Doi: 10.22034/IAES.2024.2018007.2040

اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۸/شماره۴/صفحه های ۹۳-۶۷

تدوین سبد غذایی بهینه خانوار با تأکید بر محدودیت منابع آبی کشور

مصطفی بنی اسدی،الهام بارانی بیرانوند،کاظم شاهوردی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۶

چکیده

سبک زندگی، الگوی مصرف، درآمد خانوار، قیمت مواد غذایی، دانش تغذیه، و ترجیح‌ها و سلیقه مصرف‌کننده از مهمترین عامل‌های موثر بر سبد مصرفی خانوار هستند. در برخی موارد به‌رغم دسترسی فیزیکی و اقتصادی به مواد غذایی، افراد با سوءتغذیه روبه‌رو هستند. از سوی دیگر، کشور در تولید محصول‌های کشاورزی با محدودیت منابع پایه مانند منابع آب و محدودیت های محیط زیستی روبه‌رو است. لذا، تدوین یک سبد بهینه غذایی که از لحاظ اقتصادی، کم‌هزینه و قابل دستیابی و تامین‌کننده مواد مغذی مورد نیاز بدن و از سوی دیگر متناسب با وضعیت منابع آب کشور باشد، ضروری است. هدف از این پژوهش، تدوین الگوی سبد بهینه غذایی برای خانوار ایرانی است که از یک سو هزینه کمتری نسبت به سبد مطلوب تدوین شده توسط وزارت بهداشت به خانوار تحمیل کند و از سوی دیگر میزان مصرف آب مجازی را به کمترین برساند. در این راستا، از مدل برنامه‌ریزی ریاضی چند هدفه استفاده شد. داده‌های مورد نیاز از طریق بانک مرکزی، مرکز آمار ایران، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، وزرات جهاد کشاورزی و سازمان بهداشت جهانی گردآوری شد. نتایج نشان داد که سبد غذایی تدوین‌شده از نظر میزان مواد مغذی مورد نیاز خانوارها، هزینه دسترسی و محتوی آب مجازی، نسبت به سبد تدوین شده توسط وزارت بهداشت مناسب‌تر است. با توجه به نتایج به‌دست امده، پیشنهاد وتاکید می‌شود برای دسترسی اقتصادی دهک‌های درآمدیِ پایین به سبد مطلوب تدوین شده، سیاست‌های جبرانی درآمدی اعمال شود و برای دهک‌های درآمدیِ بالا دانش تغذیه و الگوی مصرف بهینه بین خانوارها ترویج یابد.

طبقه‌بندی JEL: Q18، Q25، C61، D19.

واژه‌های کلیدی: آب مجازی، امنیت غذایی، برنامه‌ریزی ریاضی، دهک درآمدی، سبد غذایی خانوار.

[۱] به ترتیب:استادیار(نویسنده مسئول)و دانش آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی،دانشکده کشاورزی،دانشگاه بو علی سینا.استادیار گروه مهندسی منابع آب،دانشکده کشاورزی،دانشگاه بو علی سینا.

Email:Baniasadi.m65@gmail.com

مقدمه

امنیت غذایی زیربنای امنیت اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی هر کشوری است و از ارکان حکمرانی خوب و عادلانه به‌شمار می‌رود، به‌طوری‌که از منظـر ارزش‌های بنیادین به عنوان یکی از مهمترین حقوق فرد و جامعه شمار می‌آید (Soltani et al., 2021). امنیت غذایی یعنی دسترسی همه آحاد مردم در همه زمان‌ها و مکان‌ها از لحاظ فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی به غذای کافی، سالم و مغذی که نیازهای مربوط به رژیم غذایی و ترجیح‌های آنها را برای داشتن یک زندگی سالم و فعال برطرف کند (FAO, 2009). در بعد کلان، دسترسی فیزیکی متأثر از سه عامل تولید، تجارت و ذخیره‌سازی است و دسترسی اقتصادی به برخی متغیرها و شاخص‌های اقتصادی مانند نرخ تورم، قیمت مواد غذایی، رشد اقتصادی، تولید ناخالص ملی، اشتغال و درآمد خانوار و ... بستگی دارد. در تعریف امنیت غذایی نکته‌های مهم دیگری نیز وجود دارد که افزون بر متاثر بودن از وضعیت کلان یک جامعه، به موضوع‌های مهم دیگری همچون دانش تغذیه، سبک زندگی، الگوی مصرف و ترجیحات مصرف‌کننده وابسته است. دسترسی کافی به غذای سالم و مغذی برای داشتن یک زندگی سالم و فعال نیازمند داشتن یک رژیم غذایی مناسب است. همچنین وجود واژه دسترسی در «همه زمان‌ها» اشاره به مسئله پایداری محیط‌زیستی رژیم غذایی و بعد ثبات امنیت غذایی دارد. حفاظت از منابع پایه تولید و بهره‌برداری پایدار از این منابع به‌منظور حفظ تولید پایدار غذا و ثبات در امنیت غذایی باید مدنظر قرار گیرد. انتخاب مواد غذایی در سبد غذایی و الگوی تغذیه مردم، افزون بر وضعیت سلامتی آنان، اثر معنی‌داری بر بوم‌نظام و منابع پایه دارد (WHO, 2008; Duchin, 2005). حدود ۸۶ درصد از ردپای منابع آب مصرفی ناشی از فعالیت‌های اقتصادی بشر متعلق به بخش کشاورزی است (Chapagain & Hoekstra, 2008). لذا، برای داشتن امنیت غذایی پایدار، باید رژیم غذایی مد نظر قرار گیرد که متناسب با ظرفیت تولید داخل، شرایط اقلیمی و محدودیت‌های منابع پایه از جمله محدودیت‌های منابع آب باشد. دسترسی اقتصادی خانوار به مواد غذایی نیز دارای اهمیت است. به‌طور میانگین در جهان ۲۵/۵ درصد از کل هزینه‌های خانوار صرف خرید مواد غذایی می‌شود که این رقم برای کشورهای در حال توسعه به‌طور میانگین ۳۴ درصد و برای فقیرترین کشورها بیشینه به ۵۹ درصد می‌رسد (USDA Economic Research Service, 2023). پایداری رژیم غذایی مفهومی چند بعدی است که شامل سلامت، مقرون به‌صرفه بودن و توجه به محیط‌زیست است (Eini-

(Zinab et al., 2020. بنابر تعریف سازمان خوار و بار کشاورزی[1]، «رژیم‌های غذایی پایدار به رژیم‌هایی گفته می‌شود که اثرهای محیط‌زیستی اندکی دارند و به امنیت غذا و تغذیه و زندگی سالم برای نسل‌های کنونی و آینده کمک می‌کنند» (Gold & McBurney, 2010). رژیم‌های غذایی پایدار ضمن بهینه‌سازی مصرف منابع، حافظ تنوع‌زیستی و بوم‌نظام هستند و از نظر فرهنگی قابل قبول، از نظر موجودیت در دسترس، از نظر اقتصادی منصفانه و مقرون به‌صرفه و از نظر تغذیه‌ای کافی، ایمن و سالم هستند (Gold & McBurney, 2010). توجه به همه ابعاد یک سبد غذایی مطلوب و رژیم غذایی پایدار اعم از سلامت، مقرون به صرفه بودن، تنوع داشتن و محیط زیست (مصرف منابع پایه همچون منابع کمیاب آب) نیازمند بهره‌گیری از مدل‌های بهینه‌سازی است که در پژوهش‌های مختلف استفاده شده است (Eini-Zinab et al., 2020; Donati et al., 2016; Ribal et al., 2016).

داده‌های هزینه-درآمد خانوار و میزان مصرف مرکز آمار ایران نشان می‌دهد که در طی زمان، همراه با تغییرپذیری‌های اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی، الگوی مصرف مواد غذایی در ایران نیز تغییر کرده است. اما به‌رغم این تغییرپذیری‌ها، مصرف انرژی بیشتر از مقادیر توصیه شده است (Eini-Zinab et al., 2020) که این خود می‌تواند منجر به بیماری‌های قلبی-عروقی شود. در مقابل، مصرف سبزی‌ها، میوه‌ها و لبنیات کمتر از میزان توصیه شده است (Sobhani et al., 2021). با توجه به افزایش سطح عمومی قیمت‌ها در کشور بر مبنای داده‌های مرکز آمار ایران، به‌طور میانگین ۲۶ درصد کل هزینه‌های خانوارهای ایرانی، صرف خرید مواد غذایی می‌شود که این رقم برای دهک اول درآمدی ۳۶ درصد و برای دهک دهم ۱۹ درصد است (Iran Statistics Center, 2021). افزایش هزینه‌های زندگی (خوراکی و غیرخوراکی) در سال‌های اخیر، باعث شده است که نیازهای تغذیه‌ای خانوارها در ۳ دهک اول درآمدی به سختی تامین شود. از سوی دیگر، کشور ایران در منطقه خشک و نیمه خشک با بارندگی سالانه کمتر از میانگین جهانی واقع شده است و خشک‌سالی‌های شدید و پی در پی در ۳۰ سال اخیر همراه با برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی منجر به کمیابی فزآینده منابع آبی در کشور شده است (Asadi et al., 2021; Sharifi Paichoon et al., 2022; Zarghami et al., 2011). از این‌رو تدوین یک سبد غذایی پایدار و مقرون به‌صرفه که نیازهای تغذیه‌ای برای داشتن یک زندگی سالم و فعال را برآورده سازد و در عین حال متناسب با کمبود منابع آب در کشور باشد، ضروری به نظر می‌رسد.

[1] Food and Agricultural Organization (FAO)

موضوع رژیم غذایی خانوار و تدوین سبد غذایی در پژوهش‌های مختلفی بررسی و ارزیابی شده است. Pourkazemi & Soozandeh (2009) سبد غذایی برای گروه‌های درآمدی مختلف را با استفاده از روش بهینه‌سازی فازی تدوین کردند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که خانوارهای روستایی در دهک‌های اول و دوم هزینه‌ای و خانوارهای شهری در دهک اول، توانایی مالی برای خرید مایحتاج غذایی را نداشته‌اند. دفتر بهبود تغذیه وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، با همکاری چند نهاد دیگر در یک طرح جامع پژوهشی در سال (۱۳۹۲)، سبد غذایی مطلوب برای جامعه ایرانی را با استفاده از روش آزمون و خطا ارائه کردند (Ministry of Health of the I.R. Iran, 2013). هدف اصلی این طرح پژوهشی، تدوین یک سبد غذایی سالم به‌منظور دسترسی به مواد مغذی ضروری در سطح توصیه شده برای خانوارهای ایرانی بود، به‌طوری که عموم خانوارهای ایرانی توان دسترسی به این سبد را داشته باشند. Nasari et al. (2017) سبد بهینهٔ غذایی گروه‌های مختلف درآمدی در منطقه‌های روستایی را با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی وزنی تدوین کردند. یافته‌های آنان نشان داد که با سطح هزینهٔ کنونی مواد غذایی، امکان پیشنهاد سبد غذایی بهینه و رسیدن به امنیت غذایی برای خانوارهای روستایی تا دهک ششم وجود ندارد. همچنین، از آنجا که دهک‌های اول تا چهارم نیاز به افزایش هزینه بیشتری نسبت به دیگر دهک‌های درآمدی دارند، به کمک‌های حمایتی دولت نیاز دارند. Hoseinpour & Fakharzadeh Jahromi (2019) از یک مدل بهینه‌سازی برای تدوین یک رژیم غذایی سالم استفاده کردند. نتایج بررسی‌های آنان نشان می‌دهد که مدل بهینه‌سازی مورد استفاده، ضمن تطبیق با سلیقه مصرف‌کننده و تأمین نظرهای متخصص‌های تغذیه، تغییرپذیری‌های رژیم غذایی کنونی فرد را کمینه می‌کند. Amjadi & Barikani (2020) سبد مصرفی مواد غذایی خانوارهای روستایی ایران را با استفاده از مدل سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل (AIDS) تحلیل و بررسی کردند. نتایج نشان داد که گوشت دام، گوشت ماهی، میگو و فرآورده‌های آن، لبنیات، حبوبات و قند و شکر دارای کشش درآمدی بزرگتر از یک هستند و در سبد غذایی خانوارهای روستایی به عنوان کالای لوکس مصرف می‌شوند. Eini-Zinab et al. (2020) در پژوهش خود، یک سبد غذایی سالم، کم‌هزینه و سازگار با محیط زیست را متناسب با مصرف کنونی جامعه ایرانی تدوین کردند. نتایج مدل بهینه‌سازی خطی، نشان داد که در سبد بهینه، میزان غلات (نان، برنج و ماکارونی)، پروتئین‌ها (گوشت، مرغ، ماهی، تخم‌مرغ، حبوبات و آجیل)، چربی‌ها، روغن‌ها و قندها کاهش یافت و مصرف لبنیات، میوه و سبزی افزایش یافت. در این سبد، ردپای آب ۱۴ درصد، ردپای کربن ۱۴ درصد

و هزینه سبد ۲۳ درصد نسبت به مصرف کنونی کاهش یافت. Mohammadi et al. (2021) مطلوبیت سبد غذایی گیاهی را از منظر محیط‌زیستی ارزیابی و آن را با سبد غذایی رایج جامعه ایرانی مقایسه کردند. آنان از شاخص‌های ردپای آب و کربن برای تعیین مطلوبیت دو سبد غذایی گیاهی و رایج جامعه استفاده کردند. نتایج نشان داد که سبد غذایی گیاهی سبب کاهش هفت درصدی ردپای آب مصرفی و کاهش تقریبی ۲۱ درصدی ردپای کربن تولیدی نسبت به سبد غذایی رایج جامعه می‌شود.

Arnaut-Berilo et al. (2017) با استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی برنامه‌ریزی خطی و آرمانی، سبد غذایی در کشور بوسنی و هرزگوین را از نظر نیازهای تغذیه‌ای کافی بر حسب استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO) و توصیه‌های بانک جهانی (WB) تجزیه و تحلیل کردند. نتایج نشان داد با افزایش مصرف سبزی‌ها، هزینه سبد غذایی کاهش می‌یابد. آنها دریافتند که دستیابی به یک سبد غذایی که بتواند نیازهای تغذیه‌ای برای یک رژیم غذایی سالم را برآورده سازد، حتی برای افرادی که زیر خط فقر زندگی می‌کنند، امکان‌پذیر است. Faksová et al. (2019) در پژوهشی با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی، یک سبد غذایی غنی، سالم و مقرون به‌صرفه برای خانواده‌های کم‌درآمد در کشور چک تدوین کردند. نتایج نشان داد که در مدل بهینه‌سازی‌شده، مصرف شیرینی ۷۲٪، نمک ۶۶٪، گوشت ۵۲٪؛ لبنیات ۵۰٪، سیب‌زمینی ۸٪ کاهش؛ و مصرف شیر ۸۴۸٪، چربی و روغن ۶۹٪، غلات ۲۰٪ و سبزی‌ها ۶٪ نسبت به مصرف کنونی افزایش یافته است. Sobhani & Babashahi (2020) در یک مطالعه مروری نظام‌مند، با پژوهش بر روی سبد غذایی بررسی شده در پژوهش‌های مختلف طی بازه زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۷ در سه پایگاه استنادی شامل PubMed، Scopus و Google Scholar در کشورهای مختلف، عامل‌های تعیین‌کننده ترکیب مواد غذایی سبد غذایی خانوار را تعیین کردند. آنان سه دسته از عامل‌های تعیین‌کننده شامل جمعیت‌شناختی، اجتماعی-اقتصادی و محیط‌زیستی را در تعیین سهم گروه‌های غذایی مختلف در سبد غذایی خانوار شناسایی کردند. نتایج نشان داد این عامل‌ها سلامت رژیم غذایی خانواده را تعیین می‌کنند و توجه همه جانبه سیاستگذاران به این عامل‌ها برای ایجاد و حفظ جامعه سالم ضروری است. Yin et al. (2021) در پژوهشی با عنوان سودمندی و برتری‌های بالقوه تغییر رژیم غذایی در چین، به دنبال همگرایی بیشتر بین مقبولیت، سلامتی و پایداری محیط زیستی رژیم غذایی در این کشور بودند. آنان از یک مدل بهینه‌سازی چند هدفه به‌منظور تدوین سبد غذایی دارای کمترین ردپای محیط زیستی و بیشترین مقبولیت اجتماعی، استفاده کردند.

نتایج نشان داد که ردپای کربن، آب و بوم‌شناختی را می‌توان به‌ترتیب ۱۹، ۱۵ و ۳۰ درصد کاهش داد و در عین حال محدودیت‌های تغذیه‌ای را برآورده ساخت و به کمترین انحراف از ترکیب غذایی کنونی دست یافت. Schneider (2022) در پژوهش خود هزینه تامین نیازها به مواد مغذی در بین خانوارهای روستایی کشور مالاوی را بررسی کردند. نتایج نشان داد خانواده‌های بزرگ‌تر نیازهای متنوع‌تری به مواد مغذی دارند و برای ۱۰۰۰ کالری از یک رژیم غذایی دارای مواد مغذی متراکم، با هزینه‌های بالاتری روبه‌رو هستند. همچنین نتایج نشان داد که ریبوفلاوین گران‌ترین ماده مغذی در بازار است. Muñoz-Martínez et al. (2023) با روش‌های بهینه‌سازی، یک رژیم غذایی پایدار، مقرون به صرفه و سالم تدوین کرده و آنگاه اثر جایگزین‌های گیاهی برای شیر و گوشت را در کشور اسپانیا بررسی کردند. نتایج نشان داد رژیم غذایی تدوین شده در مقایسه با الگوی مصرف کنونی، می‌تواند مغذی‌تر باشد و هزینه مواد غذایی، انتشار گاز گلخانه‌ای، استفاده از زمین و آب را به ترتیب ۳۲، ۴۶، ۲۷ و ۴۱ درصد کاهش دهد. همچنین جایگزینی پروتئین گیاهی به جای گوشت چندان توصیه نمی‌شود اما جایگزینی شیر برتری و سودمندی‌های محیط زیستی بیشتری دارد.

مرور ادبیات موضوع نشان می‌دهد بررسی و ارزیابی‌های گسترده‌ای در کشورهای مختلف در زمینه تعیین سبد غذایی کم‌هزینه و سازگار با محیط زیست انجام پذیرفته است. در پژوهش‌های داخلی هم، طرح پژوهشی وزارت بهداشت، جامع‌ترین سبدغذایی که تامین‌کننده نیازهای تغذیه‌ای برای داشتن یک زندگی سالم و با نشاط باشد را تدوین کرده است. با این حال، مسئله‌های محیط زیستی و کمبود منابع آب در تدوین سبد غذایی مطلوب وزارت بهداشت کمتر دیده شده است. از این‌رو هدف از این پژوهش، تدوین سبد غذایی خانوار به گونه‌ای است که چهار هدف مهم را برآورده سازد. نخست اینکه مواد مغذی ضروری به میزان توصیه شده توسط سازمان بهداشت جهانی و وزارت بهداشت را برآورده سازد. دسترسی کافی به مواد مغذی اصل اساسی برای داشتن یک زندگی سالم و با نشاط و دستیابی به امنیت غذایی است؛ دوم اینکه هزینه دستیابی به چنین سبد غذایی که مقدارهای ضروری مواد مغذی را تامین می‌کند، باید کمترین مقدار ممکن باشد و از سوی دیگر هزینه کمتری را نسبت به سبد مطلوب غذایی وزارت بهداشت به خانوار تحمیل کند؛ سوم اینکه محتوای آب مجازی موجود در سبد تدوین شده کمینه شود و نسبت به سبد مطلوب غذایی وزارت بهداشت آب مجازی کمتری مصرف کند؛ چهارم اینکه سبد غذایی تدوین شده دارای تنوع غذایی در حد قابل قبولی باشد.

روش تحقیق

در این تحقیق، با توجه به هدف مطالعه از مدل برنامه‌ریزی ریاضی چند هدفه استفاده شد. تعیین سبد غذایی با استفاده از مدل برنامه‌ریزی چندهدفه نسبت به برنامه‌ریزی خطی معمولی یا تک‌هدفه از انعطاف‌پذیری بیشتری برخوردار است. برتری این انعطاف‌پذیری آن است که می‌توان به سبدهایی دست یافت، به‌رغم اینکه نیاز انسان به مواد مغذی را فراهم می‌کنند، از هزینه کمتری نیز برخوردارند، که این خود به اقتصاد خانواده کمک می‌کند (Nasari et al., 2017). برمبنی هدف‌های این تحقیق که در بخش مقدمه بیان شد، هدف دوم تحقیق یعنی کمینه‌سازی هزینه خانوار و هدف سوم یعنی کمینه‌سازی میزان محتوای آب مجازی موجود در سبد غذایی به عنوان تابع‌های هدف این مطالعه در نظر گرفته شدند و هدف‌های اول و چهارم، یعنی دسترسی به مواد مغذی به میزان توصیه شده و وجود تنوع غذایی به عنوان محدودیت در مدل برنامه‌ریزی اعمال شدند. بر این مبنا، تابع‌های هدف این تحقیق به شرح زیر می‌باشد.

تابع هدف ۱: کمینه‌سازی هزینه خرید مواد غذایی خانوار

این تابع هدف شامل ۱۷ متغیر است که هر کدام از آنها نشان‌دهنده یک ماده غذایی است. ضریب‌های این متغیرها، قیمت ۱۰۰ گرم از هر نوع ماده غذایی را نشان می‌دهد. با توجه به محدودیت بودجه خانوار به ویژه در دهک‌های پایین درآمدی، کمینه‌سازی هزینه خرید مواد غذایی توسط خانوار به عنوان هدف اول به صورت رابطه (۱) تعریف شد:

$$\min TC = \sum_{i=1}^{17} \sum_{j=1}^{9} c_{ij} x_{ij} \qquad (۱)$$

که در آن TC کل هزینه خرید مواد غذایی، ضریب فنی c_{ij}، قیمت ماده غذایی iام در گروه غذایی jام و متغیر x_{ij} ماده غذایی iام در گروه غذایی jام است. برای نمونه x_{11} نشان‌دهنده ماده غذایی اول یعنی نان در گروه غذایی اول یعنی نان و غلات است. در جدول (۱)، گروه‌ها و مواد غذایی ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در مجموع ۹ گروه غذایی و ۱۷ ماده غذایی در سبد این تحقیق وجود دارد.

جدول (۱) مواد غذایی موجود در سبد غذایی و نماد مورد استفاده

Table (1) The food items in the food basket and their used symbols

نماد ماده غذایی Food symbol	ماده غذایی Foodstuffs	گروه غذایی Food group
x_{11}	نان Bread	**نان و غلات** **Bread and cereals**
x_{12}	برنج Rice	
x_{13}	آرد، رشته و ماکارونی Flour, string and pasta	
x_{21}	شیر و ماست milk and yogurt	**شیر و لبنیات** **Dairy products**
x_{22}	پنیر Cheese	
x_{31}	گوشت قرمز (گاو و گوسفند) Red meat (beef and sheep)	**گوشت و تخم مرغ** **Meat and eggs**
x_{32}	گوشت مرغ Chicken	
x_{33}	ماهی و آبزیان Fish and aquatic animals	
x_{34}	تخم مرغ eggs	
x_{41}	انواع میوه (سیب، مرکبات، میوه‌های هسته‌دار و ...) fruits (apples, citrus fruits, stone fruits, etc.)	**میوه‌جات** **Fruitage**
x_{51}	سبزیجات برگی و غیربرگی Leafy and non-leafy vegetables	**سبزیجات** **Vegetables**
x_{52}	سیب‌زمینی Potato	
x_{61}	انواع حبوبات Pulses	**حبوبات Pulses**
x_{71}	قند و شکر (شامل قند وشکر، شیرینی‌جات، مربا، عسل) Sugar (includes sugar, sweets, jam, honey)	**شیرینی‌جات** **sugar**
x_{81}	چربی و روغنFat and oil	**چربی و روغن** **Fat and oil**
x_{82}	انواع کره (و خامه)Types of butter (and cream)	
x_{91}	آجیل Nuts	**خشکبارDried fruit**

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

تابع هدف ۲: کمینه‌سازی محتوای (مصرف) آب مجازی

هدف از این تابع این است که سبد غذایی خانوار به گونه‌ای تدوین شود که ضمن برآورده شدن نیازهای غذایی روزانه، مصرف آب مجازی ناشی از مواد غذایی موجود در سبد به کمینه ممکن برسد. تابع محتوای آب مجازی به صورت رابطه ۲می‌باشد.

$$\min VW = \sum_{i=1}^{17} \sum_{j=1}^{9} w_{ij} x_{ij} \qquad (۲)$$

که در آن VWکل محتوای آب مجازی موجود در سبد غذایی و ضریب فنی w_{ij} میزان محتوای آب مجازی موجود در هر ۱۰۰ گرم از ماده غذایی iام در گروه غذایی jام است.

محدودیت‌های مدل برنامه‌ریزی

الف) محدودیت حد بالای مواد مغذی

این قید، شامل ۱۵ محدودیت حد بالای مواد مغذی، که هر محدودیت شامل ۱۷ ماده غذایی به‌عنوان متغیر و ضریب‌های آن، مقدار ماده مغذی موجود در ۱۰۰ گرم ماده غـذایی قابل‌مصرف را نشان می‌دهد.

$$\sum_{i=1}^{17}\sum_{j=1}^{9}\sum_{k=1}^{15} m_{ijk}(1-b_{ij})x_{ij} \le I_{u_K} \quad , \quad I_{u_K} = 120\%WHO \qquad (۳)$$

این محدودیت‌ها بیان کننده بیشینه مقدار مجاز مصرف روزانه از هر کدام از مواد مغذی، شامل انرژی (کیلوکالری/نفر/روز)، پروتئین (گرم/نفر/روز)، کربوهیدرات (گرم/نفر/روز)، چربی (گرم/نفر/روز)، کلسترول (میلی‌گرم/نفر/روز)، اسید چرب (گرم/نفر/روز)، آهن (میلی‌گرم/نفر/روز)، کلسیم (میلی‌گرم/نفر/روز)، ویتامین A (میکروگرم/RE/نفر/روز)، تیامین (ویتامین B1) (میلی‌گرم/نفر/روز)، ریبوفلاوین (ویتامین B2) (میلی‌گرم/نفر/روز)، پیریدوکسین (ویتامین B6) (میلی‌گرم/نفر/ روز)، ویتامین B12 (میکروگرم/نفر/روز)، ویتامین c (میلی‌گرم/نفر/روز) و فیبر (گرم/نفر/روز) می‌باشد.

ب) محدودیت حد پایین مواد مغذی

همانند محدودیت حد بالای مواد مغذی، ۱۵ محدودیت حد پایین مواد مغذی (کمینه مواد مغذی ضروری برای بدن) در نظر گرفته شده است که هر محدودیت شامل ۱۷ ماده غـذایی به‌عنوان متغیر است. ضریب‌های آن، مقدار ماده مغذی موجود در ۱۰۰ گرم ماده غـذایی قابل‌مصرف را نشان می‌دهد (رابطه ۴).

$$\sum_{i=1}^{17}\sum_{j=1}^{9}\sum_{k=1}^{15} m_{ijk}(1-b_{ij})x_{ij} \ge I_{l_K} \ , \ I_{l_K} = 80\%WHO \qquad (۴)$$

در دو دسته محدودیت‌های بالا (رابطه‌های ۳ و ۴)، ضریب‌های ($1-b_{ij}$) به‌عنوان درصد قابل مصرف از ماده غذایی iام در گروه غذایی jام است (b_{ij} ضریب ضایعات و بخش غیرقابل مصرف ماده غذایی iام در گروه غذایی jام است) که از کتاب راهنمای مقیاس‌های خانگی، ضریب‌های تبـدیل و درصد مواد خوراکی (Ghaffarpour et al., 1999) احصا شده است. به عنوان مثال، b_{12}

یعنی درصد غیرقابل استفاده ماده غذایی برنج از گروه نان و غلات، که در مورد این ماده غذایی عدد b برابر با صفر است. همچنین در رابطه‌های بالا، m_{ijk} نشان‌دهنده مقدار موجودی ماده مغذی نوع k که در ماده غـذایی نـوع i در گـروه غذایی j است. به‌عنوان مثال،m_{128} یعنی مقدار میلی‌گرم کلسیم که در ۱۰۰ گـرم بـرنج از گروه غلات وجـود دارد. مقدارهای I_{u_K} و I_{l_K} نیز به ترتیب به عنوان محدودیت حد بالا و حد پایین مواد مغذی در نظر گرفته شده‌اند که به ترتیب معادل ۸۰ درصد و ۱۲۰ درصد مقدار توصیه شده سازمان بهداشت جهانی در نظر گرفته شده‌اند. برای نمونه اگر به‌طور میانگین برای یک فرد بالغ جذب روزانه ۲۴۰۰ کیلوکالری انرژی نیاز باشد، حد بالا و پایین انرژی به ترتیب ۲۸۸۰ و ۱۹۲۰ کیلوکالری در نظر گرفته می‌شود.

ج) محدودیت سروینگ

به‌منظور رعایت مصرف مواد غذایی طبق هرم ماده غذایی، محدودیت کمینه مصرف بر مبنای هرم سروینگ، در مدل قرار داده شده است. این محدودیت‌ها، شامل محدودیت گـروه میـوه و سبزی‌ها، نان و غلات و گوشت و حبوبات را شامل می‌شوند.

$$\sum_{i=1}^{P} x_{ij} \geq S_j \qquad (۵)$$

که در آن، P شمار ماده غذایی موجود در گروه غذایی jام و S_j حد پایین مصرف مواد غذایی گروه غذایی j بر مبنای هرم مواد غذایی (سروینگ)، برحسب ۱۰۰ گرم ماده غذایی است. به‌عنوان مثال S_1، حد پایین مصرف گروه نان و غلات است که در هرم غذایی برای گروه‌های سنی مختلف مشخص شده است.

د) محدودیت ضرورت مصرف همه مواد غذایی (تنوع غذایی)

این محدودیت به منظور حفظ تنوع غذایی در سبد مصرفی خانوار اضافه شده است که در آن مصرف هر یک از مواد غذایی باید دست‌کم به اندازه یک مقدار مشخص (ε) باشد:

$$x_{ij} \geq \varepsilon \qquad (۶)$$

در رابطه (۶)، ε ، اپسیلون ارشمیدسی است و به این منظور به‌کاررفته که مقدار هیچ یک از مـواد غذایی در مدل برابر با صفر نباشد. در این پژوهش مقدار این محدودیت، دست‌کم ۰/۰۱ (یک گرم در روز) در نظر گرفته شده است. این دسته شامل ۱۷ محدودیت است. در مجموع مدل بهینه‌سازی این پژوهش، دارای ۵۲ قید مربوط به مقدار توصیه شده مواد مغذی، هرم غذایی و تنوع غذایی می‌باشد.

محاسبه ضریب محتوای آب مجازی در مدل

آب مجازی مقدار آبی است که یک کالا یا یک فرآورده کشاورزی طی فرآیند تولید، مصرف می‌کند تا به مرحله تکامل برسد و مقدار آن معادل جمع کل آب مصرفی در مرحله‌های مختلف زنجیره تولید از لحظه شروع تا پایان می‌باشد. به عبارت دیگر، آب مجازی مقدار آبی است که برای تولید یک کالا مورد نیاز است (Pouran et al., 2017). در این پژوهش، ۱۷ محصول عمده غذایی بررسی شد (جدول (۱)). برای محصول‌های کشاورزی مورد بررسی در این پژوهش، میانگین نیاز آبی در سطح کشور با استفاده از روش میانگین وزنی (رابطه (۷)) محاسبه شد (Pouran et al., 2017).

$$\overline{CWR}_{c,y} = \frac{\sum_{p=1}^{n}\left(\mathrm{CWR}_{p,c,y} * A_{p,c,y}\right)}{\mathrm{TA}_{\mathrm{c,y}}} \qquad (۷)$$

که در آن p، c و y به ترتیب شمارشگر استان، محصول و سال، $\overline{CWR}_{c,y}$ میانگین نیاز آبی در سطح کشور برای محصول c در سال y، $\mathrm{CWR}_{c,p,y}$ متوسط نیاز آبی ($m^3\ ha^{-1}$) محصول c در استان p در سال y، $A_{p,c,y}$ سطح زیر کشت محصول c در استان تولیدکننده p در سال y (ha) و $\mathrm{TA}_{c,y}$ کل سطح زیر کشت محصول c در سال y، در تمام استان‌های تولید کننده (ha) می‌باشد. میانگین میزان آب مجازی یک محصول، به صورت نسبی از میانگین نیاز آبی به متوسط عملکرد ($\overline{\mathrm{Y}}_{c,y}$) آن محصول محاسبه شد (رابطه (۸)):

$$VWC_{c,y} = \frac{\overline{\mathrm{CWR}}_{c,y}}{\overline{\mathrm{Y}}_{c,y}} \qquad (۸)$$

به این ترتیب محتوای آب مجازی محصول‌های کشاورزی موجود در سبد بهینه، شامل گندم، انواع میوه (به‌صورت میانگین برای محصول‌هایی مانند سیب، مرکبات، میوه‌های هسته‌دار و جالیزی)، انواع سبزی‌ها (شامل سبزی‌های برگی و غیربرگی)، آجیل (پسته، بادام، فندق، تخم آفتاب‌گردان و گردو) و سیب‌زمینی، با استفاده از رابطه‌های (۷) و (۸) محاسبه شد. برای به‌دست آوردن میزان آب مجازی موجود در دیگر محصول‌ها و فرآورده‌ها مانند انواع مواد پروتئینی، لبنیات، چربی و شیرینی از بررسی‌های دیگر بهره گرفته شد که اطلاعات آن، در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول (۲) محتوی آب مجازی در برخی مواد غذایی موجود در سبد برحسب محاسب‌های آب مجازی در پژوهش‌های دیگر

Table (2) virtual water content in some foods in the basket based on virtual water calculations in other studies

محصول Product	گوشت قرمز Red meat	گوشت مرغ Chicken	تخم مرغ Eggs	ماهی Fish	شیر و لبنیات Dairy products	حبوبات Pulses	قند و شکر Sugar	برنج Rice
آب مجازی Virtual water (m^3/ton)	10712.6	553.4	44936	179	573.3	5507.97	993	2331
مأخذ Source	Mirzaie-Nodoushan (2020)	Mirzaie-Nodoushan (2020)	Mirzaie-Nodoushan (2020)	Pahlow et al., (2015)	Mirzaie-Nodoushan (2020)	Karandish & Hoekstra (2017)	Mekonnen & Hoekstra (2011)	Mekonnen & Hoekstra (2011)

منبع: اخذ شده از پژوهش‌های یاد شده در جدول Source: obtained from the studies mentioned in the table

گردآوری داده‌های مورد بررسی

برمبنای هدف‌های مطالعه، اطلاعات مربوط به مقدارهای مصرف، هزینه-درآمد خانوار، دهک‌های درآمدی و هزینه‌ای، قیمت مواد غذایی و بعد خانوار از مرکز آمار ایران، داده‌های مربوط به محاسبه آب مجازی از وزارت جهاد کشاورزی، نرم‌افزار NETWAT و مطالعات انجام گرفته در این حوزه، اطلاعات مربوط به مقدارهای توصیه شده مواد مغذی از گزارش‌های منتشر شده وزارت بهداشت و سازمان بهداشت جهانی، و مواد مغذی موجود در هر ۱۰۰ گرم از هر ماده غذایی از کتاب جدول ترکیب‌های غذایی (Rabiei & Rastmanesh, 2022) و طرح پژوهشی تدوین سبد مطلوب غذایی وزارت بهداشت استخراج شد. همچنین برای حل مدل برنامه‌ریزی ریاضی در این پژوهش، از نرم افزار Lingo 18 استفاده شد.

نتایج و بحث

در آغاز میزان مصرف مواد غذایی و دریافت مواد مغذی در دهک‌های مختلف درآمدی برمبنای داده‌های هزینه-درآمد خانوار مرکز آمار ایران برای سال ۱۴۰۰ محاسبه شد. از سوی دیگر سبد مطلوب غذایی تدوین شده توسط وزارت بهداشت در سال ۱۳۹۲ نیز به عنوان یک مبنا مد نظر قرار گرفت. سپس بنابر داده‌های محتوای مواد مغذی، آب مجازی و قیمت هر ۱۰۰ گرم از موادغذایی، سبد غذایی بهینه در این پژوهش تدوین شد و به لحاظ هزینه سبد، مقدار مصرف آب مجازی و دریافت مواد مغذی کافی برای مصرف‌کنندگان، با دو سبد غذایی وزارت بهداشت و میانگین مصرف کنونی مقایسه شد. نتایج تدوین سبد غذایی بهینه ناشی از مدل برنامه ریزی

چند هدفه به همراه مصرف روزانه در سبد مطلوب وزارت بهداشت و میانگین مصرف کنونی خانوار (برمبنای داده‌های مقدارهای مصرف هزینه-درآمد خانوار سال ۱۴۰۰) در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول (۳) برآورد سبد بهینه غذایی خانوارهای ایرانی با توجه به محدودیت منابع آب (واحد: گرم/نفر/روز)

Table (2) estimation of the optimal food basket of Iranian households according to the limitation of water resources (unit: gr/per/day)

گروه‌های غذایی Food groups	ماده غذایی Foodstuff	مقدار تعیین شده در این تحقیق-سبد بهینه The amount determined in this research-optimal basket	سبد مطلوب وزارت بهداشت The desired basket Ministry of Health	مقدار میانگین مصرف کنونی در دهک‌های درآمدی Average amount of current consumption in income deciles
نان و غلات Bread and cereals	نان Bread	350.00	310	312
	برنج Rice	93.11	95	77.5
	آرد، رشته و ماکارونی Flour, string and pasta	25.00	20	13.4
شیر و لبنیات Dairy products	شیر و ماست milk and yogurt	250.00	250	88
	پنیر Cheese	37.55	-	8
گوشت و تخم مرغ Meat and eggs	گوشت قرمز Red meat	15.89	38	21.1
	گوشت مرغ Chicken	74.48	64	51.9
	ماهی و آبزیان Fish and aquatic	15.00	-	4.8
	تخم مرغ eggs	36.00	35	17.5
میوه‌جات Fruitage	انواع میوه fruits	219.00	280	117.8
سبزی‌ها Vegetables	سبزی‌های برگی و غیربرگی vegetables	299.47	300	167.7
	سیب‌زمینی Potato	40.00	70	57.2
حبوبات Pulses	انواع حبوبات Pulses	30.00	26	16.5
قندوشکر sugar	قند و شکر (شیرینی‌ها) Sugar	27.5	40	33.2
چربی و روغن Fat and oil	چربی و روغن Fat and oil	31.00	35	34.1
	انواع کره (و خامه) Butter (and cream)	1.00	-	1.2
خشکبار Dried fruit	آجیل Nuts	1.00	-	2.7

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

همان‌طور که از جدول (۳) مشخص است، میزان مصرف غلات، لبنیات، گوشت مرغ، تخم مرغ، ماهی و حبوبات در سبد غذایی بهینه این پژوهش، نسبت به سبد مطلوب وزارت بهداشت و الگوی مصرف کنونی افزایش یافته است و در مقابل مصرف گوشت قرمز، میوه‌ها، سیب‌زمینی، شیرینی‌ها و چربی و روغن کاهش یافته است. با توجه به مصرف آب مجازی بالا در گوشت قرمز و میوه‌ها، و همچنین در نظر گرفتن محدوده مجاز سلامتی برای مواردی همچون قند، کلسترول و چربی اشباع در مدل، گروه‌های غذایی یادشده در سبد بهینه، کاهش یافته‌اند. برای تحلیل دقیق‌تر سبد تدوین شده در این پژوهش، ضروری است در آغاز بررسی شود که این سبد تا چه اندازه می‌تواند به مقدارهای توصیه شده جذب مواد مغذی روزانه (وزارت بهداشت و سازمان بهداشت جهانی) دست یابد. جدول (۴)، مقدارهای توصیه شده، مقدار جذب مواد مغذی و درصد دستیابی به مقدارهای توصیه شده در سبد بهینه غذایی مطالعه حاضر را نشان می‌دهد.

جدول (۴) میزان دستیابی سبد غذایی تدوین شده در این پژوهش به مقدارهای توصیه شده مواد مغذی

Table (4) the amount of the food basket developed in the present study to reach the recommended amounts of nutrients

گروه مواد مغذی Nutrient group	ماده مغذی Nutrient	مقدار توصیه شده وزارت بهداشت Health Ministry recommended amount	مقدارهای توصیه شده سازمان بهداشت جهانی WHO Recommended amounts	مقدار تامین شده از سبد Amount provided from the basket	درصد تامین شده نسبت به بیشینه مقدار توصیه شده Percentage provided compared to the maximum recommended amount
درشت مغذی‌ها Macronutrients	انرژی Energy (کیلوکالری/نفر/روز)	2381	2400	2503.13	104.3
	پروتئین Protein (گرم/نفر/روز)	53.9	87.8	89.19	101.6
	کربوهیدرات Carbohydrate (گرم/نفر/روز)	-	290-440	394.47	در محدوده توصیه‌شده Within the recommended range
مواد معدنی Minerals	آهن Iron (میلی‌گرم/نفر/روز)	17.4	27.4	19.95	114.6
	کلسیم Calcium (میلی‌گرم/نفر/روز)	1023	800-1000	880.11	86.03*

ادامه جدول (۴) میزان دستیابی سبد غذایی تدوین شده در این پژوهش به مقدارهای توصیه شده مواد مغذی

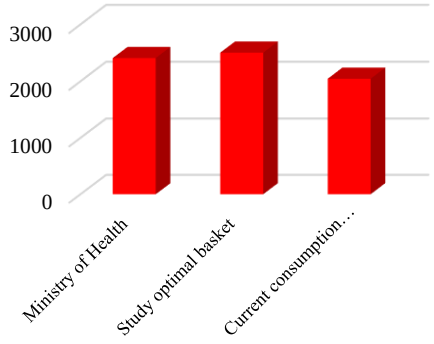
Table (4) the amount of the food basket developed in the present study to reach the recommended amounts of nutrients

	ویتامین A Vitamin A (میکروگرم/RE/نفر/روز)	**544.8**	**600**	**695.25**	**115.9**
ریزمغذی‌ها: ویتامین‌ها Micronutrients: vitamins	تیامین (ویتامین B1) Vitamin B1 (میلی‌گرم/نفر/روز)	-	1.3	2.53	194.6
	ریبوفلاوین (B2) Vitamin B2 (میلی‌گرم/نفر/روز)	1.11	1.3	1.53	117.7
	پیریدوکسین (B6) Vitamin B6 (میلی‌گرم/نفر/ روز)	-	1.6	1.7	106.2
	ویتامین B12 Vitamin B12 (میکروگرم/نفر/ روز)	-	2.4	2.3	95.8*
	ویتامین C (میلی‌گرم/نفر/روز)	-	>=100	117.08	117

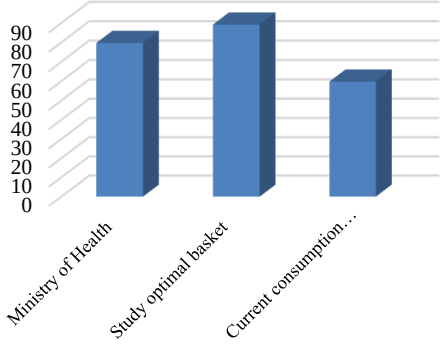
منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

همان‌طور که در جدول (۴) مشخص است، سبد تدوین شده به استثنا کلسیم، دیگر مواد مغذی را در حد مقدارهای توصیه شده و بیشتر از آن تامین می‌کند. محاسبه‌های تحقیق نشان می‌دهد سبد مطلوب غذایی وزارت بهداشت، تنها ۷۸۱/۴ میلی‌گرم کلسیم در روز را تامین می‌کند و اطلاعات مقدارهای مصرف داده‌های هزینه-درآمد خانوار مرکز آمار ایران در سال ۱۴۰۰ نیز نشان می‌دهد، میانگین سبد مصرفی دهک درآمدی دهم که با کیفیت‌ترین سبد غذایی به‌شمار می‌آید، تنها ۵۸۳/۶ میلی‌گرم کلسیم در روز را تامین می‌کند که بیشتر ناشی از ترجیح‌های مصرف‌کننده و الگوی مصرف مواد غذایی جامعه ایرانی است. بنابراین از نظر دریافت کلسیم نیز سبد تدوین شده نسبت به سبد وزارت بهداشت و الگوی مصرف کنونی جامعه وضعیت بهتری دارد. در نمودارهای (۱)-a تا (۱)-j، میزان دریافت مواد مغذی در سبد غذایی تدوین شده این پژوهش با سبد وزارت بهداشت و میانگین مصرف کنونی جامعه مقایسه شده است.

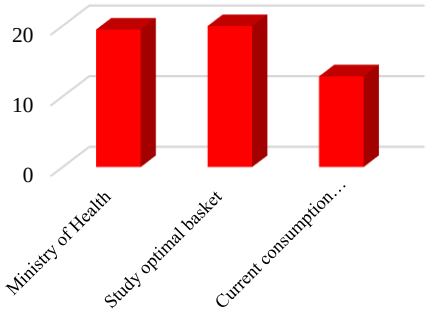
a) انرژی Energy-(کیلوکالری/نفر/روز)



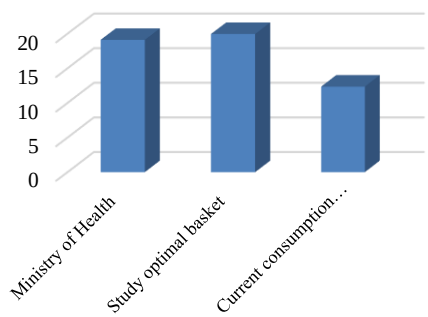
b) پروتئین Protein-(گرم/نفر/روز)



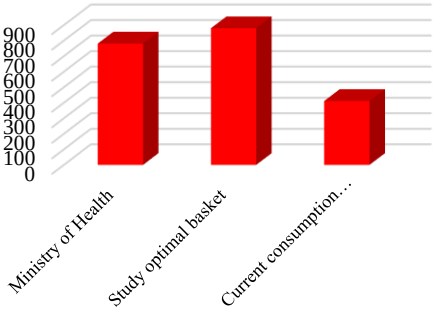
c) فیبر Fiber-(گرم/نفر/روز)



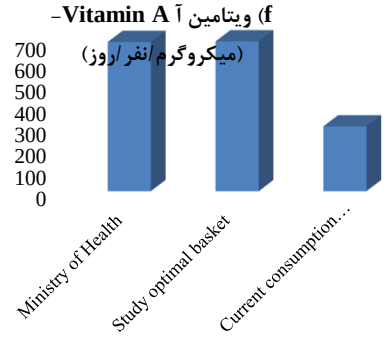
d) آهن Iron-(میلی‌گرم/نفر/روز)

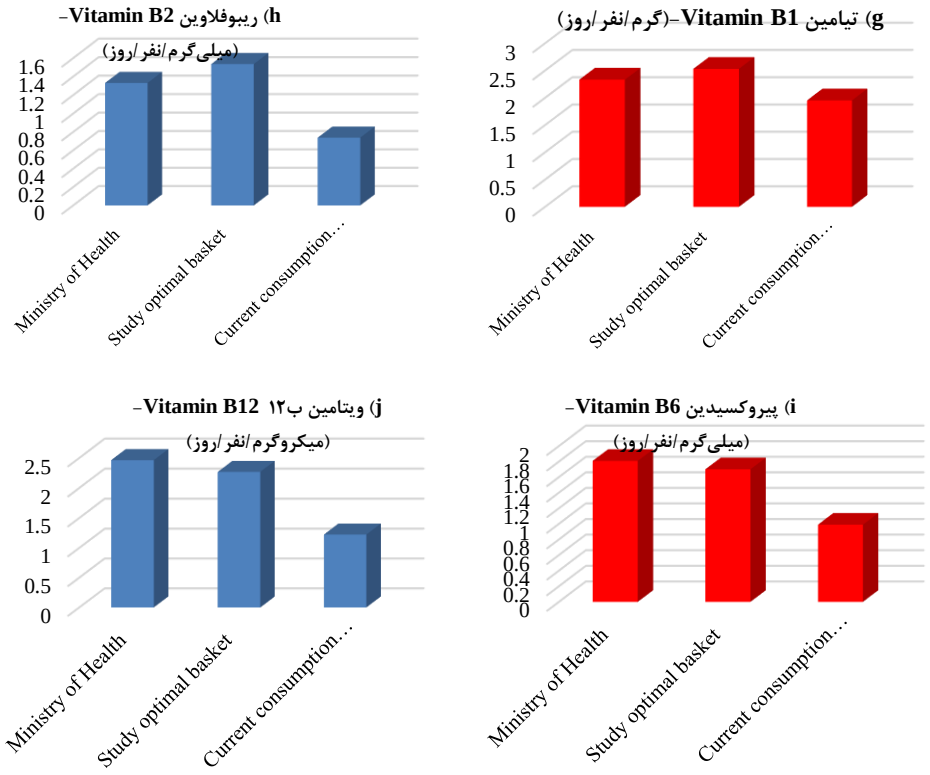


e) کلسیم Calcium-(میلی‌گرم/نفر/روز)



f) ویتامین آ Vitamin A-
(میکروگرم/نفر/روز)





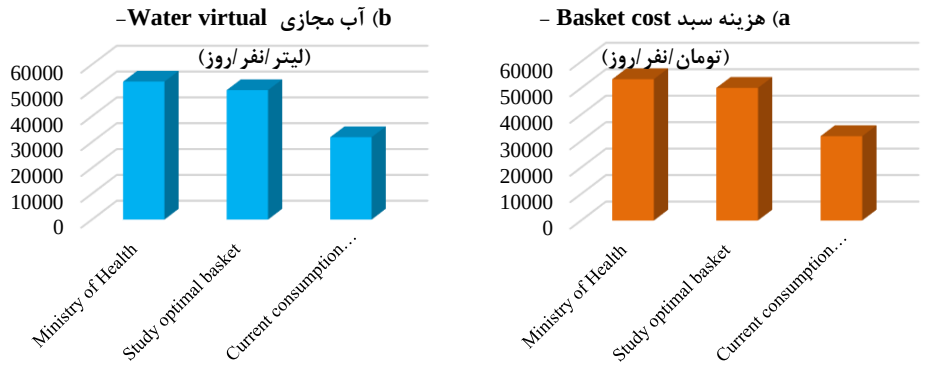
نمودار (۱) مقایسه مواد مغذی جذب شده توسط سبد تغذیه تدوین شده این پژوهش با سبد وزارت بهداشت و میانگین مصرف کنونی دهک‌های مختلف درآمدی

Figure (1) Comparison of the nutrients absorbed by the nutrition basket compiled in the present study with the Ministry of Health basket and the current average consumption of different income deciles

برمبنای نمودارهای بالا، سبد تدوین شده در این پژوهش در جذب مواد مغذی وضعیت بهتری نسبت به سبد وزارت بهداشت و میانگین مصرف کنونی در دهک‌های مختلف درآمدی دارد. اگرچه سبد مطلوب وزرات بهداشت، تنها ویتامین‌های B6 و B12 را نسبت به سبد بهینه این پژوهش، بیشتر تامین می‌کند، اما سبد این پژوهش نیز به میزان مقدارهای توصیه شده روزانه، مواد مغذی یاد شده را تامین می‌کند.

از مهم‌ترین هدف‌های این پژوهش این بود که سبد غذایی خانوار به گونه‌ای تدوین شود که ضمن برآورده ساختن نیازهای غذایی نسبت به سطح مصرف کنونی، با هزینه و مصرف آب مجازی کمتری نسبت به سبد مطلوب غذایی وزارت بهداشت امکان دستیابی به آن مقدور باشد. نمودار

(۲) (a و b)، این سه سبد غذایی را از نظر هزینه دسترسی اقتصادی (به عنوان یکی از زیرمولفه‌های اقتصادی امنیت غذایی) و به‌ویژه میزان محتوای آب مجازی با یکدیگر مقایسه کرده است.



نمودار (۲) مقایسه هزینه و محتوای آب مجازی در سبد تدوین شده این پژوهش، سبد مطلوب وزارت بهداشت و میانگین مصرف کنونی خانوار در دهک‌های مختلف درآمدی برحسب قیمت موادغذایی در سال ۱۴۰۰

Figure (2) Comparison of the cost and content of virtual water in the basket developed in the current study, the desired basket of the Ministry of Health and the current average household consumption in different income deciles based on food prices in 1400

همان‌طور که از نمودار۲ مشخص است، سبد غذایی بهینه در این پژوهش، هم از نظر هزینه دسترسی و هم از نظر مصرف آب مجازی، بر سبد مطلوب غذایی وزارت بهداشت برتری دارد. لازم به یادآوری است، محاسبه هزینه برمبنای آخرین آمار قیمت مواد غذایی (سال ۱۴۰۰) که توسط مرکز آمار ایران ارائه شده، برای هر سه سبد مصرفی محاسبه شده است. در جدول (۵)، میزان صرفه‌جویی در هزینه و کاهش مصرف آب مجازی برای یک خانوار و کل کشور در سال محاسبه و ارائه شده است.

جدول (۵) مقایسه کلی هزینه خرید و مصرف آب مجازی در طی یکسال

Table (5) overall comparison of the cost of buying and consuming virtual water during one year

تفاوت دو سبد (میزان صرفه جویی سبد تدوین شده نسبت به سبد وزارت بهداشت) the difference between the two baskets (the saving rate of the developed basket compared to the basket of Health Ministry)	سبد مطلوب وزارت بهداشت the desired basket of Health Ministry	سبد بهینه این پژوهش The optimal basket of the current study	زمینه‌های مورد مقایسه Items to be compared
4.13	66.88	62.76	هزینه سالانه تحمیل شده به خانوار (میلیون تومان) Annual cost imposed on the household (million Tomans)
253.41	2337.9	2084.49	میزان آب مجازی سالانه مصرفی خانوار (مترمکعب) Annual amount of virtual water consumed by the household (m^3)
108.87	1764.63	1655.76	کل هزینه مواد غذایی سالانه (همت: هزار میلیارد تومان) Total annual food cost (thousand billion tomans)
6.68	61.68	55.00	کل آب مجازی مصرف شده در سال (میلیارد مترمکعب) Total virtual water consumed per year (billion m^3)

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

همانگونه که در جدول (۵) مشخص است، سبد تغذیه این پژوهش برای خانوار، هزینه سالانه کمتری (حدود ۴ میلیون تومان کمتر) به خانوار تحمیل می‌کند. همچنین ۲۵۳ مترمکعب در سال مصرف آب مجازی در سبد غذایی خانوار کاهش می‌یابد. شاید این اعداد در مقیاس خانواده چندان بزرگ نباشد، اما در مقیاس کشور، رقم‌ها قابل توجه است، به‌گونه‌ای که با مبنا قرار گرفتن سبد غذایی تدوین شده در این پژوهش به جای سبد مطلوب وزارت بهداشت، حدود ۱۰۹ هزار میلیارد تومان هزینه غذا کاهش یافته و ۶/۷ میلیارد مترمکعب آب مجازی کمتری در سال مصرف می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف از این پژوهش، تدوین سبد بهینه غذایی می‌باشد که چهار هدف اصلی را دنبال کند: ۱- مواد مغذی مورد نیاز بدن را تأمین کند (که از طریق اعمال محدودیت‌های کمینه مواد مغذی مورد نیاز، تامین گشت)؛ ۲- با کمترین هزینه ممکن این سبد تدوین شود و نسبت به سبد مطلوب غذایی وزارت بهداشت هزینه کمتری داشته باشد (تابع هدف ۱)؛ ۳- محتوای آب مجازی این سبد به کمینه برسد و نسبت به سبد وزارت بهداشت مصرف آب مجازی کمتری داشته باشد (تابع هدف ۲)؛ و ۴- سبد از تنوع غذایی مطلوبی برخوردار باشد (که از طریق قید غیرصفر بودن مصرف همه گروه‌های غذایی اعمال شد). یکی از نکات مهم این پژوهش، تدوین سبد غذایی بر مبنای محدودیت داخلی تولید مواد غذایی در کشور بود. یکی از محدودیت‌های جدی تولید در بخش کشاورزی، محدودیت منابع آب است. با در نظر گرفتن، محدودیت مصرف آب مجازی در این پژوهش، سعی شد، سبد غذایی تا حد ممکن به گونه‌ای تدوین شود که میزان محتوای آب مجازی مواد غذایی موجود در سبد کمینه شود. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که همه هدف‌های تحقیق محقق شده است.

برمبنای قیمت مواد غذایی در سال ۱۴۰۰، هزینه سبد تدوین شده در این پژوهش برای یک فرد در شبانه‌روز ۵۰۰۹۲/۷ تومان است در حالی که هزینه دستیابی به سبد مطلوب غذایی خانوار ایرانی پیشنهادی وزارت بهداشت، ۵۳۳۸۶/۶ تومان است. همچنین در سبد بهینه تدوین شده مطالعه حاضر، میزان آب مجازی معادل ۲۰۲/۳ لیتر به ازا هر نفر در شبانه‌روز کاهش یافته است. نتایج پژوهش Mohammadi et al. (2021) نیز نشان می‌دهد، در صورت مد نظر قرار دادن شاخص محتوای آب مجازی موجود در مواد غذایی، می‌توان سبد غذایی تدوین کرد که درآن محتوای آب مجازی مصرفی کاهش یابد. در واقع سبد بهینه‌سازی شده این پژوهش، ضمن تامین نیازهای تغذیه‌ای افراد و مصرف حجم آب مجازی کمتر، به میزان ۳۲۹۳/۹ تومان به ازا هر نفر در شبانه‌روز، هزینه کمتری را به خانوار تحمیل می‌کند. با توجه به میانگین بعد خانوار در کشور (۳/۴۸ نفر برمبنای آخرین آمار مرکز آمار ایران)، میانگین میزان خط فقر مطلق در ایران ۵/۲ میلیون تومان در ماه برحسب قیمت‌های سال ۱۴۰۰ است. Kaviani et al. (2023) نیز فقر مطلق برای یک خانواده ۴ نفره را در سال ۱۴۰۰، ۴/۵ میلیون تومان برآورد کرده است که عددی نزدیک به عدد محاسبه شده در این پژوهش است. بدیهی است این عدد میانگین است و بسته به شرایط

منطقه‌ای، جمعیتی، درآمدی، شهری، روستایی، سطح قیمت‌ها، سال و بعد خانوار متفاوت خواهد بود.

اما نکته قابل توجه، که نباید مغفول بماند، توان اقتصادی خانوار برای دستیابی به سبد تدوین شده در دهک‌های مختلف درآمدی، به‌ویژه در دهک‌های درآمدی پایین جامعه است. به‌رغم اینکه هزینه دسترسی سبد تدوین شده نسبت به سبد مطلوب وزارت بهداشت کاهش یافته است، اما شکاف جدی بین هزینه‌های مواد غذایی الگوی کنونی مصرف، با سبد غذایی بهینه این پژوهش وجود دارد و با قدرت خرید دهک‌های ۱ تا ۳ همخوانی ندارد و دهک‌های ۴ تا ۶ را هم با چالش روبه‌رو می‌کند. لذا اعمال این الگوی مصرفی باید با سیاست‌های حمایتی همراه باشد و الا سه دهک اول جامعه توان دستیابی به این سبد غذایی را نخواهند داشت. برای درک بهتر این مسئله، هم‌اکنون سه دهک اول، بین ۳۲ تا ۳۶ درصد بودجه خود را صرف مواد غذایی می‌کنند. در صورتی که محاسبه‌های تحقیق نشان می‌دهد در صورت اعمال سبد بهینه غذایی این پژوهش - که تامین کننده نیازهای تغذیه‌ای برای داشتن یک زندگی سالم، با نشاط و فعال است-، باید ۱۰۰ درصد هزینه‌های کنونی خود را به خرید مواد غذایی اختصاص دهند که چنین چیزی ممکن نیست. این محاسبه‌ها نشان از سطح پایین امنیت غذایی در بین خانوارهای سه دهک اول درآمدی است که به‌حتم باید با سیاست‌های حمایتی نظیر پرداخت یارانه‌های غذایی بیشتر، تخصیص سهمیه دریافت کالا و بن خرید مواد غذایی، سطح ناامنی غذایی در این خانوارها را کاهش داد. البته باید دقت کرد که اعمال سیاست‌های حمایتی در کوتاه‌مدت باید هدفمند اعمال شود، به‌گونه‌ای که مصرف‌کننده را به سمت سبد تغذیه همانند این پژوهش هدایت کند. هرچند در بلندمدت سیاست‌گذار باید به سمت توانمندسازی افراد برای خلق درآمد پایدار در سطح خانوار حرکت کند، اما در کوتاه مدت چاره‌ای جز سیاست‌های حمایتی غذایی وجود ندارد. در مقابل محاسبه دریافت برخی ویتامین‌ها (مانند ویتامین‌های گروه B) و مواد معدنی (مانند کلسیم) در دهک‌های ۸، ۹ و ۱۰ نشان می‌دهد که، نبود زمینه تامین این مواد مغذی برای نیازهای روزانه تنها ناشی از نبود دسترسی اقتصادی نیست، بلکه سبک زندگی، الگوی مصرف و ترجیح‌های مصرف‌کننده ایرانی به سمت موادغذایی دارای انرژی بیشتر و ریزمغذی‌های کمتر است. لذا برای این دسته از افراد سیاست‌گذار باید به دنبال ترویج الگوی درست و بهینه مصرف غذایی و افزایش سطح دانش تغذیه باشد.

منبع‌ها

Amjadi, A. and Barikani, E. (2020). Analyzing the food basket of rural households in Iran. *Village and Development*, 23(3): 127-151. (In Farsi)

Arnaut-Berilo, A., Delalic, A. and Huseinbasic, A. (2017). A nutritional analysis of the food basket in BiH: a linear programming approach. *South East European Journal of Economics and Business*, 12(1): 104-113.

Asadi, M., Mazaheri, M. and Abd-Almanafi, N. (2011). Analytical review of existing conditions and explanation of the future state of the water crisis in the country. Research report: Office of Infrastructure Studies, Research Center of Islamic Council, Tehran, Iran. (In Farsi)

Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y. (2008). Globalization of Water: Sharing the Planet's Freshwater Resources. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 220p.

Donati, M., Menozzi, D., Zighetti, C., Rosi, A., Zinetti, A. and Scazzina, F. (2016). Towards a sustainable diet combining economic, environmental and nutritional objectives. *Appetite*, 106: 48-57. https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.02.151.

Duchin, F. (2005). Sustainable consumption of food: a framework for analyzing scenarios about changes in diets. *Journal of Industrial Ecology*, 9(1-2): 99-114. https://doi.org/10.1162/1088198054084707.

Eini-Zinab, H., Sobhani, S.R. and Rezazadeh, A. (2020). Designing a healthy, low-cost and environmentally sustainable food basket: an optimisation study. *Public Health Nutrition*, 24(7): 1952-1961.

Faksová, K., Brázdová, Z.D., Robertson, A. and Parlesak, A. (2019). Nutritionally adequate food baskets optimised for cultural acceptability as basis for dietary guidelines for low-income Czech families. *Nutrition Journal*, 18: 84. https://doi.org/10.1186/s12937-019-0510-y.

FAO. (2009). Declaration of the World Summit on Food Security. http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/Summit/Docs/Final_Declaration/WSFS0-Declaration.pdf. Accessed: June 2019.

Ghaffarpour, M., Hoshiar Rad, A. and Kianfar, H. (1999). A Guide to Household Scales, Conversion Coefficients and Edible Percentages of Foods. Publishing of Agricultural Sciences, Tehran, Iran. (In Farsi)

Gold, K. and McBurney, R.P.H. (2010). Sustainable food production and consumption. In Sustainable Diets and Biodiversity: Directions and Solutions for Policy, Research and Action, pp. 108-114 [R. Baumung and I. Hoffmann, editors]. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Hoseinpour, M. and Fakharzadeh Jahromi, A. (2019). The robust optimization model for providing Iranian diet for adjusting optimal glycemic load. *Journal of Decisions and Operations Research*, 4(1): 42-53. (In Farsi)

Iran Statistics Center (2021). Household Cost-Income Data. Office of Population, Labor and Household Economy, Statistics Center of Iran, Tehran. (In Farsi)

Karandish, F. and Hoekstra, A. (2017). Informing national food and water security policy through water footprint assessment: the case of Iran. *Water*, 9: 831. https://doi.org/10.3390/w9110831.

Kaviani, Z., Pahlavan, M.S. and Birjandi, M.S. (2023). The state of poverty and characteristics of the poor in the last decade (2010s). Research report: Economic Studies Office (Department of Macroeconomics and Modeling), Islamic Parliament Research Center, Tehran, Iran. https://report.mrc.ir/article_9437_931f8c2a82dad5ba7f2b698345b424d0.pdf (In Farsi)

Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15: 1577-1600. https://doi.org/10.5194/hess-15-1577-2011.

Ministry of Health, Treatment and Medical Education of the Islamic Republic of Iran (2013). Desirable Food Basket for Iranian Society. Community Nutrition Improvement Office, Ministry of Health, Treatment and Medical Education, Tehran, Iran. (In Farsi)

Mirzaie-Nodoushan, F., Morid, S. and Dehghanisanij, H. (2020). Reducing water footprints through healthy and reasonable changes in diet and imported products. *Sustainable Production and Consumption*, 23: 30-41. https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.04.002.

Mohammadi, A., Ebrahim Banihabib, M.E., Javadi, S., Yousefi, H., Pouraram, H. and Randhir, T. (2021). Evaluating the desirability of a vegan food basket in terms of environmental dimensions and comparing it to Iranian society's common food basket. *Journal of Water and Irrigation Management*, 11(2): 345-355. (In Farsi)

Muñoz-Martínez, J., Elías, R.A., Batlle-Bayer, L., Cussó-Parcerisas, I. and Carrillo-Álvarez, E. (2023). Optimizing sustainable, affordable and healthy diets and estimating the impact of plant-based substitutes to milk and meat: A case study in Spain. *Journal of Cleaner Production*, 424: 138775. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138775.

Nasari, A., Keramatzadeh, A., Shirani Bidabadi, F. and Joulaei, R. (2017). Determination of optimal food consumption basket in rural regions with application of goal programming model. *Village and Development*, 20(1): 77-101. (In Farsi)

Pahlow, M., van Oel, P.R., Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2015). Increasing pressure on freshwater resources due to terrestrial feed ingredients for aquaculture production. *Science of the Total Environment*, 356: 847-857. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.124.

Pouran, R., Raghfar, H., Ghasemi, A.R. and Bazzazan, F. (2017). Evaluating the economic value of virtual water with maximizing productivity of Irrigation water. *Quarterly Journal of Applied Economics Studies Iran*, 6(21): 189-212. (In Farsi)

Pourkazemi, M.H. and Soozandeh, M. (2009). Determination of food basket for various income groups by using fuzzy logic. *Economic Research*, 44(2): 1-22. (In Farsi)

Rabiei, S. and Rastmanesh, S.R. (2022). Food Composition Table. Khosravi Publications, Tehran, Iran. (In Farsi)

Ribal, J., Fenollosa, M.L., Garcia-Segovia, P., Clemente, G., Escobar, N. and Sanjuán, N. (2016). Designing healthy, climate friendly and affordable school lunches. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 21: 631-645. https://doi.org/10.1007/s11367-015-0905-8.

Schneider, K.R. (2022). Nationally representative estimates of the cost of adequate diets, nutrient level drivers, and policy options for households in rural Malawi. *Food Policy*, 113: 102275.

Sharifi Paichoon, M., Behzadi Shahre Babak, Z. and Mohamadi Ravari, F. (2022). Temporal-spatial evaluation of the drought process and its effects on vegetation changes in Fars province. *Aride Regions Geographic Studies*, 13(50): 40-57. (In Farsi)

Sobhani, S.R. and Babashahi, M. (2020). Determinants of household food basket composition: a systematic review. *Iranian Journal of Public Health*, 49(10): 1827-1838.

Sobhani, S.R., Eini-Zinab, H. and Rezazadeh, A. (2021). Assessing the changes in Iranian household food basket using national household budget and expenditure survey data, 1991-2017. *International Journal of Preventive Medicine*, 12: 148 .

Soltani, A., Zand, I., Aali Maqam, S.M., Nehbandani, A., Barani, H., Soltani, E., Torabi, B., Zainli, I., Mirkarimi, Sh. and Joulaei, R. (2021). Analysis of the country's food security until 2050 by modeling the water, land, food and environment nexus: perspective and necessary policies. A collection of documents related to the national and strategic document on food security transformation (management summary). Agricultural Research, Education and Extension Organization, Agricultural Extension and Education Deputy, Agricultural Education Publishing, Tehran, Iran. (In Farsi)

USDA Economic Research Service (ERS) (2023). Share of consumer expenditures that are spent on food. Last updated June 7, 2023. Retrieved from: https://www.ers.usda.gov/topics/international-markets-u-s-trade/international-consumer-and-food-industry-trends/.

WHO (2008). WHO European action plan for food and nutrition policy 2007-2012. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

Yin, J., Zhang, X., Huang, W., Liu, L., Zhang, Y., Yanga, D., Hao, Y. and Chen, Y. (2021). The potential benefits of dietary shift in China: Synergies among acceptability, health, and environmental sustainability. *Science of the Total Environment*, 779: 146497. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146497.

Zarghami, M., Abdi, A., Babaeian, I., Hassanzadeh, Y. and Kanani, R. (2011). Impacts of climate change on runoffs in East Azerbaijan, Iran. Global and *Planetary Change*, 78: 137-146.

Doi: 10.22034/IAES.2024.2018007.2040

Agricultural Economics/Volume 18/Issue 4/1403

Developing the Optimal Household Food Basket with Emphasis on the Limited Water Resources of Iran

***Mostafa Baniasadi,Elham Barani Beyranvand,Kazem Shahverdi*[1]**

Received: 17 Dec.2023 **Accepted:5 Feb.2024**

Extended Abstract

Introduction: Among various factors affecting the household food basket, lifestyle, consumption pattern, household income, food prices, nutrition knowledge, consumer preferences and tastes are the most important ones. In some cases, despite physical and economic access to foodstuffs, people face malnutrition. Meanwhile, the basic resources such as water resources are limited, and there are environmental issues. Therefore, it is necessary to compile an optimal food basket that is economical and accessible and provides the needed nutrients while considering the country's water resources situation. The current study aimed to compile an optimal food basket model for the Iranian household, which imposes a lower cost on the household compared to the optimal basket proposed by the Ministry of Health while minimizing the virtual water consumption. To this end, the mathematical programming models were used.

Materials and Methods: In this research, multi-objective mathematical programming was used to determine an optimal food basket according to the considered objectives. Minimizing household expenses and minimizing the virtual water content in the food basket were used as two objectives. Access to sufficient amounts of nutrients and food diversity were considered as two constraints. There were 17 foodstuffs and nine food groups in the current research basket. The average crop water requirement in the country was calculated using the weighted average method. The ratio of crop water requirement to the product performance was considered as virtual water for some foodstuffs. The values reported in the literature were used as virtual water for some other foodstuffs. The required data were gathered through the Central Bank, Statistical Center of Iran, Ministry of Health and Medical

[1] Respectively:Assistant Professor & Msc Graduated of Agricultural Economics,faculty of agriculture,bu-ali sina university. Assistant Professor,Department of water resources engineering,Faculty of Agriculture ,bu-ali sina university.
Email:Baniasadi.m65@gmail.com

Education, Ministry of Agricultural Jihad, and World Health Organization (WHO). Four objective functions were defined in this research.

Results and discussion: The results showed that the amount of consumption of grains, dairy products, chicken meat, eggs, fish and legumes in the optimal food basket of the current study have been increased compared to those of the Ministry of Health and the existing consumption pattern. In contrast, the consumption of red meat, fruits, potatoes, sweets, fats, and oil have been reduced. Also, the compiled basket provides acceptable nutrients, except for calcium. The results also demonstrated that the optimal food basket of this study is superior to that of the Ministry of Health in terms of cost and virtual water consumption so that annual household expenses proposed in the current study is about 4 million Iranian toman less while requiring 253 m^3 less virtual water. They are respectively equivalent to 109000 billion Iranian toman and 6.7 billion m^3 on the country scale.

Suggestion: The current study aimed to formulate the optimal food basket that would follow four main goals: (1) to provide the body needed nutrients; (2) this basket should be developed with the minimum possible cost and it should cost less than the desired food basket of the Ministry of Health; (3) the virtual water content of this basket should be minimized and consume less virtual water than the Ministry of Health basket; and (4) the basket should have a good variety of food. The results of the study show that all the objectives of the research have been achieved. But the noteworthy point, which should not be neglected, is the household's economic ability to achieve the developed basket in different income deciles, especially in the lower income deciles of the society. There is a serious gap between the food costs of the current consumption pattern and the optimal food basket of this study, and it does not match the purchasing power of the First to third deciles, and it also challenges the Fourth to sixth deciles. Therefore, the application of this food basket should be accompanied by supportive policies. Of course, it should be noted that the application of supportive policies in the short term should be applied purposefully, in such a way as to direct the consumer towards the nutritional basket similar to this study. Also, the policymaker should seek to promote the correct pattern of food consumption and increase the level of nutrition knowledge.

JEL Classification: Q18, Q25, C61, D19
Keywords*:* Virtual Water, Food Security, Mathematical Programming, Income Decile, Household Food Basket.