اکوهیدرولوژی

دورهٔ ۵، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۷، ص ۶۰۱-۵۸۵

سناریوهای توسعهٔ فناوری‌های تعدیل آب و هوا، به منظور مقابله با تغییرات اقلیمی در ایران (مطالعهٔ موردی: هارپ)

احد رضایان قیه‌باشی[۱]، علی‌اصغر پورعزت[۲*]، محمدرضا حافظ‌نیا[۳]، حسین محمدی[۴]، محمدمهدی ذوالفقارزاده[۵]

۱. دانشجوی دکتری آینده‌پژوهی دانشگاه تهران

۲. استاد گروه مدیریت دولتی و مدیر بخش آینده‌پژوهی دانشگاه تهران

۳. استاد گروه جغرافیای سیاسی دانشگاه تربیت مدرس تهران

۴. استاد گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تهران

۵. استادیار بخش آینده‌پژوهی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت ۱۳۹۶/۰۷/۲۰؛ تاریخ تصویب ۱۳۹۶/۱۰/۱۴)

چکیده

تغییرات اقلیمی، پیامدهای مخرب بسیاری زیادی به همراه داشته است. پژوهش‌ها نشان می‌دهند مهم‌ترین پیامد این تغییرات، برهم‌خوردن الگوهای بارش در مناطق گوناگون بوده است. جاری‌شدن سیل و توفان در برخی کشورها همچون کشور ایالات متحدهٔ آمریکا، و وقوع خشکسالی در مناطق دیگر، همچون ایران، از پیامدهای متناقض این تغییرات است. ایران به منزلهٔ کشوری با تغییرات اقلیمی شدید - که به کاهش شدید بارش باران و تغییر الگوهای فصلی منجر شده است- با تنش آبی شدیدی روبه‌رو بوده و چنین پیش‌بینی شده است که تا سال ۲۰۶۴ همچنان با وضعیت کم‌آبی و تغییرات اقلیمی مواجه خواهد بود. تلاش برای تعدیل این تغییرات به کمک فناوری‌ها از چند سال پیش آغاز شده و امکان‌سنجی ایجاد و بهره‌برداری از تأسیسات مشابه هارپ انجام گرفته است. در این مقاله به کمک پنل خبرگی و فرایند دلفی، مؤلفه‌های کلیدی تأثیرگذار در توسعهٔ این فناوری‌ها در ایران بررسی و با مشخص‌شدن پیشران‌ها، سناریوهای توسعهٔ این فناوری‌ها در ایران ترسیم شده است. با شناسایی سه پیشران با بیشترین عدم قطعیت، به چهار سناریوی مختلف رسیدیم. عواملی که بیشترین اثرگذاری و عدم قطعیت را در دسترسی ایران به فناوری هارپ دارند عبارت‌اند از: الف) روابط سیاسی با کشورهای تأثیرگذار بر اجرای این طرح (به دلیل بعد نظامی- امنیتی)؛ ب) حمایت مالی دولت و پ) دسترسی به دانش تخصصی اولیه. بر این اساس چهار سناریوی: ۱. ادامهٔ روند؛ ۲. هارپ؛ ۳. فلاکت و ۴. راهکارهای جایگزین از این پیشران‌ها به دست آمد که الزامات راهبردی هر یک بررسی شد.

کلیدواژگان: ایران، تغییرات اقلیمی، سناریونویسی، فناوری‌های آب و هوایی، هارپ.

* نویسندهٔ مسئول

Email: pourezzat@ut.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

بیش از ۹۰ درصد پژوهشگران فعال در هیئت بین‌الدولی تغییر اقلیم (IPCC) معتقدند فرایند صنعتی‌شدن جهان، تدریجی‌ترین و گسترده‌ترین تأثیر انسان در تغییر آب و هوا و برهم‌خوردن تعادل آب و هوایی در جهان است. آنها پدیدهٔ گرمایش کرهٔ زمین (۰/۷۵ گرم‌تر از ۵۰ سال گذشته) و آب‌شدن یخ‌های قطب‌ها را در کنار افزایش بیش از حد آلودگی، از نشانه‌های بارز و تدریجی عصر صنعتی‌شدن و برهم‌خوردن تعادل آب و هوایی می‌دانند [۱]. گرم‌شدن کرهٔ زمین، تبخیر سطحی را افزایش می‌دهد و با آب‌شدن یخ‌های قطبی و در نتیجه بخارشدن این آب‌ها یا سرازیرشدن آنها در آب اقیانوس‌ها، سبب کاهش آب آشامیدنی و مصرفی می‌شود. تغییر اقلیم، نظم حاکم بر سیستم‌های طبیعی و روابط موجود بین عناصر آنها را برهم می‌زند و سیستم‌ها را از تعادل خارج می‌کند. احتمالاً، رسیدن به نظم و تعادل جدید صدها سال زمان خواهد برد. از این‌رو، تغییرات شدید آب و هوایی آثار مخرب و زیان‌باری بر زندگی گیاهی، جانوری و سیستم‌های طبیعی بر جای گذاشته و به تبع آن، جوامع انسانی نیز از ناحیهٔ آن دچار خسارت‌های مالی و تلفات جانی شده‌اند [۲].

تغییرات آب و هوایی برای جامعهٔ جهانی، به قدری مهم است که در سال‌های اخیر، در سازمان هواشناسی جهانی (WMO) کمیته‌ای به نام «کمیتهٔ بین‌المللی تغییر اقلیم (IPCC)» تشکیل شده است. در یک قرن اخیر استفادهٔ غیرمسئولانهٔ بشر از منابع موجود در کرهٔ زمین، شرایط جدیدی را ایجاد کرده است. در حال حاضر، ۴۰ درصد از زمین‌های زراعی جهان، آسیب‌های طولانی‌مدت دیده‌اند و هر ساله ۱۳ میلیون هکتار از جنگل‌های جهان نابود می‌شوند. یکی از هر چهار پستاندار، یک پرنده از هر هشت پرنده و یک دوزیست از هر سه تای آن در خطر انقراض قرار دارند. به علاوه، افزایش گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف غیرمسئولانهٔ بشر در چند قرن اخیر، شرایط طبیعی زمین را تحت تأثیر قرار داده است. این تأثیرات به گونه‌ای بوده‌اند که برخی از دانشمندان بر این عقیده‌اند که بشر، جهان را وارد ششمین دورهٔ انقراض بزرگ کرده است. دانشمندان طی دو دههٔ گذشته همواره به خطر افزایش دمای زمین توجه کرده‌اند، اما تغییرات آب و هوایی سال‌های اخیر، نتایج حاصل از آن را آشکارتر کرده است. اتفاقی که اکنون رخ داده نتیجهٔ رفتارهایی است که انسان طی چند قرن و به‌خصوص قرن اخیر نسبت به طبیعت در پیش گرفته است [۳].

پژوهشگران ایرانی معتقدند که چنانچه زمین یک تا پنج درجه گرم‌تر شود، بارندگی ۱۱ تا ۱۹درصد کاهش پیدا می‌کند. پیش‌بینی شده است که اگر تا سال ۲۱۰۰ دما در کشور ما پنج درجه افزایش یابد، ۱۹ درصد کاهش بارندگی خواهیم داشت [۴ و ۵].

کاهش آب روی کشاورزی تأثیر مستقیمی می‌گذارد و تولید غلات، برنج و پنبه را به مقدار درخور توجهی کم می‌کند. فرسایش و تخریب خاک نیز از مساحت زمین‌های کشاورزی می‌کاهند [۶].

وضعیت آب و هوایی همواره به‌منزلهٔ یک پیشران بزرگ تغییر در اغلب فعالیت‌ها و برنامه‌ریزی‌ها مطرح بوده است. از این‌رو، یکی از عدم قطعیت‌های مسلّم در جهان، تغییرات آب و هوایی یا به‌اصطلاح تغییر اقلیم، به‌ویژه در بلندمدت است. بر این اساس، یکی از دغدغه‌های مهم انسان‌ها در طول تاریخ و به‌ویژه در صد سال گذشته، کوشش برای تغییر وضعیت آب و هوایی و یا تأثیرگذاری بر آن با تکیه بر ابزارها و فناوری‌های پیشرفته بوده است. کوشش‌های سازمان‌یافته‌ای در مسیر تأثیرگذاری بر آب و هوا در قالب پروژه‌های تعدیل آغاز شده است که دو پروژهٔ تعدیل از طریق: الف) بارورسازی شیمیایی ابرها و ب) تعدیل از طریق امواج الکترومغناطیسی، مهم‌ترین و شناخته‌شده‌ترین طرح‌ها هستند. نخستین پروژهٔ مطرح در زمینهٔ تعدیل آب و هوا با تکیه بر امواج الکترومغناطیسی پروژهٔ هارپ بوده است.

پروژهٔ هارپ در سال ۱۹۹۳ با انتشار کتابی به عنوان *فرشتگان این چنگ را نمی‌نوازند* از دکتر «نیک بگیچ» به صورت رسمی مطرح شد. بگیچ، هارپ را - با هزینهٔ تقریبی ۳۰ میلیون دلار- یکی از پروژه‌های زیستی- نظامی ایالات متحدهٔ آمریکا توصیف کرد که نه‌تنها تلاشی است برای دست‌یابی به فناوری تعدیل آب و هوا، بلکه پروژه‌ای است برای دست‌یابی به سلاحی مخرّب.

او به چهار مورد از کاربردها و پیامدهای این فناوری اشاره می‌کند:

- تعدیل آب و هوا؛
- تخریب اکوسیستم‌ها؛
- تحت کنترل درآوردن ارتباط‌های الکترونیکی؛
- تغییر و تحول در حالت‌های روانی افراد [۷].

Archive of SID

www.SID.ir

در خصوص کارکردها و پیامدهای فناوری هارپ، مباحث بسیار زیادی مطرح شده است. برای توسعهٔ این فناوری در حال حاضر از یک مجموعه آنتن‌های مخصوص (۱۸۰ برج آنتن آلومینیومی به ارتفاع ۲۳/۵۰ متر) استفاده می‌شود. این آنتن‌ها روی زمین وسیعی به مساحت ۲۳ هزار مترمربع در آلاسکا نصب شده‌اند و قدرتی معادل یک میلیارد وات انرژی دارند که قادر است، ضخیم‌ترین و عمیق‌ترین لایه‌های زیرزمینی را بلرزاند [۷].

در وهلهٔ نخست به نظر می‌رسد فناوری هارپ تلاشی است برای:

۱. تعدیل آب و هوا؛
۲. جلوگیری از خشکسالی؛
۳. جلوگیری از توفان‌های مخرب، سیل‌ها و سونامی‌های ویرانگر؛
۴. کمک به ردیابی زیردریایی‌ها در اعماق بسیار پایین؛
۵. پیداکردن منابع زیرزمینی از طریق اسکن‌کردن زمین.

اما در عین حال کاربردهای دیگری نیز برای آن می‌توان در نظر گرفت. زبیگنیو برژینسکی، مشاور جیمی کارتر، رئیس جمهوری اسبق آمریکا در خصوص پروژهٔ هارپ گفته است: «اکنون فناوری‌هایی در اختیار ماست که به کمک آنها می‌توانیم تغییراتی در آب و هوا ایجاد کنیم و شرایطی مانند خشکسالی و توفان به وجود آوریم، که این امر می‌تواند توانایی‌های دشمنان احتمالی ما را تضعیف کرده و آنها را به پذیرش شرایط ما مجبور کند.» [۲۱ و ۸].

با توجه به اهمیت این پروژه و پروژه‌های مربوط به توسعهٔ فناوری‌های تعدیل آب و هوایی و همچنین پیامدهای شدید اقلیمی در خاورمیانه و به‌خصوص ایران، مطالعهٔ آیندهٔ این فناوری‌ها و امکان‌سنجی ایجاد و بهره‌برداری از این فناوری‌ها در ایران ضرورتی انکارناپذیر به نظر می‌رسد که در ادامه با تدوین سناریوهای توسعهٔ این فناوری‌ها تلاش شده است تا فضاها و تصاویر احتمالی آینده شناسایی شوند و خط‌مشی‌ها و راهبردهای لازم برای هر یک از این تصاویر تدوین شود.

طراحی سناریوهای فناوری‌های تعدیل آب و هوایی ایران

از گذشته‌های دور، بشر همواره در پی درک آینده بوده است. در قرون اخیر، این کار توسط روشنفکران و ادیبان، بارها تکرار شده و حتی می‌توان از برخی پیش‌بینی‌های ادبی، هنری و سیاسی نام برد. آناتول فرانس، نویسندهٔ نامدار فرانسوی (وفات، ۱۹۴۰) در داستان معروف خود به نام *جزیرهٔ پنگوئن‌ها* در سال ۱۹۰۸ آیندهٔ فرانسه را ترسیم کرده بود و یا جرج اورل (وفات، ۱۹۵۰) نویسندهٔ نامدار انگلیسی در کتاب معروف خود به نام *۱۹۸۴* در سال ۱۹۴۹ وضعیت جهان را با نوعی بدبینی برای سال ۱۹۸۴ تشریح کرده بود.

سالیان سال تنها روش متداول برای پیش‌بینی دقیق از آینده، استفاده از روش‌های پیچیدهٔ کمی بود. حتی عقیده بر این بود که هرچه تعداد معادلات بیشتر و پیچیده‌تر شده و زمان بیشتری صرف آنها شود، نتایج دقیق‌تری از پیش‌بینی‌ها به دست خواهد آمد. این در حالی است که یک مطالعهٔ مقایسه‌ای میان این معادلات و معادلات ساده‌تر، دقت عمل معادلات ساده را محک زدند. به این وسیله، برای اولین‌بار طرفداران روش‌های پیش‌بینی که با استفاده از داده‌های تاریخی (سری‌های زمانی یا مقطعی) و تکنیک‌های ریاضی اقتصادسنجی و خط رگرسیون، پیش‌بینی می‌کردند، دچار تردید شدند. در این روش‌ها همهٔ پیش‌بینی‌ها بر تداوم روندهای گذشته، بدون توجه به احتمال رخدادهای جدید، تأکید داشتند و از این‌رو، مدام در برابر تحولات گوناگون غافلگیر می‌شدند، تا اینکه روش‌های نوینی در علم آینده‌پژوهی همچون سناریوپردازی ابداع شد که پاسخ‌گوی بسیاری از دشواری‌ها و موضوعات، در محیط‌ها و شرایط پیچیده بودند [۹].

تعاریفی از سناریوها

سناریو در فرهنگ لغت، «طرح کلی وضعیت طبیعی و یا مورد انتظار حوادث» معنا شده است [۱۰ و ۱۱]، اما در یک نگاه تخصصی‌تر، سناریو داستانی توصیفی از بدیل‌های آینده است که به بخش خاصی از آینده نظر دارد [۱۲]. تعاریف متعددی از سناریو صورت پذیرفته که به برخی از آنها اشاره می‌شود:

- یک سناریو شامل توسعهٔ موقعیت‌های محیطی آینده و توصیف الگویی از هر شرایط موجود به سمت موقعیت‌های آتی است.
- سناریو می‌تواند احتمالات ممکن تصمیم‌ها را از طریق نشان‌دادن راهنمایی برای به‌کارگیری تصمیم مشخص کند.

Archive of SID

www.SID.ir

- سناریوها همان مسیرهای گوناگونی هستند که به آیندهٔ محتمل منجر می‌شوند.
- سناریوها حکایت توصیفیِ جایگزین بخش ویژه‌ای از آینده به شمار می‌آیند. آنها شبیه به مجموعه‌ای از داستان‌هایی هستند که در اطراف مسیری که عناصر مهم را از برجستگی‌های دنیا می‌سازد، ساخته می‌شوند [۱۲].

هدف از سناریوپردازی

هدف اولیه از سناریوها، توانمندکردن تصمیم‌گیران برای تشریح و بررسی بسیاری از جایگزین‌های ممکن در آینده است که اقدامات کنونی و نتایج متعاقب را بررسی می‌کنند، بنابراین باید از به‌کارگیری هر گونه تصمیم راهبردی قبل از انجام تفکر راهبردی، دوری کرد.

به گفتهٔ میشل گودت[1]، سناریوها باید متغیرهای کلیدی را - که روابط میان بسیاری از عوامل گوناگونِ موجود در یک سیستم را توصیف می کنند- مشخص کنند. به‌ویژه مواردی که به عوامل ویژه و راهبردی آن‌ها مربوط می‌شوند. به این منظور، سناریوها شرایطی را برای تفکر آشکار دربارهٔ پیچیدگی غیرمحتمل این عوامل که بر هر گونه تصمیم‌گیری تأثیر می‌گذارند، فراهم می‌آورند. همچنین، زبان مشترکی را برای برنامه‌ریزان ارائه می‌کنند تا در مورد این عوامل به گفت‌وگو بنشینند و آنها را تشویق می کنند تا دربارهٔ یکسری از داستان‌های احتمالی فکر کنند و به آنها کمک می‌کنند تا از خلاقیت و ذکاوتشان در محدودهٔ سازمان استفاده کرده و مدام دربارهٔ تصمیم‌های کلیدی آگاهی کسب کنند. هدف اولیهٔ ساختار سناریو، ساخت تصاویر یگانه و هماهنگ از چگونگی ایجاد آینده است. این تصاویر به نوبهٔ خود، شرایطی را برای برنامه‌ریزی و آزمون ایده‌ها و یا ایجاد انگیزه برای توسعهٔ جدید فراهم می‌آورند [۹].

یک سناریو می‌تواند برای توصیف وضعیت در آینده به کار رود و به این وسیله، اساسی را برای تحلیل سیاسی شکل دهد. سناریو می‌تواند داستان کاملی، که شامل اقدامات سیاستی (policy) محتمل و ممکن، و نتایج آنها است، را بیان کند. البته، برخی سناریوها می‌توانند انتقال از یک وضعیت کنونی به وضعیت آتی را توصیف کنند [۱۳].

مدل سناریوپردازی

در این پژوهش از مدل شبکهٔ جهانی کسب‌وکار (GBN[2]) برای تدوین سناریوهای فناوری‌های تعدیل آب و هوایی ایران که پنج مرحله دارد، استفاده شده است. این روش سناریوپردازی از پرکاربردترین روش‌های سناریونگاری در جهان است که در سال ۱۹۸۷ توسط پیتر شوارتز و همکارانش برای شناخت آیندهٔ ممکن و محتمل ارائه شده است.

مرحلهٔ نخست: جهت‌گیری

در مرحلهٔ جهت‌گیری، ذی‌نفع باید اهداف سناریوپردازی خود را تعیین کند. همچنین، در این مرحله باید منابع مورد نیاز برای اجرای سناریوها را نیز برآورد کند. هدف این مرحله، مشخص‌کردن مسئلهٔ مد نظر به صورت واضح برای جهت‌گیری در چهار مرحلهٔ دیگر است. مرحلهٔ جهت‌گیری با بحث دربارهٔ مهم‌ترین چالش‌هایی که ذی‌نفعان با آن روبه‌رو هستند شروع و با مشخص‌کردن فرضیه‌ها دربارهٔ چالش‌های یافت‌شده و چگونگی نقشی که می‌توانند در آینده بازی کنند، ادامه می‌یابد. مؤثرترین راه در این مرحله، پرسیدن سؤال های کلیدی از تصمیم‌گیرندگان، مدیران ارشد و ذی‌نفعان اصلی از طریق مصاحبه‌های ساختاریافته یا پنل‌های خبرگی است. همچنین، می‌توان سؤال های مشابه در مصاحبه‌ها را از افراد تأثیرگذار دیگر در محیط خود (دولت، بخش خصوصی و...) پرسید.

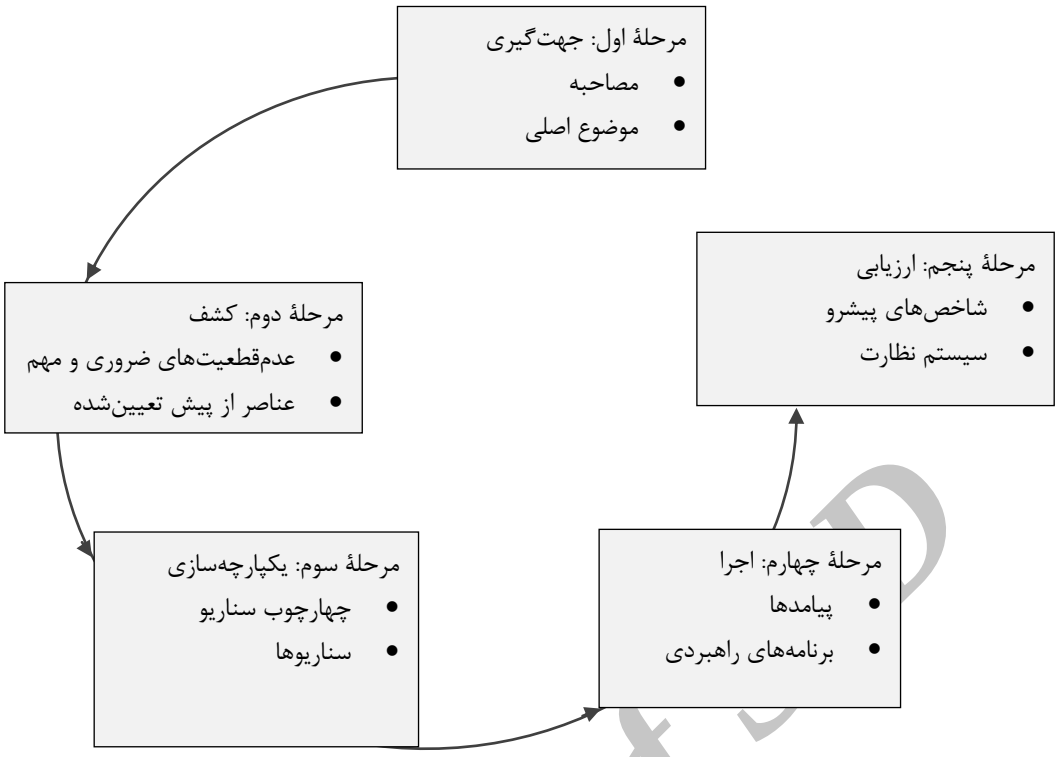
چارچوب زمانی سناریوها را می‌توان قبل از مصاحبه‌ها یا براساس یافته‌های مصاحبه‌ها تعیین کرد. اغلب زمان توصیف سناریوها را بین پنج تا ۱۰ سال در نظر می‌گیرند. چارچوب زمان‌بندی باید با توجه به سرعت تغییر مسئلهٔ کلیدی -که تغییر می‌کند- مشخص شود. برای مثال، چارچوب زمانی در سناریوهایی که در صنایع فناورانه مد نظر قرار می‌گیرند به علت زیادبودن سرعت تغییرات، کوتاه‌تر، و حتی تا شش ماه نیز کاهش می‌یابد. بعد از مصاحبه‌ها و شفاف‌کردن و یافتن مسائل کلیدی باید محدودهٔ مسائل کلیدی را تعیین کرد تا مسائلی مشخص شوند که فراگرد سناریوپردازی شما را شکل می‌دهند. برای انجام این مرحله ابزارهایی مانند مصاحبه‌های ساختاریافته، تکنیک دلفی و روش پنل پیشنهاد می‌شود [۱۴].

1. Michel Godet

2. Global Business Network (GBN)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. طراحی سناریو به روش GBN

برای تعیین امکان‌پذیری و مطالعهٔ مؤلفه‌ها و عوامل مؤثر در توسعهٔ فناوری هارپ، با حضور خبرگان و با حمایت ستاد آب و خشکسالی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، اقدام به برگزاری پنل خبرگی کردیم. در این پنل، از حاضران خواسته شد تا در خصوص امکان آغاز پروژهٔ مشابهی در ایران بحث و تبادل نظر کنند و در گام‌های بعد به کمک مصاحبه و روش دلفی، برای استخراج مؤلفه‌های اثرگذار در توسعهٔ این فناوری‌ها اقدام شد. با برگزاری دو پنل خبرگی و انجام تعدادی مصاحبه و با مطالعهٔ منابع به این نتیجه رسیدیم که مؤلفه‌های گوناگون در ابعاد سیاسی، اقتصادی، زیرساختی و فناورانه، در توسعهٔ این فناوری‌ها در کشور تأثیرگذارند:

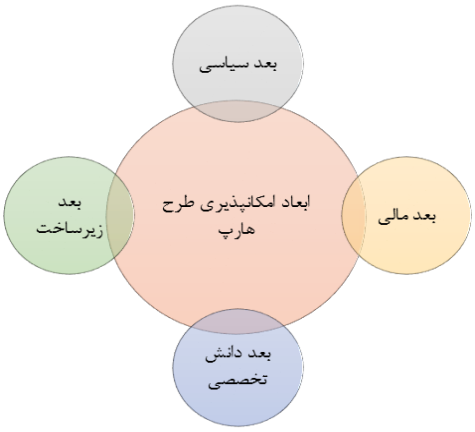
با توجه به اینکه در چند سال گذشته در ایران تلاش‌هایی برای توسعهٔ این فناوری‌ها با هدف تعدیل آب و هوا و مقابله با خشکسالی، با حمایت برخی کشورهای خارجی آغاز شده بود، ذی‌نفعان آشنایی بسیار خوبی با مؤلفه‌های اثرگذار و اثرپذیر داشتند. نمایندگانی از سازمان‌ها و مراکز زیر که مستقیم با مباحث مربوط به فناوری‌های تعدیل آب و هوایی در ارتباط بودند، در پنل‌ها حضور داشتند و مصاحبه شدند:

۱. سازمان جهاد خودکفایی سپاه پاسداران انقلاب اسلامی ایران؛
۲. رئیس ستاد آب و خشکسالی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری؛
۳. معاونت بین‌الملل مرکز پژوهش‌های بین‌المللی فناوری‌ها؛
۴. سازمان هواشناسی کشور؛
۵. رئیس مرکز بارورسازی ابر؛
۶. معاون پژوهشکدهٔ زلزله؛
۷. رئیس پژوهشکدهٔ مطالعات راهبردی؛
۸. عضو هیئت علمی دانشکدهٔ فیزیک دانشگاه یزد؛
۹. عضو هیئت علمی دانشکدهٔ فیزیک و دانشکدهٔ علوم و فنون نوین دانشگاه تهران.

خبرگان معتقد بودند ایجاد و توسعهٔ فناوری هارپ یا فناوری‌های مشابه، امکان‌پذیر است و هم‌اکنون در برخی کشورها استفاده می‌شود. آنها اعلام کردند، آنچه تأثیر بسیار مهمی در امکان به‌کارگیری این فناوری در ایران دارد را می‌توان در چهار حوزه بررسی کرد:

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲. ابعاد امکان‌پذیری اجرای طرح هارپ برای تعدیل آب و هوایی در ایران

- **بعد زیرساختی:** فناوری هارپ از مدرن‌ترین فناوری‌های دنیاست. برخی پژوهشگران دست‌یابی به این فناوری را معادل با خنثی‌کردن بیشتر فناوری‌های سدهٔ بیستم می‌دانند [۱۵]. از این‌رو، زیرساخت‌های فناوری و شرایط محیطی به‌کارگیری آن بسیار مهم است.
- **بعد دانش تخصصی:** فناوری هارپ طی چندین سال و توسط دانشمندان کشورهای توسعه‌یافته شکل گرفته است و هم‌اکنون نیز این دانش تخصصی در اختیار تعداد اندکی از همین کشورهاست [۱۶].
- **بعد مالی:** سرمایه‌گذاری کلان برای دست‌یابی یا خرید (با توجه به رویکرد انتخابی) یکی از مواردی است که امکان‌پذیری این طرح را با چالش مواجه می‌کند. نیازهای مالی بسیار زیاد این پروژه تا اندازه‌ای است که کشورهای سازندهٔ این فناوری هم‌اکنون با چالش‌های جدید تأمین مالی برای ادامهٔ حیات این پروژه مواجه شده‌اند [۷].
- **بعد سیاسی:** دراختیارداشتن این فناوری علاوه بر تأثیرگذاری مثبت به‌منظور تعدیل آب و هوا، با توجه به امکان کاربردهای مخرب نظامی آن همچون: امکان اثرگذاری بر ذهن انسان، از کار انداختن همهٔ ابزارهای الکترونیکی، ایجاد زلزله، سیل و غیره، از بعد امنیتی نیز حساسیت‌برانگیز خواهد بود و مسلماً واکنش سایر کشورها را در پی خواهد داشت.

یادآوری این نکته بسیار اهمیت دارد که در این پژوهش، فرض اکتساب این فناوری تأیید شده و در صدد شناسایی فضاهای احتمالی آینده هستیم. به بیانی، مسئلهٔ کانونی ما سناریوهای پیش روی آب و هوای ایران با به‌کارگیری فناوری هارپ است.

مسئلهٔ بسیار مهم دیگر در اجرای طرح هارپ به عنوان یک فناوری کلیدی در تعدیل آب و هوای ایران، افق زمانی اثرگذاری نتایج این طرح است. از آنجا که هارپ یک فناوری است، رویکرد اکتساب آن مهم‌ترین عامل در تعیین افق زمانی این طرح خواهد بود. همان طور که در جدول ۱ مشخص است، رویکردهای اکتساب فناوری از توسعهٔ درونی (طولانی‌ترین حالت زمانی) تا خرید از بیرون (کوتاه‌ترین حالت زمانی) را در بر می‌گیرد. با توجه به نیازهای ذی‌نفعان در پژوهش، پیشنهاد می‌شود از روش‌هایی استفاده شود که به سمت اکتساب بیرونی هستند، مانند انتقال از بیرون و توسعه از طریق همکاری که در این حالت می‌توان افق زمانی ۱۰ ساله را منطقی فرض کرد.

جدول ۱. رویکردهای مربوط به اکتساب فناوری

درونی ←				→ بیرونی
توسعهٔ درونی (انجام R&D در درون واحد سازمانی)	انتقال درونی (مانند انتقال از دیگر واحدهای درون سازمان، بهره‌برداری از دانش موجود)	توسعه از طریق همکاری (مانند سرمایه‌گذاری مشترک، همکاری تحقیقاتی)	انتقال از بیرون (مانند روش لیسانس)	خرید از بیرون (مانند روش‌های به‌کارگیری و خرید)

Archive of SID

www.SID.ir

مرحلهٔ دوم: کشف[1]

در این مرحله عوامل کلیدی ای، کـه مسـئلهٔ کـانونی را شـکل می‌دهند، مشخص مـی‌شـوند. عوامـل کلیـدی ممکـن اسـت داخلی یا خارجی باشند که آیندهٔ موضوع را، هم در مسـیرهای قابل پیش‌بینی و هم غیرقابل پیش‌بینی شـکل دهنـد. عوامـل کلیدی هم می‌توانند به‌صورت عوامل قابـل پـیش‌بینـی و هـم عوامل دارای عدم قطعیـت باشـند. عوامـل قابـل پـیش‌بینـی، نیروهـای تغییـری هسـتند کـه بـه طـور مـؤثر و مـرتبط در چارچوب زمانی آینده اثر می‌گذارند، ماننـد تغییـرات سیاسـی، تغییرات درآمدی مـردم و دولـت. عـدم قطعیـت‌هـا نیروهـای غیرقابل پیش‌بینی هستند که می‌توانند تأثیرات مهمی داشـته باشند مانند تغییرات در ارزش‌های یک جامعه، نظرات عمومی و یا کارکرد دولت در صنعت بررسی‌شده.

در این مرحله پنل خبرگان همراه با مصاحبه‌های بـاز و سـاختاریافته برگـزار شـد و حاصـل آن اسـتخراج لیسـت متغیرهای زیر در چهار بعد یادشده بود:

جدول ۲. لیست متغیرهای شناسایی‌شده

بعد	ردیف	متغیرها
مالی		حمایت مالی دولت
		سرمایه‌گذاری داخلی
		سرمایه‌گذاری خارجی
زیرساخت		امکانات و تجهیزات فنی
		فضای گسترده برای اجرا و آزمایش
دانش تخصصی		نیروی انسانی متخصص داخلی
		امکان استفاده از مشاوران بین‌المللی
		دسترسی به دانش تخصصی اولیهٔ مورد نیاز
سیاسی		تحریم‌های بین‌المللی
		روابط سیاسی با کشورهای صاحب فناوری
		روابط سیاسی با کشورهای اثرگذار بر اجرای این طرح (به دلیل بعد نظامی- امنیتی)

مرحلهٔ سوم: یکپارچه‌سازی[2]

در مرحلهٔ سوم، نیروهای مؤثری که در مراحل قبل کشـف شـده‌انـد، بـرای سـاختن سـناریوها ترکیـب و یکپارچـه مـی‌شـوند. ممکـن اسـت عوامـل زیـادی در مراحـل قبـل شناسایی شـده باشـند کـه بـه‌طـور معنـاداری نیـز از هـم متفاوت باشند؛ هرچند همهٔ عوامل می‌تواننـد مهـم باشـند ولی اهمیت آنها یکسان نیست. در این مرحله بایـد عوامـل شناخته‌شده را جداسـازی کـرد. بـرای ایـن کـار پیشـنهاد می‌شود نیروهای مؤثر را بر اساس دو عامـل اولویـت‌بنـدی کرد:

۱. درجهٔ اهمیت و تأثیر روی سؤال یا مسئلهٔ کانونی؛
۲. درجهٔ عدم قطعیت عوامل کلیدی.

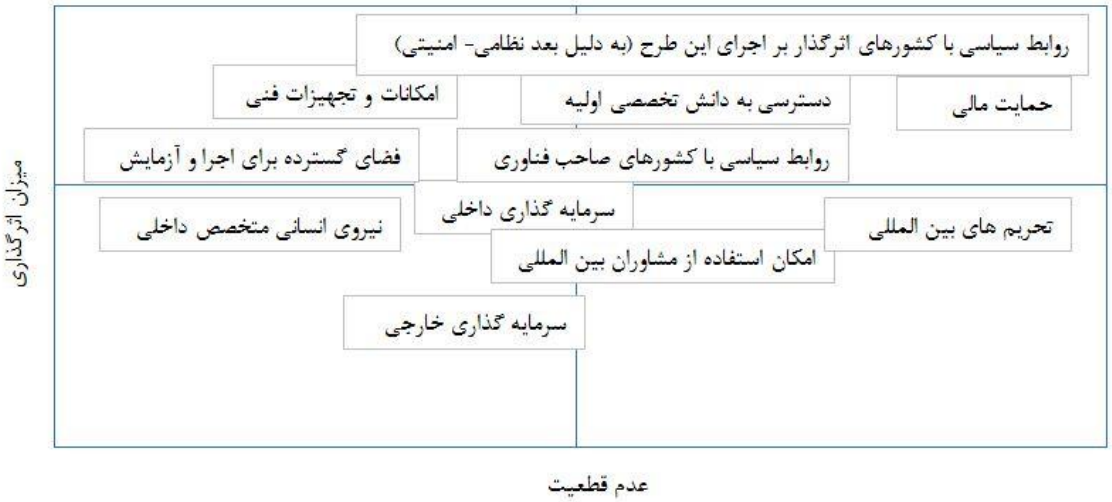
به منظور شناسایی و اولویت‌بنـدی میـزان اثرگـذاری و عدم قطعیت متغیرهای شناسـایی‌شـده بـه کمـک نظـرات خبرگان ماتریس اثرگذاری- عـدم قطعیـت بـه شـرح زیـر تکمیل شد.

همان طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود عواملی کـه بیشترین اثرگذاری و عدم قطعیت را در دسترسی ایران بـه فناوری هارپ دارند عبارت‌اند از : الـف) روابـط سیاسـی بـا کشورهای اثرگذار بر اجرای این طرح (به دلیل بعد نظامی- امنیتی)؛ ب) حمایت مالی دولت و پ) دسترسی به دانـش تخصصی اولیه. به بیانی، برای زیادکردن امکان دسـت‌یـابی به فناوری هارپ در ایـران بایـد بـه‌منزلـهٔ بـازیگری فعـال، اقداماتی اثرگذار به‌منظور بهبود سه عامل کلیـدی یادشـده برداشته شود. در ادامه، با استفاده از این سه پیشـران و بـه کمک نرم‌افزار سـناریوی ویـزارد و بعـد از مشـخص‌کـردن ناسازگاری‌های درونی برخی سناریوها، به چهـار سـناریوی محتمل می‌رسیم که در ادامه با استفاده از منطق استقرایی به تبیین سناریوهای فناوری‌های تعدیل آب و هوایی ایـران پرداخته شده و کارکرد فناوری هـارپ و سـایر راهکارهـای جایگزین را به صورت کامل، شرح داده است.

1. Discover
2. Integration

Archive of SID

www.SID.ir



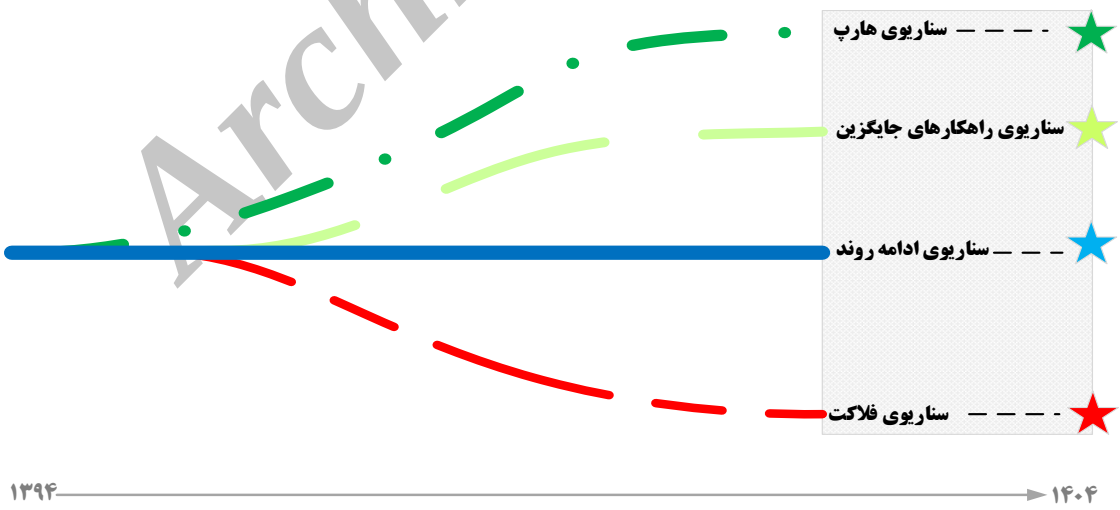
شکل ۳. ماتریس اثرگذاری- عدم قطعیت

نام‌گذاری سناریوها

این مسئله مهم است که یک نام خاطره‌انگیز و جالب برای هر سناریویی که به ارائهٔ داستانی منطقی و اساسی شده منجر است، انتخاب شود. عنوان پرمعنا و یگانه، شانس بهتری برای قبول و به‌کارگیری توسط تصمیم‌گیران و مدیران این حوزه دارد. نام‌های خوب، زمانی که برنامه‌ریزان و مدیران در یک گروه قرار دارند، بسیار مفید عمل می‌کنند و نیز روابط بهتری را موجب شده و سبب بررسی‌های بهتری می‌شوند [۱۷].

با توجه به ویژگی‌های توصیف‌شده از نام مناسب برای سناریوها، نام‌های زیر با استفاده از روش ذهن‌انگیزی برای هر سناریو انتخاب شدند.

- سناریوی ۱: ادامهٔ روند
- سناریوی ۲: هارپ
- سناریوی ۳: فلاکت
- سناریوی ۴: راهکارهای جایگزین



شکل ۴. نام‌گذاری سناریوها[1]

۱. در این پژوهش با توجه به چشم‌انداز ۱۴۰۴ و تدوین بیشتر اسناد بالادستی نظام براساس این چشم‌انداز، کم و کیف توسعهٔ فناوری هارپ نیز بر این اساس و در این افق زمانی دیده شده است.

Archive of SID
www.SID.ir

سطح‌بندی تشریح سناریوها

سناریوهای این بخش در دو سطح ارائه شده‌اند:

الف) روایت مختصر سناریوها: مخاطب این سطح از سناریوها اغلب، مدیران کلان و تصمیم‌گیران رده‌های متفاوت دولتی و خصوصی‌اند، که باید مجموعه‌ای از خلاصه‌های مدیریتی حوزه‌های گوناگون را در کنار یکدیگر بررسی کنند. این سطح از سناریوها به‌صورت اجمالی همهٔ فضا را توصیف می‌کنند و به درک کلیت فضای آینده در یک نگاه یاری می‌رسانند و به تعبیری، مانند نقشه‌ای است که جغرافیای منطقه را از طریق یک عکس هوایی، بدون بیان جزئیات، نشان می‌دهند.

ب) روایت مشروح سناریوها: این سطح مشروح‌ترین تبیین سناریوهاست که در آن تلاش می‌شود تا فضای پیش رو کاملاً به‌گونه‌ای شبه‌داستانی معرفی شود. تحلیل‌های مشروح گذشته نشان داد استفاده از منطق استقرایی، روشی مناسب برای تبیین سناریوهای تعدیل آب و هوایی ایران است. در این سطح ضمن تبیین فضای سناریوها، ساختار و علایم شکل‌دهندهٔ هر سناریو تدوین خواهد شد.

روایت مختصر سناریوهای تعدیل آب و هوایی ایران

اغلب، سناریوها دستاورد نهایی پژوهش‌های آینده‌پژوهی محسوب می‌شوند. بسیاری باور دارند که سناریوها موجب وحدت‌بخشی به همهٔ روش‌های استفاده‌شده در یک بررسی آینده‌پژوهانه هستند. سناریوها به‌خوبی کل فضای عدم قطعیت و ابهام پیش روی تصمیم‌گیران را پوشش می‌دهند و بصیرت‌هایی، برای یاری‌رساندن به مدیران به منظور درک احتمالات آینده فراهم می‌سازند [۱۸].

در مطالعهٔ سناریوها باید متوجه این مخاطره بود که سناریوها و اساساً آینده‌پژوهی مدعی پیش‌بینی نیست؛ به این معنا که آینده‌پژوهان نمی‌خواهند بگویند چه چیزی به‌طور قطع اتفاق خواهد افتاد چرا که اثبات می‌کنند با توجه به تغییرات شتابان، عدم قطعیت و ماهیت پیچیده و آشوب‌زدهٔ جهان کنونی، اساساً هرگونه پیش‌بینی غیرممکن، نادرست و ناتمام است بلکه مراد از سناریوپردازی، ایجاد گزینه‌های بدیل و انعطاف‌پذیر برای تصمیم‌گیران در چنین فضاهایی خواهد بود [۱۸].

سناریوها طیفی از آینده‌های بدیل را نشان می‌دهند و نمی‌توان یک مرز کاملاً مشخصی را ترسیم کرد و آنها را از یکدیگر جدا ساخت. بنابراین، آنچه سناریوها بیان می‌کنند، شرحی از مجموعه فضاهای موجه برای آیندهِ تعدیل آب و هوایی ایران است. وقوع رخدادهایی که قادر باشند اثر شگرفی بر آیندهٔ موضوع بگذارند نیز می‌توانند به عنوان سناریوهای شگفتی‌ساز در ذهن مخاطبان قرار داشته باشد. شگفتی‌سازها رخدادهایی هستند که احتمال وقوع آنها در شرایط کنونی کم است (مانند جنگ، زلزله و....) اما رخدادنشان می‌تواند اثری عمیق بر آیندهٔ موضوع ما داشته باشد. این سناریوها به‌اصطلاح به سناریوهای شگفتی‌ساز معروف‌اند. در ادامه، به بررسی آینده‌های بدیل تعدیل آب و هوایی ایران پرداخته شده است.

سناریوی ادامهٔ روند

دخالت و کنترل نکردن بر وضعیت موجود به ادامهٔ وضعیت حال منجر خواهد شد. در این سناریو تصویری از آیندهٔ آب و هوایی ایران قابل تصور است که در آن حوضه‌های آبخیز، دریاچه‌ها و منابع زیرزمینی، همچون دهه‌های گذشته، رو به زوال خواهند رفت و دولت و بازیگران مؤثر بر این حوزه، هیچ‌گونه اقدام اثربخشی به‌منظور حفظ و ارتقای این منابع و بهبود آنها نخواهند داشت. وضعیت بارش و به تبع آن خشکسالی طبق محاسبات کمی، روند رو به وخامت خود را طی خواهند کرد.

سناریوی هارپ

استفاده از پیشرفته‌ترین فناوری‌های روز دنیا در حوزهٔ تعدیل آب و هوایی، توانسته اثری شگرف در خشکسالی و بارش ایران ایجاد کند. این سناریو فضایی از آینده را ترسیم می‌کند که مدیران این حوزه توانسته‌اند با ایجاد زیرساخت‌ها و کسب دانش تخصصی به همراه عوامل تسهیل‌کنندهٔ بین‌المللی، فناوری هارپ را در ایران به منصهٔ ظهور رسانند و با توانایی اثرگذاری بر شرایط جوّی، ایران را از بحران‌های قابل پیش‌بینی و تصور خشکسالی، رهایی بخشند.

سناریوی فلاکت

چالش‌ها و تضادهای بین‌المللی در حوزه‌های سیاسی، امنیتی و اقتصادی، و دسترسی‌نداشتن ایران به فناوری‌های توانمند برای مقابله با فناوری هارپ و فناوری‌های مشابه، سبب شده تا کشورهای صاحب این فناوری، آثار مخربی بر اقلیم و آب و هوای ایران بگذارند. این سناریو، فضایی از آینده را ترسیم می‌کند که نه‌تنها روندهای خشکسالی،

Archive of SID

www.SID.ir

ایران را با تهدیدی جدی مواجه می‌سازد، بلکه فناوری‌هایی همچون هارپ این امکان را برای دشمنان کشور فراهم خواهند کرد تا بحران کم‌آبی، به شکل تعمدی در ایران تشدید شده و وابستگی ایران به این کشورها حتمی شود.

سناریوی راهکارهای جایگزین

هارپ را شاید بتوان از مهم‌ترین و اثرگذارترین راهکارهای دستکاری در آب و هوا دانست، اما فناوری‌ها و راهکاری‌های جایگزین دیگری نیز وجود دارد که ایران می‌تواند با استفاده از آنها، روند خشکسالی و کمبود آب را به کمترین برساند. استفاده از فناوری‌های تصفیهٔ فاضلاب، ترویج الگوی مصرف صحیح و... از جملهٔ این راهکارهای جایگزین است که می‌توانند آیندهٔ ایران را از بعد امنیت آب، تا حدود درخور توجهی تضمین کنند.

روایت مشروح سناریوهای تعدیل آب و هوایی ایران

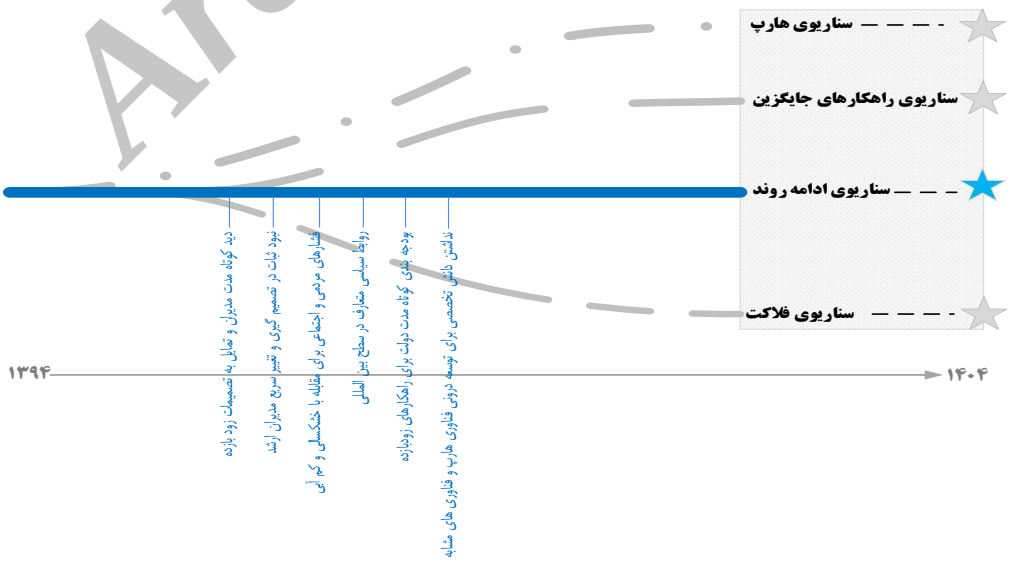
در این بخش، ضمن تشریح بیشتر سناریوهای تعدیل آب و هوایی ایران، سعی خواهد شد نشانه‌های وقوع هر سناریو تبیین شود تا خردمندان و مدیران هوشمندِ این حوزه بتوانند با رصد آنها زمان و چگونگی وقوع هر سناریو را شناسایی کرده و بر پایهٔ آن راهبردها و اقدامات خود را برنامه‌ریزی و اجرا کنند. همچنین، پیش‌بینی میزان بارش (با توجه به آمارهای سازمان هواشناسی کشور) در دو شهر بزرگ تهران و اصفهان، به‌صورت نمونه در هر سناریو به‌صورت سناریوهای کمی تدوین شده است.

سناریوی ادامهٔ روند

دولت به منزلهٔ بازیگر کلیدی در توسعه و بسترسازی برای زیرساخت‌های اکتساب فناوری هارپ و راهکارهای جایگزین، منفعل عمل کرده و نتوانسته است این فناوری را در ایران به منصهٔ ظهور برساند. جابه‌جایی سریع مدیران در حوزه‌های کلان، نبود ثبات تصمیم‌گیری و دید بلندمدت، سبب شده است که دولت سرمایه‌های مالی و دانشی خود را روی اقدام‌ها و پروژه‌های کوتاه‌مدت سرمایه‌گذاری کند. همچنین، نبود روابط سیاسی مناسب در سطح بین‌المللی با کشورهای صاحب فناوری و اثرگذار، سبب شده است ایران از این مسیر دور بماند و در صدد مدیریت منابع کنونی خود در حالت بهینه باشد.

نشانه‌های وقوع سناریوی ادامهٔ روند (شاخص‌های راهنما):

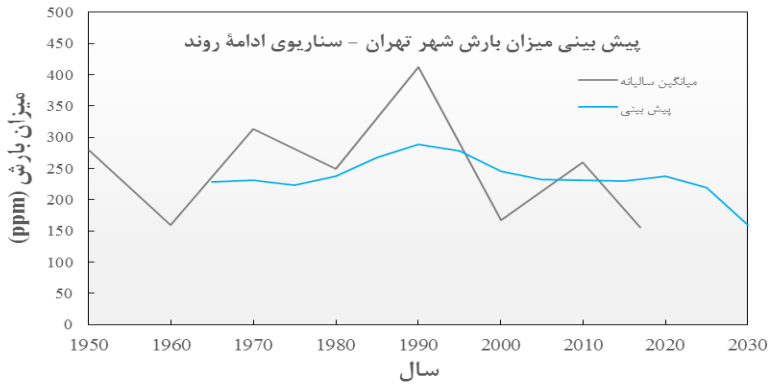
- دید کوتاه‌مدت مدیران و تمایل به تصمیم‌های زودبازده؛
- نبود ثبات در تصمیم‌گیری و تغییر سریع مدیران ارشد؛
- فشارهای مردمی و اجتماعی برای مقابله با خشکسالی و کم‌آبی؛
- روابط سیاسی متعارف در سطح بین‌المللی؛
- بودجه‌بندی کوتاه‌مدت دولت برای راهکارهای زودبازده؛
- نداشتن دانش تخصصی برای توسعهٔ درونی فناوری هارپ و فناوری‌های مشابه.



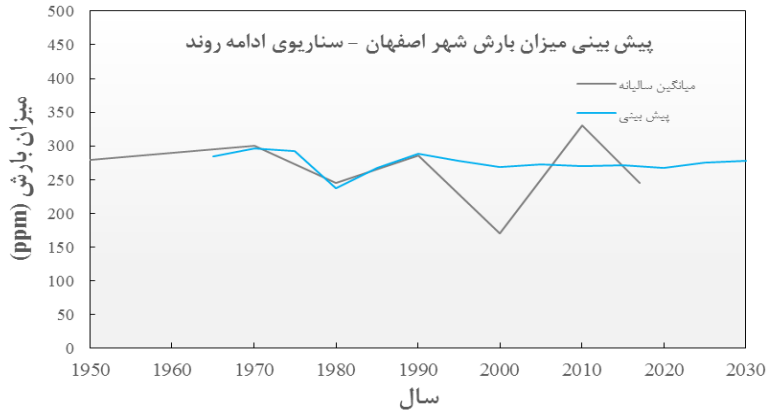
شکل ۵. نشانه‌های وقوع سناریوی ادامهٔ روند

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۶. پیش‌بینی میزان بارش شهر تهران در سناریوی ادامهٔ روند



شکل ۷. پیش‌بینی میزان بارش شهر اصفهان در سناریوی ادامهٔ روند

سناریوی هارپ

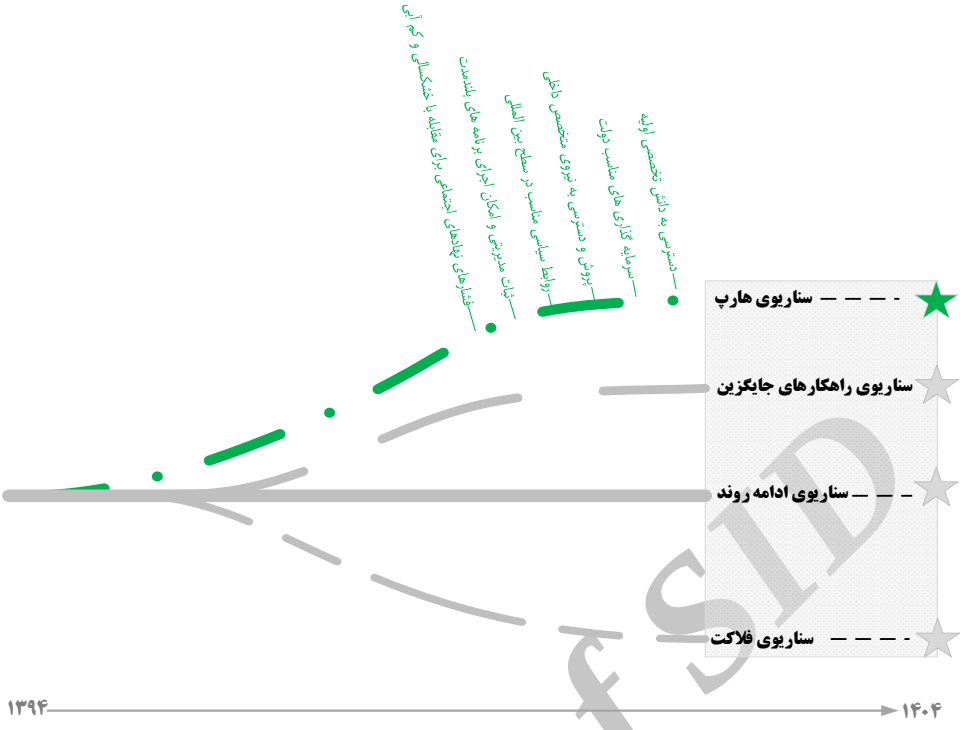
روابطِ بین‌المللی مناسب و دسترسی به دانش تخصصی اولیهٔ مورد نیاز برای اکتساب و توسعهٔ فناوری هارپ، همراه با دید بلندمدت مدیران، شرایط به‌کارگیری این فناوری را در ایران فراهم کرده است. تصمیم‌گیرندگان این حوزه با به‌کارگیری راهبردهای بلندمدت و تدوین نقشهٔ راه اکتساب فناوری‌های مشابه هارپ، توانسته‌اند شرایط بارش و جوّی را در شهرهای مهم و بحرانی تحت کنترل خود درآورند و میزان بارش را به سطح قابل قبول ارتقا دهند. در این سناریو دولت با دردست‌داشتن این ابزار علاوه بر مدیریت آب و هوا، توانسته از این قدرت برای پیمان‌های راهبردی در سطح منطقه نیز استفاده کند. همچنین، با بهبود وضعیت دسترسی به آب، وضعیت کشاورزی، بیکاری، معاش و بسیاری از عوامل اقتصادی و اجتماعی با بهبودی درخور توجه مواجه شده‌اند.

نشانه‌های وقوع سناریوی هارپ (شاخص‌های راهنما):

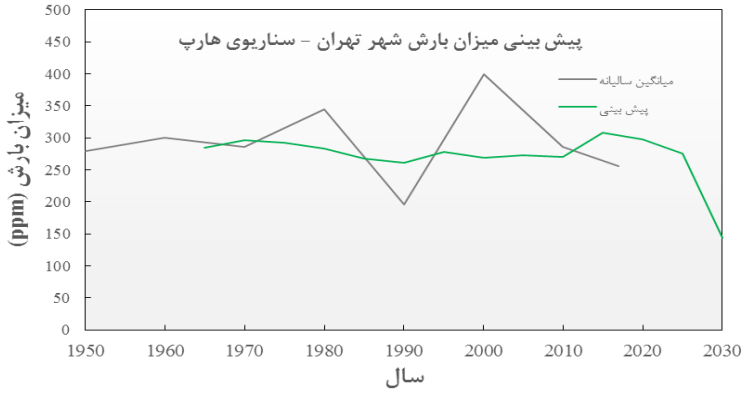
- تلاش برای دسترسی به دانش تخصصی اولیه؛
- اهتمام به سرمایه‌گذاری‌های مناسب دولت؛
- پرورش و دسترسی به نیروی متخصص داخلی؛
- توسعهٔ روابط سیاسی مناسب در سطح بین‌المللی؛
- ثبات مدیریتی و امکان اجرای برنامه‌های بلندمدت؛
- افزایش فشارهای نهادهای اجتماعی برای مقابله با خشکسالی و کم‌آبی.

Archive

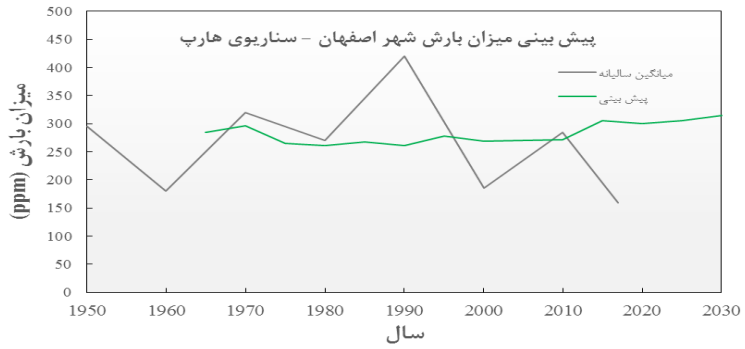
www.SID.ir



شکل ۸. نشانه‌های وقوع سناریوی هارپ



شکل ۹. پیش‌بینی میزان بارش شهر تهران در سناریوی هارپ



شکل ۱۰. پیش‌بینی میزان بارش شهر اصفهان در سناریوی هارپ

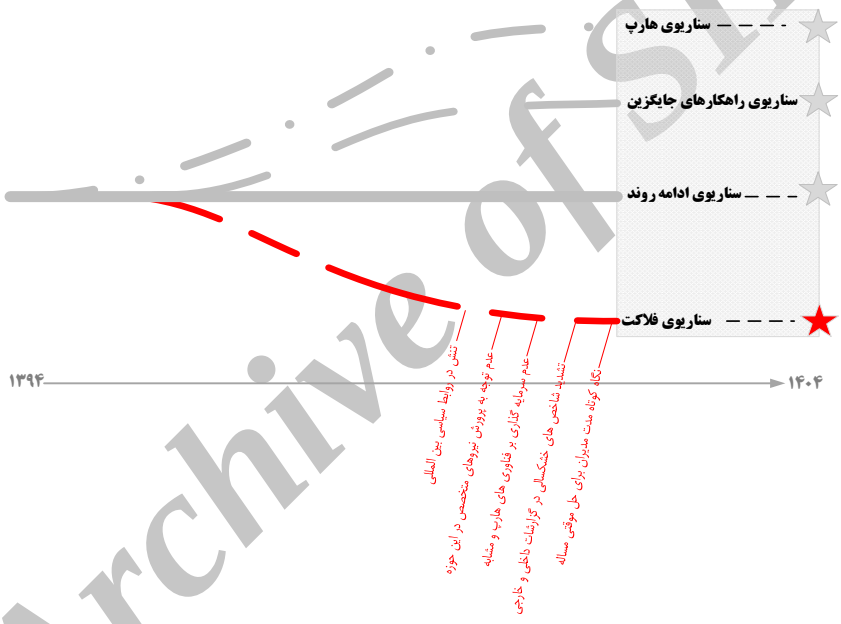
www.SID.ir

سناریوی فلاکت

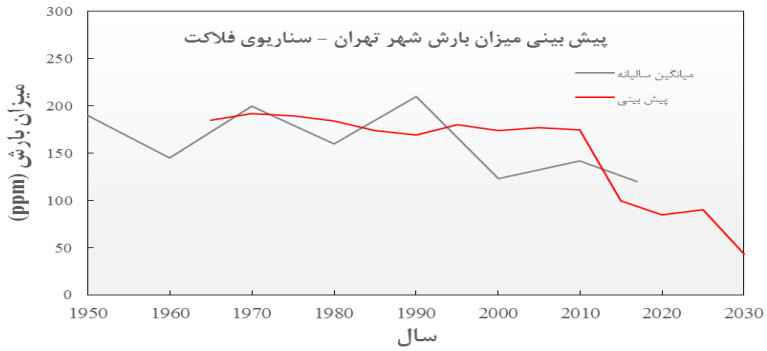
نام دیگر این سناریو را می‌توان سناریوی توطئه نامید. سناریویی که در آن رقبای ایران، با دسترسی به فناوری هارپ و فناوری‌های مشابه، توانایی دستکاری در اقلیم و آب و هوای ایران را دارند و به دلیل مختلف سیاسی، اقتصادی و نظامی، فرایند خشکسالی را در ایران تشدید خواهند کرد. تنش در روابط سیاسی، نگاه کوتاه‌مدت مدیران و تصمیم‌گیرندگان برای حل مشکل کم‌آبی از جمله مهم‌ترین عوامل شکل‌دهندهٔ این سناریو است. سرمایه‌گذاری نکردن دولت برای اکتساب فناوری‌های مشابه هارپ سبب شده است توان مقابله و کنترل ایران نسبت به تهاجم خصمانهٔ دشمنان بسیار کم باشد. می‌توان تصور کرد که این رخداد بتواند بر موضع‌گیری‌ها و توانایی‌های سیاسی و اقتصادی ایران نیز اثرگذار باشد.

نشانه‌های وقوع سناریوی فلاکت (شاخص‌های راهنما):

- افزایش تنش در روابط سیاسی بین‌المللی؛
- بی‌توجهی به پرورش نیروهای متخصص در این حوزه؛
- سرمایه‌گذاری نکردن برای کسب فناوری‌های مشابه هارپ؛
- تشدید شاخص‌های خشکسالی در گزارش‌های داخلی و خارجی؛
- نگاه کوتاه‌مدت مدیران برای حل موقتی مسئله.



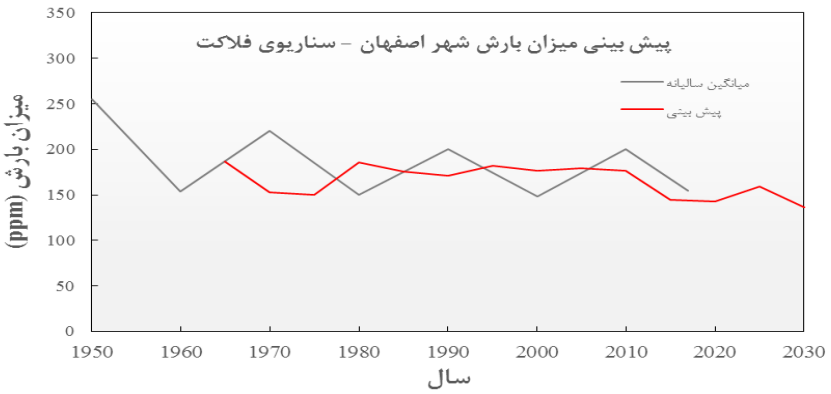
شکل ۱۱. نشانه‌های وقوع سناریوی فلاکت



شکل ۱۲. پیش‌بینی میزان بارش شهر تهران در سناریوی فلاکت

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۳. پیش‌بینی میزان بارش شهر اصفهان در سناریوی فلاکت

سناریوی راهکارهای جایگزین

با توجه به پیچیدگی، دانش تخصصی خاص و هزینه‌های بسیار زیاد پژوهش و توسعه برای اکتساب فناوری هارپ، مدیران تصمیم می‌گیرند از راهکارهای بی‌نظیر برای حل مسئله استفاده کنند. در این سناریو، دولت سرمایه‌های لازم را فراهم کرده، نیروهای متخصص پرورش‌یافته و روابط با کشورهای صاحب فناوری و بدیل‌های آن به‌صورت مناسبی وجود دارد. همچنین، استفاده از توانایی‌ها و ظرفیت‌های بالقوهٔ ملی، همچون اصلاح الگوی مصرف، شیوه‌های نوین استفاده از آب در بخش کشاورزی و صنعتی، که حجم درخور توجهی از آب مصرفی را تشکیل می‌دهند، سبب شده بحران آب به گونه‌ای سیستماتیک مدیریت شود.

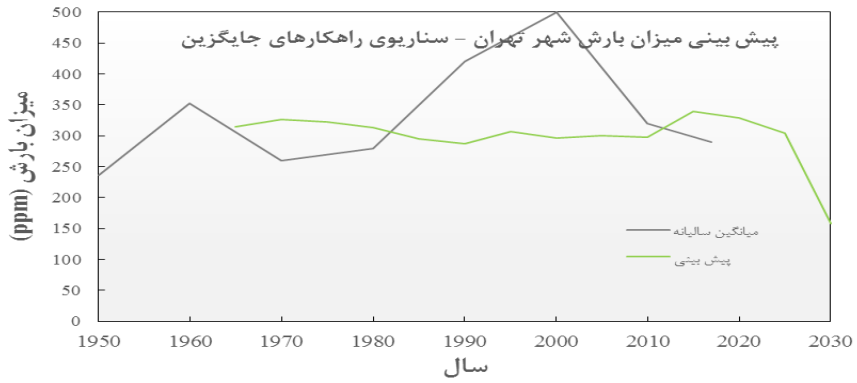
نشانه‌های وقوع سناریوی راهکارهای جایگزین (شاخص‌های راهنما):

- سرمایه‌گذاری‌های مناسب دولت؛
- بهبود روابط سیاسی مناسب با کشورهای صاحب فناوری؛
- افزایش آگهی‌ها و تبلیغات اصلاح الگوی مصرف؛
- شناسایی ابزارها و فناوری‌های قابل دسترس بر اساس توان ملی؛
- سرمایه‌گذاری و پرورش نیروهای متخصص؛
- نگاه بلندمدت و دوربرد مدیران به مسئله.

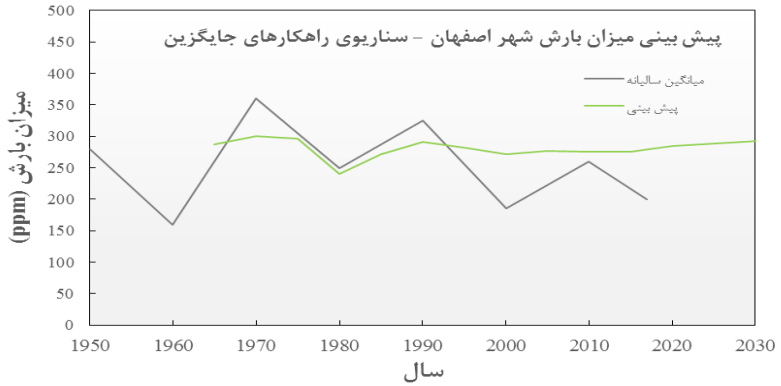
شکل ۱۴. نشانه‌های وقوع سناریوی راهکارهای جایگزین

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۵. پیش‌بینی میزان بارش شهر تهران در سناریوی راهکارهای جایگزین



شکل ۱۶. پیش‌بینی میزان بارش شهر اصفهان در سناریوی راهکارهای جایگزین

مرحلهٔ چهارم: اجرا[1]

در مرحلهٔ چهارم، سناریوها برای آگاه‌کردن و ترغیب فعالیت‌ها استفاده می‌شوند. آزمایش گروهی از سناریوها، به این معنا نیست که به نتایج دقیقی از آینده ختم شود، بلکه سازمان را برای یادگیری، تطابق و انتخاب فعالیت‌های مؤثرتر توانمند می‌سازد. بعد از توسعهٔ هر سناریو، به‌طور عمیقی باید کارکردن با آن را تصور کرد و پرسید که چه می‌شود اگر این سناریو در آینده اتفاق بیفتد؟ امروز باید چه اقداماتی برای آماده‌سازی انجام داد؟ پاسخ به چنین سؤال هایی واکنش سازمان نسبت به سناریوها است، سپس باید واکنش‌های خود را در هر سناریو تجزیه و تحلیل کرد؛ آیا واکنش‌ها مؤثر بوده‌اند؟ آیا واکنش‌های هر سناریو به طور کارایی از هم متفاوت بوده‌اند؟ آیا هیچ یک از این واکنش‌های متفاوت می‌توانند به عنوان یک راهبرد انتخاب شوند؟ این الگوها، بینش‌ها و واکنش‌ها در سناریوها، قالب‌هایی برای ساختن راهبردها هستند. همچنین، می‌توان از عوامل قابل پیش‌بینی که در مراحل قبل، کشف و تعیین شده‌اند برای تعیین راهبردها استفاده کرد [۱۹]. فهرست راهبردها باید شامل ترکیبی از پرتفوی[2] عوامل با ریسک کم، متوسط و زیاد باشند.

مرحلهٔ پنجم: ارزیابی[3]

هدف از این مرحله تعیین شاخص‌های اصلی برای ارزیابی دقت و صحت سناریوها هنگام رخدادن وقایع در دنیای واقعی است. همچنین، در این مرحله سازوکاری برای جابه‌جایی سازمان در محیط و تطابق راهبردهای سازمان ساخته می‌شود. بعد از تعریف راهبردها در هر سناریو، می‌توان با اعتمادبه‌نفس آنها را اجرا کرد. همچنین نیروهای مؤثری می‌توانند وجود داشته باشند که طی زمان ظرفیت تأثیرگذاری بیشتر را داشته باشند و باید به مثابهٔ شاخص‌های هدایت‌کننده شناسایی شوند [۱۹].

1. Performance

2. Portfolios
3. Evaluation

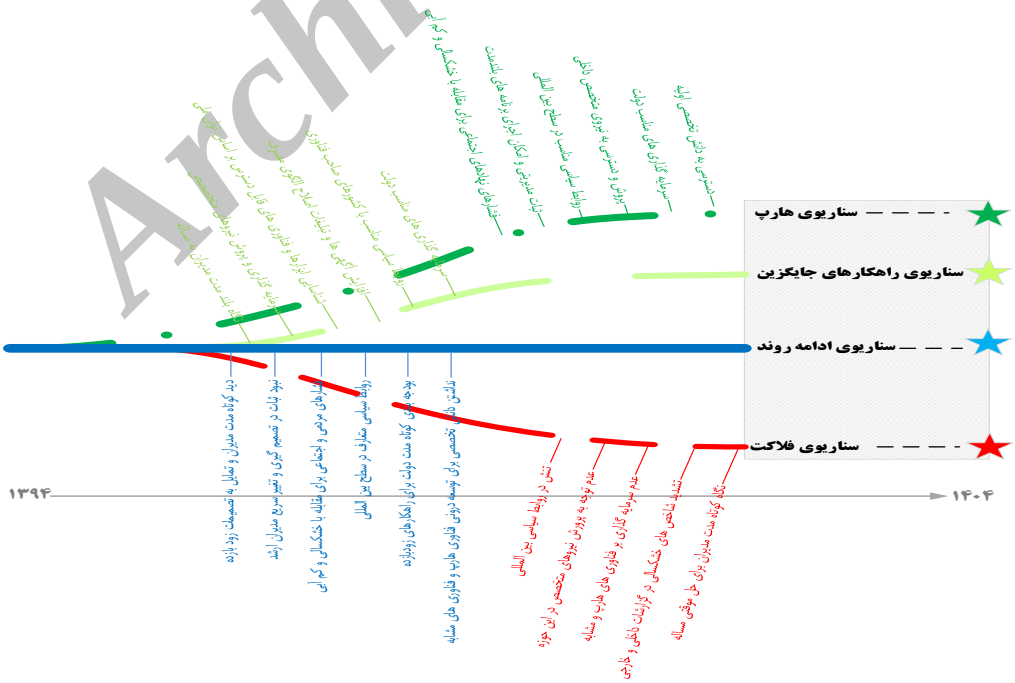
Archive
www.SID.ir

جمع‌بندی

میل به دانستن آینده، خواسته‌ای ذاتی و طبیعی برای همهٔ انسان‌هاست. تمایلی که هنگام در میان آمدن منافع عمومی پررنگ‌تر نیز می‌شود. بحران کم‌آبی و وضعیت نامناسب خشکسالیِ قابل تصور برای ایران، نیاز به ترسیم آینده‌های بدیل را برای ارائهٔ راهکاری‌های سازنده، بیشتر نمایان می‌سازد [۲۰]. پژوهش حاضر، که به دنبال پاسخ به نیاز شناخت آیندهٔ این حوزه صورت پذیرفته است، سعی دارد با بررسی روندهای گذشته، محیط خرد، محیط کلان، الگوبرداری از بهترین‌ها و بهره‌گیری از آرای خبرگان، سناریوهای اکتشافی فناوری‌های تعدیل آب و هوایی ایران را روایت کند. با جمع‌آوری فاکتورهای اولیه از مطالعات کتابخانه‌ای به همراه آرای خبرگان و مدیران، ۱۱ فاکتور کلیدی شامل: حمایت مالی دولت، سرمایه‌گذاری داخلی، سرمایه‌گذاری خارجی، امکانات و تجهیزات فنی، فضای گسترده برای اجرا و آزمایش، نیروی انسانی متخصص داخلی، امکان استفاده از مشاوران بین‌المللی، دسترسی به دانش تخصصی اولیهٔ مورد نیاز، تحریم‌های بین‌المللی، روابط سیاسی با کشورهای صاحب فناوری و روابط سیاسی با کشورهای اثرگذار بر اجرای این طرح (به دلیل بعد نظامی- امنیتی) انتخاب شدند. در گام بعدی، با استفاده از منطق استقرایی چهار سناریوی پیش رو به نام‌های: ادامهٔ روند، هارپ، راهکارهای جایگزین و فلاکت تدوین شد. تعیین شاخص‌های راهنما برای تشخیص وقوع هر یک از سناریوها از ویژگی‌های سناریوهای روایت‌شده است. مطلوب‌ترین وضعیت آب و هوایی ایران سناریوی توسعهٔ فناوری هارپ است، سناریویی که توانایی کنترل بر اقلیم و بارش را در اختیار مدیران و دولت‌مردان قرار می‌دهد و ایران را از بحران خشکسالی و کم‌آبی رهایی می‌بخشد.

سناریوی راهکارهای جایگزین، فضای خاکستری آب و هوایی ایران را نمایش می‌دهد. در این سناریو دولت توانسته تا حدودی شرایط بحرانی و وخیم قابل تصور در آینده را کنترل کند، ولی همچنان با چالش‌ها و مشکلات متنوعی روبه‌روست.

ادامهٔ روند و فلاکت سناریوهایی هستند که می‌توانند آیندهٔ ایران را با چالش‌های بسیار جدی مواجه کنند. در این سناریوها که بر پایهٔ ناتوانی ایران و توطئهٔ رقبا روایت شده است خطرات جدی از نظر دسترسی به آب و اقلیم مناسب به وجود خواهد آمد، خطراتی که می‌توانند زمینه‌ساز چالش‌های بسیار جدی از بعد سیاسی، امنیتی و اقتصادی باشد.



شکل ۱۷. نشانه‌های وقوع سناریوهای فناوری‌های تعدیل آب و هوایی ایران

Archive of SID

www.SID.ir

در انتها، خاطرنشان می‌شود که این سناریوها، آینده‌هایی قطعی و منجمد نیست و باید طی زمان، مدام بازنگری و به‌روزرسانی شوند. هدف اصلی از سناریوپردازی، ایجاد افق دیدی بلندمدت، مشارکت‌دادن دیدگاه‌های متنوع در تصمیم‌گیری و تفکر از بیرون به درون برای به‌کارگیری تصمیم‌های کوتاه، میان و بلندمدت است و باید برای تدوین راهبردها به صورت جدی به کار گرفته شوند. به این منظور، پیشنهاد می‌شود ضمن تدوین راهبردها واحدی برای رصد مستمر تغییر محیط و به‌روزرسانی سناریوها ایجاد شود و بخش‌هایی که توانایی تدوین سناریوها و ایجاد دیده‌بانی‌های محیط خرد، کلان و بین‌المللی را دارند، طی اقدامی هوشمندانه و پیش‌دستانه به این کار اقدام کنند.

منابع

[1]. Smith P, Clark H, Dong H, Elsiddig EA, Haberl H, Harper R, House J, Jafari M, Masera O, Mbow C, Ravindranath NH. Agriculture, forestry and other land use (AFOLU).

[2]. Turral H, Burke JJ, Faurès JM. Climate change, water and food security. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2011.

[3]. Detraz N, Betsill MM. Climate change and environmental security: for whom the discourse shifts. International Studies Perspectives. 2009 Aug 1;10(3):303-20.

[4]. Rezayan A, Rezayan AH. Future studies of water crisis in Iran based on processing scenario. Iranian Journal of Ecohydrology. 2016;3(1):1-7.

[5]. Kigel J. Culinary and nutritional quality of Phaseolus vulgaris seeds as affected by environmental factors. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement. 1999 Dec 31;3(4):205-9.

[6]. Belina R, de B, Rafaela. Securitizing climate change: process and implications, Universidade de coimbra faculdade de economia, 2009.

[7]. Begich N, Manning J. Angels Don't Play This HAARP. Advances in Tesla Technology–Earthpulse Press, Anchorage, Alaska. 1995.

[8]. Brzezinski Z. Ukraine's Critical Role in the Post-Soviet Space. Harvard Ukrainian Studies. 1996 Jan 1;20:3-8.

[9]. Godet M. Creating Futures: Scenario Planning as a strategic management tool (pp. 280). Washington, DC: Economica. Economica Brookings diffusion.[Links]. 2006.

[10]. Lindgren M, Bandhold H. Scenario planning. Palgrave; 2003.

[11]. Hewitt CD. Ensembles-based predictions of climate changes and their impacts. Eos, Transactions American Geophysical Union. 2004 Dec 28;85(52):566-.

[12]. Bishop P, Hines A, Collins T. The current state of scenario development: an overview of techniques. foresight. 2007 Feb 27;9(1):5-25.

[13]. Goodwin P, Wright G. Enhancing strategy evaluation in scenario planning: a role for decision analysis. Journal of management studies. 2001 Jan 1;38(1):1-6.

[14]. Van Der H, K. Scenarios, the art of strategic conversation, 2nd ed, 2005 Bradfield R, Wright G, Burt G, Cairns G, Van Der Heijden K. The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning. Futures. 2005 Oct 31;37(8):795-812.

[15]. Smith JE. HAARP: the Ultimate Weapon of the Conspiracy. Adventures Unlimited Press; 1998.

[16]. Freeland E. Chemtrails, HAARP, and the Full Spectrum Dominance of Planet Earth. Feral House; 2014 May 26.

[17]. Duncan NE, Wack P. Scenarios designed to improve decision making. Planning Review. 1994 Apr 1;22(4):18-46.

[18]. Bell W. Review brief-Foundations of futures studies: Human science for a new era volume II: Values, objectivity, and the good society. Long Range Planning. 1997 Aug 1;30(4):638.

[19]. Glenn JC. Futures Research Methodology-Version 3-0. Gordon TJ, editor. Editorial desconocida; 2009.

[20]. REZAYAN A, KAZEMI M. Imagery and Macro Images of Future World Politics; Suitable Method to Predict the Complex World.

[21]. Yousefi H, Zahedi S, Niksokhan MH. Modifying the analysis made by water quality index using multi-criteria decision making methods. Journal of African Earth Sciences. 2018 Feb 1;138:309-18.

www.SID.ir