



تحلیلی بر همپوندی مولفه‌های امنیت غذایی و آبی در بخش کشاورزی

چکیده

امنیت غذایی یکی از چالش‌های توسعه در سراسر جهان است. چالشی که باید با سرمایه گذاری در کشاورزی، کاهش فقر و جلوگیری از تخریب منابع به آن رسیدگی شود تا همه مردم بتوانند به غذای مورد نیاز خود دسترسی داشته باشند. هدف اصلی این تحقیق شناسایی و بررسی اثرات متقابل مولفه‌های اصلی امنیت غذایی و آبی و میزان تعامل آنها است. پژوهش از لحاظ گونه‌شناسی در گروه مطالعات کاربردی، غیرآزمایشی و پیمایشی می‌باشد. نمونه مورد مطالعه شامل ۱۵ نفر از متخصصان حوزه امنیت غذایی و آبی بودند که به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. ابزار جمع‌آوری داده‌ها پرسشنامه بود. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از تکنیک دیمتل DEMATEL استفاده گردید. نتایج این تحقیق نشان داد مولفه پایداری یا تداوم دسترسی به آب بیشترین اثرگذاری را بر روی سایر مولفه‌ها داشته و مولفه مصرف غذا از کمترین اثرگذاری بر روی سایر مولفه‌ها برخوردار بوده است. همچنین، مولفه فراهمی غذا اثرپذیرترین و مولفه توان اقتصادی تامین آب دارای کمترین میزان اثرپذیری از سایر مولفه‌های مورد پژوهش بودند. این مطالعه نشان داد که تداوم دسترسی به غذا / پایداری در بین مولفه‌های نه گانه از دیدگاه خبرگان دارای بیشترین اهمیت برای بهبود امنیت غذایی می‌باشد. بنابراین، بکارگیری روشهای مدیریت استفاده از آب خصوصا در بخش کشاورزی که بیشترین تولید کننده غذا و بیشترین مصرف کننده آب است، موجب حفظ منابع آبی می‌شود. وجود این ماده حیاتی باعث افزایش تولید در بخش کشاورزی شده، که این افزایش تولید، دسترسی مداوم خانوارها به غذا را افزایش داده و باعث ارتقاء امنیت غذایی در بلند مدت می‌شود.

واژگان کلیدی: ارتباط آب و غذا، تامین غذا، تغییر اقلیم، کمبود آب

مقدمه

امنیت غذایی به معنای توانایی دسترسی افراد به منابع غذایی است که نیازهای غذایی و ترجیحات آنها را برای زندگی فعال و سالم روزانه تامین می‌کند (Wisdom et al., 2022). در دهه گذشته، رشد جمعیت امنیت غذایی را به چالش کشیده است. طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی، گرسنگی بیش از ۱۰ درصد از جمعیت جهان را در سال ۲۰۲۱ تحت تأثیر قرار داده است (Galappaththi et al., 2024). امنیت غذایی جهانی نه تنها به دلیل رشد جمعیت، بلکه به دلیل بی‌ثباتی اقتصادی، توزیع نابرابر منابع و عوامل استرس‌زای محیطی تضعیف شده است (Fox et al., 2020). تغییر اقلیم یکی از مهم‌ترین عوامل استرس‌زای محیطی مرتبط با امنیت غذایی است، زیرا تولید و زنجیره تامین مواد غذایی را مختل می‌کند (Freduah et al., 2017). تأثیرات تغییرات آب و هوایی بر امنیت غذایی در مناطق مختلف متفاوت است، با توجه به فراوانی و شدت فزاینده رویدادهای آب‌وهوایی شدید مانند خشکسالی، سیل، طوفان، بالا آمدن سطح دریا و تغییر در الگوهای بارش (Mirzabaev et al., 2023)، مناطق خشک و نیمه خشک مستعد رویدادهای شدید آب‌وهوایی هستند و بنابراین، جوامع در این مناطق به طور مستقیم و غیرمستقیم تحت تأثیر مسائل امنیت غذایی ناشی از تغییرات آب و هوایی قرار دارند. امنیت غذایی و آب برای توسعه پایدار، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک،

بسیار حیاتی است. با این حال، تغییرات اقلیمی ناشی از فعالیت‌های انسانی و همچنین تغییر کاربری و پوشش زمین، اغلب منجر به مبادله بین عملکرد تولید محصول و خدمات مرتبط با آب می‌شود که تهدیدی برای امنیت غذایی ایجاد می‌کند (Ma et al., 2023). آب منبع اصلی انرژی برای رشد گیاهان، بقای انسان و توسعه جوامع است که خدمات ضروری اکوسیستم را نیز ارائه می‌دهد (Lin et al., 2021). با این حال، طی دهه‌های گذشته و به واسطه توسعه سریع اقتصادی و گسترش مداخلات انسانی، تغییرات آب و هوایی شدت یافته و فشار قابل توجهی بر منابع آبی وارد کرده است (Chung et al., 2022). این موضوع به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک جهان از جمله ایران تهدید جدی برای توسعه کشاورزی شده و نگرانی‌های زیادی را برای تحقق امنیت غذایی برانگیخته است (Gerten et al., 2020). در نتیجه، حفاظت و استفاده اصولی از منابع آبی در این مناطق برای توسعه امنیت غذایی و آبی بسیار مهم است. همچنین ایجاد همپوندی در عرصه مدیریت آب و تولیدات کشاورزی موجب بهره‌برداری بهینه از منابع تولید خواهد شد (Wang et al., 2021). بنابراین، همپوندی امنیت آبی و غذایی از الزامات و ارکان اصلی تحقق توسعه پایدار جوامع و ادامه حیات آنهاست.

در سال‌های اخیر، به دلیل گرم شدن کره زمین و افزایش دما، مناطق خشک در حال گسترش بوده‌اند. انتظار می‌رود این گسترش با تشدید بیشتر خشکسالی افزایش یابد (Wang et al., 2021). امنیت غذایی و آبی تحت تأثیر عوامل متعددی قرار گرفته است. رشد جمعیت و توسعه اقتصادی از یک سو باعث افزایش تقاضا برای غذا شده است (Ma et al., 2023)، و از سوی دیگر، گسترش زمین‌های زیرکشت در مناطق خشک عمدتاً در مناطقی که منابع آب محدود است، رخ داده است (Cai et al., 2022). همچنین، تغییرات پوشش گیاهی در مقیاس وسیع، افزایش دما و پراکنش الگوهای بارندگی، کوچک شدن و ذوب شدن یخچال‌های طبیعی، امنیت غذایی و آبی را تهدید کرده است (Iortyom & Kargbo, 2023). کشاورزی بیش از هر حوزه دیگری از فعالیت‌های انسانی آب مصرف می‌کند (۷۰ درصد) (Ingrao et al., 2023). بر اساس مطالعات شبکه بین‌المللی مشارکت جهانی آب، برای تولید غذای کافی برای یک نفر در یک روز، حدود ۳۰۰۰ لیتر آب یا حدود یک لیتر برای هر کالری نیاز است. این رقم زمانی که با دو تا پنج لیتر آب مورد نیاز برای آشامیدن مقایسه می‌شود، اهمیت آب برای تولید و تأمین امنیت غذایی را به وضوح نشان می‌دهد. آب مصرفی هر فرد در روز نزدیک به چهار لیتر است، اما برای تولید غذای روزانه هر فرد، ۲۰۰۰ لیتر آب - ۵۰۰ برابر بیشتر - لازم است. به عنوان مثال، آب مصرفی برای تولید گوشت گاو ۱۱ برابر بیشتر از گوشت خوک یا طیور است (Eshel et al., 2014). این موضوع به قدری حائز اهمیت است که سازمان‌های جهانی مانند سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد، آغاز به معرفی و ارائه معیارهای جدید برای اندازه‌گیری و سنجش محصولات تولیدی بخش کشاورزی بر اساس مقدار آب مصرفی کرده‌اند (FAO, 2023).

امنیت غذایی در ایران و جهان به واسطه تهدیدات محیطی، از جمله کم‌آبی و تغییر اقلیم، که تأثیر منفی بر تولید در بخش کشاورزی دارد، به چالشی جدی برای جوامع بشری تبدیل شده است (Pickson et al., 2023). بسیاری از محققان بر این باورند که امنیت غذایی به‌طور مستقیم وابسته به فعالیت‌های بشری است، به‌ویژه بهره‌برداری بی‌رویه از منابع طبیعی که منجر به کاهش تولیدات کشاورزی، کمبود آب، کاهش سطح زیرکشت (Alefi et al., 2018)، افزایش میانگین دما و کاهش میانگین بارش‌ها می‌شود (Mahmoodi & Parhizkari, 2016). این در حالی است که عمده غذای بشر (بیش از ۹۵ درصد) از تولید محصولات کشاورزی و منابع محیطی به دست می‌آید (Rojas et al., 2016)، که به وضوح نقش کلیدی کشاورزی در تولید غذا و تأمین امنیت غذایی را نشان می‌دهد. با این وجود، چالش‌های جهانی مهمی همچون بحران آب، تغییرات اقلیمی، و اثرات مخرب صنعت و فناوری، به‌ویژه تغییرات الگوی زندگی، باعث شده‌اند تا حتی حفظ تولیدات کشاورزی در سطح ملی و جهانی در بازه‌های زمانی طولانی‌مدت، با ابهام روبه‌رو شود (Khader et al., 2019). آثار شدید تغییر اقلیم، به‌ویژه به دلیل فعالیت‌های انسانی و انتشار مداوم گازهای گلخانه‌ای

(Birch, 2014)، موجب شده است که میلیاردها نفر، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، با کمبود جدی آب و ناامنی غذایی مواجه شوند (Leal Filho et al., 2021). شوک‌های اقلیمی نگرانی‌ها در مورد کاهش تولیدات کشاورزی را افزایش داده و تأثیرات منفی بر درآمد کشاورزان و امنیت غذایی خانوارها گذاشته است (Ngoma et al., 2024). درآمد خانوارهای کشاورزی بیشتر به بخش کشاورزی وابسته است، در حالی که کم‌آبی تولیدات این بخش را مختل کرده و بر عرضه محصولات تأثیر منفی می‌گذارد (Borowski, 2022). بخش کشاورزی در کشورهای در حال توسعه یکی از محرک‌های مهم رشد اقتصادی است، زیرا به درآمد، تجارت و امنیت غذایی خانوار کمک می‌کند. علی‌رغم اهمیت آن، کاهش تولید ناشی از کم‌آبی در این بخش در بسیاری از نقاط جهان به‌وضوح قابل مشاهده است (Liu et al., 2015). کمبود آب چالش عمده بسیاری از کشورها است و بنابراین توجه به مسئله امنیت آبی می‌تواند به حل مشکل امنیت غذایی منجر شود (Chen et al., 2023). ایران نیز از این چالش‌ها مستثنی نبوده و آثار آن در بسیاری از مناطق، به‌ویژه در قالب خشکسالی، تغییر اقلیم، کاهش منابع آبی و کاهش تولید در بخش کشاورزی نمایان شده است. مطالعات در استان‌های غربی، از جمله لرستان، نشان می‌دهد که این استان در معرض خشکسالی شدید قرار دارد (Hosseini et al., 2015; Montazeri et al., 2020). در این راستا، نتایج مطالعات نشان می‌دهند که کاهش طول فصل رشد و افزایش تعداد روزهای یخبندان (Joudaki et al., 2023) و کم‌آبی ناشی از تغییر اقلیم و خشکسالی (Maleknia et al., 2017)، از یک سو و افزایش شهرنشینی، افزایش قیمت نهاده‌ها، فشار بر منابع آب و افزایش آسیب‌پذیری محصولات کشاورزی و دام در برابر تغییرات آب و هوایی (Frone & Frone, 2015)، از سوی دیگر، افزایش ۷۰ درصدی تقاضای غذا برای جمعیت رو به رشد و زیرساخت‌های ناکافی (Rahbardehghan et al., 2021) به شدت تولیدات بخش کشاورزی در کشورهای در حال توسعه را کاهش داده و امنیت غذایی را به چالش کشانده است (Ngoma et al., 2024).

مباحث ذکر شده بیشتر بر بعد فراهمی در بخش امنیت آبی و غذایی پرداخته است، اما امنیت غذایی به عواملی مانند توان مالی، انتخاب و خرید مواد غذایی خانوار نیز بستگی دارد. برای دستیابی به امنیت غذایی در سطح خانوار شرایط مختلف اقتصادی به ویژه درآمد و قیمت مواد غذایی بسیار موثر است چرا که افزایش درآمد، قدرت خرید خانوار را افزایش و تنوع و کیفیت رژیم غذایی را بهبود می‌بخشد (Rahimi Moghadam et al., 2014). از طرفی دیگر بازارهای غیردائمی (فصلی، هفتگی و روزانه) نقش بسیار پراهمیتی برای دسترسی خانوارها دارد، بازارهای محلی، مکانی برای رفع نیازهای اقتصادی اقشار مختلف مردم به ویژه روستاییان است. اغلب روستاییان سعی می‌کنند محصولات خود را در زمان بازار به فروش برسانند و مایحتاج خود را نیز در همین محدوده زمانی بخرند. فروش محصولات در این بازارها از جهات بسیاری می‌تواند به سود کشاورزان و سایر شرکت کنندگان در آن باشد (Ghadiri Masoum et al., 2016). همچنین نیروی کار خانوار نشانگر منبع سرمایه انسانی خانوار در فعالیت‌های اقتصادی است. با افزایش نیروی کار خانوار، میزان درآمد کل خانوار افزایش می‌یابد و تأمین غذا بهبود می‌یابد. بنابراین، خانوارهایی که علاوه بر شغل کشاورزی منبع درآمد دیگری داشته باشند دسترسی بیشتری به غذا دارند (Rahimi Moghadam et al., 2014). بسیاری از کشاورزان به منظور افزایش عملکرد مزرعه از سموم، علف‌کش‌ها و کودهای شیمیایی به شکل بی‌رویه استفاده می‌کنند که این نه تنها یک رژیم غذایی ناپایدار (مصرف کمتر و بیش از حد) است بلکه آسیب‌های زیست محیطی آن آینده امنیت غذایی و آبی را تهدید می‌کند. بنابراین، کشاورزان با تجربه می‌توانند با اتخاذ تصمیم‌های درست مدیریتی، مانند استفاده از روش‌های نوین کشاورزی احتمال قرار گرفتن در گروه‌های مصرف مواد غذایی فقیر و مرزی را کاهش داده و آسیب کمتری به منابع تولید وارد کنند (Acheampong et al., 2022). سطح تحصيلات از دیگر عواملی است که احتمال قرار گرفتن در گروه مصرف مواد غذایی فقیر و مرزی را کاهش داده اما احتمال قرار گرفتن در گروه مصرف مواد غذایی قابل قبول را افزایش می‌دهد (Melketo, 2023). این امکان وجود دارد که در

میان جوامعی که در آنها غذای کافی برای برآوردن نیازهای غذایی وجود ندارد، آموزش بتواند کمیت و کیفیت رژیم غذایی را بهبود بخشد (Ngema et al., 2018). زیرا آموزش دادن با افزایش سطح آگاهی از نیازهای تغذیه‌ای، باعث اصلاح الگوهای غذایی با توجه به کمبود منابع آبی می‌شود.

کمبود منابع آب در ایران یکی از چالش‌های عمده‌ی امنیت غذایی در آینده می‌باشد. از یک طرف کمبود بارندگی فصلی می‌تواند دسترسی به آب را محدود و از طرف دیگر سیل‌های نا بهنگام باعث کاهش کیفیت آب شده که این عوامل آینده امنیت آبی و به دنبال آن امنیت غذایی را مختل می‌کند (Young et al., 2021). بنابراین توجه دولت روی منابع آبی می‌تواند تا حدودی مانع افزایش این موانع امنیتی شود زیرا کم آبی کشاورزان را به منظور تامین نیازهای آبی به سمت روشهای مصرف ناپایدار، با از بین بردن اکوسیستم‌ها و تخریب منابع پایه سوق می‌دهد (Hanjra & Qureshi, 2010). این عوامل باعث از دست رفتن منابع تولید شده که این خود باعث نگرانی کشاورزان و از دست دادن شغل و افزایش هزینه‌هایی برای جبران خسارات وارده به بخش کشاورزی شده است بنابراین، استفاده از بیمه بلایای طبیعی، تخصیص یارانه به نهاده‌های بخش کشاورزی اصولاً به منظور حمایت از تولید کننده و کاهش هزینه تولید و تامین امنیت غذایی انجام می‌گیرد (Kashiri Kalaei, 2017).

با جمع‌بندی مطالعات در حوزه امنیت غذایی و آبی می‌توان استنباط کرد که امنیت غذایی به طور اجتناب ناپذیری در گرو امنیت آبی است. از سوی دیگر، تولید مواد غذایی، بهره‌وری، عملکرد بخش کشاورزی، واردات و صادرات، درآمد ملی و قیمت‌ها در سطح کلان تابعی از میزان و نرخ رشد جمعیت است. با حمایت از تولید محصولات کشاورزی و اصلاح سیاست‌گذاری‌های دولت در حوزه کشاورزی و صنعتی، می‌توان شرایط لازم برای تحقق امنیت پایدار غذایی را فراهم نمود. همچنین، بهترین راهکار افزایش تولیدات بخش کشاورزی، با توجه به محدودیت در افزایش سطح زیرکشت، افزایش عملکرد در واحد سطح است. بنابراین، تولید بیشتر با آب کمتر، ساده‌ترین و کم هزینه‌ترین راه تامین امنیت غذایی محسوب می‌شود. صرفه‌جویی در مصرف آب در تمام مراحل زنجیره تامین، از تولید تا مصرف، به منظور حصول اطمینان از بهره‌وری آب ضروری است. همواره بحث امنیت در ابعاد گسترده به عنوان بنیادی‌ترین حقوق بشر مورد توجه همه جوامع بین‌الملل بوده است. این مهم در مواجهه با جمعیت رو به رشد کنونی و تشدید بهره‌برداری از ذخایر محدود و تجدیدنپذیر، به صورت خاص در دو بعد امنیت آبی و غذایی، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. بخش کشاورزی مهم‌ترین بخش تولید کننده غذا است و سهم بزرگی در مصرف آب دارد و کمبود منابع آب شیرین یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های پیش‌روی جوامع در حال توسعه است. رشد جمعیت، توسعه صنعتی و پیدایش وسیع فناوری‌های نوین منجر به افزایش تقاضای آب برای مصارف شهری، کشاورزی و صنعتی شده و رقابت بر سر تخصیص منابع محدود آب را تشدید می‌کند. در نتیجه باید تعادل و توازن بین جریان برداشت و بهره‌برداری از آب و میزان بهره‌وری ایجاد شود. بهره‌برداری ناکارا از منابع آب، سبب تهی شدن ذخایر آبی، تضعیف توسعه اقتصادی شده و در نهایت به تهدیدی جدی برای امنیت بلندمدت غذایی تبدیل می‌شود. با توجه به اهمیت موضوع، این مطالعه بدنبال بررسی چگونگی برهمکنش میان مولفه‌های اصلی امنیت غذایی و آبی از دیدگاه خبرگان است تا بتواند به اتخاذ سیاست‌ها و تصمیم‌گیری بهتر نزد مدیران و سیاست‌گزاران این حوزه کمک نماید. بر همین اساس سوال اصلی این تحقیق این است که اثرگذارترین و اثرپذیرترین مولفه امنیت آبی و غذایی کدامند؟ و هر یک از این مولفه‌ها چگونه و با کدامیک از دیگر مولفه‌ها در ارتباط هستند؟

مواد و روش‌ها

این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی از لحاظ میزان و درجه کنترل متغیرها غیرآزمایشی، از نظر تحلیل داده‌ها توصیفی-همبستگی و از لحاظ نحوه جمع‌آوری داده‌ها، پیمایشی است. همچنین، دیدگاه کلی حاکم بر این پژوهش با توجه به ماهیت و نوع پژوهش، کمی است. ابزار جمع‌آوری داده‌ها پرسشنامه‌ای بود که روایی آن توسط گروهی شامل اعضای هیأت علمی دانشگاه تهران (گروه مدیریت و توسعه کشاورزی) و کارشناسان بخش اجرا تایید گردید. جامعه آماری پژوهش شامل ۱۵ نفر از خبرگان و اعضای هیأت علمی مراکز آموزشی و پژوهش کشاورزی در حوزه امنیت غذایی و آبی بود که از طریق نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند مولفه‌های کلیدی مورد بررسی در این تحقیق شامل چهار مولفه امنیت غذایی شامل دسترسی (فیزیکی و اقتصادی)، فراهمی، پایداری و مصرف؛ و چهار مولفه امنیت آبی شامل فراهمی، توان اقتصادی تامین آب، دسترسی فیزیکی، تداوم دسترسی به آب، بود که از طریق مرور پیشینه تحقیق و بررسی مبانی نظری و نظر خبرگان بدست آمدند (جدول ۱). برای تحلیل اثر مولفه‌ها از روش DEMATEL با استفاده از نرم‌افزار Excle استفاده شد.

Table 1- The main components of food and water security

Component
Economic access to food (EAF)
Physical access to food (PAF)
Availability of food (AF)
Food consumption (FC)
Continuity of access to food (stability) (SF)
Availability or adequacy of water resources (AW)
Physical access to water sources (PAW)
Sustainability or continuity of access to water (SW)
The economic power of water supply (EW)

Source: The research findings

روش دیمتل^۱ توسط فونتلا و گابوس در سال ۱۹۷۱ برای حل مسائل پیچیده ارائه گردید. این روش مبتنی بر تئوری دیاگراف است که می‌تواند عوامل دخیل در یک مسئله را به دو گروه علت و معلول تفکیک نماید. این دیاگراف‌ها رابطه و وابستگی میان مولفه‌ها را به تصویر می‌کشند. به طوری که اعداد روی هر دیاگراف، بیانگر شدت تأثیر یک مولفه بر مولفه دیگر است. هدف روش دیمتل شناسایی الگوی روابط علی میان مولفه‌ها است. این روش شدت روابط را مورد بررسی قرار داده، بازخورها توأم با اهمیت آنها را نشان داده و روابط غیرمستقیم را نیز می‌پذیرد و مورد تحلیل قرار می‌دهد (Jalilibal & Bozorgi-Amiri, 2022). از آنجایی که این روش می‌تواند ارتباطات متقابل بین مجموعه وسیعی از مولفه‌ها را به روشنی بیان کند و متخصصان را قادر می‌سازد با تسلط بیشتری به بیان نظرات خود در رابطه با اثرات (جهت و شدت اثرات) میان مولفه‌ها بپردازند، نسبت به سایر روش‌ها از مزیت برخوردار است. مراحل انجام این روش شامل گام‌های زیر است:

گام اول: تشکیل ماتریس روابط مستقیم: (M') این ماتریس حاصل میانگین نظرات خبرگان است.

گام دوم: نرمال‌سازی ماتریس روابط مستقیم. از طریق معادلات (۱) و (۲) ماتریس نرمال شده بدست می‌آید.

$$M = a. M' \quad (1)$$

$$a = \frac{1}{\text{Max}} \sum_{j=1}^n M'_{ij} \quad (۲)$$

که در اینجا M ماتریس نرمال، M' همان ماتریس اولیه، M'_{ij} مربوط به اعداد سطر ستون i ام و ستون j ام و a معکوس بیشترین مجموع سطر و ستون است.

گام سوم: محاسبه ماتریس روابط کل با استفاده از معادله (۳).

$$T = M(I - M)^{-1} \quad (۳)$$

که در آن T ماتریس کل، M ماتریس نرمال، I ماتریس واحد می باشد.

گام چهارم: ترسیم نمودار علی و تحلیل روابط: حاصل جمع سطری (R) برای هر مولفه نشانگر میزان تأثیرگذاری آن مولفه بر سایر مولفه های سیستم است (میزان تأثیرگذاری مولفه ها)، حاصل جمع ستونی (J) برای هر مولفه نشانگر میزان تأثیرپذیری آن مولفه از سایر مولفه های سیستم است (میزان تأثیرپذیری مولفه ها). بردار افقی ($R+J$) میزان تأثیر و تأثر مولفه مورد نظر در سیستم است. به عبارت دیگر هر چه قدر مقدار ($R+J$) مولفه ای بیشتر باشد، آن مولفه تعامل بیشتری با سایر مولفه های سیستم دارد. بردار عمودی ($R-J$) قدرت تأثیرگذاری هر مولفه را نشان می دهد. بطور کلی اگر ($R-J$) مثبت باشد، مولفه یک مولفه علی محسوب می شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می شود. در نهایت یک دستگاه مختصات دکارتی تشکیل می شود. در این دستگاه محور طولی ($R+J$) و محور عرضی ($R-J$) می باشد. موقعیت هر مولفه با نقطه ای به مختصات ($R-J$; $R+J$) در دستگاه معین می شود. به این ترتیب یک نمودار گرافیکی نیز بدست آمد. نحوه امتیازدهی به هر یک از مولفه ها به شکل جدول ۲ می باشد.

Table (2): Scoring spectrum in the DEMATEL method

Very high impact	High impact	Low impact	Very little impact	No effect
4	3	2	1	0

یافته ها

ویژگی های جمعیت شناختی پاسخگویان در جدول (۳) نشان می دهد که اکثر پاسخگویان را اعضای هیات علمی دانشگاه و کارشناسان کشاورزی تشکیل داده اند. این نشان می دهد پاسخگویان از تخصص لازم در زمینه امنیت غذایی و آبی برخوردارند، همچنین، میانگین سابقه فعالیت در حوزه امنیت غذایی پاسخگویان ۸/۸۳ سال و در حوزه امنیت آبی ۷/۷۳ سال می باشد که داشتن این تخصص در این زمینه به افراد کمک می کند قبل از انجام هر اقدام واکنشی پیامدهای ناشی از آن را پیش بینی کنند.

Table (3): Demographic characteristics of the respondents

Expertise in food	Expertise in the field of water	Experience in the field of water (years)	Experience in the field of food (years)	Current job history (years)	age	Service organization	job	field of study	education	gender	variable Row
-	Water management	-	-	15	48	University of Tehran	Academic staff	Agricultural economics	PHD	man	1
Marketing, production	Sewage and sewage	15	10	25	50	Ministry of Agricultural Jihad	employee	agriculture	MA	man	2

n, planning											
Analysis of food safety guidelines	Water use behavior, drought, water conflict	1	0	23	47	Tarbiat Modares University	Academic staff	Promotion of agriculture	PHD	man	3
Tracking food systems, healthy food	Water footprint and resilience in drought conditions	4	0	12	42	University of Tehran	Academic staff	Promotion of agriculture	PHD	man	4
Food security at the national and university level	Optimizing and improving water efficiency	35	20	34	63	University of Tehran	Academic staff	Agricultural ecology	PHD	man	5
Food self-sufficiency, economic productivity	Virtual water, water economy	11	5	11	40	University of Tehran	Academic staff	Agricultural economics	Agricultural economics	man	6
-	Environment, water resources	-	-	1	22	Ministry of Agricultural Jihad	employee	Environment	BA	man	7
food security	Optimal allocation of water resources	4	3	13	47	University of Tehran	Academic staff	Agricultural economics	PHD	woman	8
food security	Water resources	3	3	22	66	University of Tehran	Academic staff	Agricultural economics	PHD	man	9
-	Groundwater	-	30	30	60	University of Tehran	Academic staff	Water engineering	PHD	man	10
food safety	Water scarcity and climate change	7	3	11	40	University of Tehran	Academic staff	Promotion of agriculture	PHD	man	11
food security	Dehydration and drought	5	5	24	54	Lorestan University	Academic staff	Promotion of agriculture	PHD	man	12
Food marketing and packaging	-	0	18	21	53	Ministry of Agricultural Jihad	employee	Food industry	MA	man	13
Food production and marketing	Irrigation, water channels	7	12	24	49	Ministry of Agricultural Jihad	employee	Agriculture	MA	man	14
Production of strategic products	Climate change, drought	10	10	10	43	Agricultural jihad of Lorestan	employee	Agriculture	PHD	woman	15
		7.73	8.83	17.56	47.55	average	Central and dispersion statistics				
		8.37	8.71	8.70	10/95	standard deviation					

Source: The research findings

این پژوهش در پی بررسی اثرگذاری مولفه‌های امنیت غذایی و آبی است. با استفاده از یافته‌های پژوهش و جدول (۴) مشخص گردید که مولفه پایداری یا تداوم دسترسی به آب با بیشترین مجموع سطری (۹/۹۰۶) در بین سایر مولفه‌های امنیت غذایی و آبی بیشترین اثرگذاری را بر روی سایر مولفه‌ها دارد و مصرف غذا با کمترین مجموع سطری (۶/۸۹۸) کمترین اثرگذاری را بر روی سایر مولفه‌ها داراست. همچنین مشاهده گردید که مولفه فراهمی غذا با بیشترین مقدار ستونی (۹/۲۳۷) اثرپذیرترین و مولفه توان اقتصادی تامین آب با کمترین مقدار ستونی دارای کمترین (۷/۴۹۴) میزان اثرپذیری از سایر مولفه‌های پژوهش است. و نهایتاً مولفه‌ای که بیشترین ضریب وزنی را در بین سایر مولفه‌ها دارد و به عبارتی دارای بیشترین تاثیر و تاثر در کل سیستم است تداوم دسترسی به غذا/پایداری می‌باشد که مقدار J+R آن برابر ۱۷/۵۲۱ می‌باشد. به عبارت دیگر تداوم دسترسی به غذا/پایداری از دیدگاه خبرگان در بهبود امنیت غذایی در بین مولفه‌های ۹ گانه دارای بیشترین اهمیت می‌باشد. همچنین با مشاهده مقادیر J-R باید گفت که مولفه‌های دسترسی فیزیکی به غذا، فراهمی غذا، مصرف غذا و تداوم دسترسی به غذا مولفه‌های اثرپذیر در سیستم و مولفه‌های دسترسی اقتصادی به غذا، فراهمی یا موجودیت منابع آبی، دسترسی فیزیکی به منابع آب، پایداری یا تداوم دسترسی به آب و توان اقتصادی تامین آب مولفه‌های اثرگذار در سیستم هستند. در جدول (۴) روابط هر یک از مولفه‌های امنیت غذایی و آبی بیان شده است.

Table (4): The average matrix of experts' opinions (Scoring from 0 to 4)

M'	(EAF)	(PAF)	(AF)	(FC)	(SF)	(AW)	(PAW)	(SW)	(EW)	R	J	R+J	R-J
(EAF)	0	3.2	2.73	2.53	3.13	2.13	1.86	2.13	2.4	8.108	8.023	16.131	0.084
(PAF)	2.4	0	2.86	3.06	3.13	2.53	2.53	2.4	2.06	8.399	8.808	17.207	-0.409
(AF)	2.46	3.2	0	3.13	3	2.2	2.13	2.13	2.06	8.143	9.237	17.380	-1.094
(FC)	2.33	2.33	2.4	0	2.33	2	2	1.8	1.66	6.897	9.027	15.924	-2.130
(SF)	2.6	2.66	3.13	3	0	2.26	2.33	2.6	2.46	8.431	9.090	17.521	-0.660
(AW)	2.8	2.6	2.93	2.66	2.73	0	3	3.06	2.46	8.906	7.818	16.724	1.088
(PAW)	2.53	2.53	2.8	2.73	2.73	2.46	0	2.46	2.6	8.380	7.935	16.316	0.445
(SW)	2.06	2.6	3.26	2.73	3	3.06	3.33	0	2.8	9.128	7.861	16.989	1.267
(EW)	2.66	2.86	3.13	2.66	2.73	2.73	2.53	2.93	0	8.904	7.494	16.398	1.410

Source: The research findings

به منظور طراحی نقشه شبکه روابط بین مولفه‌های اصلی امنیت غذایی و آبی از رابطه (۳) که نمایانگر روابط مستقیم و غیر مستقیم بین مولفه‌هاست استفاده شده است. جهت تعیین شبکه روابط باید ارزش آستانه محاسبه شود برای محاسبه مقدار آستانه روابط کافی است تا میانگین مقادیر ماتریس T محاسبه شود. حد بالای میانگین به عنوان حد آستانه در نظر گرفته شد که مقدار آن ۰/۹۵۲ می‌باشد. بعد از تعیین حد آستانه مقادیر ماتریس کل حاصل از، رابطه (۳)، تنها مقادیری که مقدار آنها بزرگتر از مقدار آستانه باشد در دیگرام نمایش داده شد شکل (۱). ماتریس (۵) میزان اثرگذاری و اثرپذیری مولفه‌ها را نشان داده است.

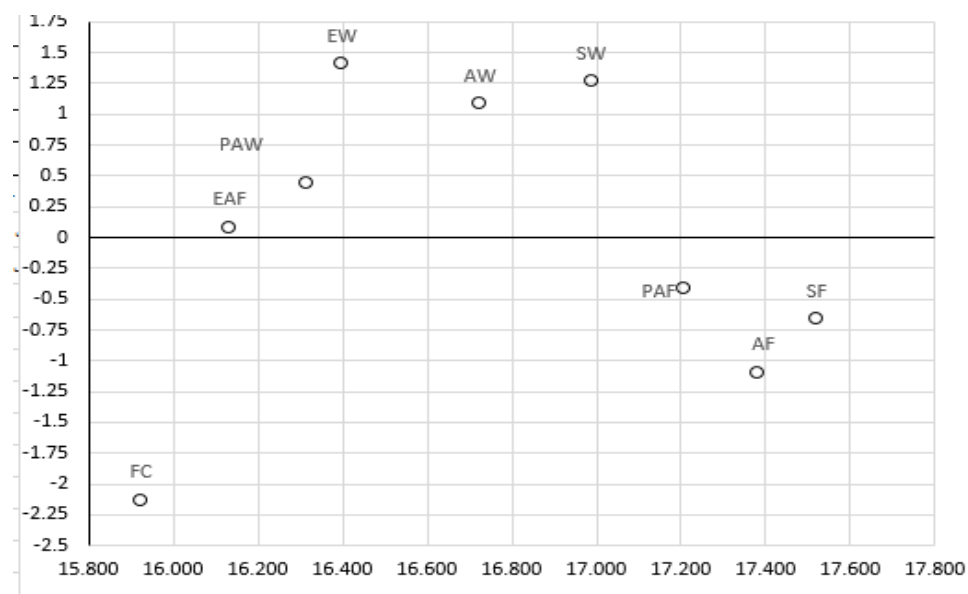


Figure (1) Determining the location of the main components of food and water security (source: realization findings)

Table (5): The mutual effects of the main components of food and water security

Relationships	(EAF)	(PAF)	(AF)	(FC)	(SF)	(AW)	(PAW)	(SW)	(EW)
(EAF)		0.979	1.004	0.978	1.004				
(PAF)			1.041	1.027	1.035				
(AF)		0.982		1.002	1.003				
(FC)									
(SF)		0.994	1.053	1.028					
(AW)	0.965	1.042	1.100	1.068	1.077		0.963	0.957	
(PAW)		0.984	1.037	1.013	1.020				
(SW)	0.961	1.066	1.136	1.095	1.110	0.974	0.996		
(EW)	0.960	1.051	1.106	1.068	1.077			0.952	

Source: The research findings

بر اساس یافته‌های حاصل از روابط بین مولفه‌های امنیت غذایی و آبی مدل زیر جهت نشان دادن روابط بین مولفه‌ها ترسیم گردید.

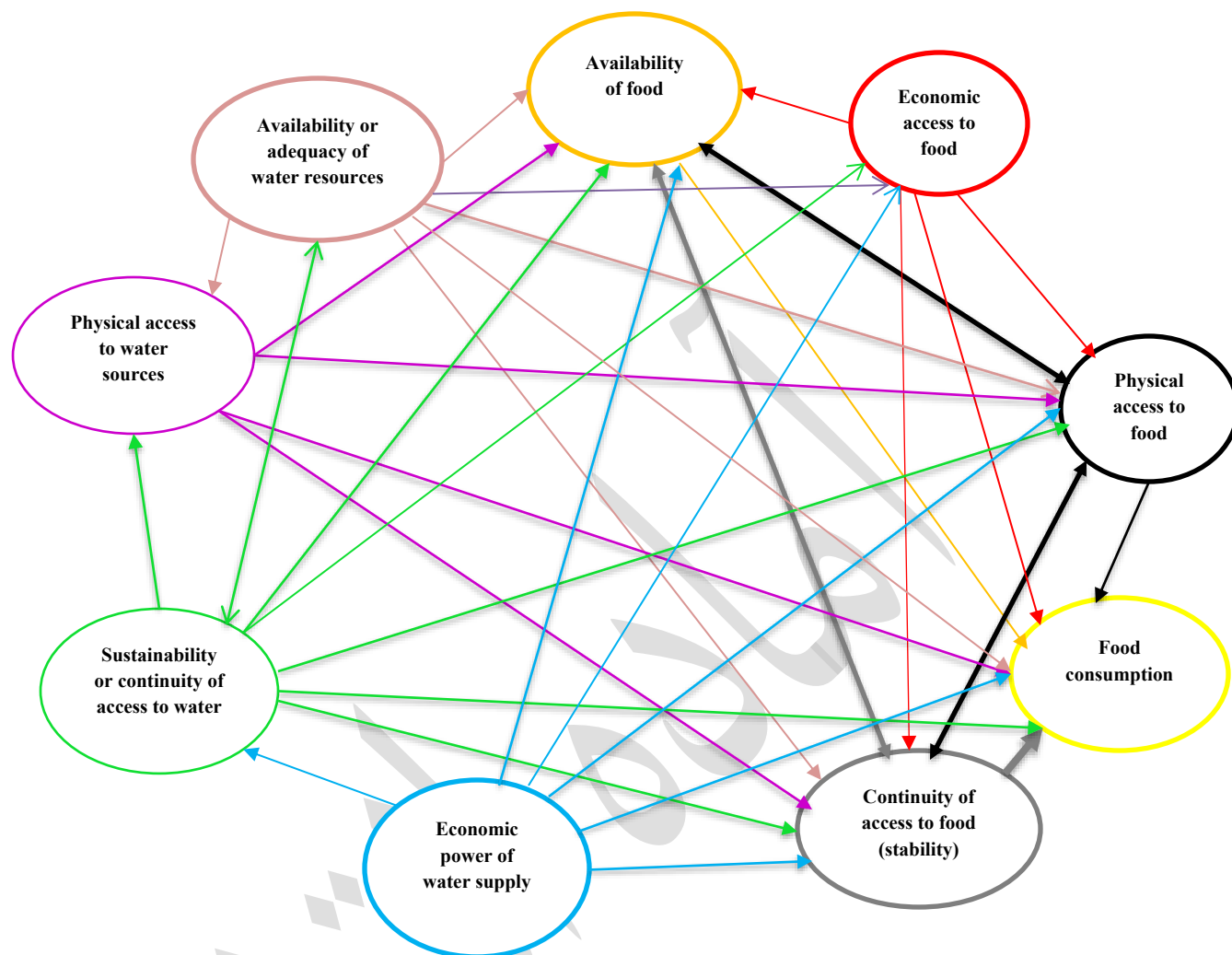


Figure (2) - Model of relationships between the main components of food and water security

بحث و نتیجه گیری

امنیت غذایی یکی از پایه‌های اصلی امنیت ملی است و امنیت در سایر حوزه‌ها و ابعاد وابستگی زیادی به امنیت غذایی دارد. تغییرات کنونی در عرصه بازار و نیاز مصرف کنندگان، امنیت غذایی را به موضوع مهمی تبدیل کرده است که به طور چشمگیری در کانون توجه دولت‌ها قرار گرفته است. ارتباط امنیت غذایی و آبی به دلیل اهمیت کلیدی تولید مواد غذایی بر تقاضای آب است؛ زیرا کشاورزی بیش از ۷۰ درصد از کل برداشت جهانی آب را به خود اختصاص می‌دهد (Ingrao et al., 2023). امنیت غذایی تحت تاثیر ابعاد و مولفه‌هایی است که هر کدام می‌تواند تاثیر مثبت و منفی بر آن بگذارد. بر اساس جداول (۵ و ۶) و همچنین موقعیت هر یک از مولفه‌ها در مدل شکل ۲، مولفه مصرف غذا با مقدار $R-J (-2/130)$ تنها مولفه‌ای است که از تمام مولفه‌های امنیت غذایی و آبی تاثیر می‌پذیرد و بر هیچکدام تاثیر ندارد. بعد مصرف و داشتن رژیم غذایی مناسب می‌تواند نقطه شروع یک نظام غذایی و تغذیه مناسب باشد چرا که این بعد مرحله تولید و تنوع غذا را شامل می‌شود و متاثر از سایر ابعاد امنیت غذایی از جمله دسترسی (فیزیکی و اقتصادی) می‌باشد. از آنجایی که تولید غذا به بخش کشاورزی وابسته است و کشاورزان بیشترین تولیدکنندگان مواد غذایی می‌باشند. لذا داشتن یک الگوی مصرفی مناسب بدون وجود امنیت آبی میسر نیست که در مطالعه (Acheampong et al.,)

(2022) از روش‌های مصرف و استفاده از منابع به عنوان یک عامل مهم در دستیابی به امنیت غذایی تاکید شده است بنابراین لازم است دولت و سیاستگذاران جهت کنترل مصرف و بهره‌برداری بی‌رویه منابع آبی نسبت به عدم کشت محصولات آبدوست با وجود آب قنات و استحصال آب کشاورزی از منابع زیرزمینی در بسیاری از مناطق رعایت حد نصاب فنی اقتصادی سطح زیر کشت باغی و زراعی به چرخه غذایی امنیت حاصل کنند. و از رویه سوق تسهیلات و خدمات دولت از کشت تک محصولی جلوگیری نمایند.

امنیت غذایی یعنی دسترسی دائم و همیشگی به غذا و تغذیه برای اینکه انسان بتواند یک زندگی مولد و سالم داشته باشد. بر این اساس تداوم دسترسی به غذا می‌تواند نقش موثر برای امنیت غذایی و آبی در سایر ابعاد ایجاد کند که در این تحقیق مولفه پایداری یا تداوم دسترسی به غذا با مقدار ۱۷/۵۲۱ بیشترین تعامل را با دیگر مولفه‌های امنیت غذایی و آبی دارد. تداوم دسترسی به غذا مستلزم توجه به دیگر مولفه‌های امنیت غذایی و آبی می‌باشد که این نتیجه همراستا با نتایج مطالعه (Young et al., 2021) و (Hanjra & Qureshi, 2010) است. از طرفی دیگر دسترسی به غذا و همچنین تولید آن که شامل مولفه فراهمی می‌شود مستلزم موجودیت و کفایت منابع آبی است همانطور که نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد این مولفه امنیت آبی دارای تعامل زیادی (۱۶/۷۲۴) با دیگر مولفه‌ها می‌باشد. نقش آب در تولید غذا، بی‌بدیل است و تأمین امنیت غذایی به دارایی منابع آب هر کشور وابسته است. اخیراً تغییرات اقلیمی و خشکسالی، منابع آبی در سراسر جهان را برای بخش تولید بویژه تولید محصولات کشاورزی به چالش کشانده است. کمبود منابع آبی، وقوع وقایع اقلیمی از جمله عواملی است که خود می‌تواند بر اثر عوامل دیگر از جمله فعالیت‌های انسانی به وجود آمده باشند. این عوامل می‌تواند ناشی از استفاده بی‌رویه از منابع آبی جهت افزایش تولید باشد چرا که هر چه تولید بیشتر باشد عرضه مواد غذایی بیشتر خواهد شد و دسترسی خانوار به غذا افزایش خواهد یافت. لذا می‌توان گفت که وقایع طبیعی نظیر خشکسالی و تغییرات اقلیمی با تأثیر بر چرخه امنیت آبی، امنیت غذایی را در همه ابعاد تحت تأثیر قرار می‌دهد. این نتیجه با نتایج مطالعه (Hosseini et al., 2020; Montazeri et al., 2015) همراستا است. وجود منابع آب کافی و دائمی باعث شده در بسیاری از مناطق به بهره‌برداری‌های بی‌رویه از این منابع بپردازند که به از بین رفتن پوشش گیاهی، کاهش حاصلخیزی خاک و کاهش مقدار تولید منجر می‌شود و اثرات سوء آن در بلند مدت در موجودیت غذا زمانی آشکار می‌شود که عملکرد محصول کاهش یافته و قادر به تأمین نیازهای غذایی نباشد، این بعد امنیت آبی نیز تعامل بالایی با سایر مولفه‌های امنیت غذایی و آبی دارد. این نتایج با نتایج مطالعات (Leal Filho et al., 2021; Young et al., 2021) همراستا است.

نتایج مدل نشان می‌دهد مولفه توان اقتصادی تأمین آب یکی از مولفه‌های اثر گذار بر امنیت غذایی و آبی می‌باشد به طوری که این مولفه از هیچ کدام از مولفه‌های اصلی امنیت آبی و غذایی تأثیر نمی‌پذیرد ولی بر بیشتر مولفه‌ها تأثیر می‌گذارد. کشاورزی به عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده منابع آب و بیشترین تولید کننده غذا در تمام نقاط جهان است که اخیراً افزایش تقاضای جمعیت رو به رشد برای غذا باعث بهره‌برداری بی‌رویه از این منابع شده است، که آن خود ممکن است منجر به نا آرامی اجتماعی و درگیری شود. بنابراین کمبود آب یک چالش عمده برای آینده امنیت غذایی است. اطمینان از عرضه آب برای تولیدات کشاورزی بدون بهبود قابل توجه در سیاست‌های مدیریت آب و سرمایه‌گذاری کاهش خواهد یافت. کشاورزان در هسته هر فرآیند تغییر هستند و باید از طریق انگیزه‌های مناسب و شیوه‌های حکومتی تشویق و هدایت شوند تا اکوسیستم‌های طبیعی و تنوع زیستی آنها حفظ شود و اثرات منفی بر آنها را به حداقل برساند، که این هدف نه تنها از طریق دستیابی به سیاست‌های مناسب و تغییر در نگرش‌ها امکان‌پذیر است، بلکه نیازمند سرمایه‌گذاری‌های هدفمند در نوسازی سازه‌های زیربنایی، بازسازی سازمانی و ارتقای ظرفیت‌های فنی کشاورزان و مدیران آب است. در همین راستا اولویت‌بخشی ارتقای بهره‌وری به جای انجام فعالیت‌های توسعه‌ای، مدیریت بهینه منابع آب

موجود، مدیریت مصرف و توزیع نسبت به مدیریت تامین و توسعه بنگاهداری اقتصادی در صنعت آب و فاضلاب و تنوع بخشی به منابع تامین اعتبار در کنار استفاده بهینه از ظرفیت‌های قانونی موجود و مدیریت هزینه باید در اولویت سیاستگذار قرار گیرد.

پیشنهادهای

این مطالعه مبتنی بر اثرات متقابل بین هر یک از مولفه‌های اساسی امنیت غذایی و آبی است. پیشنهادهایی که با توجه به نتایج و یافته‌های تحقیق ارائه می‌گردد می‌تواند نقطه شروع ارزشمندی برای بهبود امنیت غذایی و آبی باشد. این پیشنهادها ممکن است شامل اهرم‌ها و استراتژی‌هایی باشد که عمدتاً با هدف افزایش میزان درآمد در دسترس خانوارهای کم درآمد (مثلاً افزایش پرداخت‌های تأمین اجتماعی و دسترسی به غذا یا آب ارزان‌تر) باشد. یافته‌ها شواهد قانع‌کننده‌ای را برای سیستم‌های سیاسی-اجتماعی ارائه می‌دهند تا برای حفظ امنیت غذایی و آبی اقدام کنند. به طور خاص، این مطالعه درک عمیق‌تری از چالش‌های پیچیده‌ای که کشاورزان که ناامنی غذایی در جوامع روستایی را تجربه می‌کنند، ارائه کرده است. خانوارهای کشاورز سخت تلاش می‌کنند تا دوره‌های کمبود تولید مواد غذایی را مدیریت کنند و با آن کنار بیایند که هم شامل روش‌های مدبرانه مدیریت آب و هم دسترسی به غذاهای سنتی و شیوه‌های فرهنگی که نیازهای آبی کمتری دارد. امنیت غذایی اگر حاصل نشود باعث ناامنی غذا می‌شود که نشانگر محرومیت مادی و مداوم خانوار است و ارتباط نزدیکی با ناامنی آبی دارد. یافته‌های ما پیشنهادها را جامعه‌محور برای اطلاع‌رسانی به سیاست‌ها و راه‌حل‌های مناسب برای خانوارهای کشاورز را بر اساس تجربه زندگی‌شان برجسته می‌کند.

این پیشنهادها در بخش‌های مختلف با توجه به هر کدام از مولفه‌ها می‌باشد:

۱- در بعد فراهمی:

برای بهبود فراهمی غذا، پیشنهاد می‌شود که حمایت‌هایی از کشاورزان به صورت یارانه و تسهیلات برای نهاده‌های کشاورزی مانند کود و سم صورت گیرد. تشویق کشاورزان به بیمه کردن محصولات خود در برابر بلایای طبیعی نظیر سیل و خشکسالی و حمایت دولت برای کشت محصولات مقاوم به خشکی و کم‌آب‌دوست نیز ضروری است. همچنین، کشاورزان می‌توانند با تولید محصولات خانگی و جمع‌آوری بخشی از مواد غذایی مانند گیاهان دارویی، سبزیجات، شکار و ماهیگیری، به بهبود فراهمی غذا کمک کنند. ساخت سدها و مخازن ذخیره‌سازی آب و همچنین مشارکت کشاورزان در تأسیس منابع آبی و بهبود روش‌های آبیاری و کشت نیز از دیگر اقدامات موثر در این زمینه هستند.

۲- در بعد دسترسی:

دسترسی به غذا به دو بخش دسترسی فیزیکی و اقتصادی تقسیم می‌شود. دسترسی فیزیکی به معنای وجود مواد غذایی در محل زندگی است. در مناطق دورافتاده و محروم، به دلیل محدودیت منابع محلی، دسترسی به میوه‌ها، سبزیجات و لبنیات برای مردم به راحتی میسر نیست. پیشنهاد می‌شود تعداد مراکز عرضه مواد غذایی در این مناطق افزایش یابد و زیرساخت‌های مناسب حمل و نقل برای دسترسی به بازارها، نظیر ساخت جاده‌های مناسب، فراهم شود. ایجاد بازارچه‌های محلی برای فروش محصولات کشاورزی و غذاهای خانگی نیز مفید است. از نظر دسترسی اقتصادی، پیشنهاد می‌شود که اعضای خانوار در کنار فعالیت‌های کشاورزی به دیگر شغل‌ها نیز مشغول شوند، تنوع محصولات کشاورزی افزایش یابد، و دولت با ارائه تسهیلات مالی و وام‌های کم‌بهره به کشاورزان، از استفاده از روش‌های نوین آبیاری مانند آبیاری قطره‌ای و بارانی حمایت کند.

۳- در بعد مصرف:

نحوه تولید و انتخاب نوع محصولات کشاورزی، نقش مهمی در مصرف آب و کاهش ضایعات دارد. انتخاب غذاهای محلی، فصلی و تازه باعث می‌شود که آب کمتری برای تولید این محصولات استفاده شود و ضایعات مواد غذایی نیز کاهش یابد. با افزایش آگاهی و مدیریت بهتر، ضایعات مواد غذایی می‌تواند به حداقل برسد و همچنین می‌توان از راه‌های ایمن برای استفاده مجدد از مواد غذایی استفاده کرد، که منجر به کاهش آلودگی آب و کاهش هزینه‌های مواد غذایی خواهد شد. توسعه صنایع تبدیلی نیز به کاهش ضایعات و بهبود امنیت غذایی کمک می‌کند. آموزش خانوارها درباره‌ی رژیم غذایی متنوع و مناسب می‌تواند هدررفت آب را کاهش داده و باعث پایداری بیشتر در مصرف غذا شود.

۴- در بعد پایداری

برای دستیابی به پایداری در امنیت غذایی و آبی، بکارگیری تجربیات موفق کشورهای مختلف در افزایش بهره‌وری کشاورزی و تطبیق این روش‌ها با شرایط کشور ما اهمیت دارد. همچنین، استفاده از فناوری‌های کشاورزی نوین مانند کشاورزی دقیق، کشاورزی حفاظتی، سیستم‌های نوین آبیاری و کشت گلخانه‌ای می‌تواند به پایداری تولید کشاورزی کمک کند. تولید محصولات پایدار که کمترین آسیب را به محیط زیست وارد کنند و فراگیری روش‌های مقابله با تنش‌های محیطی مانند خشکسالی و تغییرات آب‌وهوایی، از دیگر راهکارهای حیاتی است. استفاده از روش‌های ذخیره آب مانند احداث سدها و استخرها نیز از جمله راه‌های موثر در حفظ منابع آبی است. همچنین، نگهداری دام و طیور در کنار فعالیت‌های کشاورزی می‌تواند به عنوان یک منبع درآمد جانبی به امنیت غذایی خانوارها کمک کند. دولت نیز می‌تواند با حمایت از کشاورزان و مالکان اراضی، میزان تولید محصولات غذایی را افزایش داده و در نتیجه امنیت غذایی را بهبود بخشد. کشاورزی به عنوان یکی از عوامل کلیدی در ارتقای امنیت غذایی نقش بسزایی دارد و حمایت‌های دولتی در این زمینه می‌تواند پایداری بیشتری را به همراه داشته باشد.

تقدیر و تشکر

این تحقیق با حمایت‌های معاونت پژوهش و فناوری دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران به انجام رسید. لذا بدین وسیله از همکاری و مساعدت این معاونت سپاسگزاری می‌شود.

Reference

- Acheampong, P. P., Obeng, E. A., Opoku, M., Brobbey, L., & Sakyiamah, B. (2022). Does food security exist among farm households? Evidence from Ghana. *Agriculture & Food Security*, 11(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s40066-022-00362-9>
- Alefi, K., Dashti, G., & GHahremanzade, M. (2018). The Impact of Climatic Factors on Land Use Change between Annually Crops Groups in Iran: Application of Spatial Fractional Multinomial Logit Model. *Agricultural Economics*, 11(4), 21-40. <https://doi.org/10.22034/iaes.2018.26526>
- Birch, E. L. (2014). A Review of "Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability" and "Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change" Intergovernmental Panel on Climate Change.(2014).(Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change). New York, NY: Cambridge University Press. 2,621 pages. Available online at <http://ipcc-wg2.gov/AR5/report/final-drafts/>; Intergovernmental Panel on Climate Change.(2014).(Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change). New York, NY: Cambridge University Press. 1,967 pages. Available online at <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3>. In: Taylor & Francis.
- Borowski, P. F. (2022). Mitigating climate change and the development of green energy versus a return to fossil fuels due to the energy crisis in 2022. *Energies*, 15(24), 9289. <https://doi.org/10.3390/en15249289>

- Cai, L., Wang, H., Liu, Y., Fan, D., & Li, X. (2022). Is potential cultivated land expanding or shrinking in the dryland of China? Spatiotemporal evaluation based on remote sensing and SVM. *Land Use Policy*, 112, 105871. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105871>
- Chen, B., Duan, Q., Zhao, W., Wang, L., Zhong, Y., Zhuang, Y., Chang, X., Dong, C., Du, W., & Luo, L. (2023). Oasis sustainability is related to water supply mode. *Agricultural Water Management*, 290, 108589. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108589>
- Chung, J.-h., Buswala, B., Keith, M., & Schwanen, T. (2022). Climate mobilities into cities: A systematic review of literature from 2011 to 2020. *Urban Climate*, 45, 101252. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101252>
- Eshel, G., Shepon, A., Makov, T., & Milo, R. (2014). Land, irrigation water, greenhouse gas, and reactive nitrogen burdens of meat, eggs, and dairy production in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(33), 11996-12001. <https://doi.org/10.1073/pnas.1402183111>
- FAO. (2023). The State of Food and Agriculture 2023. Revealing the true cost of food to transform agrifood systems. <https://www.fao.org/publications/home/fao-flagship-publications/the-state-of-food-and-agriculture/en/>
- Fox, S., Qillaq, E., Angutikjuak, I., Tigullaraq, D. J., Kautuk, R., Huntington, H., Liston, G. E., & Elder, K. (2020). Connecting understandings of weather and climate: steps towards co-production of knowledge and collaborative environmental management in Inuit Nunangat. *Arctic Science*, 6(3), 267-278. <https://doi.org/10.1139/as-2019-0010>
- Freduah, G., Fidelman, P., & Smith, T. F. (2017). The impacts of environmental and socio-economic stressors on small scale fisheries and livelihoods of fishers in Ghana. *Applied Geography*, 89, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.09.009>
- Frone, D.-F., & Frone, S. (2015). The importance of water security for sustainable development in the Romanian agri-food sector. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 6, 674-681. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.120>
- Galappaththi, E. K., Perera, C. D., Illangarathna, G. A., Jayasekara, S. M., & Garbutt, H. (2024). Food security policy and coastal climate adaptation among Indigenous and Local Communities. *Marine Policy*, 170, 106408. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106408>
- Gerten, D., Heck, V., Jägermeyr, J., Bodirsky, B. L., Fetzer, I., Jalava, M., Kummu, M., Lucht, W., Rockström, J., & Schaphoff, S. (2020). Feeding ten billion people is possible within four terrestrial planetary boundaries. *Nature Sustainability*, 3(3), 200-208. <https://doi.org/10.5880/PIK.2019.021>
- Ghadiri Masoum, M., Rezvani, M. R., & Cheraghi, M. (2016). Case Study: Analysis of Factors Affecting Sustainable Food Security Rural Households: Zanjan Township. *Journal of Rural Research*, 7(4), 658-671. (In persian).
- Hanjra, M. A., & Qureshi, M. E. (2010). Global water crisis and future food security in an era of climate change. *Food Policy*, 35(5), 365-377. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2010.05.006>
- Hosseini, T. S. M., Hosseini, S. A., Ghermezcheshmeh, B., & Sharafati, A. (2020). Drought hazard depending on elevation and precipitation in Lorestan, Iran. *Theoretical and Applied Climatology (in persian)*, 142, 1369-1377. (in persian).
- Ingrao, C., Strippoli, R., Lagioia, G., & Huisingh, D. (2023). Water scarcity in agriculture: An overview of causes, impacts and approaches for reducing the risks. *Heliyon*. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18507>
- Iortyom, E. T., & Kargbo, P. (2023). Food and water security in the context of sustainable development. *European Journal of Development Studies*, 3(2), 10-16. <https://doi.org/10.24018/ejdevelop.2023.3.2.206>
- Jalilibal, Z., & Bozorgi-Amiri, A. (2022). A Hybrid Grounded Theory, Fuzzy DEMATEL and ISM Method for Assessment of Sustainability Criteria for Project Portfolio Selection Problems. *Interdisciplinary Journal of Management Studies (Formerly known as Iranian Journal of Management Studies)*. (In persian), 15(3), 425-442.
- Joudaki, A., Zohourian Por Del, M., Shakiba, A., & Dast Bozorgi, A. (2023). Finding the potential of suitable areas for saffron cultivation in Lorestan province in climate change. *Journal of Climate Research*, 1401(52), 89-108. (In persian).
- Kashiri Kalaei, F., Hosseini Yakani, Seyyed Ali., Karakbodi, Fateme (2017). The effect of agricultural products insurance on the optimal pattern of agricultural products exploitation in Mazandaran province (application of conditional risk value model). *Journal of Agricultural Economics and Development*. (In persian).
- Khader, B. F., Yigezu, Y. A., Duwayri, M. A., Niane, A. A., & Shideed, K. (2019). Where in the value chain are we losing the most food? The case of wheat in Jordan. *Food security*, 11, 1009-1027. <https://doi.org/10.1007/s12571-019-00962-7>
- Leal Filho, W., Azeiteiro, U. M., Balogun, A.-L., Setti, A. F. F., Mucova, S. A., Ayal, D., Totin, E., Lydia, A. M., Kalaba, F. K., & Ogue, N. O. (2021). The influence of ecosystems services depletion to climate change adaptation efforts in Africa. *Science of The Total Environment*, 779, 146414. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146414>

- Lin, J., Huang, J., Hadjikakou, M., Huang, Y., Li, K., & Bryan, B. A. (2021). Reframing water-related ecosystem services flows. *Ecosystem Services*, 50, 101306. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101306>
- Liu, N., Charrua, A. B., Weng, C.-H., Yuan, X., & Ding, F. (2015). Characterization of biochars derived from agriculture wastes and their adsorptive removal of atrazine from aqueous solution: A comparative study. *Bioresource technology*, 198, 55-62. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.08.129>
- Ma, S., Wang, L.-J., Chu, L., & Jiang, J. (2023). Determination of ecological restoration patterns based on water security and food security in arid regions. *Agricultural Water Management*, 278, 108171. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108171>
- Mahmoodi, A., & Parhizkari, A. (2016). Economic analysis of the climate change impacts on products yield, cropping pattern and farmer's gross margin (case study: Qazvin plain). *Economic Growth and Development Research*, 5(17 (3)), 40-25.
- Maleknia, R., Khezri, E., Zeinivand, H., & Badehian, Z. (2017). Mapping natural resources vulnerability to droughts using multi-criteria decision making and GIS (case study: Kashkan Basin Lorestan Province, Iran). *Journal of Rangeland Science*, 7(4), 376. (In persian).
- Melketo, T. A. (2023). Disability-related factors affecting food security status: A case study from southern Ethiopia. *Journal of Agriculture and Food Research*, 13, 100647. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100647>
- Mirzabaei, A., Kerr, R. B., Hasegawa, T., Pradhan, P., Wreford, A., von der Pahlen, M. C. T., & Gurney-Smith, H. (2023). Severe climate change risks to food security and nutrition. *Climate Risk Management*, 39, 100473. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2022.100473>
- Montazeri, M., Gandomkar, A., Momeni, M., & Salehvand, I. (2015). evaluation of meteorological drought index for drought assessment and mapping in Lorestan Province in Iran. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, 2(1), 24-36. (In persian).
- Ngema, P. Z., Sibanda, M., & Musemwa, L. (2018). Household food security status and its determinants in Maphumulo local municipality, South Africa. *Sustainability*, 10(9), 3307. <https://doi.org/10.3390/su10093307>
- Ngoma, H., Finn, A., & Kabisa, M. (2024). Climate shocks, vulnerability, resilience and livelihoods in rural Zambia. *Climate and Development*, 16(6), 490-501. <https://doi.org/10.1080/17565529.2023.2246031>
- Pickson, R. B., Gui, P., Chen, A., & Boateng, E. (2023). Climate change and food security nexus in Asia: A regional comparison. *Ecological Informatics*, 76, 102038. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2023.102038>
- Rahbardehghan, A., Mehrabi Boshrahadi, H., & Jalaei Esfandabadi, A. (2021). A study on Food Security of Rural households in Iran and its effective socioeconomic factors. *Nutrition and Food Sciences Research*, 8(3), 19-25. <https://doi.org/10.52547/nfsr.8.3.19>
- Rahimi Moghadam, S., Mahdavi, D., A, Akbarpoor, M., Aryam, Sajadian, M., & Rafiei, N. (2014). Investigating food security in Poldokhtar county. *Publication: Ecological Agriculture*. 89-97. (In persian), 89-97. (In persian).
- Rojas, R. V., Achouri, M., Maroulis, J., & Caon, L. (2016). Healthy soils: a prerequisite for sustainable food security. *Environmental Earth Sciences*, 75, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-5099-7>
- Wang, S., Song, S., Zhang, J., Wu, X., & Fu, B. (2021). Achieving a fit between social and ecological systems in drylands for sustainability. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 48, 53-58. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.09.008>
- Wisdom, O., Apollos, N., Samuel, O., & Lawrence, I. (2022). Environmental taxation and food security in Sub-Saharan Africa. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 41(18), 6-14. . <https://doi.org/10.9734/CJAST/2022/v41i1831734>
- Young, S. L., Frongillo, E. A., Jamaluddine, Z., Melgar-Quinonez, H., Pérez-Escamilla, R., Ringler, C., & Rosinger, A. Y. (2021). Perspective: the importance of water security for ensuring food security, good nutrition, and well-being. *Advances in nutrition*, 12(4), 1058-1073. <https://doi.org/10.1093/advances/nmab003>

Analysis of Nexus Between Food and Water Security Components in the Agricultural Sector

Abstract

Food security is known as one of the important development challenges worldwide. This challenge must be addressed through various means like investments in agriculture, poverty reduction, and the prevention of resource degradation so that all people can access the food they need. The main objective of this research is to identify and examine the nexus between the main components of food and water security and their level of interaction. The study is categorized as applied, non-experimental, and survey-based research. The sample consisted of 15 experts in the field of food and water security, selected through purposeful sampling. The data collection tool was a questionnaire. To analyze the data, the DEMATEL (Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory) technique was used. The results of the study revealed that the sustainability or continuity of access to water had the most significant impact on the other components, while the food consumption component had the least impact. Additionally, the food availability component was the most influenced, and the economic ability to supply water showed the least susceptibility to the other components studied. This study demonstrated that the continuity of food access/sustainability, among the nine components, holds the greatest importance for improving food security from the experts' perspective. Therefore, applying water management methods, especially in the agricultural sector, which is the largest food producer and consumer of water, will help conserve water resources. The presence of this vital resource will increase agricultural production, which, in turn, enhances households' continuous access to food and improves long-term food security.

Keywords: water-food nexus, food supply, climate change, water scarcity