

Essential of Futures Studies Policy-Making of Science and Technology in Iran's Water Management Issue

Amir Hushang Heidari¹

Abstract

Realizing water policies requires reflection on the requirements of science and technology with a forward-looking perspective. Therefore, making any change in the field of water issues requires changing the pattern of consumption, education and research, production and transfer of appropriate and innovative technology. In this regard, sustainable development includes the regulation of human-environment interaction and human-human interaction. Also, one of the most important features of the present century is the centralization of "education" in development discourses in countries around the world and the large investment of countries in education as the most powerful tool for achieving sustainable development in the field of water. Therefore, the purpose of this study is to provide a policy framework for science and technology in the field of water in Iran with a future perspective. The method of this research is contextual, and strategically has a qualitative approach and according to the purpose, it is an applied research. A combination of documentary methods (library studies) and interviews with experts have been used to collect data. To analyze the data, the "grounded data theory" method with Glaser "classical design" approach has been used. The result of data analysis in three stages of open, axial and selective coding resulted in the identification of 58 categorical propositions, 19 categories and seven categories. These include attention to climate change, the cultural system, the development of interdisciplinary disciplines in the field of water, the economics of innovation in the field of water, water technologies, the training of efficient manpower, and the expansion of public education to increase community knowledge about the environment and water.

Keywords:

Science and Technology Policy ,Futures Studies ,Water Management, Grounded Data Theory.

1. Assistant Professor and Director of the Department Of Futures Studies of Science & Technology In Science and Technology at the National Research Institute for Science Policy(NRISP), Tehran ,Iran. Heidari@nrisp.ac.ir

لزوم کاربست سیاست‌گذاری آینده‌پژوهانه علم و فناوری در حوزه آب کشور

امیر هوشنگ حیدری^۱

تاریخ دریافت: ۱۰ خرداد ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۵ مهر ۱۴۰۰

چکیده

تحقق سیاست‌های حوزه آب نیازمند تامل و بازنگری در الزامات علم و فناوری با نگاه آینده‌پژوهانه است. از این رو ایجاد هرگونه تغییر در حوزه مسائل آب، نیازمند تغییر الگوی مصرف، آموزش و پژوهش، تولید و انتقال فناوری مناسب و نوآورانه است. در این راستا توسعه پایدار، تنظیم و ساماندهی تعامل انسان و محیط و تعامل انسان با انسان را در برمی‌گیرد. همچنین، یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های قرن حاضر محوریت یافتن «آموزش» در گفتمان‌های توسعه در کشورهای جهان و سرمایه‌گذاری وسیع کشورها در آموزش به‌عنوان قدرتمندترین ابزار تحقق توسعه پایدار در حوزه آب است. از این رو هدف پژوهش حاضر، ارائه چارچوب سیاست‌گذاری علم و فناوری حوزه آب کشور با نگاه آینده‌پژوهانه است. روش انجام این پژوهش زمینه‌ای بوده و از لحاظ راهبردی دارای رویکردی کیفی و با توجه به هدف، پژوهشی کاربردی است. برای گردآوری داده‌ها از ترکیبی از روش‌های اسنادی (مطالعات کتابخانه‌ای) و مصاحبه با خبرگان بهره گرفته شده است. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از روش «نظریه داده بنیاد» با رویکرد «طرح کلاسیک» گلیسر استفاده شده است. نتیجه تحلیل داده‌ها طی سه مرحله کدگذاری باز، محوری و انتخابی، منتج به شناسایی ۵۸ گزاره مقوله‌ای، ۱۹ مقوله و هفت دسته مقوله شد. این دسته مقوله‌ها شامل توجه به تغییر اقلیم، نظام فرهنگی، گسترش رشته‌های بین رشته‌ای در حوزه آب، اقتصاد نوآوری در حوزه آب، فناوری‌های آب، آموزش‌های نیروی انسانی کارآمد و گسترش آموزش‌های عمومی جهت افزایش سطح دانش جامعه درباره محیط زیست و موضوع آب است. کلید واژگان: سیاست‌گذاری، آینده‌پژوهی، علم و فناوری، مدیریت و برنامه‌ریزی، حوزه آب کشور.

مقدمه و بیان مسئله

یکی از مهم‌ترین معضلات در زندگی امروز ما معضل کمبود آب شیرین است. منابع آب شیرین در

۱. استادیار آینده‌پژوهی و مدیرگروه مطالعات آینده علم و فناوری مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، ایران، تهران

جهان بسیار اندک‌اند. از کل میزان آب موجود در جهان ۹۷/۲ درصد آب شور و غیر استفاده است و تنها دو و هشت دهم (۲/۸) درصد آب موجود در جهان را آب شیرین شکل می‌دهد (قائدی و همکاران، ۱۳۹۶). وضعیت منابع آبی در کشور، از وضعیت کلی جهانی نیز وخیم‌تر است. کشور ما به علت قرار گرفتن در اقلیم نیمه‌خشک و خشک جهان از وضعیت بارندگی مطلوبی برخوردار نیست. باید پذیرفت که خشکسالی و کم‌آبی در ایران یک واقعیت اقلیمی است و با توجه به روند روزافزون نیاز بخش‌های مختلف به آب، مشکل خشکسالی در سال‌های آینده حادث‌تر نیز خواهد شد (اسدزاده شرفه و رئوف، ۱۳۹۷). کشور ما علاوه بر کمبود شدید منابع آب، با مشکلات فراوان دیگر همچون مدیریت ناپایدار منابع آب مواجه است. راندمان بسیار پایین مصرف آب در بخش کشاورزی، افت شدید در آبخوان‌های زیرزمینی به دلیل استفاده بی‌رویه از منابع آب موجود و خطرات ناشی از این پدیده، آلودگی منابع آب به دلیل عدم توسعه مناسب سامانه‌های دفع فاضلاب در مناطق شهری و صنعتی، به مخاطره افتادن اکوسیستم‌های آبی برای مصارف مختلف و تحمیل یارانه‌های بزرگ از این طریق به دولت‌ها، افزایش شدید هزینه نهایی طرح‌های تأمین و توسعه منابع آب جدید، بروز حوادث غیرمترقبه ناشی از آب نظیر خشکسالی، وقوع سیلاب‌های شدید که سالانه با خسارات جانی و مالی عمده‌ای را به همراه دارد، عدم وجود مطالعات نظام‌مند در کشور برای ارزیابی تغییرات اقلیم در مدیریت منابع آب، آماده نبودن زیربنای لازم برای حاکم‌شدن شرایط اقتصادی مناسب در بخش آب از جمله مشکلات مدیریت آب در کشور ما هست (عزتی فیض، ۱۳۹۴).

مجموع این مشکلات، نشان می‌دهد که ایران نیازمند تدوین سیاستی جدید در حوزه استحصال و مدیریت آب است که حیات پایدار مردم در این سرزمین را تضمین نماید. برای مدیریت این بحران، باید نگرش به مدیریت آب تغییر کند (قائدی و همکاران، ۱۳۹۶). شاید بتوان در تعبیری ساده مدعی شد کشور ما برای حفظ و پایداری خود نیازمند اتخاذ سیاست «توسعه پایدار در مدیریت آب» است؛ سیاستی که امروزه به‌عنوان رویکرد قابل قبول برای حل مسئله آب در جهان شناخته می‌شود. تمام کشورهای جهان و از جمله ایران، نیازمند الگوی مدیریتی در حوزه آب هستند تا علاوه بر ایجاد امکان استفاده از آب برای نیازهای فعلی، حفظ منابع آب را برای نسل‌های بعدی نیز تضمین کنند.

دانش و آگاهی امروز ما و همچنین سبک زندگی که اتخاذ کرده‌ایم به‌گونه‌ای است که دیگر نمی‌توان بی‌اعتنا به توانایی‌های علمی فناوری به اجرای برنامه‌های معطوف به «تغییر جوامع» پرداخت. تحقق تغییرات اجتماعی در جهان فعلی، بی‌شک نیازمند توجه به بنیان‌های علمی- فناورانه و فراهم آوردن الزامات مناسب برای تحقق این بنیان‌ها است. با عنایت به ادبیات جهانی توسعه پایدار حوزه آب، «آموزش عالی ۱» از مهم‌ترین عوامل مهم تحقق توسعه پایدار به‌شمار می‌رود و ایران برای تحقق سیاست توسعه پایدار در حوزه مدیریت آب نیازمند تامل و بازنگری در الزامات علم و فناوری در حوزه آب است. نمی‌توان بدون ایجاد تغییر در آموزش، پژوهش و نظام فناورانه موجود در کشور؛ بستر آگاهانه‌ای برای تحقق سیاست‌های

حوزه آب فراهم کرد.

هدف این پژوهش، بررسی الزامات علمی و فناورانه در راستای ایجاد بستر و تمهیدات لازم و همچنین تحقق سیاست‌های آینده‌پژوهانه^۱ توسعه پایدار آب در کشور است. از این رو، سوال اصلی این تحقیق را می‌توان چنین بیان نمود: لزوم کاربرت سیاست‌گذاری آینده‌پژوهانه علم و فناوری در حوزه آب کشور چیست و برای تحقق آن چه پیشنهاد‌های سیاستی و مدیریتی را می‌توان ارائه داد؟

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

سیاست‌گذاری آینده‌پژوهانه حوزه آب

رشد فزاینده علم و فناوری و توجه خاص بشر به این مقوله در چند دهه گذشته بر کسی پوشیده نیست. فعالیت‌های مرتبط با علم و فناوری توان رقابتی کشورها را بهبود بخشیده و سهم عمده‌ای در حل مسایل اجتماعی دارد. سیاست علم و فناوری مجموعه‌ای از خط‌مشی‌های قانونی و اجرایی است که با هدف سازماندهی و افزایش امکان استفاده از توان علمی و فناوری کشورها در راستای توسعه عمومی و ارتقا موقعیت آنها در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیاست علم و فناوری اصطلاحی است که به سیاست عمومی علم و فناوری اشاره دارد، چه از نظر سیاست‌هایی که فعالیت‌های مربوط به علم و فناوری را مورد حمایت قرار می‌دهد و چه سیاست‌هایی که آن دو را به سمت اهداف دولت هدایت می‌کند (گامت، ۱۳۷۵). اگر سیاست‌های توسعه و بقای هر کشور را در سه بعد دفاعی، توسعه اقتصادی و توسعه فرهنگی خلاصه کنیم، سیاست علم و فناوری زیربنایی برای هر یک از این ابعاد محسوب می‌شود. علم و فناوری عامل مهم شکل بخشیدن به آینده جوامع انسان‌ها است، چرا که از طریق این دو اهرم قوی است که دولت‌ها می‌توانند از عهده تعهدات خود و نیازهای اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی جامعه برآیند (قاضی‌نوری، ۱۳۸۳). همچنین می‌توان گفت: یکی از اصلی‌ترین زیرساخت‌های اقتدار کشورها در جهان، بعد از مباحث جهان‌بینی و فرهنگی؛ نوع و الگوی سیاست‌گذاری علم و فناوری مورد استفاده آنها در جوامع‌شان باشد (احمدیان دیوکتی و دیگران، ۱۳۹۷).

گرچه مزایا و اولویت‌دهی به دانش آینده‌پژوهی^۲ در حوزه سیاست‌گذاری امری اجتناب‌ناپذیر است، اما کاربرد این دانش در فرایند سیاست‌گذاری کلان کشورها با موانع بسیاری مواجه است (ردی، ۲۰۰۹). این چالش از اینجا نشأت می‌گیرد که آینده‌پژوهی قادر به ارائه شواهد ضمنی و عینی از آینده نیست. نگاه آینده‌پژوهانه به دلیل بعد اجرایی آن، عمیقاً دیدگاه سیاست‌گذاری دارد. دانش آینده‌پژوهی نه تنها جهان را توصیف می‌کند، بلکه آن را ایجاد نیز می‌کند و به‌درستی می‌توان گفت آینده‌پژوهی علم و هنر ساخت آینده‌های مطلوب است، بنابراین یک اقدام سیاست‌گذاری مهم به‌شمار می‌رود.

1. Futures Studies Oriented

2. Futures Studies

علاوه بر این، زمان طولانی‌تری را برای برآورد عواقب اجرایی^۱ و بازاریابی پیرامون سیاست‌ها و تصمیمات در حال اخذ، فراهم می‌سازد (برسرس و دیگران، ۲۰۱۳؛ اشویتس و دیگران، ۲۰۱۲).

به‌طور ایده‌آل برنامه‌ریزی، طراحی و اجرای سیستم‌های تولید، انباشت و توزیع آب هر کشور باید بیشتر مبتنی بر علم و فناوری و کمتر متکی بر تصمیم‌گیری‌های خودسرانه مدیران باشد. در حقیقت، چالش برای سازگاری در حوزه آب، تشخیص تغییرات در پیشبرد و اصلاح یا اختراع فناوری‌های جدید، قوانین، مقررات و تنظیمات نهادی و سیاسی است. در ادامه شماری از سیاست‌های آینده‌پژوهانه حوزه آب که قابلیت اجرا دارند را بررسی می‌کنیم:

نظارت: قرن بیست‌ویکم، قرن پیشرفت سنجش از دور^۲، نظارت و کنترل توزیع آب است. فناوری سنجش از دور، اندازه‌گیری‌های تشخیصی را به‌عنوان وسیله‌ای برای جبران کاهش سیستم‌های نظارت بر زمین و برای گسترش به مناطق با اطلاعات کم، به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه، ارائه می‌دهد. این فنون در حال حاضر برای تشخیص تغییرات در رطوبت خاک، آب ذخیره‌شده در برف، سطح رودخانه و دریاچه استفاده می‌شود (CESAS)^۳. حس‌گرها و الگوریتم‌های جدید، این اندازه‌گیری‌ها را از مقیاس‌های محلی تا قاره‌ای برای تخمین میزان دبی خروجی رودخانه‌ها، تغییرات آب‌های زیرزمینی و میزان برف انباشه شده در سطح زمین، گسترش می‌دهند. در این صورت برآورد واقعی از میزان، زمان و مکان بارش در دسترس خواهد بود. در چند سال آینده این فناوری برای جمع‌آوری دقیق، مستمر و به‌روزرسانی داده‌های مرتبط با سیستم‌های مدیریت و کنترل سیل‌های سطحی، پیش‌بینی خشکسالی و توزیع آب در مزارع و شهرها به‌کار گرفته خواهند شد.

کاهش تلفات آب: کاهش تلفات تبخیر از مخازن، کاهش نشت از سیستم‌های توزیع و مدیریت مؤثرتر منابع سطحی و زیرزمینی را شامل می‌شود.

کاهش مصرف آب شهری بدون تنزل کیفیت زندگی: کاهش آب مصرفی در دفع زباله‌های شهری، کاهش مصرف آب در لوازم خانگی، استفاده گسترده‌تر از آب بازیافتی، بازیافت و مصرف هم‌زمان آب در محل به‌منظور کاهش هزینه‌های پمپاژ و حمل‌ونقل آب و همچنین ارتقاء سیستم‌های فاضلاب و تصفیه‌خانه‌ها (در راستای کاهش وسیع آلاینده‌ها) از جمله روش‌هایی مفید و کاربردی هستند.

فناوری آبیاری کارآمد: با گذشت زمان کاربرد حس‌گرهای جدید در فرایند آبیاری و کنترل از راه‌دور به‌منظور نظارت بر استرس مقاومتی گیاهان زراعی در صنعت کشاورزی و گیاهان غیر زراعی در پارک‌ها و باغ‌ها استمرار خواهد یافت. استفاده از آبیاری با بهره‌گیری از روش‌های دقیق و خودکار

1. Anticipation

۲. سنجش از دور (Sensing Remote) علم و هنر به دست آوردن اطلاعات درباره یک شیء، منطقه یا پدیده از طریق تجزیه و تحلیل داده‌های حاصله به وسیله ابزاری است که در تماس فیزیکی با شیء، منطقه و یا پدیده تحت بررسی نباشد.

3. Committee on Earth Science and Applications from Space 2007

کشاورزی و بر اساس سیستم‌های بهینه مبتنی بر اخذ بازخورد محلی و غیرمحلی، جهشی بزرگ در راستای کاهش میزان مصرف آب خواهد بود (CESAS).

محصولات و گیاهان مقاوم در برابر تنش: کاشت وسیع گونه‌های حاصل از مهندسی ژنتیکی محصولات کشاورزی که با کمترین مقدار مصرف آب، با کیفیت‌ترین محصول را به ما ارائه می‌دهند، بهترین راهکار کاهش میزان آب کشاورزی است.

کاربرد سیستم‌های استفاده گسترده از آب تصفیه شده و آب غیر قابل شرب: نمک‌زدایی از آب دریا و آب‌های زیرزمینی لب‌شور به‌منظور مصرف محلی و استفاده از سیستم‌های تأمین آب به‌صورت موازی و تصفیه هدفمند آب برای مصارف خاص، برخی از این موارد هستند.

فناوری‌های تصفیه آب در محل: درحالی‌که سیستم‌های تأمین آب شهری عمومی موظف به ارائه آب با کیفیت آشامیدنی هستند، فرصت خوبی برای توسعه فناوری‌های تصفیه آب در محل مصرف آن ایجاد شده است. دستگاه‌های ساده و ارزان‌قیمت مناسبی برای جوامع روستایی و شهری کشورهای درحال توسعه که مبتنی بر مکانیزم اسمز معکوس کار می‌کند، ساخته شده است. همچنین استفاده از دستگاه‌های مبتنی بر کاربرد اشعه ماوراءبنفش در خانه‌ها، ساختمان‌های عمومی، رستوران‌ها و تأسیسات عمده از دیگر روش‌ها است. تصفیه آب در محل می‌تواند سلامت عمومی جوامع فقیر را ارتقاء دهد. همچنین این روش آلودگی آب در سیستم‌های انتقال و توزیع و همچنین پیامدهای منفی آلودگی محیط زیست به‌واسطه مصرف گسترده از بطری‌های یکبار مصرف آب و سایر نوشیدنی‌ها را کاهش می‌دهد. پتانسیل‌های زیادی برای نوآوری در فناوری‌های تصفیه آب در محل مصرف آن وجود دارد که در این راستا می‌توان از به‌کارگیری دستگاه‌های کم‌هزینه تصفیه آب و کاربرد مواد نانو فناوری جدید، نام برد.

برنامه‌ریزی مبتنی بر افزایش سطح حساسیت نسبت به میزان مصرف آب در محیط زیست: این رویکرد به ملاحظاتی در حوزه آب و برنامه‌ریزی و مراقبت از اراضی در تمام سطوح (محله، حیاط خانه، پارک و...) می‌پردازد. از دست‌دادن روان آب قابل استحصال، کاهش میزان سیل‌ها، کاهش آلودگی محیط‌زیست به‌واسطه ساخت و سازها و محوطه‌سازی‌ها و همچنین استفاده بهینه از روش‌های نوین مدیریتی برای کنترل میزان نفوذ رواناب و جریان آب‌های سطحی از دیگر موارد هستند (کارمون و شامیر، ۲۰۱۰).

آبخیزداری: طبق تعریف، برنامه‌ریزی و اجرای اقدامات مناسب به منظور مدیریت بهینه منابع موجود آب در منطقه (آبخیز) در راستای کسب بیشترین منافع و بدون آسیب‌رساندن به موجودیت منابع مزبور را آبخیزداری گویند.

ارائه مدل‌هایی برای حمایت از تصمیم‌گیری: این رویکرد مدل‌هایی برای پیش‌بینی سیلاب‌ها، ترکیبات شیمیایی آب‌ها، آب‌های زیرزمینی، تالاب‌ها و دیگر سیستم‌های زیست‌محیطی

ارائه می‌دهد و از روش‌های بهینه‌سازی مؤثر و کارا در حوزه تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در زمان عدم اطمینان، پشتیبانی و حمایت می‌کند.

- (۱) سیستم فیزیکی و سیستم‌های سازمانی و تقسیم آن به زیر سیستم‌های منطقی؛
 - (۲) شناسایی مرزها با سایر سیستم‌ها و «شرایط مرزی»؛
 - (۳) شناسایی اهداف سیستم و سازمان‌دهی آنها به سلسله‌مراتب؛
 - (۴) تعیین و ارزیابی اقدامات در راستای دستیابی به اهداف؛
 - (۵) شناسایی حوزه‌های سیاست‌گذاری و اجزای آن؛
 - (۶) شناسایی گزینه‌های اقدامی معقول برای هر مورد؛
 - (۷) شناسایی، برآورد و تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از اجرای اقدامات جایگزین؛
 - (۸) ارزیابی سیاست‌ها با توجه به تأثیرات آنها بر اقدامات؛
 - (۱۰) در طول فعالیت‌های فوق لازم است با تمام تصمیم‌گیران، گروه‌های علاقه‌مند و متخصصان به‌منظور کمک به فرایند تصمیم‌گیری، تعامل مستمری برقرار شود؛
 - (۱۱) نظارت مستمر، ارزیابی تغییرات و میزان اثربخشی سیاست‌های اجراشده.
- این موارد در گذشته مورد استفاده قرار گرفته و در حال حاضر نیز در حوزه سیاست‌گذاری در حوزه آب مورد استفاده قرار می‌گیرد (شامیر و سالمون، ۱۹۸۵).
- آموزش برای توسعه پایدار در سیاست‌گذاری حوزه آب ارتباط‌دادن آب و آموزش فرصت‌هایی را برای مقابله با انواع مختلف چالش‌های توسعه پایدار ارائه می‌دهد. برای پاسخ‌گویی به چالش‌های مرتبط با حوزه آب، لازم است «سواد آبی» مردم سراسر جهان ارتقاء یابد. سواد آبی در اینجا اشاره به دانش مناسب در راستای استفاده از آب و مدیریت به‌منظور تضمین مصرف آب و کمک به کاهش آسیب‌ها و هزینه‌های منتج از آن دارد. اعتقاد بر این است که سوادآموزی در حوزه آب می‌تواند با کسب مهارت‌های اساسی سوادآموزی و سطح معینی از تحصیلات به دست آید. ایجاد فرصت‌هایی برای افراد در راستای به دست آوردن دانش و مهارت‌های موردنیاز آنها، به‌نحوی که بتوانند به‌طور مؤثر به چالش‌های مربوط به مدیریت حوزه آب پاسخ دهند، ضروری است.

تا اوایل دهه هشتاد میلادی، الگوی غالب در جامعه جهانی، الگوی رشد بود و تمام رویکردهای اقتصادی و اجتماعی را تحت تأثیر خود قرار می‌داد. نظام‌های آموزش عالی و رویکردهای آن نیز از این قاعده مستثنا نبودند. پژوهش‌ها و آموزش‌ها به‌ویژه در دانشگاه‌ها بیشتر به سمت افزایش دانش و تخصص در یک حوزه خاص و غالباً به‌منظور افزایش رشد اقتصادی شکل گرفته است. در آموزش نیز ساختارها، فرایندها، روش‌های تدریس، محتواهای آموزشی، شیوه‌های ارزیابی و ... متناسب با آن

هدف به وجود آمده‌اند (فدیوا و همکاران، ۲۰۱۰). حال با ظهور الگوی پایدار و تغییر فرضیات بنیادین، نظام‌های آموزش عالی نیز باید ساختارهای خود را با این شرایط منطبق نموده و تغییراتی فراتر از اصلاحات جزئی برنامه درسی و یا پژوهش در خصوص مسائل پایداری؛ اعمال کنند.

رویکردهای آموزشی^۱ توسعه پایدار عبارت‌اند از (داو و همکاران، ۲۰۰۵).

- ♦ **مدرسان به‌عنوان مدل‌های یادگیرنده:** زبان نصیحت، استدلال و نوشتار کافی نیست. تا زمانی که مدرسان خود و سبک زندگی‌شان را تغییر ندهند و الگوهایی برای دانشجویان و جامعه خود نباشند، تحولی صورت نخواهد گرفت.
- ♦ **تغییر همین‌جا و همین‌حالا:** برای حفظ زندگی خود و نسل آینده نیاز است تغییر در همین‌جا و همین‌حالا اتفاق بیفتد. به بیان دیگر، مشارکت نزدیک و ارتقا اثرگذاری هر روش آموزشی در جامعه هدف (محلی) ضروری است.
- ♦ **تفکر انتقادی:** تفکر انتقادی یک مهارت کلان بسیار با اهمیت است. دانشجویان باید بتوانند به‌طور انتقادی در مورد ماهیت دانش و روش‌هایی که دانش را تولید و به آن اعتبار می‌بخشد، فکر کنند. این توانایی بسیار حیاتی است زیرا آنها دیگر نمی‌توانند به رشته تخصصی خود اکتفا کنند. آنها باید در ارزیابی فرایندها و راه‌حل‌هایی که هریک از عناصر خود را از یک‌رشته می‌گیرند، تفکر میان‌رشته‌ای و فرارشته‌ای^۲ داشته باشند.
- ♦ **یادگیری تجربی و ارتباط با واقعیت:** آموزش توسعه پایدار باید تلاش کند تا مشکلات زندگی و تجربیات واقعی را به‌عنوان موقعیت‌های یادگیری مورد استفاده قرار دهد.
- ♦ **آشتی با طبیعت:** برای اینکه چیزی را دوست داشته باشیم باید آن را بشناسیم. متأسفانه جوانان و بزرگسالان هرروز بیش از پیش در حال دورشدن از طبیعت هستند. آموزش توسعه پایدار باید مجدداً آنها را با طبیعت و جهان واقعی آشتی دهد و حس تعلق به جامعه و مکانی را که در آن زندگی می‌کنند، توسعه دهد.
- ♦ **ایجاد و ارتقاء توانایی یادگیری:** دانش نباید به‌طور انحصاری در اختیار مدرسان باشد. بلکه باید به دانشجویان فرصت داده شود تا در ساخت و تحول مواد آموزشی مشارکت کنند و به متن زندگی خود معنی و مفهوم بیشتری دهند.
- ♦ **یادگیری برای عمل:** هر یادگیری که به رفتار و در نتیجه تغییر اجتماعی منتهی نشود، یادگیری نیست. باین‌حال، این تغییر اجتماعی نمی‌تواند یکباره رخ دهد.
- **یادگیری سامان‌مند:** امروزه ما به «یادگیری تحولی» نیازمندیم و این بدان معنا است که ما نیاز داریم تا پدیده‌ها و طرز کارشان را به‌صورت یک سیستم کلی - نه به‌صورت جزءنگرانه و تفکیک‌شده - درک کنیم.

1. Pedagogical

2. Interdisciplinary and Transdisciplinary

تجربه نشان داده است که برخی از روش‌های آموزش و یادگیری بیش از بقیه روش‌ها در یادگیری اثربخش^۱ دانشجویان مؤثر هستند. مذاکره، بحث آزاد، مشارکت، نقش‌آفرینی^۲، یادگیری مسئله محور^۳، استفاده از مدل‌های نقش‌آفرینی^۴، شبیه‌سازی^۵، بازی^۶، به‌کارگیری دانش ضمنی خبرگان^۷ و استفاده متناسب از رسانه‌های چندگانه^۸ برخی از این روش‌ها هستند (شپهارد و همکاران، ۲۰۰۷). البته نقش مؤسسات آموزش عالی در آموزش برای توسعه پایدار صرفاً به آموزش‌های رسمی در کلاس درس محدود نمی‌شود، بلکه انجام پروژه‌های تحقیقاتی، متناسب‌سازی فضای فیزیکی و زیرساخت‌های دانشگاه‌ها، ارائه خدمات تخصصی به جامعه، زندگی دانشجویی، برگزاری همایش‌ها و سمینارهای علمی، آموزش‌های کوتاه‌مدت و انتشار تولیدات علمی (کتاب، مقاله و ...) تأثیر بسیار مهمی در آگاهی‌بخشی و آموزش افراد جامعه برای تحقق توسعه پایدار دارد.

در یک نگاه کلی به نظر می‌رسد که خواست جامعه از دانشگاه‌ها برای نقش‌آفرینی در تحقق توسعه پایدار، بیشتر بر رسالت خدمات اجتماعی دانشگاه‌ها و وظیفه پاسخگویی آنها به نیازهای جامعه تأکید دارد و منطبق با فلسفه آموزش‌های عمومی نظام آموزش عالی است. بر اساس این فلسفه، دانش یک منبع و ابزار محسوب می‌شود که هدف آن پرورش انسان به‌عنوان یک کلیت است و آموزش عالی علاوه بر پرورش عقل و خرد بر پرورش نفس نیز تأکید می‌نماید تا شهروندی خردمند و آگاه برای تمام شرایط تربیت کند. در آموزش‌های عمومی بر دروس میان‌رشته‌ای تأکید می‌شود چراکه فرد در شبکه‌ای از ارزش‌های اجتماعی، اخلاقی، تاریخی، جامعه‌شناختی و ... قرار می‌گیرد و ناگزیر برای حل مسائل خود باید به قابلیت‌های ویژه‌ای مجهز شده و به ابعاد مختلف پدیده‌ها توجه نماید. آموزش‌های عمومی بر مهارت‌های ارتباطی، تفکر انتقادی، مهارت‌های مسئله‌گشایی، درک زیبایی‌شناختی، توانایی در اتخاذ تصمیم‌های اخلاقی و ... و علاقه به یادگیری مستمر دانش‌آموختگان دانشگاه‌ها تأکید می‌نماید. به‌این ترتیب توجه به آموزش برای توسعه پایدار به‌نوعی تأکید مجدد بر توجه دانشگاه‌ها به ارائه آموزش‌های عمومی و اهمیت آنها در تحقق سیاست‌های پایدار علم و فناوری در حوزه آب است.

فناوری‌های آینده حوزه آب

فناوری اطلاعات و ارتباطات و فناوری‌های نو در حوزه مدیریت آب مؤثر بوده‌اند. اطلاعات در مورد

-
1. Effective Learning
 2. Role-Playing
 3. Problem-Based Learning
 4. Role-Playing Models
 5. Simulation
 6. Game
 7. Experts
 8. Multiple Media

آب برای تصمیم‌گیرندگان در نقاط مختلف دنیا تفاوت‌های زیاد دارد (برنامه جهانی ارزیابی آب، ۲۰۰۹). بسیاری از تصمیم‌گیرندگان، اطلاعاتی در مورد حجم آب رودخانه‌ها ندارند و نمی‌توانند ریسک آینده را تخمین بزنند (ژو و سینگ، ۲۰۰۴). فناوری اطلاعات می‌تواند برای حل این مشکل کمک‌کننده باشد. فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند در پروژه‌های که به دنبال جمع‌آوری پایگاه‌های داده برای کاربرد علمی هستند، اهداف علمی و کاربردی شامل رصد فصلی آب‌ها، پیش‌بینی، جلوگیری از فجایع و مدیریت یکپارچه منابع آب به کار آید.

شیرهای کم‌فشار مجهز به حس‌گر، سردوش‌های کم‌فشار استحمام، واش‌های کاهش فشار، ماشین ظرف‌شویی با کارآمدی مصرف آب پائین، مخازن کوچک سیفون توالت‌ها و فنون بازیافت آب خاکستری مواردی هستند که می‌توانند تأثیر قابل‌توجهی در کاهش استرس آبی داشته باشند (برنامه جهانی ارزیابی آب، ۲۰۰۹). در سال ۲۰۰۵، حدود ۴۶ درصد از ظرفیت آب شیرین‌کن‌های جهان با استفاده از روش اسمز معکوس^۱ کار می‌کردند (کولی و همکاران، ۲۰۰۶). در همین رابطه سنجش‌ازدور^۲، طیف نور را به پهناهای باندی مختلف تقسیم می‌کند تا تصاویر چندبعدی شکل دهند؛ که می‌توان از آن برای تشخیص نشتی در کانال‌های آب و همچنین از منابع ذخیره‌سازی آب، سلامتی محصولات کشاورزی، جلوگیری از آفت حشرات و غیره استفاده کرد (هونگ و همکاران، ۲۰۰۵ و کائو و همکاران، ۲۰۰۹).

با توجه به اهمیت موضوع آب در دنیا، طرح‌های گوناگون و فراوانی پیرامون سیاست‌گذاری فناوری‌های حوزه آب مبتنی بر رویکرد آینده‌پژوهانه صورت گرفته است. در این‌جا به اختصار به مطالعه موردی طرح‌های صورت‌گرفته در سطح دنیا اشاره می‌شود.

1. Reverse osmosis
2. Remote sensing

جدول ۱. نمونه طرح‌های فناورانه حوزه آب در سطح جهان (مارتین^۱ و همکاران، ۲۰۱۳)

توصیف	فناوری	مکان
ایجاد منطقه سبز، تأسیسات آب‌رسانی و مدیریت فاضلاب محلی مدنظر است. با وجود تمرکز بر روی صرفه‌جویی در مصرف آب، میزان مصرف هنوز با شهرهای بسیار کارآمدی مانند برلین فاصله دارد.	برنامه‌ریزی آب	استکهلم (سوئد)
آب باران، فاضلاب خاکستری و آب‌های زیرزمینی آلوده در توالت‌ها مورد استفاده قرار داد می‌گیرد. انجام این پروژه هزینه زیادی دارد اما آب بازیافتی ۵۵ درصد از مصرف آب ساختمان‌ها را پوشش داده است.	بازیافت آب باران	لندن (انگلستان)
بازیافت فاضلاب (آب‌های زیرزمینی) و استفاده آنها برای تامین آب شرب. بازیافت به روش فیلتراسیون غشایی به منظور تهیه آب شرب از پساب فاضلاب.	بازیافت	وولین (بلژیک)
بازیافت فاضلاب از طریق فنون تصفیه ساده برای توسعه آب‌های زیرزمینی مصنوعی. بازیافت فاضلاب ارزان (آب‌های زیرزمینی) از طریق فیلتراسیون غشایی.	بازیافت	کاستا براوا (اسپانیا)
بازیافت فاضلاب برای تامین آب شرب از طریق نفوذ و توسعه آب زیرزمینی مصنوعی. حمل و نقل مواد مشکل‌ساز حاصل از بازیافت پساب.	بازیافت	برلین (آلمان)
آب باران در مرکز شهر، از طریق سقف منازل جمع‌آوری می‌شود و در توالت‌ها استفاده می‌شود. هدف مدیریت یکپارچه آب، محدود کردن فاضلاب، کاهش میزان مصرف آب و ایجاد محیط شهری بهتر است.	آب باران	برلین (آلمان)
از نفوذ آب‌های زیرزمینی مصنوعی به‌عنوان عامل کاهش شوری آب استفاده می‌شود. آب‌های زیرزمینی بخشی از آب آشامیدنی بوده و یکی از عوامل مهم در تجدید و بازیافت آب است.	بازیافت	کالیفرنیا (آمریکا)
استفاده گسترده از آب بازیافت شده از فاضلاب به‌عنوان یک منبع آب ثانویه. بازیافت در تمام ساختمان‌های جدید بیش از ۳۰۰۰۰ متر مربع اجباری است. فاضلاب را می‌توان در یک‌خانه یا یک مجتمع آپارتمانی بازیافت کرد.	بازیافت آب باران	توکیو (ژاپن)
بهره‌گیری از آب‌شیرین‌کن بزرگ غشایی که آب دریا را برای مصرف شرب با خرید برق از یک مزرعه باد انجام می‌دهد.	آب شیرین‌کن	پرت (استرالیا)
بهره‌گیری از بیوراکتور غشایی به‌منظور بازیافت فاضلاب برای مصارف آبیاری و آب شرب	بازیافت	نیومکزیکو (آمریکا)

روش پژوهش

این پژوهش از نوع پژوهش‌های توصیفی و مبتنی بر استفاده از روش نظریه‌پردازی داده بنیاد^۲ است که در مقام ارائه نظریه خود از ابزارها و فن‌های تعریف‌شده در چارچوب همین روش یعنی گردآوری غلیظ داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها، کدگذاری داده‌ها، مقوله‌سازی، مفهوم‌سازی، نظریه‌پردازی و بالاخره ارزیابی نظریه استخراج‌شده استفاده می‌کند. در پژوهش حاضر از ابزار مصاحبه عمیق و نیمه ساختاریافته (پرسشنامه)

1. Martin
2. Grounded Theory

و نیز مشاهده اسناد، مدارک و مستندات استفاده شده است. جامعه مورد بررسی از خبرگان، اندیشمندان و متخصصان حوزه آب، آینده پژوهی، سیاست گذاری آب تشکیل شده است. نمونه گیری به صورت هدفمند صورت گرفته است و مصاحبه شونده‌گان بر اساس اهداف پژوهش انتخاب گردیدند. در این بین با نه نفر از خبرگان و متخصصان حوزه پژوهش مصاحبه صورت گرفته است. لازم به ذکر است که نمونه گیری و مصاحبه تا زمانی ادامه پیدا کرده است که فرایند تجزیه و تحلیل و اکتشاف به اشباع نظری برسد تا درباره ساختار درونی ارزش‌ها، نگرش‌ها و تجربه‌هایی که با موضوع پژوهش ارتباط داشته است، تعمق شود (روش دلفی) (اشتروس و کوربین، ۱۹۹۸).^۱

تحلیل داده‌ها نیز بر اساس سه مرحله کدگذاری باز، محوری و انتخابی انجام شد تا مدل نهایی پس از انجام دادن فرایند روشی آن، احصا شود. به منظور اعتباربخشی نتایج پژوهش، مراحل کدگذاری‌ها، دسته‌بندی گزاره‌ها و مقوله‌ها به منتخبان مطلع کلیدی که در اثنای پژوهش انتخاب شده بودند، ارائه شد و با انجام دادن اصلاحات، نتایج نهایی و چارچوب پژوهش به دست آمد.

فرایند اجرای تحقیق

پس از انجام مصاحبه‌ها و مطالعه اسناد و مدارک، داده‌های لازم تجمیع شد. با دسته‌بندی فنی گزاره‌های مقوله‌ای در قالب سه مرحله کدگذاری، در مجموع ۵۸ گزاره‌ی مقوله‌ای در مرحله کدگذاری باز و ۱۹ مقوله در مرحله کدگذاری محوری احصاء شد و در نهایت در مرحله کدگذاری انتخابی در قالب هفت دسته - مقوله طبقه‌بندی شدند. در جداول ۲ الی ۸ هفت دسته از مقولات به صورت مجزا بیان و بررسی شده‌اند.

واکاوی تغییر اقلیم: طی ۵۰ سال گذشته تغییرات آب‌هوایی در قالب و ظهور گسترش خشکسالی که ریشه در کاهش بارندگی به دلیل افزایش دمای هوا و پدیده گرمایش کره زمین داشته، به طور مستقیم در تشدید بحران آب در مناطق مختلف به خصوص قاره آفریقا و خاورمیانه نقش اصلی و اساسی داشته است (لاریجانی، ۲۰۰۵).

یکی از دلایل پدیده کم‌آبی و خشکسالی در ایران تغییر اقلیم است. بر اثر تغییر اقلیم پیش‌بینی می‌شود دمای متوسط ایران همانند سایر کشورهای خاورمیانه طی دهه اخیر ۲ درجه افزایش و بارش متوسط سالیانه آن ۲۰ درصد کاهش یابد. افزایش دما به‌مثابه تبخیر بیش‌تر آب در کشور است. از آنجاکه میانگین کل میزان تبخیر آب در ایران حدود ۷۰ درصد (نسبت به بارش) است با افزایش دما میزان بیش‌تری از آب تبخیر و میزان کم‌تری از بارش‌های سالیانه وارد سفره‌های زیرزمینی می‌شود. از نظر اقلیمی ایران جز کشورهای خشک و نیمه‌خشک است. ۲۵ درصد خاک ایران در مناطق فراه‌خشک، ۴۰ تا ۵۰ درصد در مناطق خشک و ۲۵ درصد در مناطق مرطوب قرار دارد (عربی یزدی و محمدیان، ۱۳۸۸). از سوی دیگر، بررسی‌ها نشان می‌دهد که بارندگی‌های کشور پراکنش خیلی گسترده‌ای دارد و به همین دلیل میزان بارش خیلی مؤثر نیست (سلیمانی، ۱۳۹۴).

جدول ۲. کدگذاری توجه به تغییر اقلیم

کدگذاری انتخابی	کدگذاری محوری	کدگذاری باز
توجه به تغییر اقلیم	بحران‌های ناشی از وقوع رخداد‌های طبیعی مانند سیل و خشکسالی	مدیریت باران‌های متغیر
		افزایش امکان بروز خشکسالی‌های شدید و سیلاب‌های شدید در آینده
	روند گرمایش زمین	کاهش میزان نفوذ آب در زمین و تضعیف منابع آب زیرزمینی با افزایش دما و میزان تبخیر
		کاهش میزان ریزش‌های جوی به‌صورت برف و تعویق در زمان ذوب برف

واکاوی نظام فرهنگی: فرهنگ امری اکتسابی و آموختنی است. ارزش‌ها، باورها و رفتار افراد را می‌توان با استفاده از ابزار آموزش تحت تأثیر قرارداد و در جهت موردنظر اصلاح نمود. بدین ترتیب آموزش ابزاری است که با استفاده از آن می‌توان ابعاد گوناگون توسعه پایدار را که ریشه در فرهنگ جامعه دارند، در جهت تحقق توسعه پایدار اصلاح نمود. از آنجاکه بافت و فرهنگ محلی تأثیر زیادی بر ابعاد توسعه دارد، توسعه پایدار در سطح جهان اشکال مختلفی پیدا کرده است. آرمان‌ها و اصول توسعه پایدار، مفاهیم گسترده‌ای را در برمی‌گیرد؛ از جمله: برابری بین نسلی، برابری جنسیتی، تعادل اجتماعی، کاهش فقر، حفاظت و احیاء محیط‌زیست، حفاظت از منابع طبیعی و ایجاد جوامعی که صلح بر آنها حاکم است (برووی، ۲۰۱۳).

جدول ۳. کدگذاری نظام فرهنگی

کدگذاری انتخابی	کدگذاری محوری	کدگذاری باز
نظام فرهنگی	تمرکز بر سرمایه‌های اجتماعی	مردم به‌عنوان بخشی از پیکره مدیریت حوزه آب کشور
		اهمیت نقش زنان در مدیریت آب
		تأثیر انسانی بر چرخه آب مثل تغییر کاربری اراضی، ذخیره‌سازی و کنترل آب
		توجه به تنوع فرهنگی-اجتماعی، قومیت‌ها و موقعیت‌های متفاوت هر منطقه و جغرافیا
	اصلاح الگوی مصرف آب و انرژی	نقش آموزه‌های دین در مصرف آب
		تغییر نگرش و دیدگاه عموم مردم نسبت به آب و نحوه مصرف آن
		حضور مؤثر و سازنده الگوها در جامعه در راستای مدیریت مصرف و محافظت از آب و محیط‌زیست
		تغییر سبک زندگی

واکاوی گسترش رشته‌های بین‌رشته‌ای در حوزه آب: در یک نگاه کلی به نظر می‌رسد که خواست جامعه از دانشگاه‌ها برای نقش‌آفرینی در تحقق توسعه پایدار، بیشتر بر رسالت خدمات اجتماعی دانشگاه‌ها و وظیفه پاسخگویی آنها به نیازهای جامعه تأکید نموده و منطبق با فلسفه آموزش‌های عمومی نظام آموزش عالی است. در آموزش‌های عمومی بر دروس میان‌رشته‌ای تأکید می‌شود، چراکه فرد در شبکه‌ای از ارزش‌های اجتماعی، اخلاقی، تاریخی، جامعه‌شناختی و ... قرار می‌گیرد و ناگزیر برای حل مسائل خود باید به قابلیت‌های ویژه‌ای مجهز شده و به جنبه‌های مختلف پدیده‌ها توجه نماید. به این ترتیب توجه به آموزش برای توسعه پایدار به نوعی تأکید مجدد بر توجه دانشگاه‌ها به ارائه آموزش‌های عمومی و اهمیت آنها در تحقق توسعه پایدار است (آراسته و امیری، ۱۳۹۱).

جدول ۴. کدگذاری گسترش رشته‌های بین‌رشته‌ای

کدگذاری انتخابی	کدگذاری محوری	کدگذاری باز
گسترش رشته‌های بین‌رشته‌ای در حوزه آب	تغییر در ساختار ستی آموزش عالی	توجه به سه حوزه اصلی مطالعات بین‌رشته‌ای برای توسعه پایدار آب: محیط مهندسی (از جمله رشته‌هایی مانند عمران، معماری، طراحی و غیره)، محیط اجتماعی (از جمله اقتصاد، قوانین، علوم سیاسی، جامعه‌شناسی، مطالعات سیاسی، مردم‌شناسی و غیره) محیط طبیعی (از جمله اکولوژی، هیدرولوژی، علوم خاک، زمین‌شناسی)
		تمرکز روی انجام یک پروژه بین‌رشته‌ای که پاسخ‌گوی مسئله‌ای خاص در حوزه آب باشد
		اجرای پایان‌نامه‌های بین‌رشته‌ای یا محوریت آب
		ایجاد انگیزه و مشوق برای پژوهشگران حوزه آب
		بهره‌گیری از اعضای هیات علمی
	توسعه نظام مشارکتی بین دانشگاه‌ها و بخش‌های مختلف حوزه آب	اعمال اراده سیاسی در بالاترین سطح تصمیم‌گیری و ایجاد سازوکار مناسب برای تقویت مشارکت بین‌بخشی
		قبول نقش حاکمیتی در تخصیص نیازهای محیط زیست (حفظ زیست‌بوم‌های آبی) در برنامه‌های تأمین و تخصیص آب
		همکاری سازمان‌های مسئول در بخش مدیریت آب کشور توسط ارگانهای ذی‌مدخل
		حضور سازمان‌ها و شرکت‌های متقاضی و نیازمند به ارزش حاصل از آموزش و مهارت‌های بین‌رشته‌ای

واکاوی بر اقتصاد نودر حوزه آب: از بعد اقتصادی، مهم‌ترین ضررهای کم‌آبی «کاهش تولید ناخالص داخلی»، «افزایش قیمت آب»، «افزایش تورم»، «افزایش بیکاری در بخش‌های کشاورزی» و «به خطر افتادن امنیت غذایی» کشور هست. کمبود آب در سناریوهای خوش‌بینانه، محتمل و بدبینانه به ترتیب ۰/۸، ۳/۳ و ۸/۴ درصد تولید ناخالص ملی را کاهش می‌دهد (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به این‌که کشاورزی بیش از ۱۳ درصد تولید ناخالص داخلی و حدود ۲۰ درصد شاغلین کشور را تأمین می‌کند. کم‌آبی اثر مستقیمی بر شاخص‌های افزایش بیکاری در بخش کشاورزی خواهد داشت (سلیمانی،

۱۳۹۴). به نظر می‌رسد یک راه حل اصلی و کلیدی برای کاهش بحران آب در ایران رعایت اصول پایداری محیط‌زیست در برنامه‌های توسعه صنعتی کشور باشد که با تغییر نگرش از اقتصاد کلاسیک مبتنی بر رشد به اقتصاد زیست‌بومی با احترام به طبیعت و در نظر گرفتن محدودیت‌های زیست‌محیطی ممکن می‌شود (حسینی، ۱۳۹۲). تضعیف کشاورزی به واردات بیش‌تر محصولات کشاورزی، کاهش تولید ناخالص ملی و افزایش بیکاری منجر می‌شود. برعکس باید کشاورزی را با اصلاح الگوهای مصرف آب و کاشت تقویت کرد.

جدول ۵. کدگذاری اقتصاد نوآوری در حوزه آب

کدگذاری انتخابی	کدگذاری محوری	کدگذاری باز
اقتصاد نوآوری در حوزه آب	آمایش سرزمین و مدیریت به هم پیوسته آب	جامع‌نگری در مدیریت آب با تأکید بر ارتقا کارایی و بهره‌وری آب
		اقتصاد نوآوری در حوزه آب
		هماهنگی بین بخشی و فرابخشی، هماهنگی در مدیریت آب و زمین به‌منظور ایجاد تعادل پایدار بین عرضه و تقاضای آب
		مدیریت الگوی کشت به‌خصوص در نقاط بحرانی کشور
		ایجاد صندوق عمومی بیمه کشاورزی برای حمایت کشاورزی در راستای مدیریت الگوی کشت
	شرکت‌های دانش‌بنیان و کسب و کارهای نوپا	حمایت و نقش‌آفرینی شرکت‌های دانش‌بنیان و کسب و کارهای نوپا حوزه آب
		تمرکز بر مدیریت مصرف آب و ارتقای بهره‌وری مصرف آب
	اصلاح قیمت آب و انرژی	تعیین ارزش کامل آب شامل ارزش ذاتی، اقتصادی، امنیتی، سیاسی و زیست‌محیطی
		تدوین چارچوب دستورالعمل‌های توسعه پایدار و اعمال سیاست‌های نرخ‌گذاری مناسب و قابل اجرا در کشور
		ایجاد حساب‌ها و صندوق‌های آبی
ایجاد زیرساخت علمی و فناوری برای بازار جدید آب		
ایجاد سازوکارهای مالی برای حمایت از خرید و فروش آب		
استفاده از ظرفیت‌های اقتصادی بخش خصوصی	جلب و تجهیز منابع مالی و سرمایه‌گذاری و اجرای سیاست‌های اصل ۴۴ قانون اساسی	
	استفاده از ظرفیت‌های اقتصادی بخش خصوصی	

کدگذاری انتخابی	کدگذاری محوری	کدگذاری باز
		ایجاد زمینه‌های لازم جهت نهادینه کردن مشارکت بخش غیردولتی در کلیه مراحل برنامه‌ریزی، مطالعه، اجرا و بهره‌برداری از منابع آب
		واگذاری سدهای کوچک، شبکه‌های آبیاری و زهکشی و تأسیسات آبی به بخش غیردولتی
		گسترش سازوکارهای تلفیقی منابع مالی عمومی و مؤسسات اعتباری
		ایجاد زمینه‌های لازم برای جلب سرمایه‌گذاری‌های داخلی و خارجی در بخش آب

واکاوی فناوری‌های آب: فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات و نوآوری‌های فناورانه در مدیریت آب مؤثر بوده است. اطلاعات در مورد آب برای تصمیم‌گیرندگان در نقاط مختلف دنیا تفاوت‌های زیادی دارد (برنامه جهانی ارزیابی آب، ۲۰۰۹)^۱. شیرهای کم فشار^۲ مجهز به حس‌گر، سردوش‌های کم فشار، واشرهای کاهش فشار، واشر محور افقی ماشین ظرف‌شویی با کارآمدی بیشتر مصرف آب از جمله فناوری‌های بهینه حوزه آب هستند (دپارتمان انرژی آمریکا^۳، ۲۰۰۲). کاربست فنون بازیافت آب خاکستری، استفاده از آب بازیافتی حاصل از آب‌های صنعتی و شهری را افزایش می‌دهد. این موارد می‌توانند تأثیر قابل توجهی در کاهش استرس کمبود آب داشته باشند (برنامه جهانی ارزیابی آب، ۲۰۰۹).

1. WWAP (World Water Assessment Programme)
2. Low-Flow
3. DOE (U.S Department of Energy)

جدول ۶- کدگذاری حوزه فناوری‌های آب

کدگذاری انتخابی	کدگذاری محوری	کدگذاری باز
فناوری‌های آب	پایش هوشمند مرکزی منابع و مصارف آب	عدم یکپارچگی و هماهنگی در مدیریت حوضه‌های آبریز در ابعاد مختلف آب، خاک و گیاه
		مدیریت منابع آب مشترک و مرزی (رودخانه‌ها و آب‌خوانها) در برخی مناطق مرزی کشور
		استفاده از شبکه‌های حسگر شیمیایی، بیولوژیکی، رادیولوژیکی و هسته‌ای برای نظارت بر حوادث خطرناک در سیستم‌های آب
		فناوری‌های مبتنی بر مدل‌سازی ماهواره‌ای و سنجش از راه دور برای تشخیص نشت از کانال و همچنین از مکان‌های ذخیره آب
	تمرکز بر فناوری‌های افزاینده بهره‌وری در حوزه کشاورزی و بهبودسازی مصرف آب	ترمیم و اصلاح شبکه‌های آبرسانی فرسوده
		تجدیدنظر در زنجیره تأمین محصولات وابسته به آب
		کارایی و بهره‌وری کم در بخش تقاضا و مصارف آب در شرایط جدید
	اندازه‌گیری هوشمند مصرف آب	اندازه‌گیری بر اساس کنتورهای هوشمند از راه دور
		جلوگیری مؤثر از بهره‌برداری‌های غیرمجاز چاه‌های آب
	فناوری‌های تصفیه آب و فاضلاب	تصفیه آب هدفمند، بازیافتی و تولیدشده
		تحقیق راهکارهای عملی برای فراهم‌نمودن امکان تصفیه، بازیافت در چرخه تولید، آبیاری فضای سبز و غیره
		توسعه شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب‌ها در شهرها به‌منظور بازیافت آب و پیشگیری از آلودگی‌های محیطی و منابع آب به‌منظور بهبود شرایط بهداشت محیط
		جلوگیری از آلودگی‌های مختلف در هنگام انتقال و مصرف آب

واکاوی نیاز به آموزش‌های نیروی انسانی کارآمد آینده: اهمیت آموزش و پژوهش، به‌ویژه در سطوح عالی بر هیچ‌کس پوشیده نیست، این امر پیش‌نیاز توسعه پایدار هر جامعه‌ای محسوب می‌شود. تحقق توسعه پایدار، منوط به برخورداری نظام آموزش عالی کارآمد با تربیت نیروهای کیفی-علمی و افزایش سهم تحقیق و پژوهش در جامعه است. آموزش‌های عمومی باید در نظام آموزش عالی بر مهارت‌های ارتباطی، تفکر انتقادی، مهارت‌های مسئله‌گشایی، درک زیبایی‌شناختی، توانایی در اتخاذ تصمیم‌های اخلاقی و علاقه به یادگیری مستمر دانش‌آموختگان دانشگاه‌ها تأکید نماید (آراسته و امیری، ۱۳۹۱).

جدول ۷. کدگذاری نیاز به آموزش‌های نیروی انسانی کارآمد

کدگذاری انتخابی	کدگذاری محوری	کدگذاری باز
نیاز به آموزش‌های نیروی انسانی کارآمد	توزیع تنوع جمعیتی متخصصان در سطح کشور	آموزش و تربیت افرادی که مفهوم توسعه پایدار را بدانند و در حوزه آب فعالیت کنند
		نیازهای جدید حاصل از توزیع ناهمگن زمانی و مکانی منابع آب از یک طرف و از سوی دیگر پراکنش و استقرار مراکز جمعیتی
	نیاز به آموزش اجتماعی، هوش عاطفی و حقوق محیط‌زیست به متخصصان	توسعه روند جامعه‌پذیری و احساس تعلق اجتماعی و حس یکی شدن در متخصصان
		آموزش مهارت‌های زندگی و توانمندسازی متخصصان در نگاه به زندگی و دنیا

واکاوی گسترش آموزش‌های عمومی جهت افزایش سطح دانش جامعه درباره محیط‌زیست و آب: به‌طور کلی «آموزش» یکی از محورهای افزایش فرهنگ عمومی و افزایش آگاهی‌های زیست‌محیطی به‌طور خاص است. از جمله مهم‌ترین آموزش‌های زیست‌محیطی درباره آب، افزایش حساسیت و احساس مسئولیت مردم عادی و مسئولان دستگاه‌های دولتی و بخش خصوصی نسبت به آب است. برای این که مردم، بخش خصوصی و بخش دولتی در برابر بحران بی‌آبی کشور احساس مسئولیت کنند؛ باید آگاهی‌هایشان درباره مسائل آب بیش‌تر شود. باید آب را به‌صورتی مسئله‌سازی کرد که آنها نسبت به موضوع آب، آگاه و خواستار حل آن شوند. برای این کار لازم است آموزش محیط‌زیستی از سوی رسانه‌های جمعی، نهادهای محیط‌زیستی و سازمان‌های مردم‌نهاد محیط‌زیستی، در خانواده، ادارات، مدارس و دانشگاه‌ها در قالب کارگاه‌های آموزشی یا سایر روش‌ها آموزش داده شود تا شهروندانی تربیت شوند که به طبیعت احترام می‌گذارند (گزارش شماره ۴ سال ۱۴۰۰ مرکز الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت)

جدول ۸- کدگذاری گسترش آموزش‌های عمومی جهت افزایش سطح دانش جامعه درباره محیط‌زیست و آب

کدگذاری انتخابی	کدگذاری محوری	کدگذاری باز
گسترش آموزش‌های عمومی جهت افزایش سطح دانش جامعه درباره محیط‌زیست و آب	توجه به سازمان‌های مردم نهاد	ارتقاء دانش در مورد چگونگی استفاده از آب‌های خوب، آماده‌سازی آب برای مصرف، دفع فاضلاب و غیره
		بهره‌برداری و ساماندهی فرایند توانمندسازی جامعه محلی بر اساس نیاز و خواست درون‌زای آنان
	تقویت تعاونی‌های کشاورزی	تحقیق و ترویج استفاده از روش‌های نوین کشاورزی نظیر کاهش استفاده از سموم برای مبارزه با آفات نظیر روش‌های بیولوژیکی، فیزیکی، استفاده از کودهای زیستی و آموزش صحیح به کشاورزان
		توسعه و ترویج الگوهای کم‌مصرف با بهره‌وری بالا در کشاورزی
	رسانه‌های جمعی و شبکه‌های اجتماعی	فعالیت‌های آگاهی‌رسانی برای عموم
		سازمان‌دهی و توانمندسازی جامعه و اطلاع‌رسانی از طریق وسایل ارتباط جمعی در زمینه بحران آب و تهدیدهای ناشی از آن

نتیجه‌گیری

با ظهور چارچوب کلی اولیه، کوشیده شد تا با گردآوری اطلاعات بیشتر حفره‌های مفهومی چارچوب پر و ارتباط بین مقوله‌ها آشکار شود. در نهایت با دست‌یابی به اشباع نظری، چارچوب نهایی به دست آمد. در ادامه منطق کلی چارچوب مورد نظر بیان می‌شود و سپس چارچوب نهایی در شکل ذیر ارائه می‌شود: در حال حاضر چالش‌های بهره‌برداری و مدیریت آب از جمله مصرف بی‌رویه آن در بخش‌های مختلف با توجه به رشد نیازهای کشور و همچنین آلودگی و کاهش منابع آب‌های زیرزمینی و سطحی گریبان‌گیر مردمانی است که روزگاری خود به پیش‌گامی در مدیریت پایدار منابع آب شناخته می‌شدند؛ اما تغییرات سریع اجتماعی-اقتصادی در روزگار معاصر و برنامه‌های غیر متوازن و ناهماهنگ با توان‌زیستی مناطق مختلف، کشور را با چالش‌های جدی در زمینه منابع آب رو به‌رو کرده است. هدف نهایی توسعه، بهبود سطح زندگی افراد جامعه از طریق کاهش فقر، بیکاری و نابرابری است (سپرز، ۱۹۶۹). سازمان ملل

متحد در سال ۱۹۸۳ به منظور رفع مشکلات پیش آمده، کمیسیون جهانی محیط‌زیست و توسعه را ایجاد کرد که در گزارش نهایی خود با عنوان «آینده مشترک ما»، رویکرد جدید توسعه پایدار را مطرح نمود. در این بخش، توسعه پایدار بدین گونه تعریف شد: توسعه‌ای که نیازهای نسل کنونی را بدون درخطر قراردادن توانایی نسل‌های آینده در رفع نیازهایشان، برآورده می‌سازد. از سوی دیگر به تدریج نشانه‌های ظهور الگوهای توسعه و پایداری آشکار شد. جهان که تا آن زمان چاره همه آلام بشر را در رشد بیشتر اقتصادی می‌دید، متوجه شده که تولید بیشتر لزوماً نمی‌تواند ضامن رفاه و صلح و خوشبختی انسان‌ها باشد. رشد اقتصادی زمانی پیام‌آور خوشبختی و آرامش خواهد بود که ضمن حفظ حرمت طبیعت و سایر موجودات، حاصل آن به صورت عادلانه در اختیار نسل حاضر و آینده بشر قرار گیرد. پایداری، الگووهایی است برای تفکر در مورد آینده که در آن ملاحظات زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی به منظور ارتقاء کیفیت زندگی، در وضعیتی متعادل با یکدیگر قرار می‌گیرند. در این رویکرد، انسان و محیط‌زیست - نه رشد اقتصادی با شاخص‌های کمی - محور اصلی توسعه به‌شمار می‌روند. توسعه پایدار چهار بعد اصلی زیست‌محیطی، اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی دارد که همگی در یک بافتار منسجم، درهم تنیده شده‌اند و به صورت متقابل بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند، به طوری که نمی‌توان آنها را جدای از یکدیگر تصور نمود (گارسیا، ۲۰۱۰). اگر توسعه پایدار را به سقف یک ساختمان تشبیه کنیم، ابعاد محیطی، اقتصادی و اجتماعی، ستون‌های آن را تشکیل می‌دهند که بر فرهنگ جامعه که زیربنای ساختمان را می‌سازد، استوار شده‌اند (آراسته و امیری، ۱۳۹۱).

در چارچوب‌بندی، انسجام‌دهی و منطق‌دهی؛ مولفه‌های شناسایی شده به واقعیت بسیار نزدیک هستند. بر این اساس مولفه‌های توسعه پایدار درهم تنیده و در امتداد هم هستند که در صورت تزلزل یک عنصر، عملکرد عناصر دیگر تحت تأثیر گرفته و حتی ممکن است مختل شود. در صورتی که مولفه‌ای درست کار نکند باعث بهم ریختگی کل ساختار شده و تعادل و پایداری منوط به هماهنگی و همکاری بخش‌های مختلف در کنار هم است. از این رو شکل ۱ برای این مورد طراحی شد.

توجه به تغییر اقلیم

گسترش آموزش های عمومی جهت افزایش سطح دانش جامعه درباره محیط زیست و آب

نیاز به آموزش های نیروی انسانی کارآمد

اقتصاد نوآوری در حوزه آب

گسترش رشته های بین رشته ای در حوزه آب

فناوری های حوزه آب

نظام فرهنگی

شکل ۱. چارچوب الزامات سیاست گذاری علم و فناوری توسعه پایدار در حوزه آب در راستای روایت نظریه

نظام های آموزش و رویکردهای آن از قاعده رشد مستثنی نبوده اند، پژوهش ها و آموزش ها به ویژه در دانشگاه ها بیشتر به سمت افزایش دانش و تخصص در یک حوزه خاص و غالباً به منظور افزایش رشد اقتصادی شکل گرفته اند. در آموزش نیز ساختارها، فرایندها، روش های تدریس، محتوای آموزشی، شیوه های ارزیابی و ... نیز متناسب با آن هدف به وجود آمده اند. حال با ظهور الگوواره پایداری و تغییر فرضیات بنیادین، نظام های آموزش نیز باید ساختارهای خود را با این شرایط منطبق نموده و تغییراتی فراتر از اصلاحات جزئی برنامه درسی و یا پژوهش درخصوص مسائل پایداری اعمال نمایند و الزامات جدیدی را برای تحقق توسعه پایدار بپذیرند. از طرفی حوزه آب یک حوزه فرباخشی و گسترده است که در همه ابعاد زندگی حضوری پررنگ دارد و با توجه به مقتضیات کنونی کشورمان شرایط خاص و ویژه ای بر آن حاکم است.

از این رو برای تحقق کاربست سیاست گذاری آینده پژوهانه علم و فناوری در حوزه آب کشور الزامات علم و فناوریانه زیر پیشنهاد می شود:

زیرساخت این چارچوب نظام فرهنگی است که بر سرمایه های اجتماعی تمرکز دارد و به دنبال اصلاح الگوهای مصرف آب و انرژی است. در این بین توجه به این مهم که عموم مردم در مدیریت مصرف آب نقش مدیریتی و تعیین کننده ای دارند، بسیار مهم است. تاثیرات انسان بر چرخه آب مثل تغییر کاربری اراضی، ذخیره سازی و کنترل آب می تواند مدنظر قرار گیرد. آموزه های دین درباره آب و تغییر نگرش و دیدگاه عموم مردم نسبت به آب و نحوه مصرف آن می تواند بر سبک زندگی مردم در راستای بهبود و ارتقای مدیریت پایدار آب تاثیر بگذارد. تاکید می شود که نظام فرهنگی پایه و زیرساخت است در صورتی که دچار مخاطره شود، مولفه های بعدی نیز فاقد کارکرد خواهند شد و دچار مخاطرات بزرگتری می شوند.

بر روی این زیرساخت، سه ستون اصلی قرار می گیرند، که عبارتند از: فناوری های حوزه آب،

گسترش رشته‌های بین‌رشته‌ای و اقتصاد نوآوری در حوزه آب. این سه ستون مفهوم توسعه را در کنار هم به همراه دارند و از طرفی حرکت متوازن و هماهنگ آنها بر روی نظام فرهنگی، پایداری را برای کل سیستم به ارمغان می‌آورد. ستون وسط و مرکزی گسترش رشته‌های بین رشته‌ای در حوزه آب است که تغییر در ساختار سنتی آموزش عالی و توسعه نظام مشارکتی بین دانشگاه‌ها و بخش‌های مختلف حوزه آب را خواستار است. در کنار این ستون فناوری‌های حوزه آب در حوزه‌های مونیتورینگ هوشمند مرکزی منابع و مصارف آب، تمرکز بر فناوری‌های افزاینده بهره‌وری در حوزه کشاورزی و بهینه‌سازی مصرف آب، اندازه‌گیری هوشمند مصرف آب و فناوری‌های تصفیه آب و فاضلاب، نقش‌آفرینی می‌کند. ستون سوم، اقتصاد نوآوری در حوزه آب است که به دنبال جامع‌نگری و هماهنگی بین بخشی و فرابخشی در آمایش سرزمین برای مدیریت به هم پیوسته آب و اصلاح قیمت آب و انرژی از یک طرف و حمایت و نقش‌آفرینی شرکت‌های دانش‌بنیان و کسب و کارهای نوپا حوزه در آب و استفاده از ظرفیت‌های اقتصادی بخش خصوصی، از طرف دیگر است.

در ادامه برای تداوم توسعه و پایداری نیاز به دو پازل کلیدی آینده‌پژوهانه داریم. پازل اول، آموزش‌های نیروی انسانی کارآمد است که برای پاسخ به نیاز به آموزش نگاه‌های اجتماعی، هوش عاطفی و حقوق محیط زیست؛ به متخصصان و نیازهای جدید حاصل از توزیع ناهمگن زمانی و مکانی منابع آب از یک طرف و از سوی دیگر به پراکنش و استقرار مراکز جمعیتی حضور، وابسته است. پازل دوم گسترش آموزش‌های عمومی جهت افزایش سطح دانش جامعه درباره محیط زیست و آب است. رسالت سازمان‌های مردم‌نهاد، تقویت تعاونی‌های کشاورزی و سازماندهی و توانمندسازی جامعه و اطلاع‌رسانی از طریق رسانه‌های جمعی و شبکه‌های اجتماعی در زمینه بحران آب و تهدیدهای ناشی از آن را برعهده دارد. در واقع این دو پازل، پایداری و تعادل سیستم را با توجه به توسعه صورت گرفته تضمین می‌کنند. عنصر مشارکت عمومی و اطلاع‌رسانی همگانی از یک سو و توجه به نسل آینده متخصصان و نیازهای آموزشی و مهارتی آنها از سوی دیگر مورد نظر قرار گرفته است.

بر روی این ساختار همگن مولفه تغییر اقلیم قرار می‌گیرد که به روند گرمایش زمین و بحران‌های ناشی از وقوع رخداد‌های طبیعی مانند سیل و خشکسالی اشاره دارد. این مولفه در راس این چارچوب قرار گرفته است. بدین معنی که، اگر همه مؤلفه‌ها و عناصر به‌شکلی هماهنگ و بدون اشکال کار کنند، مولفه جهانی تغییر اقلیم می‌تواند کل سیستم را دچار مخاطره کند. این موضوع به نوعی بیانگر ارتباط و یکپارچگی جهانی مقوله توسعه پایدار است. در صورتی که مولفه‌های زیرین به اندازه کافی توسعه یافته باشند و در توازن و هماهنگی با هم فعالیت کنند، می‌توان انتظار داشت که در صورت ظهور پدیده‌های ناشی از تغییر اقلیم مانند سیل، سیستم؛ تاب‌آوری لازم برای مواجه شدن با آن را دارد.

احمدیان دیوکتی، محمد مهدی، آقاجانی، حسنعلی، شیرخدايي، میثم، طهرانچیان، امیرمنصور (۱۳۹۷). طراحی مدل سیاست‌گذاری علم و فناوری مبتنی بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی. فصلنامه سیاست‌گذاری عمومی ۴(۴): ۲۷-۹.

آراسته، ح، امیری، الف (۱۳۹۷). نقش دانشگاه‌ها در آموزش توسعه پایدار. *نشا علم*. سال دوم. شماره دوم. اسدزاده شرفه، ح، رثوف، م (۱۳۹۷). مقایسه کارایی مصرف آب در سیستم‌های آبیاری بارانی و هیدروفلوم (مطالعه موردی: دشت اردبیل). *مدیریت آب و آبیاری*، ۸(۱)، ۶۸-۵۵.

حسینی، م (۱۳۹۲). آب اصفهان تشنه تدبیر (۲). *گفت‌وگو، چشم‌انداز ایران*. شماره ۷۸. سلیمانی، الف (۱۳۹۴). جایگاه محیط زیست در برنامه‌های توسعه کشور، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی، دفتر مطالعات زیربنایی. (گروه محیط زیست). عربی یزدی، ع، محمدیان، م (۱۳۸۸). بررسی رد پای اکولوژیک آب در بخش کشاورزی ایران. *آب و خاک/علوم و صنایع کشاورزی*. جلد ۲۳، ش ۴، ص ۱۵-۱.

عزتی فیض، ج (۱۳۹۴). بحران آب (چالش‌ها و راهکارها)، *فصلنامه زمین‌شناسی*. سال ششم. ش پانزدهم. تابستان. قاضی نوری، سید سروش (۱۳۸۳). ارزیابی تکنولوژی، برای کمک به سیاست‌گذاری، انتشارات مرکز صنایع نوین، چاپ اول.

قائدی، س، افراسیاب، پ و دلبری، م (۱۳۹۶). بررسی مدیریت‌های مختلف تلفیق آب شور و غیرشور بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای و توزیع شوری در نیمرخ خاک. *مدیریت آب و آبیاری*. ۷(۲): ۲۴۰-۲۲۷. گامت، فلیپ (۱۳۷۵). سیاست علم و تکنولوژی، ترجمه حمیدرضا متولی، فصلنامه سیاست علمی و پژوهشی رهیافت، ۱۲، ص ۹۶-۱۰۲.

مرکز الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت (۱۳۹۵). گزارش مدیریت منابع آب کشور: چالش‌ها و راهبردها، ۸۶-۸۵. یوسفی، ع، خلیلیان، ص، بلی، ح (۱۳۹۰). بررسی اهمیت منابع آب در اقتصاد ایران با استفاده از الگوی تعادل عمومی، *اقتصاد و توسعه کشاورزی*. جلد ۲۵، ش ۱، ص ۱۲۰-۱۰۹.

Board ,S .S & ,National Research Council .(2007) .Earth science and applications from space :national imperatives for the next decade and beyond. National Academies Press.Cooley, D., Naveau, P., & Poncet, P. (2006). Variograms for spatial max-stable random fields. In *Dependence in probability and statistics* (pp. 373-390). Springer, New York, NY.

Borowy ,I .(2013) .Defining sustainable development for our common future: A history of the World Commission on Environment and Development)Brundtland Commission .(Routledge.

Carmon ,N & ,Shamir ,U .(2010) .Water-sensitive planning: integrating water considerations into urban and regional planning. *Water and Environment*

- Journal, 24 (3), 181-191.
- Castelló ,A & ,.Doménech ,R .(2002) .Human capital inequality and economic growth :some new evidence .The economic journal ,(478) 112 ,C187-C200.
- Clearinghouse” .(2009) .Low-cost water security technologies for developing countries “.[http://:www.jalmandir.com/filtration/life/life-straw.html](http://www.jalmandir.com/filtration/life/life-straw.html)
- Dawe ,G ,.Jucker ,R & ,.Martin ,S .(2005) .Sustainable development in higher education :current practice and future developments .A report to the Higher Education Academy ,York) UK) ([http://:www .Heacademy .Ac .Uk/assets/York/documents/ourwork/tla/sustainability/sustdevinhefinalreport .Pdf](http://www.Heacademy.Ac.Uk/assets/York/documents/ourwork/tla/sustainability/sustdevinhefinalreport.Pdf).)
- DOE) US Department of Energy .(2002) .(Domestic Water Conservation Technologies .Office of Energy Efficiency and Renewable Energy ,Federal Energy Management Program Federal Technology Alerts ,October.
- Fadeeva ,Z ,.Mochizuki ,Y ,.Brundiens ,K ,.Wiek ,A & ,.Redman ,C .L.(2010) . Real-world learning opportunities in sustainability: from classroom into the real world. International Journal of Sustainability in Higher Education.
- Gaard Martin ,Binning ,Philip John ,Albrechtsen ,Hans-Jørge .(2011) .increasing urban water self-sufficiency :New era ,new challenges ,Journal of Environmental Management.57 ,
- Huang ,D ,.Ou ,B & ,.Prior ,R .L .(2005) .The chemistry behind antioxidant capacity assays .Journal of agricultural and food chemistry1841- ,(6)53 , .1856
- Kao ,H .Y & ,.Yu ,J .Y .(2009) .Contrasting eastern-Pacific and central-Pacific types of ENSO .Journal of Climate.615-632 ,(3)22 ,
- Larijani ,K .M .(2005) .Irans Water Crisis ;Inducers ,Challenges and Counter-Measures.
- Martin ,B .R .(2012) .The evolution of science policy and innovation studies. Research Policy.1219-1239 ,(7)41 ,
- Rothwell ,R .(1994) .Towards the fifth-generation innovation process .International marketing review.7-31 ,(1)11 ,
- Seers ,D .(1969) .The Meaning of Development .International Development Review .Vol 11.No .1.PP.3-4 .
- Shamir ,B & ,.Salomon ,I .(1985) .Work-at-home and the quality of working life .Academy of Management Review.455-464 ,(3)10 ,
- Shephard ,G .S ,.Marasas ,W .F ,.Burger ,H .M ,.Somdyala ,N .I .M ,.Rheeder , J .P ,.Van der Westhuizen ,L & ... ,.Van Schalkwyk ,D .J .(2007) .Exposure

- assessment for fumonisins in the former Transkei region of South Africa. Food additives and contaminants.621-629 ,(6)24 ,Stine, D. D. (2009). Science and technology policymaking: A primer. DIANE Publishing.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). Basics of qualitative research techniques (pp. 1-312). Thousand oaks, CA: Sage publications.
- Struck Scott D. (2012). Visions of Green Technologies in 2050 for Municipal Resource Management, Environmental and Water Resources Institute (EWRI) of the American Society of Civil Engineers.
- Thorbecke ,E .(2007) .The evolution of the development doctrine.2005–1950 , In advancing development) pp .(3-36 .Palgrave Macmillan ,London.
- WWAP ,U .(2009) .United Nations World Water Assessment Programme .The world water development report :3 water in a changing world.
- Xu ,C .Y & ,.Singh ,V .P .(2004) .Review on regional water resources assessment models under stationary and changing climate .Water resources management.591-612 ,(6)18 ,