



Spatial Planning and Development Policy

A conceptual framework of applying the ecosystem services Nexus in the strategic environmental assessment, in order to support the planning, decision-making and evaluation processes

Nagmeh Mobarghaee¹, Mostafa Keshtkar², Romina Sayyahnia³, Zahra Asadollahi⁴

Received: 2023/07/31

Accepted: 2023/12/02

Abstract

Author's Affiliation:

¹Associate Professor,
Department of
Environmental Planning
and Design,
Environmental Sciences
Research Institute, Shahid
Beheshti University,
Tehran, Iran

²Graduate, Department of
Environmental Planning
and Design,
Environmental Science
and Engineering, Shahid
Beheshti University,
Tehran, Iran

³Assistant Professor,
Department of
Environmental Planning
and Design,
Environmental Sciences
Research Institute, Shahid
Beheshti University,
Tehran, Iran

⁴Assistant Professor,
Department of
Environmental Sciences,
Faculty of Agriculture
and Natural Resources,
Lorestan University, Iran

Introduction: Ecosystem service assessment has increasingly been recognized as a critical foundation for policymaking and informed decision-making. Rooted in the dynamic interplay between nature and human systems, this approach offers essential potential for reducing conflicts and enhancing synergies across environmental, economic, and social sectors in pursuit of sustainable development goals. Despite its conceptual relevance, translating ecosystem service assessments into actionable frameworks for spatial planning and decision support remains fraught with limitations and structural challenges. Planning itself is a complex process, often shaped by divergent and at times conflicting objectives, making the simultaneous alignment of multiple goals inherently difficult. This study explores the application of the ecosystem service bundles approach as an emerging paradigm within strategic environmental assessment and spatial planning. The aim is to elucidate the role of ecosystem services in enhancing the quality of strategic evaluations, reinforcing coherence across planning processes, and outlining pathways for integrating these services into policy frameworks and strategies aligned with sustainability objectives.

Methodology: The "NEXUS" approach is introduced as a novel framework that incorporates the principles of sustainable development and emphasizes foresight to enhance resource efficiency and mitigate the adverse impacts of sectoral development strategies. This study employs a qualitative meta-synthesis methodology combined with a hybrid theoretical-analytical approach, conducted across three sequential phases. It aims to extract key concepts and develop a deep understanding of the literature to articulate conceptual frameworks relevant to the subject. In the first phase, a systematic review of scholarly sources, policy documents, and international frameworks was undertaken to identify and categorize foundational concepts related to ecosystem services, strategic assessment, and spatial planning. The second phase applied thematic analysis to identify the core components of the "NEXUS" approach. This analysis was grounded in a comparative review of prevailing models in the literature on sustainable development, integrated planning, and multi-criteria evaluation. Key elements such as the alignment of sectoral pillars were recognized as central features of the "NEXUS" framework. In the third phase, drawing on theoretical and analytical insights, an integrated conceptual framework was developed to model the interrelationships among the domains of policymaking, spatial planning, and strategic assessment within a coherent process. This framework is designed to support multi-level decision-making and facilitate the integration of sustainable development goals into operational contexts.

Result and discussion: The findings of this study indicate that the absence of integrative approaches in sectoral policymaking and the implementation of infrastructure projects has been a major contributor to environmental crises across multiple scales. Existing frameworks often lack coherence in identifying, quantifying, and modeling individual ecosystem services, and are unable to effectively integrate system components into decision-making processes. In this context, spatial planning serves as a critical platform for aligning economic, social, and environmental objectives. It plays a pivotal role in the spatial redistribution of ecosystem services and in managing both qualitative and quantitative drivers of land systems. The "Ecosystem Services NEXUS" approach transcends the limitations of conventional models—such as the water–food–energy nexus—by simultaneously incorporating the dimensions of human, nature, and space. Through service supply modeling, it enables the analysis of interactions between anthropogenic and ecological components. The proposed conceptual framework demonstrates that integrating ecosystem services into SEA can lead to the delineation of meaningful system boundaries, enhance decision-making quality, and support integrated resource management. These findings suggest that the Ecosystem Services NEXUS approach holds significant potential as both an analytical and strategic tool for spatial and environmental policymaking.

Conclusion

The "Ecosystem Services NEXUS" approach offers a novel paradigm for development-oriented decision-making. By transcending the limitations of conventional models, it simultaneously incorporates the dimensions of human, nature, and space, enabling the modeling and quantification of ecosystem services to assess the balance between resource production and consumption. Furthermore, given the analytical capabilities of SEA, the proposed framework can serve as an effective entry point for integrating ecosystem services into spatial policymaking processes.

Keywords: Nexus of ecosystem services, spatial planning, strategic environmental assessment, sustainable development.

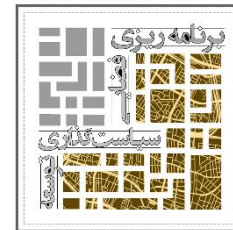
How to Cite This Article:

DOI:10.48308/spdp
.2023.103704

Corresponding Author's E-mail: n_mobarghaee@sbu.ac.ir



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



ارائه چارچوب مفهومی به‌کارگیری همبست خدمات اکوسیستمی در ارزیابی راهبردی محیط‌زیست به منظور پشتیبانی از فرایندهای برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری و ارزیابی

نغمه مبرقی^۱، مصطفی کشتکار^۲، رومینا سیاح‌نیا^۳، زهرا اسدالهی^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۱

چکیده

توضیحات

سابقه و هدف: امروزه، ارزیابی خدمات اکوسیستمی به عنوان مبنایی مهم برای سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری شناخته می‌شود. زیرا این ارزیابی بر اساس تعامل بین طبیعت و انسان‌ها و پتانسیل‌های لازم برای کاهش تعارض و افزایش هم‌افزایی بین بخش‌های محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی در راستای تحقق اهداف توسعه پایدار شکل گرفته است. با این وجود، عملیاتی کردن آن در برنامه‌ریزی فضایی و پشتیبانی از تصمیم‌گیری با محدودیت‌ها و ضعف‌های قابل توجهی مواجه است. برنامه‌ریزی به‌دلیل تفاوت و گاهی تضاد اهداف، فرایندی پیچیده است و هماهنگی همزمان بین اهداف مختلف اغلب دشوار است. در این پژوهش، بکارگیری رویکرد «همبست خدمات اکوسیستمی» در ارزیابی راهبردی محیط‌زیست و برنامه‌ریزی فضایی به عنوان یک پارادایم جدید مورد توجه قرار می‌گیرد. هدف این پژوهش، تبیین نقش خدمات اکوسیستمی در ارتقای کیفیت ارزیابی‌های راهبردی محیط‌زیست و تقویت انسجام در فرآیندهای برنامه‌ریزی فضایی، و همچنین ترسیم نحوه ادغام این خدمات در چارچوب سیاست‌ها و راهبردهای مرتبط با توسعه پایدار است.

مواد و روش‌ها: رویکرد «همبست» با در نظر گرفتن اهداف توسعه پایدار به عنوان یک رویکرد جدید معرفی شده که با در نظر گرفتن آینده‌نگری باعث افزایش بهره‌وری استفاده از منابع و اجتناب از اثرات نامطلوب استراتژی‌های توسعه تک‌بخشی می‌شود. پژوهش حاضر با بهره‌گیری از روش فراترکیب کیفی و رویکرد ترکیبی نظری-تحلیلی، در سه مرحله پیوسته انجام شده و با تمرکز بر استخراج مفاهیم و درک عمیق از مطالعات، به تبیین چارچوب‌های مفهومی مرتبط با موضوع می‌پردازد. در مرحله نخست، با بهره‌گیری از مرور نظام‌مند منابع علمی، اسناد سیاستی و چارچوب‌های بین‌المللی، مفاهیم بنیادین مرتبط با خدمات اکوسیستمی، ارزیابی راهبردی و برنامه‌ریزی فضایی استخراج و طبقه‌بندی شدند. در مرحله دوم، از روش تحلیل مضمون برای شناسایی مؤلفه‌های کلیدی رویکرد «همبست» استفاده گردید. این تحلیل بر پایه‌ی مقایسه‌ی تطبیقی میان رویکردهای مطرح در ادبیات توسعه پایدار، برنامه‌ریزی یکپارچه و ارزیابی چندمعیاره صورت گرفت. در این مرحله، مؤلفه‌هایی نظیر هم‌راستاسازی ارکان بخشی به‌عنوان عناصر محوری رویکرد «همبست» شناسایی شدند. در مرحله سوم، با اتکا به یافته‌های نظری و تحلیلی، یک چارچوب مفهومی یکپارچه طراحی شد که روابط متقابل میان سه حوزه سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی فضایی و ارزیابی راهبردی را در قالب یک فرآیند منسجم مدل‌سازی می‌نماید. این چارچوب با هدف پشتیبانی از تصمیم‌گیری چندسطحی و تلفیق اهداف توسعه پایدار در بسترهای اجرایی تدوین شده است.

نتایج و بحث: نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که فقدان رویکردهای تلفیقی در سیاست‌گذاری‌های بخشی و اجرای پروژه‌های عمرانی، یکی از عوامل اصلی بروز بحران‌های محیط‌زیستی در مقیاس‌های مختلف بوده است. چارچوب‌های موجود اغلب فاقد انسجام در شناسایی، کمی‌سازی و مدل‌سازی خدمات فردی هستند و نمی‌توانند به‌طور مؤثر اجرای سیستم را در فرآیند تصمیم‌گیری تلفیق کنند. در این زمینه، برنامه‌ریزی فضایی به‌عنوان بستری برای هم‌راستاسازی اهداف اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی، نقش کلیدی در بازتوزیع فضایی خدمات اکوسیستمی و مدیریت محرک‌های کیفی و کمی سیستم‌های اراضی ایفا می‌کند. رویکرد «همبست خدمات اکوسیستمی» با عبور از محدودیت‌های مدل‌های سنتی مانند همبست آب، غذا و انرژی، سه مؤلفه انسان، طبیعت و فضا را به‌صورت هم‌زمان در نظر می‌گیرد و از طریق مدل‌سازی عرضه خدمات، امکان تحلیل هم‌کنشی بین مؤلفه‌های انسانی و اکولوژیک را فراهم می‌سازد. چارچوب مفهومی پیشنهادی نشان داد که ادغام خدمات اکوسیستمی در ارزیابی راهبردی محیط‌زیست (SEA) می‌تواند به تعریف مرزهای معنادار سیستم، ارتقاء کیفیت تصمیم‌گیری، و تحقق مدیریت یکپارچه منابع منجر شود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که همبست خدمات اکوسیستمی ظرفیت آن را دارد که به‌عنوان یک ابزار تحلیلی و راهبردی در سیاست‌گذاری‌های فضایی و محیط‌زیستی مورد استفاده قرار گیرد.

نتیجه‌گیری: رویکرد «همبست خدمات اکوسیستمی» می‌تواند به‌عنوان یک پارادایم نوین در تصمیم‌گیری‌های توسعه‌ای نقش ویژه‌ای ایفا کند. این رویکرد با عبور از محدودیت‌های مدل‌های سنتی، سه مؤلفه انسان، طبیعت و فضا را به‌صورت هم‌زمان در نظر می‌گیرد و از طریق مدل‌سازی و کمی‌سازی خدمات، امکان تحلیل تعادل در تولید و مصرف منابع را فراهم می‌سازد. همچنین، با توجه به قابلیت‌های ارزیابی راهبردی محیط‌زیست، چارچوب پیشنهادی می‌تواند به‌عنوان نقطه ورود مؤثری برای تلفیق خدمات اکوسیستمی در سیاست‌گذاری‌های فضایی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: همبست خدمات اکوسیستمی، برنامه‌ریزی فضایی، ارزیابی راهبردی محیط‌زیست، توسعه پایدار.

^۱دانشیار گروه برنامه‌ریزی و طراحی محیط، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

^۲دانش‌آموخته گروه برنامه‌ریزی و طراحی محیط، علوم و مهندسی محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

^۳استادیار گروه برنامه‌ریزی و طراحی محیط، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

^۴استادیار گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، ایران

نحوه ارجاع به

مقاله:

DOI:10.48308/sp
dp.2023.103704

ارتباط با نویسنده مسئول: n_mobarghaee@sbu.ac.ir



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

مقدمه

زمین توانایی عرضه طیف وسیعی از خدمات و کالاهای اکوسیستمی را دارد، لذا از اهمیت اساسی برای رفاه، سلامت، معیشت و بقای انسان برخوردار است (Costanza et al., 1997; MEA, 2005; TEEB, 2010). خدمات اکوسیستم منافع هستند که افراد از اکوسیستم‌ها به‌دست می‌آورند (MEA, 2005) یا به عنوان سهم مستقیم و غیرمستقیم اکوسیستم‌ها در رفاه انسانی (TEEB, 2010) بیان می‌شود. اما در پژوهش‌های اخیر، خدمات اکوسیستمی^{۱۹} را حاصل تعامل ساختار و عملکرد اکوسیستم (در ترکیب با سایر ورودی‌ها) در رفاه بشر تعریف نموده‌اند (Burkhard et al., 2012; Burkhard and Maes, 2017). امروزه خدمات اکوسیستم به عنوان یک مفهوم مهم برای سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری شناخته می‌شود، زیرا این نگرش جامع در مورد تعامل بین طبیعت و انسان‌ها و پتانسیل‌های لازم برای رفع تعارض و هم‌افزایی بین اهداف محیط‌زیستی و اقتصادی و اجتماعی در راستای اهداف توسعه پایدار شکل گرفته است (Häyhä and Franzese, 2014; Iverson et al. 2014).

تصمیم‌گیران فضایی به‌صورت‌ویژه از ملاحظات سیستماتیک اثرات سیاست، برنامه و طرح بر خدمات اکوسیستم بهره می‌برند (Geneletti, 2011) و با گردآوری ابعاد مختلف پایداری (اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی)، اقدام به طرح موضوع مرز تاب‌آوری و حمایت از رویکردهای مبتنی بر مسئله و سیستم کرده‌اند (Abson et al. 2014). چراکه یکپارچه‌سازی اصول پایداری در تدوین سیاست‌ها، طرح‌ها و برنامه‌ها به عنوان یک مسئله اصلی در دستیابی به اهداف توسعه سازمان ملل شناخته شده می‌شود (UNDP, 2010; UN, 2014). با این حال، این یکپارچگی مستلزم هماهنگی یک چیدمان چندعامله از بخش‌ها و نهادهای مختلف تحت برنامه خاص یک کشور یا منطقه از نظر برنامه‌ریزی و

ساختار تصمیم‌گیری (UN, 2012). در این زمینه، برنامه‌ریزی فضایی با هدف ایجاد یکپارچه‌سازی فضای فیزیکی، کاربری اراضی و تعامل آن‌ها با ادغام اهداف اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی در بین سیاست‌های بخشی انجام می‌شود (Fürost et al., 2008; UN, 2008). در نتیجه، برنامه‌ریزی فضایی دامنه‌اثرات بالقوه‌ای را بر سیستم‌های اراضی به‌وسیله تغییر محرک‌های کیفی و کمی و توزیع فضایی خدمات اکوسیستمی که نقش حمایتی و پشتیبانی فعالیت‌های انسانی را برعهده دارند، به‌وجود می‌آورد (Geneletti, 2011). با توجه به تقابل توسعه با پایداری منابع طبیعی و ابعاد گسترده آن در برخی کشورهای جهان، ازجمله ایران، اصلاح یا بازسازی برنامه اجرایی، راه‌حلی اساسی برای برون‌رفت از بحران به شمار می‌آید.

در این رابطه رهیافت همبست به عنوان مفهومی نوین و نوظهور سعی در بیان پیچیدگی‌ها و وابستگی‌های سیستم‌های منابع جهان برای ما دارد. "Nexus thinking" یا «تفکر همبست» به جای بخش‌های فردی، کلیه بازخوردها و ارتباطات را مورد توجه قرار می‌دهد، و می‌تواند به تغییر سیستم‌ها از طریق مداخلات هدفمند در «گره‌های بحرانی» (Alcamo, 2017) منجر شود. رویکرد «نکسوس» با شمار زیادی از مسائل مربوط به سیاست‌های اکولوژیک، اجتماعی و اقتصادی در ارتباط است و طیف وسیعی از حوزه‌های مهندسی را دربرمی‌گیرد.

در راستای عملیاتی کردن این اهداف محققان چارچوب‌ها و رهیافت‌های میان‌رشته‌ای و تخصصی متعددی را برای دستیابی به‌نوعی توازن و تعادل پویا و بهینه در تولید و مصرف منابع ارائه کرده‌اند که یکی از مهم‌ترین آن‌ها همبست آب، انرژی و غذا است (UN, 2015). در کنفرانس ریو ۲۰+ در سال ۲۰۱۲ تحت عنوان «آینده‌ای که می‌خواهیم» مجموعه‌ای متشکل از ۱۷

¹⁹ Ecosystem services (ES)

مخاطره بیندازد (Godfray et al., 2010; Hussey and Pittcock, 2012). از این رو در تجزیه و تحلیل هم‌کنش‌ها باید از روش‌های ارزیابی تأثیرات کیفی و کمی به صورت همه‌جانبه استفاده شود تا برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران فضایی را آگاه سازند (Carpenter et al., 2009; Chan et al., 2012; Gramfeld et al., 2013).

در واقع می‌توان این‌گونه بیان کرد که تأمین پایدار غذا، انرژی و آب، یک هدف اصلی در برنامه‌ریزی در مقیاس‌های مختلف، از مدیریت اکوسیستم گرفته تا برنامه‌ریزی اراضی در سطح منطقه‌ای یا ملی است (De Groot et al., 2010). فواید جمع‌آوری خدمات اکوسیستمی و رویکرد همبست در حکمرانی محیط‌زیستی مستلزم در نظر گرفتن هم‌زمان بسته‌هایی از عرضه‌ی خدمات فرهنگی، تنظیمی، پشتیبانی و حمایتی است (Bennett et al., 2009): بر خلاف الزامات پایداری، بسیاری از نمونه‌های اجزای خدمات اکوسیستمی هنوز هم به صورت مجزا دیده می‌شوند و توجه هم‌زمان به چندین خدمات اکوسیستمی به تازگی شروع شده است (Benett and Chaplin-Kramer, 2016). این امر به‌ویژه در مورد خدمات فرهنگی و همچنین خدمات تنظیمی که مربوط به اثرات ناشی از تغییر کاربری اراضی در خارج از سایت است، غالباً دیده می‌شود و از اهمیت کمتری برخوردار است. دلیل این امر را می‌توان به تغییر در دسترس بودن آن‌ها در مرزهای مکانی سیستم تحت تجزیه و تحلیل مرتبط دانست یا ممکن است در آینده رخ دهد (Chan et al., 2012; Sutherland et al., 2014). در نتیجه، پرداختن به بسته‌های خدمات اکوسیستمی در تدوین سیاست‌های محیط‌زیستی، برنامه‌ریزی فضایی و استراتژی‌های کاربری اراضی می‌تواند به تضمین توسعه و رشد پایدار در کلیه مقیاس‌ها و همچنین نسل‌های فعلی و آینده کمک کند.

بند به عنوان اهداف توسعه پایدار توسط سازمان ملل متحد ارائه گردید. موضوع آب، انرژی و غذا به طور مستقیم و غیر مستقیم با ۱۲ بند از آن ارتباط دارد. همبست آب، انرژی و غذا^{۲۰} نگرشی است که این توانمندی را به دست می‌دهد (Garcia and You, 2016). در رهیافت نوظهور همبست، بحث امنیت منابع با توسعه عجین شده است و به در دسترس بودن مستمر و تعادل و حفاظت محیط‌زیستی اطلاق می‌شود. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که بخش زیادی از حکمرانی نامناسب، به نبود رابط‌های پویا و دینامیک بین میزان، نحوه و روش استفاده از منابع مرتبط است و از این رو بیش از پیش به مکانیسم و رهیافتی برای دستیابی به این پویایی نیازمندیم (Karabulut et al., 2016).

استفاده از خدمات اکوسیستمی به عنوان یک مرجع عمومی برای ارزیابی گزینه‌های جایگزین با تجزیه و تحلیل عملکرد سیاست‌ها، برنامه‌ها و استراتژی‌های استفاده و مدیریت اراضی در یک زمینه گسترده‌تر اجتماعی-اکولوژیکی به تسهیل برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری‌های توسعه در مرزهای سیاسی کمک می‌کند و در واقع می‌تواند جایگزین رویکردهای بخشی شود. تجزیه و تحلیل تعارض‌های بخشی هنگامی اهمیت بیشتری می‌یابد که سیاست‌ها و برنامه‌هایی با هدف اطمینان از تهیه بسته‌های خدماتی مانند دسترسی مساوی به مواد غذایی اصلی، آب آشامیدنی و منابع انرژی تجدیدپذیر فراهم شود (Schwenk et al., 2012; Gonzalez-Redin et al., 2016). استراتژی‌هایی که سعی در تداوم یا ارتقاء عرضه‌ی چنین خدماتی دارند، اغلب با تأثیرات مهم محیط‌زیستی مواجه می‌شوند که توانایی طولانی مدت زمین و اکوسیستم‌ها را برای تأمین این منابع تهدید می‌کند (Tilman et al., 2002). این تأثیرات ممکن است در کوتاه مدت اثرات قابل ملاحظه یا قابل اندازه‌گیری از ظرفیت‌های اراضی یا اکوسیستم به وجود نیاورد اما می‌تواند نیازهای نسل‌های آینده را به

²⁰ Water Food Energy Nexus (WFEN)

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مرزها، مقیاس‌ها و سیستم‌های اجتماعی اکولوژیکی

موثر بر عرضه خدمات اکوسیستمی

یکی از مهم‌ترین و چالش‌برانگیزترین بخش‌ها در سیاست‌گذاری‌های فضایی و مکانی، انتخاب مرز مطالعاتی است چرا که به فراخور انواع روش‌ها محدوده‌های مختلفی را می‌توان برگزید. زمانی این امر پیچیده‌تر می‌شود که با مقیاس نیز تداخل پیدا کند. بنابراین، انتخاب درست و صحیح و چگونگی تعریف مرزهای معنادار به عنوان یک چالش اساسی شناخته می‌شود چرا که باید این اطمینان را حاصل کند که فرآیندهای اکوسیستم و مقیاس‌های زمانی و مکانی چندان آن‌ها به اندازه کافی در نظر گرفته شده‌اند. این مهم در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری بسیار حائز اهمیت است زیرا برنامه‌ها و سیاست‌ها بیشتر مربوط به مرزهای سیاسی است و به جنبه‌های بیوفیزیکی یا اجتماعی-مردم‌شناختی که بسیار مهم‌تر هستند و مرجع قابل اعتماد برای اتصال ظرفیت‌ها، تقاضا و عرضه خدمات اکوسیستمی می‌باشند، کمتر توجه می‌شود (Geneletti, 2015). در حال حاضر ارزیابی‌ها در مقیاس ملی-جهانی منطقه‌ای (منظور مقیاس فراملی و یا فراتر از یک کشور است) یک نمای کلی در مورد پیشرفته‌ترین ظرفیت‌های عرضه خدمات اکوسیستم را ارائه می‌دهند. به عنوان مثال در حال حاضر در چارچوب استراتژی تنوع‌زیستی اروپا (Maes et al., 2012) و در IPBES (پنل بین‌دولتی برای تنوع‌زیستی و خدمات اکوسیستم) (Larigauderie and Mooney, 2010)، یا در گذشته از طریق ارزیابی اکوسیستم هزاره (MEA, 2005) این ظرفیت‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است.

اما نکته قابل توجه دیگر روندهایی تغییرات در محرک‌های اثر گذار بر فرایندهای اکولوژیکی و انسان‌شناختی مانند تغییرات اقلیمی، تجارت جهانی و بازارها یا الگوی مصرف است که امکان تحلیل ظرفیت‌های عرضه خدمات اکوسیستم را با گذشت زمان

فراهم می‌کند و به عنوان ورودی‌های مهمی برای تعدیل سیاست‌های مرتبط شناخته می‌شوند. با این حال، چنین ارزیابی‌هایی لزوماً اطلاعاتی راجع به تقاضای خدمات یا جریان‌های آن که به عنوان معیار مهمی برای تصمیم‌گیری فضایی هستند را شامل نمی‌شود (Mononen et al., 2016; Wolff et al., 2017). علاوه بر این، ظرفیت‌های عرضه خدمات اکوسیستمی اغلب ماهیتی کاملاً نظری دارند. در واقع شاید بتوان پتانسیل‌های بالقوه و یا بالفعل را کشف کرد اما محدودیت‌هایی ناشی از دسترسی فیزیکی مناطق عرضه‌کننده خدمات، مقررات قانونی و ... که در شکل و نحوه مدیریت اکوسیستم‌ها اثرگذار هستند را شامل نمی‌شوند (Frank et al., 2015). همچنین، این نوع ارزیابی‌ها در مقیاس بزرگ به تعامل انسان و طبیعت در زمینه‌های حل مسئله واقعی منجر نخواهد شد. ترجیحات فردی، ارزش‌های مبتنی بر مکان، میراث فرهنگی یا اهداف اجتماعی نقش اصلی را ایفا می‌کنند؛ از همین رو توجه به استفاده از سناریوهای مربوط به تصمیم‌گیری فضایی برای کشف استراتژی‌های عملی برای پایداری و تقویت خدمات اکوسیستمی ضروری است (Seppelt et al., 2013).

انجام ارزیابی‌های خدمات اکوسیستمی در مقیاس‌های دقیق‌تر مانند سیمای سرزمین، حوضه‌های آبریز یا اکوسیستم‌های مجزا، می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری را برای تصمیم‌گیری ارائه دهد (Fürst et al., 2014). فواید چنین ارزیابی‌هایی فرصت درک چگونگی تعامل برنامه‌ها و سیاست‌ها با استراتژی‌های استفاده از زمین و مدیریت و تأثیرات ویژه آن‌ها بر ظرفیت‌های تأمین خدمات اکوسیستمی را اختیار قرار می‌دهد (Van Oudenhoven et al., 2012). علاوه بر این، در نظر گرفتن استراتژی‌های کاربری اراضی می‌تواند به عنوان یک واسطه برای برآورد تقاضای خدمات در نظر گرفته شود و در درک و تفسیر الگوهای فضایی - زمانی خدمات اکوسیستمی کمک کند (Stürk et al., 2014). جنبه‌ای که اغلب در ارزیابی‌های

(Geneletti et al., 2013). استفاده بیش از حد از یک خدمت اکوسیستمی می‌تواند به کاهش سریع سایر خدمات منجر شود به طوری که از ظرفیت برد محیط فراتر رفته و تغییرات برگشت‌ناپذیری را به طبیعت تحمیل کند. بنابراین عرضه یک خدمت به هزینه کاهش سایر خدمات افزایش می‌یابد که به نوبه خود معضلات محیط‌زیستی را به دنبال خواهد داشت. شناخت هم‌کنشی میان خدمات از یک طرف و ارتباط آن‌ها با مدیریت کاربری اراضی از سوی دیگر، برای تصمیمات مدیریت آتی اکوسیستم‌ها و ساکنان آن حیاتی است (Ericksen et al., 2012).

هر اکوسیستم، تامین‌کننده یک‌سری از خدمات کلیدی است که می‌توان آن‌ها را به‌عنوان شاخص‌هایی از سلامت و پایداری اکوسیستم در نظر گرفت. توجه به اثرات متقابل کاربری‌های موجود بر خدمات و اثر خدمات بر فعالیت‌های موجود را می‌توان به‌عنوان رهیافتی نوین در تعیین نیازهای محیط‌زیستی و نیز تعیین ترکیب پایدار سرزمین معرفی نمود. بنابراین لازم است تا برای پشتیبانی از فرایندهای طرح‌ریزی، از اطلاعات مربوط به خدمات اکوسیستمی استفاده و برای برآورد این خدمات از شاخص‌های متناسب استفاده شود (Burkhard and Müller, 2012). شاخص در اکولوژی و برنامه‌ریزی محیط‌زیست شامل مؤلفه یا سنجه‌ای از پدیده‌های مرتبط با محیط‌زیست است که برای به تصویر کشیدن یا ارزیابی شرایط یا تغییرات محیط‌زیستی یا تنظیم اهداف مرتبط، استفاده می‌شود (Hou et al., 2018).

از مهم‌ترین چالش‌های یافتن شاخص‌های قوی برای تعیین کمیت خدمات اکوسیستمی، اندازه‌گیری تغییرات در عرضه و تقاضا و پیش‌بینی آینده است (Balvanera et al., 2017). پژوهشگران با تلاش بسیار، عرضه خدمات چندگانه اکوسیستم را مدل‌سازی کرده‌اند. این تلاش‌ها اغلب این واقعیت را که اکوسیستم‌ها همزمان خدمات چندگانه را فراهم می‌کنند و به طرز پیچیده و پویایی به هم وابسته‌اند را نادیده می‌گیرند (Rodriguez, 2006; et

خدمات اکوسیستمی به خوبی مورد توجه قرار نمی‌گیرد، پیش‌بینی‌های مربوط به ظرفیت عرضه خدمات اکوسیستمی است تا بتواند به طور پایدار تقاضاهای خدمات اکوسیستمی را پوشش دهد (Birkhofer et al., 2015). در حال حاضر مالکان اراضی برای تصمیم‌گیری‌های جاری خود از اطلاعات کوتاه مدت و برنامه‌ریزان استراتژیک از اطلاعات مربوط به پویایی اکوسیستم بلند مدت استفاده می‌کنند. بنابراین مدیریت زمین‌های کشاورزی و جنگل، هر یک به دوره‌های برنامه‌ریزی متفاوتی اشاره دارند. این مسئله ایجاب می‌کند که اطلاعات این دو بخش کاربری اراضی را در برنامه‌های خدمات اکوسیستمی موجود، مانند سیمای سرزمین و یا مناطق سیاسی ادغام کرد.

راه‌حل این مشکل شامل استفاده از آینده‌نگاری و آینده‌نگری در قالب سناریو است. این مفاهیم می‌توانند به ارزیابی طیف وسیعی از ظرفیت‌های عرضه خدمات اکوسیستم در آینده کمک کنند و فرصت‌های انطباق در بخش‌های مختلف را از طریق نوع مدیریت و تقاضای زمین مورد بررسی قرار دهند. توصیه‌ها یا سیاست‌های برنامه‌ریزی از این طریق می‌تولند با روش هزینه-منفعت و یا توجیه‌پذیر بودن یک کاربری، مانع حمایت از سایر کاربری‌ها شود. با این حال، سناریوها به ندرت در مطالعات یکپارچه، برنامه‌ریزی یا سیاست‌گذاری‌ها مورد مطالعه قرار می‌گیرند (Newton et al., 2013).

اثرات انسانی بر خدمات

به‌منظور تأمین نیازهای روزافزون بشر اکوسیستم‌های طبیعی اغلب به اکوسیستم‌های قابل مدیریت، نظیر اراضی کشاورزی تبدیل شده‌اند. تغییر کاربری اراضی از مهم‌ترین عوامل تغییر خدمات اکوسیستمی در جهان محسوب می‌شود که رفاه انسانی و بقای سایر گونه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Nelson et al., 2006). پیش‌بینی اثرات تصمیمات کاربری اراضی بر خدمات اکوسیستمی به عنوان نیاز اساسی در برنامه‌ریزی فضایی شناخته شده است

مثال، وقتی جنگل یا علفزار به اراضی کشاورزی تبدیل می شود، تولید غذا افزایش خواهد یافت در حالی که ظرفیت ترسیب کربن در منطقه کاهش می یابد.

با شناسایی هم افزایی ها و هم کنش ها، رویکردهای همبست قادرند با ارتقای بهره وری در استفاده از منابع، کاهش تولید آلاینده ها و ضایعات، و تدوین سیاست های منسجم و هماهنگ، به تحقق اهداف پایداری کمک شایانی نمایند. این نکته در گذشته عمدتاً از طریق تجزیه و تحلیل کیفی مورد بحث قرار گرفته است و نیاز به تعمیم آن به رویکردهای کمی وجود دارد. رویکردهای همبست می توانند اثرات هم افزایی و منافع مشترکی را شناسایی کنند که ممکن است در سیستم های تولید پیچیده و زنجیره های تامین نادیده گرفته شوند. این امر به ویژه در مناطق شهری پرجمعیت که مزایای مصرف کارآمد منابع فراوان است، از اهمیت به سزایی برخوردار است. همچنین، رویکردهای همبست می توانند به شناسایی و به حداقل رساندن مبادلات مضر کمک کنند. برای مثال، مبادلات در مناطق خشک تر اتفاق می افتد، جایی که کشاورزان بین انواع مختلفی از محصولات که نیازهای آب و انرژی متفاوتی دارند، مجبور به انتخاب می شوند.

مفهوم همبست و همبست خدمات اکوسیستمی

بر اساس اهداف هزاره سوم سازمان ملل دستیابی به توسعه پایدار جوامع انسانی و تضمین فراهم نمودن غذا، آب و انرژی به منظور پایداری نسل های آینده در دستور کار این سازمان قرار دارد. همان گونه که پیشتر اشاره شد، در کنفرانس ریو + ۲۰ در سال ۲۰۱۲، موضوع همبست به طور مستقیم و غیر مستقیم با ۱۲ مورد از ۱۷ هدف توسعه پایدار ارتباط دارد.

همبست یا NEXUS نگرشی است که توانمندی دستیابی به اهداف توسعه پایدار را ایجاد می کند (Garcia and You, 2016). در رهیافت نوظهور همبست بحث امنیت منابع با توسعه عجین شده و به در دسترس

al., 2006). از دیگر چالش های عمده در مدیریت خدمات اکوسیستمی این است که آن ها مستقل از یکدیگر نیستند و روابط میان آن ها ممکن است به شدت غیرخطی باشد (Farber et al., 2002; Van Jaarsveld et al., 2005). رشد خدمات اکوسیستمی مربوط به تنوع خدمات اکوسیستمی، عدم تعادل در توزیع مکانی و استفاده گزینشی انسان از آن ها است. برای کاهش اثرات منفی ناشی از هم کنش، لازم است قبل از تصمیم گیری، یک تحلیل هم کنش از خدمات اکوسیستم انجام شود. هم افزایی راه اصلی به حداکثر رساندن مزایای خدمات اکوسیستم و هدف نهایی توسعه اجتماعی است (MEA, 2005). شناخت ارتباط بین خدمات اکوسیستم و شفاف سازی خصوصیات مکانی و زمانی آن ها و مکانیسم های محرک می تواند هماهنگی و بهینه سازی چندین خدمت را انجام داده و ضمن بهبود یک خدمت از آسیب رساندن به سایر خدمات جلوگیری کند. این مهم برای ارتقاء مدیریت پایدار اکوسیستم های منطقه ای، هدایت توسعه منطقی منابع طبیعی و بهبود رفاه انسان از اهمیت ویژه ای برخوردار است (Peng et al., 2017).

در حال حاضر، شناخت رابطه بین خدمات اکوسیستمی به موضوعی داغ تبدیل شده است. در یک منطقه جغرافیایی در اثر فعالیت های انسانی از جمله تغییر کاربری اراضی روابط جایگزینی منفی و یا هم پیشی مثبت میان خدمات مختلف به وجود می آید. هم پیشی زمانی اتفاق می افتد که خدمات مختلف هم زمان بهبود می یابند به طوری که عرضه یک خدمت موجب افزایش خدمت دیگری می شود (Bennett et al., 2009). برای مثال، جنگل کاری به طور هم زمان عرضه خدمات فراهم سازی، تنظیمی و فرهنگی را بهبود می دهد. در مقابل ممکن است در یک موقعیت مکانی مشخص، عرضه یک خدمت هم زمان با عرضه بیشتر خدمت دیگر کاهش یابد به نحوی که عرضه یک خدمت از عرضه خدمت دیگر جلوگیری می کند (Rodriguez et al., 2006; Bennett et al., 2009) برای

بر لزوم استفاده از انرژی در کنار آب تأکید شد (Endo et al., 2017). پس از بحران مالی سال ۲۰۰۸، مفاهیم مختلف همبست به منظور ترویج مدیریت یکپارچه منابع در نظر گرفته شد (Mohtar and Daher, 2012). رویکرد همبست آب-غذا-انرژی پس از کنفرانس بن^{۲۱} سال ۲۰۱۱ و انتشار امنیت آب توسط انجمن اقتصاد جهانی تحت عنوان همبست آب-غذا-انرژی-آب و هوا (World Economic Forum, 2011) به شهرت رسید. کلمه همبست به معنای «اتصال» است (De Lrentiis et al., 2016). در ادامه همبست آب-انرژی-غذا^{۲۲} در ابتدا توسط هاف در سال ۲۰۱۱ معرفی شد و وی از آن به عنوان یک نیاز جهانی به دلیل فشارهای وارد شده به منابع یاد کرد که شامل بحث در مورد ضرورت‌ها و فرصت‌های مطالعات همبست آب-انرژی-غذا و شکاف‌های دانشی در زمینه علم، فناوری و سیاست‌های مربوطه بود (Hoff, 2011). این مطالعه چشم‌انداز امنیت غذایی سنتی را به سمت امنیت بخش‌های غذا، انرژی و آب گسترش داد تا به بهبود بهره‌وری منابع، کاهش تلفات، ایجاد همکاری و بهبود حاکمیت در سراسر بخش‌ها کمک کند.

این دیدگاه بر وابستگی منابع آب، تولید انرژی و تولید غذا به یکدیگر تأکید دارد (Alloche et al., 2015; Muller, 2015; Wichelns, 2017; Susnik, 2018) و استدلال می‌کند که اولین مطالعه جهانی در مورد همبست، انتشار کتاب محدودیت‌های رشد بود. در این کتاب، Meadows و همکاران (۱۹۷۲) بیان می‌کنند که «اگر روند رشد فعلی در جمعیت جهان، صنعتی شدن، آلودگی، تولید غذا و کاهش منابع بدون تغییر باقی بماند، منجر به محدودیت‌های رشد در این سیاره در طول صد سال آینده خواهد شد». این مطالعه، که در طول «شتاب بزرگ»^{۲۳} انجام شده‌است، رشد نمایی جمعیت

بودن مستمر اصول توازن و تعادل و حفاظت محیط‌زیستی اتلاق می‌شود. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که بخش زیادی از حکمرانی نامناسب، به نبود روابط پویا و دینامیک میان میزان، نحوه و روش استفاده از منابع مرتبط است. از این رو بیش از پیش نیازمند مکانیسم و رهیافتی برای دستیابی به این پویایی هستیم (Karabulut et al., 2016). «رویکرد همبست» با شمار زیادی از مسائل مربوط به سیاست‌های اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی در ارتباط است و طیف وسیعی از حوزه‌های مهندسی را دربرمی‌گیرد. لذا از این نظر قابلیت ارتباط با برنامه‌ریزی فضایی راهبردی را داراست. همبست را می‌توان به‌عنوان رویکردی برای ارزیابی، توسعه و اجرای سیاست‌هایی که به‌طور هم‌زمان بر امنیت منابع به خصوص آب، انرژی و غذا تأکید می‌کند، تعریف کرد (Bizikova et al., 2014). با توجه به تقلیل توسعه با پایداری منابع طبیعی و ابعاد گسترده آن در برخی کشورهای جهان، ازجمله ایران، اصلاح یا بازسازی برنامه اجرایی برای رفع این مهم راه حل اساسی برای برون‌رفت از بحران محسوب می‌شود. در این رابطه رهیافت همبست به عنوان مفهومی نوین سعی در بیان پیچیدگی‌ها و وابستگی‌های سیستم‌های جهانی دارد.

اولین بحث‌ها پیرامون اصطلاح همبست در سال ۱۹۸۳ در دانشگاه ملل متحد (UNU) در مورد همبست آب و انرژی در تولید غذا صورت گرفت. در سال بعد، کنفرانس غذا، انرژی و اکوسیستم از طرف دانشگاه ملل متحد در برزیل و در سال ۱۹۸۶ دومین سمپوزیوم بین‌المللی با عنوان همبست غذا - انرژی و اکوسیستم در دهلی نو در هند برگزار شد. در سال ۱۹۹۰ اصطلاح همبست توسط بانک جهانی برای ارتباط آب، غذا و تجارت مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۲۰۰۳ آلن مفاهیم آب مجازی و ردپای آب را مطرح کرد و با افزایش مباحث بین‌المللی،

^{۲۳} «شتاب بزرگ» به نیمه دوم قرن بیستم اشاره دارد که در طی

آن میزان تأثیر فعالیت‌های انسانی بر روی زمین به طور قابل توجهی افزایش یافت.

^{۲۱} Bonn

^{۲۲} Water Food Energy Nexus

جهانی و تقاضا برای منابع از زمان آغاز انقلاب صنعتی را ارزیابی کرده است. بسیاری از محققان در آن زمان نگران هزینه توسعه بودند. برای مثال، شافر (۱۹۷۰) اظهار داشت: «اگر انسان قادر به حل مشکلات اکولوژیک خود نباشد، منابع انسانی از بین خواهند رفت».

برنامه جهانی ارزیابی آب سازمان ملل متحد (۲۰۱۴) بیان می‌کند: «رویکرد همبست برای مدیریت بخشی، از طریق گفت‌وگوی پیشرفته، همکاری و هماهنگی، مورد نیاز است تا اطمینان حاصل شود منافع مشترک و همکنش‌ها در نظر گرفته می‌شوند و حفاظت‌های مناسب در محل قرار دارند» از دلایل اصلی استفاده از همبست، به عنوان لنزی برای ارزیابی توسعه پایدار و مدیریت یکپارچه منابع، و شناخت پیوندهای موجود بین آب، انرژی و غذا است.

با توسعه رویکرد همبست، مفهوم همبست خدمات اکوسیستمی^{۲۴} مطرح شد که به پایداری اکوسیستم کمک می‌کند، زیرا همبست خدمات اکوسیستمی بر دسترسی به خدمات چندگانه اکوسیستم همزمان با حفظ پویایی و سلامت اکوسیستم و رفع نیاز انسانی تاکید دارد (Furst et al., 2017). از سوی دیگر وجود پیچیدگی روابط میان تقاضای استفاده از خدمات اکوسیستمی و عرضه آن‌ها، نیازمند هم‌زمانی در توجه به خدمات است (Howells et al., 2011; Bazilian et al., 2013). از طرفی به منظور بررسی اثرات فعالیت‌های مختلف و تقابل آن با مسائل اکولوژیک بر خدمات اکوسیستم نیاز به شناسایی جریان‌های عرضه و تقاضای خدمات اکوسیستمی است (Ward et al., 2018; Metzger et al., 2019; Mancini et al., 2018; De Souza et al., 2018; Lin et al., 2018; Blicharska et al., 2017; Kubiszewski et al., 2017; Sandifer et al., 2015). در واقع همبست خدمات اکوسیستمی؛ روابط متقابل (هم‌کنش و هم‌افزایی‌ها) میان خدمات چندگانه اکوسیستم خشکی و آبی را برای نیل به امنیت و پایداری

در رابطه با غذا، آب، انرژی، خاک، زمین و از همه مهم‌تر امنیت اکولوژیک در کنش با تغییرات اقلیم و فعالیت‌های انسانی مورد بررسی قرار می‌دهد. از این رو برای نشان دادن اینکه اکوسیستم‌ها نقش مهمی در تأمین نیازهای نسل آتی بشر دارند، دیدگاه همبست باید مورد توجه قرار گیرد (Karabulut et al., 2016; van den Heuvel et al., 2020).

در جمع‌بندی مطالب بیان شده می‌توان مطالعه نکسوس خدمات اکوسیستمی را ارزیابی مولفه‌های فردی سیستم، تعاملات و پیوندهای آن‌ها، و همچنین همکنش‌ها و هم‌افزایی بین آن‌ها تعریف کرد که نسبت عرضه‌ی خدمات با تقاضای انسانی و اکولوژیکی را بررسی می‌کند. در این میان جریان‌های کلان میان جاذب‌ها و منابع خدمات، از نقش اساسی برخوردار است. هدف اصلی نکسوس خدمات، دستیابی هم‌زمان به امنیت عملکرد اکوسیستمی برای تأمین رفاه انسانی در جهت نیل به توسعه پایدار است.

پیشینه پژوهش

خدمات اکوسیستمی پس از طی مراحل تکمیلی و گذار از مفاهیم، وارد عرصه عملی شد به نحوی که تعداد مطالعات از نقشه‌سازی خدمات اکوسیستمی طی سال‌های مختلف به طور قابل توجهی افزایش یافت (Liquete et al., 2013; Egoh et al., 2012). نقشه‌برداری عرضه و تقاضای خدمات مختلف اکوسیستم در مقیاس محلی یا منطقه‌ای (Nelson et al., 2009; Willemen et al., 2010; Burkhard et al., 2012a; La goh et al., 2008; Nedkov et al., 2012)، ملی (Notte et al., 2012) و منطقه‌ای (Burkhard et al., 2012b) در مناطق مختلف انجام شده است. تعدادی از مطالعات محدود نیز به بررسی همبست آب، غذا و انرژی با رویکرد مدل‌سازی خدمات اکوسیستمی (Karabulut et al., 2016; Benis, 2016; Malagó et al., 2017; Sahle et al., 2019) پرداخته‌اند.

²⁴ Ecosystem Services Nexus

دادن سیاست‌های عمومی به یک مکان خاص و نشان دادن اینکه سیاست‌ها به طور یکنواخت در سراسر قلمرو نقش ایفا نمی‌کنند، دارد. بنابراین برنامه‌ریزی تخصیص کاربری و عملکرد اکوسیستم می‌تواند به سیاست‌گذاران کمک کنند تا تعامل یک سیاست معین را با خصوصیات خاص سرزمینی که در آن اعمال می‌شود، درک کنند و این امر را می‌توان عاملی کلیدی برای اثربخشی سیاست‌ها دانست. هنوز برخی از نویسندگان، مانند فون هارن و آلبرت (۲۰۱۱)، بر این عقیده‌اند که علم برنامه‌ریزی فضایی نتوانسته است با بحث بین‌المللی خدمات اکوسیستم ارتباط برقرار کند.

همبست خدمات اکوسیستمی می‌تواند با استفاده از ابزار خاص زمینه مشترکی را برای اتصال سیاست‌ها، برنامه‌ریزی فضایی و استفاده از زمین فراهم کند. به عنوان مثال، در اروپا، سیاست‌های پیشنهادی توسط بخش‌های مختلف کمیسیون اروپا، مانند کشاورزی، جنگل‌داری، آب‌وهوا، محیط‌زیست و ... قبل از تصویب، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. از طریق این ارزیابی، پیامدهای اجتماعی، اکولوژیکی و اقتصادی سناریوهای احتمالی مرتبط با سیاست مربوطه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و برای پشتیبانی از سیاست‌گذاری مورد استفاده قرار می‌گیرد (Helming et al., 2011).

ارزیابی راهبردی محیط‌زیست توسط بسیاری از کشورهای جهان به منظور کمک به حفاظت از محیط‌زیست و ترویج پایداری اتخاذ شده است، با این اطمینان که ملاحظات اکولوژیکی در توسعه و تصویب سیاست‌ها، برنامه‌ها و طرح‌ها در نظر گرفته شده‌اند. محتوای ارزیابی راهبردی محیط‌زیست غالباً فراتر از مسائل اکولوژیکی است و نگرانی‌های دیگری مانند بهداشت، عدالت و شمول اجتماعی را در بر می‌گیرد. به همین دلایل، ارزیابی راهبردی محیط‌زیست ابزاری مناسب برای ادغام خدمات اکوسیستمی در فرایندهای

پاسخ به این سوال که چگونه پیاده‌سازی خدمات اکوسیستم در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی به بهترین نحو صورت می‌گیرد، منجر به انتشار مقالاتی شد که استدلال‌هایی را مبنی بر کمبود به‌کارگیری خدمات اکوسیستم در برنامه‌ریزی مکانی و استفاده از اراضی و دلایل ناکامی آن‌را بیان می‌کند. از جمله دیگر دلایل می‌توان به کمبود مفاهیم علمی مرتبط (Daily et al., 2009; Opdam, 2013) و دخالت محرک‌ها و شیوه‌های مختلف تصمیم‌گیری اشاره کرد (Cowling et al., 2008; Slootweg, 2016). با این حال، هنوز هم نیاز به تدوین معیارهایی که بتواند در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی و استفاده از مزایای خدمات اکوسیستم کمک کند، وجود دارد (Fürst et al., 2014). بر این اساس مفاهیم و چارچوب‌های مختلفی برای ارتباط این موضع بسط داده شده‌اند. مفاهیمی مانند آبشار خدمات اکوسیستم (Haines-Young and Potschin, 2010; Potschin and Haines Young, 2011) که برای ساختن چگونگی ارتباط فرآیندهای محیط‌زیستی و عملکردها با مؤلفه‌های فرهنگی-اجتماعی سیستم‌های اجتماعی-محیط‌زیستی بسیار ارزشمند هستند و چگونگی تقاضا و مصرف خدمات را در چارچوب‌های ارزشیابی مانند DPSIR²⁵ (Smeets and Weterings, 1999) تعیین می‌کند و این مدل برای ارزیابی کیفیت و تأثیر برنامه‌های محیط‌زیستی قابل استفاده است (Geneletti et al., 2016).

در این زمینه، برنامه‌ریزی فضایی فرآیندی مرتبط با تصمیم‌گیری است، زیرا یکی از محرک‌های اصلی تغییرات اکوسیستم‌های انسانی، تغییر کاربری زمین است (Burkhard et al., 2010)، به عنوان مثال در ارتباط با فرآیندهای شهرنشینی (Haase et al., 2014). برنامه‌ریزی فضایی و کاربری زمین بر تصمیمات استفاده از خدمات اکوسیستم موثر است (Geneletti, 2011). برنامه‌ها یا استراتژی‌های مکانی نقش مهمی در پیوند

²⁵ Drivers-Pressures-State-Impact-Responses

تصمیم‌گیری، به منظور بهبود و درک عواقب ناخواسته تصمیمات استراتژیک بر بهزیستی انسان است (Kumar et al., 2013; Geneletti, 2016).

در ارزیابی راهبردی محیط‌زیست نگرانی از عدم توجه به خدمات اکوسیستمی در تصمیم‌گیری‌ها وجود دارد، همان‌طور که در مقالات علمی اخیر (Geneletti, 2013; Karjalainen et al., 2013; Rozas-Vasquez et al., 2017) و بازنگری رویه‌ها (Rosa and Sanchez, 2015) نشان داده شده است. توجه به خدمات اکوسیستمی در ارزیابی راهبردی محیط زیست و ارزیابی اثرات سیاست‌ها، منجر به بهبود بینش در مورد تأثیرات مقیاس و توجه به مزایا و ارزش‌های محیط‌زیستی خواهد شد (Diehl et al., 2016). این در حالی است که بررسی اسناد مربوط به ارزیابی راهبردی محیط‌زیست نشان می‌دهد، توجه به یک چارچوب برنامه‌ریزی مکانی منسجم و عبور از مقیاس‌های مختلف تصمیم‌گیری، هنوز در آن ایجاد نشده است (Honrado et al., 2013). بنابراین، در نظر گرفتن خدمات اکوسیستمی در ارزیابی راهبردی، شفافیت نتایج ارزیابی و اقدامات جبران خسارت بالقوه را بهبود می‌بخشد (Latimer, 2009; Villaroya and Puig, 2013). استفاده از رویکرد خدمات اکوسیستمی در ارزیابی اثرات، منجر به ارائه نگرشی جامع‌تر و یکپارچه‌تر به سیستم‌های اجتماعی-محیط‌زیستی خواهد شد (Baker et al., 2013). علاوه بر این، اشاره صریح به خدمات اکوسیستم در ارزیابی راهبردی محیط‌زیست می‌تواند به تأمین منابع طبیعی کلیدی و برجسته‌تر در پروژه‌های مرتبط با محیط‌زیست کمک کند. این امر از اهمیت ویژه‌ای در کشورهای در حال توسعه و تازه صنعتی شده برخوردار است، جایی که پروژه‌های سرمایه‌گذاری ممکن است باعث ایجاد برهم‌کنش منفی میان مواد غذایی و امنیت آب شوند (Grumbine et al., 2012).

جریان اصلی رویکرد خدمات اکوسیستمی در ارزیابی راهبردی محیط‌زیست از یک نگرش جامع‌تر و یکپارچه‌تر در سیستم اجتماعی-محیط‌زیستی برای ارتقای پایداری و اطلاع‌رسانی سیاست‌ها، برنامه‌ها و پروژه‌ها استفاده می‌کند (Geneletti, 2015). علاوه بر این، این فرآیند در قالب یک تحلیل استراتژیک تنظیم می‌شود که از نظر انعطاف‌پذیری و سازگاری با اهداف هر یک از تصمیم‌گیری‌های محوری، متناسب است (Partidario, 2012).

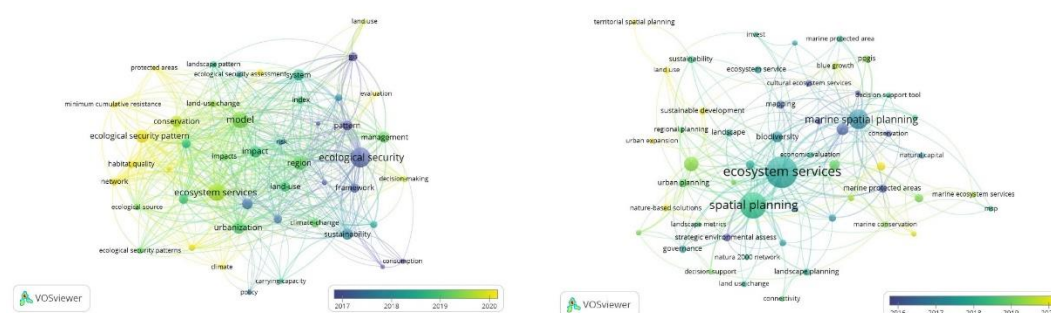
در حقیقت، برخی از ابتکارات اخیر سیاست‌های بین المللی، خدمات اکوسیستمی را در استراتژی تنوع زیستی اتحادیه اروپا (EU, 2011)، یا چارچوب بین دولتی در مورد تنوع‌زیستی و خدمات اکوسیستمی^{۲۶}، (Perrings et al., 2011) برجسته می‌کنند. همچنین برنامه استراتژیک جهانی برای تنوع زیستی برای دوره ۲۰۱۱-۲۰۲۰ کنوانسیون تنوع‌زیستی، اهداف قبلی تنوع‌زیستی مبتنی بر حفاظت را با افزودن خدمات اکوسیستم تکمیل نمود (Maes et al., 2013).

با این حال، هاوک و همکاران (۲۰۱۳) تأکید می‌کنند که اجرای مفهوم خدمات اکوسیستمی در سیاست‌گذاری اروپا از طریق استراتژی تنوع‌زیستی اتحادیه اروپا تا سال ۲۰۲۰ به به‌کارگیری آن در سطح ملی و منطقه‌ای نیازمند است. با این همه، ادغام خدمات اکوسیستمی در تصمیم‌گیری عمومی و برنامه‌ریزی فضایی (Geneletti, 2011)، برنامه‌ریزی توسعه (Bennet et al., 2008)، قانون و سیاست‌های محیط‌زیستی ایالات متحده (Ruhl, 2008; Ruhl et al., 2007)، یا برنامه‌ریزی و مدیریت سیمای سرزمین (De Groot et al., 2010) ضعیف و محدود گزارش شده است.

نویسندگانی مانند دیلی و همکاران، ۲۰۰۹ نیاز به ادغام صریح و منظم خدمات اکوسیستمی در تصمیم‌گیری توسط افراد، شرکت‌ها و دولت‌ها را گزارش می‌کنند. این

علیرغم این که موضوع خدمات اکوسیستمی نسبتاً جدید و دارای ادبیاتی غنی است که به سرعت در حال گسترش است، اما همچنان خلاءهای علمی میان‌رشته‌ای وجود دارد. براین اساس مطالعات کتاب‌سنجی بر اساس Web of Science انجام و تجزیه و تحلیل کمی با استفاده از VOSviewer انجام شده که در شکل ۱ نشان داده شده است.

نیاز با انگیزه‌های ضعیف تصمیم‌گیرندگان برای پاسخگویی به خدمات اکوسیستم (Sitas et al., 2014؛ Tallis and Polasky, 2009) همراه است، گرچه ممکن است از دانش قبلی در مورد خدمات اکوسیستمی استفاده کنند اما اصطلاحات مختلفی را به کار می‌گیرند (Albert et al., 2014).



شکل ۱- ارتباط میان خدمات اکوسیستمی و برنامه‌ریزی فضایی (سمت راست) و ارتباط میان خدمات اکوسیستمی، همبست و امنیت اکولوژیک (سمت چپ) (منبع: نگارندگان بر اساس تحلیل داده‌های (Web of Science) Fig. 1- The relationship between ecosystem services and spatial planning (right), and the relationship between ecosystem services, NEXUS, and ecological security (left) (Source: Authors, based on analysis of Web of Science data).

(۲۰۱۲) شرح داده شده است که در آن تمرکز بر پیامدهای اقتصادی سناریوهای جایگزین برنامه‌ریزی است. در مورد اروپا، فارست و همکاران. (۲۰۱۳) تحلیلی یکپارچه را برای حمایت از برنامه‌ریزی منطقه‌ای در نظر می‌گیرد که فراتر از مؤلفه‌های اقتصادی است. سرانجام، به عنوان نمونه‌ای از استرالیا، ریموند و همکاران (۲۰۰۸) به‌منظور آگاهی از برنامه‌ریزی برای حفاظت و مدیریت محیط‌زیست از رویکرد ارزش‌های جامعه برای نقشه‌برداری خدمات اکوسیستمی استفاده کردند. بنابراین، در حال حاضر تعدادی از برنامه‌های کاربردی در مورد خدمات اکوسیستم در مطالعات موجود است، اما بسیاری از آن‌ها فقط یک هدف خاص را در نظر می‌گیرند، در بعضی موارد تنها با تمرکز بر جنبه‌های اقتصادی، بیوفیزیکی یا اجتماعی یا حتی با رابطه‌ای

بر این اساس، مقالات، کتب و گزارش‌های علمی بررسی شده بیان می‌کنند که مفهوم خدمات اکوسیستمی در حال حاضر در زمینه‌های مختلف سیاسی ادغام شده و در حال تبدیل شدن به یک ابزار تصمیم‌گیری صریح است (Abson et al., 2014; Jacobs et al., 2014; Shapiro and Báldi, 2014). مطالعات مختلفی سعی در ادغام خدمات اکوسیستمی در برنامه‌ریزی راهبردی فضایی داشتند که از این جمله می‌توان به مطالعه Mascarenhas, 2015 اشاره کرد. برخی از نمونه‌های استفاده از خدمات اکوسیستمی در تصمیم‌گیری توسط بالوانا و همکاران (۲۰۱۲) در آمریکای لاتین ارائه شده است، که در آن متداول‌ترین برنامه‌ها از طریق برنامه‌های عمومی یا خصوصی پرداخت خدمات اکوسیستمی بوده است. در آمریکای شمالی، وضعیت مشابهی بر اساس تحقیقات انجام شده توسط گلدشتاین و همکاران

مفقود بین هدف و رویه ها است که توسط Nahuelhual و همکاران (۲۰۱۵) تشریح شده است.

ارزشمندترین سهم مفهوم خدمات اکوسیستمی در سیاست گذاری و تصمیم گیری، مربوط به درک جامع آن از تعامل بین انسان و طبیعت و پرداختن به هم کنش میان استفاده از اراضی دارای تعارض و تقاضای منابع و همچنین تضاد منافع اقتصادی و اجتماعی است. بنابراین، خدمات اکوسیستمی نه تنها در برنامه ریزی، بلکه برای کشف و غلبه بر برنامه های مختلف و رقابت یا اهداف سیاسی می توانند مورد استفاده قرار گیرند. چنین رویکرد یکپارچه سازی برای ارائه راه حل های منسجم نیاز به تفکر و درک سیستماتیک از پیوندهای پیچیده و مکانیسم های بازخورد در سیستم های اجتماعی- اکولوژیک دارد (Liu et al., 2015). برای درک ارتباط بین اجزای سرزمین نیاز به چارچوب های مفهومی می باشد. چارچوب مفهومی درواقع نمایشی از اجزای اصلی یک سیستم یا موضوع مورد بررسی است که پیوند و روابط این اجزا را نشان می دهد (Zarandian, 2015). چارچوب های متعددی در تلاش برای ارائه متقابل برنامه ریزی و سیستم های اجتماعی اقتصادی ایجاد شده اند (Mabhaudhi et al., 2018). بررسی های بسیاری وجود دارد که در آن منابع و دارایی های محیط زیستی در مرکز چارچوب ها قرار دارند. این امر ممکن است موضوعی بدیهی به نظر برسد، اما پیامدهای قابل توجهی برای توسعه و اجرای سیاست دارد. از این رو برای نشان دادن اینکه اکوسیستم ها نقش مهمی در تأمین نیازهای نسل آتی بشر دارند، دیدگاه همبست باید مورد توجه قرار گیرد (Karabulut et al., 2016; van den Heuvel et al., 2020).

شاید بتوان چارچوب مفهومی «تفکر همبست»، پیشنهاد شده توسط Fürst و همکاران- (۲۰۱۷) را به عنوان اولین گام در راستای اجرایی سازی همبست خدمات اکوسیستمی معرفی کرد. این چارچوب مفاهیم و شیوه های خدمات اکوسیستمی می تواند با تسهیل

برنامه ریزی چند مقیاسه و بخشی، به تعادل در مدیریت منابع یکپارچه کمک کنند. همچنین به یک سؤال اساسی که همان چگونگی تعریف مرزهای معنادار سیستم است، در برنامه ریزی و سیاست گذاری پاسخ مناسب ارائه می کند.

این مهم مربوط به یک مشکل مشترک یا محدودیت سیستم های برنامه ریزی است چرا که برنامه ها و سیاست ها بیشتر مربوط به مرزهای سیاسی است، در حالی که ظرفیت و تقاضای تأمین خدمات اکوسیستمی به جنبه های بیوفیزیکی یا اجتماعی مربوط است (Fürst et al., 2017).

مواد و روش ها

هدف این پژوهش، تبیین نقش خدمات اکوسیستمی در ارتقای کیفیت ارزیابی های راهبردی محیط زیست و تقویت انسجام در فرآیندهای برنامه ریزی فضایی، و همچنین ترسیم نحوه ادغام این خدمات در چارچوب سیاست ها و راهبردهای مرتبط با توسعه پایدار است. چگونگی استفاده بهتر از خدمات اکوسیستم در نظام پایش و ارزیابی تصمیم گیری، و ایجاد ارتباط بین طبیعت، بشریت و مقیاس و ایجاد پلی برای اجرای آن ها در بخش های مربوط به محیط زیست، برنامه ریزی فضایی و کاربری اراضی به عنوان سوال تحقیق مطرح است.

این پژوهش با اتخاذ رویکردی ترکیبی نظری-تحلیلی، در سه مرحله پیوسته به انجام رسیده است. در مرحله نخست، با بهره گیری از مرور نظام مند منابع علمی، اسناد سیاستی و چارچوب های بین المللی، مفاهیم بنیادین مرتبط با خدمات اکوسیستمی، ارزیابی راهبردی و برنامه ریزی فضایی استخراج و طبقه بندی شدند. در مرحله دوم، از روش تحلیل مضمون برای شناسایی مؤلفه های کلیدی رویکرد «همبست» استفاده گردید. این تحلیل بر پایه ی مقایسه ی تطبیقی میان رویکردهای مطرح در ادبیات توسعه پایدار، برنامه ریزی یکپارچه و ارزیابی چندمعیاره صورت گرفت. در این مرحله، مؤلفه هایی نظیر هم راستا سازی ارکان بخشی به عنوان

می‌دهد. ارزیابی خدمات چندگانه اکوسیستمی برای بهبود امنیت تولیدکننده (اکوسیستم) و مصرف‌کننده (اکوسیستم و انسان) و تشخیص ارتباط بین آن‌ها ضروری است چراکه در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری برای حملیت از توسعه پایدار از طریق کاهش تعارضات و حداکثر هم‌افزایی‌ها در استفاده از منابع و تقویت انسجام راهبردها کمک می‌کند (Harwell, 2020). از این طریق می‌توان خدمات اکوسیستم را پایش و مفهوم خدمات اکوسیستمی را در برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری وارد کرد (Helming et al., 2011).

چارچوب‌های مفهومی مختلف در ادبیات همبست آب، با تأکید بر پیوندهای داخلی بین سه بخش منابع ارائه شده‌اند (Gulati et al., 2013; Smaigl et al., 2016; Liu et al., 2017). در این مدل مفهومی نیز سه عنصر آب، خاک و هوا به عنوان هسته اصلی انتخاب شده‌اند. دلیل این مهم نیز اثرگذاری پارامتر هوا بر عرضه و تقاضای منابع است. فرد، اکوسیستم و زمان با محرک‌های متغیر مرتبط، در مرکز این چارچوب پیشنهادی قرار دارند. در واقع نوع بشر با استفاده از منابع در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف از طبیعت نیازهای خود را دریافت می‌کند تا معیشت خود را حفظ کند.

با این حال، ارتباط بین هر یک از این منابع و هسته چارچوب، به تأمین آب، انرژی و غذا محدود نمی‌شود و سایر پارامترهای طبیعی دیگر را نیز در بر می‌گیرد. توجه به اهداف توسعه پایدار همچون دسترسی برابر که در آرمان‌های ۲ و ۷ و ۵ ارائه شده نیز ارتباط بین منابع، جامعه و فضا را تشکیل می‌دهد. اقلیم بر محیطی که به نوبه خود تحت‌تأثیر چگونگی تأمین این منابع قرار دارد، تأثیر می‌گذارد. این عرضه می‌تواند یک تجدیدپذیر و یا تجدید ناپذیر باشد.

عناصر محوری رویکرد «همبست» شناسایی شدند. در مرحله سوم، با اتکا به یافته‌های نظری، چارچوب‌های مفهومی یکپارچه طراحی شدند که روابط متقابل میان سه حوزه سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی فضایی و ارزیابی راهبردی را در قالب یک فرآیند منسجم مدل‌سازی می‌نماید. این چارچوب با هدف پشتیبانی از تصمیم‌گیری چندسطحی و تلفیق اهداف توسعه‌ی پایدار در بسترهای اجرایی تدوین شده است. روش به‌کارگرفته شده در این مطالعه، روش فراترکیب کیفی است. در این روش، برخلاف روش‌های فراتحلیل کمی که بر اساس داده‌ها و تحلیل آماری است، متمرکز بر استخراج مفاهیم و درک عمیق از مطالعه‌ها دارد (Kashef, 2022). در این راستا برای تحلیل نتایج پژوهش‌های مختلف از روش فراترکیبی استفاده شد و پس از بررسی روش‌ها و مطالعات مختلف، چارچوبی مناسب ارائه شده است. از این رو، در ادامه، چهارچوب مفهومی استفاده از تفکر همبست و چگونگی ادغام مفاهیم و همبست خدمات اکوسیستمی در مدیریت منابع، در راستای تسهیل ارزیابی و برنامه‌ریزی فضایی ارائه می‌شود.

چارچوب همبست خدمات اکوسیستمی در تصمیم‌گیری

آن‌گونه که مطرح شد، مفهوم همبست خدمات اکوسیستمی^{۲۷} به ارائه راه‌حل‌های یکپارچه در جهت پایداری اکوسیستم کمک می‌کند. چرا که همبست خدمات اکوسیستمی بر دسترسی به تمام خدمات ارائه شده اکوسیستم (بدون نگاه بخشی) و با اهداف پویایی و سالم بودن اکوسیستم و رفع نیاز انسانی با قابلیت دسترسی برای همگان تأکید دارد.

درواقع همبست خدمات اکوسیستمی-روابط متقابل میان خدمات چندگانه اکوسیستم خشکی و آبی را برای نیل به امنیت و پایداری در رابطه با غذا، آب، انرژی، خاک، زمین و از همه مهم‌تر امنیت اکولوژیک در کنش با تغییرات اقلیم و فعالیت‌های انسانی مورد بررسی قرار

²⁷ Ecosystem services Nexus

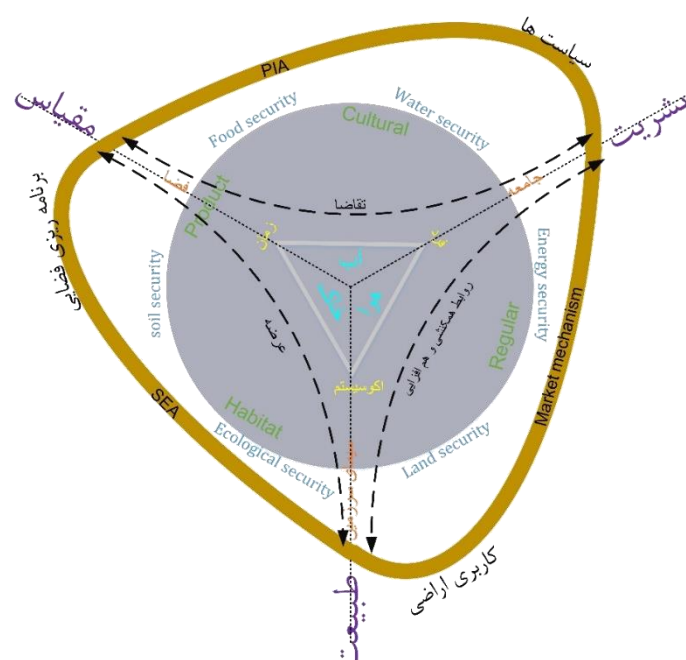
تعامل و وابستگی آن‌ها و تأثیرات متقابل بین اهداف اجتماعی و فردی را مورد بحث قرار می‌دهد.

در نهایت، استفاده از رویکرد همبست در تعامل ابزارها و اقدامات اجرایی بین سطح سیاست، برنامه ریزی و مدیریت اراضی در مورد چگونگی دستیابی به انسجام بین این موارد با استفاده از خدمات اکوسیستم، را در کلیه مقیاس‌های تصمیم‌گیری و پیش‌شرط بهره‌گیری کامل از پتانسیل‌های عظیم خدمات اکوسیستمی برای دستیابی به توسعه پایدار را معرفی می‌کند.

تمام سطوح این سیستم، از جمله محیط زیست و یا کاربری اراضی، تحت تأثیر سیاست‌ها و حکمرانی هستند که توسط برنامه ریزی یا تغییرات تعیین می‌شوند. بنابراین، بشر، سیستم زنجیره تأمین جهانی را از مرکز این چارچوب هدایت می‌کند. اگر انسان بخواهد تمام خواسته‌هایش را از زمین در دراز مدت به دست آورد، پس باید به نوبه خود حکمرانی خوبی داشته باشد و سیاست‌های مناسب و یکپارچه‌ای را توسعه دهد؛ این چارچوب به آن کمک می‌کند. مدیریت تقاضای منابع، عرضه پایدار، روابط هم‌کنشی و نیز جریان خدمات باید در این چارچوب قرار گیرد (Simpson and Jewitt, 2019b).

در این رابطه، چهارچوب مفهومی برای طرح موضوع مورد مطالعه مطرح می‌شود (شکل ۲). در واقع، تفکر همبست با بیان چگونگی ادغام مفاهیم و عملکرد خدمات اکوسیستمی می‌تواند در ایجاد تعادل در مدیریت منابع با تسهیل برنامه ریزی مقطعی و میان مدت کمک کند. با استفاده از «تفکر همبست»، به طور کلی ارتباط متقابل بین اقدامات انسانی و واکنش‌های طبیعت در مقیاس‌های مختلف فضایی، و به طور خاص روابط بین سطوح مختلف در تصمیم‌گیری‌های محیط زیستی (سیاست‌ها، برنامه ریزی فضایی، کاربری اراضی و مدیریت) درک می‌شود.

این مدل، چگونگی اتصال بهتر خدمات اکوسیستمی با مفاهیم، مقیاس‌ها و ابزارهای عملی مورد استفاده را ارائه می‌کند و دیدگاه خود را در به کارگیری خدمات اکوسیستمی در چنین رویکردی، برای افزایش میزان استفاده از مفهوم خدمات اکوسیستمی، توجیه می‌کند. این مدل در ابتدا با تجزیه و تحلیل چگونگی اتصال خدمات اکوسیستمی، قصد نشان دادن اثرات مقیاس مرتبط با استراتژی‌های بازنگری شده در برنامه ریزی فضایی و کاربری اراضی را دارد و در ادامه، در مورد نقش نیروهای محرک در سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیکی،



شکل ۲- چارچوب مفهومی اجرای همبست خدمات اکوسیستمی به منظور تقویت انسجام بین سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی فضایی و کاربری اراضی در ارتباط با مقیاس و طبیعت و انسان (منبع: نگارندگان، با اقتباس از (Fürst et al., 2017)

Fig. 2- Conceptual framework for implementing NEXUS ecosystem services to enhance coherence among policy-making, spatial planning, and land use, in relation to scale, nature, and human dimensions (Source: Authors, adapted from Fürst et al., 2017).

همبستگی خطی و یک‌طرفه ساده نیست. بلکه بیشتر یک رابطه پیچیده و غیرخطی است. رفاه انسان نیز از طریق بازخورد اکوسیستم اجتماعی می‌تواند بر عرضه خدمات اکوسیستم اثر بگذارد. بنابراین، مطالعه عمیق مکانیسم تعامل بین خدمات اکوسیستم و رفاه انسانی نقش مهمی در حل استفاده از منابع بحث‌برانگیز و ترویج توسعه پایدار ایفا می‌کند. رابطه پیچیده بین خدمات اکوسیستم و رفاه چندسطحی در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف باید روشن شود. تعاملات درونی و ویژگی‌های تغییرات مکانی-زمانی در خدمات اکوسیستم قابل ملاحظه نیستند. عرضه خدمات اکوسیستمی در طول زمان تغییر می‌کند. عدم درک ساختار فضایی، جریان فضایی و اثرات اجتماعی-اقتصادی خدمات اکوسیستمی منجر به بحث فعلی در مورد رابطه بین این دو شده است که بیشتر بر پیشنهاد چارچوب‌های مفهومی و توصیف‌های کیفی متمرکز است. ترجیحات

چارچوب ارائه شده در این پژوهش به صورت کلی موارد ذیل را مورد بررسی قرار می‌دهد؛ (۱) توجه بیشتر به تغییرات شفاف در کاربری اراضی و خدمات اکوسیستمی ناملموس و تأکید هم‌زمان بر تعامل بین سیستم اجتماعی و اکوسیستم. (۲) نیاز به تعریف و طبقه‌بندی یکپارچه خدمات اکوسیستمی؛ اختلافات موجود بر سر تعریف و طبقه‌بندی اولیه خدمات اکوسیستمی منجر به دشواری در تعریف واضح خدمات اکوسیستم و مکانیسم تولید آن‌ها می‌شود و باعث فقدان شاخص‌ها و روش‌های ارزیابی واحد می‌گردد. این موضوع می‌تواند موجب شود نتایج ارزیابی با روش‌های مختلف قابل مقایسه نباشند. (۳) ضرورت تأکید بر مسئله مقیاس-در فرآیند مطالعه خدمات اکوسیستم در مقیاس‌های زمانی، مکانی و فضایی مختلف تغییر می‌کنند. (۴) ابهام در ماهیت خدمات مختلف اکوسیستمی و تأثیرات آن‌ها بر رفاه انسانی؛ رابطه بین خدمات اکوسیستمی و رفاه انسان یک

گروه های مختلف برای بهره مندی از خدمات اکوسیستمی و ذی نفعان مختلف باید بر مطالعات آینده متمرکز شود. اینکه چگونه رفتار نهادهای مختلف بر خدمات اکوسیستم و رفاه گروه های ذی نفع تأثیر می گذارد و اینکه چگونه رفاه این گروه های ذی نفع در طول زمان تغییر می کند، تأثیرات سرریزی بر سایر مناطق دارد. برای ارائه اطلاعات معتبر به تصمیم گیرندگان، این مشکلات باید مورد بررسی قرار گیرند. (۵) کمبود دانش کافی در مورد چگونگی تأثیر حاکمیت بر پایداری، کارایی و ارزش عرضه خدمات اکوسیستمی؛ در مقایسه با سایر مداخلات، تعداد کمی از محققین اثربخشی سیاست های مبتنی بر خدمات اکوسیستمی را بررسی کرده اند که چالش جدیدی برای ارزیابی اجرای سیاست ها برای دولت به شمار می رود. (۶) تحقیق در مورد روابط زمانی و مکانی خدمات اکوسیستم باید بر روابط بین مقیاس ها (محلی، حوضه آبخیز، منطقه ای و جهانی) و تأثیرات بر فرآیندهای اکولوژیکی تمرکز کند. فعالیت های انسانی، خدمات اکوسیستمی و رفاه انسان رابطه پیچیده ای در مقیاس فضایی دارند. تنها با درک کامل این روابط می توان استراتژی های مناسب و شکل مدیریت را تعیین کرد. (۷) لزوم تقویت تجزیه و تحلیل نیروهای محرک در مقیاس های مختلف؛ خدمات اکوسیستم به دلیل عوامل مختلف طبیعی و اجتماعی، مانند تغییرات اقلیم، تغییر کاربری اراضی، تهاجم بیولوژیکی، سیاست، فناوری، اقتصاد و جمعیت، دارای تنوع زمانی و مکانی بالایی هستند که مقاومت در برابر تدوین و اجرای سیاست های مدیریت خدمات اکوسیستمی را به همراه دارد. به منظور پرداختن به مسائل مقیاس و تعادل منافع ملی و محلی در یک تصمیم پروژه بزرگ، لازم است نیروهای محرک در مقیاس های مختلف شناسایی و اثرات تجمعی تغییرات اقلیم بر خدمات اکوسیستمی باید در نظر گرفته شود.

ادغام خدمات اکوسیستمی در برنامه ریزی فضایی می تواند به دو صورت شناخت وضعیت و انتخاب کاربری

(در ارزیابی توان) و یا ارزیابی تصمیم گیری ها انجام شود. ابزارهایی چون ارزیابی راهبردی محیط زیست می تواند در قسمت ارزیابی ها مورد نظر قرار گیرد. مقیاس منطقه ای، چارچوب راهبردی برنامه ریزی را تعریف می کند که با سطح ملی در ارتباط است و در عین حال، رهنمودهایی برای برنامه ریزی فضایی در سطوح محلی تعیین می کند. از این رو، ادغام خدمات اکوسیستمی باید در چند مقیاس تسهیل و ترویج شود (Mascarenhas et al., 2015). ارزیابی راهبردی محیط زیست ابزاری مناسب برای یکپارچه سازی خدمات اکوسیستمی با توجه به نقش استراتژیک آن در توسعه سیاست ها، برنامه ها و طرح ها است (Geneletti 2011; Partidario and Gomes 2017; Rozas Vázquez et al., 2013). در حقیقت، هدف برنامه ریزی فضایی ایجاد یک سامان دهی منطقی از کاربری های اراضی و ایجاد ارتباط بین آن ها است تا بین تقاضا برای توسعه با نیاز برای حفاظت از محیط زیست تعادل برقرار شود که نتیجه آن دستیابی به اهداف توسعه اجتماعی و اقتصادی خواهد بود (European Commission; 2009).

در انتها می توان بیان کرد که تغییر پارادایم در برنامه ریزی فضایی با مشخص کردن مناطقی برای اطمینان از تأمین خاص خدمات اکوسیستمی یا اتصال اکوسیستم، برنامه ریزی مکانی را به سمت شیوه ای یکپارچه تر برای توسعه الگوهای استفاده از زمین سوق می دهد. این امر باعث افزایش پتانسیل خدمات اکوسیستمی و همچنین فراهم کردن زمینه مشترک برای تصمیم گیران، برنامه ریزان و مدیران زمین می شود (Fürst et al., 2017).

ارائه مدل ارزیابی برنامه ریزی فضایی با رویکرد همبست خدمات اکوسیستمی

مشکلی که امروزه در پیش روی برنامه ریزان قرار دارد، چگونگی اعمال سیاست ها و برنامه های پایدار با کمترین آسیب بر محیط اکولوژیک است. دستیابی به این شرایط نیازمند جهت دادن به هدف ها و برنامه های

مرز پایداری و حمایت از رویکردهای مبتنی بر مسئله و سیستم کرده‌اند (Abson et al., 2014) چراکه یکپارچه‌سازی در تدوین سیاست‌ها، طرح‌ها و برنامه‌ها به عنوان یک مسئله اصلی در دستیابی به اهداف توسعه سازمان ملل شناخته شده می‌شود (UN, 2014; UNDP, 2010).

با این حال، این یکپارچگی مستلزم هماهنگی یک چیدمان چندعامله از بخش‌ها و نهادهای مختلف برای ارزیابی برنامه(های) خاص یک کشور یا منطقه از نظر برنامه‌ریزی و ساختار تصمیم‌گیری است (Ahmad and Sánchez, 2008; UN, 2012). هر چند که تصمیم‌گیران فضایی معمولاً از سناریوها و آینده‌نگری به عنوان ابزار پشتیبان در تدوین سیاست و تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند (Schoemaker, 1995; Guerra et al., 2020) و یا حتی در برنامه‌ریزی راهبردی توسعه فضایی با سناریوسازی به ارزیابی اثرات سیاست‌ها بر اکوسیستم‌ها و خدمات اکوسیستمی می‌پردازند (Geneletti, 2011)، اما وجود روابط پیچیده و اثرات متقابلی که منابع بر یکدیگر دارند، لزوم نگرشی نو در شناسایی و تحلیل این روابط برای پایداری منابع ارزشمند آب، خاک، انرژی را غیرقابل انکار کرده است.

استفاده از خدمات اکوسیستمی به عنوان یک مرجع عمومی برای ارزیابی گزینه‌های جایگزین با تجزیه و تحلیل عملکرد سیاست‌ها، برنامه‌ها و استراتژی‌های استفاده و مدیریت اراضی در یک زمینه گسترده‌تر اجتماعی-اکولوژیکی به تسهیل برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری‌های توسعه در مرزهای سیاسی کمک کند (Liu et al., 2007). برای حمایت از کاوش و فائق آمدن بر چنین مواردی، از رویکرد جستجوی رابطه بین برنامه‌های مختلف و رقابتی یا اهداف سیاسی استفاده می‌شود. در همین راستا رویکرد همبست برای ارائه راه‌حل‌های یکپارچه نیاز به تفکر سیستمی و درک پیوندهای

اجرایی، اصلاح وضعیت ساختارها و مدیریت‌های مرتبط است (Keshtkar, 2017). از این رو برای حل بنیادین مشکلات محیط‌زیست لازم است که دیدگاه‌های کلان و زیربنایی توسعه، منطبق با قانون‌مندی‌های حفاظت محیطی طراحی شود و هرگونه سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور بر شالوده حفاظت از محیط و بهره‌برداری خردمندانه از این منابع با نگرش ایجاد تعادل مناسب بین قانون‌مندی‌های محیط‌زیست و توسعه پایدار صورت گیرد.

یکی از رویکردهای مورد استقبال، ارزیابی راهبردی از طریق تدوین چشم‌انداز و آینده‌نگری اثرات است. بسیاری از کشورها در سراسر جهان، ارزیابی راهبردی محیط‌زیست^{۲۸} را به عنوان ابزاری برای ادغام اهداف محیط‌زیستی و پایداری در سیاست‌ها، طرح‌ها و برنامه‌ها اتخاذ کرده‌اند (OECD, 2006; UNEP, 2004). به ویژه در برنامه‌ریزی فضایی، چرا که ارزیابی راهبردی محیط‌زیست با پرداختن به اثرات راهبردی در ابعاد بیوفیزیکی، سازمانی، اجتماعی و اقتصادی، نقش اساسی را ایفا می‌کند (Partidario, 2012).

ارزیابی راهبردی محیط‌زیست، نوعی فرآیند نظام مند برای شناسایی و مقایسه اثرات حاصل از گزینه‌های مختلف در سطوح تصمیم‌سازی راهبردی، یعنی سیاست‌ها، برنامه‌ها و طرح‌ها است. لذا این ارزیابی را می‌توان چارچوبی منسجم برای تلفیق ملاحظات محیط‌زیستی در عالی‌ترین سطوح راهبردی قلمداد کرد (Plan and Budget Organization of Iran, 2015).

از سوی دیگر، در دهه‌های اخیر تصمیم‌گیران فضایی به صورت ویژه از ملاحظات سیستماتیک اثرات سیاست، برنامه و طرح بر خدمات اکوسیستم بهره می‌برند (Geneletti, 2011) و با گردآوری ابعاد پایداری مختلف (اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی)، اقدام به طرح موضوع

²⁸ Strategic Environmental Assessment (SEA)

پیچیده و مکانیسم های بازخورد در سیستم های اجتماعی-محیط زیستی دارد، بنابراین به چالش های کلیدی در توسعه پایدار می پردازد (Liu et al., 2015). پرداختن به بسته های خدمات اکوسیستم در تدوین و ارزیابی سیاست های محیط زیستی، برنامه ریزی مکانی و استراتژی های استفاده از زمین می تواند به تضمین توسعه و رشد پایدار در کلیه مقیاس ها و برای نسل های فعلی و آینده کمک کند (Chan et al., 2012; Sutherland et al., 2014).

اما دلیل وارد سازی ارزیابی راهبردی در نظام برنامه ریزی فضایی ملی در مطالعه حاضر، بستر سازی جهت محاسبه شاخص های نظارتی در دوره زمانی معین است تا از این طریق امکان ارزیابی وضعیت موجود با تغییرات ایجاد شده در اهداف به لحاظ میزان تحقق بخشی آمایش سرزمین یا همان برنامه ریزی فضایی راهبردی فراهم شود. در این رابطه گزارش شفاف و به موقع از کار فرآیند پایش، اطلاعات لازم در رابطه با نحوه اجرای برنامه آمایش را فراهم کرده و همچنین به بررسی برنامه و تنظیم آن با تغییر شرایط کمک می کند. در راستای عملیاتی کردن پایش برنامه ها و سیاست ها، محققان چارچوب ها، شاخص ها و رهیافت های میان رشته ای و تخصصی متعددی را برای دستیابی به نوعی توازن و تعادل پویا و بهینه در تولید و مصرف منابع ارائه کرده اند که یکی از مهم ترین آن ها همبست خدمات اکوسیستم است که همبست آب، انرژی و غذا جزئی از آن به شمار می رود.

اساس این رهیافت، امنیت منابع عناصر کلیدی کانونی برای کاهش فقر با تضمین منابع کافی برای حفظ و بهبود معیشت از راه عادلانه است که به طور همزمان، حفظ اکوسیستم برای نگهداشت محیط های طبیعی سالم و بهره برداری از اکوسیستم را از طریق تأمین ارائه خدمات به طور مستقیم یا غیر مستقیم، برای امرار معاش ضروری می داند (MEA, 2005). نظر به وجود بحران های محیط زیستی و آبی که امنیت کشور را به

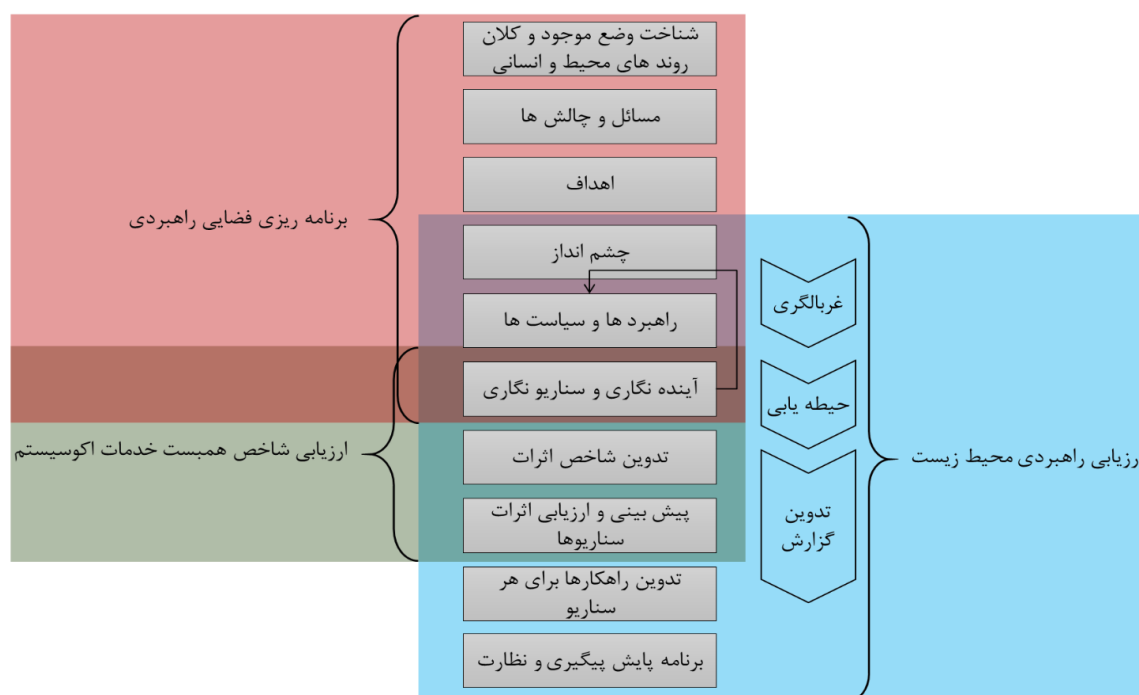
مخاطره انداخته است، می توان استنباط کرد که این رهیافت می تواند رهنمودی برای سیاست گذاری توسعه پایدار در کشور باشد. بر این اساس، در ادامه، ضمن تبیین وضعیت موجود مؤلفه های این رهیافت، به بیان ضرورت توجه به آن به عنوان یک استراتژی مناسب در سیاست گذاری برای توسعه پایدار پرداخته خواهد شد. همان گونه که مطرح شد، استفاده از ملاک ها و اصولی که خصوصیات کیفی سیاست ها و برنامه های یک کشور را در حوزه های مختلف اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی در قالب داده های کمی ارائه دهد، همواره یکی از مسائل اساسی و از مهم ترین دغدغه های برنامه ریزان، سیاستمداران و پژوهشگران بوده است. شاخص ها معمولاً از نظریه ها، نگرش ها و یا موقعیت ها سرچشمه می گیرند و مانند علائمی هستند که مسیر و جهت حرکت را مشخص می کنند. به همین دلیل طی سال های گذشته سازوکارها و نظریات متعددی در خصوص تدوین شاخص ها در حوزه های مختلف برای اندازه گیری و سنجش عملکرد کشورها و همچنین مناطق مختلف در یک کشور در حوزه های مختلف اقتصادی، اجتماعی، محیط زیستی و آمایشی بسط و گسترش یافته است و از آن ها به عنوان ابزارهایی برای تبیین تحولات در بازه های زمانی مختلف استفاده می شود. جهت طراحی، انتخاب و پیاده سازی استراتژی هایی که منجر به دستیابی به اهداف چندگانه شوند لازم است تا فرآیند یکپارچه ی تصمیم گیری و مدیریت طی شود. این فرآیند را می توان مشتمل بر ۵ مرحله دانست:

- شناسایی مسئله و تصویب اهداف پیشرو
- ارائه سیاست و استراتژی مرتبط با مسئله و تجزیه و تحلیل سیاست تدوین شده
- ارزیابی سیاست ها و گزینه های پیشنهادی جهت انتخاب یک استراتژی مدیریتی
- اجرا و پیاده سازی سیاست برگزیده

• پایش سیاست اعمال شده

بنابراین یکی از روش‌هایی که می‌توان با استفاده از آن، فرآیند یکپارچه‌ی تصمیم‌گیری را پیش برد و به راهکارهای مدیریتی مناسب رسید، استفاده از شاخص هاست. تفکر همبست می‌تواند از ارزیابی‌های قبلی پیرامون تغییرات پیش‌بینی شده در سیاست‌ها، برنامه‌ها و پروژه‌هایی که به دنبال مکانیسم‌های پاسخ‌گویی هستند به شکلی که امکان سازگاری متقابل ابزارهای مربوطه و گزینه‌های مداخله را فراهم کند پشتیبانی کند. از این رو در ادامه به شرح جزئیات این رودیکر پرداخته می‌شود. این پژوهش با ارائه پیشنهادی درباره چگونگی اتصال بهتر خدمات اکوسیستمی، مقیاس‌ها و ابزارهای عملی مورد استفاده را در جایابی ارزیابی راهبردی در

برنامه‌های فضایی بررسی خواهد کرد که سهم اساسی در افزایش استفاده از مفهوم خدمات اکوسیستمی خواهد داشت. با تجزیه و تحلیل چگونگی اتصال می‌توانیم اثرات مقیاس مرتبط با توصیه راهبردهای بهبودیافته در برنامه‌ریزی فضایی و کاربری اراضی را مشخص کنیم. دوم، نقش محرک‌ها در سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک، تعامل و وابستگی آن‌ها و تأثیرات متقابل بین اهداف اجتماعی و فردی بحث خواهد شد. پس از آن، رویکرد پیوند را به تعامل ابزارها و اقدامات اجرایی بین سطح سیاست، برنامه‌ریزی و مدیریت اختصاص زمین و در مورد چگونگی دستیابی به انسجام بین آن‌ها با استفاده از خدمات اکوسیستمی بیان می‌شود. به صورت خلاصه جایگاه خدمات اکوسیستم و ارزیابی راهبردی محیط‌زیست و برنامه‌ریزی فضایی راهبردی در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- جایگاه شماتیک خدمات اکوسیستمی و نقش آن‌ها در ارزیابی راهبردهای برنامه‌ریزی فضایی (منبع: نگارندگان)

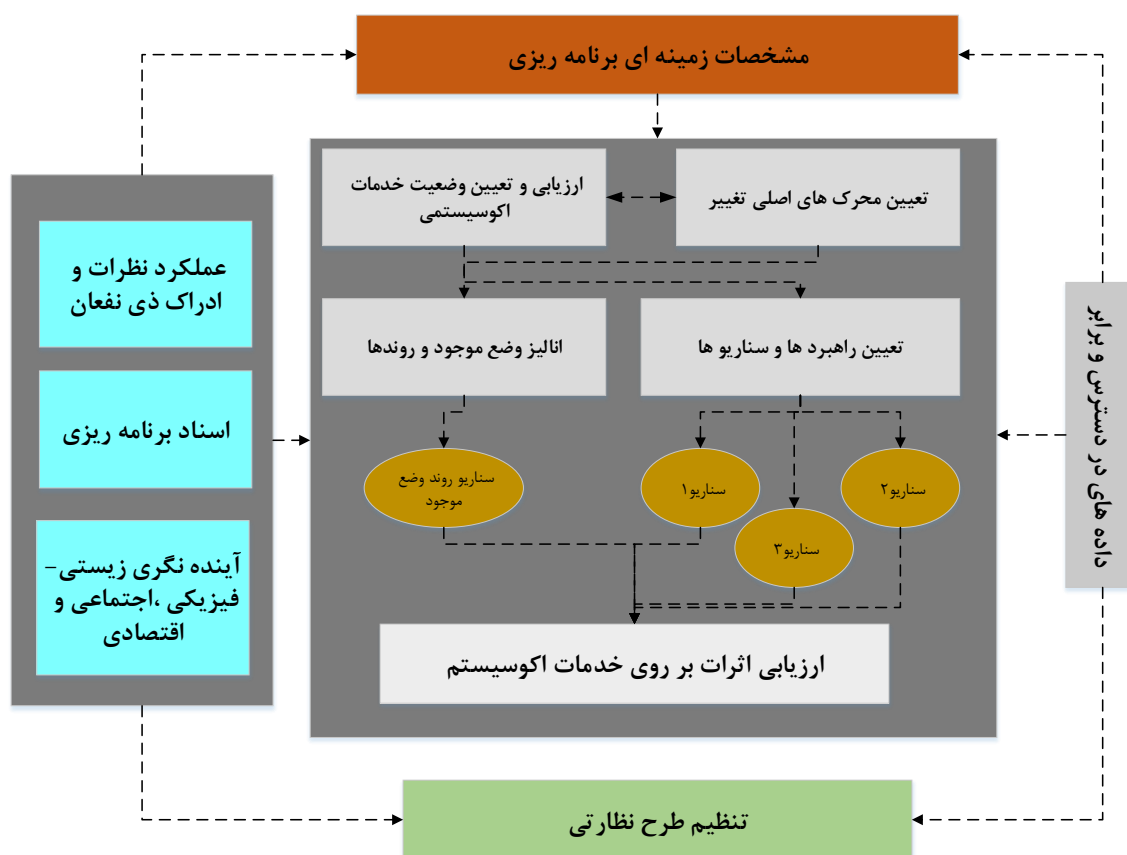
Fig. 3- Conceptual positioning of ecosystem services and their integrative role in evaluating strategic spatial planning approaches (Source: Authors)

همان گونه که پیشتر بیان شد هدف از این تحقیق ترسیم نمایه ادغام خدمات اکوسیستمی در چارچوب همبست برای کاربردی کردن در برنامه ریزی فضایی و ارزیابی راهبردی محیط زیست است. برای دستیابی به این اهداف، تجزیه و تحلیل محتوای اسناد و مقالات صورت پذیرفت. در این پژوهش به طور کلی ادغام خدمات اکوسیستم در سطوح پایین توصیه می شود، اما برخی از مفاهیم مرتبط با خدمات اکوسیستمی در اسناد، همچون سند ملی وجود دارد که باید به آن ها توجه شود. این نوع از ادغام که هم خدمات را در سطوح تصمیم سازی می بیند و هم در سطوح پایین تر، نتایج نقش بالقوه ارزیابی راهبردی محیط زیست را برای ادغام خدمات اکوسیستمی برجسته می کند. در نهایت، رویکرد حاضر به شناسایی اثرات سیاست ها، برنامه ها و طرح ها کمک می کند.

چارچوب مفهومی پیشنهادی این امکان را فراهم می کند که برنامه ریزان و تصمیم گیرندگان نیازها و الزامات اطلاعاتی در مورد ادغام خدمات اکوسیستمی در ساختارهای سیاسی و تصمیم گیری موجود را در اختیار داشته باشند. اولویت خدمات اکوسیستم و نیروهای محرکه اصلی تغییرات باید شناسایی شوند، تا بتوانند تجزیه و تحلیل و بهینه سازی منابع موجود را امکان پذیر کنند. سپس، تجزیه و تحلیل سناریوهای قابل قبول برای تغییرات آینده کاربری اراضی می تواند اثرات برنامه ریزی جایگزین بر خدمات اکوسیستمی را پشتیبانی کند. توسعه سناریوها و مدل ها در تعامل نزدیک با ذی نفعان بسیار کارآمد خواهد بود (Rounsevell and Metzger, 2010). همچنین باید توجه داشت که روش های مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی برای ارزیابی تأثیرات سیاست های برنامه ریزی فضایی دارای توانایی بصری قوی هستند و در صورت عدم انتقال صحیح، عدم قطعیت های ذاتی می تواند همراه کننده باشد (Balfors et al., 2016). نظارت بر خدمات اکوسیستم برای آگاهی از تصمیم گیری برای محافظت از

رفاه انسان و سیستم های طبیعی که به آن ها در مقیاس های مختلف تکیه می کند، بسیار مهم است (Balvanera et al., 2017). همان طور که در سمت چپ از شکل ۴ نشان داده شده است، ترجیحات، نظرات و عقاید ذی نفعان نقش مهمی در کل فرآیند دارند، که به معنی تغییر برنامه ریزی برای مردم به برنامه ریزی با مردم است (Kopperoinen et al., 2016).

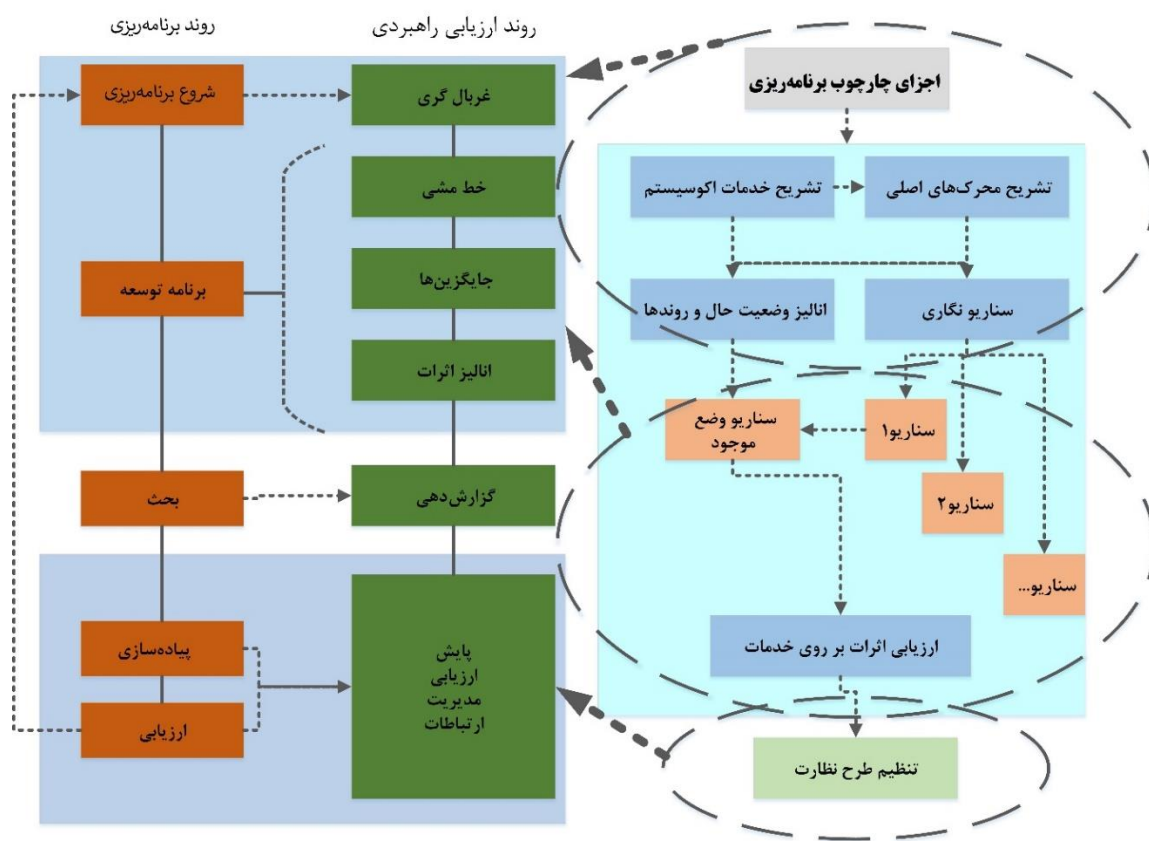
اسناد برنامه ریزی و ویژگی های بیوفیزیکی، اجتماعی و اقتصادی قلمرو خاص مورد مطالعه نیز داده ها و منابع مهم اطلاعاتی هستند. سمت راست شکل ۴ نشان می دهد که چگونه فرآیند ادغام خدمات اکوسیستمی در برنامه ریزی مکانی با دسترسی و کیفیت داده ها محدود می شود.



شکل ۴- چارچوب ارزیابی اثرات برنامه ریزی فضایی بر خدمات اکوسیستمی (منبع: نگارندگان)

Fig. 4- Framework for assessing the impacts of spatial planning on ecosystem services (Source: Authors)

در شکل ۳ چارچوب مفهومی تلفیق ارزیابی اثرات در برنامه ریزی ترسیم شد، اما شکل ۴ جایگاه این نظام در ارزیابی راهبردی برنامه ریزی فضایی را به نمایش می گذارد. از آنجا که بستر در برنامه ریزی مکانی بسیار مهم است، به کارگیری چارچوب مفهومی در تنظیم گری برنامه ریزی برای دستیابی به دانش بیشتر در مورد ادغام خدمات اکوسیستمی بسیار مفید خواهد بود. شکل ۵ نشان می دهد که چگونه چارچوب مفهومی پیشنهادی برای ادغام خدمات اکوسیستمی می تواند روند برنامه ریزی را از طریق هم افزایی با فرآیند ارزیابی راهبردی محیط زیست پشتیبانی کند. البته همواره این خطر وجود دارد که ادغام خدمات اکوسیستمی به عنوان یک بار اضافی بر روی فرآیندهای ارزیابی محیط زیستی موجود دیده شود.



شکل ۵- چارچوب مفهومی ادغام خدمات اکوسیستمی در ارزیابی راهبردی محیط زیست برای پشتیبانی از فرآیندهای برنامه ریزی (منبع: نگارندگان)

Fig. 5- Conceptual framework for integrating ecosystem services into strategic environmental assessment to support planning processes (Source: Authors)

در مورد گزینه های استراتژی فعلی و آینده را در نظر می گیرد؛ بنابراین، دو روش بالا نسبت به هم واگرایی دارند: یکی از بالا به پایین و در سطح کلان و ملی و دیگری در سطح مطالعات کوچک تر و محصولات خاص استفاده می شود (Feng et al., 2011).

از سوی دیگر باید در نظر داشت که خدمات اکوسیستمی جهت ارزیابی اثرات احتمالی تغییرات محیط زیستی از نظر اقتصادی و اجتماعی به طور فزاینده ای استفاده می شوند و دلایلی را برای حفاظت یا مدیریت محیط زیست فراهم می کنند. با این حال، جهت ترکیب مفهوم خدمات اکوسیستم در ارزیابی و تصمیم گیری، نیاز به نقشه برداری با صحت بالا و اندازه گیری دقیق خدمات اکوسیستمی وجود دارد. جهت پاسخگویی به

ارزیابی و مدل سازی رویکرد همبست خدمات اکوسیستمی

برای محاسبه همبست دو روش اصلی موجود است. این روش ها به ترتیب روش پایین به بالا و بالا به پایین نام دارند. روش پایین به بالا کمیت رد پای منابع از محصولات و همچنین تجزیه و تحلیل فرآیندهای کلیدی را برای کاهش رد پای محصولات حیاتی مورد نظر قرار می دهد و بین کاربران میانی و نهایی از لحاظ مصرف تمایزی قائل نیست؛ بنابراین، نمی تواند توضیح جامعی از زنجیره های عرضه بیان کند (Böhringer and Rutherford, 2008). در مقابل، رویکرد بالا به پایین از مدل سازی سهم منابع و جریان سیستم استفاده می کند. مدل های بالا به پایین معمولاً جزئیات دقیق تری

موردی به زمینه‌های دیگر و مقیاس‌سازی یافته‌ها را داشته باشند. از سطوح محلی تا جهانی و همچنین کاهش معیارهای پایداری در مقیاس بزرگ تا سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری محلی. ابزارهایی مورد نیاز است که بتوانند در تمام مقیاس‌های فضایی کار کنند و پیامدهای مثبت و منفی همبست محلی، منطقه‌ای و جهانی را شناسایی کنند.

استانداردهای مشترک همچنین برای امکان مقایسه بین مطالعات، با استفاده از مرزها، مقیاس‌ها، واحدها و روش‌های سازگار، ضروری است تا از عدم تطابق و اختلاف در برآوردها جلوگیری شود. در عصر «داده‌های بزرگ»، تلاش‌های بیشتری برای یکپارچه‌سازی داده‌ها در بخش‌های همبست، از جمله داده‌های سنجش از راه دور مانند سیستم‌های جهانی رصد زمین (GEOSS) لازم است. پیش‌بینی تقاضا و در دسترس بودن منابع آینده می‌تواند از ادغام پیش‌بینی‌های محیطی و سناریوی توسعه، مانند مواردی که از مسیرهای اجتماعی-اقتصادی مشترک استفاده می‌شود، سود ببرد. پتانسیل زیادی برای ادغام چارچوب‌های موجود «داده‌های بزرگ»، با یکدیگر برای ایجاد یک مخزن بین‌رشته‌ای «داده‌های بزرگ همبست»، وجود دارد.

معیارها و روش‌های یکپارچه جدید برای اندازه‌گیری روابط متقابل در بخش‌ها مورد نیاز است. برخی از معیارها به کارایی و بهره‌وری مربوط می‌شوند، مانند آب و غذا در واحد انرژی، آب و انرژی در واحد عملکرد محصول، و انرژی و غذا در واحد آب. این معیارهای ساده می‌توانند به عنوان پایه‌ای برای ایجاد معیارها و مدل‌های فرابخشی جامع‌تر عمل کنند. علاوه بر در نظر گرفتن ارزش‌های اجتماعی، دشواری‌های فنی و سیاسی نیز از نظر نحوه وزن دادن به اهمیت بهره‌وری منابع مختلف در هر دو مدل و برنامه‌ریزی مدیریت وجود دارد.

مدل‌هایی که به نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم و ارزش نهادن به آن‌ها می‌پردازند، روزبه‌روز در حال افزایش‌اند. ابزارها و نرم‌افزارهای مختلفی برای ترسیم خدمات

این نیاز فزاینده، روش‌ها و تکنیک‌هایی جهت نقشه‌برداری، کمی‌سازی و ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستم وجود دارد (Redhead et al., 2016). در واقع این شاخص‌نمایشی از پیشرفت در سطح کشور و منطقه به سمت امنیت یکپارچه منابع و آسیب‌پذیری معیشتی مرتبط با سیستم تحت ارزیابی (یعنی همبست خدمات اکوسیستم) را فراهم می‌کند، در حالی که هم‌کنش‌ها و هم‌افزایی‌های واقعی یا بالقوه که بین بخش‌های منابع وجود دارد را برجسته می‌کند. ابزارهای موجود برای اجرای رویکرد همبست خدمات اکوسیستمی از طریق ارتباط بین بخش‌های سیاست، برنامه‌ریزی فضایی و کاربری اراضی عبارتند از:

- (۱) ارزیابی اثرات سیاست پیاده‌سازی شده قبل از تصویب سیاست‌های اتحادیه اروپا برای بخش‌های مختلف (بخش کشاورزی، جنگل‌داری، آب و هوا، محیط‌زیست)
 - (۲) ارزیابی اثرات محیط‌زیستی پروژه‌های توسعه خاص
 - (۳) مکانیسم‌های مختلف بازار:
- در مقایسه با ارزیابی‌های سنتی خدمات اکوسیستم، نقشه‌برداری امروزی اطلاعات ارزشمند دیگری را نیز نشان می‌دهد. بدین ترتیب، به سیاست‌گذاران این امکان را می‌دهد تا به منظور ارزیابی اقدامات بالقوه سیاستی، مقادیر تخمینی را به راحتی از پایگاه داده در هر مقیاس و برای هر سایت مورد نظر استخراج کنند. انجام مطالعات ارزشیابی اولیه یا انتقال ارزش زمانی ممکن است لازم نباشد. بدین ترتیب، نقشه‌های ارزش خدمات اکوسیستم صریح و مشخص بوده و دارای مزایای خاصی برای چندین برنامه سیاستی شامل: (۱) حسابداری (اطلاع از کمیت) سبز، (۲) ارزیابی سیاست کاربری اراضی، (۳) تخصیص منابع و (۴) پرداخت برای خدمات اکوسیستمی را در بر می‌گیرند.

روش‌های به‌کارگرفته شده در موضوع همبست باید متنوع‌تر باشند و قدرت پیاده‌سازی چارچوب‌های پیوندی جامع، کمی کردن سیستم‌های پیچیده، جمع‌آوری و ادغام داده‌ها از منابع متعدد، انتقال نتایج از مطالعات

می‌باشد. درواقع پژوهش حاضر با توجه به خلاءهای موجود در پایش برنامه‌ها و شکاف‌های قابل توجه دانش در زمینه ادغام مفهوم پایداری در تصمیم‌گیری فضایی سرزمین، با هدف اصلی ترسیم نمایه ادغام همبست خدمات اکوسیستم در برنامه‌ریزی فضایی با رویکرد ارزیابی راهبردی محیط‌زیست انجام شد. از این‌رو رهیافت این رساله دستیابی به تدوین شاخصی برای ارزیابی راهبردی محیط‌زیست جهت سنجش اثرات برنامه‌ریزی فضایی در ایران است. به عبارت ساده‌تر، در سطح وسیع‌تر سیاست‌گذاری محیط‌زیستی، نیازمند درک این مهم می‌باشد که در کجا چه خدمات اکوسیستمی عرضه می‌شود و با عناصر حکمرانی و برنامه‌ریزی چه ارتباطاتی دارد تا بتوانیم بر اساس آن پیشرفت اثرات و انتخاب گزینه‌ها و اهداف سیاستی و تصمیماتمان را پایش نموده و بر اساس شرایط خدمات اکوسیستمی منتخب و یا مجموعه‌ای از این خدمات، محیط‌زیست و منابع سرزمین را مدیریت نماییم (Geneletti et al., 2016; Burkhard and Maes, 2012).

در این زمینه، برنامه‌ریزی فضایی با هدف یکپارچه‌سازی فضای فیزیکی، کاربری اراضی و تعامل آن‌ها با ادغام اهداف اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی تأمین می‌شود (Fürst et al., 2013). در نتیجه، برنامه‌ریزی فضایی دامنه‌ی اثراتی بالقوه‌ای را بر سیستم‌های اراضی به‌وسیله تغییر محرک‌های کیفی و کمی و توزیع فضایی خدمات اکوسیستم که نقش حمایتی و پشتیبانی فعالیت‌های انسانی و راه انسانی را برعهده دارند، به‌وجود می‌آورد (Geneletti, 2011). همان‌گونه که چارچوب مفهومی پیشنهاد شده نشان می‌دهد که چگونه مفاهیم و شیوه‌های خدمات اکوسیستمی می‌توانند با تسهیل برنامه‌ریزی، به تعادل در مدیریت یکپارچه منابع کمک

اکوسیستم وجود دارد. چنانچه می‌توان آن‌ها را به دو گروه تقسیم کرد: گروه اول نرم‌افزارهایی که یک خدمت را نقشه‌سازی می‌کنند و گروهی که به‌صورت مجموع و یا جداگانه خدمات را ترسیم، نقشه‌سازی و مدل‌سازی می‌کند. از نرم‌افزارهای خدمات اکوسیستم می‌توان به ²⁹BeST, ³⁰CoSting Nature, ³¹EcoServ-GIS, ³²Green, ³³i-Tree Eco, ³⁴Infrastructure Valuation Toolkit, ³⁵NCPT, ³⁶LUCI, ³⁷Ecoservices Platform, ³⁸SENCE, ³⁹GIS tool Participatory, ⁴⁰InVEST, ⁴¹ARIES, ⁴²ECO_MATRIX و سیستم اطلاعات جغرافیایی مانند ⁴³ARC GIS اشاره کرد. شرکت CLARK LAB نرم‌افزار خود به نام TERRSET، مدل‌سازی خدمات اکوسیستم را بر اساس نرم‌افزار InVEST قرار داده است. نرم‌افزارهای مختلفی مانند ⁴⁴SWAT, ⁴⁵WW, ⁴⁶L_THIA و... نیز به ارزیابی خدمت تولید آب، نرم‌افزار ⁴⁷SolVES نیز به نقشه‌سازی خدمات فرهنگی می‌پردازد؛ و جهت نقشه‌سازی خدمات زیباشناختی از نرم‌افزارهای تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توان استفاده کرد (Keshtkar, 2024). روابط همبست را می‌توان با استفاده از ابزارهای مختلفی مانند ارزیابی چرخه عمر، تجزیه و تحلیل جریان مواد، تجزیه و تحلیل ورودی-خروجی، تجزیه و تحلیل سیستم چندبخشی، مدل‌های ارزیابی یکپارچه و تحلیل‌های آماری مدل خطی کلی تجزیه و تحلیل کرد.

نتایج و بحث

ادغام رویکرد خدمات اکوسیستمی در برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین چالشی عمده در سطح جهان محسوب می‌شود (De Groot et al., 2010). چنانچه فقدان و یا کمبود این مطالعات در ایران و جهان بسیار مشهود

³³ Artificial Intelligence for Ecosystem Services

³⁴ Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs

³⁵ Geographic information system

³⁶ Social Values for Ecosystem Services

²⁹ Benefits of SuDS Tool

³⁰ Land Utilisation and Capability Indicator

³¹ Natural Capital Planning Tool

³² Spatial Evidence for Natural Capital Evaluation

همبست با شمار زیادی از مسائل مربوط به سیاست‌های اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی در ارتباط است و طیف وسیعی از حوزه‌های مهندسی را دربرمی‌گیرد. لذا از این نظر قابلیت ارتباط با برنامه‌ریزی فضایی راهبردی را داراست. همبست را می‌توان به‌عنوان رویکردی برای ارزیابی، توسعه و اجرای سیاست‌هایی که به‌طور هم‌زمان بر امنیت منابع به‌خصوص آب، انرژی و غذا تأکید می‌کند، تعریف کرد (Bizikova et al., 2014).

نتیجه‌گیری

از سوی دیگر، ادغام خدمات اکوسیستم در برنامه‌ریزی فضایی نیاز به درک عمیق از چگونگی بروز خدمات اکوسیستمی و چگونگی تأثیر فعالیت‌های انسانی مانند توسعه فعالیت‌ها دارد (Balfors et al., 2016). از این رو، روشی منسجم و یکپارچه برای کاربرد عملی مفهوم خدمات اکوسیستم در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری و همچنین روش‌های مناسب برای شناسایی و کمی‌سازی خدمات فردی، مدل‌های مناسب، شاخص‌ها و ادغام اجزای سیستم، مورد نیاز است (Burkhard et al., 2010; de Groot et al., 2010). یکپارچه‌سازی اصول پایداری در تدوین جزئیات سیاست‌ها، برنامه‌ها و طرح‌ها (PPP) به‌عنوان یک مسئله اصلی در دستیابی به اهداف توسعه سازمان ملل شناخته شده می‌شود (UN, 2014; UNDP, 2010). با این حال، این یکپارچگی مستلزم هماهنگی چیدمان چندعامله از بخش‌ها و نهادهای مختلف تحت برنامه خاص یک کشور از نظر برنامه‌ریزی و ساختار تصمیم‌گیری است. ارزیابی راهبردی محیط‌زیست (SEA) به‌ویژه برای این منظور مناسب است و می‌تواند یک نقطه ورود خوب برای ادغام خدمات اکوسیستم در برنامه‌ریزی فضایی باشد (Geneletti, 2012)؛ زیرا به منظور ارزیابی اثرات سیاست‌ها ایجاد شده است و با توجه به تحقیقاتی که در مورد خدمات اکوسیستمی در سال‌های اخیر انجام شده ارتباط خوبی با آن‌ها ایجاد نموده است (Fisher et al., 2007). در این پژوهش سعی شد نگرشی نو و پارادایمی جدید در

کنند. نکته قدرتمند همبست خدمات اکوسیستمی این است که مدل‌سازی خدمات اکوسیستمی با نرم افزارها و مدل‌های مختلف میزان عرضه را مورد بررسی قرار می‌دهد که می‌تواند جایگاه مهمی را در تشریح همبست و کمی‌سازی آن ایجاد کند. این در حالی است که در شرایط فعلی، تمایل زیادی برای حرکت همبست از ماهیت مفهومی به عملیاتی شدن وجود دارد (Liu et al., 2015). در اجرای همبست، Karabulut و همکاران (۲۰۱۶) تأکید می‌کنند که این رویکرد نباید به‌عنوان ماهیت تکنیکال و غیرسیاسی در نظر گرفته شود. آن‌ها اشاره می‌کنند که قدرت، سیاست و عدالت موانع کلیدی و نقاط ورودی برای کنترل همبست هستند و اینکه ارزیابی‌های همبست باید "به سمت یک انتخاب سیاسی واضح و روشن در مورد تخصیص و مبادله بین منابع" حرکت کنند.

این در حالی است که با تجزیه و تحلیل اسناد مربوط به ارزیابی راهبردی زیست‌محیطی با توجه به یک چارچوب برنامه‌ریزی مکانی منسجم، عبور از مقیاس‌های مختلف تصمیم‌گیری هنوز ایجاد نشده است (Simpson et al., 2019). بنابراین، در نظر گرفتن خدمات اکوسیستمی در ارزیابی اثرات راهبردی، شفافیت نتایج ارزیابی و اقدامات جبران خسارت بالقوه را با توجه به تأثیرات به‌کارگیری اراضی بهبود می‌بخشد (Liu et al., 2007; Mabhaudhi et al., 2019). همبست یا NEXUS نگرشی است که توانمندی دستیابی به اهداف توسعه پایدار را ایجاد می‌کند (Keshtkar, 2024). در رهیافت نوظهور همبست، بحث امنیت منابع با توسعه عجین شده و به در دسترس بودن مستمر اصول توازن و تعادل و حفاظت محیط‌زیستی اطلاق می‌شود. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که بخش زیادی از حکمرانی نامناسب، به نبود روابط پویا و دینامیک میان میزان، نحوه و روش استفاده از منابع مرتبط است. از این رو بیش از پیش نیازمند مکانیزم و رهیافتی برای دستیابی به این پویایی هستیم (Karabulut et al., 2016). رویکرد

(زمان و مقیاس) را در نظر می گیرد. همچنین به سؤال اساسی «چگونگی تعریف مرزهای معنادار سیستم»، در برنامه ریزی و سیاست گذاری پرداخته است که به تصمیم گیرندگان مربوطه می پردازد تا اطمینان حاصل شود که فرایندهای اکوسیستم و مقیاس های زمانی و مکانی چندگانه آنها به اندازه کافی در نظر گرفته می شوند: که هدف آن بحث در مورد چگونگی ارتباط خدمات اکوسیستمی بین طبیعت، انسان و مقیاس است تا بتواند پلی را برای اجرای آنها در بخش های مربوط به محیط زیست، برنامه ریزی فضایی و کاربری اراضی ایجاد کند.

سیاس گذاری

نویسندگان مراتب سیاس خود را از دانشگاه شهید بهشتی و پژوهشکده علوم محیطی بابت حمایت های علمی، فراهم سازی زیرساخت های پژوهشی، و همراهی ارزشمند در مراحل مختلف تدوین این پژوهش ابراز می دارند.

تصمیم گیری ها و برنامه ریزی های فضایی ارائه شود. هرچند بسیاری از چالش ها هنوز هم برای ادغام کامل مفهوم خدمات اکوسیستم در برنامه ریزی، مدیریت و تصمیم گیری روزمره دچار مشکل می باشد (de Groot et al., 2010).

در این مقاله بیان شد که ارتباط بین غذا، آب، انرژی و اکوسیستم فهم عمیق تری در استفاده بهینه از منابع برای انسان و اکوسیستم ارائه می دهد. هر چند که همبست آب، انرژی و غذا مسئله مهم و بحرانی مدیریت منابع در هر کشور است اما همبست خدمات اکوسیستمی چند گام از همبست آب، غذا و انرژی جلوتر رفته و با بررسی روابط درونی و برونی عوامل تاثیر گذار بر تولید و مصرف خدمات اکوسیستمی و روابط هم کنشی به شناسایی میزان تعادل در تولید می پردازد. از سوی دیگر همبست خدمات تنها به امنیت آب، غذا انرژی نمی پردازد چرا که این سه عامل تنها به بعد انسانی می پردازد و به بعد اکولوژیک اشاره ای ندارد. اما همبست خدمات اکوسیستمی سه جنبه انسان، طبیعت، فضا

منابع مورد استفاده

- Abson, D. J., von Wehrden, H., Baumgärtner, S., Fischer, J., Hanspach, J., Härdtle, W., Heinrichs, H., Klein, A. M., Lang, D. J., Martens, P., & Walmsley, D. (2014). Ecosystem services as a boundary object for sustainability. *Ecological Economics*, 103, 29-37.
- Albert, C., Aronson, J., Fürst, C., & Opdam, P. (2014). Integrating ecosystem services in landscape planning: requirements, approaches, and impacts. *Landscape Ecology*, 29(8), 1277-1285.
- Alcamo, J. (2017). Systems thinking for advancing a nexus approach to water, soil and waste. *Journal of Environmental Economics and Management*, 67(2), 189-208.
- Allouche, J., Middleton, C., & Gyawali, D. (2015). Technical veil, hidden politics: Interrogating the power linkages behind the nexus. *Water Alternatives*, 8(1), 610-626.
- Bailey, D., & Solomon, G. (2004). Pollution prevention at ports: clearing the air. *Environmental impact assessment review*, 24(7-8), 749-774.
- Baker, J., Sheate, W. R., Phillips, P., & Eales, R. (2013). Ecosystem services in environmental assessment—help or hindrance? *Environmental Impact Assessment Review*, 40, 3-13.
- Balfors, B., Azcarate, J., Mörtberg, U., Karlson, M., & Gordon, S. O. (2016). Impacts of urban development on biodiversity and ecosystem services. In D. Geneletti (Ed.), *Handbook on Biodiversity and Ecosystem Services in Impact Assessment* (pp. 167–194). Edward Elgar Publishing.
- Balvanera, P., Quijas, S., Karp, D. S., Ash, N., Bennett, E. M., Boumans, R., Brown, C., Chan, K. M. A., Chaplin-Kramer, R., Halpern, B. S., Honey-Rosés, J., Kim, C.-K., Cramer, W., Martínez-Harms, M. J., Mooney, H. A., Mwampamba, T. H., Nel, J. L., Polasky, S., Reyers, B., Roman, J., Turner, W. R., Scholes, R. J., Tallis, H., Thonicke,

- K., Villa, F., Walpole, M., & Walz, A. (2017). Ecosystem services. In M. Walters & R. J. Scholes (Eds.), *The GEO handbook on biodiversity observation networks*, 39-78. Springer International Publishing.
- Bazilian, M., Rogner, H., Howells, M., Hermann, S., Arent, D., Gielen, D., Steduto, P., Mueller, A., Komor, P., Tol, R. S. J., & Yumkella, K. K. (2011). Considering the energy, water and food nexus: Towards an integrated modelling approach. *Energy policy*, 39(12), 7896-7906.
- Benis, N. (2016). Mapping water provisioning services to support the ecosystem–water–food–energy nexus in the Danube river basin. *Ecosystem services*, 17, 187–202.
- Bennett, E. M., & Chaplin-Kramer, R. (2016). *Science for the sustainable use of ecosystem services*. F1000Research, 5.
- Bennett, E. M., Peterson, G. D., & Gordon, L. J. (2009). Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecology letters*, 12(12), 1394-1404.
- Bennett, E. M., Solan, M., Biggs, R., McPhearson, T., Norström, A. V., Olsson, P., Pereira, L., Peterson, G. D., Raudsepp-Hearne, C., Biermann, F., Carpenter, S. R., Ellis, E. C., Hichert, T., Galaz, V., Lahsen, M., Milkoreit, M., Martin-López, B., Nicholas, K. A., Preiser, R., Vince, G., Vervoort, J. M., & Xu, J. (2016). Bright spots: seeds of a good Anthropocene. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(8), 441-448.
- Birkhofer, K., Diehl, E., Andersson, J., Ekroos, J., Früh-Müller, A., Machnikowski, F., Mader, V. L., Nilsson, L., Sasaki, K., Rundlöf, M., Wolters, V., & Smith, H. G. (2015). Ecosystem services—current challenges and opportunities for ecological research. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2, 87.
- Bizikova, L., Crawford, E., Nijnik, M., & Swart, R. (2014). Climate change adaptation planning in agriculture: processes, experiences and lessons learned from early adapters. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 19, 411-430.
- Böhringer, C., & Rutherford, T. F. (2008). Combining bottom-up and top-down. *Energy Economics*, 30(2), 574-596.
- Burkhard, B., & Maes, J. (2017). *Mapping ecosystem services*. Advanced books, 1, e12837.
- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., & Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological indicators*, 21, 17-29.
- Burkhard, B., Petrosillo, I., & Costanza, R. (2010). Ecosystem services—bridging ecology, economy and social sciences. *Ecological complexity*, 7(3), 257.
- Carpenter, S. R., Mooney, H. A., Agard, J., Capistrano, D., DeFries, R. S., Díaz, S., Dietz, T., Duraipah, A. K., Oteng-Yeboah, A., Pereira, H. M., Perrings, C., Reid, W. V., Sarukhan, J., Scholes, R. J., & Whyte, A. (2009). Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(5), 1305–1312.
- Chan, K. M., Satterfield, T., & Goldstein, J. (2012). Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. *Ecological Economics*, 74, 8–18.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253–260.
- Cowling, R. M., Egoh, B., Knight, A. T., O'Farrell, P. J., Reyers, B., Rouget, M., Roux, D. J., Welz, A., & Wilhelm-Rechman, A. (2008). An operational model for mainstreaming ecosystem services for implementation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(28), 9483–9488.
- Daily, G. C., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P. M., Mooney, H. A., Pejchar, L., Ricketts, T. H., Salzman, J., & Shallenberger, R. (2009). Ecosystem services in decision making: Time to deliver. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(1), 21–28.
- De Groot, R. S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., & Willemen, L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological complexity*, 7(3), 260-272.
- De Groot, R. S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., & Willemen, L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in

- landscape planning, management and decision making. *Ecological complexity*, 7(3), 260-272.
- De Laurentiis, V., Hunt, D. V., & Rogers, C. D. (2016). Overcoming food security challenges within an energy/water/food nexus (EWFN) approach. *Sustainability*, 8(1), 95.
- Diehl, K., Burkhard, B., & Jacob, K. (2016). Should the ecosystem services concept be used in European Commission impact assessment? *Ecological Indicators*, 61, 6-17.
- do Rosário Partidário, M. (2012). Strategic environmental assessment better practice guide. Agência Portuguesa do Ambiente e Redes Energéticas Nacionais, Lisboa.
- Egoh, B., Drakou, E. G., Dunbar, M. B., Maes, J., & Willemen, L. (2012). Indicators for mapping ecosystem services: a review (p. 111). Ispra, Italy: European Commission, Joint Research Centre (JRC).
- Endo, I., Magcale-Macandog, D. B., Kojima, S., Johnson, B. A., Bragais, M. A., Macandog, P. B. M., & Scheyvens, H. (2017). Participatory land-use approach for integrating climate change adaptation and mitigation into basin-scale local planning. *Sustainable Cities and Society*, 35, 47-56.
- Ericksen, P., De Leeuw, J., Said, M., Silvestri, S., & Zaibet, L. (2012). Mapping ecosystem services in the Ewaso Ng'iro catchment. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 8(1-2), 122-134.
- European Commission. (2009). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Youth Opportunities Initiative. Brussels, Belgium: European Commission.
- European Commission. (2011). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Youth Opportunities Initiative. Brussels, Belgium: European Commission.
- European Commission. (2011). Our life insurance, our natural capital: An EU biodiversity strategy to 2020 (COM(2011) 244 final). Brussels: European Commission. Retrieved from European Environment Agency
- Farber, S. C., Costanza, R., & Wilson, M. A. (2002). Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological economics*, 41(3), 375-392.
- Feng, M., Liu, S., Euliss Jr, N. H., Young, C., & Mushet, D. M. (2011). Prototyping an online wetland ecosystem services model using open model sharing standards. *Environmental Modelling & Software*, 26(4), 458-468.
- Fisher, S. G., Heffernan, J. B., Sponseller, R. A., & Welter, J. R. (2007). Functional ecomorphology: Feedbacks between form and function in fluvial landscape ecosystems. *Geomorphology*, 89(1-2), 84-96.
- Frank, S., Fürst, C., & Pietzsch, F. (2015). Cross-sectoral resource management: how forest management alternatives affect the provision of biomass and other ecosystem services. *Forests*, 6(3), 533-560.
- Fürst, C., Davidsson, C., Pietzsch, K., Abiy, M., Volk, M., Lorz, C., & Makeschin, F. (2008). "Pimp Your Landscape"—An Interactive Land-use Planning Support Tool. *WIT Transactions on The Built Environment*, 100, 219-232.
- Fürst, C., Frank, S., Witt, A., Koschke, L., & Makeschin, F. (2013). Assessment of the effects of forest land use strategies on the provision of ecosystem services at regional scale. *Journal of Environmental Management*, 127, 219-232.
- Fürst, C., Luque, S., & Geneletti, D. (2017). Nexus thinking—how ecosystem services can contribute to enhancing the cross-scale and cross-sectoral coherence between land use, spatial planning and policy-making. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 13(1), 412-421.
- Fürst, C., Opdam, P., Inostroza, L., & Luque, S. (2014). Evaluating the role of ecosystem services in participatory land use planning: proposing a balanced score card. *Landscape ecology*, 29(8), 1435-1446.
- Gamfeldt, L., Snäll, T., Bagchi, R., Jonsson, M., Gustafsson, L., Kjellander, P., Ruiz-Jaen, M. C., Fröberg, M., Stendahl, J., Philipson, C. D., Mikusiński, G., Andersson, E., Westerlund, B., Andrén, H., Moberg, F., Moen, J., & Bengtsson, J. (2013). Higher levels of multiple ecosystem

- services are found in forests with more tree species. *Nature communications*, 4(1), 1340.
- Garcia, D. J., & You, F. (2016). The water-energy-food nexus and process systems engineering: A new focus. *Computers & Chemical Engineering*, 91, 49-67.
- Geneletti, D. (2011). Reasons and options for integrating ecosystem services in strategic environmental assessment of spatial planning. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 7(3), 143-149.
- Geneletti, D. (2012). Environmental assessment of spatial plan policies through land use scenarios: A study in a fast-developing town in rural Mozambique. *Environmental Impact Assessment Review*, 32(1), 1-10.
- Geneletti, D. (2013). Assessing the impact of alternative land-use zoning policies on future ecosystem services. *Environmental Impact Assessment Review*, 40, 25-35.
- Geneletti, D. (2015). A conceptual approach to promote the integration of ecosystem services in strategic environmental assessment. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 17(04), 1550035.
- Geneletti, D. (Ed.). (2016). *Handbook on biodiversity and ecosystem services in impact assessment*. Edward Elgar Publishing.
- Geneletti, D., Zardo, L., & Cortinovis, C. (2016). Promoting nature-based solutions for climate adaptation in cities through impact assessment. In *Handbook on biodiversity and ecosystem services in impact assessment* (pp. 428-452). Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., ... & Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *science*, 327(5967), 812-818.
- Goh, M. K., DeSouza, R., Garg, M., Gupta, S., & Lei, L. (2008). Multimodal transport: A framework for analysis. *Advances in industrial engineering and operations research*, 197-208.
- Goldstein, J. H., Caldarone, G., Duarte, T. K., Ennaanay, D., Hannahs, N., Mendoza, G., Nelson, E., Solorzano, L. A., & Daily, G. C. (2012). Integrating ecosystem-service tradeoffs into land-use decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(19), 7565-7570.
- Gonzalez-Redin, J., Luque, S., Poggio, L., Smith, R., & Gimona, A. (2016). Spatial Bayesian belief networks as a planning decision tool for mapping ecosystem services trade-offs on forested landscapes. *Environmental research*, 144, 15-26.
- Grumbine, R. E., Dore, J., & Xu, J. (2012). Mekong hydropower: drivers of change and governance challenges. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(2), 91-98.
- Guerra, C. A., Rosa, I. M. D., Valentini, E., Wolf, F., Filippini, F., Karger, D. N., Nguyen Xuan, A., Mathieu, J., Lavelle, P., & Eisenhauer, N. (2020). Global vulnerability of soil ecosystems to erosion. *Landscape ecology*, 35, 823-842.
- Gulati, M., Jacobs, I., Jooste, A., Naidoo, D., & Fakir, S. (2013). The water-energy-food security nexus: Challenges and opportunities for food security in South Africa. *Aquatic Procedia*, 1, 150-164.
- Haase, D., Frantzeskaki, N., & Elmqvist, T. (2014). Ecosystem services in urban landscapes: practical applications and governance implications. *Ambio*, 43(4), 407-412.
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2010). *The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being*. Ecosystem Ecology: a new synthesis, 1, 110-139. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Harwell, D. R. (2020). *Ecosystem services in US environmental law and governance for the ecosystem-based management practitioner*. Ecosystem-based management, ecosystem services and aquatic biodiversity: Theory, tools, and applications, 373-402. Abingdon, UK: Routledge.
- Häyhä, T., & Franzese, P. P. (2014). Ecosystem services assessment: A review under an ecological-economic and systems perspective. *Ecological Modelling*, 289, 124-132.
- Helming, K., Diehl, K., Kuhlman, T., Jansson, T., Verburg, P. H., Bakker, M., Pérez-Soba, M., Sieber, S., Tabbush, P., Tscherning, K., Wascher, D., & Wiggering, H. (2011). Ex ante impact assessment of policies affecting land use, part B:

- application of the analytical framework. *Ecology and Society*, 16(1), Article 29.
- Hirokawa, K. H., & Porter, E. J. (2013). Aligning regulation with the informational need: Ecosystem services and the next generation of environmental law. *Akron L. Rev.*, 46, 963.
- Hirokawa, K. H., & Porter, E. J. (2013). Aligning regulation with the informational need: Ecosystem services and the next generation of environmental law. *Akron Law Review.*, 46(4), 963-1014.
- Hoff, H. (2011). *Understanding the nexus: Background paper for the Bonn 2011 conference: The water, energy and food security nexus*. Stockholm, Sweden: Stockholm Environment Institute.
- Honrado, J. P., Vieira, C., Soares, C., Monteiro, M. B., Marcos, B., Pereira, H. M., & Partidário, M. R. (2013). Can we infer about ecosystem services from EIA and SEA practice? A framework for analysis and examples from Portugal. *Environmental Impact Assessment Review*, 40, 14-24.
- Hou, Y., Li, B., Müller, F., Fu, Q., & Chen, W. (2018). A conservation decision-making framework based on ecosystem service hotspot and interaction analyses on multiple scales. *Science of the Total Environment*, 643, 277-291.
- Howells, M., Hermann, S., Welsch, M., Bazilian, M., Segerström, R., Alfstad, T., ... & Ramma, I. (2013). Integrated analysis of climate change, land-use, energy and water strategies. *Nature Climate Change*, 3(7), 621-626.
- Hussey, K., & Pittock, J. (2012). The energy–water nexus: Managing the links between energy and water for a sustainable future. *Ecology and society*, 17(1), Article 31.
- Iverson, L., Echeverria, C., Nahuelhual, L., & Luque, S. (2014). Ecosystem services in changing landscapes: an introduction. *Landscape Ecology*, 29(2), 181-186.
- Karabulut, A., Egoh, B. N., Lanzanova, D., Grizzetti, B., Bidoglio, G., Pagliero, L., Bouraoui, F., Aloe, A., Reynaud, A., Maes, J., Vandecasteele, I., & Mubareka, S. (2016). Mapping water provisioning services to support the ecosystem–water–food–energy nexus in the Danube river basin. *Ecosystem services*, 17, 278-292.
- Karjalainen, T. P., Marttunen, M., Sarkki, S., & Rytönen, A. M. (2013). Integrating ecosystem services into environmental impact assessment: an analytic–deliberative approach. *Environmental Impact Assessment Review*, 40, 54-64.
- Kashef, M. (2022). A model for supply and demand of ecosystem services in spatial planning (Case study: Region 4 of Iran's spatial development plan), PhD dissertation in Environmental Management and Spatial Planning. Shahid Beheshti University. (In Persian)
- Keshtkar, M. (2017). Land Sustainable Planning Based on Strategic Assessment of Ecosystem Services (Case Study: Zagros Biom's in Iran), Master's thesis in Environmental Planning. Shahid Beheshti University. (In Persian)
- Keshtkar, M. (2024). Using the Ecosystem Services Nexus approach in Strategic Spatial Planning in national scale, PhD dissertation in Environmental Management and Spatial Planning. Shahid Beheshti University. . (In Persian)
- Kopperoinen, L., Albert, C., & Itkonen, P. (2016). *Applications of biodiversity and ecosystem services impact assessment in spatial planning*. In Handbook on Biodiversity and Ecosystem Services in Impact Assessment (pp. 222-254). Edward Elgar Publishing. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Kumar, P., Esen, S. E., & Yashiro, M. (2013). Linking ecosystem services to strategic environmental assessment in development policies. *Environmental Impact Assessment Review*, 40, 75-81.
- La Notte, A., D'Amato, D., Mäkinen, H., Paracchini, M. L., Liqueste, C., Egoh, B., Geneletti, D., & Crossman, N. D. (2017). Ecosystem services classification: A systems ecology perspective of the cascade framework. *Ecological indicators*, 74, 392-402.
- Larigauderie, A., & Mooney, H. A. (2010). The Intergovernmental science-policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services: moving a step closer to an IPCC-like mechanism for biodiversity. *Current opinion in environmental sustainability*, 2(1-2), 9-14.
- Latimer, W. (2009). Assessment of biodiversity at the local scale for environmental impact assessment and land-use planning. *Planning Practice & Research*, 24(3), 389-408.

- Liu, J., Dietz, T., Carpenter, S. R., Alberti, M., Folke, C., Moran, E., Pell, A. N., Deadman, P., Kratz, T., Lubchenco, J., Ostrom, E., Ouyang, Z., Provencher, W., Redman, C. L., Schneider, S. H., & Taylor, W. W. (2007). Complexity of coupled human and natural systems. *science*, 317(5844), 1513-1516.
- Liu, J., Li, J., Qin, K., Zhou, Z., Yang, X., & Li, T. (2017). Changes in land-uses and ecosystem services under multi-scenarios simulation. *Science of the Total Environment*, 586, 522-526.
- Liu, J., Mooney, H., Hull, V., Davis, S. J., Gaskell, J., Hertel, T., Lubchenco, J., Seto, K. C., Gleick, P., Kremen, C., & Li, S. (2015). Systems integration for global sustainability. *Science*, 347(6225), 1258832.
- Mabhaudhi, T., Simpson, G., Badenhorst, J., Mohammed, M., Motongera, T., Senzanje, A., Jewitt, G., Naidoo, D., & Mpandeli, S. (2018). *Assessing the state of the water-energy-food (WEF) nexus in South Africa*. Water Research Commission (WRC) Report No. TT 754/18. Pretoria, South Africa: WRC.
- Maes, J., Egoh, B., Willemsen, L., Liqueste, C., Vihervaara, P., Schägner, J. P., Grizzetti, B., Drakou, E. G., Notte, A. L., Zulian, G., Bouraoui, F., Barredo, J. I., Paracchini, M. L., Bidoglio, G., & Lavalle, C. (2012). Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosystem services*, 1(1), 31-39.
- Maes, J., Hauck, J., Paracchini, M. L., Ratamäki, O., Hutchins, M., Termansen, M., Furman, E., Pérez-Soba, M., Braat, L., & Bidoglio, G. (2013). Mainstreaming ecosystem services into EU policy. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(1), 128-134.
- Malagó, A., Bouraoui, F., Vigiak, O., Grizzetti, B., & Pastori, M. (2017). Modelling water and nutrient fluxes in the Danube River Basin with SWAT. *Science of the Total Environment*, 604, 196-218.
- Mancini, M. S., Galli, A., Coscieme, L., Nicolucci, V., Lin, D., Pulselli, F. M., Bastianoni, S., & Marchettini, N. (2018). Exploring ecosystem services assessment through Ecological Footprint accounting. *Ecosystem Services*, 30, 228-235.
- Mascarenhas, A. P. M. (2017). Integration of ecosystem services in spatial planning: a mixed methods approach (Doctoral dissertation, Universidade NOVA de Lisboa (Portugal)).
- Mascarenhas, A., Ramos, T. B., Haase, D., & Santos, R. (2015). Ecosystem services in spatial planning and strategic environmental assessment—A European and Portuguese profile. *Land use policy*, 48, 158-169.
- Meadows, D. H., Meadows, D. H., Randers, J., & Behrens, W. W., III. (1972). *The limits to growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. New York, NY: Universe Books.
- Metzger, M. J., Dick, J., Gardner, A., Bellamy, C., Blackstock, K., Brown, C., Durance, I., Gordon, J., O'Connor, M., & Smith, M. (2019). Knowledge sharing, problem solving and professional development in a Scottish Ecosystem Services Community of Practice. *Regional environmental change*, 19(7), 2275-2286.
- Millennium Ecosystem Assessment MEA. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.
- Mohtar, R. H., & Daher, B. (2012). Water, energy, and food: The ultimate nexus. Encyclopedia of agricultural, food, and biological engineering. In C. R. C. Press (Ed.), *Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering* (2nd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis.
- Mononen, L., Auvinen, A. P., Ahokumpu, A. L., Rönkä, M., Aarras, N., Tolvanen, H., Kamppinen, M., Viirret, E., Kumpula, T., Vihervaara, P., & Törmä, M. (2016). National ecosystem service indicators: Measures of social-ecological sustainability. *Ecological Indicators*, 61, 27-37.
- Müller, F., & Burkhard, B. (2012). The indicator side of ecosystem services. *Ecosystem Services*, 1(1), 26-30.
- Nahuelhual, L., Laterra, P., Villarino, S., Mastrángelo, M., Carmona, A., Jaramillo, A., Gatica, G., & Burgos, N. (2015). Mapping of ecosystem services: missing links between purposes and procedures. *Ecosystem Services*, 13, 162-172.
- Nelson, R. G., Ascough II, J. C., & Langemeier, M. R. (2006). Environmental and economic analysis of switchgrass production for water quality

- improvement in northeast Kansas. *Journal of environmental management*, 79(4), 336-347.
- Nelson, V., & Stathers, T. (2009). Resilience, power, culture, and climate: a case study from semi-arid Tanzania, and new research directions. *Gender & development*, 17(1), 81-94.
- Newton, P., Agrawal, A., & Wollenberg, L. (2013). Enhancing the sustainability of commodity supply chains in tropical forest and agricultural landscapes. *Global Environmental Change*, 23(6), 1761-1772.
- OECD, (2006). *Applying strategic environmental assessment. Good practice guidance for development co-operation*. DAC Guidelines and Reference Series. OECD Publishing,
- Opdam, P. (2013). Using ecosystem services in community-based landscape planning: science is not ready to deliver. *Landscape ecology for sustainable environment and culture*, 77-101.
- Paris(Availableat: <http://www.oecd.org/environment/environment-development/37353858.pdf>. Accessed: 14.12.2015)".
- Peng, J., Tian, L., Liu, Y., Zhao, M., & Wu, J. (2017). Ecosystem services response to urbanization in metropolitan areas: Thresholds identification. *Science of the Total Environment*, 607-608, 706-714.
- Perrings, C., Naeem, S., Ahrestani, F. S., Bunker, D. E., Burkill, P., Canziani, G., Elmqvist, T., Fuhrman, J. A., Jaksic, F. M., Kawabata, Z., Kinzig, A., Mace, G. M., Mooney, H., Prieur-Richard, A. H., Tschirhart, J., & Weisser, W. (2011). Ecosystem services, targets, and indicators for the conservation and sustainable use of biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(9), 512-520.
- Plan and Budget Organization of Iran. (2015). *Strategic Environmental Assessment Guidelines for Development Projects*. Tehran: Plan and Budget Organization. (In Persian)
- Potschin, M. B., & Haines-Young, R. H. (2011). Ecosystem services: Exploring a geographical perspective. *Progress in physical geography*, 35(5), 575-594.
- Raymond, C. M., Bryan, B. A., MacDonald, D. H., Cast, A., Strathearn, S., Grandgirard, A., & Kalivas, T. (2009). Mapping community values for natural capital and ecosystem services. *Ecological economics*, 68(5), 1301-1315.
- Redhead, J. W., Stratford, C., Sharps, K., Jones, L., Ziv, G., Clarke, D., ... & Bullock, J. M. (2016). Empirical validation of the InVEST water yield ecosystem service model at a national scale. *Science of the Total Environment*, 569, 1418-1426.
- Rodríguez, J. P., Beard Jr, T. D., Bennett, E. M., Cumming, G. S., Cork, S. J., Agard, J., ... & Peterson, G. D. (2006). Trade-offs across space, time, and ecosystem services. *Ecology and society*, 11(1), Article 28.
- Rosa, J. C. S., & Sánchez, L. E. (2015). Is the ecosystem service concept improving impact assessment? Evidence from recent international practice. *Environmental Impact Assessment Review*, 50, 134-142.
- Rounsevell, M. D., & Metzger, M. J. (2010). Developing qualitative scenario storylines for environmental change assessment. *Wiley interdisciplinary reviews: climate change*, 1(4), 606-619.
- Rozas-Vásquez, D., Fuerst, C., Geneletti, D., & Munoz, F. (2017). Multi-actor involvement for integrating ecosystem services in strategic environmental assessment of spatial plans. *Environmental Impact Assessment Review*, 62, 135-146.
- Ruhl, J. B. (2007). The Pardy-Ruhl Dialogue on Ecosystem Management, Part IV: Narrowing and Sharpening the Questions. *Pace Envtl. Pace Environmental Law Review*, 24(1), 25-44.
- Ruhl, J. B. (2008). Agriculture and ecosystem services: Strategies for state and local governments. *NYU Environmental Law Journal*, 17(2), 424-459.
- Sahle, M., Saito, O., Fürst, C., & Yeshitela, K. (2019). Quantifying and mapping of water-related ecosystem services for enhancing the security of the food-water-energy nexus in tropical data-sparse catchment. *Science of the Total Environment*, 646, 573-586.
- Schaefer, C. H., & Dupras Jr, E. (1970). The effects of water quality, temperature and light on the stability of organophosphorus larvicides used for mosquito control. In *Proceedings and Papers of the Thirty-seventh Annual Conference of the*

- California Mosquito Control Association, Inc. Los Angeles, California, January 27-29, 1969. (pp. 67-75).
- Schoemaker, P. J. (1995). Scenario planning: a tool for strategic thinking. *Sloan Management Review*, 36(2), 25-40.
- Schwenk, W. S., Donovan, T. M., Keeton, W. S., & Nunery, J. S. (2012). Carbon storage, timber production, and biodiversity: comparing ecosystem services with multi-criteria decision analysis. *Ecological Applications*, 22(5), 1612-1627.
- Seppelt, R., Lautenbach, S., & Volk, M. (2013). Identifying trade-offs between ecosystem services, land use, and biodiversity: a plea for combining scenario analysis and optimization on different spatial scales. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(5), 458-463.
- Shapiro, J., & Báldi, A. (2014). Accurate accounting: How to balance ecosystem services and disservices. *Ecosystem Services*, 7(4), 201-202.
- Simpson, G. B., & Jewitt, G. P. (2019). The development of the water-energy-food nexus as a framework for achieving resource security: a review. *Frontiers in Environmental Science*, 7, 8.
- Sitas, N., Prozesky, H. E., Esler, K. J., & Reyers, B. (2014). Exploring the gap between ecosystem service research and management in development planning. *Sustainability*, 6(6), 3802-3824.
- Slootweg, R. (2016). Ecosystem services in SEA: are we missing the point of a simple concept? *Impact assessment and project appraisal*, 34(1), 79-86.
- Smajgl, A., Ward, J., & Pluschke, L. (2016). The water-food-energy Nexus-Realising a new paradigm. *Journal of hydrology*, 533, 533-540.
- Stürck, J., Poortinga, A., & Verburg, P. H. (2014). Mapping ecosystem services: The supply and demand of flood regulation services in Europe. *Ecological Indicators*, 38, 198-211.
- Sušnik, J. (2018). Data-driven quantification of the global water-energy-food system. *Resources, Conservation and Recycling*, 133, 179-190.
- Sutherland, W. J., Gardner, T., Bogich, T. L., Bradbury, R. B., Clothier, B., Jonsson, M., Kapos, V., Peck, L. S., Pretty, J., Vira, B., & Dicks, L. V. (2014). Solution scanning as a key policy tool: identifying management interventions to help maintain and enhance regulating ecosystem services. *Ecology and Society*, 19(2), Article 3.
- TEEB. (2010). *The economics of ecosystems and biodiversity: Ecological and economic foundations* (P. Kumar, Ed.). London: Earthscan.
- Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418(6898), 671-677.
- UN Water. (2013). *Water Security and the Global Water Agenda. UN-Water Analytical Brief*. United Nations University, Hamilton, Canada
- United Nations (UN). (2008). *Spatial Planning. Key Instrument for Development and Effective Governance with Special Reference to Countries in Transition*. United Nations, Geneva (Available at: http://www.uncece.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/Publications/spatial_planning.e.pdf. Accessed: 06.11.2015).
- United Nations (UN). (2012). *Back to our Common Future. Sustainable Development in the 21st Century (SD21) Project. Summary for Policymakers*. United Nations, New York (Available at: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/UNDESA_Back_Common_Future_En.pdf. Accessed: 06.11.2015).
- United Nations (UN). (2014). *The Millennium Development Goals Report 2014*. United Nations, New York (Available at: <http://www.un.org/millenniumgoals/2014%20MDG%20report/MDG%202014%20English%20web.pdf>. Accessed: 09.11.2015).
- United Nations (UN). (2015). *Indicators and a Monitoring Framework for the Sustainable Development Goals*. New York: United Nations.
- United Nations Development Programme (UNDP). (2010). *Beyond the Midpoint. Achieving the Millennium Development Goals*. United Nations Development Programme, New York (Available at: <http://www.undp.org/gfld/docs/midpoint-mdg.pdf>. Accessed: 21.09.2015).

- United Nations Environment Programme (UNEP). (2004). *Environmental Impact Assessment and Strategic Environmental Assessment: Towards an Integrated Approach*. 1st ed. (Geneva, Available at: http://www.unep.ch/etu/publications/text_UNU_br.pdf. Accessed: 03.11.2015)
- van den Heuvel, L., Blicharska, M., Masia, S., Sušnik, J., & Teutschbein, C. (2020). Ecosystem services in the Swedish water-energy-food-land-climate nexus: Anthropogenic pressures and physical interactions. *Ecosystem Services*, 44, 101141.
- Van der Biest, K., D'Hondt, R., Jacobs, S., Landuyt, D., Staes, J., Goethals, P., & Meire, P. (2014). EBI: an index for delivery of ecosystem service bundles. *Ecological indicators*, 37, 252-265.
- Van Jaarsveld, A. S., Biggs, R., Scholes, R. J., Bohensky, E., Reyers, B., Lynam, T., Musvoto, C., & Fabricius, C. (2005). Measuring conditions and trends in ecosystem services at multiple scales: the Southern African Millennium Ecosystem Assessment (SA f MA) experience. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1454), 425-441.
- Van Oudenhoven, A. P., Petz, K., Alkemade, R., Hein, L., & de Groot, R. S. (2012). Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services. *Ecological Indicators*, 21, 110-122.
- Villarroya, A., & Puig, J. (2013). A proposal to improve ecological compensation practice in road and railway projects in Spain. *Environmental Impact Assessment Review*, 42, 87-94.
- Ward, M. H., Jones, R. R., Brender, J. D., de Kok, T. M., Weyer, P. J., Nolan, B. T., Villanueva, C. M., & Van Breda, S. G. (2018). Drinking water nitrate and human health: an updated review. *International journal of environmental research and public health*, 15(7), 1557.
- Wichelns, D. (2017). The water-energy-food nexus: Is the increasing attention warranted, from either a research or policy perspective? *Environmental Science & Policy*, 69, 113-123.
- Willemen, L., Hein, L., & Verburg, P. H. (2010). Evaluating the impact of regional development policies on future landscape services. *Ecological economics*, 69(11), 2244-2254.
- Wolff, S., Schulp, C. J. E., Kastner, T., & Verburg, P. H. (2017). Quantifying spatial variation in ecosystem services demand: a global mapping approach. *Ecological Economics*, 136, 14-29.
- Zarandian, A. (2015). *Ecological-Economic Assessment of Ecosystem Services and Their Application*. PhD dissertation in Environmental Planning. University of Tehran. (In Persian)