

Article Type: Conceptual

نوع مقاله: مفهومی

Disambiguating Basic Concepts in Water Management: "Adaptation to Water Scarcity"

A. Mianabadi^{1*}, K. Davary²

1,2- Postdoctoral Researcher and Professor, Water Engineering Department, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

*(Corresponding Author Email: ammianabadi@gmail.com)

Received: 20-06-2019

Accepted: 31-12-2019

ابهام‌زدایی از مفاهیم پایه در حوزه مدیریت آب: «سازگاری با کم‌آبی»

آمنه میان‌آبادی^{۱*}، کامران داوری^۲

۱ و ۲- به‌ترتیب پژوهشگر پسادکتری و استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد.

*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: ammianabadi@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۳۱

Abstract

Adaptation to water scarcity is a topic that has received more attention recently by the Ministry of Energy as well as water experts. Providing appropriate solutions and long-term and efficient plans for this issue requires discussion and consensus on the subject. One of the issues that causes consensus to fail in various scientific disciplines is misunderstanding of concepts and lack of common technical reference. To come up with appropriate solutions to water scarcity, it is necessary to understand both "adaptation" and "Scarcity". There are various meanings associated with these two terms that need to be examined in relation to each other and avoid the use of them interchangeably by providing the correct definition of these concepts. This article discusses some of these concepts.

Keywords: Basic concepts, Adaptation, Coping, Mitigation, Water Scarcity, Water shortage.

چکیده

سازگاری با کم‌آبی مبحثی است که اخیراً توسط وزارت نیرو و متخصصان بخش آب مورد توجه زیادی قرار گرفته است. ارائه راهکارهای مناسب در این زمینه و برنامه‌ریزی بلندمدت و کارآمد برای آن نیازمند گفتگو و اجماع نظر پیرامون موضوع مورد بحث است. یکی از مسائلی که باعث می‌شود، در مباحث مختلف علمی نتوان به اجماع رسید، درک ناصحیح از مفاهیم و نداشتن فرهنگ لغت مشترک است. برای ارائه راهکارهای مناسب سازگاری با کم‌آبی باید ابتدا درک درستی از دو واژه "سازگاری" و "کم‌آبی" داشت. مفاهیم مختلفی مرتبط با این دو واژه وجود دارد که باید ارتباط آنها با همدیگر بررسی شده و با شناخت دقیق این مفاهیم، از کاربرد آنها به‌جای یکدیگر اجتناب شود. در این مقاله برخی از این مفاهیم بررسی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: مفاهیم پایه، سازگاری، سازش، تسکین، کمیابی آب، کمبود آب.

که تاکنون مورد توجه جامعه بوده است، باید به توسعه پایا تبدیل شود. اولین و مهمترین راهکار برای بررسی این مسئله، تغییر رویکرد است. رویکرد سیاست‌گذاران نسبت به مسائل، باید به گونه‌ای باشد که همه جوانب یک مسئله در یک سامانه آبی مورد توجه قرار گیرد. اکثر مسائل و مشکلات به وجود آمده ناشی از وجود دیدگاه جزئی‌نگر^۲ است، درحالی‌که یک سامانه در هم تنیده^۳ آبی به دلیل وجود اثرات متقابل و بازخورد بین اجزای مختلف باید از دیدگاه کلی‌نگر^۴ بررسی شود.

همچنین حل مشکلات آب نیازمند مشارکت گرداران^۵ و دستیابی به اجماع نسبی بر روی برنامه احیای تعادل و پایایی است. این فرآیند به شدت نیازمند گفتگو و دیالوگ است. متأسفانه ابهام‌های فراوانی در تعریف مفاهیم مرتبط با مباحث آبی وجود دارد؛ درحالی‌که یکی از ضرورت‌های دستیابی به مفاهیم دیالوگ، داشتن فرهنگ لغات مشترک می‌باشد. در برخی موارد، رویکرد ناصحیح به مسائل ناشی از عدم آگاهی از تعاریف واژه‌ها و اصطلاحاتی است که در منابع مختلف علمی و سیاستی به‌وفور استفاده می‌شود. به این منظور باید ابتدا تعاریف درستی از برخی واژه‌ها در این حیطه ارائه شود.

یکی از مسائل مهم و مورد توجه وزارت نیرو، بحث سازگاری با کم‌آبی است. پیش از وارد شدن به مبحث سازگاری با کم‌آبی و ارائه راهکارهای سازگاری، ابتدا باید با مفاهیم اساسی در این زمینه آشنا شد. در زمینه موضوع سازگاری، مفاهیم مختلفی وجود دارد که باید ارتباط آن‌ها با همدیگر بررسی و با شناخت دقیق این مفاهیم، از کاربرد آن‌ها به جای یکدیگر اجتناب شود. در این مقاله برخی از مفاهیم مهم مرتبط با این بحث بررسی می‌شود.

کمبود آب: کمبود آب، کمبود کمی منابع تامین آب با کیفیت مناسب در یک مکان و زمان مشخص است. این کمبود می‌تواند ناشی از منابع آب ناکافی، فقدان و یا نگهداری نامناسب زیرساخت‌ها و یا تغییرات فصلی یا سالانه اقلیمی باشد (FAO، ۲۰۱۲). دوره‌های همراه با کمبود آب، مقطعی و ناشی از وقایعی چون وقوع خشکسالی و یا قطع موقت آب (کاهش موقت منابع آبی) بوده که منجر به «بحران»^۶ شده و با رفع بحران نیز از بین خواهد رفت. کمبود آب فقط در دوره بحرانی موجب اختلال می‌شود. لازم به ذکر است در چنین شرایطی استفاده از کلمه بحران مصداق دارد، زیرا بحران؛ پیشامدی مقطعی، گذرا، پویا، متغیر و غیر منتظره است.

کمیابی آب: دوره همراه با کمیابی آب، ماندگار و وخیم است و در صورتی که میزان مصارف آب از میزان منابع آب موجود در یک حوضه آبریز تجاوز نماید (FAO، ۲۰۱۲)، این دوره رخ خواهد داد. کمیابی آب، ناشی از دخالت‌های انسانی در استفاده بیش از

کشور ایران از نظر جغرافیایی در منطقه‌ای خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته است و یکی از خصوصیات بارز آن مقادیر کم بارش سالانه می‌باشد. در طی سالیان مختلف مردم کشور، با درک این مسئله سعی داشته‌اند خود را با شرایط خشک منطقه وفق داده و راهکارهایی برای استفاده مناسب و بهینه از منابع آب موجود به‌ویژه برای فعالیت‌های کشاورزی پیدا کنند. یکی از موفق‌ترین راهکارهای استفاده بهینه از منابع آبی، حفر قنات‌ها بود، که به شکلی بسیار هوشمندانه و سازگار با اقلیم گرم و خشک ایران توسط ایرانیان باستان انجام می‌شد. انتقال آب در زیر زمین در قنات به شکلی که در معرض نور خورشید و تبخیر قرار نگیرد، یکی از راهکارهای سازگاری با اقلیم گرم و خشک ایران بود. علاوه بر قنات، احداث کانال‌ها (جوی)، یخچال‌ها، مخازن ذخیره آب و ... از جمله فعالیت‌هایی بود که در گذشته برای استفاده بهینه از آب موجود صورت می‌گرفت (Madani و همکاران، ۲۰۱۶).

در سال‌های اخیر با توجه به افزایش جمعیت و توسعه کشاورزی و صنعت روند استفاده از منابع آب موجود به‌ویژه آب‌های زیرزمینی افزایش زیادی داشته و این منبع حیاتی را با کسری آب مخزن روبه‌رو کرده است. در چنین شرایطی نزولات جوی و منابع آب سطحی و زیرزمینی پاسخگوی نیاز آبی بخش‌های مختلف نمی‌باشد، بنابراین باید به دنبال راهکارهای مناسبی برای سازگاری با شرایط کم‌آبی بود، به طوری که پایایی^۱ سیستم‌های آبی نیز دچار مشکل نشود. به بیان دیگر توسعه افسارگسیخته‌ای

کم‌آبی

منظور از «کم‌آبی»، نبود آب کافی برای تأمین نیازهای موجود در یک جامعه است. در متون علمی بین‌المللی برای این مفهوم دو عبارت «کمبود آب»^۷ و «کمیابی آب»^۸ استفاده شده است. در جدول (۱) اصطلاحات انگلیسی این دو عبارت، معانی ذی‌ربط بر مبنای فرهنگ لغات آکسفورد و کمبریج، تعاریف معمول در متون علمی انگلیسی و معادل پیشنهادی آن‌ها ارائه شده است. به‌طور کلی واژه shortage به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن هر «چیز» مورد نظر به قدر کافی در دسترس نباشد، اما واژه scarcity در شرایطی معنا می‌یابد که آن «چیز» به آسانی قابل دسترسی نباشد و یا مقدار آن برای تامین نیازها کافی نباشد. برای این دو واژه به ترتیب معادل فارسی «کمبود» و «کمیابی» پیشنهاد شد. براین اساس می‌توان دو عبارت «کمبود آب» و «کمیابی آب» را به شکل زیر تعریف نمود:

حد از منابع آب حاصل می‌شود و ظرفیت تجدیدپذیری آن را با چالش مواجه می‌نماید. میزان آب موجود، مقدار آب قابل تخصیص است و شامل آب تجدیدپذیر تحت مدیریت^۱ و آب‌های انتقالی از حوضه‌های دیگر به حوضه موردنظر است. به نظر می‌رسد برای

سازگاری با چنین شرایطی یا باید مصارف آب در حوضه را کاهش و یا منابع آب حوضه را افزایش داد (به‌عنوان مثال انتقال آب از خارج از حوضه آبریز). راهکار اول به اجماع گرداران و راهکار دوم به سرمایه فراوان نیاز دارد که هیچکدام به آسانی در دسترس نیست.

جدول ۱- معنی، تعریف و معادل فارسی کلمات مرتبط با کم‌آبی

معادل فارسی پیشنهادی	کاربرد در متون علمی مرتبط	معنی انگلیسی	کلمه انگلیسی
کمبود	Water shortage: low levels of water supply at a given place and a given time (FAO, 2012)	Cambridge: a situation in which there is not enough of something Oxford: a state or situation in which something needed cannot be obtained in sufficient amounts	Shortage
کمیابی	Water scarcity: an excess of water demand over available supply (FAO, 2012), the lack of sufficient available water resources to meet the demands of water usage within a region (Science daily, 2018)	Cambridge: a situation in which something is not easy to find or get Oxford: the state of being scarce or in short supply (Scarce: insufficient for demand)	Scarcity

سازگاری

در ارتباط با وقایع مختلف غیرمترقبه سه واژه مهم در منابع مختلف علمی و سیاستی وجود دارد، این سه کلمه از نظر مفهومی و کاربردی تفاوت داشته و شامل «سازش»^۱، «تسکین»^۲، و «سازگاری»^۳ می‌باشد. واژه‌های انگلیسی، معادل فارسی و انگلیسی و کاربرد آنها در جدول (۲) ارائه شده است. سازش: واژه سازش یک واژه عمومی برای اقداماتی است که از طریق آنها می‌توان در قالب دو واژه «تسکین» و «سازگاری» با وقایعی چون تغییر اقلیم یا مخاطرات طبیعی سر کرد.

تسکین: واژه تسکین ابتدا در متون علمی در رابطه با مدیریت ریسک مخاطرات طبیعی (به‌طورویژه در رابطه با خشکسالی در حوزه مدیریت منابع آب) مطرح شد. اما در ادامه، این واژه در مبحث تغییر اقلیم نیز وارد شد که شامل هرگونه فعالیت انسانی برای کاهش منابع تولید^۴ یا افزایش مخازن جذب^۴ گازهای گلخانه‌ای است (IPCC, ۲۰۰۱a).

سازگاری: این واژه به‌طورکلی، به معنای تغییر شرایط برای تطبیق یافتن با محیط زندگی و یا تغییرات وقوع یافته است. در لغت نامه دهخدا سازگاری به «عمل سازگار» و «وفق دادن» معنا شده است. این واژه از حوزه علوم زیستی به امانت گرفته شده و ناظر بر هوشمندی ذاتی موجودات زنده است

که محدودیت‌های محیطی را درک نموده و به‌طور مستمر خود را با شرایط متغیر محیطی انطباق می‌دهند. سازگاری، در مباحث مختلف علمی، هرگونه اقدامی که منجر به کاهش اثرات ناخوشایند حوادث غیرمترقبه (مخاطرات طبیعی یا تغییر اقلیم) شود، را در بر می‌گیرد. به‌عبارت‌دیگر، سازگاری شامل شناخت محدودیت‌ها، پذیرش آنها و سپس عمل در دامنه آنها می‌باشد. در علوم طبیعی و اجتماعی، سازگاری را تطبیق با تغییرات محیطی، توانایی برای کاهش خسارات بالقوه، توانایی برای سودبردن از فرصت‌ها، افزایش ظرفیت برای حفظ زندگی و معیشت، و توانایی برای مقابله با پیامدهای مخاطرات محیطی تعریف می‌کنند (Klein و Fussel, ۲۰۰۶). بر اساس تعریف Mitchell و Tanner (۲۰۰۶)، سازگاری، چگونگی آمادگی افراد، گروه‌ها و یا سیستم‌های طبیعی در برابر تغییرات اقلیمی یا محیطی و پاسخ به این تغییرات می‌باشد. امروزه این واژه به‌طور خاص در ارتباط با مباحث تغییر اقلیم به‌کار گرفته می‌شود و طبق تعریف هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم، سازگاری در سیستم‌های انسانی، «فرآیند تطبیق با اقلیم واقعی یا موردانتظار و اثرات آن، به‌منظور کاهش آسیب‌ها و استفاده از فرصت‌های مفید آن» می‌باشد (IPCC, ۲۰۰۷؛ ۲۰۱۴). سازگاری نشانه‌ای از هوشمندی و ضرورت دوام و بقا هر توسعه‌ای است.

جدول ۲- معنی، تعریف و معادل فارسی کلمات مرتبط با سازگاری

اصطلاح انگلیسی	معنی انگلیسی	کاربرد در متون علمی مرتبط	معادل فارسی پیشنهادی
Coping (cope)	Cambridge: to deal successfully with a difficult situation Oxford: to deal effectively with something difficult Or to have the capacity to deal successfully with	Coping with climate change Coping with water scarcity: to live in harmony with the environmental conditions specific to and dictated by limited available water resources (Pereira et al., 2002)	سازش
Mitigation	Cambridge: the act of reducing how harmful, unpleasant, or bad something is Oxford: the action of reducing the severity, seriousness, or painfulness of something	Climate change mitigation: An anthropogenic intervention to reduce the sources or enhance the (sinks of greenhouse gases (IPCC, 2001b Natural hazard risk mitigation (drought mitigation-drought risk mitigation-flood risk mitigation): Any structural/physical or non-structural measures undertaken to limit the adverse impacts of the natural hazard	تسکین
Adaptation	Cambridge: the process of changing to suit different conditions or the process in which a living thing changes slightly over time to be able to continue to exist in a particular environment, or a change like this Oxford: the action or process of adapting or being adapted (Adapt: make (something) suitable for a new use or purpose, become adjusted to new conditions)	Climate change adaptation: Adjustment in natural or human systems in response to actual or expected climatic stimuli or their effects, which moderates harm or exploits beneficial opportunities (IPCC, 2001b) Adaptation to water scarcity	سازگاری

شود. بدسازگاری شامل فعالیت‌هایی است که برای پیشگیری یا کاهش آسیب پذیری به پدیده غیرمترقبه انجام می‌شود، اما عملاً باعث افزایش آسیب‌پذیری سایر سیستم‌ها و بخش‌های اجتماعی می‌شود. راهکارهای مربوط به سازش با یک پدیده غیرمترقبه در گذشته می‌توانست مناسب باشد، اما این راهکارها امروزه و در شرایطی که اقلیم در حال تغییر است، کارگشا نیست. به‌عنوان مثال در گذشته، فروش دام‌ها در صورت وقوع خشکسالی‌هایی ممکن بود هر ۵ سال (یا بیشتر) اتفاق بیفتد، می‌توانست به‌عنوان راهکاری کوتاه مدت و فوری برای سازش با خشکسالی در نظر گرفته شود. ولی در حال حاضر که به دلیل تغییر اقلیم، فراوانی وقوع خشکسالی‌ها افزایش یافته است، نمی‌توان از این راهکار استفاده نمود. علاوه بر تفاوت بیان شده فوق، نگارندگان معتقدند که سازش به وضعیت^{۱۶} و یا حالت^{۱۷} یک سیستم اطلاق شده و به این معنی است که یک سیستم در هر لحظه دارای اندکی انعطاف^{۱۸} در

اگرچه بررسی متون مختلف علمی نشان داد تعریف فوق برای سازش به‌عنوان یک واژه عمومی که سازگاری زیرمجموعه‌ای از آن است، تعریف مناسب‌تر و پرکاربردتری است؛ اما در یکی از منابع واژه سازش در مقابل سازگاری قرار گرفته است. بر اساس آنچه در این منبع آمده است (Taylor، ۲۰۱۱)، واژه سازش در حالی معنا پیدا می‌کند که پدیده غیرمترقبه اتفاق افتاده و تنها می‌توان این پدیده و اثرات آن را به‌وسیله برخی از راهکارهای موقت و کوتاه‌مدت تحمل کرد و هیچگونه برنامه و راهکار خاصی از قبل برای آن پیش‌بینی و برنامه‌ریزی نشده است. بنابراین راهکارهای مربوط به سازش، راهکارهای فوری و کوتاه مدتی است که پس از وقوع پدیده مورد توجه قرار می‌گیرد و در بسیاری از موارد می‌تواند منجر به تخریب منابع شده و معمولاً در صورت عدم موفقیت یک راهکار، جایگزین مناسبی برای آن وجود ندارد. چنین راهکارهایی در برخی موارد می‌تواند در درازمدت منجر به «بدسازگاری»^{۱۵}

مقابل مخاطرات می‌باشد. اما سازگاری فرآیندی^{۱۹} است زمان‌بر و برای افزایش ظرفیت سازش یک سیستم استفاده می‌شود. برخی از موجودات این ظرفیت را دارند که بتوانند در طی این فرآیند خود را به تدریج با شرایط جدید تطبیق دهند و در هر مرحله‌ای از این فرآیند، ظرفیت خاصی از سازش را دارا بوده و یا آن را افزایش دهند. به‌عنوان مثال افزایش دمای ناگهانی در طی فاصله کوتاهی می‌تواند باعث از بین رفتن برخی از مراتع شود، زیرا این مراتع ظرفیت سازش با شرایط جدید را نداشته و چون فرصت کافی برای سازگارشدن را نیز ندارند، نمی‌توانند خود را با شرایط جدید منطبق سازند. اما انسان می‌تواند با انتخاب بذور سازگار با شرایط جدید طی یک فرآیند مدت‌دار، مراتع را نسبت به شرایط جدید سازگار نموده و قدرت سازش آن را از طریق کاشت گونه‌های گیاهی جدید افزایش دهد.

در زمینه تعاریف و اقدامات مرتبط با تسکین و سازگاری چند نکته را باید در نظر داشت:

۱- در محث تغییر اقلیم، محل اثر اقدامات تسکین و سازگاری متفاوت است (شکل ۱). اقدامات مرتبط با تسکین مربوط به منشا ایجاد تغییرات اقلیمی یعنی گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. لذا در این اقدامات کاهش غلظت گازهای گلخانه‌ای در جو مدنظر است. اقدامات سازگاری نیز بر پیامدهای تغییر اقلیم متمرکز است و سعی دارد اثرات منفی آن را کاهش دهد.

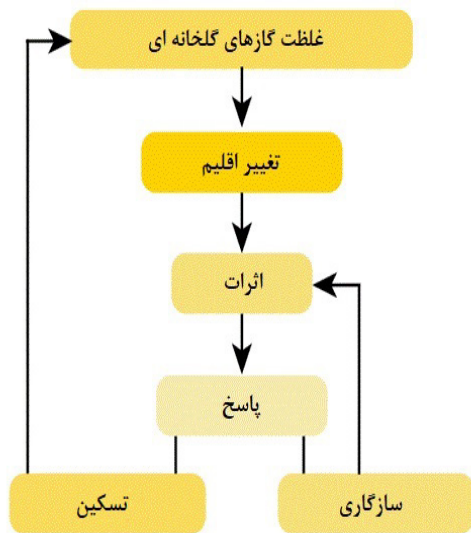
۲- در مبحث مدیریت ریسک مخاطرات طبیعی، واژه تسکین به معنای کاهش احتمال وقوع یک مخاطره طبیعی از طریق شناسایی مخاطره و یا کاهش یا به حداقل رساندن اثرات منفی (جانی و مالی) آن مخاطره می‌باشد. بنابراین در این مبحث، واژه تسکین به نوعی تعریف سازگاری را نیز به همراه دارد که این مسئله می‌تواند باعث سردرگمی باشد.

۳- اقدامات مرتبط با واژه تسکین بر اساس شناخت گذشته بوده و به دنبال کنترل منشأ خطر و کاهش شدت و یا احتمال آن است. دامنه مکانی و زمانی این اقدامات گسترده است. چنین اقداماتی، ایستا و در عین حال بسیار مهم هستند. این نکته را باید در نظر داشت که هرچه اقدامات مربوط به کاهش عوامل موثر بر وقوع مخاطرات طبیعی یا تغییر اقلیم کمتر مورد توجه قرار گیرد، نیاز به اقدامات مربوط به سازگاری با آنها بیشتر خواهد شد (Goklany, ۲۰۰۵).

۴- اقدامات مرتبط با سازگاری بر اساس پیش‌نگری^{۲۰} (آینده)، تلاش دارد ضمن انطباق یافتن به شرایط محیطی موجب کاهش

اثرات^{۲۱} شود؛ لذا دامنه زمانی این اقدامات محدود و دامنه مکانی آن محلی است. این اقدامات رو به آینده و پویا هستند. به این معنا که با در نظر گرفتن پتانسیل‌های موجود در منطقه و یا پتانسیل‌های وارداتی، رویکردی برای توسعه متناسب با ظرفیت‌های طبیعی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و... موجود به‌منظور برآورد نیازهای جامعه تعریف می‌شود. علاوه بر آن، پویایی محیط‌های طبیعی و انسانی نیز رصد شده و به‌صورت مستمر آمادگی و توانایی تطبیق جامعه با شرایط جدید و حفظ سازگاری آن در نظر گرفته می‌شود. امروزه مبحث «مدیریت تطبیقی»^{۲۲} در علم مدیریت، ناظر بر این نوع سازگاری است. به‌طورکلی سازگاری با مفهوم «تاب‌آوری»^{۲۳} تقارن معنایی دارد.

۵- اقدامات تسکین و سازگاری از نظر مقیاس مکانی و زمانی و بخش‌های اعمال این اقدامات متفاوت هستند (جدول ۳). اقدامات تسکین در مقیاس جهانی صورت گرفته و اثرات درازمدت دارد، اما اقدامات سازگاری در مقیاس محلی مورد توجه بوده و اثرات آن در کوتاه‌مدت باعث کاهش آسیب‌پذیری می‌شود (Tol, ۲۰۰۵). محل تمرکز اجرای اقدامات تسکین در بخش‌های انرژی، حمل و نقل، صنایع، ضایعات و کشاورزی و جنگل است (جنگل‌ها ظرفیت حذف کربن از جو را دارند و لذا می‌توان از این خاصیت برای اقدامات تسکین استفاده نمود). اجرای اقدامات سازگاری نیز در بخش‌های آب و سلامت، نواحی ساحلی و کشاورزی و جنگل متمرکز است.



شکل ۱- تفاوت محل اثر اقدامات «تسکین» و «سازگاری»

جدول ۳- تفاوت «تسکین» و «سازگاری»

منبع	تقسیم بندی	تسکین	سازگاری
	مقیاس مکانی	جهانی	محلی
	مقیاس زمانی	اثرات دراز مدت به دلیل اینرسی سیستم اقلیمی	اثرات کوتاه مدت در کاهش آسیب پذیری
Tol (۲۰۰۵)	بخش ^{۲۴}	بخش‌های انرژی، حمل و نقل، صنایع و ضایعات کشاورزی و جنگل	بخش‌های آب و سلامت نواحی ساحلی کشاورزی و جنگل
	سیستم هدف محدوده اثرگذاری	همه سیستم‌ها جهانی	سیستم‌های انتخاب شده محلی تا منطقه‌ای
	دوره اثرگذاری	چند قرن	چند سال تا چند قرن
	زمان دستیابی	چند دهه	بلافاصله تا چند دهه
Fussel (۲۰۰۷)	اثر بخشی مزایای جانبی	قطعی بعضی اوقات	عموماً با قطعیت کمتر اغلب
	جریمه‌های انتشار گازهای گلخانه‌ای مشوق	معمولاً وجود دارد اثر چندانی ندارد	نیازی نیست اثر بسیار زیاد
	پایش اقدامات	نسبتاً آسان	سخت‌تر

مفاهیم مرتبط با سازگاری با کم‌آبی

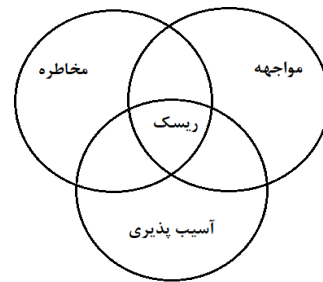
علاوه بر مفاهیم ذکر شده، مفاهیم دیگری در متون علمی، مرتبط با مخاطرات طبیعی و تغییر اقلیم مطرح می‌شود. رابطه بین این مفاهیم اغلب واضح نبوده و یک واژه ممکن است در متون علمی متفاوت، معانی و یا برداشت‌های متفاوتی داشته باشد. به‌منظور جلوگیری از کاربرد نامناسب این کلمات لازم است تمایز این کلمات از یکدیگر و ارتباط آنها با سازگاری روشن شود. در این بخش به‌طور خلاصه به این مفاهیم پرداخته می‌شود.

یکی از واژه‌های مهم در این زمینه واژه «ریسک» است که بنا به تعریف حاصل ضرب احتمال وقوع یک رخداد مخاطره‌آمیز در اثرات آن رخداد-در صورت وقوع-می‌باشد. ریسک، حاصل برآیند سه عامل «مخاطره»^{۲۵}، «مواجهه»^{۲۶} و «آسیب‌پذیری»^{۲۷} است (شکل ۲). مخاطره شامل پدیده‌های طبیعی مانند سیل خشکسالی است. مواجهه به معنی حضور مردم، حیوانات، گونه‌ها و اکوسیستم، محیط‌زیست، سرویس‌ها، منابع، زیرساخت‌ها، دارایی‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در محلی که می‌تواند تحت تاثیر مخاطرات قرار گیرد، می‌باشد (IPCC، ۲۰۱۴). آسیب‌پذیری به معنی میزان گرایش یک سیستم برای تحت تاثیر مخاطرات قرار گرفتن است. آسیب‌پذیری مفاهیمی چون حساسیت یا قابلیت آسیب دیدن و فقدان ظرفیتهای لازم سازش و سازگاری را شامل می‌شود (IPCC، ۲۰۱۴). آسیب‌پذیری نسبت به تغییر اقلیم عبارت

است از حدی که تا آن حد سیستم نسبت به اثرات نامطلوب تغییر اقلیم (شامل تغییرپذیری اقلیمی و رخداد‌های حدی) حساس بوده و یا نمی‌تواند با آن اثرات سازش داشته باشد (IPCC، ۲۰۱۴). در منابع علمی، آسیب‌پذیری را تابعی از خصوصیات، بزرگی و نرخ تغییر اقلیم، میزان مواجهه سیستم، حساسیت سیستم و ظرفیت سازگاری^{۲۸} آن می‌دانند (IPCC، ۲۰۱۴)، به‌طوری‌که هرچه میزان حساسیت سیستم و مواجهه آن بیشتر باشد، آسیب‌پذیری سیستم نسبت به مخاطرات بیشتر است. توانایی یک سیستم برای تعدیل خسارات، استفاده از فرصت‌ها و سازش با پیامدهاست. در مقابل، ظرفیت سازگاری بیشتر سیستم نسبت به مخاطرات و ارائه اقدامات مناسب سازگاری باعث کاهش آسیب‌پذیری سیستم می‌شود (شکل ۳). نگارندگان معتقدند بین دو اصطلاح ظرفیت سازگاری و ظرفیت سازش^{۲۹} باید تمایز قائل شد. چون ظرفیت سازش حالتی است که یک سیستم به‌طور ذاتی برای حفظ خود در مواجهه با خطر دارد، که این ظرفیت را می‌توان با استفاده از اقدامات سازگاری افزایش داد. به عبارت دیگر انتقال از حالت (الف) به حالت (ب) در شکل (۳)، از طریق ارائه راهکارهای مناسب سازگاری (که یک فرآیند زمان‌بر است)، رخ خواهد داد. به‌عنوان مثال، اگر گیاهی به‌طور ذاتی شرایط مقابله با شرایط خشکی را داشته باشد و با همان ظرفیت موجود و بدون تغییر در سازوکار خود، نسبت به خشکی آسیب‌پذیری کمی داشته باشد، چنین گیاهی دارای ظرفیت سازش با خشکی است. اما

در صورتی که طی سالیان، به دلیل تغییرات تدریجی شرایط محیطی و کاهش تدریجی بارش در منطقه، بتواند خود را با تغییراتی که در سازوکار خود ایجاد می‌کند، نسبت به شرایط جدید، آسیب‌پذیری خود را کاهش دهد، چنین گیاهی ظرفیت سازش خود را از طریق اقدامات سازگاری افزایش داده است و دارای ظرفیت سازگاری بالایی است.

برای مدیریت ریسک باید یا به‌طور کلی با تمرکز بر منشا وقوع مخاطره، احتمال وقوع آن را کاهش داد و یا از میزان مواجهه یا آسیب‌پذیری نسبت به مخاطره کاست. کاهش احتمال وقوع مخاطره از طریق راهکارها و اقدامات مرتبط با تسکین و کاهش مواجهه و آسیب‌پذیری از طریق اقدامات سازگاری امکان‌پذیر است (شکل ۴).



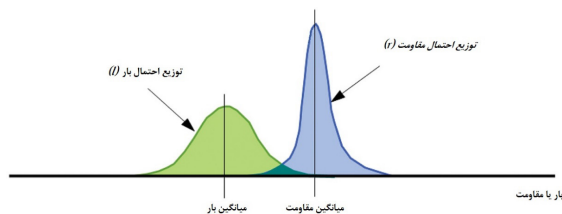
شکل ۲- ریسک و عوامل موثر بر آن

یکی دیگر از واژه‌های مهم در این زمینه، «تاب‌آوری» است. هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم، تاب‌آوری را به این شرح تعریف نموده است (IPCC، ۲۰۱۴): «ظرفیت هر سیستم (اجتماعی، اقتصادی و محیطی) برای سازش با یک رخداد، روند و یا یک برهم‌ریختگی مخاطره‌آمیز، و نیز پاسخ به آن رخداد و یا بازمانده‌های آن به‌نحوی که عملکرد، هویت و ساختار سیستم حفظ شود و در عین حال ظرفیت برای سازگاری، یادگیری و تحول^{۲۰} (تغییر در ویژگی‌های اصلی و پایه سیستم‌های طبیعی و انسانی) نیز در نظر گرفته شود.»

در ارتباط با مفهوم تاب‌آوری، دو واژه «بار»^{۲۱} و «مقاومت»^{۲۲} مطرح می‌شود. مقاومت یا قدرت^{۲۳} یک سیستم، به توانایی آن سیستم برای تحقق رضایت‌بخش اهداف موردنظر بدون شکست^{۲۴} (عدم موفقیت) در صورت وجود تنش^{۲۵} خارجی، گفته می‌شود (Mays، ۲۰۰۵). تنش بار اعمال شده بر سیستم است که می‌تواند به شکل یک بار مکانیکی، تنش‌های محیطی، نرخ جریان، نوسانات دمایی و ... باشد. در صورتی که میزان مقاومت یک سیستم از تنش یا بار کمتر شود، موجب شکست سیستم می‌شود. برای ارزیابی تاب‌آوری هر سیستم، می‌توان از مفاهیم ریسک و قابلیت اطمینان استفاده نمود. قابلیت اطمینان (R) یک سیستم به صورت احتمال بیشتر بودن مقاومت سیستم (r) نسبت به بار وارد شده بر آن (l) تعریف می‌شود (معادله ۱).

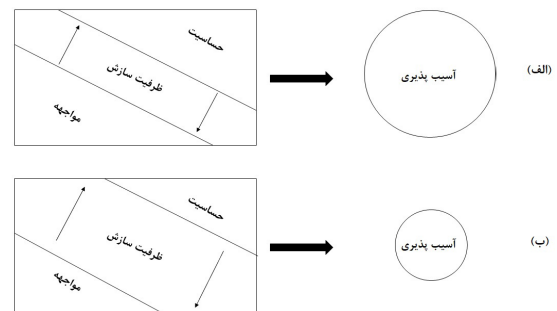
$$R = P(r > l) = P(r - l > 0)$$

در مقابل، واژه ریسک به معنای احتمال بیشتر بودن بار اعمال شده به سیستم نسبت به مقاومت آن است. با توجه به شکل (۴) اگر میزان همپوشانی دو تابع توزیع بار و مقاومت بیشتر باشد، احتمال شکنندگی سیستم بیشتر است، زیرا در محدوده قسمت همپوشانی، میزان بار اعمال شده بر سیستم از میزان مقاومت سیستم بیشتر است.

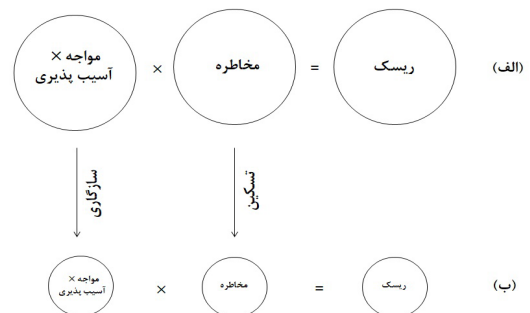


شکل ۴- تابع توزیع بار و مقاومت یک سیستم

نگارندگان معتقدند که تاب‌آوری را به دو شکل می‌تواند تعریف نمود؛ در شکل اول (که مفهوم عمومی آن است) تاب‌آوری به این معنی است که سیستم بتواند پس از مواجهه با مخاطره، خود را دوباره بازیابی نماید. در چنین حالتی، اصطلاح «برگشت‌پذیری» نیز استفاده می‌شود. در شکل دوم، تاب‌آوری



شکل ۳- ارتباط بین ظرفیت سازش، آسیب‌پذیری، مواجهه و حساسیت (Engle، ۲۰۱۱)



شکل ۳- کاهش ریسک با استفاده از اقدامات تسکین و سازگاری

به معنی رفتار عاقلانه و حفظ فاصله از مخاطره است. در شکل اول سیستم یا به خودی خود، ظرفیت سازش بالایی دارد و یا میزان آسیب‌پذیری آن کم است. در شکل دوم، معمولاً از طریق مداخله انسانی می‌توان میزان مواجهه سیستم یا اجزای سیستم با مخاطره را کاهش داد. بر اساس تعریف Vanclay و همکاران (۲۰۰۹)، تاب‌آوری سیستم اکولوژیکی نسبت به تغییر اقلیم نیز به سه حالت تقسیم‌بندی شده است. حالت اول هنگامی است که خود اکوسیستم و افراد موجود در آن نسبت به تنش‌های اقلیمی تاب‌آوری دارند. در حالت دوم و سوم اجزای اکوسیستم از طریق گزینه‌های سازگاری خود را از مواجهه شدن با مخاطره دور می‌کنند. این دور شدن می‌تواند

جمع‌بندی

واژه سازگاری با مخاطرات طبیعی در متون علمی بین‌المللی در حوزه مدیریت منابع آب واژه نسبتاً جدیدی است و در زبان فارسی با توجه به وجود واژه‌های متعددی که در این زمینه وجود دارد، می‌تواند باعث اشتباه در برداشت مفهوم این واژه شود. در این مقاله سعی شد، با ارائه تعاریف و معادل فارسی مناسب برای این واژه و سایر واژه‌های مرتبط با آن، تمایز بین واژه‌ها مشخص شود تا بتوان به شکل مناسبی آنها را در متون مختلف علمی فارسی استفاده نمود. بر این اساس، واژه سازگاری به‌طور کلی، یک فرآیند زمان‌بر است و به معنای تغییر شرایط برای تطبیق یافتن با محیط زندگی و یا تغییرات وقوع یافته است. در مباحث مختلف علمی مرتبط با مخاطرات طبیعی و تغییرات اقلیمی، کاهش اثرات ناخوشایند حوادث غیرمترقبه را سازگاری می‌نامند. این واژه در کنار کلماتی چون سازش و تسکین استفاده شده و با واژه تاب‌آوری ارتباط پیرامونی دارد که هر کدام تعاریف و کاربردهای خاص خود را داشته و در استفاده از آنها باید دقت لازم به عمل آید و نباید به جای یکدیگر استفاده شوند. در متون علمی مختلف، واژه سازش به هرگونه اقدامی که بتوان از طریق کاهش منشا مخاطره طبیعی و یا کاهش اثرات آن، با وقایعی چون تغییر اقلیم یا مخاطرات طبیعی سر کرد، اطلاق می‌شود. بر اساس این تعریف، واژه سازش هر دو واژه تسکین و سازگاری را در بر دارد. اما نویسندگان این مقاله معتقدند که واژه سازش در واقع حالت یا وضعیت یک سیستم یا افراد یک سیستم است که به طور ذاتی، نسبت به مخاطرات و تغییر شرایط می‌توانند سازش داشته باشند. یک سیستم یا افراد یک سیستم در صورتی که با

به شکل حرکت کوچک‌مقیاس از محیط نامساعد به محیطی با خرداقلیم مساعدتر و یا به شکل جابه‌جایی بزرگ‌مقیاس گونه‌ها به دلیل تغییرات بزرگ‌مقیاس اقلیمی صورت گیرد (Vanclay و همکاران، ۲۰۰۹). باید توجه داشت که تاب‌آوری افراد یک سیستم با تاب‌آوری خود سیستم یا جامعه متفاوت است. در یک جامعه ممکن است برخی از افراد جامعه نسبت به تغییرات حاصل شده آسیب‌پذیر بوده و تاب‌آوری نداشته باشند، اما به دلیل کم بودن آسیب‌پذیری سایر افراد یا وجود ظرفیت ذاتی سازش در آنها، جامعه همچنان نسبت به تغییر شرایط تاب‌آوری دارد. بنابراین تفاوت و گوناگونی در افراد جامعه می‌تواند تاب‌آوری جامعه یا سیستم را افزایش دهد.

تغییرات ناگهانی محیطی روبه‌رو شوند، تا حد نهایی ظرفیت سازش خود، می‌توانند نسبت به تغییرات، سازش نشان داده و در محیط باقی بمانند. در صورتی که ظرفیت سازش سیستم یا افراد سیستم کم باشد، در مقابل تغییرات ناگهانی تاب‌آوری کمی داشته و در نتیجه از بین خواهد رفت. اما در صورتی که سیستم یا افراد سیستم با تغییر تدریجی شرایط محیطی روبه‌رو شوند، به‌گونه‌ای که فرصت برای انجام اقدامات سازگاری که فرآیندی زمان‌بر است داشته باشند، با استفاده از این اقدامات می‌توانند آسیب‌پذیری خود را کاهش داده، ظرفیت سازش خود را بالا برده و تاب‌آوری خود را افزایش دهند. بر این اساس می‌توان گفت مفهوم تاب‌آوری با واژه سازگاری تقارن معنایی دارد. تاب‌آوری ظرفیت یک سیستم برای سازش با وقایع مخاطره‌آمیز است، به‌نحوی که پس از وقوع مخاطره، سیستم بتواند دوباره خود را بازبانی نموده و عملکرد، هویت و ساختار خود را حفظ نماید. در چنین حالتی سیستم یا به خودی خودی ظرفیت سازش بالایی دارد و یا آسیب‌پذیری آن کم است. از سوی دیگر می‌توان تاب‌آوری را حفظ فاصله از مخاطره در نظر گرفت. در این شرایط با مداخله انسانی، مواجهه سیستم با مخاطره و در نتیجه میزان ریسک کاهش یافته و تاب‌آوری افزایش می‌یابد.

با شناخت واژه‌های فوق و کاربرد آنها، می‌توان گفت در مدیریت تطبیقی منابع آب، سازگاری با کم‌آبی فرآیندی زمان‌بر است که باید برای افزایش ظرفیت سازش سیستم، در طی زمان، با توجه به تغییرات رخ داده، با ارائه راهکارهایی برای کاهش آسیب‌پذیری و کم کردن مواجهه با خطر کم‌آبی (آمایش سرزمین)، مورد توجه قرار گرفته و تاب‌آوری سیستم و جامعه را در برابر کم‌آبی افزایش داد.

- Engle N.L. 2011. Adaptive capacity and its assessment. *Global Environmental. Change*, 21: 647–656.
- FAO. 2012. Coping with water scarcity, An action framework for agriculture and food security. Rome, , Italy.
- Fussel H.M. and Klein R.J.T. 2006. Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking. *Climatic Change*, 75: 301–329.
- Fussel H.M. 2007. Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons. *sustainability Science*, 2(2): 265–275.
- Goklany I.M. 2005. A climate policy for the short and medium term: stabilization or adaptation?. *Energy & Environmen*, 16(3): 667–680.
- IPCC. 2001a. Summary for policymakers, Climate change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report.
- IPCC. 2001b. Climate Change 2001: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II, III to the Third Assessment Report.
- IPCC. 2001c. Summary for policymakers, Climate change 2001, Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report.
- IPCC. 2007. Climate change 2007, Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report.
- IPCC. 2014. Climate change 2014, Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report.
- Madani K., Aghakouchak A. and Mirchi A. 2016. Iran's Socio-economic Drought: Challenges of a Water Bankrupt Nation. *Iranian Studies*, 49(6): 997–1016.
- Mays L.W. 2005. Water resources engineering. John
- 1- Sustainability
 - 2- Reductionism
 - 3- Complex
 - 4- Holism
 - 5- Stakeholders
 - 6- Water Shortage
 - 7- Water Scarcity
 - 8- Crisis
 - 9- Manageable renewable water
 - 10- Coping
 - 11- Mitigation
 - 12- Adaptation
 - 13- Sources
 - 14- Sinks
 - 15- Maladaptation
 - 16- Situation
 - 17- State
 - 18- Flexibility
 - 19- Process
 - 20- Anticipation
 - 21- Impacts
 - 22- Adaptive Management
 - 23- Resilience
 - 24- Sectors
 - 25- Hazard
 - 26- Exposure
 - 27- Vulnerability
 - 28- Adaptive capacity
 - 29- Coping capacity
 - 30- Transformation
 - 31- Load
 - 32- Resistance
 - 33- Strength
 - 34- Failure
 - 35- Stress

- ing/adaptation-versus-coping (visited 12 August 2018).
- Tol R.S.J. 2005. Adaptation and mitigation: trade-offs in substance and methods. *Environmental Science and Policy*, 8:572–578.
- Vanclay F., Leith P. and Fleming A. 2009. Understanding Farming Community Concerns About Adapting to Changed Climate. in “A Spatial Explicit, Indicator-based Methodology for Quantifying the Vulnerability and Adaptability of Natural Ecosystem”, Frankfurt: Peter Lang International Verlag der Wissenschaften.
- Wiley & Sons. *Nature*. New York, United States
- Mitchell T. and Tanner T. 2006. *Adapting to Climate Change: Challenges and Opportunities for the Development Community*. WMO report.
- Pereira L.S., Cordery I. and Lacovides L. 2002. Coping with water scarcity. *Technical Documents in Hydrology*, 58. Paris.
- Science daily, https://www.sciencedaily.com/terms/water_scarcity.htm (visited 20 September 2018).
- Taylor A. 2011. Distinguishing between coping and adaptation. Available at <https://www.weadapt.org/knowledge-base/adaptation-decision-mak->