تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال هجدهم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱
Volume 18, No. 2, Summer 2022 (IR-WRR)
۱۲۲-۱۴۵

تأثیر تحولات جمعیتی بر امنیت آبی و امنیت غذایی در ایران

زهرا سلطانی[۱*]، علی باقری[۲] و محمدجلال عباسی شوازی[۳]

چکیده

این پژوهش، با الهام از چارچوب مفهومی ظرفیت تحمل، در تلاش برای یافتن پاسخ این سؤال است که نقطه تعادل بین جمعیت، امنیت آبی و امنیت غذایی در کشور کجاست. در همین راستا، در پژوهش اخیر روند تحولات اندازه و ساختار سنی و جنسی جمعیت در کشور و به تبع آن، روند تغییرات نیازهای غذایی جمعیت (در هفتاد سال اخیر) ایران دنبال شده، روند تغییرات نیازهای غذایی جمعیت با روند تولید محصولات غذایی طی چهار دهه اخیر در کشور قیاس شده و در عین حال، با استفاده از مفهوم ردپای آب، میزان آب آبی استفاده شده برای تولید نیازهای غذایی جمعیت و تولیدات محصولات کشاورزی در کشور استنباط و با آب قابل برنامه‌ریزی کشور مقایسه شده است. نتایج حاکی از آن است که روند تولید برخی محصولات غذایی نظیر قند و شکر، میوه و غلات فراتر از نیاز جمعیت (با احتساب الگوی تغذیه متناسب با سند ملی امنیت غذا و تغذیه) بوده و در مقابل روند تولید برخی محصولات کشاورزی (نظیر دانه‌های روغنی و محصولات پروتئینی نظیر گوشت قرمز، تخم‌مرغ و لبنیات)، پاسخگوی نیاز غذایی جمعیت نبوده است. در عین‌حال برآوردها حاکی از آن است که تولید مواد غذایی از سال ۱۳۸۵ از ظرفیت منابع آبی کشور در بخش کشاورزی (آب قابل برنامه‌ریزی بخش کشاورزی) فراتر رفته است. هرچند اگر الگوی مطلوب تولید مواد غذایی در کشور و راهکارهایی نظیر کاهش ضایعات و تلفات بخش کشاورزی به کار گرفته می‌شد، همچنان آب قابل برنامه‌ریزی کشور پاسخگوی نیاز غذایی جمعیت کشور بود.

کلمات کلیدی: ظرفیت تحمل آبی، آب قابل برنامه‌ریزی، ردپای آب، الگوی تغذیه، ضایعات و تلفات کشاورزی.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۴/۲۹
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۶/۱۶

The Effect of Demographic Trends on Food and Water Security in Iran

Z. Soltani [1], A. Bagheri [2], and M.J. Abbasi Shavazi[3]*

Abstract

Inspired by the conceptual framework of carrying capacity, this study tends to answer the challenge of equilibrium of population, water, and food security in Iran. In this regard, the size and age-sex structure trends of Iran population and accordingly the Iranian food requirement changes in the last seventy years have been evaluated. To do so, the amount of blue water used for actual agricultural production and meeting the needed food pattern has been calculated and compared using the concept of water footprint. The results show that the trends of some products such as sugar, fruits, and cereals are beyond the needs of the population, while the trends of other products (such as oilseeds and proteins such as red meat, eggs, and dairy products) have not met the population's nutritional needs in the country. Furthermore, the estimation shows that food production has exceeded the water resources carrying capacity in Iran since 2006. Nevertheless, if the optimal pattern of food production in the country and solutions such as reducing waste and losses in the agricultural sector had been used, the programmable water of the country would have still met the food needs of the country's population.

Keywords: Water Carrying Capacity, Allowable Water for Planning, Water Footprint, National Food and Nutrition Security, Agricultural Wastes and Losses.

Received: July 19, 2020
Accepted: September 7, 2022

۱- دکتری جمعیت‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۲- دانشیار گروه مهندسی منابع آب، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۳- استاد جمعیت شناسی، دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه تهران، تهران، ایران.
*- نویسنده مسئول
بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان پائیز ۱۴۰۱ امکانپذیر است.

1- Ph.D. in Demography, Faculty of Social Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: zahra.soltani@ut.ac.ir
2- Associate Professor of Water Resources Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. Email: ali.bagheri@modares.ac.ir
3- Professor of Demography, Faculty of Social Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: mabbasi@ut.ac.ir
*- Corresponding Author
Dor: 20.1001.1.17352347.1401.18.2.9.9

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

۱- مقدمه

کشور ایران، از دیرباز به دلیل قرارگیری در اقلیمی عمدتاً گرم و خشک، با محدودیت‌های منابع آب، به‌خصوص در مناطق مرکزی و شرقی روبه‌رو بوده است و برخی شاهکارهای مهندسی نظیر قنات‌ها و به کار بستن الگوهای مختلف آبیاری برای مواجهه با محدودیت‌های منابع آبی و خشکسالی‌ها و قحطی‌های گسترده صحتی بر این مدعاست (Ravandi, 1985; Ketabi, 2005). با این وجود به واسطه تغییر و تحولات جمعیتی قرن اخیر، فشار زیادی به منابع زیستی و به‌ویژه منابع آب ایران تحمیل شده است (Motiee et al., 2001; Madani, 2014; Madani et al., 2016)، به‌گونه‌ای که طی سال‌های اخیر بیش از هر زمان دیگری نگرانی‌ها در خصوص عدم تکافوی منابع آبی و ناامنی آبی رشد پیدا کرده است. ردپای این نگرانی‌ها را در عالی‌ترین سطوح سیاست‌گذاری کشور نیز می‌توان یافت. برای نمونه در مصوبه ۵ سی و نهمین جلسه شورای عالی آب (Supreme Water Council Secretariat of the Islamic Republic of Iran, 2019)، از تعادل بین امنیت آبی و امنیت غذایی به عنوان یکی از ابرچالش‌ها و دغدغه برانگیزترین مسائل کلان کشور یاد شده است و طی بند ۹ سیاست‌های کلی جمعیتی (General Population Policies of the Islamic Republic of Iran, 2014)، بازتوزیع فضایی و جغرافیایی جمعیت، متناسب با ظرفیت زیستی با تأکید بر تأمین آب با هدف توزیع متعادل و کاهش فشار جمعیتی مورد تأکید قرار گرفته است.

نقش مؤثر تحولات جمعیتی بر امنیت آبی و امنیت غذایی، تنها در مطالعات اخیر منابع آب کشور مورد توجه قرار نگرفته است، بلکه بررسی علمی رابطه تعادلی جمعیت و منابع زیستی پیرامونش، عمری به درازای شکل‌گیری دانش جمعیت‌شناسی دارد (Petersen, 2014; Neurath, 2017). به طور کلی، نقطه پیدایش دانش جمعیت‌شناسی مدرن، یعنی انعکاس دغدغه مالتوس در خصوص رابطه تعادلی بین جمعیت و منابع زیستی در اثر توماس رابرت مالتوس[1] (Thomas Robert Malthus, 1888, First edition 1798)، بعدتر در توسعه مفهوم ظرفیت تحمل[2] (یا ظرفیت برد) در آثار (Meadows et al. (1972, 1992, 2004 نیز قابل شناسایی است (Seidi & Tissdel, 1999). اصولاً ارتباط بین جمعیت و ظرفیت تحمل به اندازه‌ای است که در برخی منابع علمی ظرفیت تحمل معادل با سنجش خودکفایی بالقوه جمعیت تفسیر شده است (Lane et al., 2014) یا به تعبیر بهتر تعداد جمعیتی که نیازهای اساسی آن بتواند به طور پایدار تأمین شود، درنظر گرفته شده است (Venkateswarlu & Prasad, 2012) و در خصوص ارزیابی رابطه پایدار جمعیت با محیط پیرامونش کارکرد پیدا کرده است (Marganingrum, 2018).

بنابراین، درک و مدل‌سازی رابطه بین جمعیت و ظرفیت تحمل (از جنبه‌هایی خاص نظیر ظرفیت آبی و غذایی)، به نظر می‌رسد بتواند مساله اصلی این پژوهش را، یعنی تعادل بین امنیت آبی و امنیت غذایی یا به بیان دیگر ارزیابی توانایی تولید به‌اندازه نیازهای مصرفی جمعیت از منابع حیاتی نظیر آب و غذا، پاسخگو باشد.

از این‌رو، در این پژوهش، با الهام از چارچوب مفهومی ظرفیت تحمل و برخی پژوهش‌های مرتبط با امنیت آبی و غذایی در این حوزه، چارچوب تحلیلی جدیدی استنباط شده است و در این چارچوب تحلیلی، با ارزیابی روند تحولات جمعیتی در کشور، تغییراتی که متناسب با تحولات جمعیتی از سال ۱۳۲۹ تا ۱۳۹۹، در تولید مواد غذایی مورد نیاز جمعیت (متناسب با الگوی مطلوب غذایی) رخ داده است، دنبال شده است. در عین حال، تغییرات روند تولید واقعی مواد غذایی در کشور (برای سال‌های در دسترس، یعنی از سال ۱۳۵۷ تا ۱۳۹۹) با الگوی مطلوب تولید مواد غذایی موردنیاز جمعیت مقایسه شده است تا میزان تناسب تولید واقعی محصولات با الگوی مطلوب تولید محصولات در کشور مشخص شود. در ادامه با استفاده از مفهوم آب مجازی، میزان آب آبی استفاده شده برای تولید واقعی محصولات کشاورزی و میزان آب آبی استفاده شده برای الگوی مواد غذایی در کشور برآورد شده و با میزان آب قابل برنامه‌ریزی کشور در بخش کشاورزی مقایسه شده است. این مقایسه این امکان را به ما می‌دهد که یک ارزیابی اولیه از ظرفیت زیستی کشور (از دیدگاه جمعیتی)، با توجه به دغدغه‌های مرتبط با تأمین آب و ضرورت به تعادل رسیدن امنیت آبی و امنیت غذایی در کشور داشته باشیم.

۲- مبانی نظری

اکنون حدود ۱۱۵ سال از اولین کاربردهای واژه ظرفیت تحمل و حدود یکصد سال از ارائه مدل‌هایی برای محاسبه این مفهوم می‌گذرد (Price, 1999). با این وجود اگر مفهوم ظرفیت تحمل را به سادگی بیان آن بدانیم که چه تعداد جمعیت به طور پایدار می‌تواند توسط زیست‌بومی که در آن زندگی می‌کنند پشتیبانی شوند (Cohen, 1995)، درمی‌یابیم که دغدغه‌ای که سبب شکل‌گیری مفهوم ظرفیت تحمل شده است، سابقه‌ای به مراتب طولانی‌تر دارد. به طور خاص اندیشه‌های مالتوس در رساله‌ای درباره اصول جمعیت[3] (Malthus, 1888; First edition: 1798)، در شکل‌گیری ایده ظرفیت تحمل نقش مؤثری را داشت (Seidi & Tissdel, 1999). به نظر می‌رسد

آثار متأخرانی نظیر Ehrlich (1970) مبنی بر پیامدهای پیش‌بینی نشده و غیر عمد در رشد بیش از ظرفیت جمعیت، از رویکرد مالتوس نسبت به محدودیت‌های هر منطقه برای رشد جمعیت، الهام گرفته باشند (Seidi & Tissdel, 1999).

با این وجود، برخی متفکران به نقش افزایش خلاقیت و توسعه فناوری و بهبود بهره‌وری، بر فائق آمدن بر محدودیت‌های زیستی تأکید داشته‌اند (Boserup, 1965 & 1981; Simon, 1981; Simon et al., 1995). بنابراین فارغ از نگاه‌های بدبینانه‌ای که نسبت به تبعات رشد جمعیت در آثار اولیه مرتبط با مفهوم ظرفیت تحمل وجود داشت، به تدریج نوعی نگاه و قضاوت ملایم‌تر نسبت به رابطه بین جمعیت و کفایت منابع زیستی ارائه شد که بیشتر بر ایده پایداری[۴] استوار بود. از پایداری به عنوان شرایطی یاد می‌شود که در دوره نامحدودی از زمان بتواند حفظ شود (Arrow et al., 1995; Du Pisani, 2006). به طور ویژه، این رویکرد پایداری در مدل‌سازی ظرفیت تحمل جهان در آثار Meadows et al. (1972, 1992, 2004) به کار گرفته شد و پس از آن، مفهوم ظرفیت تحمل به طور گسترده‌ای به عنوان یک ابزار مدیریتی برای ارزیابی فرآیندهای توسعه پایدار در سطح ملی و منطقه‌ای به کار گرفته شده است (Marganingrum, 2018).

البته باید توجه داشت که ظرفیت تحمل مفهومی پیچیده است که هم برای محیط زیست انسان و هم برای زیستگاه‌های جانوری کاربرد دارد. این مفهوم ابعاد متعددی را نظیر کفایت مواد غذایی، اراضی قابل کشت و منابع تجدیدپذیر در برمی‌گیرد. علاوه بر شرایط و محدودیت‌های طبیعی و جمعیت‌شناسی که بر ظرفیت تحمل تأثیرگذارند، در محیط انسانی، ویژگی‌های فرهنگی و اقتصادی نیز بر آن تأثیر می‌گذارند (Cohen, 1995; Seidi & Tissdel, 1999). با وجود آگاهی بر این گستره وسیع مفاهیم و ابعاد، همچنانکه در مقدمه این مقاله شرح داده شد، در پاسخ به پرسش اصلی پژوهش، ما به دنبال دو بعد خاص از مفهوم ظرفیت تحمل هستیم. اولین بعد مرتبط با تعادل بین جمعیت و مواد غذایی یا آنچه از آن با عنوان *امنیت غذایی* یاد می‌شود، خواهد بود. مفهوم امنیت غذایی از دیرباز به عنوان یکی از اصلی‌ترین ابعاد تعیین‌کننده ظرفیت تحمل شناخته شده است و اصلی‌ترین دغدغه گسترش‌دهندگان اصلی مفهوم ظرفیت تحمل نظیر Malthus (1888; First edition: 1798)، Ehrlich (1970) و Meadows et al. (1972, 1992, 2004) بوده است. بعد دیگر ظرفیت تحمل، که بیشتر طی سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است، *امنیت آبی* است.

بر اساس تعریف سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO, 2006)، امنیت غذایی عبارت است از «دسترسی همه مردم در تمام اوقات و نقاط به غذای کافی و سالم برای زندگی سالم و فعال». باید توجه داشت به منظور دستیابی به این هدف کلی چهار جزء امنیت غذایی باید تحقق پیدا کنند. اولین جزء، *موجود بودن*[۵] محصولات غذایی است که شامل سه وجه تولید، توزیع و تبادل مواد غذایی می‌شود (Ingram, 2011). دومین جزء، *دسترسی*[۶] به مواد غذایی است که شامل سه وجه استطاعت یا قدرت خرید، تخصیص به معنای مکانیسم‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی حاکم بر الگوی دسترسی مصرف‌کنندگان، و اولویت به معنای هنجارهای اجتماعی، مذهبی یا فرهنگی تعیین کننده الگوی مصرف مواد غذایی، می‌شود (Ingram, 2011). سومین جزء مهم امنیت غذایی، *مصرف*[۷] مواد غذایی می‌باشد که سه وجه ارزش تغذیه‌ای به معنای مقدار مصرف روزانه کالری، ویتامین‌ها، پروتئین‌ها و مواد مغذی مصرفی، ارزش‌های اجتماعی تعیین کننده مزایای غذایی و ایمنی مواد غذایی را در برمی‌گیرد (Ingram, 2011). آخرین جزء مهم امنیت غذایی، *پایداری* است که به معنای برکنار بودن از تغییرات احتمالی ناگهانی نظیر افزایش قیمت محصولات غذایی و تغییرات آب و هوایی، تفسیر می‌شود (FAO, 2006). لازم به ذکر است که به دلیل پیچیدگی بالای درنظر گرفتن تمامی این ابعاد و اجزا برای امنیت غذایی، مدل‌سازی امنیت غذایی معمولاً به برخی جنبه‌ها نظیر مصرف انرژی و ترکیب مواد غذایی موردنیاز هر فرد در هر گروه سنی و جنسی خاص محدود می‌شود (Hardin, 1968; Maxwell, 1996; Napoli et al., 2011) البته نباید فراموش کرد که یکی از اولین اقدامات ضروری برای مقابله با عدم تعادل بین تولید محصولات غذایی و تضمین امنیت غذایی کشورها، مقابله با ضایعات بخش کشاورزی در فاصله بین تولید و مصرف می‌باشد. در مراجع علمی متعددی از کاهش ضایعات کشاورزی به عنوان یکی از راهکارهای تأمین اهداف امنیت غذایی تأکید شده است (Bond et al., 2013; Garrone et al., 2014; Chaboud & Daviron, 2017). به تعبیر FAO (2011) در جهانی با محدودیت‌های منابع طبیعی نظیر محدودیت منابع آبی، ترویج کاهش ضایعات محصولات کشاورزی به تنهایی سهم قابل توجهی از افزایش اثربخشی در کل زنجیره غذایی و ضمانت کافی بودن محصولات غذایی برای همه جمعیت را بر عهده دارد و از این رو چنین هدفی یک اولویت سیاست‌گذاری در تأمین امنیت غذایی است که هرگز نباید فراموش شود.

همچنانکه پیشتر اشاره شد، بعد دیگری از مفهوم ظرفیت تحمل، که در طی سال‌های اخیر به ویژه در میان محققان کشور پرجمعیت چین رواج پیدا کرده است، مرتبط با امنیت آبی می‌شود (Ren et al., 2016; Marganingrum, 2018; Zhua et al., 2019). البته مفهوم امنیت آبی را می‌توان به نوعی مرتبط با مفهوم امنیت غذایی نیز دانست. به این دلیل که هرچند در مدل‌سازی جمعیت و تهدیدهای امنیت غذایی، از دیرباز به محدودیت منابع زیستی بیشتر از جنبه محدودیت ظرفیت خاک توجه شده است، اما امروزه در مباحث مرتبط با امنیت مواد غذایی و محدودیت‌های بخش کشاورزی، توجه توأمان به هر دو عنصر ظرفیت‌های آب و خاک به چشم می‌خورد و از کمبود آب شیرین برای جامعه کشاورزی به عنوان یک تهدید محیطی بسیار جدی برای امنیت غذایی یاد می‌شود (Wyman, 2013). حتی سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد نیز مفهوم امنیت آبی را به امنیت غذایی مرتبط کرده است و در تعریفی امنیت آبی را توانایی تأمین آب کافی و مطمئن برای جمعیت ساکن در مناطق خشک جهان به منظور رفع نیازهای تولید کشاورزی معرفی می‌کند (FAO, 2000). کفایت منابع آبی برای تأمین نیاز غذایی جمعیت‌های انسانی یا همان امنیت غذایی، یکی از کارکردهای اصلی امنیت آبی بوده است (Godfray et al., 2010; Hanjra & Qureshi, 2010; Molle & Mollinga, 2003).

توسعه مفاهیمی نظیر ردپای آب و آب مجازی، به‌ویژه می‌تواند به ما کمک کند که بتوانیم تصویر دقیق‌تری را از ارتباط بین دو مفهوم امنیت آبی و امنیت غذایی، که خود تابعی از تعداد جمعیت در گروه‌های سنی و جنسی جمعیت است، ترسیم کنیم. مفهوم آب مجازی و ردپای آب به تعبیر Hokestra (2017)، یک مفهوم میان رشته‌ای است که به‌شدت با مفاهیمی نظیر تخصیص آب، مصرف آب و کمیابی آبی گره خورده است. این مفهوم به عنوان چارچوبی برای تجزیه و تحلیل بین مصارف آب و تناسب آن با میزان آب موجود در جهان، توسعه داده شده است (Hokestra, 2003; Mekonnen et al., 2011; Hokestra et al., 2011). مفهوم ردپای آب یک محصول (متناظر با مفهوم آب مجازی)، بیانگر مجموع آبی است که در زنجیره تولید هر محصول مصرف می‌شود و معمولاً با واحد مترمکعب بر تن، اندازه گیری می‌شود. ردپای آب در یک محدوده جغرافیایی مشخص (یعنی استانی، ملی، ناحیه‌ای یا حوضه آبریز)، برابر است با مجموع ردپای آب همه فرآیندهایی که در آن محدوده اتفاق افتاده است (Hokestra et al., 2011). مفهوم ردپای آب به سه جزء آب آبی، سبز و خاکستری تقسیم می‌شود. ردپای آب آبی که به میزان آب سطحی و زیرزمینی مصرف شده (تبخیر و تعرق شده) در نتیجه تولید یک محصول اطلاق می‌شود (Hokestra, 2017) می‌تواند در تخمین میزان آب مصرف شده برای تولید نیازهای غذایی جمعیت‌ها با ساختارهای سنی و جنسی متفاوت راهگشا باشد.

۳- پیشینه پژوهش

علاوه بر پژوهش‌های اخیر در خصوص ظرفیت تحمل آبی (Ren et al., 2015; Marganingrum, 2018; Zhua et al., 2019)، Falkenmark & Lannerstad (2010) دغدغه تأمین منابع غذایی کافی برای جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰، با توجه به محدودیت‌های منابع آبی در کشورهای جهان را مورد ارزیابی قرار داده و به این نتیجه می‌رسند که با توجه به الگوهای غذایی فعلی، حدود دوسوم جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ در کشورهایی قرار می‌گیرند که سرزمینشان پاسخگوی نیازهای غذایی جمعیتشان نیست و برای امنیت غذایی آن‌ها یا باید الگویی از واردات پایدار مواد غذایی به این سرزمین‌ها تعبیه شود یا باید تغییر در الگوی غذایی کشورها به سوی الگوی غذایی کم‌آب‌برتر با مصرف غذایی کمتر محصولات کشاورزی حیوانی در دستور کار قرار گیرد (Falkenmark & Lannerstad, 2010). بررسی Wang (2022) از ظرفیت تحمل زمین برای پاسخگویی به نیازهای غذایی جمعیت در سال ۲۰۵۰ نتیجه مشابهی را در اختیار می‌گذارد و پیشنهاد می‌دهد که با توجه به ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی اختصاصی مناطق مختلف دنیا، علاوه بر ویژگی‌های طبیعی هر منطقه نظیر منابع آبی و خاکی، ظرفیت تحمل مناطق مختلف دنیا و استراتژی‌های پاسخگویی به نیازهای غذایی جمعیت به صورت جداگانه برآورد شود.

پیشتر نیز پژوهش‌هایی در خصوص وضعیت تعادلی جمعیت، منابع آبی و عرضه و تقاضای بخش کشاورزی کشور ایران انجام شده است. برای نمونه Karandish et al. (2017)، با استفاده از مفهوم ردپای آب، رابطه رشد جمعیت و رشد محصولات کشاورزی را ارزیابی نمودند و نقش افزایش سرانه مصرف مواد غذایی و تبادلات بخش کشاورزی را بر وضعیت کنونی منابع آب در ایران مورد بررسی قرار دادند. Madani (2014) بر رابطه بین جمعیت و الگوی کشاورزی بر وضعیت بحرانی آب در ایران تأکید کرد. Mirzaie-Nodoushan et al. (2020) رابطه بین سبد غذایی جمعیت و منابع آبی در کشور را تبیین نمودند. Khorsandi et al. (2022)، ظرفیت تحمل کشور بر مبنای منابع آب کشور را حدود ۳۵ میلیون نفر و بر مبنای محدودیت‌های منابع خاک کشور، حدود ۷۰ میلیون نفر برآورد می‌کنند.

علی‌رغم چراغ‌هایی که به واسطه این پژوهش‌ها در خصوص رابطه تعادلی بین جمعیت، امنیت آبی و امنیت غذایی روشن شده است، رویکردها و روش‌شناسی‌های به کار رفته در این مطالعات با یکدیگر متفاوت است و به نظر می‌رسد که توجه به برخی متغیرهای جمعیتی در برآوردهای به کار رفته (به ویژه اینکه نیازهای غذایی جمعیت در گروه‌های سنی و جنسی مختلف متفاوت است) به نظر می‌رسد که نیاز است که با به کاربستن مفهوم ظرفیت تحمل و با تدقیق روندهای جمعیتی و ترکیب محصولات غذایی، و با استفاده از برخی ابزارهای سیاست‌گذاری کلان کشوری، نظیر آب قابل برنامه‌ریزی و سند ملی تغذیه و امنیت غذایی، زمینه پاسخگویی دقیق‌تری به این سؤال کلیدی پاسخ داده نشده را فراهم آوریم که *با توجه به وضعیت منابع آب، آیا کشور ما ظرفیت پاسخگویی به تحولات جمعیتی رخ داده در ۷۰ سال اخیر را داشته است یا نه؟*

۴- روش پژوهش

بر مـــبنای مبانی نظری و پیشینه پژوهش‌های تجربی، چارچوب کار پژوهش حاضر، مطابق تصویر ۱ انتخاب شد. همچنانکه در این تصویر نمایش داده شده است، تحولات جمعیتی در ایران (که هم شامل تعداد جمعیت و هم شامل ساختار سنی و جنسی جمعیت می‌شود)، به واسطه الگوی مطلوب تغذیه مرتبط با هر گروه سنی و جنسی در الگوی مطلوب عرضه مواد غذایی کشور نقش داشته است. در عین حال الگوی تولید مطلوب مواد غذایی خود تابعی است از الگوی مطلوب عرضه مواد غذایی و ضایعات و تلفات بخش کشاورزی. الگوی مطلوب تولید مواد غذایی در کشور طی سال‌های اخیر با الگوی واقعی تولید محصولات کشاورزی برای استنباط امنیت غذایی کشور قابل قیاس می‌باشد و در عین حال به کمک مفهوم ردپای آب آبی، می‌توان برآوردی از آب مصرفی برای تولید واقعی محصولات کشاورزی و تولید مطلوب محصولات کشاورزی در کشور را به دست آورد و برای استنباط امنیت آبی (در بخش کشاورزی)، با آب قابل برنامه‌ریزی بخش کشاورزی مقایسه نمود. این دو مقایسه به ما امکان آن را می‌دهد که ارزیابی کنیم آیا تحولات جمعیتی در ایران سبب شده است که ما از ظرفیت تحمل کنونی کشور (از بعد امنیت آبی و امنیت غذایی) فراتر برویم یا نه؟

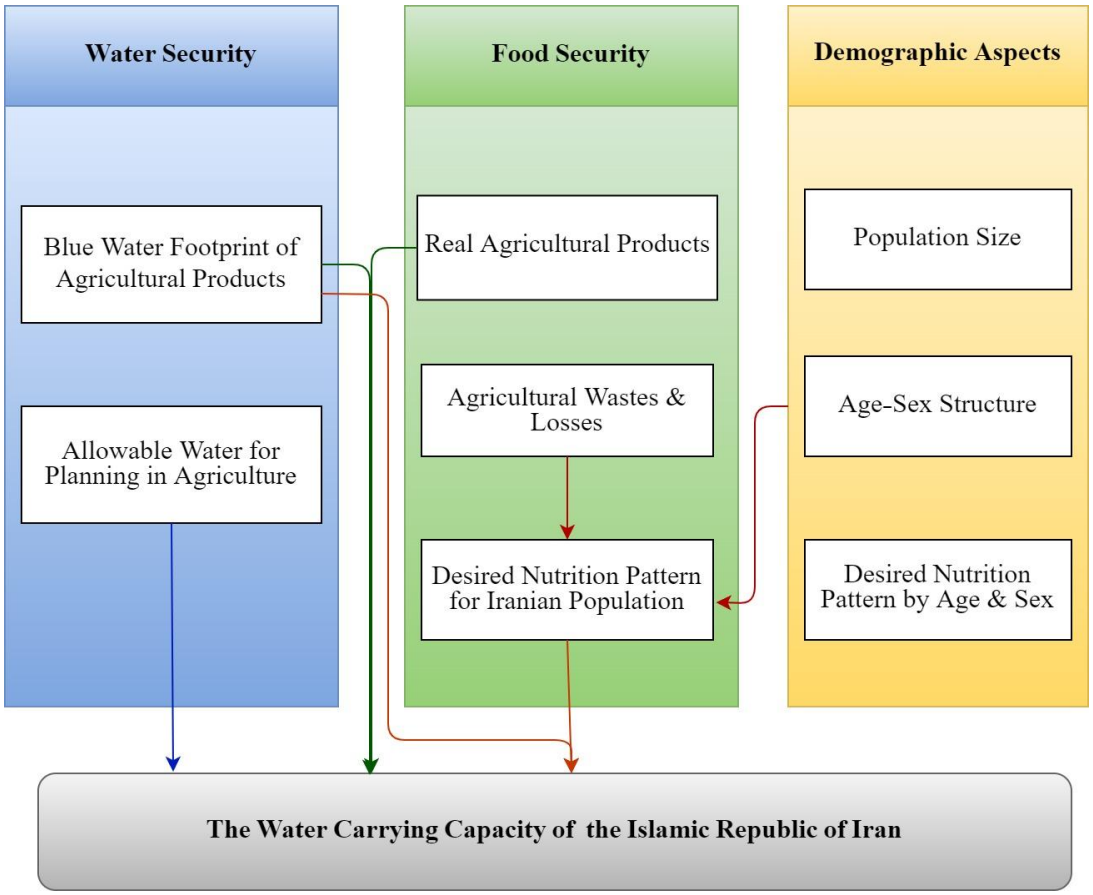


Fig. 1- Conceptual research framework

شکل ۱- چارچوب مفهومی پژوهش

این چارچوب مفهومی به منظور توسعه مدلی اولیه‌ای در راستای پاسخگویی به پرسش یادشده، به کارگفته شد. بر مبنای جمع‌آوری پایگاه‌های داده‌ای مختلف، و مدل توسعه داده شده، این امکان فراهم شد که برای ارزیابی روند تحولات جمعیتی در کشور، تغییراتی را که متناسب با تحولات جمعیتی از سال ۱۳۲۹ تاکنون، در تولید مواد غذایی مورد نیاز جمعیت (متناسب با الگوی مطلوب غذایی) رخ داده است، دنبال کنیم. در عین حال، با مقایسه تغییرات روند تولید واقعی مواد غذایی در کشور از سال ۱۳۵۷ تا ۱۳۹۹ با الگوی مطلوب تولید مواد غذایی مورد نیاز جمعیت، میزان تناسب تولید واقعی محصولات با الگوی مطلوب تولید محصولات در کشور، را مشخص نمودیم. در ادامه با استفاده از مفهوم ردپای آب، میزان آب آبی استفاده شده برای تولید واقعی محصولات کشاورزی و برای تولید الگوی مطلوب مواد غذایی در کشور برآورد شد و با میزان آب قابل برنامه‌ریزی کشور در بخش کشاورزی مقایسه گشت. این مقایسه این امکان را به ما داد که یک ارزیابی اولیه از ظرفیت تحمل کشور (از دیدگاه جمعیتی)، با توجه به دغدغه‌های مرتبط با تأمین آب و ضرورت به تعادل رسیدن امنیت آبی و امنیت غذایی در کشور داشته باشیم.

در سیر تحلیل داده‌ها و برای رسیدن به یافته‌های اصلی پژوهش، دو معادله اصلی به شرح زیر تدبیر و به کار گرفته شد. به منظور محاسبه الگوی مطلوب تولید محصولات کشاورزی از معادله شماره ۱ و به منظور محاسبه آب مصرفی برای تولید سبد غذایی مطلوب خانوار، از معادله شماره ۲ استفاده شده است. توضیحات معادلات ۱ و ۲ در ادامه ارائه شده‌اند:

$$DP_{nt} = (\sum_{i=1}^{7} P_{it} * PDF_n * 365 * 10^{-9})(1 + \frac{WLP_n}{100}) \quad (۱)$$

$$AW_t = \sum_{n=1}^{12} DP_{nt} * BWFP_n \quad (۲)$$

Description of Equations 1 & 2

n: Food groups [1= grain (bread & pasta) products, 2=Rice, 3= Beans, 4=Potatoes, 5=Vegetables, 6=Fruits, 7=Red Meat, 8= White Meat, 9= Eggs, 10= Milk, 11= Veg. Oil, 12= Sugar];
t: Year (from 1978 to 2020);
i: Age groups [1=2-3 years, 2= 3-4 years, 3=6-11 years, 4=12-17 years, 5=18-29 years, 6=30-60 years, 7= 60+ years].
DP: Desired food Products (Thousand Tons)
P: Population
PDF: Per capita Desired Food (gram/person/day)
WLP: Wastes and Losses of Agricultural Products (Percent)
AW: Agricultural Water Consumption (MCM)
BWFP: Blue water footprint

۴-۱- اطلاعات موردنیاز پژوهش

اطلاعات مورد نیاز پژوهش بر مبنای چارچوب مفهومی پژوهش، در سه بخش که در ادامه معرفی می‌شوند، جمع‌آوری شده است.

۴-۱-۱- اطلاعات مرتبط با تعداد و ترکیب جمعیت

همچنانکه در مبانی نظری شرح داده شد، تعداد جمعیت در هر گروه سنی و جنسی بر میزان و ترکیب مواد غذایی موردنیاز فرد تأثیر می‌گذارد. بنابراین، ترکیب مصرف مطلوب غذایی، به تعداد جمعیت در هر گروه سنی و جنسی جمعیت بستگی دارد. با درک این مسأله، در سال ۱۳۹۱، سند ملی امنیت غذا و تغذیه جمهوری اسلامی ایران با همکاری مشترک انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور و موسسه ملی تحقیقات سلامت جمهوری اسلامی ایران، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، سازمان غذا و دارو، وزارت جهاد کشاورزی، وزارت صنعت معدن و تجارت، سازمان ملی استاندارد، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری و سایر سازمان‌های همکار و ذینفع در تغذیه و امنیت غذایی کشور تدوین شد. سند ملی امنیت غذا و تغذیه با این هدف تنظیم شده است که مقادیر و نسبت‌های متناسب الگوی مواد غذایی که می‌توانند ضمن تأمین نیازهای تغذیه‌ای فرد خطر افزایش بروز و شیوع بیماری‌های مزمن را کاهش دهند (Supreme Council of Health and Food Security Secretariat of the Islamic Republic of Iran, 2012) برآورد کند. در جدول ۱، الگوی مطلوب مصرف مواد غذایی در کشور به تفکیک گروه‌های سنی و جنسی مختلف، به تصویر کشیده شده است.

در ادامه، نیاز بود که تحولات جمعیت ایران در این گروه‌های سنی و جنسی مرتبط با مفهوم امنیت غذایی استخراج شود. برای این منظور، تحولات مرتبط با جمعیت ایران در گروه‌های سنی و جنسی مختلف، از دو منبع آماری بخش جمعیت امور اجتماعی و اقتصادی سازمان ملل متحد و نتایج سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن ایران، از سال ۱۳۲۹ (۱۹۵۰ میلادی)، تا سال ۱۳۹۹ استخراج شد.

Table 1- The desired pattern of food consumption based on the concept of food and nutrition security by sex-age groups

جدول ۱- الگوی مطلوب مصرف مواد غذایی بر اساس مفهوم امنیت غذایی در گروه‌های سنی و جنسی مختلف

Age Groupe	2-3 years		4-5 years		6-11 years		12-17 years		18-29 years		30-60 years		60+	
Product	**Female**	**Male**	**Female**	**Male**	**Female**	**Male**	**Female**	**Male**	**Female**	**Male**	**Female**	**Male**	**Female**	**Male**
Bread	50	50	60	60	110	110	270	350	240	340	210	340	150	220
Rice	30	30	30	40	70	80	60	100	75	120	75	120	75	80
Pasta	30	30	20	30	20	30	20	30	30	50	20	50	20	20
Beans	10	10	10	10	20	20	20	26	30	20	20	20	20	20
Potato	30	30	40	40	70	70	70	100	50	90	40	90	60	50
Vegetables	150	150	150	150	250	250	400	400	400	300	300	330	300	300
Fruits	150	150	200	200	200	200	280	350	280	320	280	280	280	280
Red Meat	20	20	20	20	60	40	50	45	40	38	50	35	30	35
White Meat	10	10	30	30	50	40	64	70	70	64	70	64	65	64
Egg	30	30	30	35	40	35	35	50	35	35	35	35	35	35
Dairy	300	300	300	300	400	400	500	450	400	350	500	350	500	400
Veg. oil	20	20	30	25	30	35	35	45	25	45	25	40	20	49
Sugar	20	20	30	35	25	30	30	40	30	50	30	40	20	30
Total	**850**	**850**	**950**	**975**	**1345**	**1340**	**1834**	**2056**	**1705**	**1822**	**1655**	**1794**	**1575**	**1574**

Unit of measurement: Gram (per person/per day)- Source: National Document on Food and Nutrition Security (2012)

۴-۱-۲- اطلاعات مرتبط با امنیت غذایی

اطلاعات مرتبط با میزان تولید محصولات غذایی در کشور از جمله اطلاعات موردنیاز برای استنباط امنیت غذایی در ایران بود که با استفاده از منابع آماری مندرج در جدول ۲ استخراج گردید. لازم به توضیح است که محصولات زراعی تولیدی در هر سال آبی، به عنوان تولیدات سالیانه درنظر گرفته شده است (برای نمونه سال ۱۳۵۶-۱۳۵۷، معادل سال ۱۳۵۷ لحاظ شده است).

Table 2- Sources used to estimate agricultural products (1978-2020)

جدول ۲- منابع آماری استفاده شده برای تولید محصولات غذایی در کشور (۱۳۵۷ تا ۱۳۹۹)

Products	Sources	Remarks
Cereals, Rice, Beans, Potatoes, Vegetables, Oilseeds, Sugar	**Ministry of Agriculture-Jahad:** • Review on harvest level as well as production rate statistics of crops over 36 years (1978 -2013) • Agricultural Statistical yearbook of the Crop Years (2004-2005 to 2017-2020) • Agricultural Statistical yearbook, volume III (2015-2020)	1- Cereal, with the exception of rice, has been considered in grain (bread & pasta) products. 2- Cucumber and greenhouse vegetables are included in vegetables. 3- The data on sugar include both sugar canes and sugar beets.
Fruits	**Ministry of Agriculture-Jahad:** •Agricultural Statistical yearbook, volume III (2008-2020) •Review on harvest level and production rate statistics of crops over 36 years (1978 to 2013). •Agricultural Statistical yearbook of the Crop Years (2013-2014 to 2017-2020)	Fruits are included in Horticultural crops - with the exception of Cucumber and greenhouse products- plus kitchen garden fruits such as watermelon and melon.
Red meat, White meat, Eggs, Milk	**Ministry of Agriculture-Jahad:** •Review on production process of Iranian protein products over 4 decades (1974-2013) •Agricultural Statistical yearbook, volume II (2002-2020) **Center of Iran Statistical:** •Time series of Iranian economic, social and cultural indicators and indexes over 50 years (2020)	For white meat data gathering, chicken production rate has been extracted from data of Ministry of Agriculture-Jahad, fish production rate has been extracted from data of Statistical Center of Iran, after then all data have been merged together.

همچنین، چنانچه در روش پژوهش مرور شد، برای تبیین امنیت غذایی کشور، نیاز به برآورد ضایعات و تلفات بخش کشاورزی در ایران بود که نتایج حاصل از این برآورد در جدول ۳ منعکس شده است. منبع اصلی در این بخش، برآورد فائو از ضایعات و تلفات بخش کشاورزی در منطقه جنوب و جنوب غرب آسیا بوده است (Gustafsson et al., 2013). با این وجود به واسطه پژوهش (Keshavarz et al., 2016) در خصوص میزان ضایعات و تلفات مرحله تولید و ذخیره‌سازی پس از برداشت محصولات کشاورزی و باغی، ارقام مرتبط با درصد ضایعات و تلفات محصولات غذایی غلات، برنج، قند و شکر، سیب‌زمینی، حبوبات، سبزیجات، روغن نباتی و میوه در مرحله تولید و ذخیره‌سازی اصلاح شده است. لازم به ذکر است که درصد ضایعات و تلفات هر گروه محصول بر اساس متوسط وزنی تولید آن محصول طی سال‌های مختلف، برآورد شده است. برای نمونه اگر ضایعات و تلفات گندم در گروه غلات با جو و ذرت دانه‌ای متفاوت بوده است، نسبت تولید گندم به سایر غلات در برآورد درصد ضایعات و تلفات گروه غلات درنظر گرفته شده است. همچنین، لازم به ذکر است که در برآورد تلفات گوشت سفید نیز متوسط نسبت تولید گوشت مرغ به ماهی طی سال‌های مختلف، درنظر گرفته شده است. البته برای برخی از گروه محصولات که درصد ضایعات ذکر نشده است، تلاش شده است که بر اساس نزدیک‌ترین گروه مواد غذایی، درصد تلفات شبیه‌سازی شود. یعنی تلفات گروه مواد غذایی تخم‌مرغ مشابه گوشت قرمز، درصد ضایعات حبوبات در مرحله پردازش و بسته‌بندی، توزیع و مصرف معادل غلات و تلفات همین مراحل در گروه مواد غذایی قند و شکر معادل گروه مواد غذایی سیب‌زمینی، درنظر گرفته شده است.

۴-۱-۳- اطلاعات موردنیاز برای امنیت آبی

در طی سال‌های اخیر، آب قابل برنامه‌ریزی در کشور بر مبنای منابع آب تجدیدپذیر کشور محاسبه و به عنوان مبنایی برای تخصیص آب و استنباط موجودی منابع آب کشور به کار گرفته شده است. آب قابل برنامه‌ریزی کشور بر اساس نتایج The national synthesis of updating the Iran's comprehensive water studies (2015) مطابق جدول ۴ برآورد شده است.

Table 3- The percentage of wastes and losses of production, post harvesting handling and storage, processing and packaging, distribution and consumption stages in Iran

جدول ۳- درصد ضایعات و تلفات محصولات غذایی در مراحل تولید، ذخیره‌سازی، پردازش و بسته‌بندی، توزیع و مصرف در ایران

Commodity Groups	Agricultural Products	Postharvest handling and storage	Processing and Packaging	Distribution	Consumption	Total
ªCereals	7.0	7.6	3.5	2.0	3.0	23.1
ªRice	6.0	2.0	3.5	2.0	3.0	16.5
ªSugar	5.5	2.5	10.0	11.0	3.0	32.0
ªPotato	7.0	10.0	10.0	11.0	3.0	41.0
ªBeans	8.0	3.0	8.0	2.0	10.0	31.0
ªVegetables	4.8	12.5	25.0	10.0	7.0	59.2
ªOil seeds	5.0	2.0	8.0	2.0	1.0	18.0
ªFruits	4.8	12.0	25.0	10.0	7.0	58.8
bDairy	3.5	6.0	2.0	10.0	1.0	22.5
bEgg	5.1	0.3	5.0	7.0	4.0	21.4
bRed Meat	5.1	0.3	5.0	7.0	4.0	21.4
bWhite Meat	6.0	2.0	6.2	9.4	3.4	27.0

Sources: For ª commodity groups, the percent of wastes and losses for Production stage and Postharvest handling and storage has been collected from Keshavarz et al. (2015).

For b commodity groups, the percent of wastes and losses for Agricultural products stage and Postharvest handling and storage has been collected from Gustafsson (2011).

*All data for other stages have been collected from Gustafsson (2011).

*The calculation details are described in the text.

Table 4- Allowable water for planning in agriculture
جدول ۴- میزان آب قابل برنامه‌ریزی کشور در بخش کشاورزی

Allowable Water	Surface Water Resources	Underground Water Resources	Total Water Resources
Allowable water for planning in agriculture based on the amount of renewable water and returned water	30.331	22.356	52.687
Allowable water for planning in agriculture based on water allocated to the agricultural sector	30.331	31.379	61.71

Unit of Measurement: MCM, Source: Ministry of Energy (2015)

همچنان که در تصویر شماره ۱ مشهود است، در چارچوب پژوهش به منظور مقایسه آب قابل برنامه‌ریزی کشور در بخش کشاورزی و آب مصرفی در بخش کشاورزی و همچنین آب موردنیاز مصرفی در کشور برای تأمین الگوی مطلوب مصرف غذایی در کشور، به ردپای آب محصولات غذایی احتیاج بود. بر این اساس، ردپای آب آبی محصولات کشاورزی مطابق جدول ۵ استخراج و در روند پژوهش به کار گرفته شد. لازم به توضیح است که برای مشابه‌سازی اطلاعات مندرج در این پژوهش با سبد غذایی مطلوب هر فرد، ردپای آب آبی مورد نیاز برای تولید نان و ماکارونی معادل گندم، و سیب‌زمینی معادل سبزیجات درنظر گرفته شده است. همچنین، به منظور برآورد ردپای آب موردنیاز برای تولید گوشت سفید، متوسط نسبت تولید مرغ و ماهی درنظر گرفته شده است.

لازم به ذکر است که اطلاعات موردنیاز این پژوهش، از حدود ۵۰ منبع آماری مختلف جمع‌آوری شده است. منبع اصلی تحولات اندازه و ساختار جمعیت، نسخه ۲۰۱۹ اطلاعات جمعیتی دپارتمان اجتماعی، اقتصادی سازمان ملل متحد بوده است. دلیل این انتخاب در دسترس بودن داده‌های مرتبط با گروه‌های سنی موردنیاز این پژوهش، طی ۷۰ سال گذشته بود. اطلاعات مرتبط با همین گروه‌های سنی تنها طی سه سرشماری اخیر و یک بازه زمانی ۱۵ ساله در اختیار بود، که تفاوت قابل ملاحظه‌ای با داده‌های سازمان ملل در بازه زمانی مشابه نداشت. در خصوص اطلاعات مرتبط با تولید محصولات کشاورزی، هرچند هم اطلاعات ثبت شده در مرکز آمار ایران و هم اطلاعات سالنامه‌های آماری و گزارش‌های وزارت جهاد کشاورزی، استخراج شده بود و در خصوص برخی محصولات کشاورزی، اطلاعات این دو منبع آماری با یکدیگر تفاوت قابل ملاحظه‌ای داشت، اما در نهایت اطلاعات مندرج درگزارش‌ها و سالنامه‌های آماری وزارت جهاد کشاورزی، برای ادامه پژوهش انتخاب شد. دلیل این انتخاب آن بود که از یکسو در گزارش‌های مرکز آمار ایران برای محصولات زراعی، اطلاعات مرتبط با میزان تولید حداکثر برای چهار مقطع زمانی ثبت شده بود و از سوی دیگر در این آثار، میزان تولید برخی اقلام زراعی و باغی موجود نبود و همین امر از جامعیت اطلاعات موردنیاز پژوهش، می‌کاست. درخصوص اطلاعات مورد نیاز برای برآورد الگوی مطلوب غذا و تغذیه، هم سند ملی توسعه فرابخشی امنیت غذا و تغذیه (National Document on Cross-sectorial Development of Food and Nutrition Security, 2004)، مرور شد و هم سند ملی امنیت غذا و تغذیه (National Document on Food and Nutrition Security, 2012) بررسی شد و در نهایت به دلیل جزئیات دقیق‌تر (از جمله درنظر گرفتن گروه‌های سنی و جنسی برای برآورد الگوی غذایی موردنیاز) ، سند مدون در سال ۱۳۹۱، در پژوهش اخیر استفاده شد. به منظور برآورد ردپای آب محصولات نیز تلاش شد از جدیدترین برآوردهای آماری (Mirzaie-Nodoushan et al., 2020) استفاده شود. البته چالش بزرگی که این پژوهش پیش روی خود داشت، عدم دسترسی به داده‌های جامع در خصوص تلفات و ضایعات محصولات کشاورزی در ایران بود که برای رفع این مشکل تلاش کردیم تا با ترکیب پژوهش (Keshavarz et al., 2016) از تلفات محصولات باغی و زراعی و پژوهش Gustafsson et al. (2013)، که توسط انتشارات فائو به چاپ رسیده و در آن اطلاعات مرتبط با تلفات و ضایعات محصولات کشاورزی به تفکیک مناطق مختلف دنیا و از جمله

Table 5- Water footprint of agricultural products by main food groups indicated in the national food and nutrition security document
جدول ۵- ردپای آب محصولات بخش کشاورزی به تفکیک گروه مواد غذایی مندرج در سند ملی امنیت غذا و تغذیه کشور

Water Footprint	Bread	Rice	Pasta	Beans	Potatoes	Vegetables	Fruits	Red Meat	White Meat	Eggs	Dairy	Oil Seeds	Sugar
Green	1164	267	1164	823	36	36	162	12320	4326	4466	663	1551	734
Blue	1075	2331	1075	5508	271	271	814	10713	441	450	573	4847	993

Unit of Measurement: (m^3/Ton), Source: Mirzaie-Nodoushan et al. (2020)

جنوب غرب آسیا منتشر شده است، تقریب‌هایی را از درصد تلفات بخش کشاورزی ارائه دهیم (در این تقریب‌ها، نسبت تولید مواد غذایی مختلف نیز درنظر گرفته شد). البته لازم به ذکر است که برای جبران بیش‌برآوردی احتمالی ضایعات و تلفات کشاورزی، از به کار بردن ضریب تبدیل محصولات کشاورزی در این پژوهش صرف‌نظر کردیم.

۵- یافته‌های پژوهش

یافته‌های پژوهش در دو بخش اصلی ارائه می‌شوند. در مرحله اول، روندهای تولید محصولات کشاورزی در گروه‌های اصلی امنیت غذایی با الگوی مطلوب تولید و مصرف محصولات کشاورزی (با درنظر گرفتن ضایعات و بدون درنظر گرفتن ضایعات)، مقایسه خواهند شد. این بخش از پژوهش تحت عنوان جمعیت و امنیت غذایی ارائه می‌شود. در مرحله بعد آب مصرفی برای تولید محصولات غذایی تولید شده با آب مورد نیاز برای تولید سبد غذایی مطلوب جمعیت و با آب قابل برنامه‌ریزی بخش کشاورزی طی سال‌های گذشته، مقایسه خواهد شد. نتایج این بخش تحت عنوان جمعیت، امنیت آبی و امنیت غذایی، منعکس می‌شود.

۵-۱- تحولات جمعیتی کشور

تحولات جمعیتی کشور در چارچوب نظریه گذار جمعیتی (Davis, 1945) یعنی گذار از یک تعادل جمعیتی که در آن سطح مرگ و میر و فرزندآوری بالاست به سوی یک تعادل جمعیتی جدید که در آن سطح مرگ و میر و فرزندآوری پایین است، به خوبی قابل توضیح می‌باشد. به تعبیر Saraie (1997) با کاهش مستمر در سطح مرگ و میر ایران از اوایل قرن چهاردهم هجری شمسی و با توجه به اینکه تا سال ۱۳۶۵، نشانه چندانی از کاهش سطح باروری در ایران مشاهده نشده بود، زمینه رشد قابل توجه جمعیت ایران فراهم شد. با کاهش شدید باروری از سال‌های انتهایی دهه ۱۳۶۰ به بعد به تدریج از سرعت رشد جمعیت کاسته شد و زمینه تحولات دیگری نظیر تغییرات ساختار سنی و جنسی در کشور نیز فراهم شد.

در جدول ۶ بر اساس داده‌های سازمان ملل متحد و سرشماری نفوس مسکن در ایران، روند تحولات جمعیت ایران به طور کلی و در زیرگروه‌های سنی و جنسی مرتبط با امنیت غذایی در ایران در بازه زمانی ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰ (تقریبا معادل با دهه ۱۳۳۰ تا ۱۴۰۰ در ایران) به تصویر کشیده شده است. جمعیت ایران در فاصله ۷۰ سال یادشده بیش از ۵ برابر شده است.

Table 6- Population size by age-sex groups associated with food security
جدول ۶- تعداد جمعیت در گروه‌های سنی و جنسی مرتبط با امنیت غذایی

Age Groupes	2-3 years		4-5 years		6-11 years		12-17 years		18-29 years		30-60 years		60+		Total
Product	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	
1950[a]	471	478	404	411	1081	1104	1068	1091	1824	1885	2315	2426	668	728	17119
1955[a]	642	677	544	564	1238	1271	1037	1069	1950	2015	2588	2770	661	686	19294
1960[a]	759	809	707	760	1686	1792	1132	1169	2015	2085	2898	3145	679	659	21907
1965[a]	828	874	768	813	2043	2187	1547	1641	2066	2140	3259	3522	714	689	24955
1970[a]	923	974	865	915	2309	2455	1951	2098	2431	2542	3624	3884	769	742	28514
1975[a]	1039	1100	968	1028	2593	2758	2220	2365	3168	3361	3981	4203	817	816	32730
1980[a]	1289	1359	1155	1223	2961	3155	2523	2713	3914	4275	4504	4721	925	934	38650
1985[a]	1737	1793	1558	1621	3787	3997	2956	3213	4608	4886	5403	5475	1181	1220	47347
1990[a]	1865	1924	1872	1920	5034	5247	3772	3985	5404	5552	6454	6667	1456	1592	56366
1995[a]	1515	1578	1696	1770	5473	5673	4777	5011	6224	6500	7454	7543	1747	1938	61443
2000[a]	1137	1180	1232	1279	4666	4853	5462	5654	7752	8124	8833	8914	2024	2210	65623
2005[a]	1088	1133	1071	1114	3627	3761	4827	5023	9465	9721	10753	11104	2265	2407	69762
2006b	1008	1058	1035	1091	3206	3364	4487	4708	9630	9721	11000	11289	2655	2655	70473
2010[a]	1207	1263	1157	1206	3310	3448	3753	3847	10087	10113	13061	13164	2747	2812	73763
2011b	1188	1249	1143	1204	3155	3301	3413	3533	9753	9761	13521	13711	3137	3023	75150
2015[a]	1343	1421	1293	1360	3509	3688	3231	3346	8881	8857	15807	15946	3324	3644	78492
2016b	1385	1466	1305	1378	3640	3824	3202	3360	8301	8499	16440	16827	3752	3655	79926
2020[a]	1473	1554	1414	1500	3917	4146	3418	3590	7218	7287	18331	18359	4276	4370	83993

Unit of Measurement: Tousound Inhabitants
Data Source [a]: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019).
Data Source b: Statistical Center of Iran, Population & Housing Census (2016,2011,2006).

با این وجود، ایـن میزان افزایش جمعیت در همه گروه‌های سنی یکسان نبوده است. در گروه‌های سنی کم‌سالان (۳-۲ سال، ۵-۴ سال، ۱۱-۶ سال و ۱۷-۱۲ سال) در دهه‌های ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ تا ۵ برابر رشد جمعیت نسبت به همین گروه‌های سنی در سال ۱۳۲۹، در کشور تجربه شد و اکنون جمعیت در این گروه‌های سنی در هر دو جنس، حدود ۳ یا ۴ برابر گروه سنی مشابه در سال ۱۳۲۹ می‌باشد. با این وجود، جمعیت در گروه‌های سنی ۳۰ تا ۶۰ ساله و بالای ۶۰ سال در کشور نیز، طی همین بـازه زمـانی، بـه ترتیب رشدی برابر ۸ و ۶ برابر را تجربه کرد. هم‌اکنون حدود ۷۰ درصد جمعیت کشور در سه گروه سنی ۱۷-۱۲ سال، ۲۹-۱۸ سال و ۳۰ تا ۶۰ سال، قرار دارند که مطابق با سند ملی امنیت غذا و تغذیه، نسبت به گروه‌های سنی دیگر، نیازمند بیشترین میزان دریافت مواد غذایی هستند.

۵-۲- تحولات تولید مواد غذایی در کشور

هرچند برخی منابع آماری نظیر سرشماری کشاورزی سال ۱۳۵۱ می‌توانند برخی اطلاعات را در خصوص میزان تولید محصولات کشاورزی (به تفکیک نوع محصولات) در اختیار بگذارند، اما به منظور تطابق با سایر منابع آماری در ترسیم روندی از تغییرات تولید مواد غذایی در کشور، در نهایت تصمیم بر این شد که از آمارهای منتشر شده توسط سازمان جهاد کشاورزی که از سال ۱۳۵۷ تا ۱۳۹۹ در اختیار بود، استفاده شود. همچنانکه در جدول ۷ در خصوص تحولات تولید مواد غذایی قابل مشاهده است، به طور کلی ما شاهد رشد تولید تمامی گروه محصولات غذایی در کشور هستیم. به تعبیر Afrakhteh et al. (2013)، سیاست‌های مدون برنامه‌های توسعه بعد از انقلاب در افزایش سطح اراضی آبی و کاهش سطح اراضی آیش و افزایش بهره‌برداری از منابع آبی در کنار اعطای تسهیلات کشاورزی و دامپروری و پرداخت یارانه نهاده‌های کشاورزی و برخی اهداف خودکفایی محصولات غذایی و تدوین الگوهای کشت مدرن در افزایش تولید مواد غذایی در کشور بسیار مؤثر بوده است. البته همانطور که در جدول شماره ۹ قابل مشاهده است، این افزایش تولید مواد غذایی در تمامی محصولات کشاورزی یکسان نبوده و در فاصله سال‌های ۱۳۵۷ تا ۱۳۹۹بیشترین رشد تولید مواد غذایی در کشور در بخش تولید سبزیجات اتفاق افتاد (البته آمار مرتبط با تولید میوه‌ها و گوشت سفید در بازه زمانی مشابه در دسترس نیست و از این رو به طور دقیق امکان مقایسه این گروه مواد غذایی با سبزیجات وجود ندارد). همچنین، نتایج حاکی از آن است که در حال حاضر بیشترین تولید مواد غذایی در کشور در گروه میوه، سبزی، غلات و قند و شکر اتفاق می‌افتد که به ویژه تولید این میزان قند و شکر همانطور که در بخش بعد مرور می‌شود متناسب با الگوی مطلوب مواد غذایی موردنیاز در کشور (اگر الگوی غذایی را با الگوی غذایی مطلوب توصیه شده توسط وزارت بهداشت معادل بدانیم) نمی‌باشد.

۵-۳- مقایسه روند تولید محصولات غذایی با غذای مورد نیاز جمعیت

همچنانکه در تصویر شماره ۲ مشهود است، صرفنظر از نوسانات مقطعی، روند تولید دو گروه غذایی برنج و حبوبات در بازه زمانی ۱۳۵۷ تا ۱۳۹۷ در کشور تقریباً متناسب با الگوی مطلوب تولید مواد غذایی (با احتساب ضایعات و تلفات بخش کشاورزی) است.

مقدار تولید گوشت قرمز، تخم مرغ و شیر در کشور، علی‌رغم رشد چشمگیری که در بازه زمانی چهل ساله به نسبت پیش از ۱۳۹۷ داشته، هنوز نتوانسته است نیاز غذایی جمعیت (بر مبنای الگوی مطلوب سبد غذایی افراد در گروه‌های سنی و جنسی مختلف) را تأمین نماید. به طور کلی در بین محصولات پروتئینی، تنها گروه محصول غذایی که توانسته است طی سال‌های اخیر حتی فراتر از نیاز غذایی جمعیت تولید شود، گوشت سفید (مرغ، ماهی و میگو) است. البته الگوی رشد تولید این گروه از محصولات غذایی نیز کاملاً متناسب با الگوی مطلوب تولید مواد غذایی نبوده است و سرعت بالای رشد این محصول از سال ۱۳۷۷ به بعد سبب شده است که تولید این محصول از سال ۱۳۸۶ به بعد، بیش از نیاز جمعیت (بر مبنای الگوی مطلوب سبد غذایی افراد در گروه‌های سنی و جنسی مختلف) باشد.

گروه غذایی قند و شکر، میوه، سیب‌زمینی و غلات تقریباً در تمامی سال‌هایی که آمار رسمی از تولید محصولات کشاورزی وجود دارد، بیش از نیاز غذایی جمعیت (براساس الگوی مطلوب مصرف غذایی و حتی با احتساب ضایعات) در کشور تولید شده است و به ویژه این تفاوت در خصوص محصول غذایی قند و شکر بسیار محسوس است. با این وجود، علی‌رغم رشد نیاز جمعیت به تولید روغن در کشور، تولید دانه‌های روغنی رشد چندانی را تجربه نکرده است و در حال حاضر تنها به اندازه حدود یک چهارم نیاز جمعیت، دانه‌های روغنی در کشور تولید می‌شود. لازم به ذکر است که تولید گروه محصولات غذایی سبزیجات نیز به واسطه رشد چشمگیر دهه‌های گذشته توانسته است تقریباً از ابتدای دهه ۱۳۹۰ از حد کفایت نیاز غذایی جمعیت عبور نماید.

البته نباید از نظر دور داشت که اولاً لزوماً الگوی مصرف فعلی مواد غذایی در کشور در خصوص مواد غذایی مختلف متناسب با الگوی

مطلوب مصرف مواد غذایی مندرج در سند ملی امنیت غذایی و تغذیه در کشور نبوده است (نظیر قند و شکر) و ثانیاً هر ساله کمبود و مازاد تولید مواد غذایی در کشور به واسطه صادرات و واردات کشاورزی جبران شده است. همچنین، همانطور که Najafpour (2013) اشاره می‌کند، ضریب تبدیل چغندرقند و نیشکر در کشور پایین می‌باشد و همین امر می‌تواند دلیل دیگری برای تولید بالای چغندر قند و نیشکر در کشور باشد.

Table 7- The real agricultural production by main groups of food security products

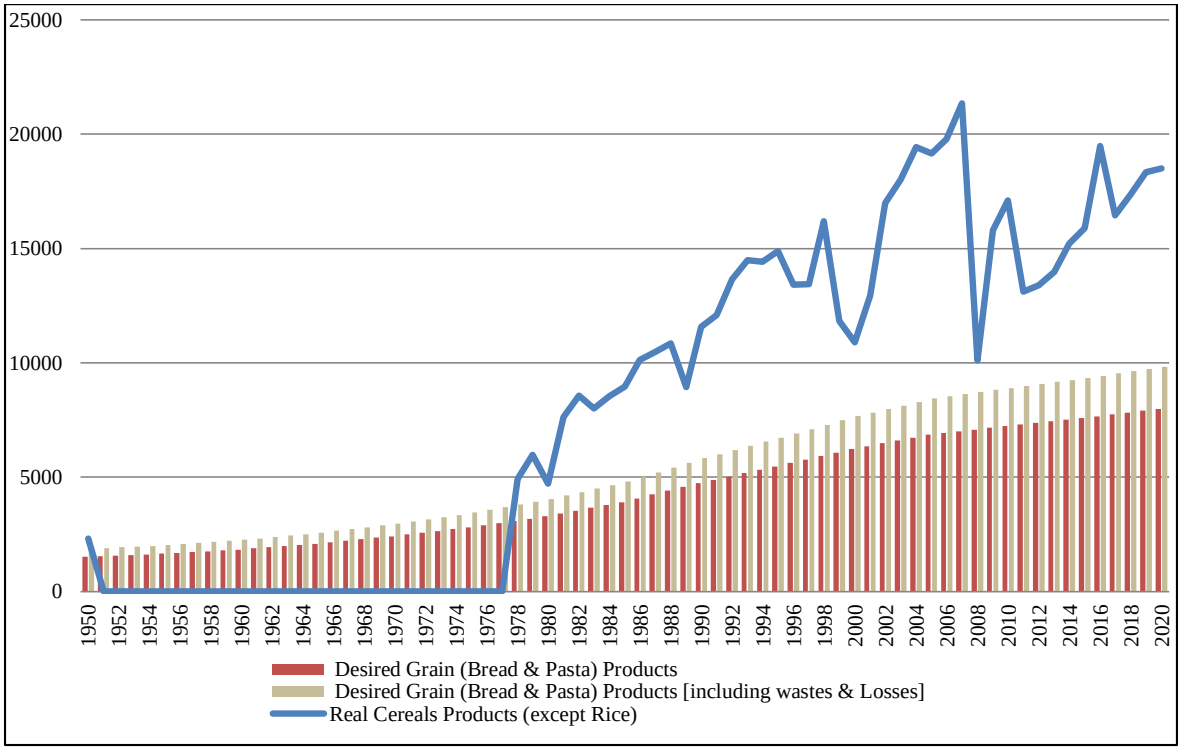
جدول ۷- میزان تولید واقعی مواد غذایی به تفکیک گروه‌های اصلی امنیت غذایی

Year	Cereals	Rice	Beans	Potato	Vegetable	Fruit	White Meat	Red Meat	Egg	Milk	Oil Seeds	Sugar
1978	4924	741	203	735	392	_	397	_	160	2620	179	3554
1979	5981	920	226	1037	526	_	375	_	160	2620	151	3824
1980	4712	501	249	1338	659	_	400	_	200	2750	124	3640
1981	7621	981	178	834	1959	_	420	_	230	2800	96	4949
1982	8563	1605	296	1814	2398	_	437	_	222	2850	109	6131
1983	8014	1216	289	1740	3299	_	460	_	230	2900	111	5701
1984	8529	1484	303	1784	3477	_	480	_	230	2950	90	5518
1985	8966	1776	346	1725	3882	_	520	_	230	3200	100	6336
1986	10137	1784	376	2349	4287	_	500	477	230	3250	105	7327
1987	10479	1803	341	2348	4409	_	515	528	250	3250	133	6030
1988	10842	1418	297	1444	3250	_	525	573	260	3400	146	3678
1989	8933	1854	264	2033	3120	_	560	631	280	3827	179	3535
1990	11564	1981	439	2516	2697	_	570	665	315	3929	193	3641
1991	12083	2357	576	2612	4549	_	595	748	340	4035	159	6374
1992	13656	2360	674	2708	6445	_	625	874	390	4145	248	7861
1993	14487	2281	643	3222	5561	_	643	929	450	4281	296	7275
1994	14426	2259	627	3185	5274	_	658	963	516	4450	227	7152
1995	14877	2301	676	3074	5698	_	670	1019	467	4540	198	7380
1996	13406	2685	704	3140	7514	_	685	1050	486	4705	198	5520
1997	13433	2350	546	3284	6903	_	720	1112	470	4895	233	6813
1998	16197	2771	577	3430	7998	_	747	1096	498	5105	259	6957
1999	11828	2348	471	3433	8737	_	721	1137	570	5564	238	7784
2000	10894	1973	562	3658	8322	_	729	1228	580	5623	209	6699
2001	12946	1990	558	3486	8113	_	743	1284	581	5748	199	7844
2002	16973	2888	670	3756	9412	_	742	1344	547	5877	234	9810
2003	18001	2931	671	4211	9937	_	752	1546	629	6316	247	11129
2004	19435	2542	665	4454	9772	_	785	1627	655	6720	229	10827
2005	19160	2737	639	4830	10954	_	800	1760	759	7179	316	10433
2006	19786	2612	678	4219	11510	_	829	1936	677	7741	331	11669
2007	21352	2664	711	4026	11983	_	866	2030	703	8251	325	10722
2008	10108	2070	370	4733	26600		691	2128	727	7024	327	5536
2009	15797	2137	421	4109	30136		703	2210	751	7204	291	4837
2010	17094	2490	419	4275	32062		738	2330	767	7438	257	9514
2011	13119	1893	421	4708	33131		741	2518	700	7686	307	10346
2012	13382	2360	462	5069	33029		747	2710	913	7952	310	9431
2013	13968	2450	505	4598	35240		755	2852	893	8268	305	10004
2014	15204	2347	615	4989	35559		785	2033	925	8800	217	11320
2015	15893	2348	519	5141	38340		806	2123	931	9140	158	13001
2016	19487	2921	671	4995	40304		823	2069	941	9653	209	13445
2017	16443	3206	700	5019	40074		835	2237	888	10184	234	15880
2019	18345	4422	699	5237	45878		859	4015	1017	11002	662	8403
2020	18508	4561	788	5637	48510		884	3910	1082	11268	532	13358

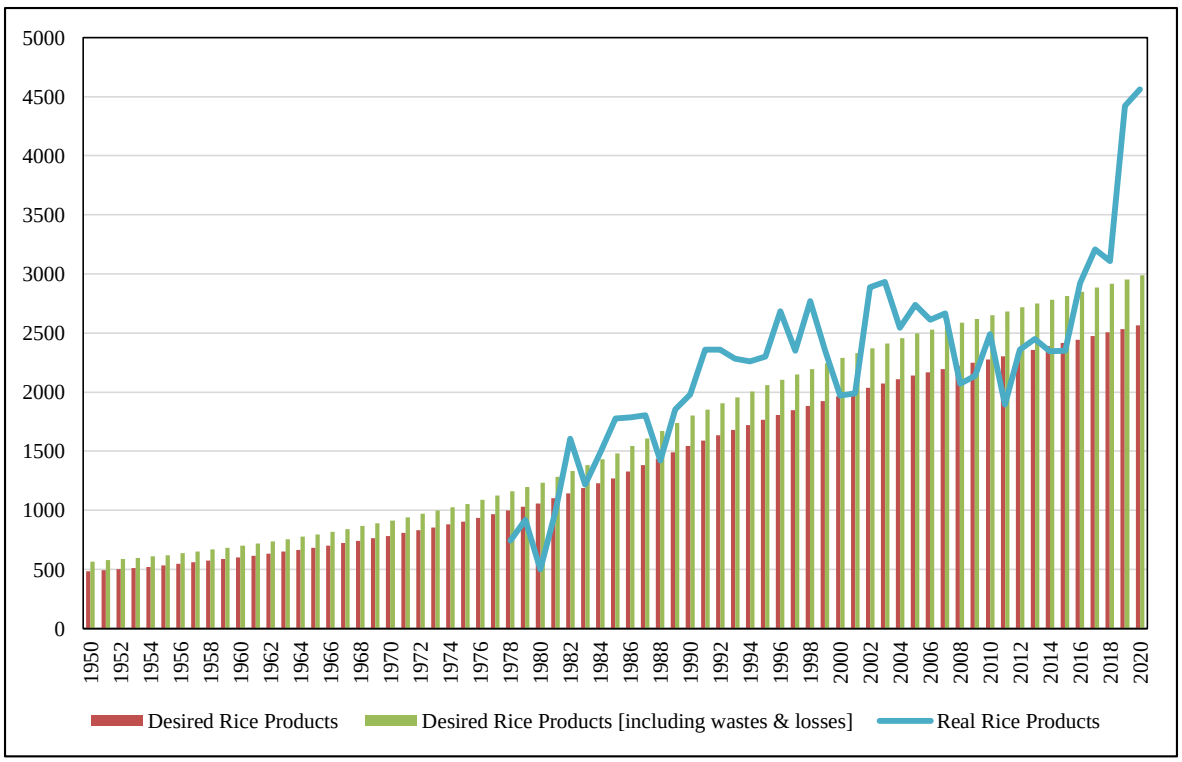
Unit of Measurement: Thousand Tons.

***Sources are described in table 2.**

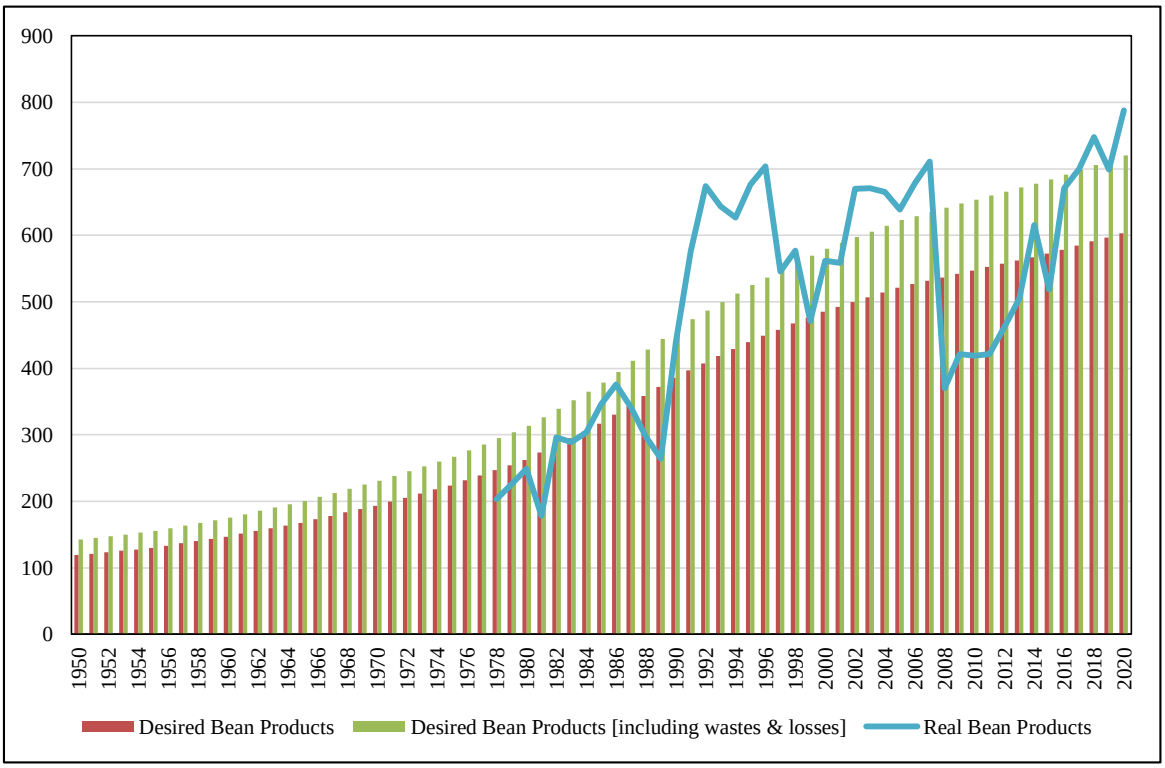
****The Fruits & vegetables production statistics are merged since 2008.**



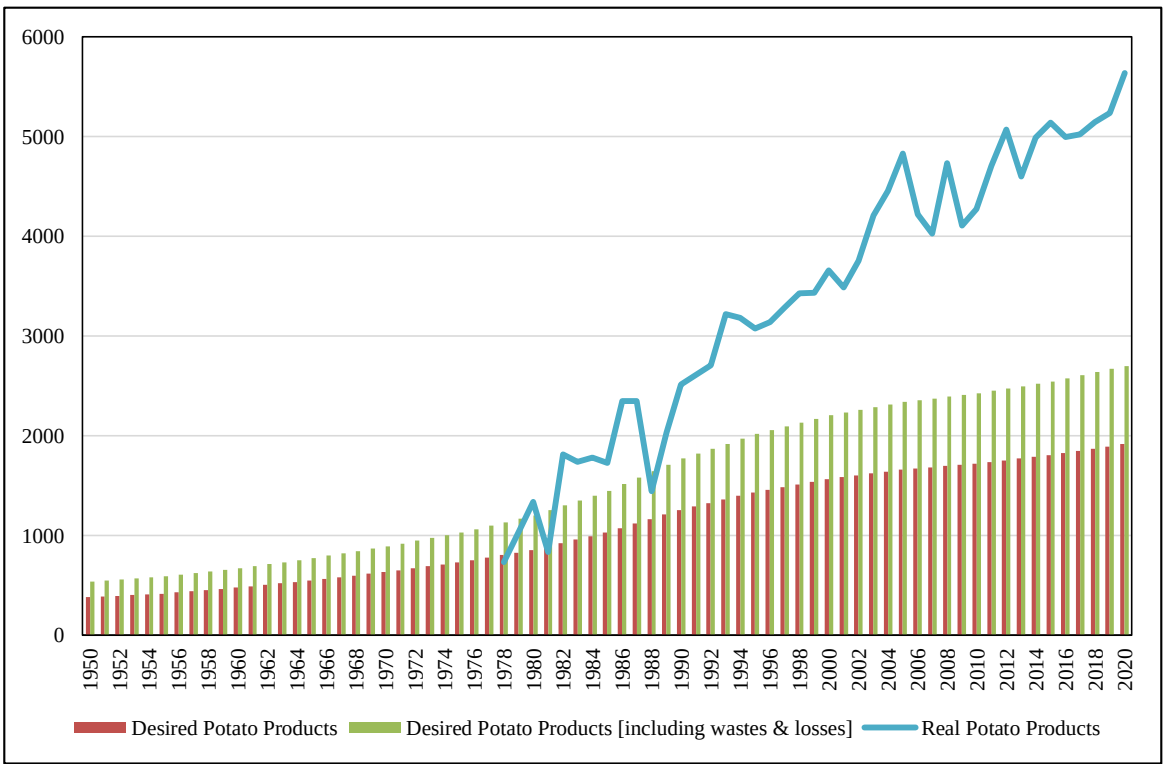
Cereals



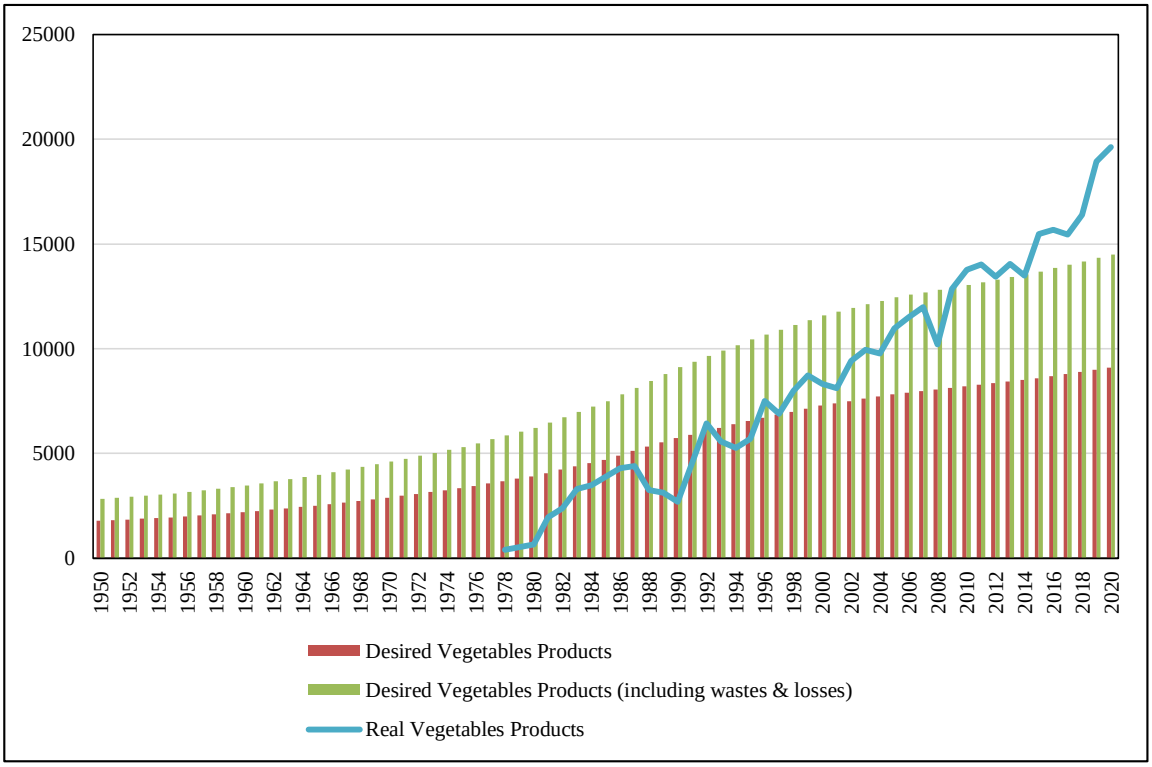
Rice



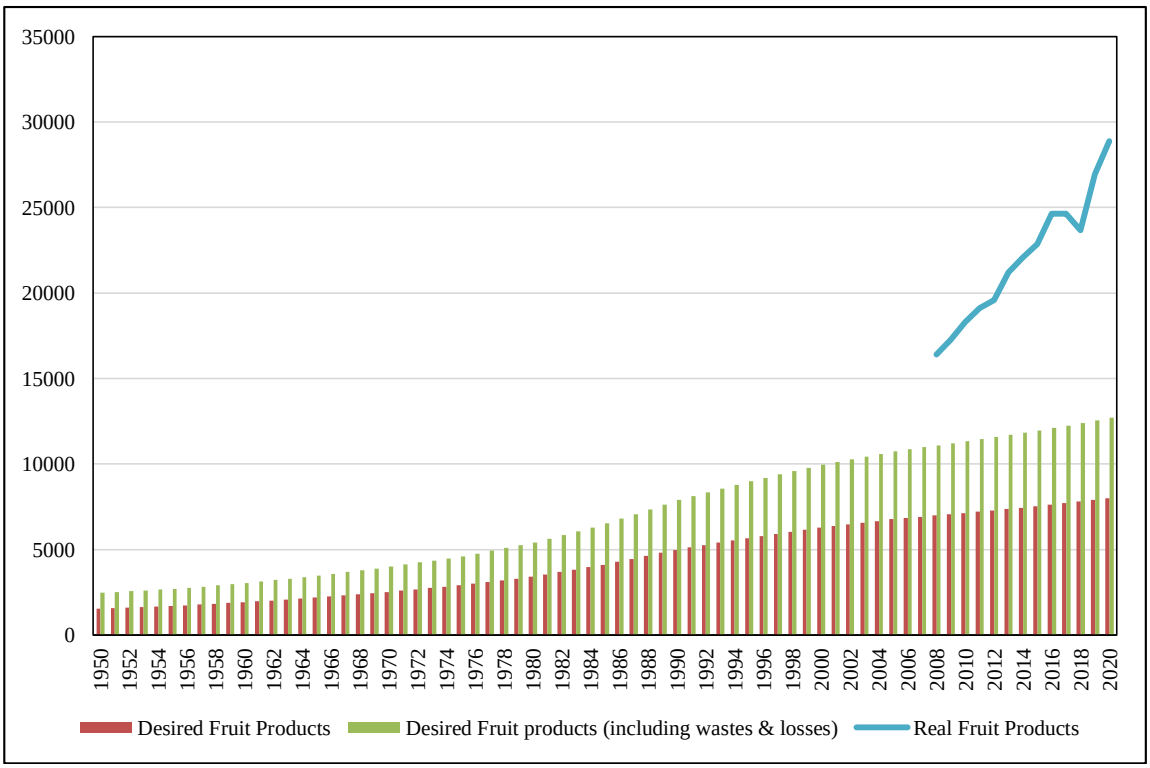
Beans



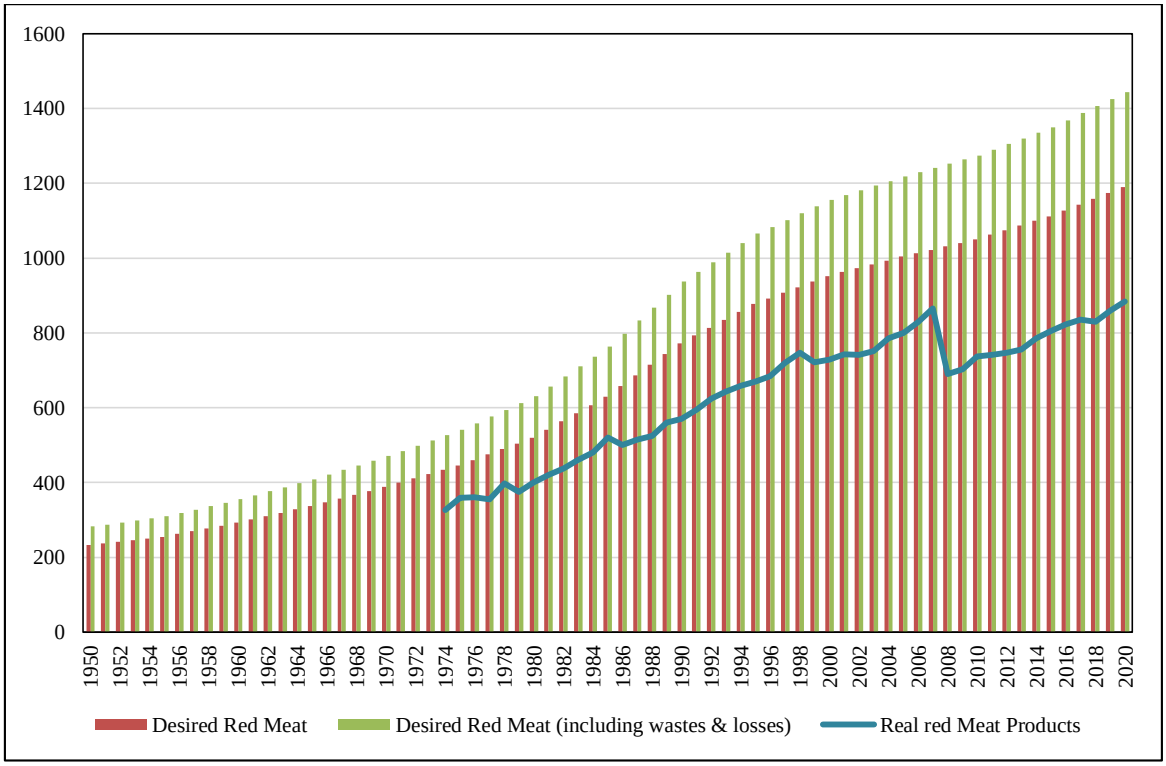
Potatoes



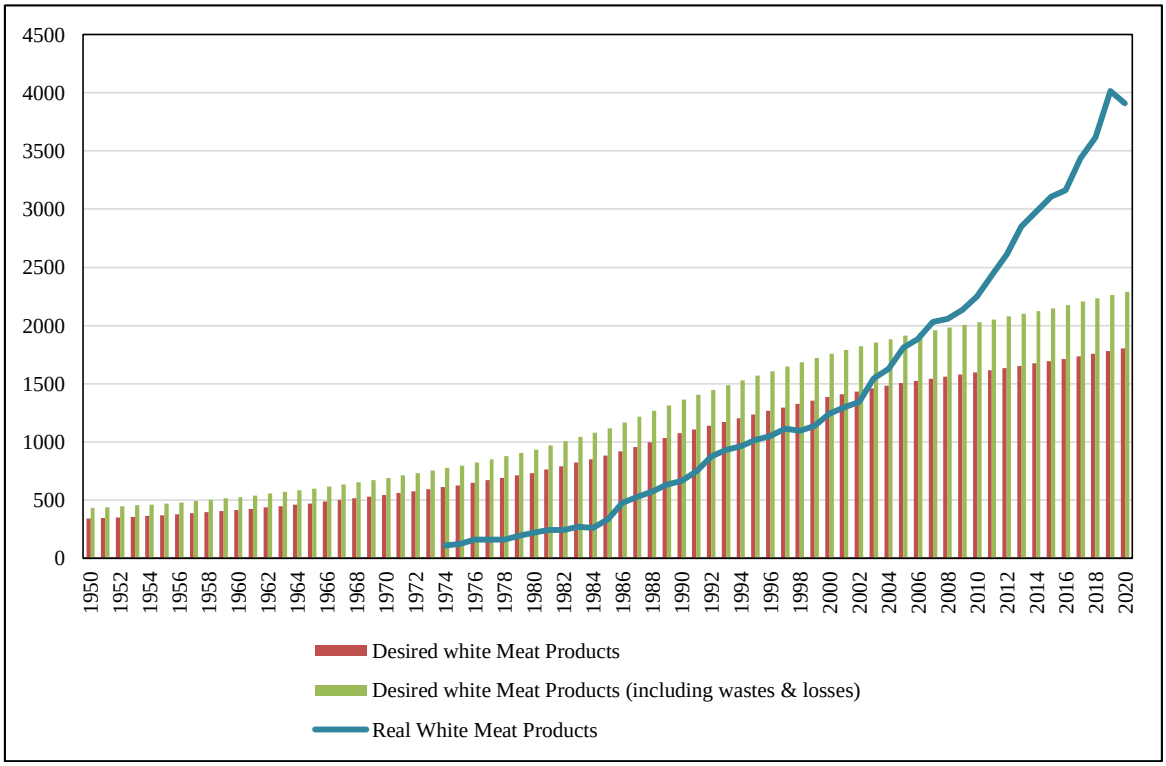
Vegetables



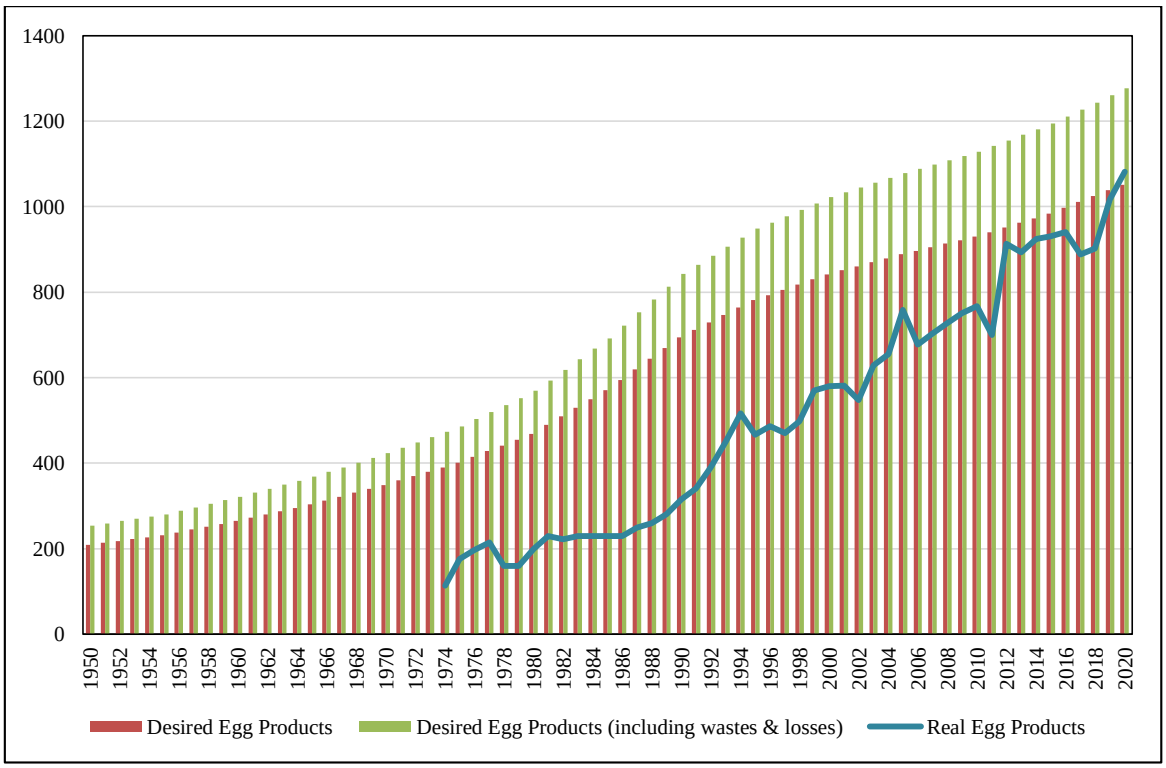
Fruits



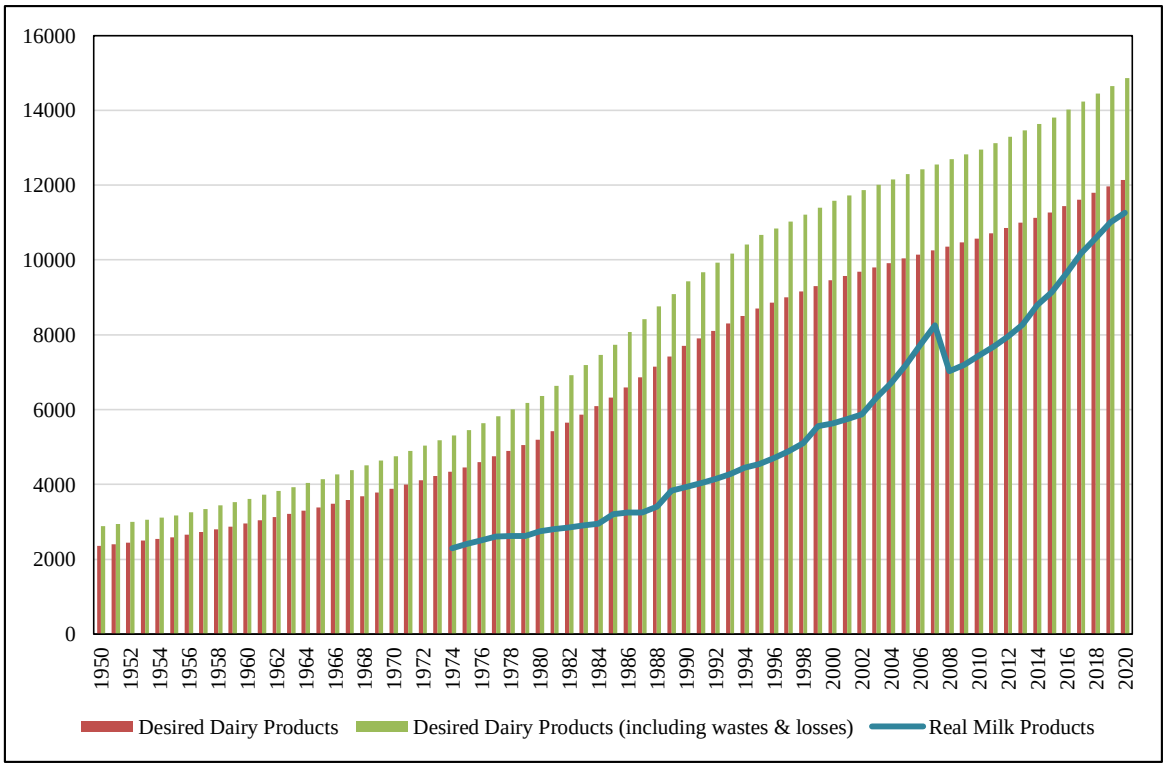
Red Meat



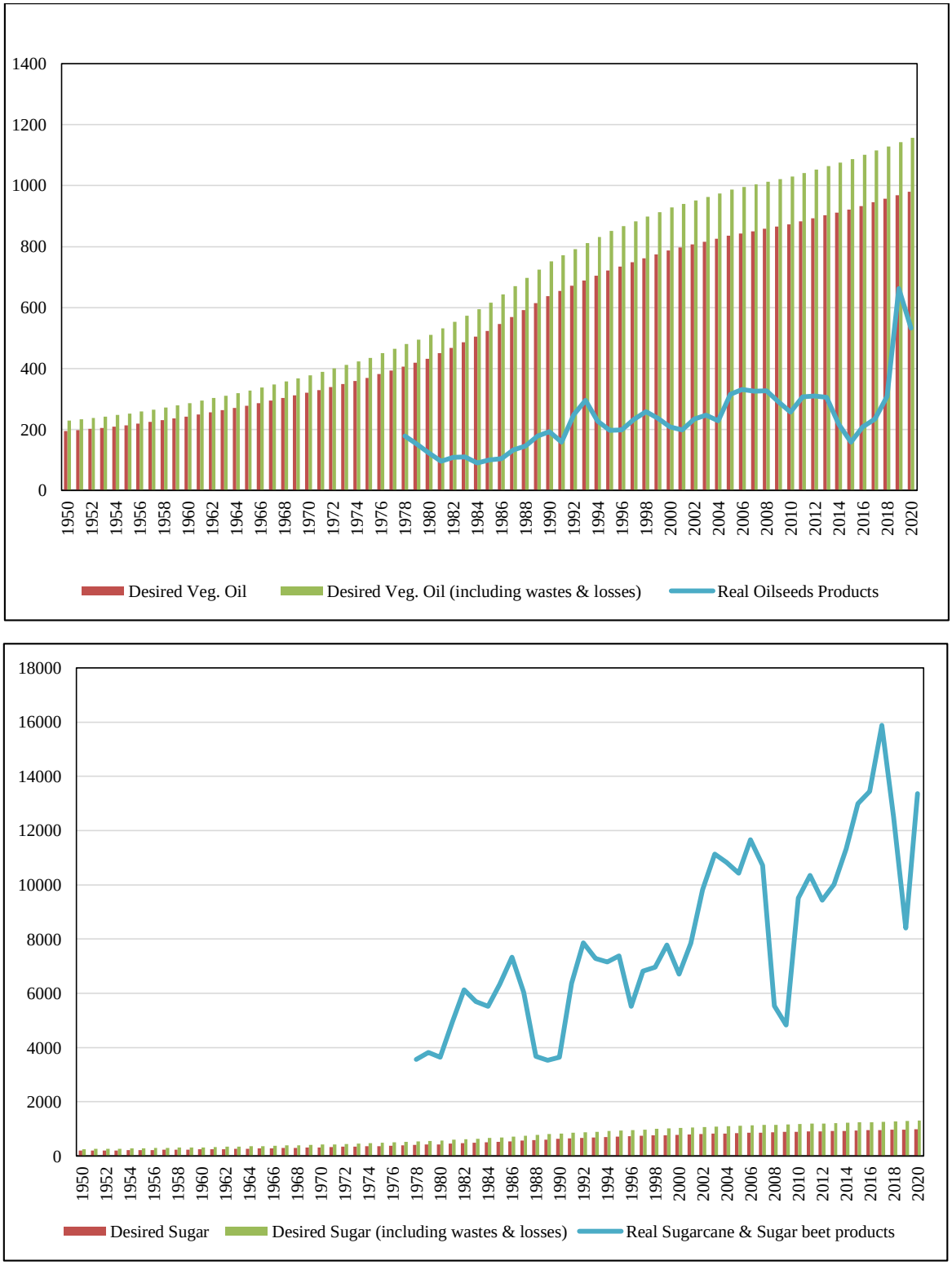
White Meat


1400
1200
1000
800
600
400
200
0
1950 1952 1954 1956 1958 1960 1962 1964 1966 1968 1970 1972 1974 1976 1978 1980 1982 1984 1986 1988 1990 1992 1994 1996 1998 2000 2002 2004 2006 2008 2010 2012 2014 2016 2018 2020
Desired Egg Products
Desired Egg Products (including wastes & losses)
Real Egg Products

Eggs


16000
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
1950 1952 1954 1956 1958 1960 1962 1964 1966 1968 1970 1972 1974 1976 1978 1980 1982 1984 1986 1988 1990 1992 1994 1996 1998 2000 2002 2004 2006 2008 2010 2012 2014 2016 2018 2020
Desired Dairy Products
Desired Dairy Products (including wastes & losses)
Real Milk Products

Dairy



*Unit of Measurement: Tousand Tons/Year

*Source: The Sources are introduced in the pervious tables and Desired Food Products is calculated by Equaton 1

Fig. 2- The comparison of agricultural products with desired food products 1978-2020

شکل ۲- مقایسه روند تولید محصولات غذایی در کشور با الگوی مطلوب تولید محصولات غذایی (۱۳۹۹-۱۳۵۷)

۵-۴- مقایسه میزان آب قابل برنامه‌ریزی کشاورزی با آب مصرفی برای تولید محصولات غذایی در کشور

علیرغم اینکه تولید برخی محصولات غذایی در کشور به حد نیاز غذایی جمعیت نبوده است، با توجه به تصویر ۳ درمی‌یابیم که از سال ۱۳۸۵ تا کنون (به استثنای سال خشک ۱۳۸۷)، هرساله تولید محصولات کشاورزی در کشور فراتر از ظرفیت آب قابل برنامه‌ریزی بخش کشاورزی بوده است. این امر مؤید برداشت بیش از ظرفیت تجدیدشوندگی از منابع آب کشور است یا آنچه برخی از آن با عنوان ورشکستگی آبی یاد کرده‌اند (Madani, 2014; Mesgarn et al., 2017). با این وجود، اگر الگوی غذایی جمعیت متناسب با الگوی مطلوب تغذیه در کشور می‌بود برداشت بیش از ظرفیت از منابع آبی کشور برای پاسخگویی به نیازهای غذایی جمعیت (که بر اساس تعداد و ترکیب سنی و جنسی جمعیت، سند ملی امنیت غذا و تغذیه و با احتساب ضایعات و تلفات بخش کشاورزی برآورد شده است)، تا اواسط دهه ۱۳۹۰، به تأخیر می‌افتاد. البته بدون احتساب ضایعات و تلفات بخش کشاورزی، ردپای آب آبی مورد نیاز برای تأمین امنیت غذایی در کشور (بر اساس الگوی مطلوب تغذیه) هنوز از میزان آب قابل برنامه‌ریزی بخش کشاورزی، بیشتر نشده است.

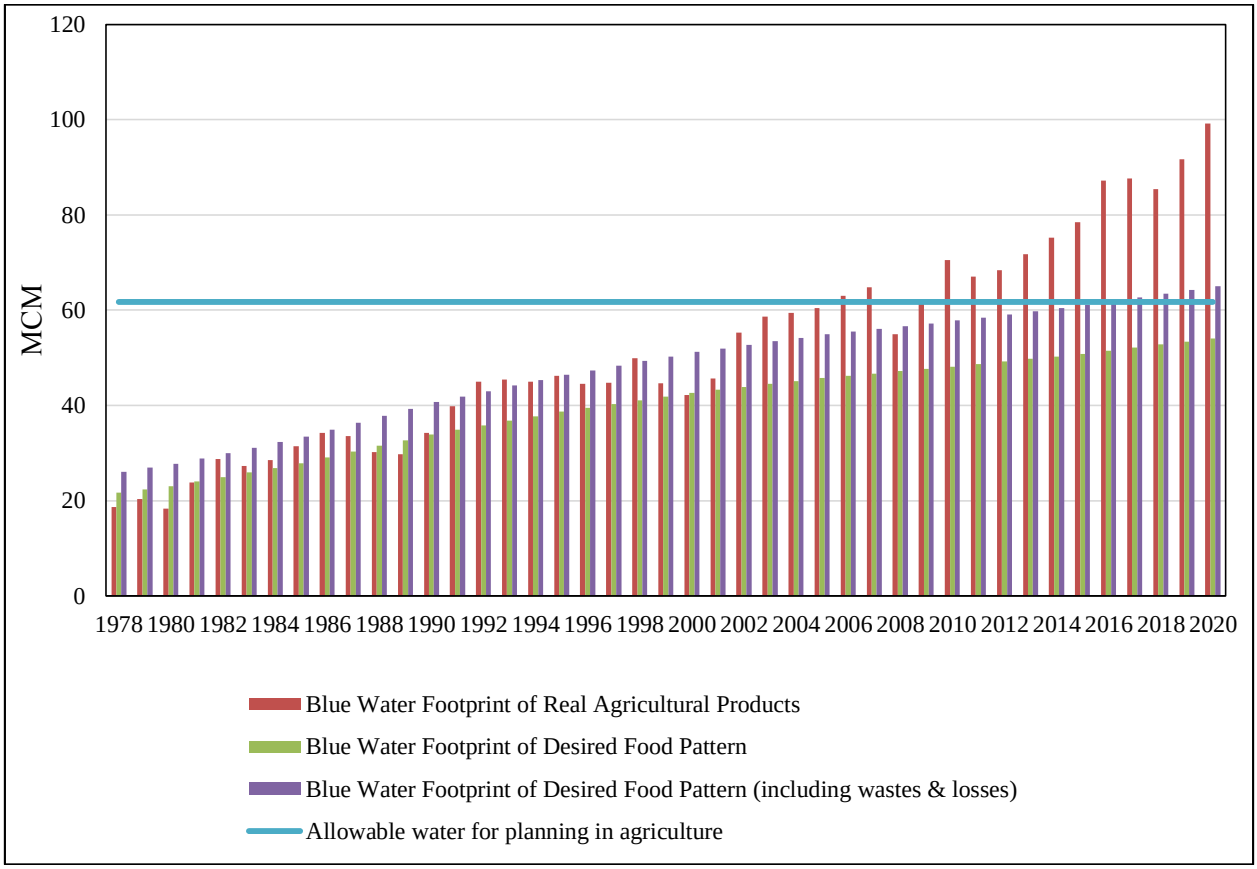


Fig. 3- Comparison of blue water footprint of real agricultural products with that of the desired food pattern and allowable water for planning in agriculture (1978-2020), (All sources have been described in the previous tables and blue water footprint is estimated through Equation 2)

شکل ۳- مقایسه ردپای آب آبی تولیدات واقعی کشاورزی با ردپای آب آبی الگوی غذایی مطلوب و نیز با آب قابل برنامه‌ریزی بخش کشاورزی (۱۳۹۹-۱۳۵۷)

۶- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این پژوهش ما با استنباط از مفهوم ظرفیت تحمل، تبیین رابطه تعادلی بین جمعیت و نیاز زیستی‌اش به منابع غذایی و آب لازم برای تأمین این نیاز زیستی را در دستور کار قرار دادیم و مدلی ساده را که بتواند رابطه تحولات تعداد جمعیت در گروه‌های سنی و جنسی جمعیت را بر نیازهای غذایی جمعیت و آب موردنیاز برای این نیازها را برآورد کند، توسعه دادیم.

لازم به ذکر است، علی‌رغم آگاهی از پویا بودن مفهوم ظرفیت تحمل (Cohen, 1995)، ما پیش‌فرض‌های این پژوهش را بر اساس داده‌های موجود و سیاست‌های جاری کشور در حوزه جمعیت، تغذیه، آب و کشاورزی تنظیم کردیم. به دلیل محدودیت داده‌ها، ماهیت پویا بودن برخی متغیرهای پژوهش (نظیر الگوی مطلوب تغذیه فرد، آب قابل برنامه‌ریزی، ردپای آب آبی محصولات کشاورزی و درصد تلفات و ضایعات بخش کشاورزی) را درنظر نگرفتیم و تلاش کردیم که مقادیر این متغیرها بر اساس آخرین مطالعات و استانداردهای موجود انتخاب شوند. همچنین، به دلیل عدم دستیابی به داده‌های جامع در خصوص تلفات و ضایعات محصولات کشاورزی در ایران، به‌ناچار از برخی تقریب‌ها برای برآورد درصد تلفات استفاده کردیم. با این وجود، ما معتقدیم که این پژوهش به خوبی می‌تواند در شرایط تحولات اندازه و ساختار جمعیتی، میزان همخوانی سیاست‌های جاری کشور در حوزه جمعیت، تغذیه، آب و کشاورزی را با یکدیگر برآورد کند و پیامدها و اثرات متقابل هرکدام از این سیاست‌ها را بر یکدیگر ارزیابی نماید.

جمعیت: یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که نه تنها تحولات اندازه جمعیت، بلکه تحولات ساختار سنی و جنسی جمعیت نیز در تغییر نیاز به محصولات غذایی در کشور (بر اساس الگوی سبد غذایی مطلوب) نقش داشته است و از سال ۱۳۹۴ نیاز غذایی جمعیت از ظرفیت منابع آب موجود (آب قابل برنامه‌ریزی بخش کشاورزی: ۶۱/۷ میلیارد مترمکعب آب در سال) برای تولید این میزان محصولات غذایی (با احتساب ضایعات بخش کشاورزی) فراتر رفته است (مقدار آب آبی موردنیاز برای تأمین نیاز غذایی جمعیت در سال ۱۳۹۹، ۶۵ میلیارد مترمکعب برآورد شده است). یعنی اگر هدف، خودکفایی تولید محصولات غذایی موردنیاز جمعیت در کشور باشد (ماده ۳۱ قانون برنامه ششم توسعه)، با الگوی مطلوب غذایی فعلی (سند امنیت غذایی و تغذیه کشور) و ضایعات فعلی کشاورزی در کشور، منابع آب کافی برای پاسخگویی به جمعیت کنونی کشور را نخواهیم داشت. با این وجود تغییر در سیاست خودکفایی محصولات کشاورزی یا کاهش و حذف تلفات و ضایعات بخش کشاورزی، به رابطه تعادلی بین جمعیت و منابع آبی و غذایی و کاهش فشار جمعیتی بر منابع آب کمک می‌کند. میزان آب مورد نیاز برای تأمین نیاز غذایی جمعیت، بدون احتساب ضایعات بخش کشاورزی، ۵۴ میلیارد مترمکعب برآورد شده است. لازم به ذکر است علیرغم اینکه نتایج پژوهش حاضر در این جمع‌بندی که تحولات جمعیتی ما از ظرفیت تحمل کشور فراتر رفته است با پژوهش Khorsandi et al. (2022)، همسو است، اما بر خلاف برآورد Khorsandi et al. (2022)، که ۳۵ میلیون نفر را حداکثر ظرفیت تحمل آبی کشور ارزیابی نموده بود، در مدل ما تحول تولیدات کشاورزی (که یکی از محرک‌های آن پاسخگویی به نیازهای غذایی جمعیت، اما نه به شکل مطلوب بود)، از دهه ۱۳۸۰ در کشور ایران با ۷۰ میلیون جمعیت در گروه‌های سنی-جنسی مختلف، از ظرفیت منابع آبی کشور فراتر رفت و اگر الگوی غذایی جمعیت مطابق با الگوی غذایی مطلوب مدون وزارت بهداشت بود، تا اواسط دهه ۱۳۹۰ نیز همچنان منابع آبی کشور می‌توانست نیازهای غذایی جمعیت ۷۸ میلیون نفری کشور را تأمین نماید. علاوه بر روش‌شناسی و رویکرد متفاوت پژوهش اخیر با پژوهش Khorsandi et al. (2022)، به نظر می‌رسد برخی پیش‌فرض‌های متفاوت در توسعه مدل‌ها در نتایج متفاوت بسیار موثر بوده است. از جمله اینکه در پژوهش اخیر، نیازهای غذایی هر فرد بر مبنای قرارگیری‌اش در گروه‌های سنی و جنسی، در هر گروه غذایی به طور مستقل و دقیق برآورد شده است و از ارائه میزان کالری موردنیاز، برای محاسبه نیازهای غذایی جمعیت اجتناب شده است و با توجه به روش‌شناسی برآورد آب قابل برنامه‌ریزی بخش کشاورزی که در آن فقط آب آبیاری موردنیاز گیاهان مورد توجه قرار گرفته است، آب آبی محصولات کشاورزی برآورد و در محاسبات، به کار گرفته شده است.

تغذیه: به نظر می‌رسد که الگوی کنونی مصرف مواد غذایی در کشور از الگوی مطلوب تغذیه که توسط وزارت بهداشت و درمان تنظیم شده است، پرآب‌برتر است و بنابراین مصارف آب کشاورزی برای تولید نیازهای غذایی جمعیت در حال حاضر از مصارف آب موردنیاز برای پاسخگویی به نیازهای غذایی جمعیت (با درنظر گرفتن الگوی مطلوب تغذیه مدون توسط وزارت بهداشت) فراتر رفته است. با این وجود حتی با احتساب الگوی مطلوب تغذیه نیز، منابع آب قابل برنامه‌ریزی کشاورزی به سختی پاسخگوی نیازهای غذایی جمعیت است و از این‌رو، همچنانکه Mirzaie-Nodoushan et al. (2020)، اشاره می‌کنند ارائه و تدوین الگوی مطلوب مواد غذایی کم‌آب‌برتر با حفظ

ارزش‌های غذایی موردنیاز جمعیت و متناسب با ظرفیت منابع آب کشور، می‌تواند ضرورت داشته باشد.

کشاورزی: ما در این پژوهش از تعریف FAO (2006) از امنیت غذایی که در آن هیچ تفاوتی بین تأمین منابع غذایی موردنیاز جمعیت در داخل و خارج کشور قائل نیست، استفاده نکردیم و به دلیل سیاست‌های قانون برنامه ششم توسعه و نیز پژوهش Lenzen Wiedmann (2018) در خصوص مخاطرات مرتبط با واردات محصولات کشاورزی برای کشورها، خودکفایی محصولات غذایی را معادل امنیت غذایی درنظر گرفتیم. یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که الگوی تولید محصولات کشاورزی در کشور به نسبت الگوی مطلوب مواد غذایی، پرآب‌تر تلقی می‌شود و برای نمونه با احتساب آب آبی موردنیاز برای تولید محصولات کشاورزی در سال ۱۳۹۷، ۸۵ میلیارد مترمکعب آب (حدود ۲۲ میلیارد مترمکعب بیش از آب قابل برنامه‌ریزی کشور در بخش کشاورزی)، آب مصرف شده است. نتایج همچنین نشان داد که روند تولید برخی محصولات غذایی در کشور نظیر قند و شکر، سیب‌زمینی، میوه و غلات فراتر از نیاز جمعیت (بر مبنای الگوی مطلوب مصرف مواد غذایی) است و روند تولید برخی محصولات کشاورزی (نظیر دانه‌های روغنی و محصولات پروتئینی نظیر گوشت قرمز، تخم‌مرغ و لبنیات)، پاسخگوی نیاز غذایی جمعیت نیست. بنابراین، حتی اگر رویکرد وزارت جهاد کشاورزی در کشور را در تدوین سیاست‌های خودکفایی محصولات غذایی درست ارزیابی کنیم، به حداکثررسانی حجم تولید در تمامی گروههای محصولات کشاورزی بی‌توجه به محدودیت‌های منابع آبی کشور، به نوعی از منابع آبی موردنیاز آیندگان خرج کردن است و با اهداف پایداری تولیدات محصولات کشاورزی در درازمدت در تناقض است. ثانیاً فراهم کردن زیرساخت‌ها و سازه‌های موردنیاز برای کاهش ضایعات و تلفات کشاورزی، می‌تواند راه‌حل مهمی باشد که بدون آسیب‌رسانی به منابع آبی کشور، اهداف تأمین امنیت غذایی کشور نیز به طور مؤثرتری تحقق یابد.

آب: نتایج این پژوهش حاکی از آن است که تولید محصولات کشاورزی از سال ۱۳۸۵ و همچنین الگوی مطلوب تولید مواد غذایی در کشور از اواسط دهه ۱۳۹۰، از ظرفیت منابع آبی کشور در بخش کشاورزی (آب قابل برنامه‌ریزی بخش کشاورزی) فراتر رفته است. به بیان دیگر ما از ظرفیت تحمل کشور در خصوص امنیت آبی عبور کرده‌ایم و این امر بر پایداری مناسبات بهره‌برداری از آب در حوزه کشاورزی و تأمین منابع غذایی کشور در درازمدت، تأثیر خواهد گذارد. بنابراین، ضروری است سیاست‌گذاران حوزه آب کشور، تلاش بیشتری برای تأثیرگذاری بر روند تدوین سیاست‌های کلان حوزه‌های دیگری نظیر کشاورزی و تغذیه که می‌توانند در کوتاه‌مدت و درازمدت، منابع آبی کشور را دچار بحران کنند، داشته باشند. همچنین، پیشنهاد می‌شود برنامه‌ریزان مدیریت منابع آب کشور، ترویج الگوی مطلوب تولید محصولات کشاورزی را که بتواند در عین تأمین نیازهای غذایی جمعیت (با احتساب اندازه و ساختار جمعیتی) با منابع آب موجود در کشور نیز متناسب باشد، در دستور کار قرار دهند.

بنابر آنچه ذکر شد، با وجود اشراف بر تمام عدم قطعیت‌های تأثیرگذار بر نتایج پژوهش اخیر (نظیر برآوردهای دقیق‌تر ردپای آب آبی محصولات کشاورزی و ضایعات و تلفات بخش کشاورزی، نقش استفاده از تکنولوژی‌ها در کاهش مصرف آب محصولات کشاورزی و سناریوهای هیدرولوژیکی مختلف به جای سنجه آب قابل برنامه‌ریزی بخش کشاورزی)، ما معتقدیم که نتایج این پژوهش می‌تواند از جنبه درک محدودیت‌ها در تدوین سیاست‌ها و اولویت‌های دستگاه‌های اجرایی کشور که می‌توانند بر منابع آبی ایران تأثیر بگذارند، حائز اهمیت باشد و می‌تواند به همگرایی بیشتر دستگاه‌های اجرایی در تدوین سیاست‌های مؤثر بر تأمین امنیت آبی کشور بینجامد. حتی پیشنهاد می‌شود که در انسجام‌بخشی رویکرد دستگاه‌های اجرایی در تأمین هدف امنیت آبی، ابعاد فرهنگی و اقتصادی تأثیرگذار بر مسأله ظرفیت تحمل کشور از دیدگاه امنیت آبی و غذایی نیز ارزیابی شود و با نتایج این پژوهش ادغام شود. به طور خاص، با توجه به تأثیر برخی سیاست‌های اقتصادی بر الگو و میزان تولید محصولات کشاورزی (سیاست‌هایی نظیر تخصیص ارز دولتی برای واردات محصولات کشاورزی نظیر دانه‌های روغنی و همچنین تسهیل صادرات برخی محصولات کشاورزی نظیر میوه‌های پرآب‌بر)، شاید نیاز باشد برخی سیاست‌های کلان اقتصاد کشاورزی با اولویت کاهش مصارف آب در کشور و تناسب بیشتر با نیازهای غذایی جمعیت، اصلاح شود.

پی‌نوشت‌ها

1- Thomas Robert Malthus
2- Carrying Capacity
3- The Essay on the Principle of Population
4- Sustainability
5- Availability
6- Access
7- Utilization

۷- مراجع

Afrakhteh H, Hajipour M, Gourzin M, & Nejati B (2013). The situation of sustainable agricultural development in Iran development plans case: Five-year plans after the revolution. Quarterly Journal of the Macro and Strategic Policies 1(1):43-62

Ahmadi Soomeh K, Ebadzadeh H, Mohammadnia Afroozi Sh, Abbas Taleghani R, Saadat Akhtar AS (2014) Review on production process of Iranian protein products over 4 decades (1974 to 2013). Information and Communication Technology Center of Agriculture-Jahad Ministry (In Persian), URL: https://amar.maj.ir/dorsapax/userfiles/file/protoein-sit.pdf

Ahmadi K, Hosseinpour R, Ebadzadeh H, Gholizadeh H, Hatami F, Mohammadnia Afroozi Sh, Abd Shah H, Abbas Taleghani R (2015) Review on harvest level statistics and production rate statistics of crops over 36 years (1978 to 2013). Information and Communication Technology Center of Agriculture-Jahad Ministry (In Persian), URL: https://amar.maj.ir/Dorsapax/Data/Sub_65/File/43%20saleh%20zeraei.pdf

Arrow K, Bolin B, Costanza R, Dasgupta P, Folke C, Holling CS, Pimentel D (1995) Economic growth, carrying capacity, and the environment. Ecological Economics 15(2):91-95

Bond M, Meacham T, Bhunnoo R, Benton TG (2013) Food waste within global food systems. A Global Food Security Report (www.foodsecurity.ac.uk) (Last accessed 05 16, 2020)

Boserup E (1965) The conditions of agricultural growth: The economics of agrarian change under population pressure. London: G. Allen and Unwin; Chicago: Aldine

Boserup E (1981) Population and technological change: A study of long-term trends. Chicago: University of Chicago Press

Chaboud G, Daviron B (2017) Food losses and waste: Navigating the inconsistencies. Global Food Security, 12:1-7

Cohen JE (1995) Population growth and earth's human carrying capacity. Science 269(5222):341-346

Davis K (1945) The world demographic transition. The Annals of the American Academy of Political and Social Science 237(1):1-11

Du Pisani JA (2006) Sustainable development–historical roots of the concept. Environmental Sciences 3(2):83-96

Ehrlich P (1970) The population bomb. New York [Ballantine Books]

Falkenmark M, Lannerstad M (2010) Food security in water-short countries- Coping with carrying capacity overshoot. Fourth Botín Foundation Water Workshop. CRC Press, Taylor & Francis group (pp. 3-22)

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2000) New dimensions in water security: Water, society and ecosystem services in the 21st century. Food and Agriculture Association of the United Nations, Land and Water Development Division, Rome

FAO (2006) Food security (Policy Brief). URL: http://www.fao.org/fileadmin/templates/faoitaly/documents/pdf/pdf_Food_Security_Cocept_Note.pdf, (Last accessed 06 18, 2020)

FAO Regional Office for Asia (2006) Rapid growth of selected Asian economies: Lessons and implications for agriculture and food security. Food & Agriculture Org.

Garrone P, Melacini M, Perego A (2014) Opening the black box of food waste reduction. Food policy 46: 129-139

General Population Policies of the Islamic Republic of Iran (2014, 05 20) Retrieved from the office of the supreme leader of the Islamic Republic of Iran (In Persian): https://www.leader.ir/fa/content/11847/%D8%A7%D8%A8%D9%84%D8%A7%D8%BA-%D8%B3%DB%8C%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D9%87%D8%A7%DB%8C-%DA%A9%D9%84%DB%8C-%D8%AC%D9%85%D8%B9%DB%8C%D8%AA (Last accessed 01 14, 2020)

General Health Policies of the Islamic Republic of Iran (2014, 04 07) Retrieved from the office of the supreme leader of the Islamic Republic of Iran (In Persian): https://www.leader.ir/fa/content/11651/%D8%A7%D8%A8%D9%84%D8%A7%D8%BA-%D8%B3%DB%8C%D8%A7%D8%B3%D8%AA-%D9%87%D8%A7%DB%8C-%DA%A9%D9%84%DB%8C-%D8%B3%D9%84%D8%A7%D9%85%D8%AA (Last accessed 01 14, 2020)

Godfray HCJ, Beddington JR, Crute IR, Haddad L, Lawrence D, Muir JF, Toulmin C (2010) Food security: The challenge of feeding 9 billion people. Science 327(5967):812-818

Götmark F, Cafaro P, O'Sullivan J (2018) Aging human populations: Good for us, good for the Earth. Trends in Ecology & Evolution 33(11):851-862

Gustafsson J, Cederberg C, Sonesson U, Emanuelsson A (2013) The methodology of the FAO study: Global food losses and food waste-extent, causes and prevention. FAO, 2011

Hanjra MA, Qureshi ME (2010) Global water crisis and future food security in an era of climate change. Food Policy 35(5):365-377

Hardin G (1968) The tragedy of the commons. Science 162(3859):1243-1248

Hoekstra AY (2003) Virtual water trade: Proceedings of the international expert meeting on virtual water trade. Delft, The Netherlands, 12-13 December 2002, Value of Water Research Report Series No. 12

Hoekstra AY, Chapagain AK, Mekonnen MM, Aldaya MM (2011) The water footprint assessment manual: Setting the global standard. Routledge

Hoekstra AY (2017) Water footprint assessment: evolvement of a new research field. Water Resources Management 31(10):3061-3081

Information and Communication Technology Center of Ministry of Agriculture-Jahad (2008-2020) Agricultural statistical yearbook (Volume III - Horticultural Products). Retrieved from Ministry of Agriculture-Jahad (In Persian) URL: https://amar.maj.ir/page-amar/FA/65/form/pId3354 (Last accessed 07 09, 2022)

Information and Communication Technology Center of Ministry of Agriculture-Jahad (Crop years 2004-2005 to 2019-2020) Agricultural statistical yearbook (Volume I – Crop Products). Retrieved from Ministry of Agriculture-Jahad (In Persian) URL: https://amar.maj.ir/page-amar/FA/65/form/pId3352 (Last accessed 07 09, 2022)

Information and Communication Technology Center of Ministry of Agriculture-Jahad. (2002-2020). Agricultural Statistical Yearbook (Volume II). Retrieved from Ministry of Agriculture-Jahad (In Persian) URL: https://amar.maj.ir/page-amar/FA/65/form/pId3353 (Last accessed 07 09, 2022)

Ingram J (2011) A food systems approach to researching food security and its interactions with global environmental change. Food Security 3(4):417-431

Karandish F, Hoekstra A (2017) Informing national food and water security policy through water footprint assessment: The case of Iran. Water 9(11):831

Keshavarz A, Shariatmadar M, Khosravi A, Sheikhi Mehrabadi A, Biki Khoshk A, Shabani M, Bakhshaish M, Kianpour R, Afkari B (2016) Estimation of economic value of water lost due to agricultural wastes & losses (irrigated and horticultural) from harvest to before consumption. Water and Sustainable Development 3(1):73-82 (In Persian), https://doi.org/10.22067/jwsd.v3i1.59431 (Last accessed 07 05, 2020)

Ketabi A (2005) Famines in Iran. What do I know about Iran? In Tehran: Cultural Research Office 59:11-17 (In Persian)

Khorsandi M, Homayouni S, Van Oel P (2022) The edge of the petri dish for a nation: Water resources carrying capacity assessment for Iran. Science of the Total Environment 817:153038

Lane M, Dawes L, Grace P (2014) The essential parameters of a resource-based carrying capacity assessment model: An Australian case study. Ecological Modelling 272:220-231

Madani K (2014) Water management in Iran: What is causing the looming crisis? Journal of Environmental Studies and Sciences 4(4):315-328

Marganingrum D (2018) Carrying capacity of water resources in Bandung Basin. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 118(1):012026, IOP Publishing

Malthus TR (1888: First edition 1798) An essay on the principle of population: or, A view of its past and present effects on human happiness. Reeves

Maxwell S (1996) Food security: A post-modern perspective. Food policy 21(2):155-170

Meadows DH, Meadows DL, Randers J, Behrens WW (1972) The Limits to Growth, Club of Rome Reports. Universe Books, New York

Meadows DH, Meadows DL, Randers J (1992) Beyond the limits: Global collapse or a sustainable future. Earthscan Publications Ltd

Meadows D, Randers J, Meadows D (2004) Limits to growth: The 30-year update. Chelsea Green Publishing

Mekonnen M, Hoekstra AY (2011) National water footprint accounts: The green, blue and grey water footprint of production and consumption. UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, Value of Water Research Report Series No. 50

Mirzaie-Nodoushan F, Morid S, Dehghanisanij H (2020) Reducing water footprints through healthy and

reasonable changes in diet and imported products. Sustainable Production and Consumption 23:30-41

Molle F, Mollinga P (2003) Water poverty indicators: Conceptual problems and policy issues. Water policy 5(5-6):529-544

Najafpour (2013) A look at the sugar market in Iran (from 2001 to 2012). Journal of Economic 13(11 - 12):131-142 (In Persian)

Napoli M, De Muro P, Mazziotta M (2011) Towards a food insecurity multidimensional index (FIMI). Master's Thesis in Human Development and Food Security, Universita Degli Studi Roma Tre, Rome, Italy

Neurath P (2017) The early history of demography before malthus. In From Malthus to The Club of Rome and Back (pp. 3-38), Routledge

Peterson EWF (2017) The role of population in economic growth. Sage Open 7(4):2158244017736094

Price D (1999) Carrying capacity reconsidered. Population and Environment 21(1):5-26

Ravandi M (1985) Social history of Iran. The economic life of the Iranian people from the beginning to today (Volume V) (pp. 27-51). Tehran: Kasri Publications (In Persian)

Rees WE (1992) Ecological footprints and appropriated carrying capacity: What urban economics leaves out. Environment and Urbanization 4(2):121-130

Rees W, Wackernagel M (2008) Urban ecological footprints: why cities cannot be sustainable-and why they are a key to sustainability. In Urban Ecology (pp. 537-555). Springer, Boston, MA

Ren C, Guo P, Li M, Li R (2016) An innovative method for water resources carrying capacity research-metabolic theory of regional water resources. Journal of Environmental Management 167:139-146

Saraei H (1997) Iran's demographic transition: Preliminary considerations. Quarterly Journal of Social Sciences 5(9):37-60 (In Persian)

Simon JL (1981) The ultimate resource. Princeton University Press

Simon JL, Beisner EC, Phelps J (Eds.) (1995) The state of humanity (pp. 642-660). Oxford: Blackwell

Seidl I, Tisdell CA (1999) Carrying capacity reconsidered: From Malthus' population theory to cultural carrying capacity. Ecological Economics 31(3):395-408

Supreme Water Council Secretariat of the Islamic Republic of Iran (2019) Minute of the 39th session of the Supreme Water Council (In Persian)

Supreme Council of Health and Food Security Secretariat of the Islamic Republic of Iran (2012) National Document on Nutrition and Food Security (2012-2011), Retrieved from Ministry of Health and Medical education (In Persian)

Supreme Council of Health and Food Security Secretariat of the Islamic Republic of Iran (2004) National Document on Cross-sectorial Development of Nutrition and Food Security, Retrieved from Ministry of Health and Medical education (In Persian)

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019) World Population Prospects 2019, Online Edition. Rev. 1.

The National Synthesis of Updating the Iran's Comprehensive Water Studies (2015) Retrieved from Ministry of Energy (In Persian)

Venkateswarlu B, Prasad JVNS (2012) Carrying capacity of Indian agriculture: Issues related to rainfed agriculture. Current Science 102(96):882-888

Wang X (2022) Managing land carrying capacity: Key to achieving sustainable production systems for food security. Land 11(4):484

Water & Wastewater Planning Office of Ministry of Energy (2016) Allowable water to be allocated. Retrieved from Ministry of Energy (In Persian)

Wiedmann T, Lenzen M (2018) Environmental and social footprints of international trade. Nature Geoscience 11(5): 314-321

Wyman RJ (2013) The effects of population on the depletion of fresh water. Population and Development Review 39(4):687-704

Zhou XY, Zheng B, Khu ST (2019) Validation of the hypothesis on carrying capacity limits using the water environment carrying capacity. Science of the Total Environment 665:774-784