیق هوجز و دوار [۲۷]، برخی مدل‌ها که برای کاربردهای غیرپیش‌بینی توسعه می‌یابند را نمی‌توان اعتبارسنجی نمود و یک روش اعتبارسنجی استاندارد برای آن‌ها قابل تعریف نیست. با این وجود، راه‌هایی برای ارزیابی مدل‌های غیرقابل اعتبارسنجی یا نامعتبر ارائه شده است [۱۸]. ارزیابی این تحقیق، بااستفاده از نگارش اجزای چارچوب پیشنهادی (شامل سه مرحله پیش‌آینده‌نگاری، آینده‌نگاری و پساآینده‌نگاری) با اجزای چارچوب‌های مطالعه شده در مرور ادبیات (شکل ۳) انجام شده است.

به‌منظور ارزشیابی چارچوب پیشنهادی، ابتدا ۲۲ عامل موفقیت چارچوب‌های آینده‌نگاری براساس مرور ادبیات استخراج شد. سپس یک پرسشنامه با ۲۲ سوال، مبتنی بر عوامل موفقیت بدست آمده و براساس روش تحقیق توصیفی- پیمایشی [۵۹] ساخته شد. این پرسشنامه میان ۳۶ نفر از محققانی که در حوزه آینده‌نگاری فعالیت دارند، توزیع شد. از محققان خواسته شد تا نظر خود را درباره ضرورت درنظر گرفتن هر یک از عوامل موفقیت به‌صورت گزینه‌های "اساسی"، "مفید"، "غیراساسی" و "غیرضروری" [۴۵] انتخاب نمایند. نرخ بازگشت پرسشنامه‌ها از سوی محققان ۹۱٫۶٪ بوده است. ۵۷٫۶٪ آنها محققان با مدرک دکترا و ۴۲/۴٪ درصد آن‌ها توسط کارشناسان‌ارشد تکمیل شده‌اند. اعتبار محتوایی پرسشنامه‌ها بااستفاده از روش لاوشه[1] [۹۲] بررسی شده است. لذا همان‌گونه که در جدول ۴ نشان داده شده است، ۷ عامل از پرسشنامه حذف شده و نسبت اعتبار محتوایی[2] (CVR) برای ۱۵ سوال باقیمانده در محدودهٔ معتبر براساس جدول استاندارد قرار گرفت.

1. Lawshe method
2. Content Validity Ratio

جدول ۳. نگاشت اجزای چارچوب پیشنهادی با چارچوب‌های رایج مورد مطالعه

مراحل چارچوب پیشنهادی	اجزای هر مرحله	مارتین	هورتون	ریچر	مایلز	وروس	ساریتاس و همکاران	سانتو و همکاران	پویر
۱. مرحله پیش‌آینده‌نگاری	الف- تصمیم‌گیری برای شروع آینده‌نگاری	✓							
	ب- برنامه‌ریزی‌آینده‌نگاری	✓		✓	✓			✓	✓
	ج- انتخاب خبرگان	✓		✓	✓				
۲. مرحلهٔ اصلی آینده‌نگاری	الف- شناسایی متغیرهای دور و نزدیک در بافت‌های مؤثر بر موضوع و محدودیت‌ها	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
	ب- توسعهٔ نقشه‌های شناختی فازی فردی								
	ج- توسعهٔ نقشه‌های شناختی فازی اجتماعی								
	د- تحلیل و تلخیص نقشه‌های شناختی فازی اجتماعی								
	هـ- تفسیر نقشه‌های شناختی فازی اجتماعی برای تعیین آینده‌های محتمل								
	و- تحلیل و انتخاب آینده(های) مطلوب	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
۳- مرحلهٔ پساآینده‌نگاری	الف- انتشار نتایج آینده‌نگاری	✓		✓	✓	✓			
	ب- برنامه‌ریزی عملیاتی برای دستیابی به آیندهمطلوب	✓		✓			✓		✓
	ج- اجرای برنامه‌ها	✓		✓			✓	✓	✓
	د- بازنگری و بازخورد				✓	✓			✓

سپس پرسشنامهٔ معتبر مجدد به محققان شناسایی‌شده ارسال شد و از ایشان خواسته شد تا ایده و نظر خود را دربارهٔ وضعیت هر عامل موفقیت در چارچوب پیشنهادی براساس طیف لیکرت پنج نقطه‌ای[1] ثبت نمایند. نتیجهٔ این ارزیابی (جدول ۴) نشان می‌دهد که چارچوب پیشنهادی با

1. Likert 5 point range

امتیاز ۹۵/۸٪ وضعیت مناسبی دارد. اعتبار نتیجه بدست آمده بااستفاده از آلفای کرونباخ[1] و روش همسانی درونی[2][۷] ارزیابی شده است. مقدار آلفای کرونباخ ۰/۸۱ در این ارزیابی، اعتبار مناسب نتایج را تضمین می‌کند.

در پایان به‌منظور تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده از جمع‌آوری پرسشنامه، آنتروپی شانون که یکی از روش‌های تصمیم‌گیری و اولویت‌بندی است، مورد استفاده قرار گرفت. براساس جدول ۴ و بررسی میانگین و واریانس امتیازات داده شده به سوالات، می‌توان ادعا نمود که تمامی مؤلفه‌های در نظر گرفته شده در چارچوب پیشنهادی از اهمیت بالایی برخوردارند و محققان نیز در این مسئله از هم‌گرایی مناسبی برخوردارند. درنهایت باید تأکیدنمود که استفاده از فنون شناختی و توسعه FCMها در فرآیند آینده‌نگاری موجب بهبود اثربخشی این فرایند می‌شود.

جدول ۴. نتایج ارزیابی چارچوب پیشنهادی بااستفاده از عوامل موفقیت

	Success factors of foresight frameworks	CVR	Mean	Std. Deviation
۱	دارای رویکرد فرایندی	0.879	0.902	0.176
۲	درنظر گرفتن مشارکت شهودی خبرگان	0.576	0.917	0.135
۳	درنظر گرفتن سیر تکاملی داده‌ها تا خرد	0.455	0.955	0.098
۴	درنظر گرفتن شکل‌گیری تصورات، شهود و بصیرت در ذهن خبرگان	0.455	0.864	0.188
۵	درنظر گرفتن فنون شناختی	0.758	0.939	0.140
۶	درنظر گرفتن مراحل پیش‌آینده‌نگاری و پساآینده‌نگاری	0.818	0.932	0.169
۷	تصمیم‌گیری مدیریت در سطح بالا	0.818	0.924	0.146
۸	برنامه‌ریزی برای شروع یک پروژه آینده‌نگاری	0.636	0.970	0.104
۹	در نظر گرفتن دو بعد بافت‌های داخلی و خارجی	0.697	0.894	0.166
۱۰	نشان دادن روابط بین متغیرهای مؤثر بر آینده (در قالب یک نقشه)	1	0.932	0.144
۱۱	درنظر گرفتن روابط میان محتوا، بافت و اجزای فرایند آینده‌نگاری	0.636	0.909	0.163
۱۲	تفسیر و تعیین آینده‌های محتمل	0.939	0.955	0.098
۱۳	شناسایی متغیرهای قابل کنترل و غیرقابل کنترل برای دستیابی به آینده	0.697	0.962	0.110
۱۴	پیاده‌سازی برنامه‌های آینده‌نگاری به‌منظور دستیابی به آینده	0.818	0.886	0.178
۱۵	داشتن رویکرد تکرارپذیر و بهبود مستمر به فرایند آینده‌نگاری	0.636	0.909	0.196

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهاد

هدف اصلی این تحقیق، ارائه یک چارچوب برای آینده‌نگاری با بهره‌گیری از فنون شناختی و نیز فراترکیب مزایا و نقاط قابل بهبود چارچوب‌های عام آینده‌نگاریبوده است. چارچوب ارائه شده شامل سه مرحلهٔ پیش‌آینده‌نگاری، مرحلهٔ اصلی آینده‌نگاری و مرحلهٔ پساآینده‌نگاری است که با

1. Cronbach's alpha
2. Internal Consistency method

مراحل متداول در اکثر چارچوب‌های آینده‌نگاری مطابقت دارد. در مرحلهٔ اصلی آینده‌نگاری، تمرکز اصلی بر استفاده از فنون شناختی و توسعهٔ نقشه‌های شناختی و نقشه‌های شناختی فازی است تا بااستفاده از این نقشه‌ها آینده‌های محتمل برای دستیابی به آینده شناسایی و آیندهٔ مطلوب با سهولت بیشتری تعیین شود. کشف توالی مجموعه متغیرهای مؤثر بر آینده از دیگر مزایای استفاده از FCM است که مسیر رسیدن به آینده را شفاف‌تر می‌نماید.

در چارچوب ارائه شده، سیر تکاملی محتوای ذهن خبرگان در هر مرحله تبیین شده و نشان داده شده است که چگونه مرحلهٔ اصلی آینده‌نگاری از جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات آغاز شده، با به تصویر کشیدن نقشه‌ها و تحلیل و تجمیع آن‌ها به دانش و فهم درباره آینده دست یافته و با شناسایی آینده‌های محتمل و آینده مطلوب، خرد دربارهٔ آینده شکل گرفته و مورد تعهد قرار می‌گیرد. در گام‌های مرحلهٔ اصلی آینده‌نگاری در چارچوب پیشنهادی، مشخص شده که چگونه تصورات در ذهن خبرگان ایجاد شده، تکامل تصورات به شهود منجر به شکل‌گیری آینده‌های محتمل در خرد خبرگان شده و درنهایت ضمن دستیابی به بصیرت آینده‌های مطلوب کشف می‌شوند.

در پایان تأکید می‌شود، بهره‌گیری از فنون شناختی و به تصویر کشیدن FCM در فرآیند آینده‌نگاری موجب ارتقای اثربخشی فرایند آینده‌نگاری شده است. چارچوب ارائه شده در این مقاله، می‌تواند به‌منظور آینده‌نگاری فناوری‌ها و حوزه‌های مختلف مورد بهره‌برداری قرار گیرد. همان‌گونه که در بخش‌های مختلف مقاله نیز تأکید شد، به‌کارگیری این چارچوب دارای منافع و مزایای فراوانی است که از جملهٔ آن‌ها می‌توان به این موارد اشاره نمود: ساده‌سازی بافت‌های پیچیده با ارتباطات زیاد میان متغیرها، توانایی مدل‌سازی عدم‌قطعیت در روابط میان متغیرها، جمع‌آوری نظام‌مند تجربیات و خرد خبرگان، قابلیت اطمینان بالای مدل با تجمیع نظرات خبرگان، سهولت در تفسیر متغیرها بااستفاده از روش‌های شبیه‌سازی، قابلیت ردیابی نتیجه سناریوها با گذشت زمان، عدم محدودیت بر تعداد خبرگان یا تعداد متغیرها برای تفسیر، شفاف‌سازی متغیرهای سازندهٔ آینده‌های محتمل و مطلوب، سهولت و سرعت در مدل‌سازی و بررسی انتخاب سناریوهای مختلف، تسهیل در برنامه‌ریزی برای دستیابی به آینده مطلوب، قابلیت انعطاف‌پذیری بالای چارچوب و سهولت در شبیه‌سازی مجدد نتایج بازنگری متغیرها و ارتباطات آن‌ها و سایر موارد.

منابع

۱. تیموری، ا. و فراهانی، م. م. (۱۳۸۶). مدل‌سازی شناختی مدل‌سازی سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی (جلد اول). فصل ششم، صفحات ۱۱۷–۱۲۵، تهران: دانشگاه علم وصنعت ایران.

۲. میرزاامینی، م. (۱۳۸۴). نسل چهارم آینده‌نگاری فناوری و فناوری نرم. تهران: مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری دفاعی.

۳. ناظمی، ا. و قدیری، ر. ا. (۱۳۸۸). آینده‌نگاری از مفهوم تا اجرا. تهران مرکز صنایع نوین، وزارت صنایع و معادن.

4. Ackermann, F., & Eden, C. (2001). SODA - The Principles. In J. Rosenhead & J. Mingers (Eds.), Rational Analysis for a Problematic World: Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict (2nd edition ed.,. 2, (21-42). London: Wiley.

5. Ackoff, R. L. (1989). From Data to Wisdom. Journal of Applies Systems Analysis, 16, 3-9 .

6. Aguilar, J. (2005). A Survey about Fuzzy Cognitive Maps Papers (Invited Paper). International Journal of Computational Cognition, 3(2), 27-33 .

7. Allen, M. J., Yen, W. M. (2002). Introduction to Measurement Theory. Long Grove, IL: Waveland Press.

8. Anderson, J. (1997). Technology Foresight for Competitive Advantage. Elsevier Science, Long Range Planning, 30(5), 665-677 .

9. Axelrod, R. (1976). Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites. New Jersey: Princeton University press.

10. Azadeh, A., Ziaei, B., & Moghaddam, M. (2012). A hybrid fuzzy regression-fuzzy cognitive map algorithm for forecasting and optimization of housing market fluctuations. Expert Systems with Applications, (39), 298-315 .

11. Beck, C. (2002). Mothering multiples: A meta-synthesis of the qualitative research. MCN, The American Journal of Maternal /Child Nursing, 28(2), 93-99 .

12. Bellinger, G., Castro, D., & Mills, A. (2004). Data, Information, Knowledge, and Wisdom: Systems Thinking: A journey in the realm of systems.

13. Cagnin, C., & Scapolo, F. (2007). Technical report on a foresight training course: European Communities. Retreived from http://ftp.jrc.es/eur22737en.pdf.

14. Cetron, M. J., & Davies, O. (2005). 53 Trends Now Shaping the Future. Bethesda, Maryland 20814, U.S.A.: World Future Society.

15. Chunmei, L. (2007). Combination study of fuzzy cognitive map. International Journal of Energy and Environment, 1, 65–69 .

16. Costanzo, L. A. (2004). Strategic foresight in a high-speed environment. Futures, 36, 219-235 .

17. Craiger, J. P., Weiss, R. J., Goodman, D. F., & Butler, A. A. (1996). Simulating organizational behavior with fuzzy cognitive maps. International Journal of Computational Intelligence and Organizations, 1, 120–133 .

18. DeCarolis, J. F. Using modeling to generate alternatives (MGA) to expand our thinking on energy futures. Energy Economics, 33(2011), 145 – 152.

19. Dickerson, J. A., & Kosko, B. (1994). Virtual Worlds as Fuzzy Cognitive Maps. The Massachusetts Institute of Technology, 3(2), 173-189 .

20. Gavigan, P. J., & Fabiana, S. (1999). Matching methods to the mission: A comparison of national foresight exercises. Foresight, 01(06).

21. Georghiou, L. (2003). Evaluating Foresight and Lessons for Its Future Impact. Paper presented at the 2nd international conference on technology foresight, Tokyo .

22. Georghiou, L., Harper, J. C., Keenan, M., Miles, I., & Popper, R. (2008). The Handbook of Technology Foresight: Concepts and Practice: Edward Elgar Publishing Limited.

23. Glenn, J. C., & Gordon, T. J. (2009). Chapter 25: Genius Forecasting, Intuition, and Vision Futures Research Methodology (3.0 ed.): The Millennium Project, with support from the Rochefeller Foundation.

24. Hans-Horst, S., & Jetter, A. J. M. (2003). Integrating Market and Technological Knowledge in the Fuzzy Front End: An FCM-Based Action Support System. International Journal of Technology Management, 26(5-6), 517-539 .

25. Harary, F., Norman, R. Z., & Cartwright, D. (1965). Structural Models: An Introduction to the Theory of Directed Graphs. New York: John Wiley & Sons.

26. Havas, A. (2003). Socio-Economic and Developmental Needs: Focus of Foresight Programmes. Paper presented at the UNIDO workshop on Implementation of the Regional Programme on Technology Foresight for CEE/NIS, Ankara, Turkey .

27. Hodges, J. S., & Dewar, J. A. (1992). Is It You or Your Model Talking? A Framework for Model Validation. Santa Monica CA: RAND.

28. Horton, A. (1999). Forefront: a simple guide to successful foresight. Foresight, 1(1), 5-9 .

29. Jetter, A., & Schweinfort, W. (2011). Building Scenarios with Fuzzy Cognitive Maps: An Exploratory Study of Solar Energy. Futures, 43, 52–66 .

30. Jetter, A. J. M. (2003). Educating the Guess: Strategies, Concepts, and Tools for the Fuzzy Front End of Product Development. Paper presented at the PICMET, Portland, Oregon .

31. Kandasamy, W. B. V., & Smarandache, F. (2003). Fuzzy Cognitive Maps and Neutrosophic Cognitive Maps. Madras, Chennai, India: Indian Institute of Technology.

32. Keenan, M. (2003, 8-12 December 2003). Technology Foresight: An Introduction. Paper presented at the Technology Foresight for Organizers, Ankara, Turkey.

33. Ketmanee, A., & Denis, L. (2001). Shaping Thailand's IT future trough technology foresight. Journal of Future Studies, Strategic Thinking and Policy, 3(5), 467-473 .

34. Khan, M., & Quaddus, M. (2004). Group Decision Support using Fuzzy Cognitive Maps for Causal Reasoning. Group Decision and Negotiation Journal, 13(5), 463-480 .

35. Khan, M. S., & Chong, A. (2003). Fuzzy Cognitive Map Analysis with Genetic Algorithm. Paper presented at the 1st Indian International Conference on Artificial Intelligence (IICAI-03).

36. Khan, M. S., & Khor, S. W. (2004). A Framework for Fuzzy rule-Based Cognitive Maps. In C. Zhang, H. W. Guesgen & W. K. Yeap (Eds.), PRICAI 2004: Trends in Artificial Intelligence (8th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence: Auckland, New Zealand, August 2004 Proceedings) (1 ed., pp. 454-463). Berlin/ Heidelberg: Springer.

37. Khor, S. W., & Khan, M. S. (2003, 10-12 December 2003). Scenario Planning Using Fuzzy Cognitive Maps. Paper presented at the ANZIIS 8th Australian and New Zealand Intelligent Information Systems Conference, Sydney.

38. Kosko, B. (1986). Fuzzy Cognitive Maps. International Journal of Man-Machine Studies, 65-75 .

39. Kosko, B. (1988). Hidden Patterns in Combined and Adaptive Knowledge Networks. International Journal of Approximate Reasoning, 2, 377-393 .

40. Kosko, B. (1992). Neural Networks and Fuzzy Systems. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

41. Kosko, B. (1997). Fuzzy Engineering. California: University of Southern California: Prentice Hall International, Inc.

42. Koulouriotis, D. E., Diakoulakis, I. E., & Emiris, D. M. (2001). Learning Fuzzy Cognitive Maps using Evolution Strategies: a Novel Schema for Modeling and Simulating High-Level Behavior. Paper presented at the IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC2001).

43. Kuosa, T. (2009). Towards the Dynamic Paradigm of Futures Research: How to Grasp a Complex Futures Problem with Multiple Phases and Multiple methods. PhD thesis (Series A-8: 2009), Finland .

44. Laszlo, E., Artigiani, R., & Csanyi, V. (1996). Changing Visions: Human Cognitive Maps: Past, Present, and Future (Praeger Studies on the 21st Century). Westport, Connecticut: Praeger

45. Leedy, P., & Ormrod, F. (2001). Practical research: Planning and design (6th ed.). New Jersey: Pearson Education Inc.

46. Major, E., & Cordey-Hayes, M. (2000). Knowledge Translation: A new perspective on knowledge transfer and foresight. The Journal of Future Studies, Strategic Thinking and Policy, 2(4), 411-423 .

47. Martin, B. R. (1995). Foresight in science and technology. Technology analysis & strategic management, 7(2).

48. Melkas, H., & Uotila, T. (2007, November 9-11, 2007). Quality of Data, Information and Knowledge in Technology Foresight Processes. Paper presented at the 12th International Conference on Information Quality (ICIQ), MIT, Cambridge, MA, USA.

49. Miles, L., & Keenan, M. (2002, 8-12 December 2003). Practical Guide to Regional Foresight in United Kingdom. Paper presented at the Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.

50. Miller, J. (1999). Foresight ICT report. Foresight sector working group: Information and communications Technology, from http://www.dst.gov.za/publications-policies/foresight-reports/documents/FORESIGHT%20ICT%20REPORT.pdf/view

51. Montello, D. R. (2002). Cognitive Map-Design Research in the Twentieth Century: Theoretical and Empirical Approaches. Cartography and Geographic Information Science, 29, 283-304 .

52. Noblit, G. W., & Hare, R. D. (1988). Meta-Ethnography: Synthesizing Qualitative Studies (Qualitative Research Methods). Newbury Park, CA: Sage Publications, Inc.

53. Özesmi, U. (1999, 23–25 June 1999). Modeling ecosystems from local perspectives: fuzzy cognitive maps of the Kizilirmak Delta wetlands in Turkey. Paper presented at the 1999 World Conference on Natural Resource Modelling, Halifax, NS, Canada.

54. Özesmi, U., & Özesmi, S. L. (2004). Ecological models based on people's knowledge: a multi-step fuzzy cognitive mapping approach. Ecological Modelling, 176(2004), 43–64 .

55. Palmquist, R. B. (1984). Estimating the Demand for the Characteristics of Housing. The Review of Economics and Statistics, 66(3), 394-404

56. Papageorgiou, E., Stylios, C. D., & Groumpos, P. P. (2003). Fuzzy Cognitive Map Learning Based on Nonlinear Hebbian Rule. Paper presented at the Australian Conference on Artificial Intelligence, Australia.

57. Papageorgiou, E., Stylios, C. D., & Groumpos, P. P. (2004). Active Hebbian Learning Algorithm to Train Fuzzy Cognitive Maps. International Journal of Approximate Reasoning, 37(3), 219-249 .

58. Parsopoulos, K. E., Papageorgiou, E. I., Groumpos, P. P., & Vrahatis, M. N. (2003). A First Study of Fuzzy Cognitive Maps Learning Using Particle Swarm Optimization. Paper presented at the IEEE 2003 Congress on Evolutionary Computation.

59. Pirttimäki, A. (2006). Foresight in a Research and Technology Organization. Master's Thesis, HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Department of Electrical and Communications Engineering, Master's Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Technology .

60. Polak, F. L. (1973). The image of the future (1st edition ed.): The Jossey-Bass/ Elsevier international series.

61. Popper, R. (2007). The Foresight Process. Colombia: COLCIENCIAS.

62. Popper, R. (2008a). Foresight Methodology. In The Handbook of Technology Foresight (pp. 44-88), ed. Georghiou, L., Cassingena, J., Keenan, M., Miles, I. and Popper, R, Cheltenham: Edward Elgar.

63. Popper, R. (2008b). Foresight Methodology: an overview and more. Germany: Manchester Institute of Innovation Research, Institute for research information and quality assurance.

64. Rader, M. (2003). Review and analysis of national foresight, first report on review and analysis of national foresight report on findings on IST from eight selected national foresight exercises: FISTRA-Thematic Network-IST.

65. Reger, G. (2001). Technology Foresight in Companies: From an Indicator to a Network and Process Perspective. Technology Analysis and Strategic Management, 13(4), 533-553 .(۵۲۱)

66. Reger, G. (2006). Technologie-Früherkennung: Organisation und Prozess. Quantensprünge in der Entwicklung erfolgreich managen (pp. 303–330). Management von Innovation und Risiko, ed. Gassmann, O. and Kobe C., Berlin: Springer.

67. Roberts, F. S. (1976). The questionnaire method. In R. Axelrod (Ed.), Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites (pp. 333–342). Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

68. Roy, D. (2011). Strategic Foresight and Porter's Five Forces: Towards a synthesis (pp. 22-35), GRIN Verlag, ISBN: 978-3-640-90247.

69. Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation: McGraw-Hill.

70. Salmenkaita, J. P., & Salo, A. (2004). Emergent Foresight Processes: Industrial Activities in Wireless Communications. Technological Foresighting and Social Change, 71(9), 897-912 .

71. Samsonovich, A. V., & Ascoli, G. A. (2008). Computing semantics of preference with a semantic cognitive map of natural language: Application to mood sensing from text. Paper presented at the Multidisciplinary Workshop on Advances in Preference Handling, Papers from the 2008 AAAI Workshop, AAAI Technical Report WS-08-09, Menlo Park.

72. Santo, M. d. M., Coelho, G. M., Santos, D. M. d., & Filho, L. F. (2006). Text mining as a valuable tool in foresight exercises: A study on nanotechnology. Technological Forecasting & Social Change, 73(2006), 1013 – 1027 .

73. Saritas, O., Taymaz, E., & Tumer, T. (2006). Vision 2023: Turkey's national technology foresight program: A contextualist description and analysis: Economic Research Center Middle East Technical University. Retreived from http://www.erc.metu.edu.tr/menu/series06/0601.pdf.

74. Scearce, D., Fulton, K., & GBN. (2005). What If? : The Art of Scenario Thinking for Nonprofits Global Business Network (GBN).

75. Schneider, M., Shnaider, E., Kandel, A., & Chew, G. (1998). Automatic construction of FCMs. Fuzzy Sets System, 93, 161– 172 .

76. Siau, K., & Long, Y. (2005). Synthesizing e-government stage models - a meta-synthesis based on meta-ethnography approach. Industrial Management & Data, 105(4), 443-458 .

77. Stach, W., Kurgan, L., & Pedrycz, W. (2005). A Survey of Fuzzy Cognitive Map Learning Methods. Paper presented at the Issues in Soft Computing: Theory and Applications .

78. Stach, W., Kurgan, L., Pedrycz, W., & Reformat, M. (2005). Genetic Learning of Fuzzy Cognitive Maps. Fuzzy Sets and Systems, 153(3), 371-401 .

79. Sternberg, R. J. (2011). Cognitive Psychology (6 edition ed.): Wadsworth Publishing.

80. Stowell, M. (1995). Technology Foresight.

81. Styblinski, M. A., & Meyer, B. D. (1988). Fuzzy cognitive maps, signal flow graphs, and qualitative circuit analysis. Paper presented at the 2nd IEEE International Conference on Neural Networks (ICNN-87), San Diego, CA.

82. Stylios, C. D., & Groumpos, P. P. (2000). Fuzzy Cognitive Map in Modeling Supervisory Control Systems. Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, 8(2), 83-98 .

83. Taber, R. (1991). Knowledge Processing with Fuzzy Cognitive Maps. Expert systems with applications, 2(1), 83-87 .

84. Taber, R., Yager, R. R., & Helgason, C. M. (2007). Quantization Effects on the Equilibrium Behavior of Combined Fuzzy Cognitive Maps. International journal of intelligent systems, 22(2), 181 .

85. Taber, W., & Siegel, M. (1987). Estimation of Experts' Weights Using Fuzzy Cognitive Maps. IEEE International Conference on Neural Networks, 319-326 .

86. Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. Psychological Review, 55(4), 189-208 .

87. UNIDO. (2005a). UNIDO Technology Foresight Manual: Organization and Methods, Volume1. Vienna: United Nations Industrial Development Organization.

88. UNIDO. (2005b). UNIDO Technology Foresight Manual: Organization and Methods, Volume2. Vienna: United Nations Industrial Development Organization.

89. Vazquez, A. (2002). A Balanced Differential Learning algorithm in Fuzzy Cognitive Maps (Technical Report). Universitat Politecnica de Catalunya (UPC): Departament de Llenguatges I Sistemes Informatics.

90. Voros, J. (2003). A generic foresight process framework. Foresight, 5(3), 10-21 .

91. Walonick, D. S. (2003). An Overview of Forecasting Methodology. Bloomington, MN: StatPac Inc.

92. Wilson, F. R., Pan, W., & Schumsky, D. A. (2012). Recalculation of the critical values for Lawshe's content validity ratio. Measurement and Evaluation in Counseling and Development, 45(3), 197-210.

93. Wrightson, M. T. (1976). The documentary coding method. In R. Axelrod (Ed.), Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites (pp. 291–332). Princeton, New Jersey: Princeton University Press.