

Document Type

Applied Article

پژوهش کاربردی

نوع مقاله

A Framework for Improving Water and Food Security Governance: Developing a Systemic Tool at the National Level

M. Hosseini

1-M.Sc. Student, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Email: mohammad.hosseini@mail.um.ac.ir

Received 19-08-2025
Revised 03-11-2025
Accepted 04-11-2025
Available online 16-03-2026

چارچوبی برای بهبود حکمرانی آب و امنیت غذایی: توسعه یک ابزار سیستمی در سطح ملی

محمد حسینی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

رایانامه: Mohammad.hosseini@mail.um.ac.ir

تاریخ دریافت ۱۴۰۴/۰۵/۲۸
تاریخ بازنگری ۱۴۰۴/۰۸/۱۲
تاریخ پذیرش ۱۴۰۴/۰۸/۱۳
تاریخ انتشار ۱۴۰۴/۱۲/۲۵

Abstract

Food security is a fundamental pillar of sustainable development, and its realization requires effective and accountable governance throughout the entire food supply chain. A review of previous national studies indicates that food security governance in the country has predominantly focused on improving productivity, while facing challenges such as weak conceptual definitions of food security, constraints on transparency and stakeholder engagement, and the absence of integrated policy mechanisms. Adopting a systems approach and employing system dynamics, this study proposes a conceptual framework as an innovative tool for analyzing and improving water and food governance. The framework enables the assessment of key institutions, their interrelationships, and the effectiveness of existing policies based on data and empirical evidence, thereby helping to identify institutional bottlenecks and develop corrective scenarios. The tool highlights the interdependence of food production on scarce water resources and underscores the need to link water and food governance. The results of implementing the current status scenario indicate that food availability exceeds 80%, while the access index varies between 60% and 90%. However, water extraction at a rate of 50% above sustainable levels highlights the unsustainability of production. Furthermore, with a daily food consumption of 4 kilograms, the nutritional health index fluctuates between 43% and 63%, indicating an unfavorable nutritional status. Overall, the focus of current policies on increasing production, without regard for nutritional health and resource sustainability, has placed the country's food security in a precarious position and led to the degradation of production resources. Therefore, the implementation of innovative approaches to enhance food security sustainability is essential.

Keywords: Sustainable Food Systems, Natural Resource Policy Making, Strategic Policy Instruments, Participatory Governance, Conceptual Framework.

چکیده

امنیت غذایی از ارکان بنیادین توسعه پایدار محسوب می‌شود و تحقق آن مستلزم حکمرانی مؤثر و پاسخ‌گو در سراسر زنجیره تأمین غذا است. بررسی مطالعات پیشین داخلی نشان می‌دهد که حکمرانی امنیت غذایی در کشور متمرکز بر بهبود بهره‌وری بوده و با چالش‌هایی مانند ضعف در تعریف مفهومی امنیت غذایی، محدودیت در شفافیت و مشارکت ذی‌نفعان و فقدان سازوکارهای سیاست‌گذاری یکپارچه مواجه است. پژوهش حاضر با رویکرد سیستمی و بهره‌گیری از پویایی سیستم‌ها، چارچوبی مفهومی را به عنوان ابزاری نوین برای تحلیل و بهبود حکمرانی آب و غذا ارائه می‌دهد. این چارچوب بر پایه داده‌ها و شواهد، امکان ارزیابی نهادهای کلیدی، روابط میان آن‌ها و میزان اثربخشی سیاست‌ها را فراهم می‌سازد و به شناسایی گلوگاه‌های نهادی و تدوین سناریوهای اصلاحی کمک می‌کند. اهمیت ابزار ارائه شده در برجسته‌سازی وابستگی تولید غذا به منابع محدود آب، ضرورت پیوند میان حکمرانی غذا و آب، است. نتایج اجرای سناریوی وضعیت حال حاضر نشان می‌دهد فراهمی غذا بیش از ۸۰ درصد و شاخص دسترسی بین ۶۰ تا ۹۰ درصد متغیر است، درحالی‌که برداشت ۵۰ درصد بیش از حد پایدار از منابع آبی، ناپایداری تولید را نمایان می‌کند. همچنین با مصرف روزانه ۴ کیلوگرم غذا، شاخص سلامت تغذیه بین ۴۳ تا ۶۳ درصد در نوسان بوده که بیانگر وضعیت نامطلوب تغذیه است. در مجموع، تمرکز سیاست‌های فعلی بر افزایش تولید، بدون توجه به سلامت تغذیه و پایداری منابع، امنیت غذایی کشور را در وضعیتی شکننده قرار داده و باعث تخریب منابع تولید شده است، لذا به‌کارگیری رویکردهای نوآورانه برای ارتقای پایداری امنیت غذایی ضروری است.

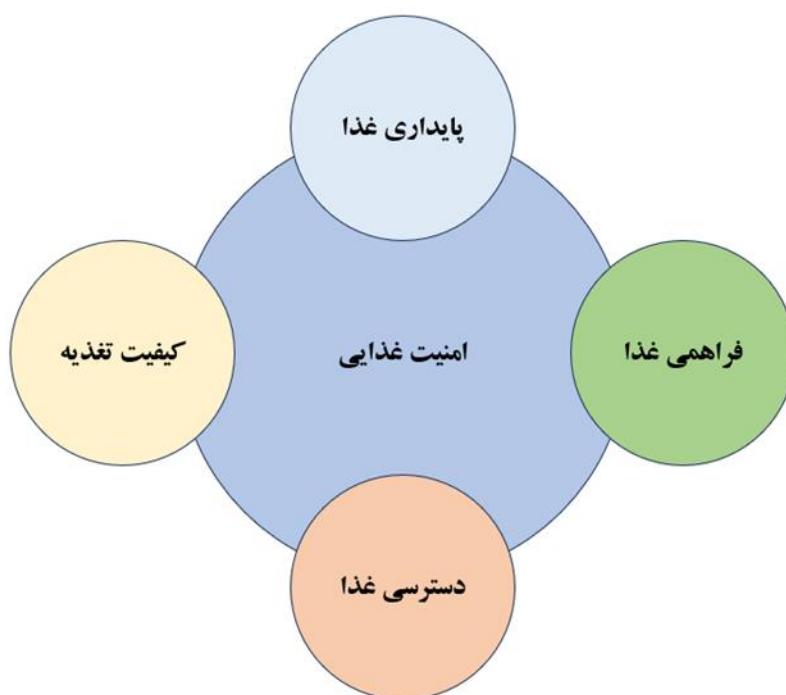
واژه‌های کلیدی: سامانه‌های غذایی پایدار، سیاست‌گذاری منابع طبیعی، ابزارهای راهبردی سیاستی، حکمرانی مشارکتی، چارچوب مفهومی.

How to cite this article:

Hosseini, M. (2026). A Framework for Improving Water and Food Security Governance: Developing a Systemic Tool at the National Level. Journal of Water and Sustainable Development, 12(4), 123-140. <https://doi.org/10.22067/jwsd.v12i4.2508-1452>

و کشاورزی ملل متحد (فائو) امنیت غذایی را وضعیتی تعریف می‌کند که در آن، تمامی افراد در هر زمان، از لحاظ فیزیکی، اقتصادی و اجتماعی، به غذای کافی، ایمن و مغذی برای زندگی فعال و سالم دسترسی پایدار داشته باشند ([sumsion](#) و همکاران، ۲۰۲۳). این تعریف بر چهار بعد اصلی موجودیت غذا، دسترسی به غذا، کیفیت تغذیه‌ای و پایداری سیستم غذایی استوار است که در شکل (۱) ارائه شده است ([upton](#) و همکاران، ۲۰۱۶).

امنیت غذایی یکی از مهمترین دغدغه‌های جوامع در قرن بیست و یکم به شمار می‌رود و در سال‌های اخیر به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، به مسئله‌ای راهبردی در حوزه حکمرانی تبدیل شده است. این مفهوم، هم‌زمان با تحولات اقلیمی، فشار بر منابع طبیعی و رشد سریع جمعیت، به ابعادی پیچیده و چندوجهی دست‌یافته است. سازمان خواربار



شکل ۱- چهار رکن اساسی در زمینه امنیت غذایی

اضافه برداشت از منابع آبی و خاکی صورت می‌گیرد که پایداری محیط‌زیستی را به شدت تهدید می‌کند. براساس گزارش وزارت نیرو، از ۸۶ میلیارد مترمکعب آب مصرفی در بخش کشاورزی، ۲۸ درصد بیش از ظرفیت قابل برنامه‌ریزی است و این امر موجب تشدید بحران‌های محیط‌زیستی و کاهش تاب‌آوری منابع می‌شود ([سلطانی و همکاران، ۱۴۰۰](#)). از سوی دیگر، در حوزه تقاضا نیز مشکلات متعددی وجود دارد. الگوهای مصرف ناسالم، نرخ بالای ضایعات مواد غذایی و ناکارآمدی در مدیریت تقاضا، موجب شده است با وجود تولید نسبتاً بالا، کشور با تهدید ناامنی غذایی مواجه باشد ([Prasad و Schultz، ۲۰۱۰](#)). بررسی‌ها نشان می‌دهد اصلاح رژیم غذایی و کاهش ضایعات می‌تواند نقش به‌سزایی در بهبود تعادل عرضه و تقاضا ایفا کند. همچنین، تجارت ناهمگن مواد غذایی و عدم هم‌راستایی جریان آب مجازی با سیاست‌های ملی، پایداری سیستم غذایی را با تهدید مواجه کرده است ([Maroufpoor و همکاران، ۲۰۲۱](#)).

این چهار بعد، در کنار یکدیگر، چارچوبی جامع برای ارزیابی وضعیت امنیت غذایی ارائه می‌دهند و نشان می‌دهند که تحقق امنیت غذایی، تنها به معنای افزایش تولید نیست، بلکه نیازمند توزیع عادلانه، حفظ کیفیت غذا، توجه به الگوهای مصرف و پایداری بلندمدت منابع طبیعی است. درواقع، امنیت غذایی مفهومی میان‌رشته‌ای است که به‌طور مستقیم با حکمرانی منابع آب و خاک، سیاست‌های کشاورزی، وضعیت اقتصادی خانوارها، سلامت عمومی و حتی فرهنگ غذایی جوامع در ارتباط است.

در ایران، مسئله امنیت غذایی در دهه‌های اخیر به‌واسطه عوامل مختلفی از جمله فشار بر منابع آب و خاک، بهره‌برداری ناپایدار از اراضی، تغییرات اقلیمی، ضعف سیاست‌گذاری یکپارچه، و کاهش انگیزه نیروی انسانی در بخش کشاورزی با چالش‌های جدی مواجه شده است. اگرچه حدود ۸۰ درصد از نیاز غذایی کشور در داخل تولید می‌شود ([سلطانی و همکاران، ۱۴۰۰](#)) اما بررسی‌ها نشان می‌دهد این تولید بیشتر با اتکا به

حکمرانی پایدار غذا و بازتعریف مسئولیت‌های منطقه‌ای برای دستیابی به امنیت غذایی ملی محسوب می‌شود.

پیشینه پژوهش

امنیت غذایی به‌عنوان یکی از بنیادی‌ترین ارکان توسعه پایدار، همواره در کانون توجه سیاست‌گذاران، پژوهشگران و نهادهای بین‌المللی قرار داشته است. باتوجه‌به پیوستگی و درهم‌تنیدگی مفهوم امنیت آبی و امنیت غذایی و همچنین ارتباط مستقیم توزیع و پراکندگی جمعیت و امنیت غذایی، مطالعات متعددی به بررسی راهبردهای مؤثر برای حفظ و ارتقاء امنیت غذایی پرداخته‌اند. در این بخش، پیشینه پژوهش‌های انجام شده در سه محور اصلی بررسی می‌شود: (۱) منابع آب، (۲) منابع خاک و (۳) جمعیت روستایی. این مطالعات شامل دو دسته کلان پژوهش‌های بین‌المللی و داخلی هستند که در ادامه به‌صورت یکپارچه و تحلیلی مرور می‌شود.

پژوهش‌های متمرکز بر محور منابع آب

مطالعات بین‌المللی نشان می‌دهند ارتباط میان امنیت غذایی و بهره‌برداری کارآمد از منابع آب روزبه‌روز پررنگ‌تر می‌شود. در ادبیات علمی این حوزه، تأکید اصلی بر چارچوب همبست آب-انرژی-غذا^۲ است؛ چارچوبی که با اذعان به وابستگی‌های متقابل میان سه بخش کلیدی توسعه، راهکارهایی برای مدیریت تلفیقی و پایدار منابع ارائه می‌دهد (Rasul و Sharma, ۲۰۱۵؛ Mitra و همکاران، ۲۰۲۰).

در چارچوب بیان شده، پژوهش‌هایی مانند Chen و همکاران (۲۰۱۱) و Cheng و همکاران (۲۰۱۵) نشان داده‌اند افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی نه تنها به حفظ منابع آب کمک می‌کند، بلکه موجب تقویت امنیت غذایی، به‌ویژه در مناطق خشک و کم‌آب می‌شود. همچنین، پژوهش‌های Seidou و همکاران (۲۰۲۰) نشان می‌دهد فناوری‌هایی مانند جمع‌آوری آب باران، آبیاری قطره‌ای و سامانه‌های حسگر پیشرفته می‌توانند نقش مهمی در هم‌افزایی منابع ایفا کنند. از منظر اجتماعی نیز، Shams (۲۰۲۱) بر نقش مشارکت جوامع محلی در مدیریت منابع آب تأکید داشته‌اند. آنان به‌ویژه نقش جوانان به‌عنوان نیروی کار فعال و بانگیزه را در حفظ منابع به‌عنوان عاملی کلیدی در افزایش تاب‌آوری غذایی و آبی معرفی می‌کنند.

در ایران نیز، مطالعاتی مانند احسان (۱۴۰۰) و صفوی و همکاران (۱۳۹۹) با بهره‌گیری از مدل‌هایی مانند ویپ^۳، به تحلیل الگوهای مصرف آب در کشاورزی پرداخته و پیشنهادهایی برای بهبود بهره‌وری از طریق به‌کارگیری فناوری‌های نوین در آبیاری، ارائه داده‌اند. همچنین استفاده از گونه‌های شورپسند و مقاوم به شوری، به‌منظور تولید غذا در مناطق خشک، یکی از نوآوری‌های مبتنی بر دانش بومی است که Fazeli-Nasab (۲۰۱۵) به آن پرداخته است. باوجود

علاوه‌براین چالش‌های اجتماعی و جمعیتی مانند مهاجرت نیروی کار کشاورزی از روستاها به شهرهای بزرگ، به‌ویژه در استان‌های مستعد تولید غذا، موجب کاهش بهره‌وری و تضعیف بنیان‌های انسانی تولید غذا در کشور شده است. بنا بر یافته‌های Carlile و همکاران (۲۰۲۱) استان‌های مهاجرفرستی مانند خوزستان، ایلام و کرمانشاه که سهم قابل‌توجهی در تولیدات کشاورزی کشور دارند، به دلیل کمبود فرصت‌های اقتصادی و کاهش سودآوری فعالیت‌های کشاورزی، با پدیده‌ی فرسایش نیروی انسانی مواجه شده‌اند. در مقابل، استان‌های مهاجرپذیر مانند تهران، اصفهان و البرز با فشار مضاعف بر زیرساخت‌ها روبه‌رو هستند که خود زمینه‌ساز افزایش نرخ بیکاری و نابسامانی‌های اجتماعی شده است (Carlile و همکاران، ۲۰۲۱).

در چنین شرایطی، سیاست‌گذاری و حکمرانی در حوزه امنیت غذایی نیازمند ابزاری جامع، هوشمند و تعاملی است که بتواند با تحلیل داده‌های واقعی، طراحی و ارزیابی سناریوهای مختلف و پیش‌بینی پیامدهای سیاست‌ها، به تصمیم‌گیرندگان در اتخاذ راهبردهای کارآمد کمک کند. استفاده از مدل‌های پویای سیستمی، تلفیق داده‌های مکانی، و بهره‌گیری از مؤلفه‌های بازی‌وارسازی، می‌تواند منجر به ارتقای کیفیت سیاست‌گذاری، مشارکت بیشتر ذی‌نفعان، و بهبود پایداری منابع غذایی شود (Breeman و همکاران، ۲۰۱۵؛ Kuchenbecker و همکاران، ۲۰۱۷).

پژوهش حاضر در راستای بهبود حکمرانی منابع آب و امنیت غذایی، با هدف طراحی یک ابزار تحلیلی برای بهبود حکمرانی امنیت غذایی در سطح ملی انجام شده است. هدف اصلی این پژوهش، توسعه یک رویکرد سیستمی و پویا برای متعادل‌سازی پایدار میان تولید غذا، تجارت آب مجازی و میزان مصرف غذا در کشور با کمترین هزینه اقتصادی است. این ابزار با استفاده از داده‌های بومی، امکان بررسی پیامدهای سناریوهای مختلف را فراهم می‌سازد و زمینه‌ساز ارتقاء شفافیت و اثربخشی سیاست‌ها خواهد بود.

پژوهش حاضر با تکیه بر شواهد علمی و تحلیل سیستمی، ابزاری کارآمد با رویکردی نوآورانه برای تقویت حکمرانی منابع تولید غذا و ارتقاء امنیت غذایی در کشور طراحی کرده و گامی عملی در جهت تحقق توسعه کشاورزی پایدار بردارد. هدف از ارائه این مقاله و مدل طراحی‌شده در آن، تبیین مفهومی نو از امنیت غذایی در پهنه سرزمینی ایران است؛ مفهومی که فراتر از تولید و توزیع غذا، بر مسئولیت‌پذیری منطقه‌ای و عدالت در تقسیم بار امنیت غذایی تأکید دارد. در چارچوب این مدل، هر شهرستان باتوجه‌به منابع پایه و ظرفیت‌های تولیدی خود موظف به ایفای نقش مؤثر در تأمین غذا است. اما شهرستان‌هایی که درآمد خود را از مسیرهای دیگری چون صنعت، خدمات یا تجارت به‌دست می‌آورند، در راستای ایجاد تعادل و رعایت عدالت لازم است تا، سهمی در تأمین هزینه‌های غذا در مناطق تولیدکننده بر عهده بگیرند. این نگاه سیستمی و بازخوردمحور، گامی اساسی در جهت استقرار

تلاش‌های بیان شده، همچنان چالش‌هایی ازجمله فقدان سیستم‌های یکپارچه اطلاعاتی برای رصد مصرف منابع، نبود سازوکارهای تشویقی برای پذیرش فناوری‌های کم‌مصرف و ضعف در هم‌افزایی سیاست‌های بخشی در کشور دیده می‌شود.

پژوهش‌های متمرکز بر محور منابع خاک

مطالعات جهانی به‌وضوح نشان می‌دهند کیفیت و سلامت خاک از پیش‌شرط‌های اساسی برای پایداری تولید غذا و مقابله با بحران‌های اقلیمی هستند. پژوهشگرانی چون [Mugandani و همکاران \(2021\)](#) و [Dagunga \(2021\)](#) با معرفی کشاورزی حفاظتی به‌عنوان یک راهبرد کلیدی، بیان داشته‌اند که استفاده از روش‌هایی مانند کشت پوششی، تناوب زراعی و خاک‌ورزی حداقلی می‌تواند ضمن افزایش عملکرد محصولات، از تخریب ساختاری خاک جلوگیری کند.

همچنین، مطالعاتی مانند [Ball و همکاران \(2017\)](#) و [Oldfield و همکاران \(2018\)](#) نشان داده‌اند که تمرکز بر افزایش مواد آلی خاک و به‌کارگیری هم‌زمان کودهای آلی و شیمیایی (مدیریت تلفیقی مواد مغذی) نه‌تنها بازدهی محصولات را افزایش می‌دهد بلکه منجر به بازسازی اکوسیستم خاک می‌شود.

در سطح ملی، راهکارهایی مشابه در قالب استفاده از کودهای زیستی ([Ammal و همکاران، ۲۰۲۱](#)) بهره‌برداری از گیاهان مقاوم به شوری، و استفاده از مالچ‌های معدنی برای کاهش تبخیر از سطح خاک در مناطق بیابانی بررسی شدند ([طاهرآبادی و همکاران، ۱۳۹۶](#)). ازجمله اقدامات دیگر، استفاده از مدل‌سازی‌های اقلیمی برای پیش‌بینی تغییرات رطوبت خاک و تدوین راهکارهای سازگاری است که [احسان \(۱۴۰۰\)](#) در آن نقش داشته است.

بااین‌حال چالش‌هایی مانند نبود نهادهای مؤثر در مدیریت خاک، فقدان سیاست‌های تشویقی برای توسعه کشاورزی حفاظتی، و کمبود پایگاه داده‌های جامع و دقیق درباره کیفیت خاک در سطح ملی همچنان پابرجا است. همچنین، اغلب فعالیت‌ها در قالب پروژه‌های موضعی باقی‌مانده و به مقیاس ملی تعمیم نیافته‌اند.

۲-۳- پژوهش‌های متمرکز بر محور توزیع جمعیت

تحلیل روندهای جهانی در دهه اخیر بیانگر آن است که تحقق امنیت غذایی بدون توجه به پایداری اجتماعی و حفظ جمعیت مولد در مناطق روستایی امکان‌پذیر نیست. مطالعاتی همچون [Ristić و همکاران \(۲۰۲۰\)](#) و [Wu و همکاران \(۲۰۱۹\)](#) تأکید دارند که کشاورزی چندمنظوره، توسعه زیرساخت‌های روستایی مانند راه، بازار و سیستم‌های آبیاری، و همچنین تنوع‌بخشی به معیشت روستایی از طریق اکو توریسم یا صنایع تبدیلی، ابزارهای مؤثری برای نگهداشت جمعیت در روستاها هستند.

پژوهش‌های [Indardi و Nugroho \(۲۰۲۱\)](#) و [Iqbal \(۲۰۲۳\)](#) بر لزوم آموزش کشاورزان، تشکیل گروه‌های تعاونی و انتقال دانش کشاورزی از نسل‌های مسن به جوان با رویکرد کارآفرینانه تأکید می‌ورزند. همچنین، [Huang و Huang \(۲۰۲۳\)](#) بر اهمیت حکمرانی مشارکتی و نقش آن در تقویت اعتماد و حس تعلق در بین کشاورزان تأکید کرده‌اند.

در ایران نیز، [ترابی \(۱۴۰۰\)](#)، [تیشه‌یار \(۱۴۰۰\)](#) و [خیراللهی \(۱۳۹۸\)](#) با تمرکز بر پیوند دانش بومی و فناوری‌های نوین، توسعه زیرساخت‌های اقتصادی روستاها، به بررسی رابطه پایداری جمعیت روستایی و امنیت غذایی پرداخته‌اند. بهینه‌سازی شبکه توزیع، کاهش ضایعات غذایی و افزایش جذابیت حرفه کشاورزی برای جوانان از دیگر موضوعات مطرح شده در این زمینه است. همچنان مشکلاتی مانند نبود سیاست‌گذاری‌های تلفیقی، کمبود نهادهای میان‌بخشی برای تنظیم توزیع جمعیت و بی‌توجهی به نقش فرآوری و بازاریابی در زنجیره ارزش کشاورزی وجود دارد.

در جمع‌بندی، می‌توان گفت امنیت غذایی تنها یک مسئله فنی یا کشاورزی نیست، بلکه در تقاطع منابع طبیعی، ساختارهای اجتماعی، نظام‌های حکمرانی و ظرفیت‌های نهادی معنا می‌یابد. در این زمینه، رویکردهای نوین بین‌رشته‌ای که به‌طور هم‌زمان فناوری، مدیریت پایدار و مشارکت جوامع محلی را در برمی‌گیرند، می‌توانند راهکارهای مؤثری برای ارتقای امنیت غذایی ارائه دهند.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی است. در مطالعه حاضر به ارائه چارچوب مدیریتی در قالب ابزاری با رویکرد سیاستی کلان برای بهبود امنیت غذایی در سطح ملی پرداخته شده است. باتوجه به گستردگی موضوع مورد بحث و دسترسی بهتر به داده‌های کشوری، مطالعه حاضر در سطح ملی انجام گرفت. این پژوهش از طریق مطالعه منابع متعدد (کتاب معتبر، مقالات به‌روز در زمینه امنیت غذایی و ...) در زمینه بهبود پایدار امنیت غذایی گردآوری شده است. به‌منظور تحلیل عملکرد چارچوب مدیریتی ارائه شده از آمارهای رسمی منتشر شده در رسانه‌های معتبر توسط وزارت نیرو و وزارت جهاد کشاورزی استفاده شده است. همچنین عملکرد چارچوب ارائه شده تحت سناریو وضعیت حال حاضر امنیت غذایی در کشور، مورد بحث و بررسی قرار گرفت. باتوجه به گستردگی موضوع بهبود امنیت غذایی و اهمیت تبادلات زیرمجموعه‌ها و بخش‌ها در سیستم، منطقه مورد مطالعه کل کشور انتخاب شد.

ایران کشوری در خاورمیانه است که در مختصات جغرافیایی ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی ۴۴ تا ۶۳ درجه طول شرقی جای دارد و از شمال به آذربایجان، ارمنستان، ترکمنستان و دریای خزر (دریای کاسپین)، از شرق به پاکستان و افغانستان، از جنوب به خلیج فارس و دریای عما و از غرب به ترکیه و عراق می‌رسد. کل گستره ایران، ۱/۶۴۸/۱۹۵

کیلومترمربع است که ۱۱۶/۶۰۰ کیلومترمربع آن را آب‌های این کشور تشکیل می‌دهند. نزدیک به یک‌سوم از مرز ۸/۳۳۴ کیلومتری آن نیز آبی است. این کشور خاورمیانه‌ای، موقعیت استراتژیکی در منطقه خلیج فارس دارد (خاتمی و همکاران، ۱۴۰۰).

میانگین بلندمدت بارش در ایران از سال ۱۹۰۱ تا ۲۰۲۴ برابر با ۲۲۷/۸۰ میلی‌متر در سال بوده است که بیشترین مقدار آن برای سال ۱۹۵۷ معادل ۳۴۳/۳۶ میلی‌متر و کمترین مقدار آن برای سال ۲۰۲۱ با ۱۲۸/۵ میلی‌متر بوده است (افروغ و همکاران، ۱۴۰۴). همچنین میانگین سالانه تبخیر پتانسیل بیش از ۲۰۰۰ میلی‌متر و تسلط اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک بر ۸۵٪ مساحت آن، در یکی از کم‌آب‌ترین منطقه‌های دنیا قرار گرفته است (خاتمی و همکاران، ۱۴۰۰). اما میزان آب برداشت شده برای مصرف کشاورزی با احتساب اضافه برداشت‌ها، ۸۶ میلیارد مترمکعب در سال است که باران‌دما میانگین ۳۸ درصد در کل کشور مصرف می‌شود. توزیع منابع آب بین مصارف کشاورزی به شرح زیر است: درختان میوه ۳۲ درصد، گیاهان با مصرف علوفه (شامل جو و ذرت) ۲۴ درصد، گندم ۱۱ درصد، سبزی-صیفی ۷ درصد، دانه‌های روغنی ۳ درصد، سیب‌زمینی ۲ درصد، حبوبات ۱ درصد و سایر مصارف کشاورزی (دام، آبزیان، گیاهان تزئینی) ۵ درصد. اما وزارت نیرو آب قابل‌برنامه‌ریزی برای کشاورزی در کشور را ۶۴ میلیارد مترمکعب در سال تعیین کرده است. این امر حاکی از آن است که ۲۸ درصد اختصاص فعلی به کشاورزی کشور اضافه برداشت بوده و موجب تخریب و آسیب جدی به محیط‌زیست می‌شود. سلطانی و همکاران (۱۴۰۰) حجم آب قابل بهره‌برداری پایدار برای کشاورزی سالانه بین ۳۹ تا ۴۱ میلیارد مترمکعب است. بنابراین می‌توان گفت اضافه برداشت نیمی از اختصاص فعلی را تشکیل می‌دهد (نه‌بندانی و همکاران، ۱۴۰۰).

کل سطح زیر کشت کشور ۱۴/۳ میلیون هکتار است، که ۵/۹ میلیون هکتار آن کشت دیم و ۸/۴۱ میلیون هکتار آن کشت آبی است. لازم به ذکر است ۹۰ درصد تولیدات گیاهی در کشور در کشت آبی صورت می‌گیرد. براساس برآورد سلطانی و همکاران (۱۴۰۰) خلأ عملکرد نسبی ۶۰ درصد به‌دست آمده است، این امر به آن معنا است که عملکردهای فعلی تنها ۴۰ درصد عملکرد پتانسیل است. از آنجاکه بخش قابل توجهی از اراضی فعلی در دسته نامناسب یا خیلی ضعیف برای کشاورزی قرار دارند لذا افزایش سطح زیر کشت برای افزایش تولید غیرممکن به نظر می‌رسد. البته لازم به ذکر است که گاه‌آپاک‌تراشی‌هایی در اراضی جنگلی صورت می‌گیرد تا اراضی قابل‌کشت استحصال شود که این امر ضربه شدید و جبران‌ناپذیری بر پیکره طبیعت منطقه هست و هیچ وجه قابل‌قبول نیست (نه‌بندانی و همکاران، ۱۴۰۰).

جغرافیای ایران نقش مهمی در شکل‌دهی به شیوه‌های کشاورزی آن، به‌ویژه در مورد منابع آبی دارد. این کشور بیشتر خشک و نیمه‌خشک است و بخش قابل‌توجهی از فعالیت‌های

کشاورزی آن به دلیل دسترسی محدود به آب‌های سطحی به آبیاری وابسته است. تقریباً ۹۲ درصد از مصرف آب کشاورزی ایران از منابع آب آبی به‌دست می‌آید که وابستگی حیاتی به آب‌های زیرزمینی و سطحی برای بهره‌وری کشاورزی را برجسته می‌کند (Karandish و Hoekstra، ۲۰۱۷). این اتکا با توزیع نابرابر منابع آب در سراسر کشور تشدید می‌شود که منجر به نابرابری‌های منطقه‌ای قابل‌توجهی در تولیدات کشاورزی می‌شود (Pirafzali Zefrehei و همکاران، ۲۰۲۲).

بخش کشاورزی در ایران به دلیل عوامل انسانی ازجمله کاهش آب‌های زیرزمینی و تغییرات اقلیمی با چالش‌های شدیدی مواجه است. مطالعات نشان می‌دهد؛ منابع آب زیرزمینی با نرخ‌های هشداردهنده‌ای در حال کاهش است، که در درجه اول به دلیل فعالیت‌های کشاورزی ناپایدار و افزایش تقاضای آب از سوی جمعیت روبه‌رشد است (Asaadi و همکاران، ۲۰۱۹؛ Noori و همکاران، ۲۰۲۱). برداشت بیش‌ازحد از آب‌های زیرزمینی منجر به پدیده‌ای به نام «ورشکستگی آب‌های زیرزمینی» شده است که در آن شکاف بین تأمین و استفاده از آب‌های زیرزمینی ناپایدار می‌شود و منجر به تخریب محیط‌زیست مانند فرونشست زمین و کاهش کیفیت آب می‌شود. این وضعیت خطرات قابل‌توجهی را برای امنیت غذایی به همراه دارد.

اما از لحاظ تولید غذای موردنیاز جمعیت، ایران با تولید بیش از ۸۰ درصد غذای مورد نیاز در داخل کشور (خودکفایی) وضعیت مناسبی دارد اما باید به این نکته توجه کرد که بیش از نیمی از آب برداشت شده توسط بخش کشاورزی، اضافه برداشت بوده که از عوامل اصلی ناپایداری محیط‌زیست است، بنابراین به لحاظ پایداری که یکی از چهار جزء اصلی امنیت غذایی است، کشور ایران در وضع نامناسبی قرار دارد (نه‌بندانی و همکاران، ۱۴۰۰). ایران با محدودیت‌هایی در منابع آبی و زمینی مواجه است که نیازمند به‌کارگیری سیاست‌گذاری و طراحی برنامه راهبردی پایدار برای افزایش تولید محصول و تضمین امنیت غذایی است (Mesgaran و همکاران، ۲۰۱۷).

لذا می‌توان اشاره داشت که علاوه بر چالش‌های محیط‌زیستی و نهادی مطرح‌شده، نحوه حکمرانی امنیت غذایی در ایران درحال حاضر بیشتر بر دو رکن «فراهمی» و «دسترسی» متمرکز است، درحالی‌که ارکان بنیادین دیگر امنیت غذایی مانند پایداری منابع تولید و سلامت تغذیه تا حد زیادی نادیده گرفته شده‌اند. این رویکرد بخشی‌نگر، موجب شده است که سیاست‌گذاری‌ها بیشتر معطوف به افزایش تولید و توزیع غذا باشند و ارتباط نظام‌مند میان سیاست‌های کشاورزی، منابع آب و سلامت تغذیه‌ای جامعه کمتر مورد توجه قرار گیرد. در چنین شرایطی، نیاز به چارچوبی جامع و تحلیلی که بتواند ابعاد مختلف امنیت غذایی را به‌صورت تعاملی و بازخوردمحور ارزیابی کند، به‌شدت احساس می‌شود.

پژوهش حاضر با رویکردی مبتنی بر نگرش سیستمی و پویایی سیستم‌ها، چارچوبی مفهومی براساس با تعریف دقیق سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد برای امنیت غذایی طراحی

کرده است. این چارچوب با ادغام چهار رکن اصلی امنیت غذایی (فراهمی، دسترسی، پایداری و سلامت تغذیه) و تحلیل روابط متقابل میان آن‌ها، تصویری واقع‌گرایانه‌تر از وضعیت امنیت غذایی در ایران ارائه می‌دهد. ویژگی برجسته این چارچوب در آن است که با استفاده از داده‌های رسمی و سناریوسازی‌های پویا، امکان ارزیابی سیاست‌ها پیش از اجرا را فراهم کرده و در نتیجه، احتمال خطای سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری‌های ناپایدار را به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهد. از سوی دیگر، تأثیر تغییرات اقلیمی بر کشاورزی ایران را نیز نمی‌توان نادیده گرفت. مطالعات نشان داده‌اند که نوسانات بارندگی و دما، به‌ویژه در مناطق با منابع آبی محدود، اثر مستقیم و قابل توجهی بر عملکرد محصولات کشاورزی دارند (Jafari و همکاران، ۲۰۲۲؛ Jafari و همکاران، ۲۰۲۱). انعطاف‌پذیری بخش کشاورزی در برابر تغییرات اقلیمی و مدیریت مؤثر منابع محدود آب، شرط اساسی تداوم تولید و امنیت غذایی پایدار است (Shojaei-Miandoragh و همکاران، ۲۰۱۹). در این راستا، پژوهش حاضر با هدف ارائه چارچوبی سیاست‌محور و تحلیلی، از روش پویایی سیستم‌ها بهره گرفته است تا بتواند رفتارهای پویا، تکرارشونده و بازخوردی سیستم پیچیده امنیت غذایی را مدل‌سازی کند. فرایند مدل‌سازی در این پژوهش در محیط نرم‌افزار ونسیم انجام گرفته و شامل سه گام اصلی بوده است: نخست، شناسایی متغیرهای کلیدی و روابط علی میان آن‌ها بر اساس داده‌ها و منابع علمی معتبر؛ دوم، طراحی مدل مفهومی با تأکید بر حلقه‌های بازخورد و نقاط حساس سیستم؛ و سوم، اجرای سناریوی پایه در دیاگرام حالت جریان که بازنمایی‌کننده وضعیت فعلی امنیت غذایی در ایران است. نتایج این تحلیل نشان می‌دهد چارچوب ارائه شده می‌تواند ابزار مؤثری برای درک نظام‌مند، ارزیابی و اصلاح سیاست‌های امنیت غذایی در سطح ملی به‌شمار آید.

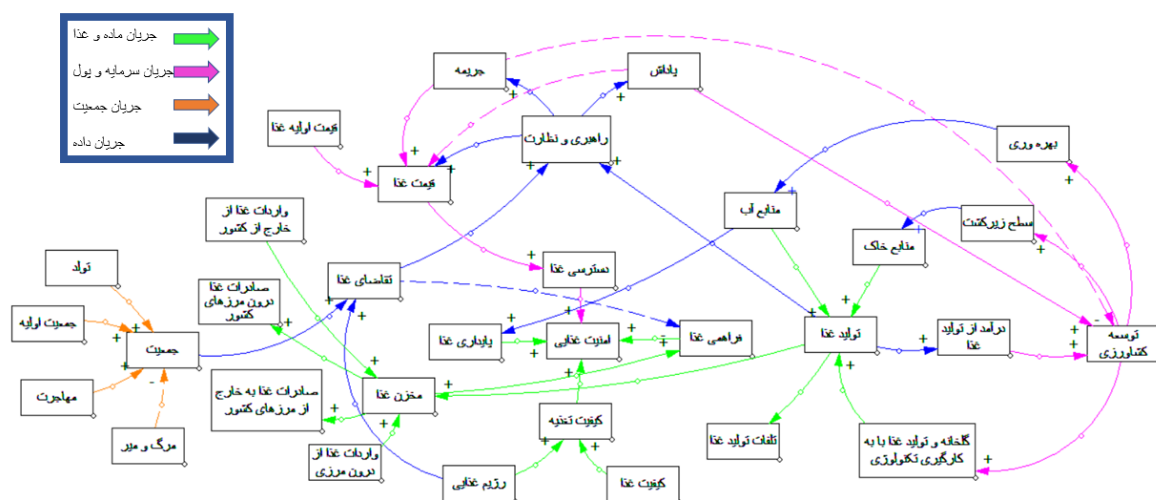
ساختاردهی مسئله و طراحی مدل مفهومی

در نخستین گام، مرزهای مسئله در سطح ملی تعریف شد؛ این انتخاب از یک‌سو ناشی از دسترسی گسترده‌تر به داده‌های کشوری و از سوی دیگر مبتنی بر هدف سیاست‌گذاری کلان در سطح کشور بوده است. سپس با بهره‌گیری از مطالعات کتابخانه‌ای، تحلیل گزارش‌های رسمی (وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی، مرکز آمار ایران) و مشارکت

خبرگان دانشگاهی، مؤلفه‌های کلیدی امنیت غذایی شامل تولید داخلی، منابع آب و خاک، بهره‌وری، فشار اقلیمی، ساختار مصرف و توان سیاست‌گذاری شناسایی شدند. پس از شناسایی مؤلفه‌های کلیدی امنیت غذایی، یک مدل مفهومی به‌صورت حلقه‌های علی و معلولی^۴ طراحی شد. این مدل نشان‌دهنده روابط علت و معلولی بین مؤلفه‌های اصلی امنیت غذایی و پویایی‌های بازخوردی حاکم بر آن‌ها است. برای اطمینان از اعتبار مدل مفهومی و ارتباط بین مؤلفه‌ها در مدل حلقه‌های علی و معلولی، چندین نشست تخصصی با اساتید و خبرگان دانشگاهی در حوزه‌های اگروتکنولوژی، اقتصاد کشاورزی اکولوژی و صنایع غذایی (از دانشگاه فردوسی مشهد) برگزار شد. در این نشست‌ها، از دیدگاه‌ها و تجارب متخصصان رشته‌های گوناگون و مرتبط با حوزه امنیت غذایی بهره گرفته شد تا ساختار مدل، مفروضات بنیادین و روابط کلیدی آن ارزیابی، نقد و بازنگری شود. در نهایت، بر اساس بازخوردهای دریافت شده، نسخه نهایی مدل مفهومی تدوین و نهایی شد. در شکل (۲) مدل حلقه‌های علی و معلولی به نمایش گذاشته شده است.

شکل (۲) دیاگرام حلقه‌های علی و معلولی مدل مفهومی امنیت غذایی در ایران را نمایش می‌دهد. در این دیاگرام، متغیر «تولید غذا» به‌عنوان یکی از متغیرهای محوری مدل، از دو منبع اصلی یعنی منابع آب و منابع خاک تأثیر می‌پذیرد. بخشی از تولیدات کشاورزی در فرایند برداشت، حمل‌ونقل و مصرف به‌صورت تلفات و ضایعات غذایی از چرخه دسترسی خارج می‌شود؛ و حاصل جمع «تولید داخلی» با «میزان واردات» و کسر «صادرات»، مقدار کل موجودی در متغیر مخزن غذا را شکل می‌دهد که به‌طور مستقیم بر فراهمی غذا به‌عنوان نخستین و بنیادی‌ترین رکن امنیت غذایی اثرگذار است.

در ادامه، با تولید غذا، درآمد به‌دست آمده از فعالیت‌های کشاورزی نیز افزایش می‌یابد. بخشی از این درآمد صرف معیشت کشاورزان شده و بخش دیگر به توسعه کشاورزی اختصاص می‌یابد. توسعه کشاورزی در سه مسیر عمده قابل انجام است: احداث گلخانه‌ها، افزایش سطح زیرکشت و بهبود بهره‌وری منابع آب در کشاورزی، میزان و جهت تغییر در این مؤلفه‌ها تابعی از سطح درآمد بخش کشاورزی است، به‌طوری‌که افزایش درآمد می‌تواند موجب توسعه و برعکس کاهش درآمد باعث ایجاد محدودیت در این مؤلفه‌ها شود.



شکل ۲- مدل حلقه‌های علی و معلولی از روابط بین پارامترهای مؤثر در امنیت غذایی

نقش حیاتی در تصمیم‌گیری، راهبری و اصلاح سیاست‌های مرتبط با امنیت غذایی ایفا می‌کنند. شایان ذکر است که در این مدل، ارتباطات به‌صورت مفهومی طراحی شده‌اند و مقداردهی عددی یا روابط ریاضی در این مرحله لحاظ نشده است. به این ترتیب مدل حلقه‌های علی و معلولی شکل (۲) صرفاً نشان‌دهنده ساختار مفهومی و تعاملات کلان میان مؤلفه‌های مؤثر بر امنیت غذایی در ایران است و مبنایی برای طراحی مدل ریاضی و شبیه‌سازی‌های پویا در مراحل بعدی پژوهش فراهم می‌سازد.

تدوین مدل کمی (مدل شارش-انبارش)^۹

در گام دوم فرایند مدل‌سازی، ساختار مفهومی به یک مدل کمی شده تبدیل شد که بر پایه منطق پویایی سیستم‌ها و چارچوب شارش-انبارش طراحی شده است. این مدل، با هدف بازنمایی دینامیکی و بازخوردی مؤلفه‌های کلیدی امنیت غذایی در سطح ملی، در بستر نرم‌افزار ونسیم^۶ پیاده‌سازی شد.

ساختار مدل و دسته‌بندی متغیرها

ساختار اصلی مدل بر چهار رکن بنیادی امنیت غذایی یعنی فراهمی^۷، دسترسی^۸، پایداری^۹ و سلامت تغذیه^{۱۰} استوار است. با این حال، با توجه به محدودیت داده‌های قابل اتکا به‌ویژه در بعد کیفیت (نظیر سلامت تغذیه، نسبت کالری-ماده مغذی، یا وضعیت بهداشت تغذیه‌ای)، تمرکز مدل کمی بر سه رکن نخست قرار گرفته است. مؤلفه‌های مدل در سه دسته اصلی تعریف شده‌اند:

متغیرهای نرخ^{۱۱}

متغیرهای نرخ بیانگر جریان‌ها و دگرگونی‌های سیستم در طول زمان هستند. آن‌ها عامل اصلی تغییر در متغیرهای حالت‌اند و رابطه‌ای مستقیم با بازه زمانی مدل‌سازی دارند. این متغیرها معمولاً به‌صورت مقدار بر واحد زمان بیان می‌شوند

از سوی دیگر، متغیر قیمت غذا تعیین‌کننده میزان دسترسی مردم به غذا در سطح جامعه است که دومین رکن اساسی امنیت غذایی محسوب می‌شود. همچنین، متغیرهای کیفیت غذا و الگوی رژیم غذایی بر رکن سوم یعنی سلامت تغذیه اثرگذارند. در این میان، با توجه به کمبود منابع آب در ایران و جایگاه آن به‌عنوان مهم‌ترین دغدغه محیط‌زیستی کشور، متغیر منابع آب نقش کلیدی در پایداری تولید و به تبع آن، در پایداری امنیت غذایی ایفا می‌کند که چهارمین رکن تعریف‌شده در این چارچوب است.

جمعیت نیز یکی از متغیرهای کلیدی مدل است که بر اساس متغیرهای «جمعیت اولیه»، «نرخ تولد»، «نرخ مرگ‌ومیر» و «مهاجرت» تعریف می‌شود. ترکیب متغیرهای «جمعیت» و «رژیم غذایی» میزان تقاضای کل غذا را در جامعه تعیین می‌نماید. برای حفظ پویایی و پایداری مدل، مؤلفه‌ای با عنوان راهبری و نظارت به مدل افزوده شده است که با توجه به نسبت میان تولید و تقاضای غذا، مکانیسم‌های جریمه و پاداش را در بخش‌های مختلف سیستم اعمال می‌کند. این سازوکار با تأثیرگذاری بر مؤلفه‌های «توسعه کشاورزی» و «قیمت غذا»، موجب بازتنظیم و پویایی پایدار سیستم می‌شود.

در طراحی دیاگرام حالت جریان، برای تفکیک نوع روابط میان مؤلفه‌ها از نظام رنگی مشخصی استفاده شده است تا درک ارتباطات و جریان‌های موجود در سیستم تسهیل شود. خطوط سبزرنگ نمایانگر جریان مواد و محصولات غذایی در چرخه تولید تا مصرف هستند و زنجیره فیزیکی انتقال غذا را در سیستم نشان می‌دهند. خطوط صورتی‌رنگ بیانگر جریان سرمایه و منابع مالی میان اجزای سیستم بوده و نحوه اثرگذاری متقابل اقتصاد کشاورزی و سیاست‌های حمایتی بر تولید و دسترسی را به تصویر می‌کشند. جریان‌های زردرنگ تغییرات مرتبط با پویایی جمعیت، شامل نرخ تولد، مرگ‌ومیر و مهاجرت را بازنمایی می‌کنند و جریان‌های آبی‌رنگ نیز معرف انتقال داده و اطلاعات بین اجزای مختلف سیستم هستند که

(به عنوان مثال واحد در سال یا ماه) و در مدل سازی پویایی سیستم ها نقش موتور محرک سیستم را ایفا می کنند. از جمله ویژگی های کلیدی متغیرهای نرخ می توان به موارد زیر اشاره کرد: وابسته به زمان و شرایط محیطی هستند و معمولاً پاسخ گو به بازخوردهای داخلی یا محرک های خارجی اند، فرمول بندی آنها اغلب پیچیده تر از متغیرهای حالت است، زیرا بر پایه روابط علت و معلولی، ضرایب تأثیر و ترکیب متغیرهای کمکی محاسبه می شوند. ممکن است شامل تأخیر زمانی، آستانه های حساسیت، یا حلقه های بازخورد مثبت و منفی باشند.

در این مدل، متغیرهای نرخ یا مستقیماً از داده های سالانه و آماری حاصل شده اند یا با استفاده از روابط ریاضی استخراج شده از مطالعات مدل سازی بین المللی به صورت دینامیک فرموله شده اند. در صورت عدم دسترسی به داده های مستقیم، از تخمین های پارامتریک، روابط غیرخطی یا توابع حساسیت استفاده شده است تا نرخ ها در مواجهه با تغییرات محیطی یا سیاستی، واکنش منطقی و واقع گرایانه ای نشان دهند.

متغیرهای حالت^۳

متغیرهای حالت، هسته مرکزی مدل سازی پویایی سیستم ها را تشکیل می دهند. این متغیرها معرف انباشت در سیستم هستند و رفتار تجمعی متغیرهای نرخ را در طول زمان بازنمایی می کنند. به بیان ساده، این متغیرها وضعیت فعلی یک مؤلفه را نشان می دهند و تغییر آنها تنها در اثر ورود یا خروج از طریق جریان ها (نرخ ها) امکان پذیر است.

از جمله ویژگی های کلیدی متغیرهای حالت می توان به موارد زیر اشاره کرد: حافظه سیستم محسوب می شوند و روندهای تاریخی را ذخیره می کنند، دارای مقدار اولیه هستند و در هر گام زمانی با حاصل جمع یا تفریق جریان ورودی و خروجی به روزرسانی می شوند، در شرایط پایدار، در صورت برابری نرخ ورودی و خروجی، مقدار آنها ثابت می ماند. در مدل سازی امنیت غذایی، متغیرهای حالت به عنوان نماینده وضعیت ذخیره ای و پایدار مؤلفه ها عمل می کنند. آنها اغلب از طریق داده های آماری رسمی استخراج شده اند، اما در مواردی نیز با استفاده از انتگرال گیری از داده های نرخ یا از طریق تخمین های علمی بر پایه منابع معتبر بین المللی مقاداردهی اولیه شده اند. دقت در تعیین مقدار اولیه این متغیرها برای تحلیل پویای مدل در سناریوهای بلندمدت حیاتی است.

برخی از این نرخ ها به صورت مستقیم از داده های آماری استخراج شده اند، اما بخش قابل توجهی از آنها با استفاده از روابط ریاضی برگرفته از مطالعات بین المللی مانند مدل

سیستمی غذا توسط فائو^{۱۳}، مدل GAEZ^{۱۴}، و رویکردهای کمی سازی OECD^{۱۵} تدوین شده اند.

متغیرهای کمکی^۶

این دسته، متغیرهای میانجی و تبیینی هستند که برای بازنمایی مفاهیم انتزاعی یا ترکیبی استفاده شده اند و اغلب به عنوان پارامترهای واسطه یا ضرایب تأثیر در روابط اصلی به کار می روند، و بیشتر از آمارهای رسمی برداشته شده اند.

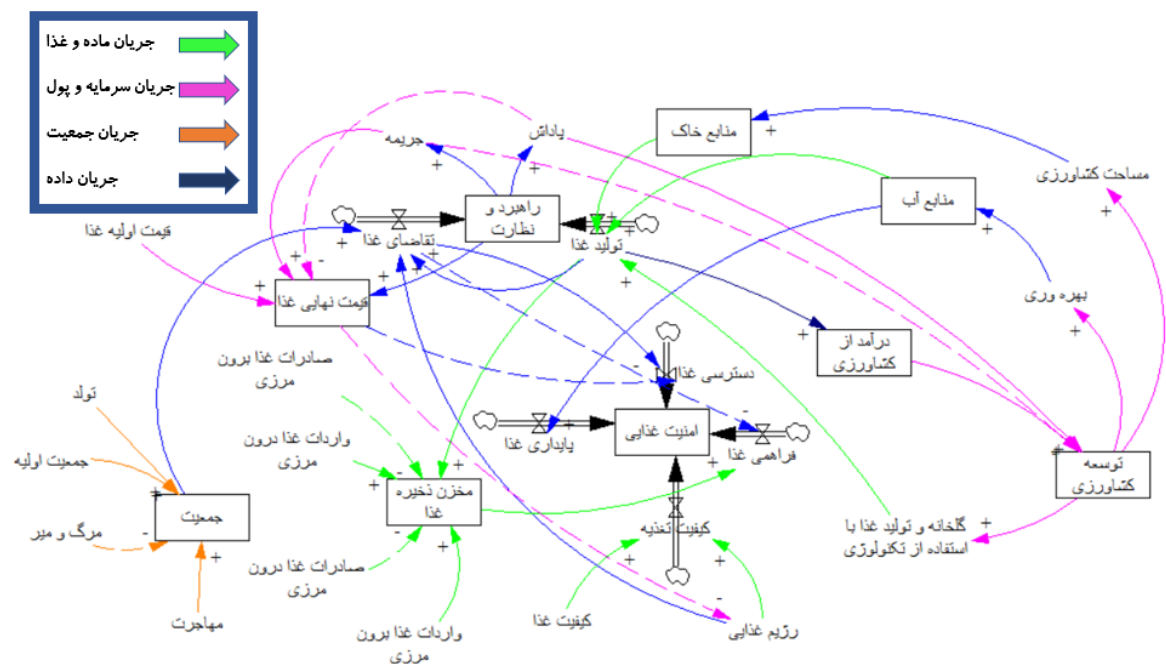
متغیرهای کمکی، پارامترهایی هستند که با هدف تسهیل در محاسبه، ساده سازی ساختار مدل، و تبیین روابط بین متغیرهای دیگر مورد استفاده قرار می گیرند. این متغیرها معمولاً نمایانگر مفاهیم ترکیبی، ضرایب وزنی، شاخص های کیفیت یا عوامل مداخله گر هستند و نقش مهمی در ایجاد ارتباط منطقی میان اجزای مدل دارند.

از جمله ویژگی های کلیدی متغیرهای کمکی، می توان به موارد زیر اشاره کرد: اغلب خود ترکیبی از چند متغیر دیگر هستند (مانند نسبت، میانگین وزنی، شاخص استاندارد شده)، امکان انعطاف پذیری مدل را افزایش می دهند و تحلیل حساسیت را ممکن می سازند، به عنوان ضرایب یا پارامترهای تعدیل کننده در روابط نرخ یا تصمیم گیری عمل می کنند، اغلب شامل شاخص هایی هستند که کیفیت، کارایی یا کفایت را توصیف می کنند.

در این پژوهش، متغیرهای کمکی هم از آمارهای رسمی (مثلاً نسبت های اقتصادی یا کشاورزی) استخراج شده اند و هم با استفاده از روابط ترکیبی و شاخص سازی مبتنی بر مطالعات معتبر جهانی تدوین شده اند. فرمول بندی این شاخص ها بیشتر برگرفته از دستورالعمل های فائو، شاخص های توسعه پایدار و مدل های ترکیبی ارائه شده در مطالعاتی چون شاخص امنیت غذایی جهانی^{۱۷}، مدل همبست آب و غذا^{۱۸} و پژوهش های علمی همچون [Molden](#) و [همکاران \(۲۰۱۰\)](#) یا [Rijsberman \(۲۰۰۶\)](#) بوده اند.

در شکل (۳) دیاگرام شارش-انباش از مدل تدوین شده، ارائه شده است.

در شکل (۳) ساختار کمی سازی شده مدل امنیت غذایی در قالب دیاگرام شارش-انباش ارائه شده است. این دیاگرام، نسخه کمی سازی شده ای از مدل مفهومی حلقه های علی و معلولی (شکل ۲) است که بر پایه منطق پویایی سیستم ها طراحی شده و رفتار دینامیکی مؤلفه های اصلی امنیت غذایی را در سطح ملی بازنمایی می کند. در این مدل، مؤلفه ها بر اساس سه دسته متغیرهای حالت، نرخ و کمکی که در بخش پیش نیز توضیح داده شد، تفکیک و سازمان دهی شده اند.



شکل ۳- مدل حالت جریان رویکرد بهبود امنیت غذایی

موجب بهبود دسترسی و افزایش عرضه غذا در جامعه می‌شود. با این حال، به دلیل اثر مستقیم مؤلفه دسترسی غذا بر رژیم غذایی، این افزایش می‌تواند منجر به رشد نامی در تقاضا غذا شود، به گونه‌ای که سهم تولید داخلی از تأمین تقاضا کاهش یابد و در نتیجه، جریان جریمه فعال شود. جریان جریمه در مدل موجب تعدیل الگوی مصرف، اصلاح رژیم غذایی و کنترل تقاضا غذا می‌شود. این پویایی متناوب میان پاداش و جریمه، سازوکاری بازخوردی برای ایجاد تعادل میان تولید، مصرف و پایداری منابع فراهم می‌آورد. در بلندمدت، این فرایند به نهادینه‌سازی الگوی کشاورزی پایدار، بهبود اخلاق مصرف و تقویت تاب‌آوری نظام امنیت غذایی ملی منجر خواهد شد.

نتایج و بحث

پژوهش‌های متعددی در دهه‌های اخیر به بررسی ابعاد مختلف امنیت غذایی از منظر منابع پایه، فناوری، و سیاست‌گذاری پرداخته‌اند. بخش قابل توجهی از این مطالعات بر اهمیت منابع آب و خاک به عنوان زیربنای تولید پایدار تأکید داشته‌اند. برای نمونه، [Rojas و همکاران \(۲۰۱۶\)](#) و [Chen و همکاران \(۲۰۱۱\)](#) ضرورت نگرش سیستمی و ادغام مؤلفه‌های آب، خاک و مشارکت کشاورزان را در سیاست‌های کلان امنیت غذایی مورد توجه قرار داده‌اند. همچنین، [Tan و همکاران \(۲۰۱۶\)](#) و [Xia و همکاران \(۲۰۲۰\)](#) نشان دادند بهره‌گیری از شیوه‌های نوین آبیاری و بازچرخانی آب می‌تواند ضمن ارتقای بهره‌وری محصولات، کیفیت خاک را نیز حفظ نماید. از سوی دیگر، [Yadav و همکاران \(۲۰۲۳\)](#) و [Nawaz و همکاران \(۲۰۲۰\)](#) سلامت و حاصلخیزی خاک را عامل بنیادین در تضمین

در دیاگرام حالت-جریان، ارتباط بین مؤلفه‌ها دقیقاً بر مبنای روابط علی و بازخوردی ارائه شده در مدل مفهومی پیشین ترسیم شده است. متغیرهای کمکی عمدتاً از داده‌های رسمی منتشر شده توسط نهادهای معتبر نظیر وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی و مرکز آمار ایران مقداری شده‌اند. متغیرهای حالت، معرف انباشت و وضعیت تجمعی سیستم در هر مقطع زمانی‌اند و تغییرات سایر مؤلفه‌ها در آن‌ها منعکس می‌شود. در مقابل، متغیرهای نرخ نقش موتور محرک سیستم را ایفا کرده و روند تغییرات پویای مدل را در طول زمان هدایت می‌کنند.

در فرآیند طراحی دیاگرام حالت-جریان، هر مؤلفه با استفاده از روابط تأثیرگذار خود فرمول‌نویسی و مقداری شده است تا مدل بتواند رفتار سیستم را در بازه‌های زمانی مختلف به درستی شبیه‌سازی کند. همچنین، برای سنجش وضعیت کلی امنیت غذایی، هر یک از ارکان چهارگانه آن (شامل فراهمی، دسترسی، پایداری و سلامت تغذیه) بر اساس مجموعه‌ای از شاخص‌های وابسته، در بازه‌ای از صفر تا صد درصد ارزیابی شده‌اند. میانگین این چهار مؤلفه، شاخص ترکیبی امنیت غذایی در سطح ملی را تشکیل می‌دهد.

برخلاف الگوی حاکم بر حکمرانی بخشی و تمرکز صرف بر رکن «فراهمی» در سیاست‌گذاری‌های کنونی، این چارچوب بر تعامل هم‌زمان و متوازن چهار رکن اصلی امنیت غذایی تأکید دارد. در این مدل، براساس فرض پایه خودکفایی یا خوداتکایی ۷۰ درصدی، سازوکار پاداش و جریمه به عنوان یک حلقه بازخورد سیاستی طراحی شده است. در شرایطی که تولید داخلی بیش از ۷۰ درصد از تقاضای غذایی کشور را تأمین کند، پاداشی به مؤلفه‌های کلیدی مدل تخصیص می‌یابد که

پایداری تولید دانسته و راهکارهایی همچون کشاورزی حفاظتی و ارگانیک را پیشنهاد کردند.

در بُعد اجتماعی و انسانی، مطالعاتی مانند [Friedrichsen](#) و [همکاران \(۲۰۱۸\)](#) و [Khatrı و همکاران \(۲۰۱۶\)](#) بر نقش آموزش، آگاهی‌بخشی و مشارکت فعال کشاورزان در پذیرش فناوری‌های نوین تأکید کردند. افزون‌برآن، پژوهش‌های سیاست‌محور مانند [McConville و همکاران \(۲۰۱۵\)](#) و [Bíziková \(۲۰۲۰\)](#) به اهمیت مشوق‌های اقتصادی، عدالت در دسترسی به منابع و حمایت از کشاورزان خرد اشاره داشتند. هم‌زمان، مطالعاتی همچون [El Baroudy و همکاران \(۲۰۲۰\)](#) و [Bilali و همکاران \(۲۰۱۸\)](#) یکی کردن فناوری‌های نوآورانه و داده‌محور را به‌عنوان راهبردی برای ارتقای کارایی منابع و افزایش بهره‌وری مطرح کردند.

با وجود غنای علمی این مطالعات، اغلب آن‌ها با محدودیت‌هایی در تلفیق و تحلیل هم‌زمان ابعاد مختلف امنیت غذایی مواجه بودند. بیشتر پژوهش‌ها تنها بر یکی از مؤلفه‌های کلیدی مانند آب، خاک، یا رفتار کشاورزان تمرکز داشته و کمتر به روابط متقابل و دینامیک میان این مؤلفه‌ها پرداختند. به‌عنوان مثال، تحقیقات مرتبط با مدیریت آب (مانند [Tan و همکاران، ۲۰۱۶](#) و [Xia و همکاران، ۲۰۲۰](#)) اغلب از پیوند با نظام‌های سیاست‌گذاری یا رفتار مصرف‌کنندگان غافل ماندند؛ درحالی‌که مطالعات مربوط به سلامت خاک یا سیاست‌های حمایتی نیز به‌ندرت ساختارهای نهادی، حلقه‌های بازخورد یا پویایی میان‌بخشی را مورد توجه قرار دادند. افزون‌براین بخش عمده‌ای از ادبیات موجود فاقد چارچوبی تحلیلی در مقیاس ملی است که بتواند هم‌زمان ارکان چهارگانه امنیت غذایی و ابعاد محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی مسئله را در ارتباطی تعاملی بررسی کند.

اما پژوهش حاضر با رویکردی سیستمی و بهره‌گیری از مدل پویایی سیستم‌ها، گامی فراتر از مطالعات پیشین برداشته است. این پژوهش با تلفیق داده‌های منتشر شده در رسانه‌های رسمی، روابط علمی و تحلیل بازخوردمحور، چارچوبی مفهومی و یکپارچه ارائه می‌دهد که چهار رکن اصلی امنیت غذایی (فراهمی، دسترسی، پایداری و سلامت تغذیه) را به‌صورت پویا مدل‌سازی می‌کند. مزیت کلیدی این چارچوب در آن است که به‌جای تمرکز بر تولید یا مصرف، کل زنجیره حکمرانی غذا و آب را به‌عنوان یک نظام پیچیده با ساختار علی و حلقه‌های بازخورد در نظر می‌گیرد. همچنین، با تحلیل سناریوهای مختلف، امکان شناسایی گلوگاه‌های نهادی، ارزیابی اثربخشی سیاست‌ها و تدوین راهبردهای اصلاحی را فراهم می‌سازد.

به‌این‌ترتیب پژوهش حاضر نه‌تنها توانسته است میان دیدگاه‌های محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی پیوند برقرار

کند، بلکه با تأکید بر حکمرانی تطبیقی و پاسخ‌گو، بستر تصمیم‌سازی مبتنی بر شواهد را برای سیاست‌گذاران ملی فراهم می‌سازد. ویژگی‌های بیان شده، پژوهش را به الگویی نوآورانه در حوزه امنیت غذایی، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، تبدیل کرده است؛ الگویی که قابلیت تعمیم به سایر کشورها و نظام‌های غذایی مشابه را نیز دارد.

در بخش تحلیل نتایج، با دراختیارداشتن آمارهای رسمی منتشر شده و با استفاده از دیاگرام کمی سازی شده در محیط نرم‌افزار ونسیم، وضعیت امنیت غذایی کشور در سناریو وضعیت حال حاضر تحلیل و بررسی شد. این سناریو باتوجه‌به متغیرهای مختلف اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی طراحی شده است تا تأثیرات تغییرات ایجاد شده توسط مدل، بر تأمین امنیت غذایی کشور ارزیابی شود. با مدل‌سازی دقیق و شبیه‌سازی شرایط مختلف، تحلیل خروجی دیاگرام حالت-جریان می‌تواند به تصمیم‌گیران کمک کند تا خطای سیاست‌گذاری را کاهش دهند و راهکارهای مؤثری برای بهبود وضعیت امنیت غذایی کشور ارائه دهند. ورودی‌های مدل در سناریو اول به‌اختصار در جدول (۱) ارائه شده است.

در سناریو وضعیت حال حاضر، با در اختیار داشتن داده‌های رسانه‌ها و نشریه‌های معتبر و مرتبط با تولیدات غذا و امنیت غذایی، وضعیت حال حاضر امنیت غذایی در کشور در مدل شبیه‌سازی می‌شود. در ابتدای امر با داشتن آمار متولدین، میزان مرگ‌ومیر و مهاجرت سالانه میزان تغییرات جمعیت در هر سال مشخص می‌شود؛ لذا طبق پیش‌بینی نمودار جمعیت صعودی خواهد بود و در آینده نزدیک کشور از مرز جمعیت نود میلیون نفری عبور خواهد کرد. باتوجه‌به آمار ۱۶۲،۳۱۸،۰۰۰ تن تقاضای غذا در سال و جمعیت ۸۹،۳۸۵،۲۹۰ نفری در ایران، میزان غذای مورد استفاده هر نفر در شبانه‌روز حدود ۴ کیلوگرم با احتساب ضایعات مصرف، به دست می‌آید، که این مقدار به‌عنوان مینا در نظر گرفته می‌شود با افزایش دسترسی و کاهش قیمت رژیم غذایی به حالت رژیم پرخوری تغییر خواهد کرد که معادل مصرف حدود ۶ کیلوگرم غذا در روز است. کاهش قیمت غذا در مدل به‌وسیله مؤلفه نظارت و ارزیابی ایجاد می‌شود که در صورت اختصاص پاداش مقداری از هزینه غذای روزانه کسر می‌شود و در نتیجه کاهش قیمت غذا مصرف آن افزایش یافته و در سال بعد با افزایش تقاضا نسبت تولید به تقاضا کاهش یافته و با افزایش قیمت رژیم غذایی دوباره اصلاح می‌شود. لازم‌به ذکر است مقادیر مصرف روزانه با کسر میزان تلفات و ضایعات که حدود ۳۰ درصد از تولید کل کشور است، از میزان تقاضا کل، برآورد شده است.

جدول ۱- داده‌های ورودی مدل در سناریو

مقدار در سناریو	یکا	نام مؤلفه در مدل
۸۶	میلیارد مترمکعب	منابع آب مورد استفاده بخش کشاورزی در سناریو
۱۴/۵	میلیون هکتار	منابع زمین زیر کشت محصولات کشاورزی در سناریو
۲۳/۵	میلیون تن	صادرات انواع محصولات کشاورزی
۸/۸۰۳	میلیون تن	واردات انواع محصولات کشاورزی
۱۲۳۱۳۷	تومان	قیمت اولیه سبد غذایی سالم برای استفاده روزانه
۸۹۳۸۵۳۰۰	نفر	جمعیت اولیه
۱۰۵۷۹۴۸	نفر	میزان تولد سالانه
۴۴۲۲۱۳	نفر	میزان مرگ و میر سالانه
۱۳۷۲۰۰	نفر	میزان متوسط مهاجرین سالانه ورود به کشور
۶۵۰۰۰	نفر	میزان متوسط مهاجرین سالانه خروج از کشور
۶	کیلوگرم در روز به ازای هر نفر	رژیم غذایی مورد استفاده در زمان پاداش
۴	کیلوگرم در روز به ازای هر نفر	رژیم غذایی مورد استفاده در زمان جریمه
۴	میلیون تن	تولیدات گلخانه‌ای سالانه

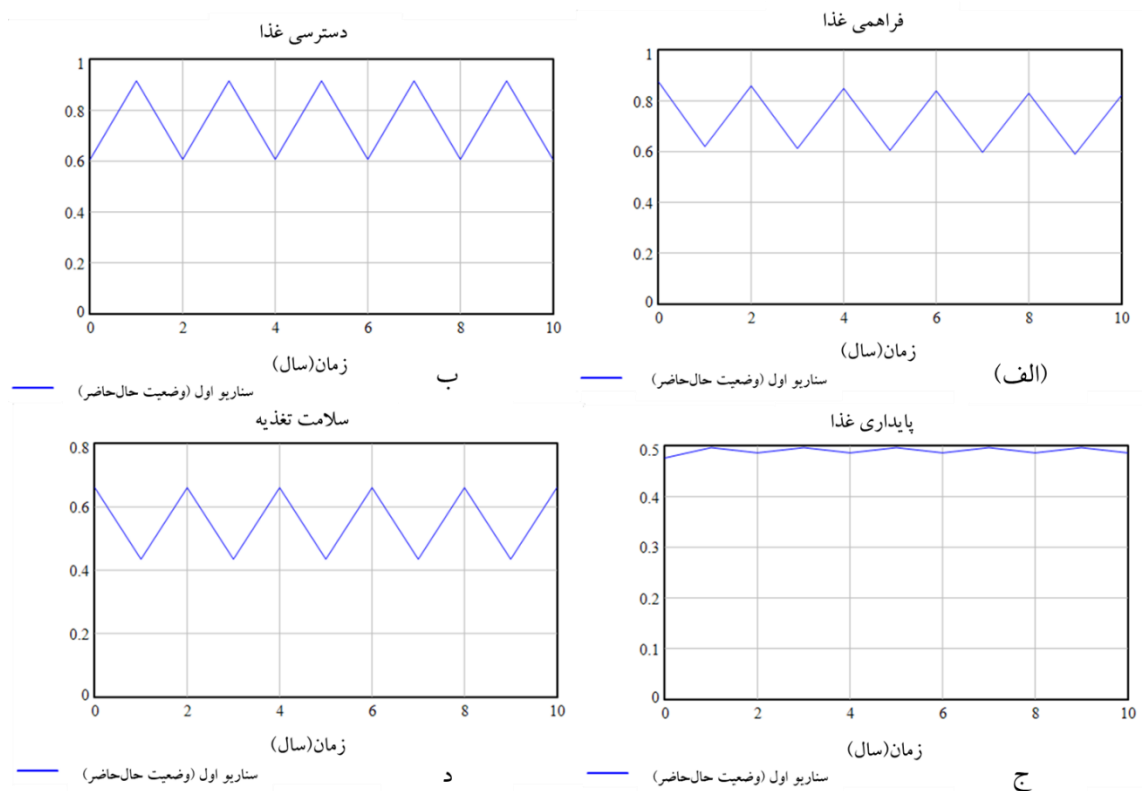
فراهمی غذا

فراهمی غذا به معنای موجودیت و تولید کافی غذا برای تأمین نیازهای جمعیت است. در این سناریو، منابع آب و زمین به عنوان دو عامل اصلی تولید غذا در نظر گرفته شده است. براساس آمار، منابع آب پایه، مورد استفاده بخش کشاورزی در کشور حدود ۸۶ میلیارد مترمکعب و اراضی تحت کشت پایه، مساحتی در حدود ۱۴/۵ میلیون هکتار در سال در نظر گرفته شده است. این میزان تولید غذا از طریق کشاورزی در کشور وابسته به این منابع است، که با درصد عملکرد میانگین حدود ۴۰ درصد در کشور حاصل می‌شود.

علاوه بر منابع داخلی، واردات و صادرات محصولات غذایی نیز تأثیر مهمی بر فراهمی غذا دارند. ایران سالانه حدود ۲۳/۵ میلیون تن واردات و ۸/۸ میلیون تن صادرات محصولات کشاورزی دارد که به طور مستقیم بر وضعیت فراهمی غذا اثر می‌گذارد. از جمله مهمترین کشورهایی که ایران انواع محصولات کشاورزی را از آن‌ها وارد می‌کند می‌توان به چین، ترکیه، هند، عمان و افغانستان اشاره کرد همچنین ایران به کشورهای عراق، پاکستان، ترکیه، روسیه، کشورهای حوزه خلیج فارس و ... صادرات غذا دارد. پس با داشتن مقادیر کمی تولید داخل و صادرات و واردات و همچنین کسر مقدار ضایعات و تلفات که در حال حاضر حدود ۳۰ درصد از تولید غذا تعیین شده است، میزان فراهمی غذا نسبت به تقاضای جمعیت تعیین شده است؛ در قسمت (الف) از شکل (۴) گراف تغییرات مؤلفه فراهمی غذا در طی سناریو اول قابل مشاهده است.

تولید غذا نیز در سال اول از حاصل ضرب ضرایب عملکرد در منابع آب و خاک به دست می‌آید؛ اما از سال دوم با ورود بخش نظارت و ارزیابی بخش توسعه کشاورزی در مدل نیز فعال می‌شود در این حالت باقیمانده درآمد حاصل از تولید غذا (با کسر هزینه‌های معیشت) علاوه بر جریمه و پاداش میزان توسعه در بخش کشاورزی را مشخص می‌سازند، در صورت اختصاص پاداش تأثیر مثبت در بهره‌وری و اراضی تحت کشت خواهد داشت که با این روند از مصرف آب حدود ۸۶۰ میلیون مترمکعب در سال صرفه جویی می‌شود. همچنین با تأثیر مثبت مدل میزان اراضی زیر کشت، افزایش خواهد یافت که پتانسیل این منبع به صورت پایدار ۲۶۰ هزار هکتار در سال در نظر گرفته شده است. بخش سوم توسعه کشاورزی مربوط به تولید غذا به وسیله تکنولوژی و گلخانه و می‌شود، باتوجه به اهمیت این بخش و تولید حدود ۴ میلیون تن در سال توسط این بخش تأثیر این بخش به طور مستقیم بر تولید غذا لحاظ شده است.

بخش نظارت و ارزیابی با تحت تأثیر قرار دادن قیمت غذا بر روی تقاضا غذا تأثیر می‌گذارد و همچنین با تحت تأثیر قرار دادن مؤلفه توسعه کشاورزی تولید غذا را کنترل می‌کند. در واقع مقدار کمی مؤلفه نظارت و ارزیابی نشان‌دهنده میزان خوداتکایی کشور در سال مورد بررسی است، در این سناریو باتوجه به تأکید حال حاضر مسئولین بر حفظ خوداتکایی در کشور در سناریو حاضر میزان خوداتکایی ۷۰ درصد تعیین شده و جریمه‌ها و پاداش‌ها بر اساس میزان خوداتکایی اختصاص می‌یابند. در ادامه چهار رکن اصلی امنیت غذایی در سناریو حال حاضر بررسی شده است.



شکل ۴- تغییرات ارکان امنیت غذایی برحسب درصد در وضعیت حال حاضر

سوبسیدهای دولتی در حفظ قیمت کالاهای ضروری وضعیت نسبتاً مناسبی دارد.

در شکل (۴-ب) میزان دسترسی غذا با اعمال جریمه و افزایش قیمت دسترسی کاهش یافته و در حدود ۰/۶ قرار می‌گیرد اما با بهبود وضعیت و اختصاص پاداش‌ها تا ۰/۹ افزایش یافته و به سطح ایده‌آل نزدیک می‌شود. درواقع در رکن دستیابی زمانی به سطح ایده‌آل خواهد رسید که دهک دهم جامعه نیز توانایی دسترسی به غذای کافی را داشته باشد.

پایداری غذا

در رویکرد ارائه شده پایداری تولید غذا مستقیماً با پایداری منابع آبی مرتبط است از این رو باتوجه به اضافه برداشت حدود ۵۰ درصدی نسبت به وضعیت پایدار برداشت از منابع آب در ایران می‌توان گفت این رکن وضعیت مناسبی در ایران ندارد. در شکل (۴-ج) میزان تغییرات شاخص پایداری غذا قابل مشاهده است، که به طور متوسط این مؤلفه مقداری کمتر از ۵۰ درصد را به خود اختصاص می‌دهد.

نسبت به سایر ارکان امنیت غذایی، پایداری غذا در وضعیت مناسبی قرار ندارد و لزوم اصلاح اضافه برداشت از منابع آب به وضوح قابل مشاهده است. در فرمول پایداری تولید غذا میزان برداشت پایدار از منابع آب با مقدار ۴۱ میلیون مترمکعب در سال به عنوان سطح مینا قرار گرفته و با افزایش اضافه برداشت، میزان پایداری تولید غذا کمتر خواهد بود.

همان‌طور که در شکل (۴-الف) قابل مشاهده است متوسط میزان فراهمی غذا براساس گزارش‌های رسمی بیش از ۸۰ درصد به دست می‌آید. تغییرات صعودی و نزولی مدل ناشی از تأثیرات جریمه و پاداش در مدل است که توسط مؤلفه نظارت و ارزیابی در مؤلفه‌های کلیدی اعمال می‌شود. در زمان جریمه مقداری از تولید کاسته شده اما رژیم غذایی در حالت متعادل است؛ با تغییر وضعیت مؤلفه نظارت و ارزیابی به اختصاص پاداش رژیم در حالت افزایش مصرف قرار گرفته و تقاضا غذا به صورت نمایی افزایش می‌یابد که باعث کاهش میزان فراهمی در کشور می‌شود. در ادامه وضعیت رکن دسترسی غذا در سناریو حال حاضر بررسی شده است.

دسترسی غذا

باتوجه به اینکه رکن دسترسی غذا به توانایی مالی افراد جامعه برای دستیابی به غذای مورد نیاز آن‌ها تأکید دارد می‌توان گفت مؤلفه اصلی در این رکن قیمت غذا هست، که تحت تأثیر مستقیم بخش نظارت و ارزیابی در مدل قرار دارد. در فرمول دسترسی غذا میزان هزینه‌ای که سطوح پایین درآمدی جامعه برای غذا پرداخت می‌کنند به عنوان سطح مینا در نظر گرفته شده است و تغییرات قیمت غذا در مدل نسبت به میزان مینا، مقدار دسترسی غذا در جامعه را معین می‌سازد. در شکل (۴-ب) میزان تغییرات دسترسی غذا در سناریو حال حاضر قابل مشاهده است. که این مؤلفه باتوجه به

سلامت تغذیه

سلامت تغذیه متناسب با میزان مصرف متعادل حدود ۲/۷ کیلوگرم (با احتساب ضایعات مصرف غذا) از انواع غذایی در طول روز تعریف می‌شود. از این رو هرچه تغییرات نسبت به رژیم معتدل افزایش داشته باشد مقدار سلامت تغذیه کاهش خواهد یافت. در شکل (۴-د) میزان تغییرات شاخص سلامت تغذیه در سناریو اول قابل مشاهده است، که باتوجه به مصرف متوسط روزانه ۴ کیلوگرم غذا در روز (با احتساب ضایعات مصرف غذا)، رژیم غذایی و به تبع آن سلامت تغذیه در وضعیت مناسبی قرار ندارد.

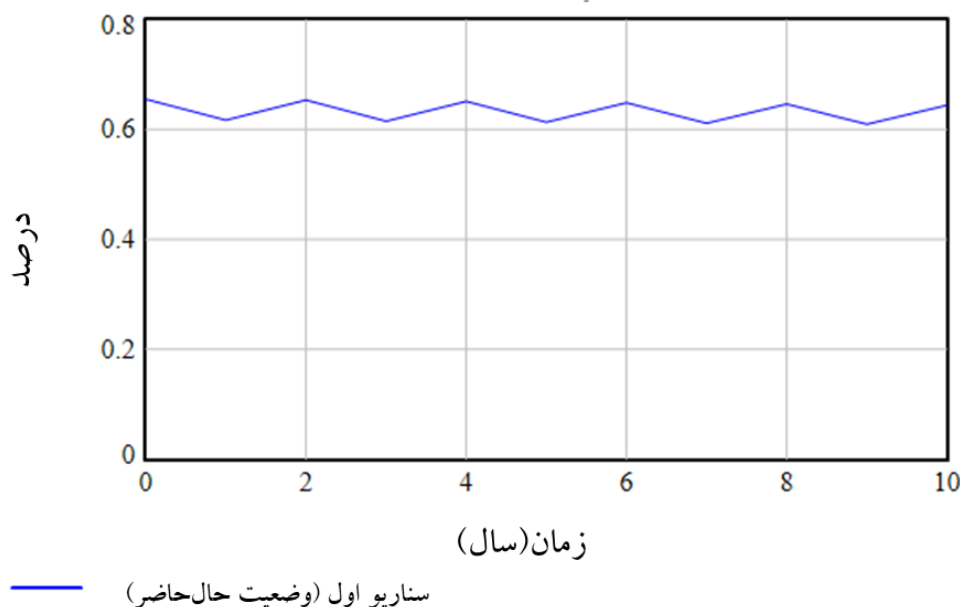
همان‌طور که در شکل (۴-د) مشاهده می‌شود؛ اختصاص جریحه و افزایش قیمت‌ها، باعث کاهش میزان مصرف غذا روزانه و نزدیک شدن به حد متعادل می‌شود و شاخص سلامت تغذیه نیز در وضعیت بهتری قرار می‌گیرد. اما با اختصاص پاداش‌ها قیمت غذا کمتر شده و میزان غذای مورد

استفاده در رژیم غذایی افراد بیشتر خواهد شد که این امر موجب فاصله بیشتر از حد متعادل رژیم غذایی است و نرخ سلامت تغذیه را دچار کاهش می‌کند.

امنیت غذایی

امنیت غذایی به عنوان شاخصی پیچیده و چند بعدی تحت تأثیر چهار رکن اصلی قرار دارد که به وسیله آن‌ها تعریف می‌شود. با این حال، در سیاست‌گذاری‌های حوزه امنیت غذایی، توجه بیشتری به برخی از این ارکان معطوف می‌شود. در وضعیت کنونی کشور، سیاست‌گذاری‌ها بیشتر بر دو بعد فراهمی و دسترسی متمرکز شده‌اند و در بسیاری از موارد، ارکان سلامت تغذیه و پایداری تولید غذا در سیاست‌گذاری امنیت غذایی به طور نسبی مغفول مانده‌اند. وضعیت کنونی امنیت غذایی در کشور باتوجه به سیاست‌گذاری‌های حال حاضر را می‌توان در شکل (۵) مشاهده کرد.

امنیت غذایی



شکل ۵- تغییرات امنیت غذایی در وضعیت حال حاضر

بلندمدت، نمی‌تواند آینده‌ای پایدار برای کشاورزی در ایران تضمین کند (دانشی و عسکری، ۱۴۰۴). بنابراین، در سناریوی کنونی، برای بهبود وضعیت امنیت غذایی، پیشنهاد می‌شود تمرکز سیاست‌ها تنها بر بعد فراهمی و تولید داخلی محدود نشود. بلکه، با بهره‌گیری از سیاست‌های تلفیقی و یکپارچه، باید بهبود در تمامی ارکان امنیت غذایی، از جمله سلامت و پایداری، مورد توجه قرار گیرد. این رویکرد به ارتقای کلی وضعیت امنیت غذایی کمک خواهد کرد.

همان‌طور که در شکل (۵) نشان داده شده است؛ با وجود وضعیت نسبتاً مناسب کشور در رکن فراهمی، شاخص امنیت غذایی به طور کلی در وضعیت مطلوبی قرار ندارد. این امر بیانگر وضعیت نامناسب شاخص‌های سلامت و پایداری تولید غذا در کشور است. از سوی دیگر، باتوجه به تأکید فراوان سیاست‌گذاران و قوانین، از جمله فصل هفتم برنامه پیشرفت جمهوری اسلامی ایران، بر حفظ خوداتکایی، فشارها بر منابع آب کشور افزایش داشته و همچنان برداشت‌های بیش‌ازحد از منابع آبی ادامه دارد؛ که این امر تهدید جدی برای پایداری منابع آبی کشور به شمار می‌رود. این روند، به‌ویژه در

در این پژوهش، براساس مطالعه پژوهش‌های داخلی انجام شده در حوزه امنیت غذایی، برای نخستین بار تلاش شده است تا امنیت غذایی به‌عنوان شاخصی کمی‌سازی شده در سطح ملی در مدل شارش انبارش بیان شود. ارائه مدل کمی‌سازی شده با قابلیت پیاده‌سازی سناریوهای متفاوت، در فرآیند تصمیم‌سازی و سیاست‌گذاری صحیح در حوزه امنیت غذایی نقش بسیار مهمی خواهد داشت. در تحلیل سناریوی اول، می‌توان گفت باتوجه‌به‌افزافه برداشت حدود ۵۰ درصدی از منابع آب کشور و تأکید سیاست‌گذاران بر حفظ و بهبود خودکفایی، تنها راه‌حل معقول برای کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در تولید غذا به منظور کاهش مصرف بخش کشاورزی است.

همچنین، باتوجه‌به موقعیت استراتژیک ایران و همسایگی با کشورهای تولیدکننده عمده غذا، مانند: پاکستان، هند و حتی افغانستان، که اخیراً محدودیت‌هایی در انتقال آب‌های سطحی به ایران ایجاد کرده‌اند و سطح اراضی زیر کشت خود را به‌طور قابل توجهی افزایش داده‌اند. ایران می‌تواند خلأ تقاضا غذای خود را از طریق تقویت روابط تجاری و اقتصادی با این کشورها تأمین کند. علاوه‌براین، گسترش کشت فرا سرزمینی نیز، باتوجه‌به تأکیدات برنامه پیشرفت هفتم جمهوری اسلامی، به‌عنوان یک راهکار مؤثر در تأمین امنیت غذایی کشور پیشنهاد می‌شود (امینی‌زاده، ۱۴۰۱).

از منظر برخی تحلیل‌گران و صاحب‌نظران، اتکای گسترده به واردات مواد غذایی از سایر کشورها ممکن است از لحاظ راهبردی و سیاسی به‌عنوان نقطه‌ضعف تلقی شود (نخلی و باستانی، ۱۴۰۴). بااین‌حال، باید توجه داشت که بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی به‌منظور تأمین بیش از ۸۰ درصد از نیازهای غذایی کشور و در پی آن، تشدید پدیده فرونشست زمین، تهدیدی به‌مراتب جدی‌تر از منظر امنیت راهبردی محسوب می‌شود. ازاین‌رو، پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاری‌ها به‌گونه‌ای تدوین شوند که ضمن بهبود هم‌زمان وضعیت واردات و ارتقای فناوری‌های مرتبط، تمامی ابعاد و مؤلفه‌های امنیت غذایی نیز به‌صورت جامع مورد توجه قرار گیرند تا پایداری این شاخص حیاتی در سطح ملی تقویت شود.

نتیجه‌گیری

مسئله امنیت غذایی در ایران، به‌ویژه در بستر بحران‌های فزاینده محیط‌زیستی و محدودیت منابع تولید، دیگر چالشی برای تولید یا معضلی برای توزیع نیست، بلکه به مسئله‌ای ساختاری و مفهومی در حوزه حکمرانی منابع تبدیل شده است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد امنیت غذایی در ایران تحت تأثیر مستقیم برهم‌کنش‌های پیچیده میان عوامل متعددی چون منابع آب، تغییرات اقلیم، ساختار بهره‌برداری کشاورزی، سیاست‌های حمایتی و رفتار مصرف‌کنندگان قرار دارد.

چارچوب مفهومی و مدل پویایی سیستم ارائه شده در پژوهش حاضر، امکان تحلیل نظام‌مند و بازخورد محور از وضعیت موجود امنیت غذایی در ایران را فراهم می‌سازد. بر اساس نتایج حاصل از اجرای مدل در سناریوی وضعیت حال حاضر، که بیانگر وضعیت فعلی سیاست‌گذاری در حوزه امنیت غذایی است، تمرکز اصلی نظام تصمیم‌گیری کشور بر حفظ خوداتکایی و بهبود شاخص فراهمی غذا از طریق افزایش تولید داخلی و تداوم سیاست‌های حمایتی و یارانه‌ای معطوف بوده است. رویکرد حال حاضر اگرچه در کوتاه‌مدت به ثبات نسبی قیمت و دسترسی عمومی به مواد غذایی انجامیده، اما به دلیل فقدان نظارت مؤثر بر الگوی مصرف و کیفیت تغذیه، رکن «سلامت تغذیه» را تا حد زیادی مغفول مانده است.

علاوه‌براین، برداشت‌های بیش از حد از منابع تولید، به‌ویژه منابع آب سطحی و زیرزمینی، که در حال حاضر بیش از دو برابر سطح پایدار برداشت از منابع برآورد می‌شود، نشان‌دهنده تضعیف جدی رکن «پایداری غذا» در نظام امنیت غذایی کشور است. در چنین شرایطی، اتکای صرف به سیاست‌های افزایش تولید بدون ملاحظه تعاملات میان چهار رکن اصلی امنیت غذایی، می‌تواند در بلندمدت به کاهش تاب‌آوری و بروز بحران‌های محیط‌زیستی و تغذیه‌ای بی‌انجامد. بنابراین، ضرورت دارد مطالعات و مدل‌سازی‌های آینده با رویکردی جامع و سیستمی، و بر اساس تعریف رسمی امنیت غذایی که شامل فراهمی، دسترسی، پایداری و سلامت تغذیه است، طراحی شوند تا از تمرکز بخشی سیاست‌ها بر یک مؤلفه خاص جلوگیری و زمینه تصمیم‌گیری‌های یکپارچه و پایدار فراهم شود. چارچوب مفهومی ارائه شده با بهره‌گیری از داده‌های رسمی و روابط علمی استخراج شده از پژوهش‌های بین‌المللی، چهار رکن اصلی امنیت غذایی فراهمی، دسترسی، پایداری و سلامت تغذیه را به‌صورت تعاملی و سیستماتیک مدل‌سازی می‌کند و امکان بررسی اثرات سیاست‌ها را در سناریوهای مختلف و امکان مشاهده تغییرات محیطی را به صورت بازخورد محور فراهم می‌سازد. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده با تمرکز بر یکپارچه‌سازی ابعاد چهارگانه امنیت غذایی و طراحی مدل‌هایی مبتنی بر داده، به‌صورت به‌هنگام در قالب ارائه نرم‌افزار و یا وبسایتی برخط به منظور پایش به‌هنگام وضعیت امنیت غذایی در سطوح خرد مناطق مختلف کشور انجام شوند.

منابع

احسان، اسماعیل شاه. (۱۴۰۰). مدل‌سازی و ارزیابی مدیریت بهینه مصرف آب در بخش کشاورزی با استفاده از نرم‌افزار WEAP (مطالعه موردی: ولسوالی انجیل، ولایت هرات). نشریه جامی ساینتیفیک ریسرچ کوارترلی (Jami Scientific Research Quarterly Journal)، ۷(۴)، ۳۳-۵۴. <https://doi.org/10.61438/jsrqj.v7i4.12>.
افروغ، بهنوش، بابائیان، ایمان و مفیدی، عباس. (۱۴۰۴). مطالعه فرین‌های بارشی نیمه شرقی کشور در دوره ۲۰۲۴-

۱۹۷۷ و تاثیر دما بر بر حداکثر بارش یک روزه. نشریه نیوار. ۴۹ (۱۲۸-۱۲۹)، ۱۴۱-۱۵۳.

<https://doi.org/10.30467/nivar.2025.513157.132>

افشین سلطانی، اسکندر زند، سید مجید عالی مقام، علیرضا نه بندانی، حسین بارانی، الیاس سلطانی. (۱۴۰۰). تحلیل امنیت غذایی کشور تا ۲۰۵۰ با مدل سازی همبست آب، زمین، غذا و محیط زیست: چشم انداز و سیاست های لازم. هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه "تجدید حیات حکیمانه خاک و حکمروائی حکیمانه آب". دانشگاه گیلان، رشت. ایران.

<https://civilica.com/doc/1312810>

امینی زاده، میلاد. (۱۴۰۱). راهبردهای مؤثر و تعیین کننده در کشت فراسرزمینی دانه های روغنی و نهاده های دامی. ماهنامه علمی «امنیت اقتصادی»، ۱۰(۱.۲)، ۳۳-۴۸.

<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.17354188.1401.1>

0.1.4.3

ترابی، سارا. (۱۴۰۰). اثر بهبود دهنده میدان شعوری فرا درمانی بر *Triticum Aestivum* L. تحت تنش شوری، نشریه کازموای ننتل، ۱(۷)، ۱۱۰-۱۲۳.

<https://doi.org/10.61450/joci.fa.v1i7.136>

تیشه یار، ماندانا. (۱۴۰۰). جایگاه دیپلوماسی علمی در تأمین امنیت ملی در روابط ایران و افغانستان. فصلنامه علمی - پژوهشی غالب، ۱۰(۲)، ۵۳-۶۸.

<https://doi.org/10.58342/v10i2.47>

خیراللهی، هادی. (۱۳۹۸). طراحی مدل ارتقا نگرش مشتریان محصولات غذایی ارگانیک در ایران. مطالعات رفتار مصرف کننده، ۸(۲)، ۱۷۶-۱۹۹.

<https://doi.org/10.34785/j018.2021.945>

دانشی، نواب و عسکری، علی اصغر. (۱۴۰۴). مروری بر قانون ها و آیین نامه های کشاورزی ارگانیک در ایران. مجله پژوهش های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۰(۱)، ۶۵-۴۵.

https://srj.asnr.ias.ac.ir/article_218190_380f76

[e3b90a6cc20ec4be2fa4f5ef29.pdf](https://doi.org/10.34785/j018.2021.945)

خاتمی، سیده سمیه، بوزرجمهری، خدیجه، زرین، آذر، و فال سلیمان، محمود. (۱۴۰۱). واکاوی مطالعات مدیریت منابع آب در ایران و جهان، نشریه جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۱(۴۲)، ۲۷۱-۲۵۱. magiran.com/p2503375

صفوی، حمید رضا، کلانتری، محمد، و حداد، امید بزرگ. (۱۳۹۹). مدیریت تلفیقی منابع آب سطحی و زیرزمینی با استفاده از الگوریتم جفت گیری زنبور عسل. مهندسی عمران، ۳۴.۲ (۲۰۱)، ۱۳۱-۱۲۱.

<https://doi.org/10.24200/j30.2018.2188.2130>

طاهرآبادی، فائزه، معتمد، محمد، و خالدیان، محمدرضا. (۱۳۹۶). تحلیل موانع و مشکلات مدیریت آب کشاورزی

در دستیابی به توسعه پایدار مورد: شهرستان های کنگاور و صحنه در استان کرمانشاه، فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی، ۵(۱۷)، ۵۷-۷۰.

<https://doi.org/10.18869/acadpub.serid.5.17.57>

نخلی، سید رضا، و باستانی، مهدی. (۱۴۰۴). تحلیل راهبردی تامین امنیت غذایی ایران با تاکید بر تولید داخلی محصولات کشاورزی، فصلنامه اقتصاد دفاع و توسعه پایدار، ۱۰(۳۵)، ۲۹-۵۹.

<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.30607531.1404.10.35.2.6>

نه بندانی، علیرضا، سعادت، مجتبی، گودرزی، مهدی، و سلطانی، افشین. (۱۴۰۰). تاثیر تغییر اقلیم بر امنیت غذایی ایران: پیش بینی پتانسیل عملکرد و تولید گیاهان زراعی استراتژیک کشور با استفاده از مدل SSM-iCrop2. به زراعی کشاورزی (مجله کشاورزی پردیس ابوریحان)، ۲۳(۴)، ۸۷۱-۸۸۲.

<https://sid.ir/paper/1059236/fa>

Asaadi, M. A., Mortazavi, S. A., Zamani, O., Najafi, G., Yusaf, T., & Hoseini, S. S. (2019). The Impacts of Water Pricing and Non-Pricing Policies on Sustainable Water Resources Management: A Case of Ghorveh Plain at Kurdistan Province, Iran. *Energies*, 12(14), 2667.

<https://doi.org/10.3390/en12142667>

Ball, B. C., Hargreaves, P., & Watson, C. A. (2017). A Framework of Connections Between Soil and People Can Help Improve Sustainability of the Food System and Soil Functions. *Ambio*, 47(3), 269-283. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-0965-z>

Bilali, H. El, Callenius, C., Strassner, C., & Probst, L. (2018). Food and Nutrition Security and Sustainability Transitions in Food Systems. *Food and Energy Security*, 8(2), e00154. <https://doi.org/10.1002/fes3.154>

Bíziková, L., Jungcurt, S., McDougal, K., & Tyler, S. (2020). How Can Agricultural Interventions Enhance Contribution to Food Security and SDG 2.1?, *Global Food Security*, 26, 100450. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100450>

Breeman, G. E., Dijkman, J., & Termeer, C. J. A. M. (2015). Enhancing Food Security Through a Multi-Stakeholder Process: The Global Agenda for Sustainable Livestock. *Food Security*, 7(3), 597-609. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0430-4>

- Indardi, & Nugroho, R. B. (2021). Farmers' Motivation in Organic Rice Farming in Gempol Village, Karanganyar District, Klaten Regency. Paper presented at the International Conference on Agribusiness and Rural Development (IConARD 2020) at Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta, Indonesia, 232, 01026 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123201026>
- Iqbal, M. (2023). Member Perception of Cassava Farmer Group Performance in Sungai Buluh Utara Village, Batang Anai District, Padang Pariaman Regency. *Journal Agrisep Kajian Masalah Sosial Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 22(2), 447-466. <https://doi.org/10.31186/jagrisep.22.02.447-466>
- Jafari, L., Asadi, S., & Asgari, A. (2022). Temporal and Regional Shifts of Crop Species Diversity in Rainfed and Irrigated Cropland in Iran. *Plos One*, 17(3), e0264702. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264702>
- Jafaria, L., Asadi, S., & Asgari, A. (2021). Regional Shifts of Crop Species Diversity in Rainfed and Irrigated Cultivation in Iran. *Research Square*, 44(2), 174-182. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-520570/v1>
- Karandish, F., & Hoekstra, A. Y. (2017). Informing National Food and Water Security Policy Through Water Footprint Assessment: The Case of Iran. *Water*, 9(11), 831. <https://doi.org/10.3390/w9110831>
- Kc, B., Schultz, B., & Prasad, K. (2010). Water Management to Meet Present and Future Food Demand. *Irrigation and Drainage*, 60(3), 285-297. <https://doi.org/10.1002/ird.584>
- Khatri, D., Shrestha, K. K., Ojha, H., Paudel, G., Paudel, N. S., & Pain, A. (2016). Reframing Community Forest Governance for Food Security in Nepal. *Environmental Conservation*, 44(2), 174-182. <https://doi.org/10.1017/s0376892916000369>
- Kuchenbecker, J., Reinbott, A., Mtimuni, B., Krawinkel, M. B., & Jordan, I. (2017). Nutrition Education Improves Dietary Diversity of Children 6-23 Months at Community-Level: Results From a Cluster Randomized Controlled
- Carlile, R., Kessler, M. J., & Garnett, T. (2021). What Is Food Sovereignty?. *Tiny Beam Fund*, 24(1), 3-12. <https://doi.org/10.56661/f07b52cc>
- Chen, X., Cui, Z., Vitousek, P. M., Cassman, K. G., Matson, P. A., Bai, J., Meng, Q., Hou, P., Yue, S., Römhild, V., & Zhang, F. (2011). Integrated Soil-crop System Management for Food Security. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(16), 6399-6404. <https://doi.org/10.1073/pnas.110149108>
- Cheng, K., Fu, Q., Li, T., Jiang, Q., & Liu, W. (2015). Regional Food Security Risk Assessment Under the Coordinated Development of Water Resources. *Natural Hazards*, 78(1), 603-616. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1735-5>
- Dagunga, G. (2021). Conservation Agricultural Practices: Determinants and Effects on Soil Health for Sustainable Production in Northern Ghana. *Review of Agricultural and Applied Economics*, 24(1), 3-12. <https://doi.org/10.15414/raae.2021.24.01.03-12>
- El Baroudy, A. A., Ali, A. M., Mohamed, E. S., Moghanm, F. S., Shokr, M. S., Savin, I. Yu., Poddubsky, A., Ding, Z., S. Kheir, A. M., Aldosari, A., Elfadaly, A., Dokukin, P., & Lasaponara, R. (2020). Modeling Land Suitability for Rice Crop Using Remote Sensing and Soil Quality Indicators: The Case Study of the Nile Delta. *Sustainability*, 12(22), 9653. <https://doi.org/10.3390/su12229653>
- Fazeli-Nasab, B. (2015). The importance and role of indigenous and indigenous germplasm in food security and ways to prevent genetic erosion. *Technical Report*, 17(3), 174-182. <https://doi.org/10.13140/rg.2.1.4449.0727>
- Friedrichsen, C. N., Daroub, S. H., Monroe, M. C., Stepp, J. R., & Wani, S. P. (2018). Mental Models of Soil Management for Food Security in Peri-Urban India. *Urban Agriculture & Regional Food Systems*, 3(1), 1-9. <https://doi.org/10.2134/urbanag2017.08.0002>
- Huang, T., & Huang, Q. (2023). Research on Agricultural and Rural Public Governance and Sustainable Development: Evidence From 2350 Data. *Sustainability*, 15(10), 7876. <https://doi.org/10.3390/su15107876>

- Proceedings of the National Academy of Sciences, 118(25), e2024221118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2024221118>
- Oldfield, E. E., Bradford, M. A., & Wood, S. A. (2018). Global Meta-Analysis of the Relationship Between Soil Organic Matter and Crop Yields. *SOIL Discussions*, 2(2), 1–29. <https://doi.org/10.5194/soil-2018-21>
- Pirafzali Zefrehei, A. R., Kolahi, M., & Fisher, J. (2022). Ecological-Environmental Challenges and Restoration of Aquatic Ecosystems of the Middle-Eastern. *Scientific Reports*, 12, 17150. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21465-0>
- R, M. V., Ammal, U. B., & Dey, P. (2021). Influence of Soil Test Crop Response Based Organic Manure and Inorganic Fertilizers on Yield of Okra (*Abelmoschus Esculentus* L. Moench). *Journal of Natural Resource Conservation and Management*, 2(2), 110–113. <https://doi.org/10.51396/anrcm.2.2.2021.110-113>
- Rasul, G., & Sharma, B. (2015). The Nexus Approach to Water–energy–food Security: An Option for Adaptation to Climate Change. *Climate Policy*, 16(6), 682–702. <https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1029865>
- Rijsberman, F. R. (2006). Water scarcity: fact or fiction?. *Agricultural water management*, 80(1–3), 5–22. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.07.001>
- Ristić, L., Despotović, D., & Dimitrijević, M. (2020). Multifunctionality of Agriculture as a Significant Factor for Sustainable Rural Development of the Republic of Serbia. *Economic Themes*, 58(1), 23–38. <https://doi.org/10.2478/ethemes-2020-0002>
- Rojas, R. V., Achouri, M., Maroulis, J., & Caon, L. (2016). Healthy Soils: A Prerequisite for Sustainable Food Security. *Environmental Earth Sciences*, 75(3), 180. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-5099-7>
- Seidou, O., Maiga, F., Ringler, C., Kalčić, Š., & Ferrini, L. (2020). Challenges and Opportunities in the Operationalization of the Water-Environment-Energy-Food (WE2F) Nexus: Case Study of the Upper Niger Basin and Inner Niger Delta, West Africa. Presented at the 3rd International Trial in Malawi. *PLOS ONE*, 12(4), e0175216 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175216>
- Maroufpoor, S., Bozorg-Haddad, O., Maroufpoor, E., Gerbens-Leenes, P. W., Loáiciga, H. A., Savić, D., & Singh, V. P. (2021). Optimal Virtual Water Flows for Improved Food Security in Water-Scarce Countries. *Scientific Reports*, 11, 21027. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00500-6>
- McConville, J., Drangert, J.-O., Tidåker, P., Neset, T.-S., Rauch, S., Strid, I., & Tonderski, K. (2015). Closing the Food Loops: Guidelines and Criteria for Improving Nutrient Management. *Sustainability Science Practice and Policy*, 11(1), 33–43. <https://doi.org/10.1080/15487733.2015.11908144>
- Mesgaran, M. B., Madani, K., Hashemi, H., & Azadi, P. (2017). Iran's Land Suitability for Agriculture. *Scientific Reports*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08066-y>
- Mitra, B. K., Sharma, D., Kuyama, T., Pham, B. N., Tarekul Islam, G. M., & Mai Thao, P. T. (2020). Water-Energy-Food Nexus Perspective: Pathway for Sustainable Development Goals (SDGs) to Country Action in India. *Apn Science Bulletin*, 10(1), 258–275. <https://doi.org/10.30852/sb.2020.1067>
- Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., Bindraban, P., Hanjra, M. A., & Kijne, J. (2010). Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. *Agricultural water management*, 97(4), 528–535. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.03.023>
- Mugandani, R., Mwadzingeni, L., & Mafongoya, P. (2021). Contribution of Conservation Agriculture to Soil Security. *Sustainability*, 13(17), 9857. <https://doi.org/10.3390/su13179857>
- Nawaz, A., Farooq, M., Ul-Allah, S., Gogoi, N., Lal, R., & M. Siddique, K. H. (2020). Sustainable Soil Management for Food Security in South Asia. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21, 258–275. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00358-z>
- Noori, R., Maghrebi, M., Mirchi, A., Tang, Q., Bhattarai, R., Sadegh, M., Noury, M., Haghighi, A. T., Kløve, B., & Madani, K. (2021). Anthropogenic Depletion of Iran's Aquifers.

- Wu, Q., Guan, X., Zhang, J., & Xu, Y. (2019). The Role of Rural Infrastructure in Reducing Production Costs and Promoting Resource-Conserving Agriculture. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(18), 3493. <https://doi.org/10.3390/ijerph16183493>
- Xia, L., He, J., Zhang, F., Shen, Q., Wu, J., Young, I. M., O'Donnell, A. G., Wang, L., Wang, E., Hill, J. E., & Chen, D. (2020). Healthy Soils for Sustainable Food Production and Environmental Quality. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 7(3), 352–358. <https://doi.org/10.15302/j-fase-2020339>
- Yadav, S. L., Birla, D., Inwati, D. K., Yadav, M., Yadav, I. R., Makwana, S. N., Lakshman, & Papnai, N. (2023). Impact of Agrochemicals on Soil Biota and Ways to Mitigate It: A Review. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(5), 202–215. <https://doi.org/10.9734/ijeccc/2023/v13i51779>

پی‌نوشت‌ها

- 1- Food and Agriculture Organization
- 2- Water Energy and Food Nexus
- 3- WEAP
- 4- Causal Loops Diagrams
- 5- Stock & Flow
- 6- Vensim
- 7- Availability
- 8- Accessibility
- 9- Stability
- 10- Utilization
- 11- Flow parameters
- 12- Stock parameters
- 13- FAO Food Systems Model
- 14- Global Agro-ecological Zones
- 15- The Organisation for Economic Co-operation and Development
- 16- Auxiliary
- 17- Global Food Security Index
- 18- Water-Food Nexus Models

- Conference on Water-Energy-Food Nexus (WEF 2020). at Sapienza University of Rome, Rome, Italy. 183, 02001 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202018302001>
- Shams, A. K., & Muhammad, N. S. (2021). Toward Sustainable Water Resources Management: Critical Assessment on the Implementation of Integrated Water Resources Management and Water-energy-food Nexus in Afghanistan. *Water Policy*, 23(4), 825–848. <https://doi.org/10.2166/wp.2021.072>
- Shojaei-Miandoragh, M., Bijani, M., & Abbasi, E. (2019). Farmers' Resilience Behaviour in the Face of Water Scarcity in the Eastern Part of Lake Urmia, Iran: An Environmental Psychological Analysis. *Water and Environment Journal*, 33(4), 613–622. <https://doi.org/10.1111/wej.12489>
- Sumsion, R. M., June, H. M., & Cope, M. R. (2023). Measuring Food Insecurity: The Problem With Semantics. *Foos*, 12(9), 1816. <https://doi.org/10.3390/foods12091816>
- Tan, W., Zhang, Y., He, X.-S., Xi, B., Gao, R., Mao, X., Huang, C., Zhang, H., Li, D., Liang, Q., Cui, D., & Alshawabkeh, A. N. (2016). Distribution Patterns of Phthalic Acid Esters in Soil Particle-Size Fractions Determine Biouptake in Soil-Cereal Crop Systems. *Scientific Reports*, (6), 31987. <https://doi.org/10.1038/srep31987>
- Upton, J., Cissé, J. D., & Barrett, C. (2016). Food Security as Resilience: Reconciling Definition and Measurement. *Agricultural Economics*, 47(S1), 135–147. <https://doi.org/10.1111/agec.12305>