



Available online: <http://ijhe.tums.ac.ir>

مقاله پژوهشی

## شناسایی پیشران‌ها، عدم قطعیت‌ها و سناریوهای آینده محیط زیست ایران

احد رضایان قیبه باشی\*، احسان مرزبان  
گروه آینده‌پژوهی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

### اطلاعات مقاله: چکیده

**زمینه و هدف:** کلان‌روندهای جهانی از یک سو و روندها و مؤلفه‌های داخلی از سوی دیگر، آینده محیط‌زیست ایران را در حاله‌ای از ابهام همراه با نگرانی قرار داده است. در محیطی پیچیده و غیرقابل پیش‌بینی، می‌توان با بهره‌گیری از تفکر سناریویی (مبتنی بر شناسایی و بازشکافی پیشران‌ها و عدم قطعیت‌های سازنده آینده) تصاویری ملموس و قابل درک از آینده‌های قابل تصور یا محتمل در قالب سناریوهایی چندگانه ارائه داد. هدف از این پژوهش، توصیف داستان‌ها و ترسیم تصاویری از آینده محیط زیست ایران در قالب سناریوهای سازگار و محتمل است.

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۸/۱۲  
تاریخ ویرایش: ۹۸/۱۱/۰۵  
تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۰۸  
تاریخ انتشار: ۹۸/۱۲/۲۸

**روش بررسی:** روش مورد استفاده در این پژوهش برنامه‌ریزی مبتنی بر سناریو است که در هشت گام طراحی و پیاده شده است. روش گردآوری داده در این پژوهش کیفی و با استفاده از مصاحبه، پنل خبرگی و پیمایش دلفی است. همچنین، از نرم افزارهای میک‌مک و سناریو ویزارد برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شده است.

**واژگان کلیدی:** آینده‌پژوهی، سناریو، پیشران‌ها، محیط زیست، ایران

**یافته‌ها:** یافته‌های این پژوهش در دو بخش ارائه شده است. بخش اول شامل شناسایی و دسته‌بندی مؤلفه‌های کلیدی، پیشران‌ها و عدم قطعیت‌های مرتبط است. پنج پیشران "جمعیت"، "گرمایش جهانی"، "گفتمان زیست محیطی"، "مدیریت فرایند توسعه" و "فناوری‌ها" در این بخش تعیین شده و روابط اثرگذاری و اثرپذیری میان مؤلفه‌ها تحلیل شده است. بخش دوم به شناسایی و توصیف سناریوهای محتمل و سازگار براساس پیشران‌ها و عدم قطعیت‌های ذیربط، پرداخته است.

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:  
a.rezayan@gmail.com

**نتیجه‌گیری:** مبتنی بر یافته‌های پژوهش، پنج سناریوی محتمل و سازگار شامل الف) راز بقا، ب) مدیریت علیه زمین، پ) مهاجرت اقلیمی، ت) بازگشت درناها و ث) فناوری علیه زمین، تبیین و مقایسه شده‌اند. آشنایی با روایت هر کدام از این سناریوها و مقایسه مطلوبیت آنها، کنشگران و تصمیم‌گیران را قادر می‌سازد تا فرایند ساخته شدن آینده را تحت تاثیر قرار دهند. بر این اساس، توسعه فناوری‌های سازگار با محیط زیست و نیز مدیریت سازگار با محیط زیست، مبنایی برای طراحی اقدامات آینده در این عرصه است.

## مقدمه

زندگی انسان وابسته به محیط‌زیست اوست. محیط‌زیست مجموعه‌ای به‌هم پیوسته، زنده و پویاست که در کنش و واکنشی دائمی با اجزای درونی و بیرونی خود قرار دارد. مؤلفه‌های بسیار، از جمله روندها و کلان‌روندهای شناخته شده و حتی ناشناخته، بر تغییر و تحولات سامانه محیط‌زیست اثرگذار هستند (۱). به‌علاوه، دگرگونی‌های اقلیمی بر زندگی انسان و استراتژی‌های اقتصادی و اجتماعی او تأثیری ژرف بجا گذاشته است.

آینده محیط‌زیست در کنش و واکنشی بین اجزای سازنده و اجزای اثرگذار آن ساخته می‌شود. پیشران‌ها، مؤلفه‌هایی هستند که در سامانه مورد بررسی بیشترین اثرگذاری را بر سایر مؤلفه‌ها دارند. با اینکه محیط‌زیست همواره موضوع مورد مطالعه انسان بوده است، اما با آغاز عصر صنعتی شدن، محیط‌زیست علاوه بر موضوع، به یک مسئله و چالش برای حیات انسان تبدیل شده است. با آغاز انقلاب صنعتی، روندها و کلان‌روندهای جدیدی بر محیط‌زیست اثر گذاشتند. بسیاری از این مؤلفه‌ها، باعث برهم خوردن الگوهای متداول و مطلوب محیط‌زیست شدند. دامنه تخریب محیط‌زیست به حدی گسترش یافت که جنبش‌هایی در جهان با هدف حمایت از محیط‌زیست شکل گرفت. گفتمان زیست‌محیطی بویژه از نیمه دوم قرن ۲۰، گفتمان‌های غالب سیاست جهانی را تحت الشعاع قرار دادند. به‌تبع، سازمان‌های مردم‌نهاد، سازمان‌های بین‌المللی، رژیم‌های منطقه‌ای و جهانی در حفظ و حمایت از محیط‌زیست شکل گرفتند (۲).

بر همین اساس، ادبیات مربوط به توسعه پایدار بخش اصلی ماهیت خود را بر حفاظت از محیط‌زیست قرار داد. سازمان‌ها، تولیدکننده‌ها و مصرف‌کننده‌ها با طرح موضوع «مسئولیت اجتماعی» تلاش گسترده‌ای برای جلوگیری از تخریب سامانه‌ها و الگوهای زیست‌محیطی کردند. همگام با این تغییر و تحولات، آینده‌پژوهان در سراسر دنیا با تصویرپردازی از «ویرانشهرهای زیست‌محیطی آینده» به

عنوان یکی از تصاویر محتمل پایان تاریخ، تلاش کردند تا مانع از خلق چنین تصویری شوند. دسته‌ای دیگر از آینده‌پژوهان تلاش گسترده‌ای برای پیش‌بینی و ساخت آینده مطلوب آغاز کردند. آنها از فرایندهای آینده‌نگاری برای خلق آینده مطلوب بهره گرفتند. حاصل کوشش‌های گوناگون فعالان زیست‌محیطی در عرصه‌های مختلف، توسعه سوخت‌های غیرفسیلی، تولید ماشین‌های برقی، توسعه شهرهای سبز، تغییر الگوهای کشت محصولات، تغییر الگوهای تولید برق، کنترل انتشار کربن و ده‌ها دست‌آورد دیگر بوده است (۳).

بنابراین آینده‌پژوهان به دو شیوه متفاوت سلبی و ایجابی، تلاش نظامندی برای حفاظت از محیط‌زیست آغاز و دنبال کرده‌اند (۴). می‌توان گفت، محیط‌زیست ایران، تحت تأثیر کلان‌روندهای جهانی و نیز روندها و مؤلفه‌های داخلی با آینده‌ای مبهم و پرچالش روبرو است. همین تصویر ذهنی پر ابهام و چالشناک، ضرورت پرداختن به همه ابعاد موضوع فراگیر آینده محیط‌زیست ایران و دقیق شدن در مولفه‌های متنوع اثرگذار بر آن را، به ضرورتی گریزناپذیر برای جامعه تبدیل کرده است. سرعت بالای تغییر و تحولات، همگام با شتاب فزاینده فناوری‌ها در سیستمی به هم پیوسته باعث خلق عدم‌قطعیت‌های جدیدی شده است.

اگرچه ایران برای غلبه بر چالش‌های زیست‌محیطی تدابیری اندیشیده است، اما فاصله با شاخص‌های جهانی بسیار زیاد است و به باور بسیاری از فعالان این عرصه، ایران در حال نزدیک شدن به یک بحران زیست‌محیطی چندجانبه است. در واقع، مسائل اقتصادی، سیاسی، فرهنگی و اجتماعی با محیط‌زیست ارتباط دوسویه دارند و هر سیاستی که برای محیط‌زیست اتخاذ شود، پیامدهای قابل توجهی بر روی حوزه‌های دیگر خواهد داشت. واضح است که کم‌توجهی به چالش‌های زیست‌محیطی هم‌هزینه‌های جبران‌ناپذیری به جامعه وارد می‌کند. درهم تنیدگی این ارتباطات به پیچیدگی مسأله افزوده است. به‌هرحال، پیش‌بینی دقیق آینده محیط‌زیست ایران

مسیرهای توسعه در آینده معرفی می‌کند (۱۲) List تحت تاثیر پییر واک معتقد است، سناریوها ابزاری برای کمک به مدیران برای ساختاردهی عدم قطعیت‌های آینده هستند (۱۳). Chermack برنامه‌ریزی سناریویی را بنابر ماهیت آن، یک فرایند یادگیری می‌داند که خرده‌های متعارف معمول سازمان را با تمرکز بر چگونگی تفاوت آینده از زمان حال به چالش می‌کشد (۱۴). Beach (۲۰۱۵)، برنامه‌ریزی سناریویی را به‌عنوان یک ابزار برنامه‌ریزی استراتژیک برای مدیران به منظور تصمیم‌گیری در مواجهه با عدم اطمینان و تغییر سریع، به‌طور فزاینده‌ای مورد حمایت قرار داده‌اند (۱۵). Stratigea (۲۰۱۲) و Gaskill (۲۰۱۸)، برنامه‌ریزی سناریویی را به‌عنوان یک ابزار استراتژیک مواجهه با پیچیدگی، عدم قطعیت و ناشناختگی برای برنامه‌ریزی بلند و میان‌مدت و یک ابزار یادگیری اثربخش برای کمک به برنامه‌ریزان در درک مسیرهای بالقوه توسعه آینده معرفی کرده‌اند (۷، ۱۶). و بالاخره اینکه، Allington و همکاران (۲۰۱۸) برنامه‌ریزی سناریویی را یک روش تفکر راهبردی در مورد آینده در شرایط پیچیده و عدم قطعیت و کنترل‌پذیری کم معرفی می‌کنند (۱۷).

بنابراین در یک جمع‌بندی، مهمترین ویژگی‌های مربوط به سناریو را می‌توان در توانایی مشارکت در پیش‌بینی فعالیت‌های آینده، مقابله با پیچیدگی، برنامه‌ریزی عدم قطعیت، ایجاد شرایط احتمالی (اقتضایی)، تصمیم‌گیری‌های پابرجا و بهبود عملکرد سازمانی خلاصه نمود (۷، ۸، ۱۸).

از سوی دیگر، محیط زیست به‌عنوان موضوعی چند بعدی همواره با عدم قطعیت‌های بسیاری روبرو بوده است و بویژه با وقوع انقلاب صنعتی دامنه عدم قطعیت‌های اثرگذار بر آن افزایش یافته و بنابراین گستره سناریوهای باورپذیر افزایش یافته و به همان نسبت تصمیم‌گیری در این خصوص با دشواری روبرو شده است (۱۹). سناریوپردازی در حوزه محیط زیست قدمت بسیار زیادی دارد گسترده‌ترین برنامه سناریوپردازی برای محیط زیست

غیرممکن است؛ با این حال، می‌توان تصاویری از آینده‌های محتمل را به کمک پیش‌رسان‌ها شناسایی و توصیف نمود و بدینوسیله تصمیم‌گیران را در اتخاذ تصمیم‌های راهبردی در شرایط عدم قطعیت توانمند کند. آینده‌هایی که تحت تاثیر نیروهای پیش‌برنده، از امکان و احتمال بالایی برای رخ دادن برخوردار هستند و شناخت آنها می‌تواند تصاویری باورپذیر، از آینده محیط‌زیست ایران ارائه دهد.

در این راستا، هدف از پژوهش حاضر، تلاشی نظام‌مند برای تبیین و بازشکافی آینده‌های گوناگون متصور و محتمل برای محیط زیست ایران با نگاهی کل‌گرا و جامع‌نگرانه بوده است. به‌عبارت دیگر، کوشش شده است با رویکردی میان رشته‌ای، پیش‌رسان‌های سازنده، عدم قطعیت‌های تاثیرگذار و سرانجام تصاویر احتمالی آینده محیط زیست ایران در قالب سناریوهای محتمل و با لحاظ ابعاد گوناگون موثر بر این آینده ترسیم شوند. انتظار می‌رود با لحاظ مولفه‌های کلیدی شناسایی شده و تأمل بر سناریوهای روایت شده، کنشگران قادر باشند فرایند ساخته شدن آینده را تحت تاثیر قرار دهند و در نتیجه، تصمیم‌های بهتری در راستای ارتقای استانداردهای سلامت و محیط‌زیست در ایران اتخاذ شود.

مفهوم سناریو شامل روش‌های عمده برنامه‌ریزی، مزایا، ابزارها، شرکت‌کنندگان، انواع سناریوها، تکنیک‌های توسعه سناریو، فرایندها و روش‌های تجزیه و تحلیل است (۸-۵). سناریو و سناریوها معانی متفاوتی برای کاربران مختلف داشته و اغلب برای مقاصد مختلفی توسعه داده شده‌اند (۹). Kahn به‌عنوان پدر برنامه‌ریزی سناریویی، سناریو را در کتاب خود مجموعه‌ای از رویدادهای فرضی که در آینده به‌منظور شفاف کردن یک زنجیره احتمالی از رویدادها به خوبی نقاطی برای تصمیم‌گیری ساخته می‌شوند تعریف می‌کند (۱۰). Schwartz سناریو را ابزاری برای نظم بخشیدن به درک و تصور شخصی نسبت به محیط‌های بدیل آینده معرفی می‌کند (۱۱). Schoemaker برنامه‌ریزی سناریویی را روشی برای توسعه و تحلیل شرایط مختلف و

مربوط به سناریوهای هیات بین‌الدولی تغییرات اقلیم تا افق ۲۱۰۰ است. این سناریوها بر مبنای سه پیشران اصلی یعنی جمعیت، فناوری و اقتصاد جهانی و با رصد میزان تولید گازهای گلخانه‌ای تدوین شده است. بسیاری از کشورهای جهان بر مبنای این سناریوها، اقدام به تدوین سناریوهای بومی برای وضعیت محیط زیست کشور خود کرده‌اند (۲۰). مطالعات آسیب‌شناختی زیست محیطی در ایران با تاکید بر سناریوپردازی و نگاه‌های آینده‌پژوهانه نیز سابقه بیش از ۲۰ سال دارد. پژوهشگران بسیار زیادی تلاش کردند تا با مدل‌ها و الگوهای مختلف اقدام به پیش‌بینی و سناریوپردازی زیست‌محیطی ایران کنند (۲۱). هیچ‌کدام از این مطالعات با تاکید بر مدل‌ها و الگوهای شناخته شده سناریوپردازی و با استفاده از نرم‌افزارها و متدهای آینده‌پژوهانه صورت نگرفته‌اند. از این‌رو، پژوهش حاضر یکی از نخستین کوشش‌ها در این زمینه با هدف تدوین و استخراج مولفه‌ها، پیشران‌ها و سناریوها است.

## مواد و روش‌ها

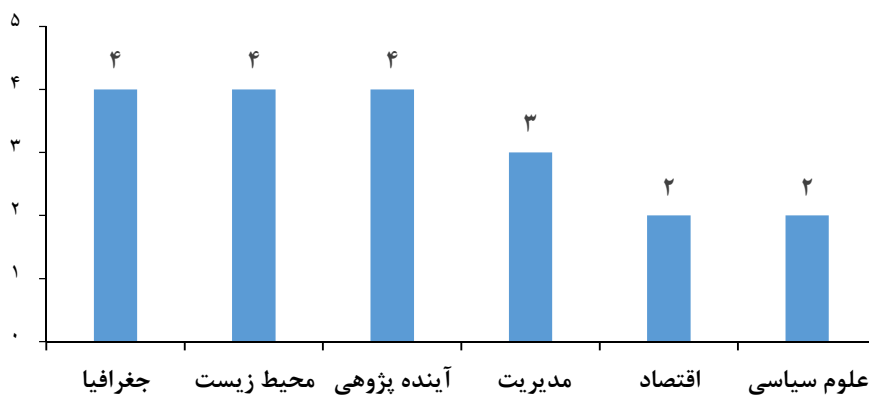
پژوهش حاضر از حیث روند پژوهی، یک تحقیق کمی و کلیت آن با توجه به فرایند سناریونویسی، کیفی است. در این پژوهش از الگوی کلی برنامه‌ریزی مبتنی بر سناریو (مدل کارشناسانه) استفاده شده است. این مدل، یکی از مرسوم‌ترین و مقبول‌ترین رویکردهای سناریونویسی و دارای تناسب و قابلیت کاربرد گسترده از جمله در حوزه مسائل زیست‌محیطی است. الگوی مزبور، از تبیین مساله و شناسایی مؤلفه‌ها آغاز و از طریق تحلیلی نیروهای پیشران و عدم قطعیت‌های موجود، به تدوین و توصیف سناریوها و توصیه‌گزینه‌های راهبردی ختم می‌شود.

درواقع هر سناریو، توصیفی باورپذیر از چیزی است که ممکن است اتفاق بیفتد و اینکه چگونه می‌تواند از خلال رویدادها و روندهای کنونی پدیدار شود (۲۲). رویکردهای معمول برای خلق سناریوها، آمیخته‌ای از روش‌های کمی، کیفی و مشارکتی است و بر مبنای دیدگاه‌های خبرگان یا

داده‌های عینی استوار است. در این پژوهش، از روش‌شناسی آمیخته در سناریونویسی (ترکیب تکنیک‌های کمی «پرسشنامه‌های تحلیل آثار متقاطع»، «نرم‌افزار میک‌مک» و «نرم‌افزار سناریو ویزارد») در ترکیب با تکنیک‌های کیفی پنل‌های خبرگان و مصاحبه بهره‌گیری شده است. بر این اساس، روش‌های گردآوری داده‌ها در این پژوهش شامل: مرور منابع و اسناد و پویش محیطی (مصاحبه، پنل خبرگی و پیمایش دلفی) است. هدف از مرور منابع و پویش محیطی، شناسایی سیستم مورد مطالعه یعنی محیط‌زیست ایران و مؤلفه‌های اثرگذار بر آن بوده است. در مقاله حاضر این بررسی، از طریق مراجعه به کتاب‌ها، مقاله‌ها، گزارش‌ها، مصاحبه‌ها و اخبار موجود در پایگاه‌های عمومی و تخصصی جهان انجام شد. پس از جستجوی کلیدواژه‌های اصلی و به‌تبع بررسی و پالایش مجموعه‌ای از منابع و اسناد ذیربط، تعداد قابل توجهی از روندها، اقدامات، سیاست‌ها و برنامه‌های اثرگذار بر وضعیت فعلی محیط‌زیست و آینده‌های محتمل آن شناسایی شد. سپس مجموعه‌ای از خبرگان و صاحب‌نظران، برای مصاحبه، پنل خبرگان و پیمایش دلفی، با استفاده از الگوی گلوله برفی (snowball) انتخاب شدند. در نتیجه نمونه پژوهش، به روش کیفی و انتخابی و شامل ۱۹ نفر برگزیده شدند. خبرگان یاد شده از میان کسانی بوده‌اند که در حوزه مسائل محیط‌زیست دارای دانش تخصصی و یا تجربه عملی بوده‌اند. هدف از مصاحبه، مؤلفه‌های کلیدی و شناسایی پیشران‌ها بوده است. روندها و مولفه‌های شناسایی شده در بخش مرور اسناد و منابع، طی مصاحبه با ۷ نفر از آگاه‌ترین خبرگان نهایی شد و تعداد دیگری از مؤلفه‌ها بدان افزوده شد. یافته‌های این مرحله به نخستین پنل خبرگی ارجاع شد. در مجموع، سه پنل خبرگی در این پژوهش برگزار شده است. هدف از پنل نخست، نهایی‌سازی مؤلفه‌های کلیدی بود؛ پنل دوم به جمع‌بندی و تعیین پیشران‌ها اختصاص داشت و موضوع پنل سوم، اعتبارسنجی و توصیف سناریوهای خروجی بوده

و تاثیرپذیری میان متغیرها) را از طریق تکمیل ماتریس اثرات متقاطع تبیین کنند. یافته‌های حاصل از دلفی، داده‌های ورودی نرم‌افزارهای کمی مورد استفاده، نرم‌افزار میک‌مک و نرم‌افزار سناریو ویزارد، بوده است. براساس خروجی نرم‌افزار میک‌مک روابط میان مولفه‌های کلیدی از حیث تاثیرگذاری و تاثیرپذیری تحلیل شد و سرانجام با بهره‌گیری از نرم‌افزار سناریو ویزارد، حالت‌های محتمل و فضای سناریویی ترسیم گردید.

است. ترکیب خبرگان شرکت‌کننده در فرایند پژوهش از حیث تخصص به شرح نمودار ۱ تصویر شده است. همچنین، برای تعیین مولفه‌های کلیدی و روابط میان آنها، از فرایند دلفی، طی دو مرحله و با مشارکت همه ۱۹ خبره منتخب بهره گرفته شد. نخست از خبره‌ها خواسته شد تا میزان اهمیت و عدم قطعیت مؤلفه‌های مهم را تعیین کنند و در مرحله دوم پس از بازخورد نتایج دور اول، از آنان خواسته شد تا روابط ساختاری (تاثیرگذاری



نمودار ۱- ترکیب خبرگان پژوهش از حیث تخصص علمی بر حسب تعداد



شکل ۱- چارچوب و گام‌های روش پژوهش

از نرم‌افزارهای میک‌مک و سناریو ویزارد، در پژوهش‌های دارای ماهیت میان رشته‌ای برای پردازش اطلاعات کیفی و تبدیل دیدگاه‌های کیفی خبرگان به داده‌های کمی استفاده می‌شود. اساس کار این نرم‌افزارها بر مبنای ماتریس‌های تحلیل اثر متقاطع (Cross Impact Analysis) است. نرم‌افزار میک‌مک اثر متقابل هر یک از مولفه‌های کلیدی را نسبت به یکدیگر می‌سنجد و نقشه اثرگذاری/اثرپذیری مولفه‌ها را ارائه می‌دهد؛ نرم‌افزار سناریو ویزارد، اثر هر یک از حالات عدم قطعیت‌ها را نسبت به یکدیگر می‌سنجد و مبتنی بر محاسبات آماری، سناریوهای سازگار پیش‌روی سامانه مورد مطالعه را تعیین می‌کند. در شکل ۱ خلاصه‌ای از فرایند اجرایی پژوهش مشاهده می‌شود.

## یافته‌ها

### - پویای محیطی و شناسایی عوامل کلیدی

پس از همگن‌سازی یافته‌های حاصل از مرور منابع و مستندات و نیز مصاحبه‌ها توسط پژوهشگران، تعداد ۶۴

مولفه اثرگذار بر آینده محیط زیست در ایران در هفت دسته روندهای اقتصادی، اجتماعی، فناورانه، سیاسی، فرهنگی، مدیریتی و زیستی احصا شد. تیم پژوهش پس از شناسایی و استخراج این مولفه‌ها تلاش کرد تا با نگاهی پویایی شناختی (نگاه کل‌نگر و سیستمی)، جایگاه و ارتباطات این مولفه‌ها با یکدیگر را تا حد امکان ترسیم کند. بنابراین از طریق برگزاری نخستین پنل خبرگی، اقدام به پالایش این مولفه‌ها (ترکیب برخی مولفه‌ها با همدیگر و حذف برخی دیگر که تاثیرگذاری زیادی نداشتند) نمود. بر این اساس، از میان ۶۴ مولفه اولیه تعداد ۲۵ مولفه به عنوان مولفه کلیدی که سناریوهای آینده محیط‌زیست ایران را رقم خواهند زد شناسایی شدند. ۲۵ مولفه کلیدی خروجی پنل، موضوع دور نخست پیمایش دلفی و تدوین پرسشنامه سنجش درجه اهمیت و درجه عدم قطعیت قرار گرفت. اهمیت و عدم قطعیت مولفه‌های کلیدی در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- اهمیت و عدم قطعیت مولفه‌های کلیدی آینده محیط‌زیست ایران

ردیف	روند	اهمیت / عدم قطعیت	درجه اهمیت / درجه عدم قطعیت طیف لیکرت از ۱ الی ۱۰ (۱ به معنای خیلی کم و ۱۰ به معنای خیلی زیاد)	مجموع امتیاز (نمره اهمیت بعلاوه عدم قطعیت)
۱	کلان روند دیجیتالی شدن	اهمیت عدم قطعیت	۷ ۶	۱۳
۲	کلان روند توسعه فناوری‌ها	اهمیت عدم قطعیت	۱۰ ۷	۱۷
۳	کلان روند صنعتی شدن	اهمیت عدم قطعیت	۸ ۵	۱۳
۴	کلان روند جمعیت	اهمیت عدم قطعیت	۱۰ ۵	۱۵
۵	کلان روند گرمایش جهانی	اهمیت عدم قطعیت	۱۰ ۵	۱۵
۶	همگرایی متولیان دولتی محیط‌زیست	اهمیت عدم قطعیت	۷ ۵	۱۲
۷	گفتمان زیست‌محیطی	اهمیت عدم قطعیت	۹ ۷	۱۶

ادامه جدول ۱- اهمیت و عدم قطعیت مؤلفه‌های کلیدی آینده محیط‌زیست ایران

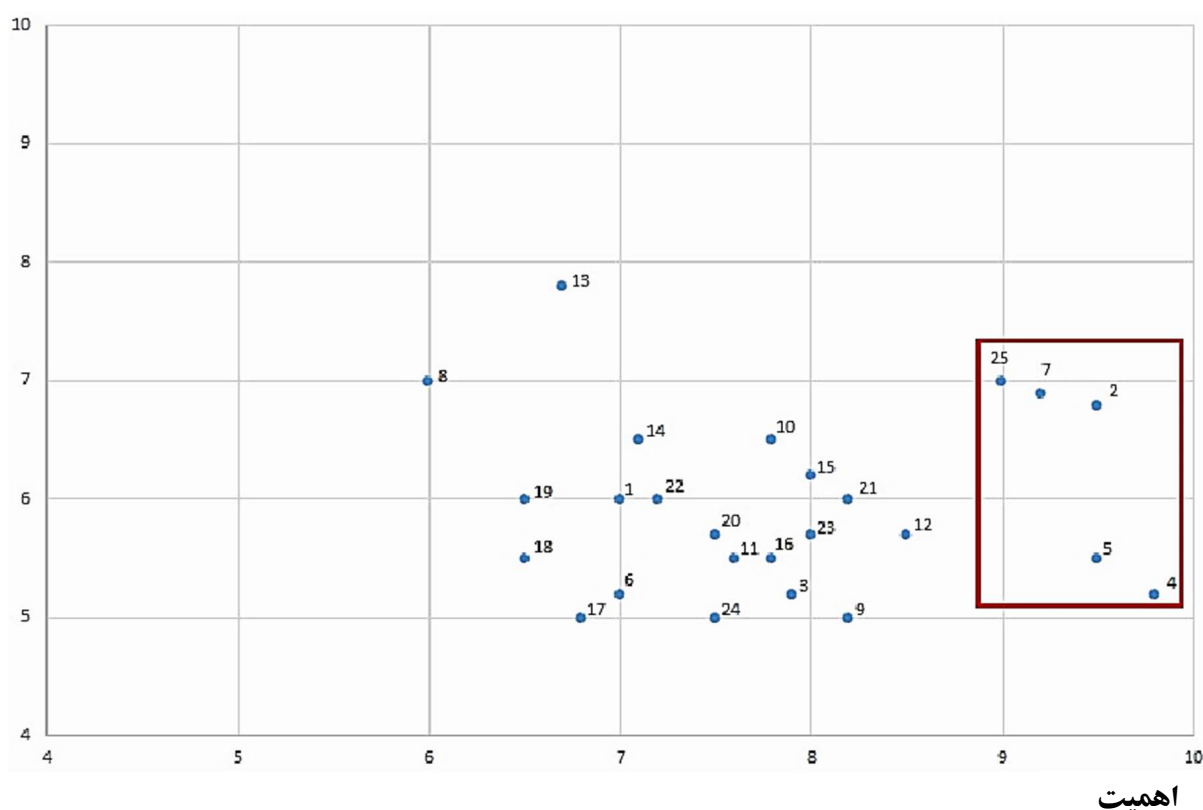
ردیف	روند	اهمیت / عدم قطعیت	درجه اهمیت / درجه عدم قطعیت طیف لیکرت از ۱ الی ۱۰ (۱ به معنای خیلی کم و ۱۰ به معنای خیلی زیاد)	مجموع امتیاز (نمره اهمیت بعلاوه عدم قطعیت)
۸	سازمان‌های مردم نهاد	اهمیت عدم قطعیت	۵ ۷	۱۲
۹	توسعه شهرنشینی	اهمیت عدم قطعیت	۸ ۵	۱۳
۱۰	سرانه مصرف انرژی	اهمیت عدم قطعیت	۸ ۶	۱۴
۱۱	سرانه مصرف آب	اهمیت عدم قطعیت	۷ ۵	۱۲
۱۲	توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر	اهمیت عدم قطعیت	۹ ۵	۱۴
۱۳	ماهیت ثبات سیستم سیاسی در ایران	اهمیت عدم قطعیت	۶ ۸	۱۴
۱۴	توسعه تفکر آینده‌نگر در کشور	اهمیت عدم قطعیت	۷ ۶	۱۳
۱۵	گفتمان مصرف‌گرایی	اهمیت عدم قطعیت	۸ ۶	۱۴
۱۶	روند تولیدات کشاورزی	اهمیت عدم قطعیت	۸ ۵	۱۳
۱۷	روند تولیدات دامی کشور	اهمیت عدم قطعیت	۷ ۵	۱۲
۱۸	تنوع گیاهی	اهمیت عدم قطعیت	۶ ۶	۱۲
۱۹	روند آموزش شهروندی	اهمیت عدم قطعیت	۷ ۵	۱۲
۲۰	توسعه رسانه‌های آزاد	اهمیت عدم قطعیت	۷ ۵	۱۲
۲۱	سبک زندگی ایرانی	اهمیت عدم قطعیت	۸ ۶	۱۴
۲۲	قوانین و مقررات حمایتی	اهمیت عدم قطعیت	۷ ۶	۱۳
۲۳	الگوهای مدیریتی	اهمیت عدم قطعیت	۸ ۵	۱۳
۲۴	قیمت سوخت و حامل‌های انرژی	اهمیت عدم قطعیت	۷ ۵	۱۲
۲۵	مدیریت فرایند توسعه در ایران	اهمیت عدم قطعیت	۹ ۷	۱۶

## - تعیین پیشران‌های اصلی

در گام بعد و پس از شناسایی عوامل کلیدی موثر بر آینده محیط‌زیست در کشور، از بین ۲۵ مؤلفه کلیدی براساس رای و نظر خبره‌ها، مؤلفه‌هایی که بیشترین اثرگذاری و بیشترین عدم قطعیت را دارند انتخاب و عدد مجموع حسابی این دو شاخص، به‌عنوان معیار انتخاب پیشران تعریف شد. بر این اساس با اجماع پنل خبرگان، تمامی مؤلفه‌هایی که مجموع امتیاز اهمیت و عدم قطعیت آنها، بیشتر از ۱۵ (از مجموع کلی ۲۰ امتیاز) شده بود، به‌عنوان پیشران برگزیده شدند. نمودار ۲ تصویری از پراکنش عوامل کلیدی براساس دو شاخص اهمیت و عدم قطعیت ارائه داده شده است (اعداد مندرج در نمودار ۳، به تعاریف ثبت شده در جدول ۱ اشاره دارد).

بر این اساس، پیشران‌های محیط‌زیست ایران عبارتند از: جمعیت، گرمایش جهانی، گفتمان زیست‌محیطی، مدیریت فرایند توسعه، فناوری‌ها. هرکدام از این پیشران‌ها دارای دو عدم قطعیت هستند که در تحلیل سناریویی به‌کار خواهند رفت. البته براساس یافته‌های این پرسشنامه، مؤلفه‌های دیگری با اهمیت یا عدم قطعیت قابل توجه وجود دارند (مانند "ثبات سیستم سیاسی"، "سبک زندگی و گفتمان مصرف‌گرایی" و "چگونگی تولید و مصرف انرژی") که در پژوهش حاضر در شمار پیشران‌ها لحاظ نشدند اما اثرگذاری برجسته‌ای در سیستم مورد مطالعه دارند و در توصیف سناریوهای آینده به‌کار گرفته خواهند شد.

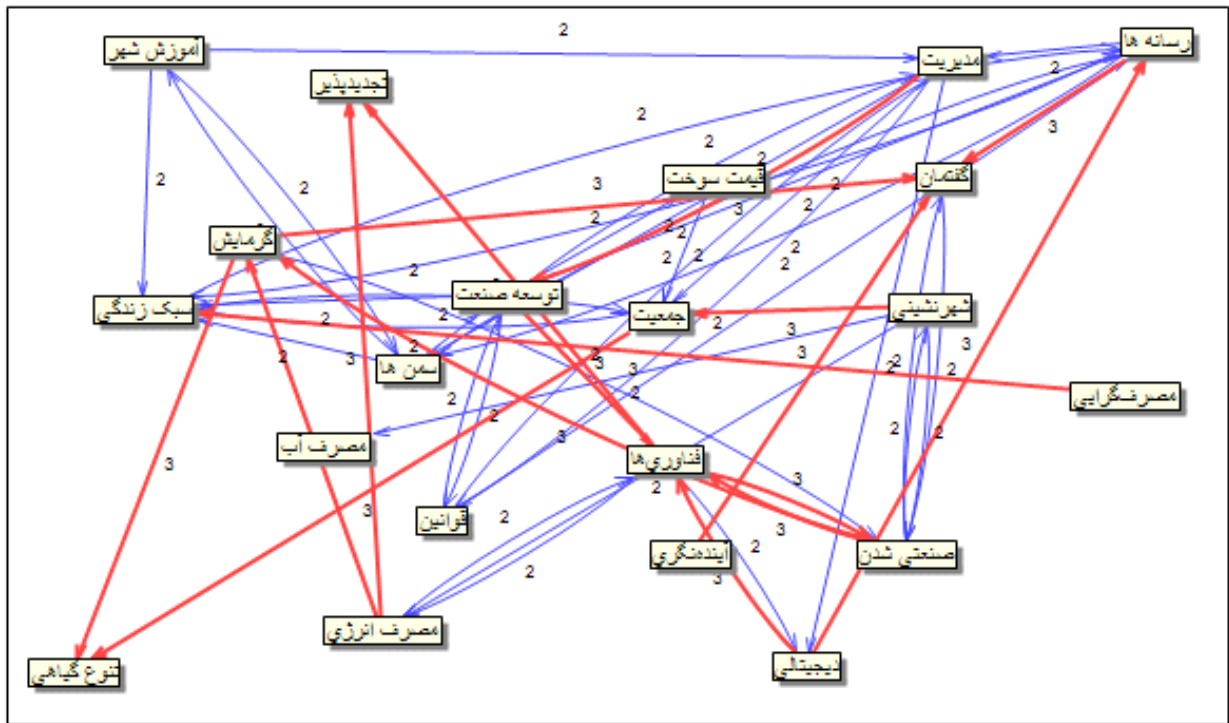
## عدم قطعیت



نمودار ۲- شناسایی پیشران‌ها



Direct influence graph



- ضعیف ترین تاثیر
- تاثیر ضعیف
- تاثیر متوسط
- تاثیر نسبتا قوی
- قویترین تاثیر

نمودار ۴- روابط میان متغیرها/مولفه‌های کلیدی

ذیربط، ورودی لازم برای نرم‌افزار سناریو ویزارد فراهم گردید. ماتریس تحلیل آثار متقاطع میان عدم قطعیت‌های اصلی، به شرح شکل ۲ آمده است. پس از آن، نرم‌افزار سناریو ویزارد براساس تنظیمات انجام شده، سناریوهای منطقی و دارای سازگاری قوی یا نسبی را استخراج و ارائه می‌دهد. فضای کلی پنج سناریوی اصلی پژوهش در قالب جدول ۲ نمایش داده شده و سپس توصیف آینده محیط زیست ایران از خلال هر یک از سناریوهای بدیل ارائه گردیده است.

- تحلیل آثار متقاطع و تعیین منطق سناریوها (نرم‌افزار سناریو ویزارد)  
 فرایند انجام کار تا رسیدن به سناریوهای خروجی (با رویکرد اکتشافی) بدین گونه بود که نخست، منطق شکل‌گیری سناریوها با استفاده از تحلیل نیروهای پیشران و عدم قطعیت‌های آنها تبیین شد. سپس، با تکیه بر روش تحلیل آثار متقاطع، پرسشنامه‌ای در قالب ماتریس تحلیل آثار متقاطع (Cross-Impact Balance Analysis (CIB)) طراحی و توزیع شد. بدین ترتیب، از طریق کمی‌سازی دیدگاه‌های کیفی خبرگان و جمع‌بندی نتایج پرسشنامه

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-03 ]

جمعیت							
افزایش جمعیت		1 -1	3 -3	1 -1	0 0		
کاهش جمعیت		-1 1	-3 3	-1 1	0 0		
فناوری‌ها							
توسعه فناوری‌های سازگار با محیط زیست	1 -1		-3 3	-2 2	3 -3		
توسعه فناوری‌های ناسازگار با محیط زیست	-1 1		3 -3	3 -3	-3 3		
گرمایش جهانی							
تشدید گرمایش	3 -3	-2 2		2 -2	2 -2		
کاهش گرمایش	-3 3	3 -3		-2 2	-1 1		
گفتمان زیست محیطی							
تقویت گفتمان	1 -1	-2 2	-2 1		1 -1		
تضعیف گفتمان	-1 1	2 -2	2 -2		-2 2		
مدیریت توسعه صنعتی							
مدیریت سازگار با محیط زیست	0 0	3 -3	2 -1	1 -2			
مدیریت ناسازگار با محیط زیست	0 0	-3 3	-2 1	-1 2			

شکل ۲- ماتریس تحلیل آثار متقاطع میان عدم قطعیت‌های اصلی از پیش‌ران‌های منتخب

جدول ۲- تعیین سناریوهای پنج‌گانه برحسب عدم قطعیت‌های کلیدی از پیش‌ران‌های اصلی

انواع سناریوها	سناریوی ۱ (راز بقا)	سناریوی ۲ (مدیریت علیه زمین)	سناریوی ۳ (بیوه سیاه (مهاجرت اقلیمی از ایران))	سناریوی ۴ (بازگشت درناها)	سناریوی ۵ (فناوری‌های علیه زمین)	عدم قطعیت‌ها
جمعیت	افزایش	افزایش	افزایش	کاهش	کاهش	جمعیت
توسعه فناوری‌ها	فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست	فناوری‌های ناسازگار با محیط‌زیست	فناوری‌های ناسازگار با محیط‌زیست	فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست	فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست	توسعه فناوری‌ها
گرمایش جهانی	تشدید گرمایش	تشدید گرمایش	تشدید گرمایش	کاهش گرمایش	کاهش گرمایش	گرمایش جهانی
گفتمان زیست محیطی	تقویت گفتمان	تقویت گفتمان	تقویت گفتمان	تضعیف گفتمان	تضعیف گفتمان	گفتمان زیست محیطی
مدیریت فرایند توسعه	مدیریت سازگار با محیط‌زیست	مدیریت سازگار با محیط‌زیست	مدیریت ناسازگار با محیط‌زیست	مدیریت سازگار با محیط‌زیست	مدیریت ناسازگار با محیط‌زیست	مدیریت فرایند توسعه
امتیاز تاثیر کل Total Impact Score	۱۳	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	
ارزش سازگاری Consistency Value	.	.	.	.	.	

## بحث

پنج پیشران شناسایی شده در این مقاله در خصوص آینده محیط زیست در ایران، همان متغیرهای ریسک شناسایی شده در نرم‌افزار میک‌مک و مبنای طراحی فضای سناریویی در نرم‌افزار سناریو ویزارد هستند. از آنجا که روابط میان آنها دارای عدم قطعیت و پیچیدگی بالایی است در تحلیل ساختاری به‌عنوان «متغیر ریسک» شناخته می‌شوند. طبیعت این متغیرها با ناپایداری آمیخته است، زیرا هر عمل و تغییری بر روی آنها، واکنش و تغییر بر دیگر شاخص‌ها را به دنبال خواهد داشت.

به‌همین ترتیب، متغیرهای «قوانین و مقررات حمایتی»، «الگوهای مدیریتی»، «توسعه تفکر آینده‌نگر» «رسانه‌های آزاد» و «آموزش شهروندی» که از درجه تاثیرگذاری بالا و درجه تاثیرپذیری کم یا متوسطی برخوردارند، به‌عنوان «متغیرهای نافذ یا تعیین‌کننده» شناخته می‌شوند. کنترل سیستم بر این متغیرها زیاد نیست و درعین حال نقشی مهم در آینده سیستم بازی می‌کنند. همچنین سه متغیر ثبات سیستم سیاسی، «گفتمان مصرف‌گرایی»، «توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر» و «تنوع گیاهی» که نزدیک مرکز مختصات و دارای تاثیرگذاری و تاثیرپذیری متوسط هستند، به‌عنوان «متغیرهای تنظیم‌کننده» یاد می‌شوند و درخصوص آینده سیستم - محیط زیست ایران - واجد توجه شناخته می‌شوند. دو متغیر «سبک زندگی» و «صنعتی شدن» به‌عنوان متغیرهای هدف پژوهش شناخته می‌شوند که همزمان با تاثیرپذیری نسبتاً بالا از تاثیرگذاری قابل توجهی نیز برخوردارند؛ بنابراین با اثرگذاری بر آنها می‌توان به تغییر و تکامل سیستم در جهت موردنظر دست یافت و همچنین این در فاکتورهای مهمی در ساخت آینده هستند. دو متغیر «سرانه مصرف آب» و «مصرف انرژی» به‌عنوان «متغیرهای تاثیرپذیر» احصا شده‌اند که دارای تاثیرپذیری بالاتری هستند و می‌توانند به‌عنوان نقطه هدف سیاست‌گذاری‌ها لحاظ شوند. متغیرهای «توسعه شهرنشینی»، «هم‌گرایی متولیان

حاکمیتی»، «دیجیتالی شدن» و «سازمان‌های مردم‌نهاد» به‌عنوان «متغیرهای اهرمی ثانویه» شناخته می‌شوند که دارای تاثیر نسبی و ثانویه در قیاس با متغیرهای ریسک و متغیرهای تعیین‌کننده بر سیستم هستند. سرانجام، متغیرهای «قیمت سوخت»، «روند تولیدات کشاورزی» و «روند تولیدات دامی» به‌عنوان «متغیرهای مستقل» در این پژوهش دسته بندی شدند که از تاثیرگذاری و تاثیرپذیری کمتری نسبت به سایر متغیرهای کلیدی برخوردارند. پس از تعیین مولفه‌های اثرگذار و به‌تبع آن، شناسایی و تبیین فضای سناریوهای خروجی پژوهش در بخش تعیین منطق سناریوها، در این بخش کوشش شده است توصیف و روایت داستانی هر سناریو، با بهره‌گیری از یافته‌های مصاحبه‌ها و جمع‌بندی بررسی‌های سومین نشست پنل خبرگان پژوهش، نهایی شود. روایت توصیفی هر سناریو، با بهره‌گیری از مباحث و دیدگاه‌های کیفی خبرگان نگارش می‌شود و روایی خروجی‌ها از طریق رجوع به آرای خبرگان سنجیده شده است. در نگارش سناریوها کوشش شد، تحلیلی نظام‌مند از وضعیت هر یک از پیشران‌ها و عوامل کلیدی مرتبط با آن پیشران، در فضای هر یک از سناریوهای احصا شده به‌دست آید.

### سناریوی اول: راز بقا

در سناریوی نخست با عنوان بقا، رشد جمعیت افزایش یافته و گرمایش جهانی تشدید شده است. این دو عامل سبب تقویت گفتمان‌های زیست‌محیطی در سطح جامعه و حاکمیت، به‌منظور کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی می‌شود. درعین حال با وجود آنکه روندهای جهانی نامطلوب (از جمله تشدید گرمایش و رشد جمعیت) در حوزه زیست‌محیطی تداوم یافته است، حوزه مدیریت داخلی مسائل زیست‌محیطی شاهد پیشرفت‌های اثرگذار و بهبودهای چشمگیر بوده است. بدین ترتیب، افزایش حساسیت‌ها و مسئولیت‌پذیری‌های زیست‌محیطی در نتیجه تحول نیروهای اجتماعی، فرهنگی و مدیریتی در

بیشتر است.

با افزایش جمعیت، شاهد افزایش نیاز انسانی به منابع و امکانات هستیم. برای تامین این نیازها، فشار بسیار زیادی بر محیط‌زیست و منابع آن وارد می‌شود. با توجه به سرعت پایین انتقال فناوری در ایران و به رغم افزایش فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست، شاهد تداوم مصرف جنگل‌ها در شمال، غرب و جنوب غربی کشور هستیم. افزایش جمعیت، باعث توسعه کلان‌شهرها و تشدید گرمایش بویژه در کلان‌شهرها شده و آنها را با تشدید آلودگی، ترافیک سنگین، مصرف زیاد آب، برق، گاز و مواد غذایی روبرو کرده است. با تشدید گرمایش، شاهد کاهش بارش در بخش‌های مختلف کشور و از جمله در حوزه آبریز مرکزی، شمال شرقی و سراسر جنوب و به تبع، کاهش تولیدات و محصولات کشاورزی، کاهش دامداری و مهاجرت به کلان‌شهرها بوده‌ایم. گفتمان زیست‌محیطی در این فضا به گفتمان غالب در سیاست، اقتصاد و حوزه اجتماعی تبدیل شده است. سیاستمدارها مهمترین شعارهایی که می‌دهند بهبود وضعیت زیست‌محیطی و توسعه فناوری‌های سازگار و انرژی‌های پاک است. سهم توربین‌های بادی، انرژی زمین‌گرمایی و نور خورشید در تولید برق قابل توجه شده است. سازمان نظام مهندسی کشور مقررات جدیدی برای ساخت و ساز تهیه کرده و از همه سازنده‌ها خواسته است تا ساختمان‌های جدید را متناسب با اقتضائات کارایی انرژی طراحی کنند.

الگوهای مدیریتی به شدت از سوی افکار عمومی تحت فشار بوده و هر الگوی ناسازگار با محیط‌زیست به شدت از سوی رسانه‌های آزاد و شبکه‌های اجتماعی مورد نقد قرار می‌گیرد. یکی از معیارهای گزینش مدیران برای مدیریت بویژه در سطح کلان داشتن الگویی برای مدیریت سازگار با محیط‌زیست است. کمبود آب و قطع شدن برق در ماه‌های تابستان به یک چالش اساسی تبدیل شده است. طراحی و معماری شهرهای جدید براساس توسعه پایدار و با هدف توسعه شهرهای سبز با قابلیت تامین بخشی از احتیاجات

کشور، سبب شده است که مسیر توسعه فناوری‌های مورد استفاده در کشور به سوی گسترش فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست و محدودسازی فناوری‌های ناسازگار حرکت کند. از این‌رو، مدیریت فناوری در کشور به سوی نوسازی فناوری‌های مبتنی بر هوشمندسازی، افزایش راندمان و تولید کم کربن در حال تکامل است. به همین قرار، مدیریت توسعه صنعتی در کشور نیز، همزمان با رشد دغدغه‌ها و آگاهی‌های زیست‌محیطی، در راستای مدیریت سازگارتر با محیط‌زیست تغییر کرده و فاکتورهای زیست‌محیطی در تصمیم‌گیری‌های توسعه اقتصادی و صنعتی دارای اهمیت و اولویت شده‌اند. توسعه بهره‌گیری از انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر در تامین انرژی موردنیاز کشور، بروزرسانی تجهیزات، ماشین‌آلات و شبکه‌ها در مجموعه صنایع مادر و تخصصی و برجسته شدن فرهنگ و گفتمان زیست‌محیطی در نزد سیاست‌گذاران و مدیران، از جمله تحولات مهم در حوزه کلان مدیریت صنعتی کشور است.

در این سناریو، هماهنگی با سیاست‌ها، الزامات و توافقات جهانی (از جمله در زمینه انتشار گازهای گلخانه‌ای) در زمینه محیط‌زیست در دستور کار مدیران و تصمیم‌گیران قرار گرفته و چالش‌های کلیدی داخلی در حوزه تغییرات اقلیم (از جمله صرفه‌جویی و مدیریت منابع آبی و جلوگیری از آلودگی خاک و هوا)، شاخص‌های کلیدی برای تصمیم‌سازی و هدایت مسیر رشد اقتصادی و توسعه است. شبکه‌های اجتماعی و نهادهای مدنی، غیرانتفاعی و غیردولتی، به بازیگران مهمی در عرصه آگاهی‌بخشی و فعالیت‌های زیست‌محیطی تبدیل شده‌اند. همچنین با وجود گسترش شهرنشینی و تداوم فقر بارشی، روند مصرف زمین و جنگل تاحدودی کنترل شده و سرانه مصرف آب و برق، اندکی کاهش یافته است. با این حال تداوم توسعه مراکز صنعتی و گرمایش جهانی، باعث شده است تا بهبود قابل توجهی در آلودگی هوا حاصل نشود (اگرچه از رشد آن تاحدود زیادی جلوگیری شده است). با این حال تنوع جانوری و گیاهی کماکان در معرض تهدید و نیازمند توجه

خود تغییر کرده است. مجلس شورای اسلامی قوانین و مقررات جدیدی برای حمایت از محیط‌زیست مصوب کرده و سازمان محیط‌زیست به وزارت محیط‌زیست ارتقا یافته است. فشارها برای انتقال تکنولوژی از خارج باعث توسعه اجباری روابط دولت با بسیاری از کشورهای پیشرفته جهان و پذیرش برخی از معاهدات از جمله معاهدات زیست‌محیطی شده است. سیاست کنترل جمعیت جایگزین سیاست افزایش جمعیت شده و چشم‌انداز جمعیت سالمندی در افق‌های دورتر، تصویری نگران‌کننده برای سیاستمدارها ایجاد کرده است. گفتمان آینده‌نگری در کشور رواج یافته و کتاب‌هایی با محتوای آموزشی مربوط به محیط‌زیست به تمامی مقاطع تحصیلی اضافه شده است. سازمان‌های مردم نهاد توانسته‌اند روزنامه‌ها و شبکه‌های رادیویی و تلویزیونی ویژه‌ای برای ترویج فرهنگ زیست‌محیطی داشته باشند اما همچنان از سوی واقع‌گرا و اقتدارگراها تحت فشار هستند. شبکه‌های اجتماعی نقش مهمی در آگاهی افکار عمومی دارند و سمن‌ها نیز بیشتر در این فضاها نقش‌آفرینی می‌کنند.

### سناریوی دوم: مدیریت علیه زمین

در سناریوی دوم با عنوان مدیریت علیه زمین، همانند سناریوی اول رشد جمعیت افزایش یافته و گرمایش جهانی تشدید شده و این دو عامل، با افزایش تهدیدهای زیست‌محیطی، سبب تقویت گفتمان‌های زیست‌محیطی در سطح جامعه و نهادهای مدنی، به‌منظور کاهش اثرات مخرب ذریبند شده است. بنابراین روندهای جهانی نامطلوب (از جمله تشدید گرمایش و رشد جمعیت) در حوزه زیست‌محیطی تداوم یافته است؛ با این حال، در حوزه مدیریت داخلی مسائل زیست‌محیطی شاهد تناقض‌هایی آشکار هستیم. بدین ترتیب که از یک‌سو به دلیل افزایش حساسیت‌ها و نگرانی‌های زیست‌محیطی در سطح جامع و بخشی از مدیران و سیاست‌گذاران در کشور، مسیر توسعه فناوری‌های مورد استفاده کم و بیش اصلاح شده

و ضمن اعمال محدودیت‌هایی بر فناوری‌های ناسازگار با محیط زیست، سیاست‌ها و مشوق‌هایی برای گسترش فناوری‌های سازگار با محیط زیست اندیشیده شده است. از این‌رو، مدیریت فناوری در کشور به‌نوعی در آغاز مسیر حرکت به سوی نوسازی فناوریانه مبتنی بر هوشمندسازی و ارتقای بازدهی است. اما از سوی دیگر، مدیریت توسعه صنعتی در کشور، آنچنان که باید و شاید نسبت به دغدغه‌ها زیست‌محیطی، پاسخگو نیست و اقدامات لازم برای سازگاری و هماهنگی با الزامات محیط زیستی در تصمیم‌گیری‌ها لحاظ نمی‌شود؛ به دیگر بیان، فاکتورهای زیست‌محیطی در تصمیم‌گیری‌های توسعه اقتصادی و صنعتی دارای اهمیت و اولویت نیستند. بنابراین با وجود بهبود قابل ملاحظه در فناوری‌ها، پیشرفت محسوسی در زمینه تولید کم‌کربن و توسعه انرژی‌های پاک رخ نداده است و فرهنگ رعایت الزامات زیست‌محیطی در نزد سیاست‌گذاران و مدیران، به گفتمان غالب تبدیل نشده است. بر این اساس، مدیران تمایل چندانی برای هماهنگی با سیاست‌ها، الزامات و توافقات جهانی (از جمله در زمینه انتشار گازهای گلخانه‌ای) ندارند و توسعه صنعت، ماشین‌آلات و کشاورزی را بدون برآورد هزینه‌های زیست‌محیطی و صرفاً با تکیه بر کاهش عوارض محیطی به کمک نوسازی فناوری‌ها پیگیری می‌کند.

فشارهای ناشی از تغییرات اقلیم در ترکیب با کاستی‌های مدیریتی سبب شده است که چالش‌های مرتبط با کمبود آب و آلودگی هوا کماکان برای جامعه ملموس و تهدیدآمیز باشد؛ اگرچه کاربرد فناوری‌های نوین مبتنی بر صرفه‌جویی و بهینه‌سازی (از جمله در حوزه‌های آب و برق) سبب شده است که این چالش‌ها تبدیل به بحران‌های عمومی نشوند (اگرچه به‌طور بالقوه خطری بحرانی محسوب می‌شوند). به عبارت دیگر در این سناریو، فناوری‌های سخت شامل ماشین‌آلات و تجهیزات بروزرسانی و مدرن شده و از این جهت با محیط زیست سازگارتر شده‌اند؛ اما فرهنگ و دیدگاه محیط‌زیستی لازم در نگرش تصمیم‌گیران نهادینه نشده

قبل تداوم یافته است؛ اما برخلاف دو سناریوی قبلی در مدیریت داخلی فناوری‌ها و مسیر توسعه در کشور هیچ نشانه قابل توجهی از بهبود عملکرد و افزایش توجه جدی و عملی نسبت به مسائل زیست‌محیطی مشاهده نمی‌شود. در نتیجه در این سناریوی، علاوه بر اینکه روندهای جهانی از وخیم‌تر شدن اوضاع زیست‌محیطی حکایت دارند، مدیریت توسعه و نیز سیاست‌های توسعه فناوری نیز به این وخامت اوضاع دامن می‌زند و باعث بسیار بحرانی شدن شرایط زیست‌محیطی در کشور شده است؛ به گونه‌ای که این نابسامانی‌ها و عوارض برآمده از آن شرایط اجتماعی سیاسی کشور را در آستانه فروپاشی قرار داده است. با وجود افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی در سطح جامعه و مشاهده بالفعل شدن تهدیدات و تخریب‌های زیستی و اجتماعی حاصل از آن، مسیر توسعه فناوری‌ها همچنان مبتنی بر سازوکارهای قدیمی، صنایع آلوده و تشدید بحران‌های آب و خاک و هوا است. مدیریت فناوری در کشور مبتنی بر فناوری‌ها فرسوده، ناپاک، فسیلی و در بسیاری موارد از رده خارج است. در فضای شهرها، آلودگی‌های مزمن سرشار است و شهروندان با بیماری‌های حاصل از شرایط بد زیست‌محیطی، به‌طور مداوم و در سطحی فراگیر دست به گریبانند. به همین قرار، مدیریت توسعه صنعتی در کشور هماهنگ با عقب‌افتادگی‌های فناوری‌ها، نسبت به دغدغه‌های زیست‌محیطی نیز بی‌توجه است و نمی‌تواند هزینه‌های سرسام‌آور زیست‌محیطی را در محاسبات مربوط به استراتژی‌های توسعه صنعتی، لحاظ کند. بنابراین، دغدغه‌های زیست‌محیطی همچنان کالایی لوکس برای مدیران است و در تصمیم‌گیری‌های آنها دارای اولویت دست‌چندم است. با این وصف، حتی همان هدف‌های رشد صنعتی و اقتصادی در فضای توسعه بسیار ناپایدار موجود، قابلیت تحقق ندارند؛ در حالی که منابع عظیم ذخایر ملی و زیست‌محیطی را ویران می‌کنند یا هدر می‌دهند و قابلیت زیست‌پذیری کشور را برای تنوع گوناگونی از گیاهان، حیوانات و انسان‌ها به حداقل رسانده‌اند.

است و مدیران قادر نیستند هزینه‌های محیط زیستی را در محاسبات خود لحاظ کنند. اگرچه بخشی از سیاست‌گذاران با درک اولویت روزافزون مسائل زیست‌محیطی، در زمینه بهینه‌سازی و سازگارسازی فناوری‌های مورد استفاده در کشور اقداماتی انجام داده‌اند (از جمله واردات تجهیزات، دانش و همین‌طور توسعه همکاری و تولید داخلی) اما مسائل زیست‌محیطی کماکان در طراحی تصمیم‌ها و استراتژی‌های مرتبط با توسعه صنعتی کشور، دارای اولویت و جایگاه کلیدی نیستند. به عبارت دیگر در این سناریو با وجود آنکه در زمینه‌های فناوری‌ها پیشرفت‌های چشمگیری در حوزه همگام‌سازی، تولید کم کربن و کاهش آلاینده‌ها اتفاق افتاده است؛ اما دیدگاه و نگرش مدیریتی حاکم در بخش قابل توجهی از مدیران و تصمیم‌گیران متحول نشده و هنوز اهمیت و شدت تهدیدهای زیست‌محیطی به درستی ادراک نشده است. بدین ترتیب، پیشرفت‌های فناوری‌ها توانسته است وقوع تراژدی‌های زیست‌محیطی را به تأخیر اندازد؛ اما سایه این تهدید به دلیل تصمیم‌های نادرست و ناسازگار مدیران در حوزه‌های مختلف (به‌ویژه صنعتی) همچنان برقرار و نزدیک است. بنابراین، نیاز به اصلاح در اقدامات و تفکرات موجود در جهت سازگاری هر چه بیشتر با محیط زیست و هماهنگی با روندهای جهانی در این زمینه هنوز موضوعی چالشی و نیازمند پیگیری از سوی فعالان به شمار می‌رود.

### سناریوی سوم: مهاجرت اقلیمی از ایران (بیوه سیاه)

در سناریوی سوم با عنوان مهاجرت اقلیمی از ایران، افزایش رشد جمعیت و تشدید گرمایش جهانی همانند سناریوهای اول و دوم، مسائلی جدی در عرصه جهانی است و این دو عامل، با ملموس‌تر کردن تهدیدهای زیست‌محیطی، سبب تقویت حساسیت‌ها و گفتمان‌های زیست‌محیطی در سطح جامعه و نهادهای مدنی شده‌اند. بنابراین در این سناریو نیز روندهای جهانی نامطلوب (از جمله فروض تشدید گرمایش و رشد جمعیت) در حوزه زیست‌محیطی مانند دو سناریو

گفتمان‌های زیست‌محیطی تبدیل به ویترونی از شعارهای جذاب نزد سیاست‌گذاران شده است و نقشی واقعی در اداره کشور ندارد. توافقات جهانی در زمینه محیط‌زیست جدی گرفته نمی‌شود یا زیر سوال می‌رود. شاخص‌های آلاینده‌گی و انتشار گازهای گلخانه‌ای دستکاری و پنهان می‌شود و صرفه‌جویی‌های ناشی از هزینه‌های زیست‌محیطی، برای سیاست‌گذاران موضوعی دور از ذهن است. افزایش فشارهای ناشی از تغییرات اقلیم در ترکیب با کاستی‌های مدیریتی، چالش‌های آب و هوایی را در جامعه به تهدیدی فوری بر علیه زندگی شهروندان تبدیل کرده است و حاکمیت، زمانی متوجه عمق این بحران شده که هزینه‌های انسانی، اقتصادی و زیستی ناشی از چالش‌های محیط‌زیستی به بیشترین و مهارناپذیرترین حد خود رسیده است و عملاً تمهید هر راهکاری را در کوتاه مدت غیرممکن نموده است. با افزایش جمعیت و تشدید گرمایش، نیاز به منابع در کشور نیز افزایش یافته است. زمستان‌های سرد و تابستان‌های بسیار گرم باعث مصرف بالایی انرژی و برق شده است. برای تامین کمبود برق توسعه سدسازی در اولویت قرار گرفته است که آن هم باعث تشدید تغییرات اقلیمی و تبخیر سطحی بیشتر آب شده است. با کاهش شدید بارش باران در سراسر کشور، شاهد بیکاری گسترده کشاورزان، تعطیلی مزارع، پایان فعالیت دامداران و زیان‌ده بودن باغداری و در نتیجه مهاجرت گسترده به کلانشهرها هستیم. مهاجرت اقلیمی از حوزه‌های آبریز مرکزی و جنوبی، بار جمعیتی کلان‌شهرها را غیرقابل تحمل کرده و باعث گسترش فقر و فساد در حاشیه شهرها شده است. سرریز جمعیتی در کلان‌شهرها باعث تشدید آلودگی و تشدید ترافیک شده و در زمستان‌ها باعث پدیده وارونگی دمای و شدت بیشتر آلودگی شده است.

توسعه فناوری‌های ناسازگار با محیط‌زیست، باعث ورود بیشتر آلودگی‌ها در آب و هوا شده و انتشار گازهای گلخانه‌ای را در یک پسخور مثبت افزایش می‌دهد. کارخانه‌های صنعتی با انتشارات آلاینده‌ها بر میزان مرگ

و میر ساکنین شهرها اثر گذاشته و رفته رفته سلامت و امنیت انسانی را تهدید می‌کند. الگوهای مدیریتی ناسازگار با محیط‌زیست با توسعه کشاورزی در زمینه محصولات آبربر، باعث تشدید بحران آب شده و بخش قابل توجهی از منابع و امکانات ملی را هدر می‌دهند. تحت تاثیر گفتمان زیست‌محیطی، و رواج این گفتمان در جامعه شاهد تضاد و برخورد بین سازمان‌های مردم‌نهاد با سازمان‌های دولتی هستیم. شبکه‌های اجتماعی و رسانه‌های غیردولتی به مهمترین تریبون زیست‌محیطی نهادهای مردمی تبدیل شده و ظرفیت بالایی در بسیج عمومی پیدا کرده‌اند. اعتراضات مردمی به کم‌آبی، بیکاری، مهاجرت، تنش‌های اجتماعی و ... روز به روز گسترش یافته و این اعتراضات با برخورد پلیسی شکل امنیتی به خود گرفته و باعث کاهش شدید مقبولیت حاکمیت شده‌اند. هر ساله بخش وسیعی از جنگل‌ها و مزارع تحت تاثیر گرمایش زمین سوخته و از بین می‌روند و سازمان‌های متولی تنها نظاره‌گرند. ریزگردها و گرد و غبار تحت تاثیر نوسانات اقلیمی تشدید شده و بیماری‌های جدیدی به‌بار آورده است. دریاچه ارومیه و زاینده رود اصفهان حتی در ماه‌های پر آب سال نیز خشک هستند، بختگان و هورالعظیم خشک شده و هامون به منبع بزرگی از ریزگردها تبدیل شده است. اعتماد عمومی از بین رفته و کمپین‌های ضدحکومتی باعث ورشکستگی بسیاری از کارخانجات شده و بیکاری را تشدید کرده است. مهاجرت از ایران به خارج از کشور به بیشترین میزان خود رسیده و سازمان‌های بین‌المللی دائماً به سیاستمداران ایران در مورد وضعیت به‌وجود آمده هشدار می‌دهند. سرعت انتقال فناوری به دلایل مدیریتی بسیار کند و فناوری‌های آلوده‌کننده دائماً حلقه‌های بازخوردی مثبتی برای تشدید گرمایش به وجود می‌آورند.

#### سناریوی چهارم: بازگشت درناها

در سناریوی چهارم با عنوان بازگشت درناها، مجموعه‌ای از مطلوب‌ترین عدم‌قطعیت‌ها از دیدگاه زیست‌محیطی

محیط زیست است و همکاری با دیگر کشورهای پیشرفته در زمینه ارتقای دانش زیست محیطی در حوزه‌های مدیریتی و فناورانه، به‌طور فعال در دستور کار قرار دارد. مجموعه این اقدامات موثر و بهبوددهنده، چالش‌های بالفعل مرتبط با کمبود آب و آلودگی هوا را مهار کرده است؛ اگرچه تخریب‌های گذشته و وضعیت جهانی محیط زیست نیاز به توجه پیگیر و همیشگی در این زمینه را کم‌رنگ نکرده است.

بازگشت درناها اشاره به وضعیتی دارد که پیشران‌های زیست محیطی به نفع محیط زیست عمل کرده و باعث بازگشت تنوع گیاهی و جانوری به ایران می‌شوند. با کنترل جمعیت و کاهش گازهای گلخانه‌ای از یک طرف و تغییر الگوهای مدیریتی و توسعه فناوری‌ها از طرف دیگر، شاهد کاهش بهره‌برداری از جنگل‌های شمال کشور، تعدیل تولید محصولات کشاورزی، تامین امنیت غذایی و کاهش نسبی سرانه مصرف آب و مصرف انرژی هستیم. با کاهش گرمایش نیاز به سیستم‌های سرمایش و گرمایش در ماه‌های مختلف کاهش یافته است. حوزه‌های آبریز پرتنش بهبود یافته و روند خشک شدن دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و تالاب‌ها به شدت کند شده است. درگیری‌های قومی و شهری برای به دست آوردن حق آب و تامین آب شرب به شدت کاهش یافته است. مهاجرت اقلیمی متوقف شده است و مرزهای کشور بویژه در قسمت‌های جنوبی، جنوب شرقی و قسمت‌های از غرب نه تنها خالی از سکنه نشده بلکه با داشتن تنوع آب و هوایی و گونه‌های گیاهی به محلی برای گردش و تفریح و زیست سالم تبدیل شده است. کارخانه‌ها خودروسازی، ملزوم به رعایت استانداردهای زیست محیطی شده‌اند. کشور با توسعه ارتباطات بین‌المللی تفاهم‌نامه‌های بسیاری برای انتقال فناوری‌ها منعقد کرده است. امنیت زیست محیطی باعث معکوس شدن روند مهاجرت از شهرها به روستاها و به تبع، و کاهش نسبی آلودگی و ترافیک کلان‌شهرها شده است. کشاورزی با برنامه هدفمند و متناسب با موقعیت‌های جغرافیایی پیگیری می‌شود و مشاغل مربوط به دامداری و

تحقق یافته‌اند. به این ترتیب که از یک سو، رشد جمعیت کاهش یافته و متعاقب آن روند گرم شدن کره زمین نیز کاهش یافته است. با این وصف نیاز به توسعه گفتمان‌های زیست محیطی برای مبارزه با اثرات و تهدیدات محیط زیستی نیز کمتر شده است. به عبارت دیگر با بهبود شاخص‌های کلان زیست محیطی، نیاز فوری برای مشارکت نهادهای مدنی و تقویت گفتمان‌های زیست محیطی تعدیل شده است. از سوی دیگر، ابعاد فناوری و مدیریت نیز (همانند سناریوی اول) در وضعیت هماهنگ و سازگار با اقتضانات و الزامات زیست محیطی قرار دارند. مدیران و سیاست‌گذاران با درک اولویت و فوریت توجه به مسائل زیست محیطی، از سال‌ها قبل نسبت به استقرار فناوری‌های هوشمند مبتنی بر کاهش گازهای گلخانه‌ای و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی اقدام کرده‌اند و در تصمیم‌گیری‌ها و استراتژی‌های خود برای هدایت مسیر توسعه صنعتی کشور، ضمن لحاظ هزینه‌های پنهان زیست محیطی، سازگاری اقلیمی و محیطی را به‌عنوان یک شاخص کلیدی تعریف کرده‌اند. در نتیجه، هم فناوری‌های سخت و نرم موجود و هم دیدگاه حاکم بر مدیریت توسعه کشور به‌نحو مناسبی در سازگاری با مقتضیات محیط زیستی قرار دارند. چنین رویکردی به موازات بهبودهایی که در وضعیت مدیریت آب و هوایی و گرمایش جهانی به‌وجود آمده است، وضعیت زندگی شهروندان (از جمله در حوزه‌های سلامت، غذا، فرهنگ و ...) را به‌طرز بسیار چشمگیری بهبود بخشیده است. بنابراین، هم کیفیت زندگی اجتماعی انسان‌ها و هم تنوع گیاهی و جانوری سرزمینی ارتقا یافته و سرانه مصرف آب و انرژی کنترل شده است.

در بهره‌گیری از فناوری‌ها و اقدامات توسعه صنعتی، رعایت شاخص‌های سفت و سخت زیست محیطی، تبدیل به شاخصی کلیدی و اولویت‌دار شده است و گفتمان زیست محیطی به شکلی درونی شده در ذهن شهروندان، فعالان اقتصادی و مدیران توسعه یافته است. کشور عضو متعهد کنوانسیون‌ها و توافقات بین‌المللی در زمینه

باغداری به رونق گذشته خود بازگشته‌اند. میزان مرگ و میر قلبی و ریوی کاهش یافته است. میزان جذب توریست و گردشگر در کشور تحت تاثیر آب و هوای مطلوب افزایش یافته و از این طریق مناطق مختلف کشور، درآمدهای مناسب و مازادی به دست می‌آورند.

توسعه فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست باعث توسعه سوخت‌ها تجدیدپذیر و افزایش گرایش بازار و مردم به سمت انرژی‌های پاک شده است. مدیریت سازگار با محیط‌زیست با سازماندهی کردن سیستم آبیاری و اصلاح بذرهای قابل کشت توانسته است هدررفت آب را مدیریت کند. به کمک فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست، انتشار گازهای گلخانه‌ای به شدت مهار شده و آلاینده‌ها در مراحل ابتدایی تجزیه و از ورودشان به محیط‌زیست جلوگیری می‌شود. قوانین و مقررات گسترده‌ای برای محافظت از محیط‌زیست تدوین و اجرا می‌شود. استانداردهای محیط‌زیستی ارتقا یافته و از سوی نهادهای مدنی و متولیان دولتی، سختگیرانه نظارت می‌شوند. آنها سیاست توسعه انرژی‌های بادی، خورشیدی و ژئوترمال را در اولویت برنامه‌های خود قرار داده‌اند. از طریق اصلاحات ژنتیکی بیشترین محصول را با کمترین هزینه تولید می‌کنند. با تکیه بر فناوری‌ها و الگوهای جدید مدیریتی، برنامه‌های گسترده‌ای در کویر لوت و بخش‌های بیابانی کشور برای کشت برخی محصولات و قابل زیست کردن این محیط‌ها آغاز و اجرا شده‌اند.

### سناریوی پنجم: فناوری علیه زمین

در سناریوی پنجم با عنوان فناوری علیه زمین، همانند سناریوی بازگشت درناها، رشد جمعیت کاهش یافته و متعاقب آن روند گرم شدن کره زمین در مقیاس جهانی نیز کاهش یافته است. این عوامل زمینه و چشم‌انداز روشن‌تری را در حوزه محیط‌زیست پدید آورده که باعث شده است تا اهمیت گفتمان‌های زیست‌محیطی برای مبارزه با اثرات و تهدیدات محیط زیستی کمتر شود. یعنی مانند سناریوی

چهارم با بهبود شاخص‌های کلان زیست‌محیطی، نیاز فوری برای مشارکت نهادهای مدنی و تقویت گفتمان‌های زیست‌محیطی تعدیل شده است. با کاهش جمعیت و کاهش گرمایش جهانی دغدغه‌های مربوط به توسعه فناوری‌های زیستی کاهش یافته است. به رغم کم توجهی به توسعه فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست که ناشی از کاهش گرمایش و تضعیف گفتمان زیست‌محیطی است، همچنان شاهد اعمال الگوهای مدیریتی سازگار با محیط‌زیست هستیم. تجربه گذشته، مدیران را ترغیب به اتخاذ الگوهای سازگار مدیریتی کرده است. همچنین با تغییر در سبک‌های مدیریتی در کل جهان روبرو هستیم که به تبع به ایران نیز رسیده است. سیاست کاهش و کنترل جمعیت باعث کاهش فشار به منابع زیستی شده و باعث ترمیم بخش‌های آسیب‌دیده زیستی شده است. با از بین رفتن برخی از نگرانی‌ها در زمینه گرمایش، شاهد افزایش میزان بارش در کشور و در نتیجه توسعه کشاورزی، توسعه بخش‌های جنگلی و افزایش پوشش گیاهی و تنوع جانوری هستیم.

با تضعیف گفتمان زیست‌محیطی که ریشه در کاهش گرمایش و کنترل جمعیت دارد شاهد به حاشیه رانده شدن سازمان‌های مردم‌نهاد و از اولویت افتادن موضوعات محیط‌زیستی هستیم. با کم توجهی بخش‌های آموزشی و رسانه‌ای به مخاطرات زیست‌محیطی، شاهد کم توجهی سیاستگذاران و تصمیم‌گیران به محیط‌زیست هستیم. توسعه کارخانه‌های مبتنی بر مصرف سوخت‌های فسیلی کم کم میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را تحت تاثیر قرار داده و احتمال بازگشت گرمایش را افزایش داده است. اتومبیل‌های بنزین سوز و گازوئیلی از یک طرف و کم توجهی به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر باعث تخریب بیشتر محیط‌زیست شده و مدیریت سازگار با محیط‌زیست نیز به مرور گرایش به پیروی از سیاست‌هایی با آزادی عمل بیشتر بدون قید و بند زیست‌محیطی پیدا کرده است. قوانین و مقررات حمایت از محیط‌زیست ارزش و اهمیت دوران قبل را نداشته و به

برای سازگاری فناوری‌ها کمابیش وجود دارد اما با توجه به فعال نبودن سایر پیشران‌ها این فشارها قدرت عملیاتی شدن ندارند.

در پایان این بخش، هر یک از سناریوهای پنج‌گانه بر حسب روندهای اصلی شناسایی شده موثر بر آینده محیط‌زیست ایران (براساس بررسی‌های انجام شده در آخرین پنل خبرگان پژوهش) به شرح جدول ۳ ارزیابی و مقایسه شده‌اند.

مرور سخت‌گیری‌ها در سازمان‌ها کاهش می‌یابد. تاکید مدیران بر رعایت استانداردهای زیست‌محیطی در شرایطی که سیاست کاهش جمعیت در پیش گرفته شده است و از طرف دیگر گرمایش جهانی کاهش یافته است باعث ارتقای وضعیت زیست‌محیطی شده است. فناوری‌های ناسازگار با محیط‌زیست با تخریب بیشتر زمین همچنان نگرانی‌هایی را در بخش جنگل‌داری، کشاورزی، شیلات، و مهمتر از همه سلامت انسان‌ها به وجود آورده است. فشارها

جدول ۳- مقایسه سناریوهای پنج‌گانه بر حسب روندهای اصلی شناسایی شده

سناریو ۵ (فناوری علیه زمین)	سناریو ۴ (بازگشت درناها)	سناریو ۳ (بیوه سیاه (مهاجرت اقلیمی از ایران))	سناریو ۲ (مدیریت علیه زمین)	سناریو ۱ (راز بقا)	سناریوهای روندها
<ul style="list-style-type: none"> <li>- رشد جمعیت</li> <li>- افزایش شهرنشینی</li> <li>- فعالیت ضعیف</li> <li>- سازمان‌های مردم نهاد</li> <li>- فعالیت محدود</li> <li>- رسانه‌های آزاد</li> <li>- بهبود بسیار کند</li> <li>- آموزش‌های شهروندی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- رشد بسیار کند جمعیت</li> <li>- کاهش شهرنشینی</li> <li>- فعالیت فراگیر</li> <li>- سازمان‌های مردم نهاد</li> <li>- ارتقای شدید فعالیت</li> <li>- رسانه‌های آزاد</li> <li>- بهبود گسترده</li> <li>- آموزش‌های شهروندی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- رشد شدید جمعیت</li> <li>- افزایش شدید شهرنشینی</li> <li>- عدم فعالیت سازمان‌های مردم نهاد</li> <li>- عدم فعالیت رسانه‌های آزاد</li> <li>- توقف آموزش‌های شهروندی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- رشد جمعیت</li> <li>- افزایش شهرنشینی</li> <li>- فعالیت محدود</li> <li>- سازمان‌های مردم نهاد</li> <li>- فعالیت محدود</li> <li>- رسانه‌های آزاد</li> <li>- بهبود بسیار کند</li> <li>- آموزش‌های شهروندی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- رشد نسبی جمعیت</li> <li>- افزایش شهرنشینی</li> <li>- فعالیت نسبی</li> <li>- سازمان‌های مردم نهاد</li> <li>- ارتقای فعالیت</li> <li>- رسانه‌های آزاد</li> <li>- بهبود آموزش‌های شهروندی</li> </ul>	اجتماعی
<ul style="list-style-type: none"> <li>- توسعه کند</li> <li>- انرژی‌های تجدیدپذیر</li> <li>- افزایش یارانه</li> <li>- حامل‌های انرژی</li> <li>- عدم توسعه دامداری و کشاورزی</li> <li>- افزایش مصرف انرژی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- توسعه سریع انرژی‌های تجدیدپذیر</li> <li>- کاهش شدید یارانه</li> <li>- حامل‌های انرژی</li> <li>- توسعه دامداری و کشاورزی</li> <li>- کاهش مصرف انرژی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- توقف توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر</li> <li>- افزایش یارانه حامل‌های انرژی</li> <li>- عدم توسعه دامداری و کشاورزی</li> <li>- افزایش مصرف انرژی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- توقف توسعه</li> <li>- انرژی‌های تجدیدپذیر</li> <li>- کاهش بسیار کند</li> <li>- یارانه حامل‌های انرژی</li> <li>- توسعه کند دامداری و کشاورزی</li> <li>- ثبات مصرف انرژی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- توسعه نسبی</li> <li>- انرژی‌های تجدیدپذیر</li> <li>- کاهش یارانه</li> <li>- حامل‌های انرژی</li> <li>- توسعه دامداری و کشاورزی</li> <li>- کاهش مصرف انرژی</li> </ul>	اقتصادی
<ul style="list-style-type: none"> <li>- قوانین و مقررات</li> <li>- حمایتی زیست‌محیطی ضعیف</li> <li>- ثبات ضعیف سیاسی</li> <li>- توسعه صنعتی ناپایدار</li> <li>- همگرایی ضعیف</li> <li>- متولیان دولتی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- افزایش شدید قوانین و مقررات حمایتی</li> <li>- زیست‌محیطی</li> <li>- بهبود ثبات نظام سیاسی</li> <li>- توسعه صنعتی پایدار</li> <li>- همگرایی متولیان دولتی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- نبود قوانین و مقررات</li> <li>- حمایتی زیست‌محیطی</li> <li>- نظام سیاسی بی‌ثبات</li> <li>- توسعه صنعتی ناپایدار</li> <li>- عدم همگرایی متولیان دولتی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- قوانین و مقررات</li> <li>- حمایتی زیست‌محیطی ضعیف</li> <li>- ثبات ضعیف نظام سیاسی</li> <li>- توسعه صنعتی ناهمگرای ضعیف</li> <li>- متولیان دولتی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- افزایش قوانین و مقررات حمایتی</li> <li>- زیست‌محیطی</li> <li>- بهبود نسبی ثبات نظام سیاسی</li> <li>- توسعه صنعتی نسبتاً پایدار</li> <li>- همگرایی نسبی</li> <li>- متولیان دولتی</li> </ul>	سیاسی

ادامه جدول ۳- مقایسه سناریوهای پنج‌گانه بر حسب روندهای اصلی شناسایی شده

سناریوهای روندها	سناریوی ۱ (راز بقا)	سناریوی ۲ (مدیریت علیه زمین)	سناریوی ۳ (بیوه سیاه (مهاجرت اقلیمی از ایران))	سناریوی ۴ (بازگشت درناها)	سناریوی ۵ (فناوری علیه زمین)
فرهنگی	- ارتقای گفت‌وگو - زیست‌محیطی - سبک زندگی - سازگار شونده - تعدیل گفت‌وگو - مصرف‌گرایی - توسعه تفکر آینده‌نگر	- تداوم گفت‌وگو - زیست‌محیطی - سبک زندگی - ناسازگار با محیط - تداوم گفت‌وگو - مصرف‌گرایی - عدم توسعه تفکر آینده‌نگر	- تداوم گفت‌وگو زیست‌محیطی - سبک زندگی ناسازگار با محیط - توسعه گفت‌وگو مصرف‌گرایی - تضعیف تفکر آینده‌نگر	- کاهش گفت‌وگو - زیست‌محیطی - سبک زندگی - سازگار شونده - تعدیل گفت‌وگو - مصرف‌گرایی - توسعه تفکر آینده‌نگر	- تداوم گفت‌وگو - زیست‌محیطی - سبک زندگی ناسازگار با محیط - تداوم گفت‌وگو - مصرف‌گرایی - تضعیف تفکر آینده‌نگر
فناورانه	- فناوری‌های نوین و سازگار با محیط - تسریع روند دیجیتال شدن	- فناوری‌های قدیمی و ناسازگار با محیط - کند شدن روند دیجیتال شدن	- فناوری‌های قدیمی و ناسازگار با محیط - کند شدن روند دیجیتال شدن	- فناوری‌های نوین و بسیار سازگار با محیط - تسریع روند دیجیتال شدن	- فناوری‌های نوین تر و سازگارتر با محیط - تداوم روند دیجیتال شدن
مدیریتی	- الگوهای مدیریتی سازگار با محیط	- الگوهای مدیریتی سازگار با محیط	- الگوهای مدیریتی ناسازگار با محیط	- الگوهای مدیریتی سازگار با محیط	- الگوهای مدیریتی ناسازگار با محیط
زیستی	- افزایش گرمایش جهانی - بهبود تنوع گیاهی - بهبود کنترل مصرف آب	- افزایش گرمایش جهانی - کاهش تنوع گیاهی - افزایش مصرف آب	- افزایش گرمایش جهانی - کاهش تنوع گیاهی - افزایش مصرف آب	- افزایش گرمایش جهانی - بهبود تنوع گیاهی - کنترل مصرف آب	- افزایش گرمایش جهانی - کاهش تنوع گیاهی - ثبات مصرف آب

## نتیجه‌گیری

نگاه جزءنگرانه و بخشی به محیط زیست سبب شده که طراحی سیاست‌ها با ابهام‌ها و چالش‌های گوناگونی روبه‌رو باشد. ارتباط تنگاتنگ چالش‌ها با امور سیاسی، اقتصادی و اجتماعی به عدم قطعیت افزوده است. نیاز به تخصص‌های گوناگون و سنجش هم‌افزایی پدیده‌ها نیز رویکردی جامع‌نگر را می‌طلبد؛ درحالی‌که بسیاری از پژوهش‌های مشابه در حوزه محیط زیست به ارزیابی و سنجش عوامل موثر بر آلودگی‌ها، تهدیدات، خسارت‌ها و رفتارهای زیست‌محیطی از دیدگاه تخصصی (۲۳) یا اجتماعی (۲۴) پرداخته‌اند، پژوهش حاضر کوشیده بود با

لحاظ ابعاد مختلف موضوع آینده محیط زیست (روندهای اقتصادی، اجتماعی، فناورانه، سیاسی، فرهنگی، مدیریتی و زیستی) و نیز در نظر داشتن ویژگی‌های لازم برای اتخاذ رویکردی آینده‌پژوهانه درخصوص موضوع پژوهش، از جمله پیچیدگی، ابهام، عدم قطعیت و نیاز به کل‌نگری، تصاویری ملموس و داستان‌هایی باورپذیر و متفاوت، از سناریوهای محتمل و سازگار آینده محیط زیست در ایران ارائه دهد. در این راستا و با بهره‌گیری از روش‌شناسی آینده‌پژوهانه، پنج تصویر یا مسیر بدیل از آینده محیط زیست ایران در قالب پنج سناریوی اصلی توصیف و روایت شد. از دیدگاه خبرگان در پنل پایانی پژوهش سناریوی چهارم (بازگشت درناها)

افزون بر آن، تعامل موثر و اقدامات سازنده فعالان و سیاست‌گذاران حوزه محیط‌زیست در ایران، مستلزم رصد پیوسته وضعیت هر یک از ۲۵ مولفه کلیدی شناسایی شده این پژوهش در هر یک از هفت روند اصلی است. توجه به ضرورت رسانه‌های آزاد، آموزش‌های شهروندی، توسعه تفکر آینده‌نگر، تطبیق الگوهای مدیریتی و وضع قوانین حمایتی در حوزه محیط‌زیست، عواملی بسیار اثرگذار در ساخت آینده بلندمدت محیط‌زیست در ایران هستند. وخیم‌تر شدن وضعیت گرمایش جهانی به گفتمان‌های زیست‌محیطی دامن می‌زند و رشد مهارگسیخته جمعیت و شهرنشینی، می‌تواند بهبود شرایط محیط‌زیستی را دشوارتر کند. درحالی‌که تغییر سبک زندگی اجتماعی به سوی توجه بیشتر به سرمایه‌های زیست‌محیطی، توجه بیشتر به موضوع سلامت، تعدیل مصرف‌گرایی و توسعه نهادهای مدنی، عاملی زیربنایی برای هدایت روندهای داخلی به سوی تصاویر و سناریوهای مطلوب‌تر است.

سرانجام اینکه براساس اجماع خبرگان این پژوهش، اثربخشی همه کوشش‌های انجام شده در این زمینه، وابستگی شدید و مستقیمی با بهبود فناوری‌های نوین و دوستدار محیط‌زیست در حوزه‌های صنعت و اجتماع دارد و همگرایی و همراهی کنشگران، نهادها و گروه‌های مرجع در حوزه‌های متنوع و گسترده را می‌طلبد. بر این مبنای مجموعه سیاست‌ها، رفتارها و کنش‌های متقابل بازیگران اثرگذار در تمام سطوح، هدایت‌کننده مسیر آینده محیط زیست به سوی هر یک از سناریوهای محتمل توصیف شده در این مقاله است.

### ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را رعایت کرده‌اند.

و تاحدودی نیز سناریوی نخست (راز بقا) از آنجا که هر دو مبتنی بر «فناوری‌های سازگار با محیط زیست» و «مدیریت سازگار با محیط زیست» هستند، ارائه‌دهنده تصاویری مطلوب از آینده به‌شمار می‌روند و می‌توانند بسته به شرایط زمینه‌ای و کلان‌روندهای جهانی (روندهای مرتبط با جمعیت، گفتمان‌های اجتماعی و گرمایش جهانی) مبنای هدف‌گذاری و برنامه‌ریزی سیاست‌گذاران قرار گیرند. سناریوی سوم (بیوه سیاه یا مهاجرت اقلیمی) در واقع مجموعه‌ای از نامطلوب‌ترین شرایط است که تصویری هولناک از آینده محیط‌زیست و تأثیرات آن در کشور ارائه می‌دهد. همچنین، سناریوهای دوم (مدیریت علیه زمین) و پنجم (فناوری علیه زمین) نیز هر دو سناریوهایی نامطلوب ارزیابی شده‌اند و حاوی نکاتی برای یادآوری و اجتناب، در هنگام اتخاذ تصمیم‌های ذیربط در حوزه محیط زیست هستند. این پژوهش در مراحل انجام، با کاستی‌هایی از جمله دشواری گرد هم آوردن دامنه متنوعی از بصیرترین خبرگان در همه حوزه‌های ذیربط مواجه بوده است. افزون بر آن، دامنه پژوهش حاضر متمرکز بر شناسایی مولفه‌ها و پیشران‌های موثر بر آینده محیط زیست ایران و روایت داستانی از هر یک از آینده‌های بدیل در قالب روش سناریونگاری بوده است. روشن است که گام بعدی در این مسیر، بهره‌گیری از سناریوهای ترسیم شده در جهت طراحی و تدوین راهبردهای پابرجاست که در این پژوهش بدان پرداخته نشده است.

با این حال، یافته‌های این پژوهش از جمله ۲۵ مولفه کلیدی احصا شده و تحلیل ساختاری روابط میان آنها در نرم‌افزار میک‌مک، ۵ پیشران تعیین شده شکل‌دهنده به آینده محیط زیست و ۵ سناریوی روایت شده از آینده‌های بدیل محتمل و سازگار مبتنی بر نتایج نرم‌افزار سناریو ویزارد، مبنایی مستدل و قابل اتکا برای طراحی هر گونه راهبرد و سیاستی در این حوزه است؛ بر این اساس، کنشگران عرصه‌های ذیربط، به‌طور ویژه لازم است تا بر دو عامل «فناوری‌های سازگار با محیط زیست» و «مدیریت سازگار با محیط‌زیست» توجه نمایند.

## References

1. Chapin FS, Sala OE, Huber-Sannwald E. Global biodiversity in a changing environment: scenarios for the 21st century. The Netherlands: Springer; 2013.
2. Spangenberg JH, Omann I, Hinterberger F. Sustainable growth criteria: Minimum benchmarks and scenarios for employment and the environment. *Ecological Economics*. 2002;42(3):429-43.
3. Goudie AS. *The Human Impact on the Natural Environment: Past, Present, and Future*. New York: Wiley; 2013.
4. Hughes BB. *International Futures*. Abingdon, UK: Routledge; 2018.
5. Amer M, Daim TU, Jetter A. A review of scenario planning. *Futures*. 2013;46:23-40.
6. Freeth R, Drimie S. Participatory scenario planning: from scenario 'stakeholders' to scenario 'owners'. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*. 2016;58(4):32-43.
7. Gaskill-Clemons RJ. *Scenario planning for organizational adaptability: The lived experiences of executives [dissertation]*. USA: Walden University; 2018.
8. Ramirez R, Churchhouse S, Palermo A, Hoffmann J. Using scenario planning to reshape strategy. *MIT Sloan Management Review*. 2017;58(4).
9. Börjeson L, Höjer M, Dreborg K-H, Ekvall T, Finnveden G. Scenario types and techniques: towards a user's guide. *Futures*. 2006;38(7):723-39.
10. Kahn H, Wiener AJ. *The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years*. New York: Macmillan; 1969.
11. Schwartz P. *The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World*. New York: Crown Publishing Group; 2012.
12. Schoemaker PJ. Scenario planning: a tool for strategic thinking. *Sloan Management Review*. 1995;36(2):25-50.
13. List D. Scenario network mapping: the development of a methodology for social inquiry [dissertation]. Adelaide, Australia: University of South Australia; 2005.
14. Chermack TJ. *Scenario Planning in Organizations: How to Create, Use, and Assess Scenarios*. California: Berrett-Koehler Publishers; 2011.
15. Beach DM, Clark DA. Scenario planning during rapid ecological change: lessons and perspectives from workshops with southwest Yukon wildlife managers. *Ecology and Society*. 2015;20(1):61.
16. Giaoutzi M, Sapiro B. *Recent Developments in Foresight Methodologies*. Boston, MA: Springer; 2013.
17. Allington GR, Fernandez-Gimenez ME, Chen J, Brown DG. Combining participatory scenario planning and systems modeling to identify drivers of future sustainability on the Mongolian Plateau. *Ecology and Society*. 2018;23(2):9.
18. Chermack Thomas J, Coons Laura M, O'barr G, Khatami S. The effects of scenario planning on participant reports of resilience. *European Journal of Training and Development*. 2017;41(4):306-26.
19. Bulling MT, Hicks N, Murray L, Paterson DM, Raffaelli D, White PC, et al. Marine biodiversity-ecosystem functions under uncertain environmental futures. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2010;365(1549):2107-16.
20. Rezayan A. *Foresight of security threats posed by climate change in Iran [dissertation]*. Tehran: University of Tehran; 2017 (in Persian).
21. Rezayan A. *Pathology of Iran's Environmental Security*. Tehran: SACO Press; 2017 (in Persian).
22. Glenn JC, Gordon T. *Futures Research methodology*. Washington DC: The Millennium Project; 2003.
23. Fallah Ghalhari G, Esmaili R, Shakeri F. Assessing the seasonal variability of thermal stresses during the last half century in some climatic zones of Iran. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2016;9(2):233-46 (in Persian).
24. Nazari R, Mahdavi Adeli MH, Dadgar Y. Study of

the factors influenced environment pollution in iran during 1974-2013. Journal of Economic Growth and Development Research. 2015;6(21):47-60 (in Persian).



Available online: <http://ijhe.tums.ac.ir>

Original Article



## Identification of driving forces, uncertainties and future scenarios of Iran's environment

A Rezayan Ghayebashi\*, E Marzban

Department of Futures Studies, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran

### ARTICLE INFORMATION:

**Received:** 3 November 2019

**Revised:** 25 January 2020

**Accepted:** 28 January 2020

**Published:** 18 March 2020

**Keywords:** Futures studies, Scenarios, Driving forces, Environment, Iran

**\*Corresponding Author:**

a.rezayan@gmail.com

### ABSTRACT

**Background and Objective:** Global macro trends on the one hand, and domestic trends and effective factors on the other, have put the future of the Iran's environment in a state of uncertainty with concern. In a complex and unpredictable environment, the use of scenario thinking (based on identifying and detecting future drivers and uncertainties) can provide tangible and comprehensible images of consistent or probable futures in multiple scenarios. The purpose of this study was to describe the stories and develop images of the future of the Iran's environment in the form of consistent and probable scenarios. **Materials and Methods:** The method used in this study was a scenario-based planning which was designed and implemented in eight steps. The method of data collection in this study was qualitative using interview, expert panel and Delphi survey. Micmac software and Scenario wizard software were used for data analysis.

**Results:** The findings of this study can be divided into two parts. The first section included identifying and classifying key factors, driving forces and related uncertainties. In this regard, five driving forces including "population", "global warming", "environmental discourse", "development process management" and "technologies" were identified and the influence/dependence relationships among the factors were analyzed. The second section identified and described possible and consistent scenarios based on the relevant drivers and uncertainties.

**Conclusion:** Based on the research findings, five probable and consistent scenarios including: (a) the secret of survival, (b) management against the land, (c) climate migration, (d) the return of the cranes and (e) technology against the land, were explained and compared. Understanding the narratives of each scenario and comparing their desirability enable actors and decision makers to influence the process of creating the future. Accordingly, the development of environmentally friendly technologies as well as eco management, are the basis for planning future actions in this field.