Natural Resources Governance

Online ISSN: 3060-7183

Journal Homepage: https://jnrg.ut.ac.ir/

Designing a Data-Driven Ecological Governance Framework for the Value Chain of Rangeland Medicinal Plants in Iran

Mohammad Ali Zare Chahouki[1]✉

1. Corresponding Author, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: mazare@.ut.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 05 August 2026
Received in revised form 21 August 2026
Accepted 23 August 2026
Available online 23 September 2026

Keywords:
Data Governance,
Digital Technologies,
Ecological Governance,
Ecosystem-Based Management,
Rangeland Medicinal Plants,
Value Chain.

ABSTRACT

Objective: Rangeland medicinal plants constitute vital natural capital in Iran, contributing significantly to biodiversity, public health, and the bioeconomy. Despite this potential, the value chain is plagued by unsustainable exploitation, fragmented institutional responsibilities, weak data governance, and an absence of integrated information systems. This study aimed to design an applied, data-driven ecological governance framework for the rangeland medicinal plant value chain in Iran, designed to reconcile ecosystem conservation with industrial efficiency.

Method: A qualitative research approach was adopted, encompassing a systematic review of scientific literature, a rigorous analysis of upstream policy documents and international benchmarking, and a thematic content analysis of insights derived from 25 subject-matter experts. The governance system's key components were identified, categorized, and integrated into a unified architectural model.

Results: The proposed framework comprises five core dimensions: ecological governance, data governance, value chain governance, institutional governance, and digital technology infrastructure. These dimensions are interconnected through a multilayered architecture that incorporates a national data platform, advanced digital technologies (e.g., GIS, IoT, AI, blockchain, and digital product passports), and a continuous monitoring and policy-adjustment feedback loop. This framework enables evidence-based decision-making, precise ecological management, and robust product traceability.

Conclusions: Ultimately, the findings demonstrate that establishing this framework can enhance institutional coordination, protect natural capital, and strengthen competitiveness. It provides a practical, evidence-based roadmap for smart governance, thereby facilitating the sustainable development of the rangeland medicinal plant sector in Iran.

Cite this article: Zare Chahouki, M. A. (2026). Designing a Data-Driven Ecological Governance Framework for the Value Chain of Rangeland Medicinal Plants in Iran. *Natural Resources Governance*, *3*(3), 53-74. https://doi.org/10.22059/jnrg.2026.420138.1125

© The author(s) retain the copyright.

Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jnrg.2026.420138.1125

Introduction

Rangeland medicinal and aromatic plants (MAPs) constitute a vital component of natural capital, providing ecological resilience, essential raw materials for phytopharmaceutical and food industries, public health benefits, and livelihood security in arid and semi-arid regions. Iran harbors extraordinary biodiversity with over 8,000 plant species, of which more than 2,300 possess medicinal, aromatic, or industrial properties. Despite this exceptional competitive advantage, the national MAP value chain is afflicted by chronic structural pathologies. These include unregulated over-harvesting from wild habitats beyond ecological carrying capacities, severe habitat degradation, jurisdictional fragmentation across multiple public entities, the absence of standardized and interoperable data ecosystems, non-transparent trade routes characterized by raw-material export (predominantly under generic HS code 121190), and arbitrary decision-making reliant on fragmented, non-validated estimates. Existing administrative regimes approach resource conservation and industrial exploitation through isolated, uncoordinated mandates. Therefore, this study aims to conceptualize, design, and validate an integrated, operational, and data-driven ecological governance framework for the value chain of rangeland medicinal plants in Iran, linking sustainable ecological conservation, end-to-end traceability, institutional coordination, and evidence-based adaptive policy-making.

Method

This study adopted a qualitative, applied, and multi-stage exploratory design implemented through five sequential phases:

1. **Systematic Literature Review:** A rigorous review of international and national peer-reviewed literature indexed in Web of Science, Scopus, Google Scholar, SID, and Magiran was conducted to extract foundational governance paradigms, data architectures, digital technologies, and sustainable value-chain models.
2. **Document and Policy Analysis:** National statutory acts, upstream strategies (including the *National Document on Medicinal Plants and Traditional Medicine*, the *Smart Government Roadmap*, and the *National Knowledge-Based Food Security Document*), and international benchmarks (WHO-GACP, FAO non-wood forest product guidelines, India's AYUSH Mission, and European digital product passport frameworks) were critically examined following Scott's (1990) documentary analysis criteria (authenticity, credibility, representativeness, and meaning).
3. **Semi-Structured Expert Inquiries:** Purposeful sampling coupled with snowball technique was used to select 25 prominent specialists spanning rangeland ecology, natural resources management, data governance, digital transformation, and herbal industry value chains across academic institutions, executive ministries (Ministry of Agriculture-Jahad, Natural Resources and Watershed Management Organization, Food and Drug Administration), and private enterprise associations. Interviews were transcribed verbatim and analyzed using thematic qualitative content analysis.
4. **Framework Synthesis:** Primary themes, operational dimensions, functional components, and workflow pathways were iteratively synthesized into a multi-tiered architecture.
5. **Expert Validation and Consensus:** The preliminary framework was subjected to two rounds of qualitative validation by an expert panel using cross-impact evaluation to ensure conceptual validity, institutional feasibility, and operational relevance.

Results

The proposed framework is structured around five core dimensions comprising 37 strategic and operational components, operationalized through a multi-layered governance architecture:

- **Ecological Governance:** Serves as the ecological baseline, focusing on preserving natural habitats, biological diversity, and regenerative capacity. Key operational components include dynamic species distribution modeling, population density monitoring, phenological assessment, ecological carrying capacity calculation, habitat vulnerability zoning, permissible harvest quotas, and climate adaptation strategies. Management shifts from empirical guesswork to geo-spatial and temporal ecological evidence.
- **Data Governance:** Represents the architectural core, treating data as a strategic public asset across its entire lifecycle. Components include nationwide data standardization, metadata management,

quality assurance, provenance verification, cybersecurity, access protocols, and inter-agency interoperability to dismantle organizational data silos.

- **National Digital Platform for Medicinal Plants:** Acts as the centralized operational broker based on a distributed, multi-institutional architecture. Rather than centralizing physical ownership, each entity curates its authoritative registry while exposing standardized APIs to connect wild habitat inventories, harvesting concessions, processing metrics, chemical profiles, pricing, and global trade flows.
- **Digital Technology Infrastructure:** Integrates eight foundational digital technologies into an interdependent ecosystem: Geographic Information Systems (GIS), Remote Sensing (RS) and Earth Observation, Internet of Things (IoT) sensors, Artificial Intelligence and Machine Learning (AI/ML), Cloud Computing and Big Data analytics, Blockchain, Digital Product Passports (DPP), and Decision Support Systems (DSS).
- **Value Chain Governance:** Bridges all stages from taxon identification, sustainable wild harvesting/cultivation, post-harvest drying, processing, quality assurance, and packaging to logistics, commercialization, and final consumption. Unique digital identifiers and blockchain-enabled DPPs guarantee verifiable origin tracing, combat adulteration, uphold WHO-GACP/GMP standards, and foster international market access. Institutional governance establishes clear operational demarcations among the Ministry of Agriculture-Jahad, Natural Resources Organization, Food and Drug Administration, Ministry of Industry, Mine and Trade, Customs Administration, National Standards Organization, academic laboratories, knowledge-based firms, and local harvesting cooperatives.

The architectural workflow operates through a four-tiered system: (i) *Strategic Layer* (national policies and international treaties); (ii) *Operational Core* (the five integrated dimensions); (iii) *Data and Information Flow Stream* (from data capture, standardization, analysis, and DSS to execution, monitoring, and policy feedback); and (iv) *Systemic Strategic Outputs*.

Discussion

The first paragraph of your discussion should start with the aim of your study which you written in last paragraph of introduction. Then, explain the most important part of your findings in the last sentence of first paragraph. Indicate the consistent and inconsistent studies with your findings. Also, consider that all of your references' names must be same with the name of authors in the references section. The Discussion section should be between 400 and 500 words.

Conclusions

The designed framework transitions rangeland medicinal plant governance in Iran from an antiquated, fragmented, and reactive model into an integrated, evidence-based, and adaptive system. By deploying data governance and frontier digital technologies as the binding medium, the framework systematically reconciles natural habitat preservation with bio-economic value addition. It provides a credible roadmap for policy-makers to enforce permissible harvest limits, eliminate illegal exploitation, ensure end-to-end traceability, elevate export quality beyond raw-material dumping, and establish continuous policy learning loops.

حکمرانی منابع طبیعی

شاپا الکترونیکی: ۷۱۸۳-۳۰۶۰

Journal Homepage: https://jnrg.ut.ac.ir/

طراحی چارچوب حکمرانی اکولوژیک داده‌محور زنجیره ارزش گیاهان دارویی مراتع ایران

محمدعلی زارع چاهوکی[۱]

۱. گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: mazare@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۵/۱۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۵/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۰۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۷/۰۱

کلیدواژه‌ها:
حکمرانی داده،
حکمرانی اکولوژیک،
زنجیره ارزش،
فناوری‌های دیجیتال،
گیاهان دارویی مراتع،
مدیریت مبتنی بر اکوسیستم.

چکیده

هدف: گیاهان دارویی مراتع به‌عنوان سرمایه طبیعی کشور، نقش مهمی در تنوع زیستی، سلامت، اشتغال و صادرات دارند، اما زنجیره ارزش آنها با چالش‌هایی نظیر بهره‌برداری ناپایدار، ضعف حکمرانی داده و تصمیم‌گیری بر مبنای اطلاعات ناقص مواجه است. هدف این پژوهش، طراحی چارچوبی کاربردی برای حکمرانی اکولوژیک داده‌محور زنجیره ارزش گیاهان دارویی مراتع ایران بود.

روش پژوهش: این پژوهش با رویکرد کیفی، بر پایه مرور نظام‌مند منابع، تحلیل اسناد و تجارب بین‌المللی و تحلیل محتوای دیدگاه‌های خبرگان انجام شد تا مؤلفه‌های کلیدی نظام حکمرانی استخراج و تلفیق شوند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد چارچوب پیشنهادی از پنج بُعد شامل حکمرانی اکولوژیک، داده، زنجیره ارزش، نهادی و زیرساخت‌های فناوری دیجیتال تشکیل شده است. این ابعاد در قالب معماری اجرایی چندلایه‌ای شامل سیاست‌های بالادستی، ذی‌نفعان، سکوی ملّی داده گیاهان دارویی و حلقه پایش و ارزیابی به هم متصل‌اند. در این نظام، داده‌ها از طریق فناوری‌های نوین (مانند سنجش از دور، هوش مصنوعی، زنجیره بلوکی و گذرنامه دیجیتال محصول) برای حفاظت از اکوسیستم‌ها، مدیریت برداشت، رهگیری محصولات و تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد به‌کار گرفته می‌شوند، همچنین حکمرانی نهادی با تبیین نقش دستگاه‌ها، بخش خصوصی و جوامع محلی، هماهنگی بین‌بخشی را تضمین می‌کند.

نتیجه‌گیری: استقرار این چارچوب با ارتقای هماهنگی نهادی، یکپارچگی داده‌ها، قابلیت ردیابی محصولات، حفاظت از سرمایه‌های طبیعی و بهبود مدیریت ظرفیت برداشت، زمینه‌ساز حکمرانی هوشمند، توسعه پایدار و افزایش رقابت‌پذیری زنجیره ارزش گیاهان دارویی مراتع در ایران خواهد بود.

استناد: زارع چاهوکی، محمد علی. (۱۴۰۵). طراحی چارچوب حکمرانی اکولوژیک داده‌محور زنجیره ارزش گیاهان دارویی مراتع ایران. *حکمرانی منابع طبیعی*، ۳ (۳)، ۵۳-۷۴. https://doi.org/10.22059/jnrg.2026.420138.1125

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

مقدمه

در دهه‌های اخیر، افزایش تقاضای جهانی برای فراورده‌های طبیعی، گسترش طب سنتی و سیاست‌های اقتصاد سبز، توسعه تجارت و شکل‌گیری زنجیره‌های ارزش جهانی گیاهان دارویی را در پی داشته است (واسیشت[۱] و همکاران، ۲۰۱۶؛ هاینریش[۲] و همکاران، ۲۰۲۰؛ چاندرا و کومار[۳]، ۲۰۲۱؛ زمانی[۴] و همکاران، ۲۰۲۵). گزارش‌های سازمان جهانی بهداشت نشان می‌دهد طب سنتی و داروهای گیاهی نقشی حیاتی در نظام‌های سلامت ایفا می‌کنند و ضرورت تأمین پایدار، ایمن و قابل ردیابی مواد خام گیاهی را برجسته ساخته‌اند (سازمان جهانی بهداشت[۵]، ۲۰۱۹). با این حال افزایش تقاضا در غیاب مدیریت پایدار، به برداشت بی‌رویه از جمعیت‌های وحشی، تخریب زیستگاه‌ها و تهدید تنوع زیستی منجر شده است (ولنزو و اودیو[۶]، ۲۰۲۰؛ آی‌پی‌بی‌ای‌اس[۷]، ۲۰۱۹ و فائو[۸]، ۲۰۱۶). از این رو سامان‌دهی این بخش در قالب «زنجیره‌های ارزش پایدار» که فراتر از لجستیک زنجیره تأمین، بر خلق ارزش‌افزوده، استانداردسازی، کنترل کیفیت و هم‌افزایی میان همه بازیگران از رویشگاه تا بازار تمرکز دارد، مورد توجه نهادهای بین‌المللی قرار گرفته است (پورتر[۹]، ۱۹۸۵؛ بوکر[۱۰] و همکاران، ۲۰۱۲؛ فائو، ۲۰۱۶؛ کاپلینسکی و موریس[۱۱]، ۲۰۱۹؛ آنکتاد[۱۲]، ۲۰۲۱).

تحلیل داده‌های مرکز تجارت بین‌المللی طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ نشان‌دهنده رشد چشمگیر حدود ۹۸ درصدی ارزش تجارت جهانی گیاهان دارویی و معطر و رسیدن آن به بیش از ۴/۱ میلیارد دلار است؛ تجارتی که بیش از ۹۰ درصد آن به گیاهان دارویی و معطر پرمصرف اختصاص دارد (زمانی و همکاران، ۲۰۲۵). در این تقسیم کار جهانی، آسیا – اقیانوسیه به رهبری چین و هند تولیدکننده مواد خام بوده و اروپا و آمریکای شمالی بر فراوری و صادرات مجدد با ارزش افزوده متمرکز شده‌اند. زمانی و همکاران (۲۰۲۵) چهار چالش کلیدی در تجارت جهانی گیاهان دارویی را شامل برداشت بی‌رویه، تخریب زیستگاه، موانع تجاری و ناهماهنگی در کنترل کیفیت معرفی کرده‌اند. آنان استقرار نظام‌های تضمین کیفیت، ازجمله «اصول خوب کشاورزی و جمع‌آوری»[۱۳] (GACP) مصوب سازمان جهانی بهداشت و «اصول خوب تولید»[۱۴] (GMP)، همراه با ترویج رویکردهای کشت پایدار و یکپارچه‌سازی مقررات را به‌عنوان راهکارهای اساسی برای برون‌رفت از این موانع و ارتقای زنجیره ارزش پیشنهاد می‌دهند. در این راستا، تجربه هند الگویی موفق از ساختار نهادی چندسطحی است؛ شورای ملی گیاهان دارویی هند[۱۵] (NMPB) از طریق شوراهای استانی و مراکز تسهیل‌گری منطقه‌ای، هماهنگی بین‌بخشی میان وزارتخانه‌های محیط زیست، کشاورزی، تجارت و بهداشت را محقق کرده و با طرح‌هایی نظیر ایجاد پیوندهای پیشین و پسین و برنامه ملّی آیوش[۱۶] (NAM) با پوشش بیش از ۵۶ هزار هکتار، پایداری زنجیره را تضمین کرده است (ان‌ام‌پی‌بی[۱۷]، ۲۰۲۱؛ ان‌ای‌ام[۱۸]، ۲۰۲۲). این تجارب نشان می‌دهد انسجام نهادی، هم‌راستایی ذی‌نفعان و یکپارچگی اطلاعاتی، پیش‌شرط بنیادین گذار از خام‌فروشی به صنعتی رقابت‌پذیر است.

---

[1] Vasisht
[2] Heinrich
[3] Chandra & Kumar
[4] Zamani
[5] World Health Organization
[6] Volenzo & Odiyo
[7] IPBES: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
[8] FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations
[9] Porter
[10] Booker
[11] Kaplinsky & Morris
[12] UNCTAD: United Nations Conference on Trade and Development
[13] Good Agricultural and Collection Practices
[14] Good Manufacturing Practice
[15] National Medicinal Plants Board
[16] National AYUSH Mission
[17] NMPB: National Medicinal Plants Board
[18] NAM: National AYUSH Mission

مطالعات نشان می‌دهد ضعف در حکمرانی زنجیره ارزش، عامل اصلی کاهش رقابت‌پذیری محصولات در بازارهای جهانی است. بوکر و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند فقدان نظام‌های یکپارچه رهگیری، ناهمگونی استانداردها و تعدد واسطه‌ها موجب افزایش خطر تقلب و عدم انطباق با بازار می‌شود، از این رو استقرار زیرساخت‌های داده‌ای هم‌کنش‌پذیر، مبتنی بر شناسه‌های یکتا و تعاریف مشترک ضرورت دارد. هم‌کنش‌پذیری داده‌ها فراتر از اتصال فنی، نیازمند توافق نهادی بر شناسه‌های مشترک (گونه، رویشگاه، بهره‌بردار و محموله) و پروتکل‌های اعتبارسنجی است تا ردیابی منشأ اکولوژیک و تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد ممکن شود، همچنین مپلانگوا[1] و همکاران (۲۰۲۲) در تحلیل زنجیره ارزش گیاهان دارویی در تانزانیا نشان دادند ساختار حکمرانی رابطه‌ایِ ناشی از فقدان استانداردهای رسمی میان پنج کنشگر اصلی (برداشت‌کنندگان، عمده‌فروشان، متخصصان فرمولاسیون، خرده‌فروشان و درمانگران)، ضرورت تنظیم‌گری نهادی و ارتقای فناوری برای ایجاد ارزش افزوده را دوچندان می‌سازد.

در این میان تحول دیجیتال به مهم‌ترین پیشران شفافیت و کارآمدی زنجیره‌های ارزش کشاورزی و منابع طبیعی بدل شده است. کاربرد کلان‌داده، اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و رایانش ابری، امکان تحلیل برخط داده‌ها و ردیابی را فراهم ساخته است (ژوانژان[2] و همکاران، ۲۰۲۰؛ ژانگ و وانگ[3]، ۲۰۲۳). بهره‌گیری از زنجیره بلوکی و گذرنامه دیجیتال محصول نیز مستندسازی منشأ، احراز اصالت و اعتمادسازی میان ذی‌نفعان را تقویت می‌کند (کمیسیون اروپا[4]، ۲۰۲۴؛ ژانگ و سورینگ[5]، ۲۰۲۴). افزون بر این، تلفیق سنجش از دور، سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و الگوریتم‌های هوش مصنوعی، پایش مکان‌مند رویشگاه‌ها، شناسایی گونه‌ها، ارزیابی کیفیت و تشخیص تقلب را میسر کرده است (ژانگ و وانگ، ۲۰۲۳؛ ژونگ[6] و همکاران، ۲۰۲۵). با این حال، اثربخشی این ابزارها مستلزم حاکمیت یک نظام جامع «حکمرانی داده» است که در آن امنیت، مدل‌های فراداده، پروتکل‌های تبادل و فضاهای داده مشترک به‌عنوان دارایی راهبردی تنظیم شده باشد (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی[7]، ۲۰۱۹، ۲۰۲۲؛ کمیسیون اروپا، ۲۰۲۴). از منظر اکولوژیک نیز با توجه به پیامدهای مخرب برداشت نامتعادل بر تنوع زیستی، رویکردهای نوین بر حکمرانی مبتنی بر اکوسیستم، پایش مستمر و مشارکت جوامع محلی تأکید دارند که این امر نیازمند یکپارچگی داده‌های اکولوژیک، اقتصادی و نهادی در سامانه‌ای واحد است (فولکه[8] و همکاران، ۲۰۱۶؛ ولنزو و اودیو، ۲۰۲۰).

در ایران به‌دلیل تنوع اقلیمی و فلور غنی، مراتع مهم‌ترین زیستگاه گیاهان دارویی به‌شمار می‌روند؛ چنان‌که طبق گزارش حیرانی و کلاهی[9] (۲۰۲۳) دست‌کم ۱۵۸ گونه دارویی مراتع کشور مستند شده است (مظفریان، ۱۳۹۱). با وجود این، مراتع کشور با چالش‌هایی نظیر چرای مفرط، تخریب زیستگاه، تغییر اقلیم و غفلت از مدیریت چندمنظوره روبه‌رو هستند. اسناد بالادستی کشور نظیر سیاست‌های کلی محیط‌زیست (۱۳۹۴)، سلامت (۱۳۹۳)، علم و فناوری (۱۳۹۱)، قانون برنامه هفتم پیشرفت (۱۴۰۳)، سند ملّی گیاهان دارویی و طب سنتی (۱۳۹۲)، سند ملّی دانش‌بنیان امنیت غذایی (۱۴۰۲) و نقشه راه دولت هوشمند (۱۴۰۳) بر حفاظت، احیا، هوشمندسازی و توسعه زنجیره‌های ارزش دانش‌بنیان تأکید دارند. با این حال ساختار نهادی موجود دچار پراکندگی، تعارض منافع و گسست شبکه‌ای میان متولیانی همچون سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری، وزارت جهاد کشاورزی، وزارت صمت، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، جوامع محلی و بخش خصوصی است.

[1] Mpelangwa
[2] Jouanjean
[3] Zhang & Wang
[4] European Commission
[5] Zhang & Seuring
[6] Zhong
[7] OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development
[8] Folke
[9] Heirany & Kolahi

مرور ادبیات پژوهشی در ایران نیز حاکی از تمرکز غالب بر جنبه‌های تفکیک‌شده است، ازجمله شناسایی رویشگاهی و پراکنش اکولوژیک (حسن‌پور اقدم[1] و همکاران، ۲۰۲۲؛ غفوری[2] و همکاران، ۲۰۲۵)، ویژگی‌های فیتوشیمیایی و مواد مؤثره (فرج‌پور[3] و همکاران، ۲۰۲۴)، زراعت و معیشت محلی (دلیر[4]و همکاران، ۲۰۲۵) و تحلیل‌های اقتصادی صادرات (شریعت‌زاده، بیژنی و بهادری، ۲۰۲۵). در این میان، مسائلی همچون حکمرانی داده، یکپارچه‌سازی سامانه‌های اطلاعاتی و تعامل‌پذیری نهادی مورد غفلت قرار گرفته است. در حال حاضر داده‌های ظرفیت برد اکولوژیک، میزان برداشت، فراوری و جریان تجارت به‌صورت جزیره‌ای نگهداری می‌شوند و تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد را ناممکن ساخته‌اند. اگرچه پارادایم‌های «حکمرانی اکولوژیک» (مدیریت متناسب با ظرفیت زیستی) و «حکمرانی داده‌محور» (استقرار قواعد تبادل داده و هم‌کنش‌پذیری سامانه‌ها) برای رفع این دست چالش‌ها معرفی شده‌اند (فولکه و همکاران، ۲۰۱۶؛ سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۲۲)، تلفیق آنها در قالب یک چارچوب عملیاتی در زنجیره ارزش گیاهان دارویی همچنان نامکشوف مانده است.

بر این اساس، مسئله اصلی پژوهش حاضر آن است که چگونه می‌توان با تلفیق ابعاد اکولوژیک، داده‌ای، نهادی و فناورانه، چارچوبی یکپارچه برای حکمرانی زنجیره ارزش گیاهان دارویی مراتع ایران طراحی کرد؟ هدف این مطالعه، طراحی چارچوب حکمرانی اکولوژیک داده‌محور زنجیره ارزش گیاهان دارویی مراتع ایران است تا از طریق هم‌راستاسازی داده‌های وضعیت رویشگاه با جریان‌های تولید، فراوری، کنترل کیفیت و تجارت، امکان ردیابی محصول، کنترل ظرفیت برد و ارتقای تصمیم‌گیری سیاستی فراهم شود. نوآوری بنیادین پژوهش، اتخاذ یک رویکرد معماری‌محور و کل‌نگر است که با گذر از نگاه‌های تک‌بخشی، داده را به ابزاری راهبردی برای پیوند میان پایداری اکوسیستم‌های مرتعی و تاب‌آوری اقتصادی زنجیره ارزش تبدیل می‌کند.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت، کیفی است که با رویکرد طراحی چارچوب مفهومی و توسعه مدل حکمرانی انجام شده است. روش‌شناسی پژوهش بر مبنای یک طرح پژوهش چندمرحله‌ای استوار است که شامل مرور نظام‌مند ادبیات، تحلیل اسناد و سیاست‌ها، تحلیل دیدگاه خبرگان و سنتز یافته‌ها برای طراحی چارچوب حکمرانی اکولوژیک و داده‌محور زنجیره ارزش گیاهان دارویی مراتع ایران می‌شود. انتخاب این رویکرد به‌دلیل ماهیت میان‌رشته‌ای موضوع و ضرورت تلفیق ابعاد اکولوژیک، اقتصادی، نهادی، فناورانه و داده‌محور در قالب یک الگوی منسجم صورت گرفت. از آنجا که پژوهش حاضر به دنبال ارائه یک چارچوب سیاستی و مدیریتی است، استفاده از روش‌های کیفی مبتنی بر تحلیل شواهد و قضاوت خبرگان، مناسب‌ترین رویکرد برای دستیابی به اهداف پژوهش محسوب می‌شود (کرسول و پات[5]، ۲۰۱۸).

در مرحله نخست، مرور نظام‌مند ادبیات با هدف شناسایی مبانی نظری، مؤلفه‌ها و تجارب جهانی مرتبط با حکمرانی زنجیره ارزش گیاهان دارویی انجام شد. جست‌وجوی منابع علمی در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر بین‌المللی شامل Web of Science (WoS)، Scopus، ScienceDirect، SpringerLink، Wiley Online Library و Google Scholar همچنین پایگاه‌های اطلاعاتی داخلی شامل SID، Magiran و Civilica انجام شد تا آخرین تحولات علمی در حوزه حکمرانی داده، تحول دیجیتال، حکمرانی اکولوژیک و زنجیره ارزش پوشش داده شود. افزون بر مقاله‌های علمی، گزارش‌های منتشرشده توسط سازمان‌های بین‌المللی ازجمله سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO)، سازمان جهانی بهداشت (WHO)، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD)، اتحادیه اروپا و سایر نهادهای معتبر نیز بررسی شدند. انتخاب منابع بر اساس معیارهایی مانند انتشار در

[1]Hassanpouraghdam
[2]Ghafouri
[3]Farajpour
[4] Dalir
[5]Creswell & Poth

مجله‌های معتبر، ارتباط مستقیم با موضوع پژوهش، کیفیت روش‌شناختی و دسترسی به متن کامل انجام شد و منابع فاقد ارتباط موضوعی یا کیفیت علمی مناسب از فرایند بررسی حذف شدند. در این مرحله، مفاهیم، مؤلفه‌ها، بازیگران، چالش‌ها و راهکارهای مرتبط با حکمرانی اکولوژیک، حکمرانی داده، زنجیره ارزش و فناوری‌های دیجیتال استخراج، کدگذاری و طبقه‌بندی شدند.

در مرحله دوم، تحلیل اسناد و سیاست‌های مرتبط با گیاهان دارویی مراتع در ایران انجام شد. در این بخش، تحلیل اسناد با بهره‌گیری از چارچوب تحلیل اسناد کیفی اسکات[1] (۱۹۹۰) و بر مبنای معیارهای اصالت، اعتبار، نمایندگی و معناداری اسناد صورت گرفت. بدین منظور، اسناد بالادستی شامل قوانین، سیاست‌های کلی، برنامه‌های توسعه، اسناد ملّی گیاهان دارویی و طب سنتی، برنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری، سازمان غذا و دارو، سازمان ملّی استاندارد، وزارت صنعت، معدن و تجارت، سازمان توسعه تجارت و سایر اسناد و گزارش‌های رسمی مورد بررسی قرار گرفتند. هدف از تحلیل این اسناد، شناسایی ساختار نهادی، تقسیم وظایف دستگاه‌های اجرایی، الزام‌های قانونی، ظرفیت‌های موجود، خلأهای سیاستی و چالش‌های حکمرانی در زنجیره ارزش گیاهان دارویی بود. تحلیل اسناد با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی انجام شد و مضامین مرتبط با حکمرانی اکولوژیک، حکمرانی داده، مدیریت زنجیره ارزش، نظام‌های اطلاعاتی، استانداردسازی، تجارت و صادرات استخراج و طبقه‌بندی شد.

در مرحله سوم، به‌منظور تکمیل و اعتباربخشی به یافته‌های حاصل از مرور ادبیات و تحلیل اسناد، از دیدگاه‌های خبرگان استفاده شد. جامعه خبرگان شامل اعضای هیأت علمی دانشگاه‌ها، پژوهشگران حوزه گیاهان دارویی، متخصصان سامانه‌های اطلاعات مکانی و تحول دیجیتال، مدیران و کارشناسان وزارت جهاد کشاورزی، وزارت بهداشت، سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری، سازمان غذا و دارو، شرکت‌های دارویی، صنایع فراوری، شرکت‌های دانش‌بنیان، صادرکنندگان، اتحادیه‌های مرتبط و فعالان حوزه عطاری و بازار گیاهان دارویی بود. نمونه‌گیری به‌صورت هدفمند و با استفاده از روش گلوله‌برفی بر اساس رویکرد پاتون[2] (۲۰۱۵) انجام شد و معیار انتخاب خبرگان شامل سابقه علمی یا اجرایی، تخصص موضوعی، تجربه در سیاستگذاری یا مدیریت زنجیره ارزش و آشنایی با مسائل حکمرانی گیاهان دارویی بود. درمجموع ۲۵ نفر خبره در پژوهش مشارکت داشتند تا تنوع دیدگاه‌ها و پوشش جامع ذی‌نفعان دانشگاهی، اجرایی، فناورانه و بخش خصوصی تضمین شود. فرایند مصاحبه‌ها تا دستیابی به اشباع نظری ادامه یافت، به‌گونه‌ای که پس از انجام بخش عمده مصاحبه‌ها، داده‌های جدید به ظهور مقوله‌ها یا کدهای مفهومی جدید منجر نشد و صرفاً در جهت تکمیل و تأیید مضامین پیشین قرار گرفت (ساندرز[3] و همکاران، ۲۰۱۸). مصاحبه‌ها به‌صورت نیمه‌ساختاریافته انجام شد.

در مرحله چهارم، یافته‌های حاصل از مرور نظام‌مند ادبیات، تحلیل اسناد و تحلیل دیدگاه‌های خبرگان با استفاده از روش سنتز چارچوب تلفیق شدند (دیکسون–وودز[4]، ۲۰۱۱). در این مرحله، ابتدا مؤلفه‌های مشترک و متمایز استخراج و سپس در قالب ابعاد اصلی حکمرانی شامل حکمرانی اکولوژیک، حکمرانی داده، حکمرانی زنجیره ارزش، حکمرانی نهادی و زیرساخت‌های فناوری دیجیتال سازمان‌دهی شدند، همچنین روابط میان این مؤلفه‌ها با استفاده از نقشه مفهومی ترسیم و چارچوب پیشنهادی پژوهش برای مدیریت یکپارچه زنجیره ارزش گیاهان دارویی طراحی شد. در این چارچوب، فناوری‌هایی نظیر سامانه اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور، اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، بلاک‌چین، گذرنامه دیجیتال محصول و سامانه تصمیم‌یار هوشمند به‌عنوان اجزای کلیدی زیرساخت حکمرانی داده‌محور در نظر گرفته شدند. انتخاب این زیرساخت‌ها به‌دلیل توانایی آنها در پایش برخط اکوسیستم‌های مرتعی، مدیریت و استانداردسازی داده‌ها، افزایش شفافیت و قابلیت ردیابی زنجیره تأمین، پیش‌بینی تغییرات اکولوژیک و بازار، تحلیل هوشمند داده‌های پیچیده و پشتیبانی از تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد صورت گرفت (فائو، ۲۰۱۶، ۲۰۱۹؛ سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۱۹، ۲۰۲۲، ۲۰۲۴)، همچنین فناوری بلاک‌چین و گذرنامه دیجیتال محصول به‌دلیل نقش

[1] Scott
[2] Patton
[3] Saunders
[4] Dixon-Woods

آنها در تضمین اصالت محصول، رهگیری منشأ برداشت، کاهش قاچاق و تقلب و افزایش اعتماد بازارهای صادراتی مورد توجه قرار گرفتند.

در مرحله نهایی، چارچوب پیشنهادی از نظر جامعیت، انسجام مفهومی، قابلیت اجرا و انطباق با شرایط نهادی ایران توسط گروهی از خبرگان ارزیابی شد. در این مرحله، نظرات اصلاحی خبرگان درباره ساختار چارچوب، ارتباط میان مؤلفه‌ها، نقش بازیگران نهادی، الزام‌های فناوری، قابلیت پیاده‌سازی و کاربردپذیری آن در سیاستگذاری و مدیریت زنجیره ارزش گردآوری و در نسخه نهایی چارچوب اعمال شد. این فرایند موجب افزایش روایی محتوایی و قابلیت کاربرد مدل پیشنهادی در شرایط واقعی کشور شد.

بر این اساس، چارچوب نهایی پژوهش حاصل تلفیق نظام‌مند شواهد علمی، اسناد سیاستی و دانش خبرگان است و تلاش می‌کند با یکپارچه‌سازی ابعاد اکولوژیک، نهادی، اقتصادی، داده‌محور و فناورانه، الگویی جامع برای حکمرانی هوشمند زنجیره ارزش گیاهان دارویی مراتع ایران ارائه کند. این چارچوب افزون بر ارائه مبانی نظری، قابلیت استفاده در طراحی بانک اطلاعات جامع گیاهان دارویی، سکوی ملّی داده، سامانه‌های ردیابی دیجیتال، داشبوردهای مدیریتی و نظام تصمیم‌یار هوشمند را دارد و می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای سیاستگذاری، برنامه‌ریزی، پایش و ارزیابی عملکرد دستگاه‌های مسئول در این حوزه مورد استفاده قرار گیرد.

یافته‌ها

۱. تحلیل اسناد بالادستی و الزام‌های سیاستی حکمرانی اکولوژیک داده‌محور زنجیره ارزش گیاهان دارویی

تحلیل محتوای اسناد بالادستی جمهوری اسلامی ایران نشان داد طی دو دهه اخیر، توسعه گیاهان دارویی و طب سنتی به یکی از محورهای راهبردی در سیاستگذاری‌های کشاورزی، سلامت و اقتصاد دانش‌بنیان تبدیل شده است. اسناد کلان مانند «سیاست‌های کلی منابع طبیعی و محیط‌زیست»، «سیاست‌های کلی سلامت» و «سیاست‌های کلی علم و فناوری» مبنای حقوقی ارزشمندی برای حفاظت از سرمایه‌های زیستی، ارتقای سلامت و توسعه صادرات فراهم کرده‌اند، با وجود این فاقد الزام‌های صریح در زمینه حکمرانی داده، تعامل‌پذیری سامانه‌های اطلاعاتی و ردیابی دیجیتال کل زنجیره هستند، همچنین بررسی «قانون برنامه هفتم توسعه» مؤید آن است که اگرچه تکالیف روشنی برای تحقق دولت هوشمند، ارتقای بهره‌وری کشاورزی و استقرار تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد وضع شده، اما سازوکار عملیاتی مشخصی برای تجمیع و تبادل برخط داده‌های چندبخشی (از رویشگاه تا بازار) پیش‌بینی نکرده است. در سطح اسناد تخصصی، «سند ملّی گیاهان دارویی و طب سنتی» نیز به‌طور عمده بر حفاظت، توسعه کشت و تجاری‌سازی متمرکز بوده و معماری اطلاعات، استانداردهای تبادل داده، ایجاد بانک اطلاعات ملّی و سکوی داده را به‌عنوان زیرساخت‌های مدیریت هوشمند زنجیره مورد توجه نظام‌مند قرار نداده است.

از سوی دیگر، بررسی برنامه‌های دستگاه‌های اجرایی گویای واگرایی در کارکردهاست؛ برنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی و سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری بر حفاظت، آمایش و مدیریت بهره‌برداری متمرکز بوده، در حالی که اسناد وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سازمان غذا و دارو بر ایمنی، کنترل کیفیت فراورده‌ها و نظارت بر داروهای گیاهی و عطاری‌ها تأکید دارند. نبود پیوند برخط میان داده‌های منشأ رویشگاهی با داده‌های کنترل کیفیت و تجارت، ردیابی کامل زنجیره را ناممکن ساخته است، همچنین با وجود ظرفیت‌های پیش‌بینی‌شده در اسناد تحول دیجیتال و هوش مصنوعی، سامانه‌های موجود به‌صورت جزیره‌ای عمل می‌کنند. این پراکندگی میان نهادهای متعددی چون وزارت جهاد کشاورزی، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، وزارت صمت، گمرک، سازمان ملّی استاندارد، تشکل‌های بهره‌برداران و صادرکنندگان، موجب موازی‌کاری و کاهش کارایی تصمیم‌گیری شده است.

درمجموع تحلیل اسناد بالادستی چهار شکاف سیاستی و نهادی را آشکار ساخت: ۱- فقدان چارچوب یکپارچه برای حکمرانی کل زنجیره ارزش، ۲- نبود نظام جامع حکمرانی داده و بانک اطلاعات ملّی گیاهان دارویی، ۳- ضعف تعامل نهادی و تبادل استاندارد داده میان دستگاه‌های مسئول و ۴- بهره‌گیری محدود از فناوری‌های نوین در مدیریت زنجیره ارزش. این شکاف‌ها

ضرورت استقرار یک نظام حکمرانی اکولوژیک داده‌محور مبتنی بر سکوی ملی داده را به‌عنوان پیش‌نیاز مدیریت پایدار زنجیره اثبات می‌کند.

۲. شناسایی ابعاد و مؤلفه‌های حکمرانی اکولوژیک داده‌محور زنجیره ارزش گیاهان دارویی

مرور نظام‌مند ادبیات، تحلیل تطبیقی تجارب بین‌المللی و تحلیل دیدگاه‌های ۲۵ تن از خبرگان نشان داد مدیریت پایدار این بخش، صرفاً با اقدامات حفاظتی سنتی یا برنامه‌های تجاری مجزا محقق نمی‌شود، بلکه نیازمند یک نظام «اجتماعی – اکولوژیکی و داده‌محور» است. بررسی تجارب کشورهایی نظیر چین، هند، آلمان و کره جنوبی نشان می‌دهد موفقیت زنجیره بیش از افزایش حجم تولید، به شفافیت جریان اطلاعات، ردیابی منشأ، هماهنگی نهادی و پایبندی به استانداردهای کیفیت وابسته است (فائو، ۲۰۱۶؛ بوکر و همکاران، ۲۰۱۲؛ سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۲۴؛ سینگ[1] و همکاران، ۲۰۲۵). افزون بر این، دستیابی به بهره‌برداری پایدار از منابع زیستی، مستلزم تجمیع داده‌های اکولوژیک، اقتصادی و اجتماعی در قالب نظامی شواهدبنیان است (آی‌پی‌بی‌ای‌اس، ۲۰۲۴).

تلفیق یافته‌های پژوهش منجر به استخراج ۵ بُعد اصلی و ۳۷ مؤلفه کلیدی حکمرانی اکولوژیک داده‌محور شد (جدول ۱). این ابعاد در قالب یک نظام یکپارچه، بنیان حکمرانی پایدار زنجیره ارزش گیاهان دارویی را تشکیل می‌دهند.

۲-۱. بُعد حکمرانی اکولوژیک: این بُعد زیربنای پایداری کل زنجیره است و بر حفاظت از سرمایه طبیعی تمرکز دارد. مؤلفه‌های هفت‌گانه آن شامل: حفاظت از رویشگاه‌های طبیعی، حفاظت از تنوع زیستی، مدیریت بهره‌برداری بر مبنای ظرفیت اکولوژیک، احیای اکوسیستم‌های تخریب‌شده، پایش اکولوژیک مستمر، سازگاری با تغییر اقلیم و مشارکت جوامع محلی و بهره‌برداران است. تحقق مدیریت پایدار در این بخش مستلزم اتکا بر ظرفیت برد اکولوژیک و پایش مکانی تغییرات پوشش گیاهی از طریق تلفیق سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور است (فائو، ۲۰۱۹؛ ولنزو و اودیو، ۲۰۲۰؛ آی‌پی‌بی‌ای‌اس، ۲۰۲۴).

۲-۲. بُعد حکمرانی زنجیره ارزش: این بُعد ۸ حلقه از شناسایی و اهلی‌سازی گونه‌ها تا تولید، برداشت اصولی، فراوری، کنترل کیفیت، بسته‌بندی، بازاریابی و رهگیری زنجیره تأمین را در بر می‌گیرد. انقطاع فعلی این حلقه‌ها موجب افزایش هزینه‌های مبادله، کاهش شفافیت و دشواری در احراز اصالت منشأ شده است. ارتقای رقابت‌پذیری و توسعه صادرات پایدار مستلزم اتصال اطلاعاتی کل زنجیره و استقرار شناسه‌های رهگیری دیجیتال منطبق با استانداردهای بین‌المللی است (ولنزو و اودیو، ۲۰۲۰؛ یک[2] و همکاران، ۲۰۲۱؛ بوکر و همکاران، ۲۰۱۲؛ سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۲۵).

۲-۳. بُعد حکمرانی داده: استقرار این بُعد مستلزم استانداردسازی داده‌ها، تضمین کیفیت و صحت، امنیت و محرمانگی، تعامل‌پذیری سامانه‌ها، مدیریت فراداده، اشتراک‌گذاری کنترل‌شده، مدیریت چرخه عمر داده و شفاف‌سازی حقوق مالکیت و راهبری داده است (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۲۲؛ کمیسیون اروپا، ۲۰۲۴). ایجاد استانداردهای مشترک میان داده‌های اکولوژیک، تولیدی، آزمایشگاهی و تجاری، بستر فنی لازم را برای رفع جزیره‌ای بودن سامانه‌ها و استقرار «سکوی ملّی حکمرانی داده» با معماری غیرمتمرکز و قابل‌اعتماد فراهم می‌سازد.

۲-۴. بُعد حکمرانی نهادی: تعدد مراجع سیاستگذار و اجرایی در ایران (شامل وزارت جهاد کشاورزی، سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سازمان غذا و دارو، وزارت صمت، سازمان ملّی استاندارد، گمرک و تشکل‌های بهره‌برداران، صنایع فراوری و عطاری‌ها) به تداخل وظایف و موازی‌کاری انجامیده است. مؤلفه‌های شش‌گانه این بُعد عبارت‌اند از: هماهنگی بین‌دستگاهی، تقسیم شفاف مسئولیت‌ها، مشارکت ذی‌نفعان، نظام نظارت و پاسخگویی، سیاستگذاری و

1Singh
2Yik

تنظیم‌گری یکپارچه و توسعه ظرفیت نهادی. سامان‌دهی این بخش نیازمند الگوی حکمرانی شبکه‌ای و چندسطحی است (اوستروم[1]، ۲۰۱۵؛ سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۲۲).

۲-۵. بُعد زیرساخت‌های فناوری دیجیتال: فناوری‌های دیجیتال ستون عملیاتی تحقق تصمیم‌گیری شواهدبنیان هستند که هشت مؤلفه آن شامل: سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، سنجش از دور و مشاهده زمین، اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، رایانش ابری و کلان‌داده، زنجیره بلوکی، گذرنامه دیجیتال محصول و سامانه‌های پشتیبان تصمیم است. تجمیع این فناوری‌ها امکان پایش بلادرنگ رویشگاه‌ها، رهگیری فیزیکی، مهار تقلب و احراز گواهی‌های کیفیت را از منشأ مرتع تا بازار میسر می‌کند (ژوانژان و همکاران، ۲۰۲۰؛ باندرا و کاتوکوروندا[2]، ۲۰۲۴).

جدول ۱. ابعاد و مؤلفه‌های اصلی حکمرانی اکولوژیک داده‌محور زنجیره ارزش گیاهان دارویی مراتع

بُعد	مؤلفه	مهم‌ترین منابع
حکمرانی اکولوژیک	– حفاظت از رویشگاه‌های طبیعی – حفاظت از تنوع زیستی – مدیریت بهره‌برداری بر مبنای ظرفیت اکولوژیک – احیای اکوسیستم‌های تخریب‌شده – پایش اکولوژیک و ارزیابی مستمر – سازگاری با تغییر اقلیم – مشارکت جوامع محلی و بهره‌برداران	فائو (۲۰۱۶، ۲۰۱۹)؛ فولکه و همکاران (۲۰۱۶)؛ ولنزو و اودیو (۲۰۲۰)؛ آی‌پی‌بی‌ای‌اس (۲۰۲۴)
حکمرانی زنجیره ارزش	– شناسایی، حفاظت و اهلی‌سازی گونه‌های دارای اولویت – تولید و کشت پایدار – برداشت و جمع‌آوری اصولی – فراوری و ایجاد ارزش افزوده – استانداردسازی و کنترل کیفیت – بسته‌بندی، نگهداری و حمل‌ونقل – بازاریابی، تجارت و صادرات – رهگیری زنجیره تأمین	بوکر و همکاران (۲۰۱۲)؛ فائو (۲۰۱۶)؛ واسیشت و همکاران (۲۰۱۶)؛ چاندرا و کومار (۲۰۲۱)؛ زمانی و همکاران (۲۰۲۵)
حکمرانی داده	– استانداردسازی داده‌ها – تضمین کیفیت، صحت و اعتبار داده‌ها – امنیت و محرمانگی داده‌ها – تعامل‌پذیری سامانه‌های اطلاعاتی – مدیریت فراداده – اشتراک‌گذاری و دسترس‌پذیری کنترل‌شده داده‌ها – مدیریت چرخه عمر داده – مالکیت، مسئولیت و راهبری داده	سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۲۰۱۹، ۲۰۲۲)؛ ژوانژان و همکاران (۲۰۲۰)؛ دوکینگ و رایش (۲۰۲۳)؛ کمیسیون اروپا (۲۰۲۴)
حکمرانی نهادی	– هماهنگی و همکاری بین‌دستگاهی – تقسیم شفاف وظایف و مسئولیت‌ها – مشارکت ذی‌نفعان و حکمرانی شبکه‌ای – نظام نظارت، ارزیابی و پاسخگویی – سیاستگذاری، تنظیم‌گری و اجرای هماهنگ – توانمندسازی و توسعه ظرفیت نهادی	اوستروم (۲۰۱۵)؛ فائو (۲۰۱۶)؛ سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۲۰۲۲)؛ اسناد ملّی

1Ostrom
2Bandara & Katukurunda

بُعد	مؤلفه	مهم‌ترین منابع
زیرساخت‌های فناوری دیجیتال	– سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) – سنجش از دور و داده‌های مشاهده زمین – اینترنت اشیا – هوش مصنوعی و یادگیری ماشین – رایانش ابری و کلان‌داده – زنجیره بلوکی – گذرنامه دیجیتال محصول – سامانه‌های پشتیبان تصمیم و داشبوردهای مدیریتی	یک و همکاران (۲۰۲۱)؛ ژانگ و وانگ (۲۰۲۳)؛ ژانگ و سورینگ (۲۰۲۴)؛ باندرا و کاتوکوروندا (۲۰۲۴)؛ ژانگ و همکاران (۲۰۲۵)

۳. طراحی نظام حکمرانی اکولوژیک داده‌محور زنجیره ارزش گیاهان دارویی مراتع

تحلیل یافته‌ها نشان داد معماری نظام حکمرانی اکولوژیک داده‌محور زنجیره ارزش گیاهان دارویی مراتع باید به‌صورت یک معماری لایه‌ای و شبکه‌ای طراحی شود که هم‌زمان ۵ بُعد اصلی معرفی‌شده در جدول ۱ را به سازوکارهای عملیاتی قابل اجرا تبدیل کند. شکل ۱ نشان می‌دهد داده‌ها از «تولید» تا «تصمیم‌گیری» و سپس «پایش و اصلاح سیاست» به‌صورت یکپارچه جریان می‌یابند و هر تصمیم مدیریتی نه بر مبنای برآوردهای مقطعی، بلکه بر پایه شواهد معتبر، داده‌های استاندارد و تحلیل‌های قابل اتکا اتخاذ می‌شود.

در این معماری، اسناد بالادستی، قوانین و سیاست‌های ملی نقش لایه راهبردی را ایفا و جهت‌گیری کلان نظام را تعیین می‌کنند. در سطح عملیاتی، داده‌های اکولوژیک، تولیدی، اقتصادی، تجاری، سلامت و نهادی از طریق سکوی ملی داده گردآوری، استانداردسازی و یکپارچه شده و با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین تحلیل می‌شوند. نتایج تحلیل‌ها از طریق سامانه‌های پشتیبان تصمیم در اختیار سیاستگذاران، مدیران، بهره‌برداران و سایر ذی‌نفعان قرار می‌گیرد و سپس از طریق نظام پایش و ارزیابی، اثربخشی سیاست‌ها سنجیده و در قالب یک چرخه یادگیری، برای اصلاح تصمیم‌های بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳-۱. رکن حکمرانی اکولوژیک: حکمرانی اکولوژیک زیربنای نظام پیشنهادی را تشکیل می‌دهد و هدف اصلی آن حفاظت از سرمایه طبیعی و تضمین بهره‌برداری پایدار از گیاهان دارویی مراتع است. یافته‌های پژوهش نشان داد مؤلفه‌هایی نظیر حفاظت از رویشگاه‌های طبیعی، حفظ تنوع زیستی، تعیین ظرفیت برد اکولوژیک، مدیریت پایدار برداشت، احیای اکوسیستم‌های تخریب‌شده، سازگاری با تغییر اقلیم و مشارکت جوامع محلی، مهم‌ترین عناصر این رکن محسوب می‌شوند.

در این رکن، داده‌های اکولوژیک شامل پراکنش گونه‌ها، تراکم جمعیت، زی‌توده، وضعیت فنولوژیک، ظرفیت باززایی، وضعیت خاک، بارندگی، خشکسالی، فشار چرای دام و حساسیت زیستگاه به‌صورت مستمر گردآوری و تحلیل می‌شوند. این داده‌ها مبنای تعیین ظرفیت مجاز برداشت، پهنه‌بندی بهره‌برداری، اولویت‌بندی برنامه‌های احیا و حفاظت و ارزیابی وضعیت پایداری اکوسیستم قرار می‌گیرند، بنابراین تصمیم‌های مدیریتی به جای اتکا بر برآوردهای تجربی یا برداشت‌های مقطعی، بر داده‌های مکانی، زمانی و اکولوژیک استوار خواهند بود (فائو، ۲۰۱۶؛ آی‌پی‌بی‌ای‌اس، ۲۰۲۴).

شاخص‌های کلیدی این رکن شامل ظرفیت برد اکولوژیک، نرخ باززایی گونه‌ها، درصد پوشش گیاهی، شاخص سلامت رویشگاه، وضعیت گونه‌های در معرض تهدید، شدت برداشت، تغییرات کاربری اراضی و میزان مشارکت جوامع محلی در حفاظت و پایش است. خروجی مورد انتظار این رکن، حفاظت مؤثر از سرمایه طبیعی، کاهش تخریب رویشگاه‌ها، افزایش تاب‌آوری اکوسیستم و تضمین بهره‌برداری پایدار از گیاهان دارویی است.

۳-۲. معماری اطلاعاتی، سکوی ملّی و اکوسیستم فناوری‌های دیجیتال: تحقق حکمرانی داده مستلزم گذار از پایگاه‌های داده جزیره‌ای به یک «معماری میان‌نهادی» است که هسته مرکزی آن را «سکوی ملّی داده گیاهان دارویی» تشکیل می‌دهد. در این الگو، مالکیت داده نزد هر نهاد متولی حفظ می‌شود، اما با حاکمیت استانداردهای مشترک، مدیریت فراداده،

تعامل‌پذیری و پروتکل‌های دسترسی کنترل‌شده، داده‌ها در خدمت تصمیم‌گیری قرار می‌گیرند (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۲۰، ۲۰۲۲؛ دوکینگ و رایش[1]، ۲۰۲۳؛ کمیسیون اروپا، ۲۰۲۴). در بستر این سکو، هشت فناوری دیجیتال در قالب یک اکوسیستم هم‌افزا پیاده‌سازی می‌شوند:

- **پایش یکپارچه چندمقیاسی و مدیریت کلان‌داده:** این سازوکار از طریق پیوند میان فناوری‌های کلان‌نگر و خردنگر عمل می‌کند؛ بدین‌صورت که سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، سنجش از دور و داده‌های مشاهده زمین، پایش پویای سلامت رویشگاه‌ها، تغییرات پوشش گیاهی و پهنه‌بندی ظرفیت بُرد مراتع را در سطح کلان بر عهده دارند. هم‌زمان اینترنت اشیا و حسگرهای محیطی، پایش پیوسته شرایط اقلیمی، زیستی و فیزیکی محصول را از لحظه برداشت در مرتع، فراوری، حمل‌ونقل و انبارداری تا مراکز مصرف و تجارت رصد می‌کنند. در نهایت، زیرساخت‌های رایانش ابری و سامانه‌های مدیریت کلان‌داده، این حجم انبوه از داده‌های مکان‌محور و حسگریِ چندمنبعی را پردازش، یکپارچه و آماده تحلیل‌های بلادرنگ می‌سازند.
- **اعتبارسنجی، امنیت و شفافیت زنجیره:** فناوری زنجیره بلوکی و گذرنامه دیجیتال محصول، با اختصاص شناسه‌های یکتای تغییرناپذیر، مسیر محصول از رویشگاه تا بازار بین‌المللی (شامل آزمون‌های کیفی، گواهی اصالت و مجوز برداشت) را اعتبارسنجی و رهگیری‌پذیر می‌کنند (باندرا و کاتوکوروندا، ۲۰۲۴).
- **تحلیل پیشرفته و تصمیم‌یاری هوشمند:** هوش مصنوعی و الگوریتم‌های یادگیری ماشین با کشف الگوهای پیچیده اکولوژیک و روندهای تجاری بازار، نتایج تحلیلی و پیش‌بینانه را به سامانه‌های پشتیبان تصمیم تزریق می‌کنند تا سیاستگذاری و اقدامات اجرایی مدیران کاملاً مبتنی بر شواهد و داده‌محور هدایت شود (ژانگ و وانگ، ۲۰۲۳).

۳-۳. رکن حکمرانی زنجیره ارزش: هدف از حکمرانی زنجیره ارزش، ایجاد هماهنگی میان تمامی حلقه‌های زنجیره از مرحله شناسایی و حفاظت از منابع تا مصرف نهایی است. نتایج پژوهش نشان داد زنجیره ارزش گیاهان دارویی مراتع ایران شامل مراحل شناسایی گونه، تولید یا برداشت، جمع‌آوری، فراوری، کنترل کیفیت، بسته‌بندی، حمل‌ونقل، بازاریابی، صادرات و مصرف است، اما این حلقه‌ها اغلب به‌صورت منفک و فاقد ارتباط اطلاعاتی مدیریت می‌شوند.

در نظام پیشنهادی، تمامی حلقه‌های زنجیره از طریق سکوی ملّی داده و سامانه‌های رهگیری به یکدیگر متصل می‌شوند. هر محصول دارای شناسه یکتاست و اطلاعات مربوط به منشأ، مجوز برداشت، شرایط تولید، فراوری، نتایج آزمون‌های کیفیت، استانداردها و مسیر عرضه در طول چرخه عمر آن ثبت و قابل رهگیری خواهد بود. چنین ساختاری موجب افزایش شفافیت، کاهش تقلب، ارتقای کیفیت، تسهیل صادرات، افزایش اعتماد مصرف‌کنندگان و بهبود ارزش افزوده زنجیره خواهد شد (بوکر و همکاران، ۲۰۱۲؛ سینگ و همکاران، ۲۰۲۵).

۳-٤. رکن حکمرانی نهادی: ماهیت فرابخشی زنجیره ارزش گیاهان دارویی ایجاب می‌کند که حکمرانی آن بر پایه همکاری میان نهادهای مختلف شکل گیرد. یافته‌های پژوهش نشان داد که مدیریت این حوزه میان سازمان‌های متعددی توزیع شده است و نبود سازوکارهای هماهنگی، یکی از مهم‌ترین چالش‌های موجود محسوب می‌شود.

در نظام پیشنهادی، هر نهاد متناسب با مأموریت قانونی خود، بخشی از چرخه تولید و استفاده از داده را به‌عهده دارد. وزارت جهاد کشاورزی و سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری مسئول مدیریت داده‌های اکولوژیک و بهره‌برداری، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سازمان غذا و دارو مسئول داده‌های کیفیت و سلامت، وزارت صنعت، معدن و تجارت مسئول اطلاعات تولید، فراوری و تجارت، سازمان حفاظت محیط زیست مسئول داده‌های تنوع زیستی و مناطق حساس، سازمان ملّی استاندارد مسئول استانداردهای کیفیت و رهگیری و گمرک مسئول داده‌های تجارت خارجی هستند.

[1]Ducuing & Reich

در کنار دستگاه‌های دولتی، دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی، شرکت‌های دانش‌بنیان، تشکل‌های بهره‌برداران، جوامع محلی و عطاری‌ها نیز به‌عنوان تولیدکنندگان و استفاده‌کنندگان داده در نظام حکمرانی مشارکت دارند. این ساختار شبکه‌ای موجب افزایش هماهنگی نهادی، کاهش موازی‌کاری، تسهیل تبادل داده و ارتقای کارآمدی سیاست‌ها خواهد شد.

۳-۵. پایش، ارزیابی و یادگیری سیاستی: ویژگی متمایز نظام پیشنهادی، وجود یک چرخه مستمر پایش، ارزیابی و یادگیری سیاستی است. در این چرخه، تمامی داده‌های اکولوژیک، اقتصادی، نهادی و مدیریتی به‌طور مستمر پایش شده و شاخص‌های عملکرد نظام محاسبه می‌شوند. نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها از طریق سامانه‌های پشتیبان تصمیم در اختیار مدیران قرار گرفته و مبنای اصلاح سیاست‌ها، بازنگری برنامه‌ها و بهبود فرایندهای اجرایی قرار می‌گیرد.

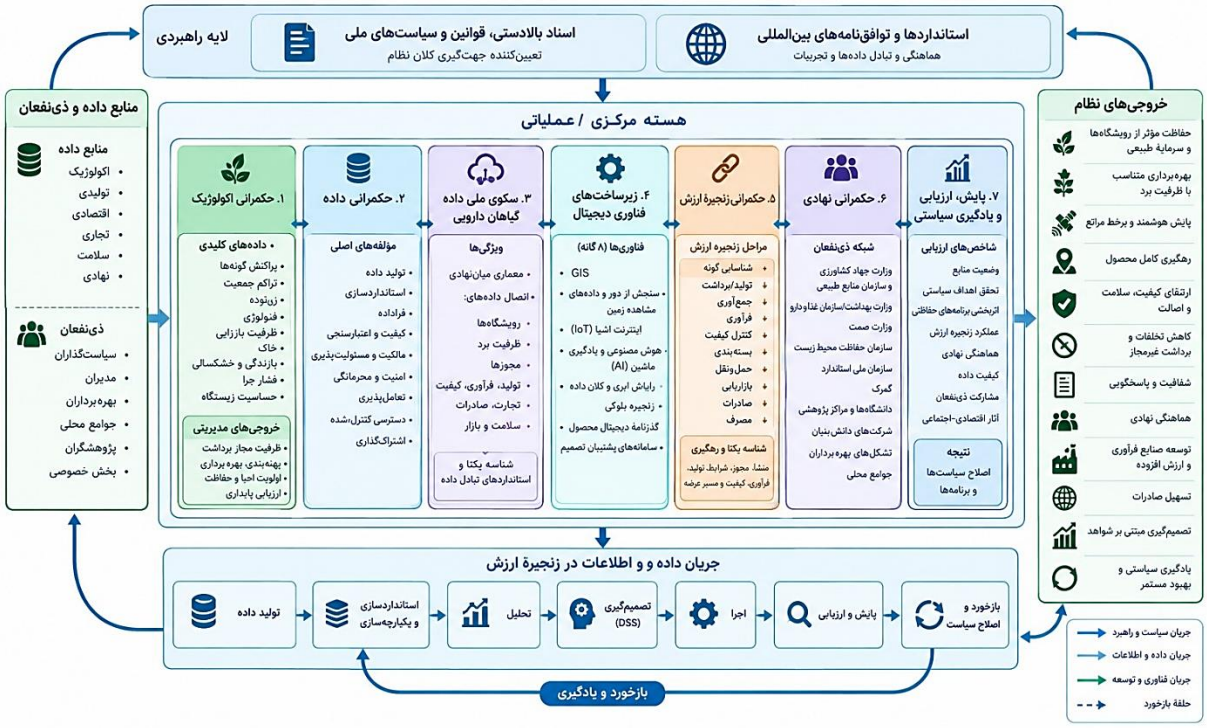
در این نظام، پایش صرفاً به ارزیابی وضعیت منابع محدود نمی‌شود، بلکه میزان تحقق اهداف سیاستی، اثربخشی برنامه‌های حفاظتی، عملکرد زنجیره ارزش، میزان هماهنگی نهادی، کیفیت داده‌ها، سطح مشارکت ذی‌نفعان و آثار اقتصادی و اجتماعی سیاست‌ها نیز ارزیابی می‌شود. بدین ترتیب حکمرانی از یک نظام ایستا به نظامی تطبیقی و یادگیرنده تبدیل می‌شود که قادر است بر اساس تغییرات محیطی، شرایط بازار و بازخوردهای اجرایی، سیاست‌های خود را به‌صورت مستمر اصلاح کند (یانسن و فان در وورت[1]، ۲۰۲۰).

۳-۶. خروجی‌های راهبردی نظام حکمرانی: استقرار نظام حکمرانی اکولوژیک داده‌محور، مجموعه‌ای از خروجی‌های راهبردی و عملیاتی را به همراه خواهد داشت که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از:

- حفاظت مؤثر از رویشگاه‌ها و سرمایه طبیعی؛
- بهره‌برداری متناسب با ظرفیت برد اکولوژیک؛
- پایش هوشمند و برخط وضعیت مراتع؛
- رهگیری کامل محصول از مرتع تا مصرف‌کننده؛
- ارتقای کیفیت، سلامت و اصالت محصولات؛
- کاهش تخلفات، تقلب و برداشت غیرمجاز؛
- افزایش شفافیت و پاسخگویی نهادی؛
- تقویت هماهنگی میان دستگاه‌های اجرایی؛
- توسعه صنایع فراوری و افزایش ارزش افزوده؛
- تسهیل دسترسی به بازارهای صادراتی؛
- پشتیبانی از تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد؛
- ایجاد چرخه یادگیری سیاستی و بهبود مستمر نظام حکمرانی.

درمجموع، نظام پیشنهادی چارچوبی یکپارچه برای مدیریت هوشمند زنجیره ارزش گیاهان دارویی مراتع ارائه می‌کند. مزیت اصلی این چارچوب، تبدیل داده‌های پراکنده به دانش قابل استفاده برای تصمیم‌گیری، ایجاد پیوند میان حفاظت از سرمایه طبیعی و توسعه اقتصادی، افزایش شفافیت و قابلیت رهگیری و استقرار یک نظام تطبیقی مبتنی بر شواهد است که می‌تواند به‌عنوان الگوی اجرایی حکمرانی گیاهان دارویی در ایران مورد استفاده قرار گیرد.

[1] Janssen & van der Voort



شکل ۱. الگوی مفهومی نظام حکمرانی اکولوژیک داده‌محور زنجیره ارزش گیاهان دارویی مراتع

بحث و نتیجه‌گیری

تحلیل یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد مسئله اصلی در مدیریت گیاهان دارویی مراتع ایران، نبود گونه‌های ارزشمند یا صرفاً محدودیت فناوری نیست، بلکه فقدان یک نظام حکمرانی یکپارچه است که بتواند میان حفاظت اکولوژیک، حکمرانی داده، حکمرانی زنجیره ارزش، هماهنگی نهادی و زیرساخت‌های فناوری پیوند برقرار کند. در وضعیت موجود، هر یک از این حوزه‌ها به‌طور عمده به‌صورت بخشی و مستقل مدیریت می‌شوند، در نتیجه، داده‌ها پراکنده، مسئولیت‌ها هم‌پوشان، تصمیم‌ها ناهماهنگ و سیاست‌ها اغلب کوتاه‌مدت هستند. مطالعات انجام‌شده در اکوسیستم‌های مرتعی ایران نیز نشان می‌دهد پراکندگی بازیگران، ضعف هماهنگی بین‌بخشی و فقدان انسجام شبکه‌ای، از موانع مهم حکمرانی اثربخش منابع طبیعی به‌شمار می‌آیند (قربانی و همکاران، ۱۳۹۱). پیامد این وضعیت، افزایش فشار بر رویشگاه‌های طبیعی، کاهش قابلیت ردیابی محصولات، افت کیفیت، کاهش ارزش افزوده و محدود شدن اثربخشی سیاست‌های حفاظتی است. این یافته با ادبیات حکمرانی اکوسیستم و مدیریت منابع طبیعی که بر ضرورت گذار از مدیریت بخشی به حکمرانی یکپارچه، چندسطحی و شبکه‌ای تأکید دارد، هم‌سو است (فائو، ۲۰۱۶؛ فولکه و همکاران، ۲۰۱۶؛ سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۱۹).

در عین حال یافته‌ها نشان می‌دهد حفاظت اکولوژیک بدون وجود حکمرانی داده قابلیت اجرایی کافی نخواهد داشت. در بسیاری از نظام‌های مدیریتی، داده‌ها صرفاً برای ثبت وضعیت موجود یا تهیه گزارش‌های اداری تولید می‌شوند، در حالی که در حکمرانی داده‌محور، داده به یک دارایی راهبردی تبدیل می‌شود که تمامی مراحل چرخه عمر آن، از تولید و استانداردسازی تا اعتبارسنجی، ذخیره‌سازی، اشتراک‌گذاری، تحلیل و بهره‌برداری، بر اساس اصول مشخص حکمرانی مدیریت می‌شود. چنین رویکردی موجب می‌شود داده‌های اکولوژیک، تولیدی، کیفیتی، اقتصادی و نهادی در قالب یک ساختار منسجم به سیاستگذاری و مدیریت متصل شوند و تصمیم‌ها بر شواهد معتبر استوار باشند. برای مثال در زنجیره ارزش یک گیاه دارویی مرتعی مانند آویشن یا آنغوزه، ثبت

مکان‌مند رویشگاه و مجوز برداشت، زمان و روش برداشت، مشخصات بهره‌بردار، مقدار برداشت، نتایج آزمون‌های هویتی و فیتوشیمیایی، میزان رطوبت، آلودگی‌های احتمالی و مسیر حمل‌ونقل، امکان ایجاد یک شناسنامه دیجیتال برای هر محموله را فراهم می‌سازد. در این حالت، محصول صرفاً به‌عنوان ماده خام فله‌ای عرضه نمی‌شود، بلکه به‌عنوان ماده اولیه‌ای با منشأ مشخص، کیفیت تأییدشده و قابلیت رهگیری عرضه خواهد شد. این فرایند، ضمن کاهش احتمال اختلاط گونه‌ای، تقلب و افت کیفیت، قدرت چانه‌زنی بهره‌برداران محلی و تولیدکنندگان را افزایش می‌دهد، هزینه‌های کنترل و راستی‌آزمایی خریدار را کاهش می‌دهد و زمینه فروش محصول در بازارهای تخصصی‌تر و با ارزش افزوده بالاتر را فراهم می‌سازد. افزون بر این، تجمیع داده‌های برداشت و وضعیت رویشگاه، امکان تعیین سقف برداشت سازگار با ظرفیت باززایی گونه و اصلاح مستمر برنامه‌های بهره‌برداری را مهیا می‌کند. این یافته با اصول حکمرانی داده در بخش عمومی و توصیه‌های سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و اتحادیه اروپا درباره استانداردسازی، تعامل‌پذیری و اشتراک امن داده‌ها مطابقت دارد (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۲۰، ۲۰۲۲؛ دوکینگ و رایش، ۲۰۲۳؛ کمیسیون اروپا، ۲۰۲۴).

از سوی دیگر، تحلیل نتایج نشان می‌دهد داده زمانی ارزش حکمرانی پیدا می‌کند که بتواند کل زنجیره ارزش را پوشش دهد. به همین دلیل، بُعد «حکمرانی زنجیره ارزش» در مدل پیشنهادی از مرحله شناسایی و اهلی‌سازی گونه‌ها آغاز شده و تا تولید، برداشت، فراوری، استانداردسازی، بسته‌بندی، بازاریابی، صادرات و رهگیری محصول امتداد می‌یابد. در این الگو، کیفیت، اصالت و منشأ محصول به‌صورت پیوسته در سراسر زنجیره ثبت و رهگیری می‌شود و ارتباط میان ویژگی‌های اکولوژیک رویشگاه، کیفیت ماده مؤثره و ارزش اقتصادی محصول قابل تحلیل خواهد بود. این رویکرد می‌تواند خام‌فروشی را کاهش و ارزش افزوده داخلی را افزایش دهد، همچنین امکان حضور مؤثرتر محصولات ایرانی در بازارهای بین‌المللی را فراهم سازد. نتایج پژوهش‌های اخیر نیز نشان می‌دهد توسعه زنجیره‌های ارزش پایدار و قابل ردیابی یکی از پیش‌نیازهای ارتقای رقابت‌پذیری محصولات طبیعی در بازار جهانی است (بوکر و همکاران، ۲۰۱۲؛ سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و فائو، ۲۰۱۶؛ سینگ و همکاران، ۲۰۲۵).

یافته‌های پژوهش همچنین بیانگر آن است که تحقق حکمرانی اکولوژیک داده‌محور بدون حکمرانی نهادی امکان‌پذیر نیست. در حال حاضر مسئولیت‌های مرتبط با گیاهان دارویی میان سازمان‌های مختلف توزیع شده و هر دستگاه تنها بخشی از زنجیره را مدیریت می‌کند. این پراکندگی موجب تکرار داده‌ها، ناهمگونی استانداردها، ضعف هماهنگی و تصمیم‌های ناسازگار می‌شود. الگوی پیشنهادی، به‌جای تمرکزگرایی، بر حکمرانی شبکه‌ای استوار است، به‌گونه‌ای که هر نهاد ضمن حفظ مسئولیت تخصصی خود، داده‌های استانداردشده را در چارچوب پروتکل‌های مشخص با سایر نهادها به اشتراک می‌گذارد و تصمیم‌ها به‌صورت هماهنگ اتخاذ می‌شود. این ساختار، ضمن حفظ استقلال نهادی، از دوباره‌کاری جلوگیری می‌کند و کارایی نظام حکمرانی را افزایش می‌دهد. این نتیجه با ادبیات حکمرانی چندسطحی و شبکه‌ای هم‌سو است (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۲۲، ۲۰۲۴).

نتایج پژوهش همچنین نشان می‌دهد زیرساخت‌های فناوری نقش توانمندساز نظام حکمرانی را ایفا می‌کنند، اما جایگزین حکمرانی نیستند. فناوری‌هایی نظیر سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، سنجش از دور، اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، رایانش ابری، کلان‌داده، زنجیره بلوکی، گذرنامه دیجیتال محصول و سامانه‌های پشتیبان تصمیم، امکان گردآوری، تحلیل، یکپارچه‌سازی، رهگیری و بهره‌برداری هوشمند از داده‌ها را فراهم می‌کنند. با این حال تجربیات بین‌المللی نشان می‌دهد اثربخشی این فناوری‌ها زمانی افزایش می‌یابد که در چارچوبی مبتنی بر استانداردهای داده، تعامل‌پذیری سامانه‌ها، قوانین اشتراک‌گذاری داده و مسئولیت‌پذیری نهادی به‌کار گرفته شوند، در غیر این صورت، فناوری صرفاً موجب افزایش حجم داده‌ها خواهد شد، بدون آنکه کیفیت تصمیم‌گیری را بهبود بخشد (ژوانژان و همکاران، ۲۰۲۰؛ کمیسیون اروپا، ۲۰۲۴؛ باندرا و کاتوکوروندا، ۲۰۲۴).

یکی از نوآوری‌های اصلی چارچوب پیشنهادی، قرار گرفتن سکوی ملّی داده در مرکز معماری نظام حکمرانی است. این سکو، لایه اتصال‌دهنده میان پنج بُعد اصلی محسوب می‌شود و امکان تعامل‌پذیری داده‌ها، استانداردسازی، مدیریت فراداده، تبادل امن اطلاعات و اتصال سامانه‌های تخصصی دستگاه‌های مختلف را فراهم می‌سازد. در این معماری، داده‌ها در یک دستگاه متمرکز نمی‌شوند، بلکه هر سازمان مالک داده‌های تخصصی خود باقی می‌ماند و از طریق استانداردهای مشترک و خدمات تبادل داده،

اطلاعات مورد نیاز را در اختیار سایر بازیگران قرار می‌دهد. این معماری افزون بر حفظ استقلال نهادی، از ایجاد جزایر اطلاعاتی جلوگیری کرده و زمینه تصمیم‌گیری هماهنگ را فراهم می‌سازد.

از منظر اجرایی، مدل پیشنهادی صرفاً به طراحی ساختار حکمرانی محدود نمی‌شود، بلکه با تعریف لایه پایش، یادگیری سیاستی و خروجی‌های عملیاتی، نظامی پویا و یادگیرنده را ترسیم می‌کند. در این چارچوب، خروجی‌هایی مانند پهنه‌بندی بهره‌برداری، تعیین سقف برداشت، تقویم برداشت، هشدارهای اکولوژیک، ردیابی منشأ محصول، کنترل کیفیت، ارزیابی عملکرد نهادی و ارزیابی اثر سیاست‌ها به‌صورت مستمر تولید می‌شوند و نتایج آنها دوباره به فرایند سیاستگذاری بازمی‌گردد. بدین ترتیب، حکمرانی پیشنهادی از یک نظام ایستا به چرخه‌ای مستمر از «داده–تحلیل–تصمیم–اجرا–پایش–یادگیری» تبدیل می‌شود که امکان اصلاح تدریجی سیاست‌ها و افزایش تاب‌آوری نظام مدیریت را فراهم می‌کند.

در نهایت، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد مشارکت جوامع محلی و بهره‌برداران باید به‌عنوان عنصری فرابخشی در تمامی ابعاد نظام حکمرانی حضور داشته باشد. جوامع محلی نه‌تنها بهره‌برداران منابع، بلکه تولیدکنندگان داده، دارندگان دانش بومی و بازیگران اصلی حفاظت از رویشگاه‌ها هستند. مشارکت آنان در پایش میدانی، ثبت داده‌ها، اعتبارسنجی اطلاعات و اجرای سیاست‌های حفاظتی می‌تواند کیفیت داده‌ها، مشروعیت تصمیم‌ها و اثربخشی سیاست‌های اجرایی را به‌طور قابل‌توجهی افزایش دهد؛ موضوعی که در مطالعات مربوط به حکمرانی مشارکتی منابع طبیعی نیز مورد تأکید قرار گرفته است (قربانی و همکاران، ۱۳۹۱؛ اوستروم، ۲۰۱۵؛ رانکوآنا[1]، ۲۰۲۴).

بر این اساس، الگوی ارائه‌شده در این پژوهش صرفاً یک مدل مفهومی نیست، بلکه یک معماری اجرایی حکمرانی اکولوژیک داده‌محور برای مدیریت زنجیره ارزش گیاهان دارویی مراتع ایران است. ویژگی متمایز این معماری آن است که پنج بُعد اصلی حکمرانی را بر بستر سکوی ملّی داده، فناوری‌های نوین و چرخه پایش و یادگیری سیاستی به یکدیگر متصل می‌کند و خروجی‌های آن به‌طور مستقیم در خدمت تصمیم‌گیری، حفاظت از سرمایه‌های طبیعی، ارتقای کیفیت محصولات، افزایش شفافیت، توسعه ارزش افزوده و بهبود رقابت‌پذیری زنجیره ارزش قرار می‌گیرد. از این منظر، گذار از مدیریت بخشی و گزارش‌محور به حکمرانی اکولوژیک داده‌محور را می‌توان مهم‌ترین پیش‌شرط تحقق توسعه پایدار گیاهان دارویی مراتع ایران دانست.

با وجود ظرفیت نظری و اجرایی چارچوب پیشنهادی، اجرای آن با محدودیت‌هایی همراه است. نخست آنکه مدل حاضر، اگرچه بر مبنای ادبیات علمی، یافته‌های پژوهش و الزام‌های مدیریتی تدوین شده است، هنوز در مقیاس واقعی و در یک پهنه مشخص مرتعی به‌طور کامل اجرا و اعتبارسنجی نشده است، بنابراین روابط میان پنج بُعد اصلی و میزان اثرگذاری هر مؤلفه بر پایداری زنجیره ارزش نیازمند آزمون میدانی است. دوم آنکه داده‌های اکولوژیک، اقتصادی، تولیدی و نهادی موجود از نظر مقیاس مکانی و زمانی، دقت، روش گردآوری، قالب ذخیره‌سازی و سطح دسترسی ناهمگون‌اند و در برخی مناطق، داده‌های پایه مربوط به پراکنش، تراکم، زی‌توده و نرخ باززایی گونه‌ها ناقص یا قدیمی است. سوم آنکه اتصال سامانه‌های اطلاعاتی دستگاه‌های مختلف به‌دلیل تفاوت در معماری، استانداردها و شناسه‌های اطلاعاتی، به بازمهندسی فرایندها، تدوین استانداردهای مشترک و توسعه رابط‌های تبادل داده نیاز دارد. افزون بر این، ابهام در مالکیت و محرمانگی داده، نگرانی نهادها از اشتراک‌گذاری اطلاعات، تعدد متولیان، محدودیت منابع مالی و انسانی، ضعف زیرساخت ارتباطی در مناطق مرتعی و کمبود نیروی متخصص در حوزه‌های میان‌رشته‌ای اکولوژی، داده و فناوری از دیگر موانع اجرای مدل به‌شمار می‌روند.

پذیرش اجتماعی نیز یکی از محدودیت‌های مهم است. استقرار نظام ثبت دیجیتال، رهگیری محصول و اتصال مجوزها به ظرفیت اکولوژیک ممکن است در کوتاه‌مدت برای برخی بهره‌برداران، واسطه‌ها و واحدهای فراوری هزینه یا محدودیت جدید ایجاد کند. اگر این نظام با آموزش، تسهیل دسترسی، مشوق‌های اقتصادی، کاهش بروکراسی و توزیع عادلانه منافع همراه نباشد، احتمال مقاومت یا شکل‌گیری فعالیت‌های غیررسمی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، استفاده از سنجش از دور، هوش مصنوعی و حسگرها

[1] Rankoana

نیز بدون اعتبارسنجی میدانی، کالیبراسیون و به‌روزرسانی مستمر می‌تواند به برآورد نادرست ظرفیت برداشت یا هشدارهای غیرقابل اعتماد منجر شود. مهم‌تر از همه، خطر تقلیل حکمرانی به دیجیتالی‌سازی وجود دارد؛ یعنی ممکن است با خرید تجهیزات و راه‌اندازی سامانه‌ها، بدون اصلاح مقررات، شفاف‌سازی مسئولیت‌ها، ارتقای ظرفیت نهادی و مشارکت ذی‌نفعان، تصور شود که حکمرانی داده‌محور تحقق یافته است. در حالی که فناوری تنها یکی از اجزای نظام است و موفقیت آن به اصلاح هم‌زمان قواعد، نهادها، فرایندها و روابط میان بازیگران وابسته است.

برای اجرای مدل، پیشنهاد می‌شود استقرار آن به‌صورت مرحله‌ای و از طریق اجرای پایلوت در چند پهنه منتخب با شرایط اکولوژیک، اقتصادی و نهادی متفاوت آغاز شود. انتخاب مناطق پایلوت باید بر اساس تنوع گونه‌ای، شدت بهره‌برداری، اهمیت حفاظتی، ظرفیت مشارکت جوامع محلی و آمادگی زیرساختی صورت گیرد. ایجاد یک نهاد راهبر یا دبیرخانه بین‌دستگاهی برای هماهنگی میان دستگاه‌ها، تصویب استانداردها، نظارت بر سکوی ملّی داده، پیگیری شاخص‌های عملکرد و انتشار گزارش‌های شفاف نیز ضروری است. این نهاد باید ساختاری شبکه‌ای و مشارکتی داشته باشد و نمایندگان دستگاه‌های دولتی، دانشگاه‌ها، بخش خصوصی، تشکل‌های بهره‌برداران و جوامع محلی را دربرگیرد.

همزمان باید فرهنگ داده و استانداردهای ملّی برای گونه‌ها، رویشگاه‌ها، مجوزها، برداشت، فراوری، کیفیت، تجارت و رهگیری تدوین شود و برای هر مجموعه داده، تولیدکننده، مالک، مسئول کیفیت، سطح دسترسی، روش به‌روزرسانی و دوره نگهداری مشخص شود. طراحی سکوی ملّی داده با معماری فدراسیونی (توزیع‌شده و هم‌پیوند)، خدمت‌محور و مبتنی بر رابط‌های استاندارد، مدیریت فراداده، کنترل دسترسی و ثبت سوابق استفاده از داده، می‌تواند از تمرکزگرایی ناکارآمد و ایجاد یک سامانه موازی جلوگیری کند. تدوین اطلس دیجیتال گیاهان دارویی مراتع، شامل اطلاعات پراکنش گونه‌ها، وضعیت جمعیت، ظرفیت باززایی، حساسیت حفاظتی، ظرفیت برداشت، تقویم بهره‌برداری و سوابق پایش، نیز باید در اولویت قرار گیرد. گذرنامه دیجیتال محصول بهتر است ابتدا برای چند گونه و محصول منتخب اجرا شود و پس از ارزیابی و رفع مشکلات فنی، به سایر محصولات توسعه یابد.

همچنین صدور و تمدید مجوزهای بهره‌برداری باید به داده‌های مکانی و زمانی و شاخص‌های سلامت رویشگاه متصل شود. مجوزها باید دارای محدوده جغرافیایی، سهم برداشت، زمان اعتبار، روش مجاز برداشت و الزام‌های گزارش‌دهی باشند و تغییر وضعیت اکولوژیک بتواند موجب بازنگری در سقف برداشت یا توقف موقت بهره‌برداری شود. ایجاد نظام پایش مشارکتی، آموزش بهره‌برداران، ثبت داده با ابزارهای همراه، اعتبارسنجی داده‌های محلی و پیش‌بینی جبران خدمات پایش می‌تواند هم کیفیت داده‌ها و هم مشروعیت نظام حکمرانی را افزایش دهد. در کنار آن، برنامه‌های آموزشی میان‌رشته‌ای برای کارشناسان دستگاه‌ها، دانشگاه‌ها، شرکت‌های دانش‌بنیان و جوامع محلی باید موضوعاتی مانند اکولوژی مرتع، مدیریت برداشت، استانداردهای داده، GIS، سنجش از دور، تحلیل داده، رهگیری محصول، امنیت اطلاعات و سیاست‌گذاری تطبیقی را پوشش دهد.

برای سنجش موفقیت این چارچوب نیز لازم است شاخص‌های اکولوژیک، داده‌ای، اقتصادی، اجتماعی و نهادی تعریف شوند. تغییرات وضعیت رویشگاه و تنوع زیستی، میزان انطباق برداشت با ظرفیت مجاز، نرخ باززایی گونه‌های هدف، درصد داده‌های استاندارد و معتبر، سطح تعامل‌پذیری سامانه‌ها، زمان و هزینه صدور مجوز، درصد محصولات دارای گذرنامه دیجیتال، میزان کاهش تخلفات، رشد ارزش افزوده داخلی، سطح مشارکت جوامع محلی و میزان هماهنگی نهادی می‌توانند بخشی از این شاخص‌ها باشند. در عین حال، اشتراک‌گذاری داده باید با حفاظت از اطلاعات حساس اکولوژیک، اطلاعات تجاری و حریم خصوصی بهره‌برداران همراه باشد و دسترسی به داده‌ها به‌گونه‌ای تنظیم شود که افزون بر دستگاه‌های مرکزی، جوامع محلی و بهره‌برداران نیز به اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیری و دفاع از منافع خود دسترسی داشته باشند. ارزیابی مستقل و دوره‌ای عملکرد نظام توسط نهادهای علمی و حرفه‌ای و استفاده از نتایج آن برای بازنگری استانداردها، شاخص‌ها، فرایندهای مجوزدهی و معماری سکوی ملّی داده، حلقه یادگیری سیاستی را از یک مفهوم نظری به سازوکاری واقعی برای اصلاح و پاسخگویی تبدیل خواهد کرد.

درمجموع یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد توسعه پایدار گیاهان دارویی مراتع ایران نیازمند گذار از مدیریت بخشی، اداری و گزارش‌محور به حکمرانی اکولوژیک، داده‌محور و شبکه‌ای است. چارچوب پیشنهادی امکان می‌دهد حفاظت از سرمایه طبیعی و

توسعه اقتصادی در یک معماری واحد دنبال شود. در این معماری، حکمرانی اکولوژیک حدود و قیود بهره‌برداری را تعیین می‌کند، حکمرانی داده کیفیت و قابلیت استفاده از اطلاعات را تضمین می‌نماید، سکوی ملّی داده ارتباط میان سامانه‌ها و نهادها را برقرار می‌سازد، فناوری‌های نوین تولید و تحلیل داده و رهگیری محصول را توانمند می‌کنند، حکمرانی زنجیره ارزش جریان محصول و ارزش افزوده را سامان می‌دهد، حکمرانی نهادی هماهنگی و پاسخ‌گویی را تضمین می‌کند و پایش و یادگیری سیاستی، امکان اصلاح مستمر تصمیم‌ها را فراهم می‌آورد.

با این حال اجرای موفق این چارچوب به فناوری به‌تنهایی وابسته نیست، بلکه به ایجاد اعتماد بین‌نهادی، کیفیت و اعتبار داده، مشارکت واقعی ذی‌نفعان، اصلاح فرایندهای اداری و مجوزدهی، توزیع عادلانه منافع و پیوند مستمر میان علم، سیاست و عمل نیاز دارد، بنابراین مدل پیشنهادی را می‌توان نقطه آغاز طراحی یک نظام ملّی، تطبیقی و یادگیرنده برای حکمرانی زنجیره ارزش گیاهان دارویی مراتع دانست؛ نظامی که در آن ظرفیت بازتولید اکوسیستم با تقاضای بازار هماهنگ می‌شود، تصمیم‌ها بر شواهد معتبر استوار می‌گردند، شفافیت و قابلیت رهگیری افزایش می‌یابد و حفاظت از تنوع زیستی، معیشت جوامع محلی و توسعه ارزش افزوده اقتصادی در یک مسیر مشترک قرار می‌گیرند.

منابع

خامنه‌ای، س.ع. (۱۳۹۳). سیاست‌های کلی سلامت [ابلاغ‌شده در ۱۸ فروردین ۱۳۹۳]. پایگاه اطلاع‌رسانی دفتر حفظ و نشر آثار حضرت آیت‌الله‌العظمی سیدعلی خامنه‌ای https://farsi.khamenei.ir/news-content?id=26083 .

خامنه‌ای، س.ع. (۱۳۹۳). سیاست‌های کلی علم و فناوری (نظام آموزش عالی، تحقیقات و فناوری) [ابلاغ‌شده در ۲۹ شهریور ۱۳۹۳]. پایگاه اطلاع‌رسانی دفتر حفظ و نشر آثار حضرت آیت‌الله‌العظمی سیدعلی خامنه‌ای https://farsi.khamenei.ir/news-content?id=27599

خامنه‌ای، س.ع. (۱۳۹۴). سیاست‌های کلی محیط زیست [ابلاغ‌شده در ۲۶ آبان ۱۳۹۴]. پایگاه اطلاع‌رسانی دفتر حفظ و نشر آثار حضرت آیت‌الله‌العظمی سیدعلی خامنه‌ای https://farsi.khamenei.ir/news-content?id=31422 .

سند ملّی دانش‌بنیان امنیت غذایی. (۱۴۰۲). سند ملّی دانش‌بنیان امنیت غذایی [مصوب جلسه ۸۸۱ شورای عالی انقلاب فرهنگی، ۱۲ اردیبهشت ۱۴۰۲]. دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی https://sccr.ir/pub/1/2417 .

سند ملّی گیاهان دارویی و طب سنتی. (۱۳۹۲). سند ملّی گیاهان دارویی و طب سنتی [مصوب جلسه ۷۳۵ شورای عالی انقلاب فرهنگی، ۲۵ تیر ۱۳۹۲]. دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی https://sccr.ir/act/638 .

شورای عالی اداری. (۱۴۰۳). نقشه راه دولت هوشمند [مصوبه شماره ۶۷۲۶، یکصد و نود و چهارمین جلسه شورای عالی اداری، ۲۲ اسفند ۱۴۰۳] https://rc.majlis.ir/en/law/show/1852400 .

قربانی، م.، آذرنیوند، ح.، مهرابی، ع.ا.، باستانی، س.، جعفری، م.، و نایبی، ه. (۱۳۹۱). تحلیل شبکه اجتماعی: رویکردی نوین در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی مدیریت مشارکتی منابع طبیعی. مرتع و آبخیزداری، ۶۵(۴)، ۵۵۳–۵۶۸ https://doi.org/10.22059/jrwm.2012.32053 .

مجلس شورای اسلامی. (۱۴۰۳). قانون برنامه پنج‌ساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران (۱۴۰۳–۱۴۰۷) [مصوب جلسه علنی ۱ خرداد ۱۴۰۳]. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی https://rc.majlis.ir/fa/law/show/1809128 .

مظفریان، و. (۱۳۹۱). شناخت گیاهان دارویی و معطر ایران. فرهنگ معاصر.

References

Bandara, K. M. N. T. K., & Katukurunda, K. G. W. K. (2024). Exploring the blockchain's green revolution in medicinal plant supply chains (Blossoming Trust): A review. *Journal of Agriculture and Value Addition, 7*(2), 35–57. https://doi.org/10.4038/java.v7i2.137

Booker, A., Johnston, D., & Heinrich, M. (2012). Value chains of herbal medicines: Research needs and key challenges in the context of ethnopharmacology. *Journal of Ethnopharmacology, 140*(3), 624–633. https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.01.039

Chandra, P., & Kumar, J. (2021). Linking the medicinal and aromatic plants business to sustainable resource management and economic prosperity: A value chain analysis. *Area Development and Policy, 6*(4), 470–482. https://doi.org/10.1080/23792949.2020.1870409

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

Dalir, S., Choobchian, S., & Abbasi, E. (2025). Identifying the relative importance of cultivating medicinal plants in improving rural livelihoods. *Environmental Development, 54*, Article 101159. https://doi.org/10.1016/j.envdev.2025.101159

Dixon-Woods, M. (2011). Using framework-based synthesis for conducting reviews of qualitative studies. *BMC Medicine, 9*, Article 39. https://doi.org/10.1186/1741-7015-9-39

Ducuing, C., & Reich, R. H. (2023). Data governance: Digital product passports as a case study. *Competition and Regulation in Network Industries, 24*(1), 3–23. https://doi.org/10.1177/17835917231152799

European Commission. (2024). *Implementing the Data Governance Act: Guidance document*. Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology. https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/new-practical-guide-data-governance-act

Farajpour, M., Ebrahimi, M., Sadat-Hosseini, M., Al-Fekaiki, D. F., & Baghizadeh, A. (2024). Multivariate analysis of the phytochemical composition and antioxidant properties in twenty-five accessions across three Achillea species. *Scientific Reports, 14*, Article 11843. https://doi.org/10.1038/s41598-024-62834-1

Folke, C., Biggs, R., Norström, A., Reyers, B., & Rockström, J. (2016). Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society, 21*(3), Article 41. https://doi.org/10.5751/ES-08748-210341

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *The state of the world's biodiversity for food and agriculture*. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. https://doi.org/10.4060/CA3129EN

Ghafouri, S., Safaeian, R., Ghanbarian, G., & Lautenschläger, T. (2025). Medicinal plants used by local communities in southern Fars Province, Iran. *Scientific Reports, 15*, Article 5742. https://doi.org/10.1038/s41598-025-88341-5

Hassanpouraghdam, M. B., Ghorbani, H., Esmaeilpour, M., Alford, M. H., Strzemski, M., & Dresler, S. (2022). Diversity and distribution patterns of endemic medicinal and aromatic plants of Iran: Implications for conservation and habitat management. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(3), Article 1552. https://doi.org/10.3390/ijerph19031552

Heinrich, M., Scotti, F., Andrade-Cetto, A., Berger-Gonzalez, M., Echeverría, J., Friso, F., Garcia-Cardona, F., Hesketh, A., Hitziger, M., Maake, C., Politi, M., Spadafora, C., & Spadafora, R. (2020). Access and benefit sharing under the Nagoya Protocol: Quo vadis? Six Latin American case studies assessing opportunities and risk. *Frontiers in Pharmacology, 11*, Article 765. https://doi.org/10.3389/fphar.2020.00765

Heirany, A., & Kolahi, M. (2023). Ethnobotanical studies in Iran's rangelands. *Journal of Medicinal Plants Research, 17*(11), 305–323. https://doi.org/10.5897/JMPR2023.7326

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. IPBES Secretariat. https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2024). *Thematic assessment report on the interlinkages among biodiversity, water, food and health (Nexus Assessment)*. https://doi.org/10.5281/zenodo.13850054

Janssen, M., & van der Voort, H. (2020). Agile and adaptive governance in crisis response: Lessons from the COVID-19 pandemic. *International Journal of Information Management, 55*, Article 102180. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102180

Jouanjean, M.-A., Casalini, F., Wiseman, L., & Gray, E. (2020). *Issues around data governance in the digital transformation of agriculture: The farmers' perspective* (OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers No. 146). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53ecf2ab-en

Kaplinsky, R., & Morris, M. (2019). Trade and industrialisation in Africa: SMEs, manufacturing and cluster dynamics. *Journal of African Trade, 6*(1–2), 47–59. https://doi.org/10.2991/jat.k.190812.001

Mpelangwa, E. M., Makindara, J. R., Sørensen, O. J., & Bengesi, K. M. K. (2022). The value chain of traded products of medicinal plants in Tanzania: The emerging role of formulators. *African Journal of Economic and Management Studies, 13*(1), 114. https://doi.org/10.1108/AJEMS-06-2021-0287

National AYUSH Mission. (2018). *Operational guidelines for medicinal plants*. Ministry of AYUSH, Government of India. https://namayush.gov.in/sites/all/themes/webcms/images/org_str/publication_operational_guideline_english.pdf

National AYUSH Mission. (2022). *Strategic roadmap for medicinal and aromatic plants in India*. Ministry of AYUSH, Government of India. https://www.pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=1842664&lang=2&reg=48

National Medicinal Plants Board. (2021). *Annual report on medicinal plant conservation and cultivation*. Ministry of AYUSH, Government of India. https://ayush.gov.in/resources/annualReport/Annual_Report_2020-2021_English.pdf

National Medicinal Plants Board. (2026). *Functions of the Board*. Ministry of AYUSH, Government of India. https://nmpb.nic.in

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *The path to becoming a data-driven public sector*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/059814a7-en

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2022). *Going digital guide to data governance policy making*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/40d53904-en

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *OECD digital education outlook 2023: Towards an effective digital education ecosystem*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/c74f03de-en

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2024). *Securing medical supply chains in a post-pandemic world*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/119c59d9-en

Organisation for Economic Co-operation and Development, & Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). *OECD-FAO guidance for responsible agricultural supply chains*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264251052-en

Ostrom, E. (2015). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action* (Canto Classics ed.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781316423936

Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice* (4th ed.). SAGE Publications.

Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press.

Rankoana, S. A. (2024). A review on the use of indigenous knowledge for medicinal plants conservation. *Natural Resources and Sustainable Development, 14*(1), 141–152. https://doi.org/10.31924/nrsd.v14i1.156

Saunders, B., Sim, J., Kingstone, T., Baker, S., Waterfield, J., Bartlam, B., Burroughs, H., & Jinks, C. (2018). Saturation in qualitative research: Exploring its conceptualization and operationalization. *Quality & Quantity, 52*(4), 1893–1907. https://doi.org/10.1007/s11135-017-0574-8

Scott, J. (1990). *A matter of record: Documentary sources in social research*. Polity Press.

Shariatzadeh, M., Bijani, M., & Bahadori, F. (2025). Sustainable development of Iran's medicinal plant exports to the global value chain: A strategic analysis. *Frontiers in Sustainable Food Systems, 9*, Article 1500168. https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1500168

Singh, R., Sharma, A., & Dunkwal, V. (2025). A review on marketing and supply chain of medicinal plants using PRISMA. *International Journal of Minor Fruits, Medicinal and Aromatic Plants, 11*(1), 78–86. https://doi.org/10.53552/ijmfmap.11.1.2025.78-86

United Nations Conference on Trade and Development. (2021). *BioTrade principles and criteria for terrestrial, marine and other aquatic biodiversity-based products and services*. United Nations. https://unctad.org/system/files/official-document/ditcted2020d2_en.pdf

Vasisht, K., Sharma, N., & Karan, M. (2016). Current perspective in the international trade of medicinal plants material: An update. *Current Pharmaceutical Design, 22*(27), 4288–4336. https://doi.org/10.2174/1381612822666160607070736

Volenzo, T., & Odiyo, J. (2020). Integrating endemic medicinal plants into the global value chains: The ecological degradation challenges and opportunities. *Heliyon, 6*(9), Article e04970. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04970

World Health Organization. (2019). *WHO global report on traditional and complementary medicine*. https://www.who.int/publications/i/item/978924151536

World Health Organization. (2025). *Global traditional medicine strategy 2025–2034*. https://www.who.int/publications/i/item/9789240113176

Yik, M. H. Y., Taam Wong, V. C. W., Wong, T. H., & Shaw, P. C. (2021). HerBChain, a blockchain-based informative platform for quality assurance and quality control of herbal products. *Journal of Traditional and Complementary Medicine, 11*(6), 598–600. https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2021.07.005

Zamani, S., Fathi, M., Ebadi, M.-T., & Máthé, Á. (2025). Global trade of medicinal and aromatic plants: A review. *Journal of Agriculture and Food Research*, Article 101910. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101910

Zhang, A., & Seuring, S. (2024). Digital product passport for sustainable and circular supply chain management: A structured review of use cases. *International Journal of Logistics Research and Applications, 27*(12), 2513–2540. https://doi.org/10.1080/13675567.2024.2374256

Zhang, Y., & Wang, Y. (2023). Recent trends of machine learning applied to multi-source data of medicinal plants. *Journal of Pharmaceutical Analysis, 13*(12), 1388–1407. https://doi.org/10.1016/j.jpha.2023.07.012

Zhong, L., Wu, X., Ding, R., Wang, C., Li, L., Zhang, J., Zhang, J., Gu, R., & Zhong, S. (2025). Perspectives on the application of remote sensing technology in the cultivation of medicinal plants. *International Journal of Remote Sensing, 46*(5), 2055–2088. https://doi.org/10.1080/01431161.2024.2443620