

پاسخ‌سازی و ظرفیت‌پاسخ

معصومه حیدری^۱، افشین دانه‌کار^{۲*}، داوود مافی‌غلامی^۳

۱- دکتری، گروه محیط‌زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- استاده، گروه محیط‌زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳- دانشیار، گروه علوم جنگلی، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد

* رایانامه نویسنده مسئول: danehkar@ut.ac.ir

چکیده

این پژوهش به تبیین تمایزات مفهومی و کارکردی بین پاسخ‌سازی و ظرفیت‌پاسخ در سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک می‌پردازد. پاسخ‌سازی به‌عنوان واکنش مشخص و موقت سیستم‌های محیط‌زیستی به محرک‌های بیرونی و درونی تعریف می‌شود، درحالی‌که ظرفیت‌پاسخ، ناظر بر توانایی ذاتی و پایدار سیستم برای مقابله با تغییرات محیطی است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که پاسخ‌سازی دارای ماهیت گذرا، علیت مشخص و نیازمند اقدامات اجرایی کوتاه‌مدت است. درحالی‌که ظرفیت‌پاسخ با ویژگی‌های پایدار، چندعاملی و مستلزم برنامه‌ریزی راهبردی بلندمدت مشخص می‌شود. تحلیل ارتباط متقابل این دو مفهوم حاکی از آن است که ظرفیت‌پاسخ کافی می‌تواند نیاز به پاسخ‌های سازشی اضطراری را کاهش دهد، درحالی‌که تکرار پاسخ‌های سازشی می‌تواند به تقویت ظرفیت‌پاسخ سیستم منجر شود. درک عمیق این تمایزات مفهومی، چارچوب نظری منسجمی برای تدوین راهبردهای مدیریت اکوسیستم، سیاست‌گذاری‌های محیط‌زیستی و ارتقای تاب‌آوری سیستم‌های اکولوژیک در برابر تغییرات محیطی فراهم می‌آورد.

کلیدواژه‌ها: پویایی اکوسیستم، سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک، مدیریت اکوسیستم

مقدمه

پارامترهای قابل‌سنجش و اندازه‌گیری، تعریف می‌شود که اثرات آن بر سیستم‌های طبیعی قابل کمی‌سازی و مدل‌سازی است (Gallopín, 2006). مصادیق این مفهوم عبارتند از: انعطاف‌پذیری‌های اکوسیستم‌های جنگلی، سازش‌های فیزیولوژیک گیاهان، فعالیت‌های مکانیزم‌های انتخاب طبیعی و انتشار آنزیم‌های تقابلی است. فصل مشترک این پدیده‌ها، نقطه شروع و خاتمه قابل‌شناسایی است. در حوزه مخاطرات محیطی، مخاطرات ناگهانی مانند آتش‌سوزی‌های جنگلی یا سیل‌های منطقه‌ای اغلب موجب شکل‌گیری پاسخ‌های سازشی مشخصی می‌شوند (Holling, 2001). به‌طور کلی می‌توان پاسخ‌های سازشی را در دو دسته کلی؛ پاسخ‌های سازشی با شدت بالا و مدت کوتاه طبقه‌بندی کرد که با اثرات مخرب بر جوامع انسانی و محیط طبیعی همراه هستند (Tompkins & Adger, 2004). نحوه مدیریت و واکنش به پاسخ‌های سازشی سیستم‌های محیط‌زیستی معمولاً شامل رویکردهای مدیریت بحران، اقدامات فوری و راهکارهای کوتاه‌مدت است.

ظرفیت پاسخ

ظرفیت پاسخ، به‌مثابه یک وضعیت سیستمی پایدار در سیستم‌های محیط‌زیستی ناظر بر برخی از حالات تعادل دینامیک در ساختارهای اکولوژیک است که عمدتاً برآیند برهم‌کنش مجموعه‌ای از متغیرهای مختلف و به‌هم‌پیوسته است (Berkes et al., 2003). مشخصه‌های بنیادین این مفهوم عبارتند از: ماهیت چندوجهی و پایدار، سیستم اکولوژیک، برخاسته از تعاملات پیچیده متغیرهای متعدد، استمرار زمانی درازمدت همراه با گستردگی فضایی وسیع و پیچیدگی‌های مدیریتی که مستلزم اتخاذ رویکردهای استراتژیک بلندمدت است. ظرفیت پاسخ به‌عنوان توانایی ذاتی یا اکتسابی سیستم برای واکنش موثر به تغییرات شرایط، مطرح می‌شود (Yohe & Tol, 2002) و معمولاً شامل پارامترهای قابل‌سنجش و معیارهای مشخص است که به‌منظور ارزیابی میزان آمادگی و توانایی سیستم برای مقابله با تغییرات استفاده می‌شوند. این مفهوم دربرگیرنده

پویایی اکوسیستمی در مواجهه با تغییرات محیطی، از طریق دو مفهوم بنیادین پاسخ‌سازی¹ و ظرفیت پاسخ² قابل تبیین و تحلیل است. این دو ساختار مفهومی، به‌عنوان پارادایم‌های نظری غالب در سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک، چارچوب‌های تحلیلی متمایزی را برای درک مکانیسم‌های مقاومت و سازگاری سیستم‌های زوجی ارائه می‌دهند (Adger et al., 2011). اهمیت این تمایز مفهومی نه‌تنها در حوزه مباحث نظری علوم محیط‌زیستی بلکه در زمینه کاربردی مدیریت اکوسیستم‌ها و سیاست‌گذاری‌های محیط‌زیستی نیز متجلی است (Smit & Wandel, 2006). تمایز بین پاسخ‌سازی و ظرفیت پاسخ نه‌تنها از منظر نظری حائز اهمیت است، بلکه در تدوین راهبردهای مدیریتی و خط‌مشی‌گذاری‌های محیط‌زیستی نیز نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کند (Folke et al., 2010). هر یک از این مفاهیم، مستلزم رویکردهای خاص در فرایندهای ارزیابی، پیش‌بینی و مدیریت است. درک دقیق این تمایزات می‌تواند به ارتقای کارآمدی اقدامات حفاظتی، راهبردهای سازگاری و برنامه‌های احیای اکوسیستم‌ها منجر شود.

پاسخ‌سازی

پاسخ‌سازی به‌عنوان یک مفهوم سیستمی، به توانایی گسترده و مشخص سیستم‌های محیط‌زیستی اطلاق می‌گردد که به موجب آن، سیستم قادر به تعدیل ساختار و عملکرد خود در واکنش به محرک‌های بیرونی و درونی است (Armitage et al., 2012). این مفهوم با ویژگی‌های ذاتی خاص هر نوع سیستم زنده ارتباط دارد و قابلیت پویای منشأ یا علیت طبیعی (یا انسانی) دارد. زمانی پاسخ‌سازی قابل‌شناسایی است که تأثیرات نسبتاً معنی‌دار آن با امکان ایجاد پیامدهای بلندمدت و همچنین امکان‌پذیری کنترل یا تعدیل آن قابل‌شناسایی باشد. در مبانی نظری اکولوژی، پاسخ‌سازی به‌مثابه پویایی با

¹ Adaptive response

² Response capacity

موضوع اهمیت دارد که ظرفیت پاسخ کافی می‌تواند نیاز به پاسخ‌های سازشی اضطراری را کاهش دهد، درحالی‌که تکرار پاسخ‌های سازشی می‌تواند به تقویت ظرفیت پاسخ سیستم منجر شود. در جدول ۱، تمایز کلیدی این دو مفهوم مطرح گردیده است (Biggs et al., 2015; Smit & Pilifosova, 2003).

جدول ۱ - تمایزات کلیدی و اصول عملیاتی ظرفیت پاسخ و پاسخ سازشی

معیار مقایسه	پاسخ سازشی	ظرفیت پاسخ
ماهیت اساسی	واکنش مشخص به محرک‌های بیرونی	توانایی ذاتی و نهادینه سیستم
ویژگی زمانی	پویایی موقت و محدود به زمان	وضعیت پایدار و مستمر
علت‌شناسی	با علت مشخص و قابل‌شناسایی	چندعاملی و سیستمی
نوع مدیریت	اقدامات اجرایی و کوتاه‌مدت	برنامه‌ریزی راهبردی بلندمدت
تغییرات ساختاری	مشخص، هدفمند و موضعی	تدریجی، عمیق و سیستمی
مصادقاتها	سیل، طوفان‌های شدید، آتش‌سوزی‌های جنگلی، آلودگی‌های ناگهانی	تغییرات اقلیمی، کاهش تنوع زیستی، فرسایش خاک

جمع‌بندی

تبیین تمایزات مفهومی و کارکردی بین پاسخ سازشی و ظرفیت پاسخ، نقش کلیدی در ارتقای دانش اکولوژیک و بهبود راهبردهای مدیریت محیط‌زیست ایفا می‌کند. این دو مفهوم، علی‌رغم تفاوت‌های بنیادی، در یک چارچوب سیستمی منسجم با یکدیگر در تعامل هستند. در واقع، کارآمدی پاسخ‌های سازشی در سیستم‌های اکولوژیک به میزان قابل‌توجهی به ظرفیت پاسخ آن سیستم‌ها وابسته است (Walker et al., 2004). درک عمیق تمایز بین پاسخ سازشی و ظرفیت پاسخ می‌تواند به اتخاذ رویکردهای مدیریتی مؤثرتر و سیاست‌گذاری‌های کارآمدتر در زمینه حفاظت از محیط‌زیست منجر شود. برای مثال، مدیریت جامع حوضه‌های آبریز مستلزم توجه هم‌زمان به ظرفیت پاسخ (مانند برنامه‌های بلندمدت مدیریت پایدار آب) و پاسخ‌های سازشی (مانند اقدامات اضطراری در مواقع سیل

مؤلفه‌های متعددی از جمله منابع اقتصادی، فناوریانه، اطلاعات و مهارت‌ها، زیرساخت‌ها، نهادهای کارآمد و عدالت است (Tanner et al., 2015). در حوزه مخاطرات محیطی، ظرفیت پاسخ مرتبط با توانایی سیستم‌های انسانی-اکولوژیک برای پیش‌بینی، آماده‌سازی، پاسخ‌گویی و بهبود تأثیرات مخاطرات است. مواردی مانند سیستم‌های هشدار سیل، برنامه‌های مدیریت مخاطرات و پروتکل‌های واکنش اضطراری نمونه‌هایی از ظرفیت پاسخ در حوزه مخاطرات طبیعی هستند (Brooks et al., 2005).

ارتباط متقابل ظرفیت پاسخ و پاسخ سازشی

نکته مهم در تحلیل ظرفیت پاسخ و پاسخ سازشی در محیط‌زیست، ارتباط متقابل و گاه تبدیل‌پذیری آن‌ها است (Engle, 2011). ظرفیت پاسخ به توانایی ذاتی و پایدار یک سیستم محیط‌زیستی برای مقابله با تغییرات و اختلالات اشاره دارد. این ظرفیت، ماهیتی سیستمی و چندعاملی داشته و معمولاً از طریق برنامه‌ریزی راهبردی بلندمدت تقویت می‌شود. ظرفیت پاسخ در مواجهه با پدیده‌های تدریجی مانند تغییرات اقلیمی، کاهش تنوع زیستی و فرونشست زمین، نقش حیاتی ایفا می‌کند. در مقابل، پاسخ سازشی واکنشی مشخص و معمولاً گذرا به محرک‌های بیرونی است که علت آن قابل‌شناسایی است. پاسخ‌های سازشی اغلب به‌صورت اقدامات اضطراری و در واکنش به رویدادهای ناگهانی مانند سیل، طوفان‌های شدید، آتش‌سوزی‌های جنگلی و نشت مواد آلاینده بروز می‌کنند. در بسیاری موارد، اختلالات مکرر در یک منطقه خاص محیطی، در صورتی‌که فراتر از ظرفیت پایداری طبیعی اکوسیستم باشد، می‌تواند به تدریج منجر به ناپایداری در ساختار و عملکرد آن اکوسیستم شود. به همین ترتیب، آشفته‌گی‌های محیطی می‌توانند به‌صورت پاسخ‌های سازشی شدید ظاهر شوند (جدول ۱). برای مثال، تغییرات اقلیمی به‌عنوان چالشی که نیازمند ظرفیت پاسخ بالا است، می‌تواند موجب وقوع شدید پاسخ‌های سازشی نظیر سیل‌های ویرانگر و آتش‌سوزی‌های وسیع شود. درک این

¹ Technological

منابع

- Adger, W. N., Arnell, N. W., & Tompkins, E. L. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. *Global environmental change*, 15(2), 77-86.
- Adger, W. N., Brown, K., & Nelson, D. R. (2011). Resilience implications of policy responses to climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2(5), 757-766.
- Armitage, D., Berkes, F., & Doubleday, N. (2012). *Adaptive co-management: Collaboration, learning, and multi-level governance*. UBC Press.
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2003). *Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press.
- Biggs, R., Schlüter, M., & Schoon, M. L. (2015). *Principles for building resilience: Sustaining ecosystem services in social-ecological systems*. Cambridge University Press.
- Brooks, N., Adger, W. N., & Kelly, P. M. (2005). The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental Change*, 15(2), 151-163.
- Engle, N. L. (2011). Adaptive capacity and its assessment. *Global Environmental Change*, 21(2), 647-656.
- Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 15(4).
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., & Norberg, J. (2005). Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 30, 441-473.
- Gallopín, G. C. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 16(3), 293-303.
- Grimm, N. B., Chapin, F. S., Bierwagen, B., Gonzalez, P., Groffman, P. M., Luo, Y., ... & Schimel, J. (2013). The impacts of climate change on ecosystem structure and function. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(9), 474-482.

یا خشکسالی) است (Pahl-Wostl, 2009). هماهنگی و یکپارچگی بین سیاست‌های کلان محیط‌زیستی (که عمدتاً معطوف به ارتقای ظرفیت پاسخ هستند) و برنامه‌های اجرایی کوتاه‌مدت (که اغلب به مدیریت پاسخ‌های سازشی می‌پردازند) برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار ضروری است (Adger et al., 2005). تحولات اقلیمی جهانی و افزایش فشارهای انسانی بر محیط‌زیست، چالش‌های جدیدی را پیش روی مدیریت اکوسیستم‌ها قرار داده است. این تغییرات، اغلب با سرعتی بیش از ظرفیت سازشی طبیعی سیستم‌های اکولوژیک روی می‌دهند و موجب بروز اختلالات جدی در عملکرد آن‌ها می‌شوند (Grimm et al., 2013). در این شرایط، رویکردهای نوین مدیریتی مانند "مدیریت سازشی" و "حکمرانی مشارکتی" که بر تلفیق ظرفیت پاسخ و پاسخ سازشی تأکید دارند، می‌توانند راهگشا باشند (Folke et al., 2005). در پایان می‌توان گفت که مفاهیم پاسخ سازشی و ظرفیت پاسخ، علی‌رغم تمایزات مفهومی و کارکردی، در یک طیف پیوسته قرار دارند و درک روابط پیچیده بین آن‌ها برای مدیریت کارآمد سیستم‌های اکولوژیک ضروری است. تاب‌آوری اکوسیستم‌ها در برابر تغییرات و اختلالات محیطی، حاصل برهم‌کنش پویا بین ظرفیت پاسخ و پاسخ‌های سازشی است. بنابراین، رویکردهای مدیریتی و سیاست‌گذاری‌های محیط‌زیستی باید به گونه‌ای طراحی شوند که هر دو بُعد را به‌طور هم‌زمان مورد توجه قرار دهند. این امر مستلزم همکاری بین‌رشته‌ای متخصصان علوم محیط‌زیستی، اقتصاددانان، جامعه‌شناسان و سیاست‌گذاران است تا بتوان به راهکارهای جامع و پایدار برای حفاظت از محیط‌زیست دست یافت.

¹ Collaborative governance

Holling, C. S. (2001). Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems*, 4(5), 390-405.

Pahl-Wostl, C. (2009). A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. *Global Environmental Change*, 19(3), 354-365.

Smit, B., & Pilifosova, O. (2003). Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. *Sustainable Development*, 8(9).

Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global environmental change*, 16(3), 282-292.

Tanner, T., Lewis, D., Wrathall, D., Bronen, R., Cradock-Henry, N., Huq, S., ... & Thomalla, F. (2015). Livelihood resilience in the face of climate change. *Nature Climate Change*, 5(1), 23-26.

Tompkins, E. L., & Adger, W. N. (2004). Does adaptive management of natural resources enhance resilience to climate change?. *Ecology and society*, 9(2).

Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and society*, 9(2).

Yohe, G., & Tol, R. S. (2002). Indicators for social and economic coping capacity—moving toward a working definition of adaptive capacity. *Global environmental change*, 12(1), 25-40.



Environmental Technical Literature

Adaptive Response & Response Capacity

Masoumeh Heydari¹, Afshin Danehkar^{2*}, Davood Mafi-Golami³

1- Department of Environmental, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

2- Corresponding author: Department of Environmental, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

3- Department of Forest Sciences, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

*Corresponding Author's E-mail: danehkar@ut.ac.ir

Abstract

This study explores the conceptual and functional distinctions between adaptive response and response capacity in social-ecological systems. Adaptive response is defined as a specific and temporary reaction of environmental systems to external and internal stimuli, while response capacity refers to the inherent and persistent ability of systems to cope with environmental changes. Research findings indicate that adaptive response is characterized by transient nature, identifiable causality, and requires short-term operational interventions, whereas response capacity exhibits persistent, multifactorial characteristics and necessitates long-term strategic planning. Analysis of the reciprocal relationship between these two concepts reveals that adequate response capacity can reduce the need for emergency adaptive responses, while repeated adaptive responses can contribute to strengthening the system's response capacity. A comprehensive understanding of these conceptual distinctions provides a coherent theoretical framework for developing ecosystem management strategies, environmental policy-making, and enhancing the resilience of ecological systems against environmental changes.

Keywords: Ecosystem dynamics, Social-ecological systems, Ecosystem management

Heydari, M; Danehkar, A; Mafi-Golami, D. (2025). Adaptive Response & Response Capacity. *Zist Sepehr Student Magazine*, 18(3), 128-133.