Archive of SID

فصلنامه آینده‌پژوهی مدیریت
سال بیست و هشتم/ شماره ۱۱۰ / پائیز ۱۳۹۶

سناریونویسی با به‌کارگیری درخت احتمالات؛ مورد مطالعه: آینده بورس تهران

احمد برومند
کارشناس ارشد مهندسی آینده پژوهی، دانشکده مدیریت، علم و فناوری دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، تهران، ایران (مسئول مکاتبات)
aborumandk70@yahoo.com

محسن بهرامی
ریاست پژوهشکده مطالعات آینده و عضو هیئت علمی دانشگاه دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۱۸ **تاریخ پذیرش:** ۹۵/۰۴/۱۴

چکیده

به‌کارگیری منطق توالی رویدادها یکی از روش‌های آینده پژوهی در سناریونویسی و توسعه سناریوها است. درخت احتمالات سناریو از روش‌های ذیلِ منطق توالی رویدادها شناسایی شده که به رغم مزایای ویژه خود، کمتر توسط پژوهشگران و سناریونویسان بها داده شده است. علوم کمی استفاده ابزاری بیشتری از درختواره‌ها داشته که در این پژوهش سعی شده با توسعه روش و زمینه اولیه آن به تبیین اسلوب و گام‌هایی برای نوشتار و خوانش سناریوهای مطالعات آینده مبادرت شود. برقراری ارتباط با سناریوها در این روش به‌صورت زنجیره‌وار بودهکه برای رسیدن به تصورات و وضعیت‌های محتمل آینده با احتمال‌های شرطی معتبر شده توسط خبرگان،درختی با مسیرهای متمایز ازریشه (وضعیت کنونی) تا انتها ظاهر شده که هر مسیرمبین یک سناریوست. محققین در این پژوهش طی پویش نوشتارهای علمی و اجرای روش گام به گامیخوددر بورس تهران با عنوان مورد مطالعاتی "سناریوهایآینده ۵ سالهبورس" سعی در مستحکم سازیو بازخورد آن را داشته و توانسته‌اند از مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی چون مصاحبه و توزیع پرسشنامه خبرگانی بهره برند. نتایج حاصل از به‌کارگیری این روش در بورس تهران نشان از تأیید منطق روش در محاسبات احتمالی و ترتیبات زمانی رویدادها داشته ضمن اینکه تبعیت وقوع رویدادها از درصد احتمالات از پیش دانسته شده توسط خبرگان جالب به نظر می‌رسد. از مزایای این روشِ خبره محور، تقویت بازشناسایی و تشخیص سناریوهای مطلوب و نامطلوب به همراه احتمال وقوع آنان،نمایان شدن نقشه وضعیت آینده در یک نگاه،تشخیص نقاط تحول‌آفرین، انقطاعی، عطف و Milestoneدر آینده، تحلیل حساسیت و برنامه ریزی اقتضایی خواهد بود. نتایج و خروجی‌های حاصل از این روش می‌تواند بستر حاصل‌خیزی برای برنامه‌ریزی‌های بر پایه سناریو و سناریوپردازی‌های شهودی و غیرشهودی ایجاد نماید تا تصورات آینده میان تصمیم‌گیران، با فهم و بینش عمیقی همراه باشد.

واژه‌های کلیدی: سناریو، درخت احتمالات، سناریوپردازی، آینده، بورس تهران.

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

اصول فکری حاکم در مطالعات آینده را می‌توان در آگاهی از نحوه تصمیم‌گیری و عملیات بازیگران برآمده از تصورات آینده جست (Curry & Schultz, 2009). سناریویکی از تکنیک‌های مربوط به روش آینده نگاری و آینده پژوهی است که به دلیل ساختار داستان‌گونه ، قدرت درک آن برایرهبران ومدیرانسازمان‌ها و حتی سیاست گذاران سادهوآسانبه نظر رسیده و ملجأ تصورات آینده محسوب می‌شود. شاید یکی از مزیت‌های سناریونویسی که باعث شده پرکاربردترین ابزار آینده پژوهی باشد(برومند و همکاران, ۱۳۹۳) همین مسأله بوده باشد. اصولاً آینده پژوهی دانش و معرفت شکل بخشیدن به آینده به شیوه‌ای آگاهانه، عاملانه و پیش‌دستانه است. این دانش به انسان می‌آموزد که چگونه آینده‌ای مطلوب را برای خود، سازمان و یا جامعه ترسیم کند (محمودزاده و همکاران, ۱۳۹۳). از این رو سناریونویسی با اذعان به این که آینده غیر قابل پیش بینی استمی‌تواند آینده‌های بدیل و ممکن را توسعه داده و بازیگران با پیدا کردن خویش در فضای آن، ملاحظات اجرایی را تدبیر نمایند(List, 2007).

از گذشته تاکنون با توجه به کاربری‌های وسیع سناریوها با مبدأ نظامی و تعمیم آن به حوزه‌های غیرنظامی(خوش دهان, ۱۳۸۸)، روش‌های بسیاری توسط پژوهشگران، دانشمندان، آینده پژوهان، شرکت‌های تجاری و صنعتی و همچنین دانشگاه‌ها و مؤسسات علمی-تحقیقاتی توسعه پیدا کرده است به طوریکه بیشاپ[۱] و همکاران (۲۰۰۷) به دسته‌بندی جامع و کامل آنان پرداخته و توانسته‌اند به تفسیر ویژگی‌ها و خصیصه‌های آنان دست پیدا کنند.آنها دراین مقاله پرارجاع، انواع روش‌های سناریونویسی را به هشت گروه تقسیم کرده‌اند: ۱. قضاوتی[۲] ۲. پایه‌ای[۳]. بسط سناریوهای ثابت[۴]. توالی رویدادها[۵]. پس‌نگری[۶]. ابعاد عدم قطعیت[۷]. تحلیل اثر متقابل[۸]. مدلسازی سیستم‌ها[۹](Bishop, Hines, & Collins, 2007).

در فرایند مدیریتآینده و آینده‌نگاری(به طور عمومی) و برنامه ریزی بر پایه سناریو(به طور خاص) اغلب سوالیکه برای برنامه ریزان و تصمیم‌گیران مطرح می‌شود این است که: "بهتر است برای چه سناریویی آماده شویم و کدام سناریو محتمل‌تر است؟" از آنجا که روش‌های گوناگونیبرای سناریوپردازی وجود دارد، راه‌هایفراوانی نیز برای پاسخ به این سوال باید وجود داشته باشد,Grienitz) (Hausicke, & Schmidt, 2014. یکی از این راهکارهای پیشنهادی، روش درخت احتمالات از دسته کلی‌ترتوالی رویدادها ((تقسیم بندی شده توسط بیشاپ و همکاران)) می‌باشد.در این نوشتار بیشتر پژوهش معطوف به روش درخت احتمالات بوده و محققین سعی کرده‌اند مراحل انجام سناریونویسی به روش اختصاصی آنرا در مورد مطالعه خود تشریح و توصیفکنند. در واقع طبق گفته میلت[۱۰]که "حل ابهام در تعاریف و روش‌های سناریو، اولین مرحله لازم برای آوردن ارزش تفکر و توسعه به مخاطبان گسترده‌تر است(Millett, 2003)"، محققین درپژوهش خود به روش‌های نوین و غیرمتعارف توسعه سناریو برآمده‌اند تا شاید در ارزش‌آفرینی تفکرات جدید سناریوپردازی (ناشی از توسعه روش‌های غیرمتعارف سناریونویسی) سهیم باشند.

۱-۲- درخت احتمالات

اغلب مردم به گذشته مانند یک سری از وقایع نگاه می‌کنند، بنابراین می‌توانیم به آینده هم این چنین بنگریم؛ تنها تفاوت این خواهد بود که نمی‌دانیم کدام وقایع اتفاق خواهند افتاد و کدام یک حادث نخواهند شد. بنابراین هر رویداد یک احتمال رخداد خواهد داشت. اگر یک رویداد بالقوه اتفاق بیفتد، آینده به یک سمت مشخص خواهد رفت، اگر نه به سمتی دیگر. شاخه‌های آینده در هر یک از آن نقاط به این بستگی خواهد داشت که آن رویداد اتفاق خواهد افتاد یا خیر. اگر تعدادی از آن شاخه‌ها را به نقطه ابتدایی متصل کنیم، یک درخت احتمال خواهیم داشت. دو نوع درخت احتمالات کشف شده‌اند: نوع اول از شاخه‌ها برای ساختن موضوع‌های سناریو استفاده می‌کند و نوع دوم بعد از توسعه رویدادها، توالی را می‌سازد(Covaliu (Buckley & Dudley, 1999) (Bishop, Hines, & Collins, & Oliver, 1995) (Lisewski, 2002)2007).

www.SID.ir

Archive of SID

درخت احتمالات ظاهری شبیه درخت تصمیم دارد با این تفاوت که شاخه‌ها در درخت تصمیم نمایانگر چیزی که می‌تواند اتفاق بیفتد نیست؛ آنها نمایانگر تصمیماتی هستند که در هر شاخه خواهیم گرفت. درخت بسته به مسیر به آینده‌های مختلفی منتهی خواهد شد و اگر احتمال هر شاخه را بدانیم، می‌توانیم احتمال رسیدن به وضعیت نهایی را با لحاظ احتمالات شاخه‌هایی که در مسیر اتفاق افتادند، حساب کنیم (Bishop, Hines, & Collins, 2007). در جدول ۱ ویژگی‌های کلی روش درخت احتمالات برگرفته شده از نتایج پژوهش بیشاپ و همکاران گردآوری شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های کلی روش درخت احتمالات

نقطه شروع	شاخه کردن عدم قطعیت‌ها یا نقاط انتخاب
فرایند	ترتیبی، اختصاص دادن احتمالات
محصول	احتمال وضعیت‌های نهایی
پایه	کمی (محاسباتی)
چشم انداز	رو به جلو
قابلیت استفاده گروهی	اختیاری
بیشترین کاربرد	مدیریت ریسک
استفاده از رایانه	اختیاری
ابزار شناخته شده	مجموعه ابزار ایدوس[11] از بنیاد پارمندیس[12] برای ایجاد و ارزیابی درخت‌های احتمالی
مزایا	هنگامی‌که احتمالات هر شاخه شناخته شده باشند، داستان را مانند یک سری از رویدادها و به روش معمول بیان می‌کند؛ همچنین قابلیت محاسبه احتمال وضعیت نهایی را داراست.
معایب	نقاط رخدادها (شاخه) معمولاً به دنبال هم در یک توالی ثابت نمی‌آیند.

(Bishop, Hines, & Collins, 2007)

در ابتدا برای پایه‌ریزی محاسبات کمی درخت احتمالات، آگاهی از قضیه‌هایاحتمالی زیر به کمک سناریونویسان خواهد آمد(Ross, 2012):

- **قضیه متمم**

رابطه ۱

$$P(A) = 1 - P(A')$$

A یک پیشامد یا یک رویداد است و $P(A')$ احتمال عدم وقوع این پیشامد می‌باشد.

- **قضیه جمع**

رابطه ۲

$$P = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

A و B دو پیشامد یا رویداد می‌باشند.

- **قضیه ضرب**

رابطه ۳

$$P(A \cap B) = P(A) \times P(B|A)$$

$P(B|A)$ یعنی احتمال وقوع پیشامد B به شرطی که بدانیم پیشامد Aوقوع یافته است.

- **قضیه بیز**[13]

رابطه ۴

$$P(B_i|A) = \frac{P(A|B)P(B_i)}{\sum_{j=1}^{n} P(A|B_j)P(B_j)} P(B|A) = \frac{P(B,A)}{P(A)} = \frac{P(A|B)P(B)}{P(A)}$$

$$i \neq j; S = B_1 \cup B_2 \cup \dots B_n;\ B_1 \cap B_j$$

قضیه بیز احتمالات شرطی و مرزی رویدادها را توضیح می‌دهد. در حالت کمی، برای روشن شدن موضوعیت استفاده از استنتاج بیز باید گفت که یک ابزار احتمالی است که کلیات آن برای تخمین احتمال وقوع یک سناریو آینده و ارزیابی منابع مرتبط عدم قطعیت از سیستم‌های مربوطه آینده می‌باشد (احتمالات پسین) (Sobradelo, Bartolini, & Martí, 2014).قضیه بیز می‌تواند برای محاسبه احتمال وقوع برای هر قسمت از سناریو مورد استفاده قرار گیرد و حتما نیاز نیست که نقاط در ساختار درخت از هم مستقل باشد. در واقع بیشترین کارکرد استفاده از آن هنگامی است که احتمالات پیشین موجود بوده و احتمالات پسین مورد سوال باشد ($p(\theta|y) \propto p(\theta) \times p(y|\theta)$).

- **احتمال کل با مشروط بودن پیشامدهای دیگر**

رابطه ۵

$$P(A) = \sum_{j=1}^{n} P(A|B_j)P(B_j)$$

این رابطه بیان می‌دارد که چگونه می‌توان P(A) را با مشروط کردن به یکی از پیشامدهای داده شده B_1 ، B_2،

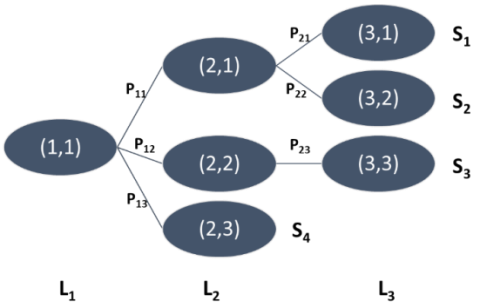
www.SID.ir

Archive of SID

...و B_n محاسبه نمود. به طور کلی این رابطه بیان می‌کند که $P(A)$ برابر است با میانگین وزنی $P(A \mid B_j)$ به نحوی که هر وزن هر جمله برابر با احتمالی است که به آن مشروط گردیده‌است.

در ادامه برای آگاهی از نحوه تکمیل درخت احتمالات، با الهام ازمنابع در دسترس ازبرنامه نویسی تصادفی[۱۴] منطق آن آورده شده است (Dash Optimization Ltd, 2006).

اگر فرض کنیم با بررسی موضوعی خاص، درخت احتمالی طبق شکل ۱ وجود داشته باشد، در مرحله L_iام، N_t گره وجود دارد. در هر مرحله از L، P_{Ln} احتمال شرطی برخورد باگره n ام در مرحلهL_iام از گره مولد در مرحله L_{i-1}می‌باشد. تحقق مسیر گره ریشه تا گره نهایی دراین انشعابات برابر است با سناریوها (مسیرهای درخت ایجاد شده). برای هر مرحله از L و هر گره n در همان مرحله، هر گره، یک احتمال P_{Ln}برای رویدادن دارد اما احتمال رخدادن مسیر از گره ریشه تا همان گره برابر است با ضرب احتمالات گره‌های همان مسیر تا گره مورد محاسبه. به همان ترتیب هر سناریو S یک احتمال سناریو P_s دارد که برابر است با ضرب احتمالات گره‌های موجود در مسیر آن سناریو. به طور مثال در شکل ۱ ضرب $P_{12}*P_{23}$ برابر با P_{S3} (احتمال رخداد سناریوی سوم) خواهد بود.



شکل ۱- درخت سناریو سه مرحله‌ای

اصول زیر در مورد یک درخت احتمالات سناریو حاکم می‌باشند(Dash Optimization Ltd, 2006):

رابطه‌های ۶، ۷ و ۸

$$\sum_{n':Node(Li+1,n')\in Children(Node(L,n))} P_{Li+1,n'} = 1 \quad \forall n \in \{1,\dots,N_L\},$$

$and\ L \in \{1,\dots,$ آخر سطح$\}$

$$P_s = \prod_{(Li,n):Node(Li,n)\in pathtoscenarios} P_{Li\,n} \quad \forall s \in \{1,\dots,S\}$$

$$\sum_{s=1}^{S} P_s = 1$$

طبق رابطه ۸ در شکل ۱ باید مجموع احتمالات سناریوهای از یک تا چهار برابر عدد یک گردد. همچنین احتمالات شاخه‌های منشعب شده از یک گره باید مجموعی برابر عدد یک داشته باشند (رابطه ۶).

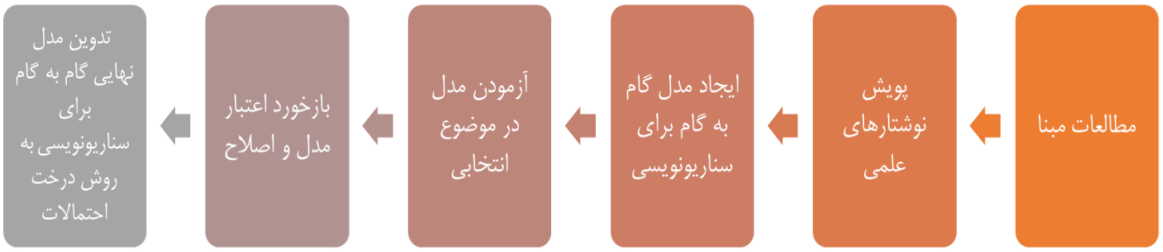
۲- روش پژوهش

در پژوهش حاضر محققین با الهام گرفتن از روش درخت احتمالات که در برنامه نویسی تصادفی از کاربرد فراوانی برخوردار است، سعی در تهیه مدلی گام به گام جهت تبیین احتمالات سناریوهای متصور در آینده و استفاده از آن به عنوان ابزاری کارآمد و ضروری برای آینده پژوهان و تحلیل گران آینده مصروف داشته‌اند. از این رو در این تحقیق با مرور مبانی نظری و همچنین پویش نوشتارهای علمی در زمینه درخت احتمالات و درخت سناریو، اطلاعات کافی از چارچوب اصلی آن به دست آمد (مطالعات کتابخانه‌ای). در ادامه نظر به اینکه چگونه می‌توان از درخت احتمالات سناریو (که در مقاله بیشاپ به آن اشاره شده است) به صورت عملیاتی و اجرایی برای بررسی و فهم بیشتری از آینده به همراه آگاهی از درصد شانس وقوع هر یک از سناریوها استفاده نمود، محققین روشی گام به گام را پیشنهاد داده‌اند. نهایتاً با اجرای گام‌های مدل خود در مورد مطالعه بورس تهران با موضوع «آینده بورس تهران» و اعمال بازخوردها و اصلاحات حاصل از آن، مدل خود را معتبر ساختند (مطالعات میدانی). در این مرحله محققین به منظور تعیین توالی و همچنین احتمال عدم قطعیت‌های شناسایی شده،طیبرگزاری جلسات مصاحبه با خبرگان شرکت بورس تهران و توزیع پرسشنامه‌هایی میان کارشناسان فعال و مرتبط در چند کارگزاری، روش خود را اصلاح و معتبر ساختند.

www.SID.ir

Archive of SID

از آنجا که پژوهش حاضر با هدف توسعه و به کارگیری روش و سازوکاری احتمالی برای سناریونویسی در حوزه آینده پژوهی تهیه شده است، این پژوهش به لحاظ هدف از نوع کاربردی و توسعه‌ای است. شکل ۲ به صورت مصور روش کلی به کار گرفته شده در نتیجه گیری پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۲- گام‌های پیموده شده در تحقیق

۳- یافته‌ها

برای شروع سناریونویسی و سیر تکاملی آن به روش درخت احتمالات گام‌های زیر از نظر محققین پیشنهاد می‌شود.

۳-۱- مراحل سناریونویسی به روش درخت احتمالات

الف- تعیین و تبیین ابعاد مسأله[۱۵] (سؤال اساسی، بازیگران و افق زمانی): درخصوص شروع فرایند توسعه سناریوهای[۱۶] آینده در موضوع انتخابی در ابتدای امر نیاز به تعریف و تعیین سؤال اصلی مسأله برای پاسخ آینده نگرانه به آن و همچنین تبیین افق زمانی مورد مطالعه خواهیم بود. شناسایی بازیگران (ذی‌نفع و ذی‌ضرر) برای تحدید ابعاد و عمق مسأله بسیار راهگشا خواهد بود. زیرا با داشتن دیدگاه نمایشنامه‌ای نسبت به آینده، نقش بازیگرانضروری است. در چنین صورتی است که می‌توان مرحله شروع تحقیقات و شناسایی عوامل مؤثر در آینده‌های ممکن[۱۷]، محتمل[۱۸] و مطلوب[۱۹] (Lindgren & Bandhold, 2003) موضوع را در دستور کار آینده پژوهان قرار داد.

ب- تعیین پیشران‌های کلیدی و عدم قطعیت‌های مؤثر در موضوع (پیشران‌ها و پیش‌بینی حالات متعدد آنان در آینده): در این مرحله به شناسایی روندها، متغیرها و عوامل کلیدیِ پیشران در حوزه مرتبطِ موضوع (شامل عوامل نسبتاً معین و عدم قطعیت‌ها[۲۰])، همانند تجمیع گام‌های سه تا پنج برنامه ریزی بر پایه سناریو به روش پیتر شوارتز[۲۱] پرداخته می‌شود. این اطلاعات ممکن است از مطالعات کتابخانه‌ای، میدانی یا پویش محیطی[۲۲] جمع آوری گردیده که روش‌های اکتساب آنان از دسته اول مانند پرسشنامه، مصاحبه و دسته دوم شامل مطالعات نظری پیروی می‌کند. شناسایی این پیشران‌های کلیدی شاید خود را در قالب روندها یا کلان‌روندها[۲۳]، متغیرهای کمی یا کیفی، متغیرهای آماری با توزیع مشخص یا نامشخص، متغیرهای پیوسته یا گسسته (به منظور آماده سازی شرایط برای گام‌های بعدی، در حالت پیوستهبهتر است بازه‌هایی از مقادیر را تقسیم بندیکرده تا در این بازه‌ها خبرگان توانایی درک پدیده‌ها و همچنین اظهار نظر در زمینه مقادیر احتمالات شرطی آنان را داشته باشند) و نهایتاً حقایق محتمل از یک پیشران خود را پدیدار سازند.

بعد از شناسایی پیشران‌ها، حالات مختلف یا پیشامدهای احتمالی هر عامل نیز معین می‌گردد. در این قسمت مانند روش «عدم قطعیت‌های بحرانی[۲۴]» نیاز به محدود کردن تغیُر یک عدم قطعیت به دو سر طیف آن نیستیم و حالات مختلف آن را لحاظ می‌کنیم. به طور مثال در صورتی که در بررسی یک موضوع عامل "تحریم" به عنوان یک عدم قطعیت تشخیص داده شود، ممکن است ۵ حالت تشدید، تعلیق، بدون تغییر، کاهش و لغو برای آن در نظر گرفته شود.

www.SID.ir

Archive of SID

ممکن است در این گام یک متغیر کلیدی با توزیعی مشخص تعیین شده باشد که در این صورت احتمالات پیشامدهای برآمده از آن به راحتی از طریق روش‌های آمار و احتمالات قابل محاسبه است. البته با آزمون‌های مانند نیکویی برازش[۲۵] نیز می‌توان توزیع متغیرهای به خصوصی را معین نمود و بعد از آن ادامه محاسبات احتمالی را تکمیل کرد.

پیشنهاد می‌شود در صورت ازدیاد این عوامل و متغیرهای تأثیرگذار، از طریق شاخص‌هایی چون میزان اهمیت، میزان عدم قطعیت داشتن هر عامل و میزان دقت‌پذیری محاسبات احتمالی آنان با اولویت‌بندی طبق نظر خبرگان اصلی‌ترین عوامل را برای مرحله سناریوپردازی انتخاب نمود. توجه به شگفتی‌سازها[۲۶] و همه‌جانبه‌نگری یک متغیر نیز از ضروریات این مرحله به حساب می‌آید.

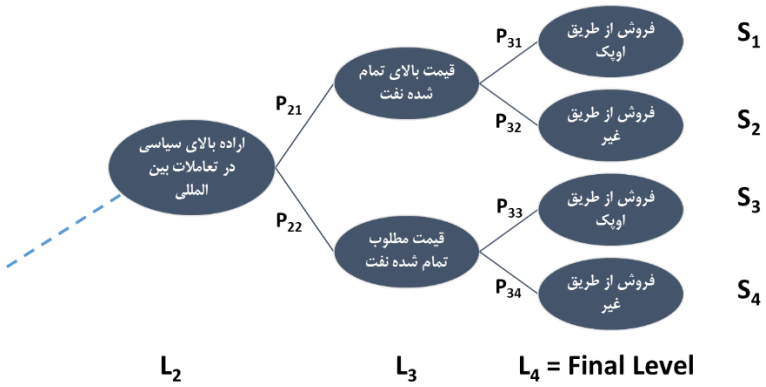
ج- تعیین ترتیب زمانی وقوع عوامل کلیدی: در این مرحله از روشِ گام به گامی، طبق اطلاعات و مستندات در دسترس و همچنین نظرسنجی از خبرگان صاحب نظر به مرتب سازی عوامل اصلی شناسایی شده به لحاظ توالی رخداد آنان اقدام می‌شود.البته گاهاً ارتباط میان عوامل قابلیت توالی نداشته و رابطه کل و جزء باعث انتخاب عوامل ریشه‌ای‌تر به منزله رخدادهای زودتر از سایرین خواهد شد (به طور مثال در میان دو عامل "رابطه بین‌المللی از بعد اقتصادی" و "میزان صادرات" نمی‌توان برای آنان ترتیب زمانی قائل شد و همین که عامل "میزان صادرات" معمولاً متأخر از عامل "رابطه بین‌المللی از بعد اقتصادی" است به همین منظور عامل ریشه‌ای‌تر یا دارای اولویت زمانی، " رابطه بین‌المللی از بعد اقتصادی" انتخاب می‌شود). لازم به ذکر است که رخداد متغیرهای همزمانِ مستقل و یا دارای ابهام در ترتیب زمانی آنها، گاهاً پاره‌ای از تحقیقات را در بر گرفته که در این خصوص قائل شدن ترتیب‌های مختلف زمانی برای آنها،تفاوتی در نتایج به ثمر نمی‌نشاند.نکته جالبی که بعضاً هویدا خواهد شد، اختلاف زمانی ناچیز میان دو (یا چند) عامل است که می‌توان برای آنها، دو (یا چند) حالت در نظر گرفته و برای هر حالت درخت اختصاصی خود را طراحی کرد. این مرحله در خصوص ترتیب زمانی عوامل بسیار مهم بوده و ما را به فهم سیستماتیک و فرایندی از آینده، مجاب می‌کند.

د- طرح اولیه درخت احتمالات سناریو: با توجه به پیشرفت روش تا گام سوم، مقدمات طرح کلی درخت سناریو آماده شده و محققین می‌توانند با شروع از گره ریشه‌ای (اولین گره) در زمان حال و با توجه به اختصاص هر سطحِ L به یک متغیر کلیدی طبق توالی رویدادهای آنان (گام سوم)، به شاخ و برگ دادن این درخت مبادرت نمایند. در این خصوص با انجام عملیاتی صورت گرفته در خصوص آینده بورس تهرانبه عنوان مورد مطالعه، مفهوم این مرحله به وضوح روشن خواهد شد.

هـ- محاسبه احتمال‌های شرطی و غیرشرطی: هر قدر که اطلاعات معتبرتر و دقیق‌تری در مرحله سوم ایجاد شده باشد در این مرحله امیدهای زیادی به دقت احتمالات سناریوهای ممکن آینده خواهیم داشت؛ زیرا که اساس این مرحله بر حسب احتمالات شرطی به ازای وقوع یک سری ازرخدادها و تعیین احتمالات پسین می‌باشد. در مرحله پنجم، نظرسنجی و محاسبه احتمالات شرطی در طول مسیر سناریوهای طرح شده در درختبه صورتکاملاً مبتنی بر نظرات خبرگان[۲۷] به مرحله نهایی خود می‌رسد. این مرحله تقریباً با روش کمی تحلیل اثر متقابل[۲۸] و یا SMIC 74مشابهت داشته و می‌تواند مانند آن برایمحاسبه احتمالات تعقیب گردد(عطاری و همکاران, ۱۳۹۳)(Godet, 1976). به عنوان مثال در شکل ۳ که قطاعی از درخت احتمالات سناریو با موضوع بررسی سناریوهای آینده محتمل قیمت نفت می‌باشد، سؤالات زیر برای تعیین احتمالات شرطی در طول مسیر سناریوهای ممکن آینده طرح شده و با میانگین گیری پاسخ خبرگان، عدد نهایی احتمال هر یک از شاخه‌ها به دست می‌آید.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- قطعه‌ای از درخت احتمالات سناریوهای آینده قیمت نفت

P_{21} = در صورتی که در تعاملات بین المللی، اراده بالای سیاسی وجود داشته باشد، احتمال اینکه قیمت تمام شده نفت همچنان بالا باشد چقدر است؟

P_{34} = در شرایطی که قیمت تمام شده نفت از حد مطلوبی منحرف نشود، چقدر احتمال دارد که کشور مورد بررسی نفت خود را از کانالی غیر از اوپک به فروش برساند؟

نکته مهمی که در سؤالات فوق باید لحاظ گردد در این است که باپیشبرد هر مرحله، باید خبرگان را در خصوص لحاظِ رخدادِ گره‌های پیشین متذکر شد (فرض بر این است که همه گره‌های قبلی منتهی به گره مورد سؤال اتفاق افتاده‌اند). در چنین حالتی ممکن است با مرور زنجیره‌ای از رویدادها، احتمال تحقق گره‌ای در طول مسیر سناریویی خاص صفر باشد و لزومی بر تقارن اعداد احتمالی و شکل درخت سناریوها به هیچ عنوان وجود ندارد. حتی ممکن است ماهیت و ذات رویداد گره‌ای نسبت به گره (یا گره‌های) قبلی خود کاملاً مستقل بوده باشد و هیچ تفاوت محاسباتیبه ازای مکان آن گره در سطوح مختلف ایجاد نکند (اگر A و B از هم مستقل باشند، داریم:P(A|B)=P(A)(ایوزیان و واقفی، ۱۳۹۳)).

بعد از نهایی شدن درصد احتمالات هر شاخه، احتمال هر سناریو (هر راستایی از گره ریشه‌ای تا گره انتهایی مسیر خود که نماینده یک سناریو خواهد بود) از طریق ضرب احتمالات شرطی شاخه‌های منتج و مسبب آن محاسبه می‌گردد. به عنوان مثال در شکل ۲ احتمال وقوع سیر کامل سناریوی دوم از ضرب دو احتمال P_{12}در P_{22}به دست خواهد آمد. رابطه ۹ فرمول کلی احتمال وقوع هر سناریو را حساب می‌کند.

رابطه ۹

$$\prod P(jk|ij)$$

به طوری که i،j و k سطوح گره‌های منتج از گره ریشه‌ای ۱ تا گره انتهایی هر سناریو می‌باشد.

و- تحلیل و واکاوی نتایج

در مرحله نهایی که تمامی متغیرهای کلیدی و پیشران در مسأله به همراه ترتیب زمانی و احتمال حالات مختلف برآمده از آنان مبتنی بر نظر خبرگان بر روی کاغذ است، سعی در تحلیل نتایج و حساسیت درخت سناریو خواهیم داشت. این مرحله که هدف ابتدایی ما را پوشش خواهد داد، به ما خواهد آموخت که بعد از شناسایی سناریوهای مرجح، مطلوب،تحت روند[۲۹] و واگرا[۳۰]در حوزه تصمیم‌گیری، احتمال هر سناریو چقدر و همچنین اقدامات مقتضی بر دستیابی به آنان با اصل"میزان کنترلمجموعه تصمیم‌گیر بر سیستم"چه خواهد بود؟ با شناسایی مسیر سناریوها در یک تصویر و ضمیمه درصد احتمالات هر گره و هر سناریو به راحتی می‌توان سناریوهای مطلوبا توجه به هدف را تعیین کرده و به صورت کارآمدتری به پایش جریانات گره به گره دست زد. توزیع احتمالات امکان تحلیل حساسیت سناریوها از طرق روش‌های ذکر شده در ادامه شامل تجمیع و یا حذف، تسهیل کرده و دستاوردهای مطلوبی برای تصمیم گیران به ارمغان می‌آورد. از سوی دیگر با

www.SID.ir

Archive of SID

طرح سؤال‌هایی راهبردی توسط خبرگان و ارائه پاسخی مناسب برای آنان، نکات قابل وثوقیمی‌توان در جریان سیاست گذاری و تصمیم گیری گنجانده شود.

در ادامه نیز با توجه به مرور ادبیات نظری گفته شده و با هدف پرورش نتیجه و تحلیل‌های نهایی بعضی از ویژگی‌های درخت‌های احتمالات و همچنین سازوکارهای محاسباتی آنان آورده شده است (Dash Optimization Ltd, 2006):

درخت متقارن[۳۱]:کاربران ممکن است در بررسی رخدادهای احتمالی یک موضوع، با درختی متقارن مواجه شوند. این نوع درخت دارای تعداد معینی انشعاب از هر شاخه بوده، به صورتی که شکل درخت کاملاً متقارن به نظر برسد.

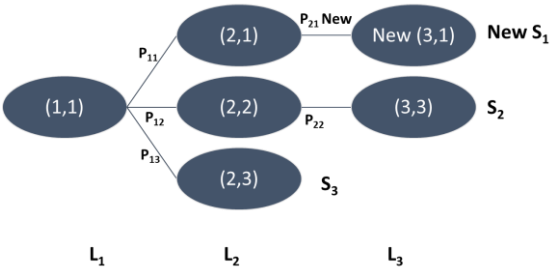
درخت با مراحل تله‌ای[۳۲]: یک درخت با مرحله تله‌ای از حداقل یک مسیر که لزوماً در مرحله آخر به پایان نمی‌رسد،تشکیل شده است و شکلی کاملاً نامتقارن به خود گرفته است. شکل ۱ مثالیاز درخت با مراحل تله‌ایاست که در سطح دو، سناریوی چهارم انتها یافته است.

تجمیع[۳۳] **سناریوها:** در یک درخت، تمامی‌سناریوهایی را که از یک گره پیشین مشترک ناشی شده‌اند، می‌توان به یک سناریوی تجمعی تبدیل کرد. درخت سناریو شکل ۱ را در نظر بگیرید. به منظور تجمیع سناریوهای ۱ و۲ که دردرخت اصلی(شکل ۱) به طور جداگانه نشان داده شده است، مانند شکل۴عمل می‌کنیم. احتمال گره‌های تجمیع شده برابر با مجموع احتمالات هر یک از آنها در حالت پیشین است:

(P_{21} New= P_{21} Old + P_{22} Old)

که در این حالت با تبعیت از رابطه ۶ برابر با مقدار یک خواهد بود.

حالت دیگری هم نیز وجود دارد که بخواهیم فقط سناریوهای منتخبی (آن‌هایی که مثلا در حیطه تصمیم‌گیری یا در ویژگی خاصی مشترک هستند - اما باز هم باید در نقطه پیشین مشترک باشند، یعنی نقطه ریشه‌ای آنها یکی باشد)را با هم تجمیع کنیم. این امر زمانی امکان‌پذیر خواهد بود که علاوه بر اشتراک نقطه ریشه‌ای سناریوهای انتخابی، باید هم‌نژاد[۳۴] یک دیگر نیز باشند. این به این معنی است که سناریوهای بعد نقطه هم‌نژاد در یک مرحله یکسان با هم تجمیع شده باشد. در مثال شکل ۱ با فرض وجود سطوح بیشتری از ۳ سطح، سه سناریوی اول، دوم و چهارم با نقطه هم‌نژاد مشترک (۱،۱) قابلیت تجمیع با یکدیگر را داشته و در صورت صلاحدید خبرگان تحلیل‌گر، سناریوی جدیدی را با هم تشکیل می‌دهند.

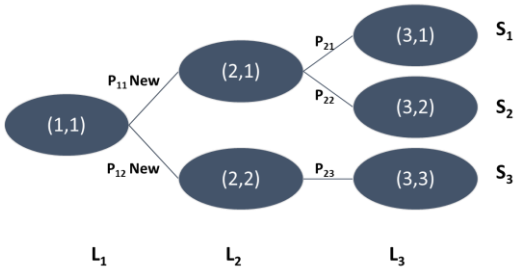


شکل ۴- درخت سناریوی تجمیعیو به روز شده

حذف سناریوها: کاربران می‌توانند بنا بر اقتضای شرایط تحقیقاتی خود به حذف سناریوهای منتخب و یا غیرضروری به منظور بررسی بپردازند. دراین مورد، احتمالات باقی سناریوها مجدد نرمال‌سازی می‌شوند. در واقع در هر سطحِ هدف، احتمال هر یک از سناریوهای باقیمانده تقسیم بر عدد ((یک منهای احتمال مجموع سناریوهای حذف شده)) می‌شود. درخت احتمالات شکل ۱ با حذف گره (۲،۳) تبدیل به درخت به روز شده شکل ۵ خواهد شد. در این درخت سناریوی چهارم کاملاً حذف شده و در سطح ۱ احتمالات جدید به منظور نرمال سازی بعد از حذف P_{13}از فرمول ۱۰ به دست می‌آید:

رابطه ۱۰

$$P_i\text{New} = \frac{P_i Old}{1 - (deleted\ P_j)}$$

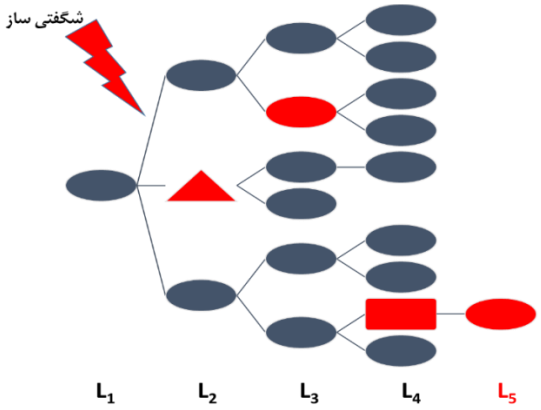


شکل ۵- درخت سناریوی به روز شده بعد از حذف سناریوی دوم در شکل ۱

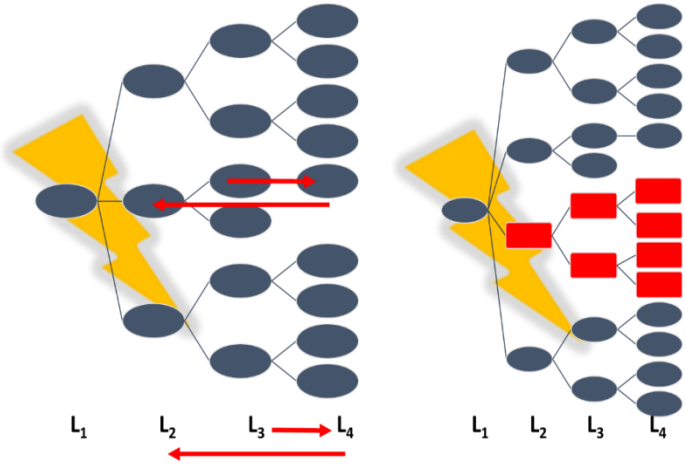
www.SID.ir

Archive of SID

نکته‌ای که به نظر می‌رسد باید به آن توجه کافی داشت شگفتی‌سازها می‌باشند. در این روش شگفتی‌سازها از دو طریق امکان نفوذ به طرح‌واره سناریوهای به تصویر کشیده شده را خواهند داشت: بیرونی و درونی. در حالت بیرونی یک عامل بسیار مؤثر شناسایی نشده و یا با احتمال وقوعِ بسیار پایین دانسته شده از بیرون باعث دگرگونی طرح درخت سناریوها شده و محاسبات احتمالی و حتی چینش و محتوای درخت را دستخوش تغییر خواهد داد. این در صورتی است که اضافه شدن یک حالت جدید لحاظ نشده با احتمال وقوع بالا در یک یا چند سطح و همچنین تغییر ترتیب‌های زمانی وقوع پیشران‌ها (تغییر توالی سطوح) در افق زمانی تعریف شده از تبعات شگفتی‌سازهای نوع درونی است. شکل ۶ و ۷ به خوبی این دو نوع پیچیدگی منتج از وقوع شگفتی‌سازها را نشانمی‌دهد. از همین رو پیشنهاد می‌شود که با کسب مستمر اطلاعات و همچنین توجه ویژه به سیگنال‌های ضعیف و قوی در حوزه آینده پژوهی، همواره درخت احتمالات را به منظور بهبود پاسخ‌های آینده‌نگرانه و آینده‌سازانه توسط خبرگان و کارشناسان به‌روز[۳۵] کنیم.



شکل ۶- مثالی از تبعات شگفتی‌سازِ نوع بیرونی بر درخت سناریو



شکل ۷- مثالهایی از تبعات شگفتی‌سازِ نوع درونی بر درخت سناریو

۳-۱- مورد مطالعه: وضعیت آینده بورس تهران در ۵ سال آتی

در این قسمت با کاربرد روش و بازخورد سازوکارهای علمی، تجربی و عملیاتی از آن، محققین قصد دارند نتایج حاصل از به کار گیری روش را در مورد مطالعه مشخص شده تشریح نمایند.

در بهار سال ۱۳۹۳ محققین قصد کاربست روش مذکور جهت سناریونویسی "آینده بورس تهران" نمودند.

www.SID.ir

Archive of SID

در ابتدای پژوهش، شناسایی عوامل یا فاکتورهای کلیدی موثر در ۵ سال آینده بورسدر دستور کار تحقیق قرار گرفت. با توجه به تحقیقات میدانی و کتابخانه‌ای از جمله استفاده از تارنماهای اختصاصی و تحلیلی بورس و همچنین مصاحبه با کارشناسان بخش تحقیق و توسعه شرکت بورس اوراق بهادار تهران[۳۶] عوامل کلیدی طبق گام دوم تهیه شده که در جدول ۲ موجود می‌باشند.

جدول ۲- عوامل و پیشران‌های کلیدی احصاء شده در آینده بورس تهران (بهار ۱۳۹۳)

ردیف	عنوان
۱	وضعیت بازار سکه و طلا
۲	آرامش فضای سیاسی و ثبات تصمیم گیری
۳	حمایت‌های تضمینی دولت از بازار سرمایه (بورس)
۴	وضعیت بازار ارز
۵	انرژی هسته‌ای و تحریم‌های منتج از آن
۶	قانون هدفمندی یارانه‌ها در صنایع
۸	عرضه اولیه سهام شرکت‌ها از سوی سازمان خصوصی سازی
۹	رکود بازارهای جهانی
۱۰	وضعیت بازار مسکن
۱۱	بین المللی شدن بازار بورس ایران (در آن هنگام به‌عنوان یک هدف استراتژیک مورد بررسی متولیان و تصمیم‌گیران بود)
۱۲	نرخ تورم و ارزش پول ملی
۱۳	برخورد منطقی سهامداران با مسایل پیش روی کشور و بازخوردهای آن در بازار سرمایه (بورس)
۱۴	وجود دیدگاه‌های کوتاه مدت سرمایه گذاری و میزان رونق یافتن این دیدگاه

در این مورد مطالعه رویکرد محققین در سناریوپردازی کاملاً بصورت کلان و کلی بوده که از دلایل چنین تصمیمی، همزمانی وضعیت خاص کشور در بازار سرمایه و رویکرد کتمان اطلاعات راهبردی در اذهان کارشناسان به منظور عدمهدایت جریان بازار بوده است. در نهایت برای ملموس و غیرپیچیده بودننتایج از تکنیک اتخاذ شده ضمن تأمین دقت فرایند سناریوپردازی از بین ۱۴ فاکتور معین شده، فقط۳ عامل اصلی آن طبق نظر کارشناسان در قالب متغیر به‌کار گرفته شد و وارد مراحل بعدی شد (البته شایان ذکر است که در ابتدا ۴ عامل و نهایتاً ۳ عامل انتخاب شدند). ذکر این نکته حائز اهمیت می‌باشد که قبل از اولویت سنجی عوامل، برای تدقیق اطلاعات به ادغام و کامل کردن بعضی از آنان در زیرمجموعه عوامل کلان دیگری مبادرت شد. سرانجام سه متغیر کلیدی که با چنین رویکردی به منظور سناریونویسی وضعیت بورس تهران به روش درخت احتمالاتپیشنهاد و مورد بررسی قرار داده شد از موارد زیر تبعیت می‌کنند:

۱) بازار ارز (بعنوان بازار رقیب)
۲) بازار سکه و طلا (بعنوان بازار رقیب)
۳) فضای سیاسی و ثبات تصمیم گیری (متغیری که خود شامل مولفه‌هایی از جمله قوانین حمایتی و نظارتی بر بازار سرمایه، اثر سیاسی تحریم‌های تحمیل شده، تصمیم‌گیری‌های خرد و کلان اقتصادی و سیاسی دولت و .... می‌باشد)

با مشخص شدن پیشران‌های کلیدی و عناوین موضوعی و احتمالی تغییرات آنان به تدوین پرسشنامه‌ای برای ترتیب‌بندی زمانی (گام چهار، پنج و شش در روش) و وضعیت احتمالات شرطی متغیرها پرداخته شد که میان ۱۴ کارشناس شرکت بورس و تعدادی از کارگزاران معتبر و فعال در این حوزه توزیع یافته و نهایتاً تحلیل شد. جدول ۳ نتایج توصیفی حاصل از پاسخ به پرسشنامه‌ها را نشان می‌دهد. این جدول نشان می‌دهد که در آن هنگام و با توجه به روندهای محیطی و مداقه به هنگامآنان توسط پاسخ دهندگان، تغییر و تحول در و فضای سیاسی زودتر از سایرین اتفاق خواهد افتاد. بازار ارز وبازار سکه و طلابه ترتیب دیرتر دچار تغییرات ساختاری متصور شده برای آنها خواهد شد.در این سوال هدف این بود که از بین ۳ عامل فوق کدامیک زودتر از بقیه نسبت به وضع کنونی تغییری مبرهن و ساختاری خواهد کرد.

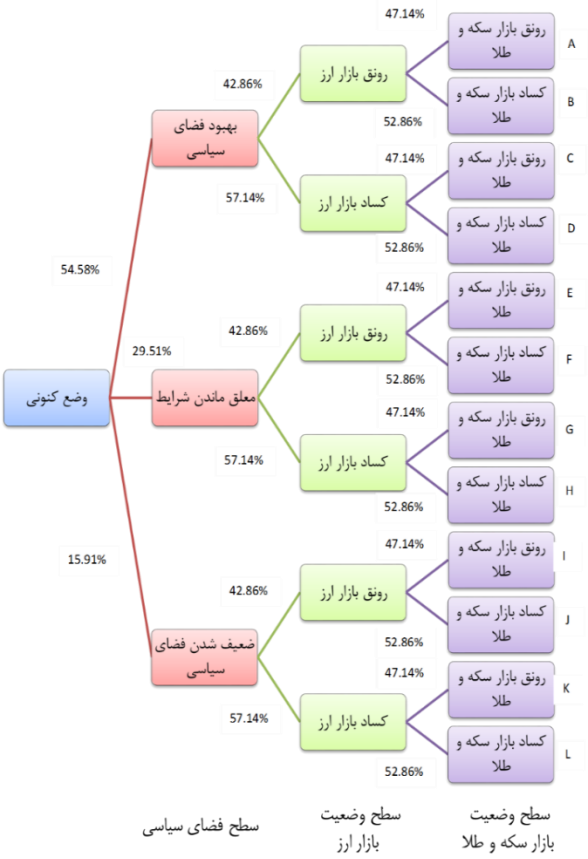
جدول ۳- اولویت بندی زمانی جهت تغییرات چهار عامل موثر در آینده بورس تهران

نام متغیر	ترتیب رخداد و تغییرات ساختاری مؤثر بر موضوع
فضای سیاسی و تصمیم گیری‌های کلان دولتی	۱
بازار ارز	۲
بازار سکه و طلا	۳

www.SID.ir

Archive of SID

در نهایت در سری دوم پرسش‌ها با تحلیل و گردآوری نتایج حاصل از احتمالات شرطی به پرسش گذارده شده، شکل ۸ «درخت نهایی سناریوهای احتمالی آینده بورس تهران» همراه با محاسبات احتمالات شرطی نشان می‌دهد. دوازده سناریو از A تا L با توجه به ورودی اطلاعات به دست آمده است که در تصویر به همراه احتمالات شرطی شاخه‌ها ترسیم شده است.



شکل ۸- درخت احتمالات سناریوهای احتمالی آینده بورس تهران (۵ساله - خبرگان پایه)

پیدایش لیستی از سناریوهای محتمل همراه با درصد احتمال وقوع مقطعی آنان برای تحلیل و نتیجه گیریبسیار مفید خواهد بود. همانطور که از جدول ۴ پیداست سناریوی D با مواجهه بهبود فضای سیاسی و کساد بازارهای ارز، سکه و طلا در پیامد آن (جالب اینجاست که چنین سناریویی با تقریب مناسب هم اکنون عینیت یافته است) بیشترین احتمال وقوع از نظر کارشناسان و خبرگان داشته و همچنین سناریوی I (معکوس سناریوی D) نیز دارای کمترین احتمال وقوع دانسته شده است. در خصوص صحه سنجی نتایج حاصله از روش به کار گرفته شده می‌توان به مواردی چون تحقق درست ترتیبات زمانی پیشران‌ها،اهمیت والای فضای سیاسی در هدایت جریان اصلی آینده بورس، ارقام احتمالی معتبر و ... را نام برد. تعقیب سناریوهای ایده‌آل و توصیف هر یک از سناریوهای خوش‌بینانه، بدبینانه و فاجعه در درخت به همراه تحلیل حساسیت‌ها و تفسیر سیگنال‌های راهنما در فهم و ساخت آینده به شدت راهگشا خواهد بود و نقشه وضعیت یا رادار مناسبی برای آینده مهیا می‌سازد.

جدول ۴- احتمال وقوع سناریوهای ۵ سال آینده بورس تهران به روش درخت احتمالات

سناریو	احتمال وقوع (گرد شده با دو رقم اعشار)
A	٪۱۱
B	٪۱۲
C	٪۱۵
D	٪۱۶
E	۶٪
F	۷٪
G	۸٪
H	۹٪
I	۳٪
J	۴٪
K	۴٪
L	۵٪

۴- بحث و نتیجه گیری

به طور کلی درخت‌ها به منظور یادگیری ثمربخش، محاسبات منطقی، تفهیم و ارائه نتایج بسیار کاربرد پیدا کرده‌اند که از جمله آنان درخت رویدادها، درخت خطاها و درخت سناریوها می‌باشد.درخت سناریو تاکنون بیشتر در روش‌های تصمیم‌گیری، بهینه‌سازیو برنامه نویسی(Pardalos, 2009) و همچنین حوزه‌های مدیریت ایمنی و ریسک بیشتر مطرح می‌شود. به طور مثال درخت احتمالات به عنوان راهکاری در مشکلات تصمیم گیری پورتفولیوی[۳۷] سرمایه گذاری در پژوهش ونگ[۳۸] به

www.SID.ir

Archive of SID

کار برده شده است و از رویکرد درخت سناریوی خوشه بندی شده برای انطباق پارامترهای غیردقیق و پابرجایی[۳۹] درخت سناریو استفاده کرده است (Wong, 2013). لیندگرن (۲۰۰۳) در کتاب خود به روشی اتخاذ شده توسط کارشناسان یک صنعت غذایی اشاره می‌کند. وی اینطور می‌نویسد که یک شرکت صنعت غذاییقصد داشت احتمالات جدید کسبوکار به منظور پاسخگویی تقاضا و عادات تغذیهدر آیندهرا شناسایی نماید. این شرکت بعد از مطالعه‌ای کامل رویروندها و شناسایی اساسی‌ترین آنان، گروهی از طراحان محصول و متخصصان بازاریابیرا در یککارگاهیک روزه گرد هم آورد. هدف این بود که روندها را به نوبت به منظور درک منطق و پیامدهای عمیق‌ترآنها، مورد بررسی قرار دهند و برای اینکه بتوانند به کل موقعیت اشراف یابند، از درختپیامد[۴۰](مانند درخت سناریو) برای مستندسازی یافته‌ها استفاده کردند. پسازتنظیمدرخت،فرایند خلق ایدهبرای محصول شروع شد (Lindgren & Bandhold, 2003).

لیست[۴۱] در پایان‌نامه دکتری خود به توسعه روشی فراتر از روش‌های متعارف سناریوپردازی اشاره کرده و آن را با عنوان "نگاشت شبکه سناریو[۴۲]" معرفی کرده است. در این شبکه که متشکل از درخت‌های احتمالی رویداد[۴۳] است، سناریوها معطوف به ساختار و مسیرهای موجود در این شبکه بوده و فضای مصور و جامعی از آنان همانند روش درخت احتمالاتِ سناریو مشخص می‌شوند. این روش هم مبتنی بر نظر خبرگان پایه ریزی شده است(List, 2007).

در این تحقیق نیز با بهره گیری از محاسبات احتمالی و شرطی خبرگان-پایه، درخت سناریوها به عنوان روشی برای ساخت و پردازش سناریوها مطرح شده و نظم جدیدی به خوانش سناریو بخشیده است.کاربرد این روش در پژوهش حاضر، به عنوان ابزار سناریونویسی و سناریوپردازیدر زمینه مطالعات آینده و آینده نگاری به صورت روش‌مند مداقه شده است. امکان بررسی لحظه به لحظه یا گره به گره در طول زمان به سمت آینده، شناسایی Milestoneها و دستیابی به میزان انحراف از سناریوهای مطلوب از سایر جذابیت‌های این روش شمرده می‌شود. از این رو می‌توان گفت روش آینده پژوهیِ پس‌نگری کاملاً در جهت عکس روش حاضر به نتیجه گیری می‌پردازد (از آینده به حال). این در حالی است که می‌توان با ترغیب اذهان خبرگان به ساخت آینده‌های هنجاری[۴۴]، اجرای روش را طوری تنظیم نمود که در مرحله شناسایی وضعیت‌های احتمالی هر پیشران (گام دو)متغیرها و حالاتی نیز لحاظشوند تا به سناریوهای هنجاری و نه صرفاً اکتشافی[۴۵]منجر شود.

از نقطه نظر ترکیبی و طبق نظر جی[۴۶] و همکاران وی، هر سناریوی تنظیم شدهبا همان کمیت و کیفیت متصور شده،به خاطر شدت بالای تحولات و تغییرات، احتمال کمی برای وقوع داشته(Gee et al, 1991)، اما بسیاری از آنان می‌توانند برای واکنش سازنده در آینده، در بهبود قدرت پردازش یاریگر بوده و تصمیم‌های حکیمانه از سوی صاحب نظران را منتج سازد.در واقع اعداد و محاسبات احتمالی این روش کاملاً قطعی نبوده ولی بینشی را که نتایج این روش می‌تواند برای تصمیم گیری و تصمیم سازی ایجاد نماید، مفید و ارزش‌مند خواهد بود.

در نهایت باید اذعان داشت که‌این روش برای توسعه سناریوها و سناریوپردازی روشی زود بازده و نسبتاً آسان بوده که نقشه وضعیت جامعی را در اختیار سیاست گذاران و برنامه ریزان می‌گذارد. هر مسیر از گره ریشه‌ای تا گره انتهایی آن یک سناریو بوده که می‌توان با توجه به توالی رویدادهای تنظیم شده به خوبی نسبت به برنامه ریزی بر پایه فرض[۴۷] و برنامه ریزی بر پایه سناریو[۴۸]اقدام نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

۶- فهرست منابع

۱) ایوزیان, م., واقفی, ا. (۱۳۹۳). مبانی احتمالات و آمار مهندسی. تهران: ترمه.

۲) برومند کاخکی, ا., عباسی, ع., بهرامی, م. (۱۳۹۳, ۴ ۱۲). سناریونویسی به روش درخت احتمالات. سومین همایش ملی آینده پژوهی. تهران: شرکت یادگار درخشان آریا.

۳) خوش دهان, ع. (۱۳۸۸). آینده پژوهی با تکنیک سناریوسازی (جلد ۱). تهران: مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران.

۴) عطاری, م., طاعتی, م., علمداری, ش., بهرامی, م. (۱۳۹۳). روش های آینده نگاری. تهران: نشر رویش.

۵) محمودزاده, ا., شاکریان, ش., شاهقلی قهفرخی, ز. (۱۳۹۳). روش های تحلیل آینده با رویکردی راهبردی (جلد ۵). اصفهان: انتشارات علم آفرین

6) Bishop, P., Hines, A., & Collins, T. (2007). The current state of scenario development: an overview of techniques. foresight, 9(1), 5-25.

7) Buckley, J., & Dudley, T. (1999). How Gerber used a decision tree in strategic decision-making. Los Angeles: Graziadio Business Review. Retrieved from http://gbr.peperdine.edu/993/tree.html

8) Covaliu, Z., & Oliver, R. (1995). Representation and solution of decision problems using sequential decision diagrams. Management Science, 41(12), 1860-1881.

9) Curry, A., & Schultz, W. (2009). Roads Less Travelled: Different Methods, Different Futures. Journal of Futures Studies, 13(4), 35-60.

10) Dash Optimization Ltd. (2006, March 27). Xpress-SP Reference manual. Royal Leamington Spa, Warwickshire, England.

11) Gee, K., Greenwood, K., Ogilvy, J., & Schwartz, P. (1991). Probabilities: Help or Hindrance in Scenario Planning? Deep News Glob Bus Netw, 2(4), 199.

12) Godet, M. (1976). Scenarios of Air Transport Development to 1990 by SMIC 74 - A New Cross-Impact Method". Technological Forecasting and Social Change, 9(3), 279-288.

13) Grienitz, V., Hausicke, M., & Schmidt, A.-M. (2014). Scenario development without probabilities — focusing on the most important scenario. Eur J Futures Res, 15-27.

14) Lindgren, M., & Bandhold, H. (2003). The Scenario Planning; The Link between Future and Strategy. Basingstoke: Palgrave Macmillan.

15) Lisewski, M. (2002). Project Proposal Influence Diagrams in Think Tools. Munich: Think Tools.

16) List, D. (2007). Scenario Network Mapping. Journal of Futures Studies, 11(4), 77-96.

17) Millett, S. (2003). The future of scenarios: challenges and opportunities. Strategy & Leadership, 31(2), 16-24.

18) Pardalos, P. M. (2009). Optimization in the Energy Industry. (J. Kallrath, P. M. Pardalos, S. Rebennack, & M. Scheidt, Eds.) Berlin: Springer.

19) Ross, S. (2012). A First Course in Probability (9 ed.). Harlow: Pearson.

20) Sobradelo, R., Bartolini, S., & Martí, J. (2014). HASSET: a probability event tree tool to evaluate future volcanic scenarios using Bayesian inference. Bulletin of Volcanology, 76(1), 1-15.

21) Wong, M. H. (2013). Investment models based on clustered scenario trees. European Journal of Operational Research.

منابع زیر برای مطالعه بیشتر پیشنهاد می‌شوند:

[1] De Vos, C. J., Saatkamp, H. W., Nielen, M., & Huirne, R. (2004). Scenario tree modeling to analyze the probability of classical swine fever virus introduction into member states of the European Union. Risk analysis, 24(1), 237-253.

[2] Dueker, M. (2005). Dynamic forecasts of qualitative variables: a Qual VAR model of US recessions. Journal of Business & Economic Statistics, 23(1), 96-104.

[3] Gülpınar, N., Rustem, B., & Settergren, R. (2004). Simulation and optimization approaches to scenario tree generation. Journal of economic dynamics and control, 28(7), 1291-1315.

[4]Heitsch, H., & Römisch, W. (2009). Scenario tree modeling for multistage stochastic programs. Mathematical Programming, 118(2), 371-406.

[5] Kamstra, M., & Kennedy, P. (1998). Combining qualitative forecasts using logit. International Journal of Forecasting, 14(1), 83-93.

[6] Montreuil, B., & Laforge, A. (1992). Dynamic layout design given a scenario tree of probable futures. European Journal of Operational Research, 63(2), 271-286.

www.SID.ir

Archive of SID

یادداشت‌ها

1. Peter Bishop
2. judgment
3. Baseline
4. Elaboration of Fixed Scenarios
5. Event Sequences
6. Backcasting
7. Dimensions of Uncertainty
8. Cross-Impact Analysis
9. Systems Modeling
10. S. Millett
11. Eidos
12. Parmenides Foundation
13. Bayes' Theorem
14. stochastic programming
15. scope
16. Scenario Development
17. possible
18. probable
19. preferable
20. uncertainty
21. Peter Schwartz
22. Environmental Scanning
23. megatrend
24. Critical Uncertainties
25. Goodness of Fit Test
26. Wildcards
27. Expert-based
28. Cross Impact Analysis (CIA)
29. trend-based
30. divergent
31. Symmetric Tree
32. Tree with trap stages
33. aggregated
34. Siblings
35. update
36. واقع در ستاد مرکزی بورس اوراق بهادار تهران (خیابان حافظ)
37. Portfolio
38. Man Hong Wong
39. robustness
40. Consequence Tree
41. Dennis List
42. Scenario Network Mapping (SNM)
43. event tree
44. normative
45. explorative
46. Gee
47. Assumption-based Planning
48. Scenario-Based Planning

www.SID.ir

Archive of SID

Scenario Development by using Probability Trees; Case Study: The Future of Tehran Stock Exchange

Ahmad Boroumand
Master of Science in Future Studies Engineering, Faculty of Management, Science and Technology, Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic) (Corresponding Athour)
aborumandk70@yahoo.com

Mohsen Bahrami
Head of Future Studies Institute and Amir Kabir University of Technology (Tehran Polytechnic)

Abstract

Scenarioscripting and development, one of the most important method in futures studies, can be resulted by using logic sequence of events methods like "probability scenario tree ". This method, despite its special benefits, was less valued by researchers and scenario planner.Trees were rarely used as a development tools but in this research, authors attempt to explain a special methods step by step that can set new writing and reading style for future scenarios examined in topics entities.

In this way, contact to scenario is operated successively. Then possible future situations and images with conditional probabilities can be seen as a tree with a distinct routes from root (now status) to end which appear asa scenario.Identified key variables as driving forces of investigated matter and determining different and discrete status of them could make different chronological order of their occurrence apparentand the conditional probabilities from node to node towards the future can be calculated. In this study, the researchers scanned the scientific literature and developed apractice step by step in a case study entitled " Next 5 Years Tehran Stock ExchangeScenarios". Wetried to perform this method and deliver feedback to strengthenit through interviews and questionnairesand library studies too.The results of applying this method in Tehran Stock Exchange shows approval logic on probability calculations method and chronology of events.Events followed from the pre-known chance percent by experts and was so interesting.The advantages of thisexpert-based method are to strengthen the recognition and diagnosis of favorable and unfavorable scenarios with probability of their occurrence, appearing future state mapat a glance, recognizing the transformational interruptionpointsand Milestones in the future, sensitivity analysis and contingency planning. Results and outputs of this method can make fertile field for scenarios based planning and processing by experts, so thatit provides to imagine the future throughdeeperunderstanding and insight in the complex decision-making.

Keywords: scenario, probability trees, scenario, future, Tehran Stock Exchange

www.SID.ir