

برآورد تاثیرهای محیط‌زیستی تولید محصول‌های کشاورزی در سبب غذایی ایرانیان^۱

مجید نامداری^۲ و سید سعید محتسبی^۳

چکیده

تامین امنیت غذایی یکی از مهمترین نگرانی‌های جهانی و از محورهای اصلی سیاست‌گذاری‌ها در مقیاس ملی و جهانی است. امنیت غذایی و تغذیه سالم به عنوان مهمترین نیاز انسان و عاملی برای رشد و توسعه اقتصادی جامعه‌های انسانی بشمار می‌رود. بخش کشاورزی بواسطه تامین مواد غذایی مورد نیاز کشور از اهمیت راهبردی برخوردار است و برای تامین امنیت پایدار این بخش باید اقدام‌های توسعه‌ای متناسب انجام شود. از سوی دیگر، تولیدهای کشاورزی تاثیرهای چشمگیری بر محیط‌زیست دارد. بنابراین، لازم است تامین سبب غذایی افراد ضمن حفظ اصول پایداری دارای کمینه تاثیرهای محیط‌زیستی باشد. در پژوهش حاضر، از روش ارزیابی چرخه زندگی برای ارزیابی تاثیرهای محیط‌زیستی سبب غذایی ایرانیان استفاده شد. محصول‌های مورد بررسی در این سبب دربرگیرنده گوشت قرمز، گوشت سفید، برنج، شیر، روغن نباتی، تخم مرغ، سیب زمینی، پیاز، گندم، شکر، لوبیا، پرتقال، سیب، چای، گوجه فرنگی و انواع سبزی بود. نتایج نشان داد که بیشترین بار محیط‌زیستی مربوط به فرآورده‌های دامی (به ترتیب گوشت مرغ و گوشت گوساله) می‌باشند. پس از آن، تولید گندم (نان و ماکارونی) بیشترین بار محیط‌زیستی را داشته است و روغن نباتی نیز در جایگاه بعدی قرار دارد. پس از شناسایی محصول‌های با بار محیط‌زیستی، دو طرح برای کاهش تاثیرهای آن‌ها ارائه شده است، یکی تغییر سبب غذایی و تشکیل سبب غذایی مطلوب با در نظر گرفتن مبحث‌های محیط‌زیستی و دیگری افزایش کارایی سیستم‌های تولیدی و کاهش هدررفت‌ها در مرحله‌های مختلف زنجیره تولید تا مصرف، که سیاست‌گذاران باید اقدام‌های عملی آن را پایه‌ریزی کنند.

واژگان کلیدی: امنیت غذایی، تولید پایدار، گرمایش جهانی، محیط زیست.

مقدمه

تامین امنیت غذایی از پایه‌های توسعه اقتصادی بوده و همواره به عنوان یکی از هدف‌های اصلی سیاست‌های توسعه، مورد توجه و تاکید دولت‌مردان و سیاست‌گذاران بوده است (امجدی و باریکانی، ۱۳۹۹). جامعه‌های بشری بقای خود را در مسئولیت‌پذیری در ارتباط با تولید پایدار و توجه به بحث‌های محیط‌زیستی یافته‌اند (دباغ و سلطان محمدی، ۱۴۰۰). در

۱- تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۱۵

۲- نویسنده مسئول، پست الکترونیک: namdari@znu.ac.ir

۳- به ترتیب، استادیار دانشگاه زنجان و استاد دانشگاه تهران و عضو وابسته فرهنگستان علوم.

کنار این موضوع، باید توجه داشت که الگوی فعلی تولید و مصرف مواد غذایی به‌طور فزاینده‌ای ناپایدار بوده و تضمین امنیت غذایی نیاز به یک برنامه پژوهشی بازنگری شده دارد که در آن زنجیره تامین، به‌طور نظام‌مند ارزیابی و بهبود یابد (Godfray *et al.*, 2010). تولید و مصرف غذا به عنوان عامل اصلی تاثیر فعالیت‌های انسانی بر محیط‌زیست شناخته می‌شوند (Palmieri *et al.*, 2017). امروزه، چالش‌هایی چون افزایش گر سنگی در سطح جهان، نبود تعادل در رژیم غذایی روزانه مردم و تخریب محیط‌زیست و منابع طبیعی، موضوع تامین پایدار مواد غذایی را به یکی از مهمترین مسایل جامعه‌های بشری تبدیل کرده است (امجدی و باریکانی، ۱۳۹۹). در بیشتر کشورها، به‌ویژه کشورهای توسعه یافته، اهمیت ویژه‌ای به ایجاد، حفظ و پایداری امنیت غذایی داده می‌شود و نبود آن را یک تهدید جدی برای توسعه اقتصادی، اجتماعی و سیاسی می‌دانند. بدین ترتیب، دسترسی به غذای کافی و مطلوب و سلامت تغذیه‌ای از محورهای اصلی توسعه، سلامت جامعه و زیرساخت نسل‌های آینده یک کشور به شمار می‌روند (هژیرکیانی و واردی، ۱۳۹۲).

سبد غذایی انسان از راه فعالیت‌های کشاورزی دربرگیرنده فعالیت‌های زراعی، باغبانی و دامی و صنایع تبدیلی و تکمیلی تامین می‌گردد. بخش کشاورزی به موجب استفاده از ماشین‌های کشاورزی، دستگاه‌های ایباری، نهاده‌های شیمیایی، ترابری و سیستم‌های ذخیره محصول‌ها، به شکل معنی‌داری انرژی و مواد را مصرف می‌نماید و آلاینده‌های مختلفی را در محیط زیست منتشر می‌کند (خدارضایی و همکاران، ۱۳۹۶). در سال‌های اخیر، نگرانی‌هایی در سطح جهانی درباره پیامدها و تاثیرهای جانبی برخی از فعالیت‌های کشاورزی بر محیط زیست و جامعه ابراز شده و نظام‌های کشاورزی موجود مورد انتقادهای شدیدی قرار گرفته‌اند و یک هماهنگی جهانی در حمایت از محیط زیست طبیعی به وجود آمده تا نوعی کشاورزی را توسعه دهد که بتواند ضمن افزایش بهره‌وری، کمترین آسیب را به محیط زیست وارد سازد (مکی آبادی و همکاران، ۱۳۹۵).

با توجه به موردهای یادشده و در نظر گرفتن مفاهیم توسعه پایدار، ظرفیت محدود منابع و افزایش نیازهای اساسی جمعیت، تعیین مقدار مصرف و بهره‌وری با رویکرد آینده‌نگرانه ضروری به نظر می‌رسد (ابراهیمی و ابراهیمی، ۱۴۰۱). در همین راستا، تلاش برای کم کردن بار محیط‌زیستی تولید محصول‌های کشاورزی می‌تواند زمینه پایداری بهره‌وری در این بخش را فراهم کند و گام‌ها را در این مسیر، شناخت و آگاهی از این اثرها است.

تاثیرهای محیط‌زیستی تولیدهای کشاورزی به وسیله ابزارهای مختلفی ارزیابی می‌شود. روش‌های سنتی سنجش و شناسایی چالش‌های محیط‌زیستی، جامع نبوده و اغلب روی یک جنبه ویژه تمرکز داشتند. این روش‌ها، اغلب به تغییر مکان چالش‌های زیست محیطی در مرحله‌های مختلف رشد محصول می‌انجامیدند (خدارضایی و همکاران، ۱۳۹۶). در سال‌های اخیر، روش ارزیابی چرخه زندگی و قدرت واکاوی آن در ارزیابی زنجیره‌های تامین، به‌عنوان روش‌شناسی مرجع برای ارزیابی تاثیر محیط‌زیستی مورد تاکید فراوانی قرار گرفته است (Notarnicola *et al.*, 2017). روش ارزیابی چرخه زندگی از روش‌های جامع ارزیابی تاثیرهای محیط‌زیستی به‌شمار می‌رود و رویکردی گهواره تا گور^۲ برای ارزیابی سیستم‌های مختلف است. به بیان دیگر، این فرایند ارزیابی با جمع‌آوری مواد خام برای تولید محصول آغاز و با برگشت محصول مصرفی به زمین به پایان رسیده و امکان تخمین تاثیرهای محیط‌زیستی تجمعی ناشی از همه مرحله‌های چرخه زندگی محصول را فراهم می‌آورد (ابراهیمی و ابراهیمی، ۱۴۰۱).

پژوهش‌های بسیاری به ارزیابی محیط‌زیستی محصول‌های منفرد پرداخته است، اما، تنها بررسی‌های اندکی وجود دارند که یک رویکرد مصرف‌محور برای ارزیابی زنجیره تامین مواد غذایی در منطقه‌های جغرافیایی بزرگ اتخاذ کرده‌اند. در ارتباط با ارزیابی تاثیرهای محیط‌زیستی سبد غذایی در محدوده جغرافیایی گسترده و ویژه، می‌توان به بررسی (Foster *et al.* (2006) که ارزیابی چرخه زندگی انواع مواد غذایی که دربرگیرنده پر فروش‌ترین کالاهای ارابه شده خرده‌فروشی‌ها در بریتانیا بوده است، اشاره کرد. بررسی‌ای نیز توسط (Munoz *et al.* (2010) برای ارزیابی چرخه زندگی مواد غذایی مصرف شده توسط خانوارها، رستوران‌ها و موسسه‌ها در جامعه اسپانیا انجام شده است. در همین راستا، (Eberle & Fels (2014) تاثیرهای محیط‌زیستی مصرف مواد غذایی جامعه آلمان و هدررفت مواد غذایی را با واکاوی داده‌های آماری در مورد تولید، تجارت و مصرف مورد ارزیابی قرار داده‌اند. در بررسی دیگری، (Pairotti *et al.* (2015) بار محیط‌زیستی رژیم غذایی مدیترانه‌ای را محاسبه کردند و نتایج آن را با رژیم غذایی جامعه ایتالیایی دربرگیرنده دو رژیم غذایی سالم و گیاهی مقایسه کردند. در پژوهشی دیگر، (Notarnicola *et al.* (2017) با توسعه جامعه مورد بررسی به سبد غذایی کشورهای اتحادیه اروپایی، تاثیرهای محیط‌زیستی تولید و مصرف سبد غذایی متداول در این جامعه را با ارزیابی چرخه زندگی، مورد ارزیابی قرار دادند. با توجه به این مقدمه، بررسی حاضر با این هدف‌ها انجام شد: ۱- شناسایی و تعیین یک سبد غذایی مناسب و متداول برای ایرانیان؛ ۲- برآورد مقدار تولید هر کدام از محصول‌های موجود در سبد غذایی و محاسبه سرانه مصرف هر ایرانی از این محصول‌ها؛ ۳- ارزیابی تاثیرهای محیط‌زیستی مربوط به تولید محصول‌های موجود در سبد غذایی؛ ۴- برآورد بیشترین تاثیرهای محیط‌زیستی در فرایند تولید سبد غذایی و ۵- شناسایی مهمترین نهاده‌های مخرب محیط زیست در فرایند تولید محصول‌های موجود در سبد غذایی. انجام بررسی‌های ارزیابی چرخه زندگی در مقیاس‌های میانی و کلان در ارابه اطلاعات به تصمیم‌گیرندگان برای انتقال الگوهای تولید و مصرف پایدار، با در نظر گرفتن تاثیرهای محیط‌زیستی در کنار نیازهای اجتماعی و تضمین رشد اقتصادی، امری اساسی می‌باشد. بنابراین با انجام این بررسی، می‌توان در تصمیم‌سازی سیاست‌گذاران دولتی برای توسعه تولید پایدار کشاورزی جهت تامین سبد غذایی پایدار ایرانیان و دوراندیشی در سرنوشت آیندگان کمک کرد.

مواد و روش‌ها

کشاورزی (دربرگیرنده تولیدهای زراعی، باغبانی و دامی) طیف گسترده‌ای از محصول‌ها را دربر می‌گیرد که هر کدام به شیوه‌ای به مصرف بشر می‌رسند. در میان این محصولات، برخی دارای جایگاه ویژه بودند و در سبد غذایی بیشتر افراد جامعه جای می‌گیرند. به طور کلی، مصرف مواد غذایی و ترکیب سفره خانوار به ساختار اجتماعی-اقتصادی، محیط‌زیست، اقلیم، ترکیب منابع و سیاست‌های تجاری، استانداردهای زندگی و جمعیت یک کشور بستگی دارد که از راه قیمت نسبی اثر خود را بر بینش خانوارها می‌گذارد (صفامنش و همکاران، ۱۳۹۸). دفتر بهبود تغذیه جامعه وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی در سال ۱۳۹۲ در گزارشی به ارابه سبد غذایی مطلوب برای جامعه ایرانی پرداخت، اما بعد از آن دیگر گزارش رسمی از سوی نهادهای مسئول در ارتباط با سبد غذایی ارابه نشده است. در این گزارش نان، برنج، ماکارونی، حبوبات، سیب‌زمینی، سبزی‌ها، میوه‌ها، گوشت قرمز، گوشت سفید، تخم مرغ، شیر و لبنیات، روغن جامد و مایع و همچنین قند و شکر در سبد غذایی ایرانیان گنجانده شده است (صالحی و همکاران، ۱۳۹۲). افزون بر نتایج این گزارش، به منظور ایجاد یک سبد جامع، با متخصصان و صاحب‌نظران این رشته نیز مشورت‌هایی صورت گرفته و در نهایت، سبد غذایی بیشتر ایرانیان دربرگیرنده گوشت گوسفندی، گوشت بز، گوشت گاو، گوشت مرغ، گوشت ماهی، برنج سفید، شیر، روغن نباتی،

تخم مرغ، سیب زمینی، پیاز، گندم، شکر، لوبیا، پرتقال، سیب، چای، گوجه‌فرنگی و سبزی‌ها در نظر گرفته شد. سعی شد برای جامعیت بیشتر، محصولات‌های بیشتری برای این سبد غذایی در نظر گرفته شود. بررسی دیگر گزارش‌ها نشان می‌دهد که هیچ بررسی، سبدی در حد جامعیت این بررسی در نظر نگرفته است (Eberle & Fels, 2014; Notarnicola *et al.*, 2017; Pairotti *et al.*, 2015).

پس از مشخص ساختن محصولات‌های موجود در سبد غذایی جامعه ایران، به‌منظور برآورد مصرف ظاهری هر کدام از آن‌ها از معادله زیر استفاده شد (Notarnicola *et al.*, 2017):

$$\text{معادله ۱} \quad \text{صادرات} - \text{واردات} + \text{تولید} = \text{مصرف ظاهری}$$

مقدار تولید، واردات و صادرات برای هر کدام از محصولات‌ها، براساس آخرین آمار ارایه شده توسط مرجع‌هایی رسمی دربرگیرنده آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی (مقدار تولید، واردات و صادرات محصول‌ها)، وزارت صمت (مقدار تولید و قیمت محصول‌ها)، مرکز آمار ایران (آمار جمعیتی، قیمت خرده‌فروشی محصول‌ها)، گمرک جمهوری اسلامی ایران (آمار مربوط به واردات و صادرات محصول‌ها) و سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (مانند اطلاعات مربوط به مقدار واردات سیب، پرتقال و گوجه‌فرنگی) به‌دست آمد. براساس آمارهای ارایه شده، گرچه برخی از مرکزهای ارایه دهنده آمار مانند وزارت جهاد کشاورزی، اطلاعات زراعی مربوط به سال ۱۴۰۰ را نیز ارایه داده بودند، اما دیگر مرکزها آخرین آماری که ارایه داده بودند، مربوط به سال ۱۳۹۹ بود که برای همخوانی داده‌ها با یکدیگر، سال مبنا برای بررسی حاضر، سال ۱۳۹۹ در نظر گرفته شد. براساس گزارش مرکز آمار ایران، جمعیت ایران در سال ۱۳۹۹ برابر با ۸۳۴۰۹۰۰۰ نفر بوده است. مقدار تولید داخلی سالیانه برای گوشت دام سبک به صورت جداگانه برای گوشت گوسفند و بز ارایه شد. برای گوشت گاو مجموع گوشت تولیدی گاو اصیل، گاو دورگه و گاو بومی در نظر گرفته شد. مقدار تولید گندم دربرگیرنده گندم معمولی و گندم دوروم به نمایندگی از نان و ماکارونی در سفره غذایی در نظر گرفته شد. برنج مصرفی در سبد غذایی به صورت برنج سفید می‌باشد؛ در حالی که آمار رسمی وزارت جهاد کشاورزی مقدار شلتوک تولید شده در کشور را نشان می‌داد. بنابراین، با توجه به مصاحبه با متخصصان ضریب ۵۵٪ برای تبدیل شلتوک به برنج سفید در نظر گرفته شد. در مورد شیر به این نکته توجه شد که مقدار تولید شیر ۱۱۲۶۸۰۰۰ تن در سال بوده است که در کنار آن مقدار ۵۴۳۰ تن شیر نیز به صورت شیر خشک وارد کشور شده است. محاسبه‌ها با در نظر گرفتن این‌که هر کیلو شیر خشک نیاز به ۱۱ کیلوگرم شیر دارد، انجام شد. مقدار صادرات شیر نیز به صورت شیر خشک با مقدار ۳۴۴۵۰ تن در سال بوده است.

برای ارزیابی محیط‌زیستی، روش ارزیابی چرخه زندگی مورد استفاده قرار گرفت و مرزهای سیستم، از گهواره تا درگاه خروجی مزرعه در نظر گرفته شد. واحد کارکردی^۱ مصرف سرانه‌ی هر فرد ایرانی در سال ۱۳۹۹ برای محصولات‌های موجود در سبد غذایی در نظر گرفته شد. در برآورد سهم بار محیط‌زیستی در تولید محصولات‌هایی که در فرایند تولید آن‌ها محصول اصلی و محصول فرعی وجود داشت، از روش تخصیص^۲ استفاده شد. مبنای تخصیص ارزش اقتصادی هر کدام از محصولات‌های تولیدی در نظر گرفته شد (Namdari *et al.*, 2022). برای تکمیل سیاهه (گام دوم از روش ارزیابی چرخه زندگی طبق استاندارد ISO 14040)، افزون بر استفاده از پایگاه داده‌ای Agrifootprint (Blonk Consultants, 2014) و پایگاه داده‌ای Ecoinvent (Weidema *et al.*, 2013) مروری از بررسی‌هایی که ورودی‌ها و خروجی‌ها را در تولید محصولات‌های موجود در سبد غذایی مورد بررسی قرار داده بودند، انجام شد و براساس داده‌ها و اطلاعات آن‌ها، سیاهه

تهیه شده، بومی سازی شد. سیاهه بررسی‌ها و مقاله‌های مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است. برای محصول شکر، به جای استفاده از داده‌های پایگاه Agrifootprint، از داده‌های (Namdari et al., 2022) که درد سترس بودند استفاده شد تا بیشینه همخوانی را با شرایط ایران داشته باشد. به منظور برآورد انتشارهای مربوط به هوا، آب و خاک، از روش ارائه شده توسط IPCC^۱ استفاده شد (De Klein et al., 2006). اطلاعات مربوط به مصرف افت‌کش‌ها با این فرض که صدر صد از ماده فعال آن‌ها به خاک منتشر می‌شود، ارزیابی شد (Notarnicola et al., 2017).

جدول ۱- منابع مورد استفاده برای تهیه سیاهه محصول‌های زراعی.

نام محصول	منطقه مورد بررسی	منبع داده‌ها
گندم	اردبیل، رامهرمز	Eskandari, 2023; Shahan et al., 2008
برنج	مازندران، گیلان، گلستان	Kazemi et al., 2015
سیب‌زمینی	همدان	Hamedani et al., 2011
پیاز	خراسان شمالی	Elhami et al., 2021
لوبیا	مرکزی، گلستان	Asgharipour et al., 2019; Kazemi et al., 2015
پرتقال	مازندران	Namdari et al., 2011
سیب	تهران	Rafiee et al., 2010
چای	گیلان	Ghadery et al., 2019; Soheili-Fard & Salvatian, 2015
گوجه فرنگی	اصفهان، مرند	Jadidi et al., 2012, Taki et al., 2013
سبزی‌ها (ریحان)	اصفهان، چهارمحال و بختیاری	Pahlavan et al., 2012; Rostami et al., 2017

تاثیرهای محیط‌زیستی بخش کشاورزی (زراعی-باغبانی-دامی) در مورد منابع هوا، آب و خاک می‌تواند به طور کلی دربرگیرنده پتانسیل گرمایش زمین^۲، اسیدی شدن^۳ پس از باران‌های اسیدی، پُرغذایی^۴، سمیت بوم شناختی (بوم نظام‌های آبی و خاکی)، تاثیر بر لایه اوزن و در پایان مقدار انرژی مصرف شده تجدیدناپذیر توسط سیستم باشد (ابراهیمی و ابراهیمی، ۱۴۰۱). بنابراین، نرم‌افزار SimaPro 9.2.0.1 و روش CML-I Baseline برای ارزیابی تاثیرها انتخاب شد. مراحل نرمال سازی و وزن دهی در ارزیابی چرخه زندگی که جزو مراحل اختیاری می‌باشد (ISO, 2006) نیز براساس روش World 2000 انجام شد (Namdari et al., 2022). جهت اطلاعات بیشتر در مورد روش محاسبه گروه‌های تاثیر، روش نرمال سازی و روش وزن دهی به استاندارد ISO14040 مراجعه شود (ISO, 2006).

نتایج و بحث

نتایج این بررسی در دو بخش ارائه شده است. ابتدا براساس واکاوی آمار و اطلاعات رسمی ارائه شده، سرانه مصرف هر کدام از محصول‌های موجود در سبد غذایی برای جامعه ایرانی برآورد شد. در بخش دوم نتایج ارزیابی چرخه زندگی برای این سبد ارائه شده است.

شناسایی سبد غذایی و مقدار مصرف در خانوارهای ایرانی

سبدی که در منابع به عنوان سبد غذایی جامعه ایرانی ارائه شده است دربرگیرنده برنج، نان، ماکارونی، حبوبات، سبزی و میوه، سیب زمینی، گوشت سفید و قرمز، تخم مرغ، لبنیات، روغن نباتی، قند و شکر است. سبد تدوین شده صدر صد

نامداری و محتسبی

انرژی، ویتامین A، ویتامین B₂ و پروتئین، ۸۰٪ کلسیم و ۹۰٪ آهن مورد نیاز را تامین می‌کند (عبدی و همکاران، ۱۳۹۴؛ صالحی و همکاران، ۱۳۹۲). با شرحی که در مواد و روش‌ها ارائه شد محصول‌های مندرج در جدول ۲ به‌عنوان محصول‌های کشاورزی موجود در سبد غذایی جامعه ایرانی شناسایی شد. مقدار تولید داخلی، مقدار واردات و صادرات سالیانه، مقدار کل مصرف ظاهری و سرانه مصرف ظاهری برای هر کدام از این محصول‌ها در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- سبد محصول‌های کشاورزی و مصرف ظاهری در ایران.

محصول	تولید داخلی سالیانه (تن بر سال)	واردات سالیانه (تن بر سال)	صادرات سالیانه (تن بر سال)	کل مصرف ظاهری (تن بر سال)	سرانه مصرف ظاهری (کیلوگرم/نفر/سال)	درصد محصول از سبد غذایی (%)	میانگین سالیانه در بازار (ریال - کیلوگرم)	ارزش اقتصادی کل مصرف ظاهری (میلیارد ریال بر سال)
گوشت	۲۷۲۳۱۰	۱۱۲۷۲	۳۶۱	۲۸۳۲۲۱	۳/۴۰	۰/۴۴	۱۰۳۸۶۰۰	۲۹۴/۱۵
گوسفندی								
گوشت بز	۸۸۰۲۰	۳۶۴۳	۱۱۷	۹۱۵۴۶	۱/۱۰	۰/۱۴	۱۰۳۸۶۰۰	۹۵/۰۸
گوشت گاو	۵۰۷۴۳۰	۲۱۰۰۵	۶۷۲	۵۲۷۷۶۳	۶/۳۳	۰/۸۲	۸۹۲۳۶۳	۴۷۰/۹۶
گوشت مرغ	۲۶۴۱۰۰۰	۱۱۰	۷۶۸۳۰	۲۵۶۴۲۸۰	۳۰/۷۴	۴/۰۰	۱۸۴۱۷۵	۴۷۲/۲۸
گوشت ماهی	۱۲۰۸۰۰۰	۱۹۶۶۳	۹۰۵۱۵	۱۱۳۷۱۴۸	۱۳/۶۳	۱/۷۷	۲۹۸۷۵۰	۳۳۹/۷۲
برنج سفید	۱۶۶۸۰۸۶	۱۰۴۲۵۰۰	۳۵۴۰	۲۷۰۷۰۴۶	۳۲/۴۶	۴/۲۲	۲۵۷۳۴۹	۶۹۶/۶۶
شیر	۱۱۲۶۸۰۰۰	۵۹۷۳۰	۳۷۸۹۵۰	۱۰۹۴۸۷۸۰	۱۳۱/۲۷	۱۷/۰۷	۴۲۸۹۹	۴۶۹/۶۹
روغن نباتی	۱۵۷۵۳۰۰	۱۲۸۲۵۰۰	۵۴۵۰	۲۸۵۲۳۵۰	۳۴/۲۰	۴/۴۵	۱۰۵۲۹۴	۳۰۰/۳۴
تخم مرغ	۱۰۸۲۰۰۰	۲۰	۶۵۴۹۰	۱۰۱۶۵۳۰	۱۲/۱۹	۱/۶۰	۱۴۲۲۶۸	۱۴۴/۶۲
سیب زمینی	۳۹۱۲۲۶۵	۱۸۰۰	۹۶۳۰۵۰	۲۹۵۱۰۱۵	۳۵/۳۸	۴/۵۹	۵۰۵۴۵	۱۴۹/۱۶
پیاز	۲۴۵۲۶۱۳	۶۵۲۵۵۰	۴۲۹۴۰۰	۲۶۷۵۷۶۳	۳۲/۰۸	۴/۱۷	۶۰۰۷۶	۱۶۰/۷۵
گندم	۱۳۵۴۰۵۰۹	۳۲۸۴۶۵۰	۵۵۱۱۰	۱۶۷۷۰۰۴۹	۲۰/۱۰۶	۲۶/۱۴	۲۷۰۰۰	۴۵۲/۷۹
شکر	۱۶۰۳۰۰۰	۱۰۱۷۷۱۰	۲۸۵۷۰	۲۵۹۲۱۴۰	۳۱/۰۸	۴/۰۴	۹۲۳۱۱	۲۳۹/۲۸
لوبیا	۲۶۶۶۱۷	۸۸۴۰	۱۴۴۱۰	۲۶۱۰۴۷	۳/۱۳	۰/۴۱	۲۹۲۱۱۱	۷۶/۲۵
پرتقال	۳۴۰۷۹۰۱	۸۰۰۰	۱۶۱۸۱۰	۳۲۵۴۰۹۱	۳۹/۰۱	۵/۰۷	۱۴۰۲۱۴	۴۵۶/۲۷
سیب	۴۲۲۴۵۱۱	۳۲۰	۸۸۴۹۲۰	۳۳۳۹۹۱۱	۴۰/۰۴	۵/۲۱	۱۳۶۵۵۰	۴۵۶/۰۶
چای	۲۸۷۹۲	۶۴۹۷۰	۱۶۲۰۰	۷۷۵۶۲	۰/۹۳	۰/۱۲	۲۱۷۹۶۱۵	۱۶۹/۰۶
گوجه فرنگی	۶۳۵۹۷۰۳	۶۳۱	۹۹۸۲۰۰	۵۳۶۲۱۳۴	۶۴/۲۹	۸/۳۶	۸۹۷۲۷	۴۸۱/۱۳
سبزی‌ها	۵۵۹۱۳۹۷	۲۸۱۰	۸۶۱۳۲۰	۴۷۳۲۸۸۷	۵۶/۷۴	۷/۳۸	۴۶۰۰۰	۲۱۷/۷۱
مجموع	۶۱۶۹۷۴۵۴	۷۴۸۲۷۲۴	۵۰۳۴۹۱۵	۶۴۱۴۵۲۶۳	۷۶۹/۰۴	۱۰۰/۰۰		۶۱۴۱/۹۶

۱- براساس آمار وزارت جهاد کشاورزی مقدار شلتوک تولیدی ۳۰۳۲۸۸۴ تن بوده است که ضریب تبدیل ۵۵٪ برای برنج در نظر گرفته شد.

۲- براساس آمار وزارت صمت مقدار چای سبز تولیدی ۱۳۱۷۸۰ تن بوده است که می‌توان تخمین زد ۲۸۷۹۲ تن چای خشک تولید شده است.

۳- براساس قیمت خرده‌فروشی اعلام‌شده برای محصول‌ها در سال ۱۳۹۹ در منابع رسمی وزارت جهاد کشاورزی و مرکز آمار ایران.

۴- به صورت شیر خشک بوده که به مقدارها شیر تازه معادل سازی شد، اما در محاسبه‌های تاثیرهای محیط‌زیستی فرایند تولید شیر خشک اعمال

شد (مقدار شیر خشک وارده شده برابر با ۵۴۳۰ تن در سال و مقدار شیر خشک صادر شده ۳۴۴۵۰ تن در سال بوده است).

۵- مقدار برآورد شده.

نتایج ارزیابی چرخه زندگی

جدول ۳ بیانگر نتایج مربوط به سیاهه برای محصول‌های زراعی و باغبانی موجود در سبد غذایی جامعه ایرانی می‌باشند که در سه بخش دربرگیرنده محصول‌ها (جدول ۳)، ورودی‌ها (جدول ۴) و خروجی‌ها (جدول ۵)، تفکیک شده‌اند. در این سیاهه، براساس مرور بررسی‌های مندرج در جدول ۱، ورودی‌ها دربرگیرنده انواع کودهای شیمیایی، انواع سم‌های شیمیایی و افت‌کش‌ها، آب مصرفی، سوخت گازوییل و برق برای پمپاژ آب از چاه برآورد شد و خروجی‌ها نیز دربرگیرنده انواع انتشارها به هوا، آب و خاک حاصل از مصرف کودها و سم‌های شیمیایی است که براساس روش IPCC محاسبه شد (De Klein *et al.*, 2006). در جدول ۳ در کنار برخی از محصول‌های اصلی، مقدار محصول فرعی (کاه و کلش) نیز گزارش شده است.

جدول ۳- سیاهه بخش اول: محصول‌های زراعی- باغبانی (کیلوگرم در هر هکتار در سال).

نام محصول	مقدار محصول اصلی	مقدار محصول فرعی
گندم	۴۵۱۴	۲۱۳
برنج	۳۹۲۰/۰۳	۲۵۸۰/۱۴
سیب زمینی	۴۰۶۳۷/۳۳	
پیاز	۷۳۲۲۷	
لوبیا	۳۷۰۰	
پرتقال	۳۲۵۰۰	
سیب	۲۰۷۷۳/۹۳	
چای [†]	۲۲۹۹/۴۱	
گوجه فرنگی	۸۰۲۹۰/۰۵	
سبزی‌ها	۲۷۴۵۸/۵۸	

[†] داده‌های مربوط به تولید برگ چای در منابع به صورت ۱۰۵۲۴/۳۴ کیلوگرم چای سبز بود که جهت هماهنگی با داده‌های واردات و صادرات چای، معادل آن یعنی ۲۲۹۹/۴۱ کیلوگرم چای سیاه در نظر گرفته شد.

نتایج این سیاهه به همراه سیاهه تولیدهای دامی در برآورد گروه‌های تاثیر مورد استفاده قرار می‌گیرد. گروه‌های تاثیر مورد بررسی برای ساس روش CMLI-Baseline دربرگیرنده کاهش منابع غیرزنده^۱، کاهش منابع فسیلی^۲، گرمایش جهانی^۳، کاهش لایه ازن^۴، سمیت برای انسان^۵، سمیت آبریزان آب شیرین^۶، سمیت آبریزان دریایی^۷، سمیت برای خاکریزان^۸، اکسایش فتو شیمیایی^۹، اسیدی شدن^{۱۰} و پرغذایی^{۱۱} می‌باشد. مقدارهای به دست آمده برای این گروه‌های تاثیر در جدول ۶ گزارش شده است. مقدار کل گزارش شده برای هر کدام از این گروه‌های تاثیر، حاصل مجموع مقدار آن شاخص برای هر کدام از محصول‌های موجود در سبد غذایی (به ازای واحد کارکردی) می‌باشد. برای نمونه، شاخص گرمایش جهانی که یک شاخص شناخته شده‌تری در بین شاخص‌های محیط‌زیستی می‌باشد، در هر واحد از سبد غذایی ایران مقدار ۱۰۷۸/۸۹ کیلوگرم دی‌اکسیدکربن معادل، به دست آمده است که حدود ۲۳۰/۶۹ کیلوگرم از آن مربوط به تولید گوشت گوساله، ۱۲۰/۸۷ کیلوگرم مربوط به گوشت گوسفندی، ۲۴/۳۶ کیلوگرم مربوط به گوشت ماهی، ۱۵۷/۵۳ کیلوگرم مربوط به گوشت مرغ،

1. Abiotic depletion (AD)	2. Abiotic depletion (fossil fuels) (ADF)	3. Global warming (GWP 100a) (GWP)
4. Ozone layer depletion (ODP)	5. Human toxicity (HT)	6. Fresh water aquatic ecotoxicity (FEW)
7. Marine aquatic ecotoxicity (ME)	8. Terrestrial ecotoxicity (TE)	9. Terrestrial ecotoxicity (TE)
10. Acidification (AC)	11. Eutrophication (EU)	

۱۵۰/۵۰ کیلوگرم مربوط به شیر، ۲۴/۰۰ کیلوگرم مربوط به تخم مرغ، ۳/۹۳ کیلوگرم مربوط به سیب درختی، ۰/۸۶ کیلوگرم مربوط به لوبیا، ۶/۸۳ کیلوگرم مربوط به پیاز، ۲/۸۷ کیلوگرم مربوط به پرتقال، ۸/۰۲ کیلوگرم مربوط به سیبزمینی، ۱۰/۵۸ کیلوگرم مربوط به برنج، ۱/۰۳ کیلوگرم مربوط به چای، ۳/۶۶ کیلوگرم مربوط به گوجه‌فرنگی، ۳۲/۸۹ کیلوگرم مربوط به تولید سبزی‌ها، ۹۹/۳۲ کیلوگرم مربوط به گندم، ۹۹/۷۶ کیلوگرم مربوط به شکر و ۱۰۱/۱۶ کیلوگرم مربوط به تولید روغن نباتی می‌باشد. سهم هر کدام از محصولات موجود در سبد غذایی در دیگر گروه‌های تاثیر (شاخص‌های محیط‌زیستی) به صورت نگاره‌ای در شکل ۱ به شیوه مطلوب‌تری مشاهده می‌شود. همان‌گونه که در مورد شاخص گرمایش جهانی مشاهده شد، تولید گوشت گوساله بیشترین مقدار شاخص گرمایش زمین را به خود اختصاص داده است که بعد از آن تولید گوشت مرغ، تولید شیر و تولید گوشت گوسفندی در رتبه‌های بعدی قرار دارند. کمترین مقدار شاخص گرمایش زمین نیز مربوط به تولید لوبیا می‌باشد. چنانچه تولید گوشت (قرمز و سفید)، شیر و تخم مرغ را در گروه تولیدهای دامی؛ تولید سیب، لوبیا، پیاز، پرتقال، سیبزمینی، برنج، چای، گوجه‌فرنگی، سبزی و گندم را در گروه تولیدهای زراعی و تولید شکر و روغن نباتی را در گروه تولیدهای صنعتی قرار دهیم، مشخص است که تولیدهای دامی در مورد شاخص گرمایش زمین با مقدار ۷۰۷/۹۴ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن، بیشترین تاثیر را داشته و تولیدهای صنعتی با ۲۰۲/۹۳ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن و تولیدهای زراعی با ۱۷۰/۰۱ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن در رتبه‌های بعدی قرار دارند. نتایج همسانی توسط پژوهشگران دیگر گزارش شده است که عددها و رقم‌های این بررسی را تایید می‌کند. در بررسی (Notarnicola et al., 2017) مقدار انتشار دی‌اکسیدکربن در سبد غذایی کشورهای اتحادیه اروپا مقدار ۱۴۰۰ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن، در بررسی (Pairotti et al., 2015) در سبد غذایی مدیرانه‌ای مقدار ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن، در بررسی (Eberle & Fels, 2014) در سبد غذایی آلمان ۱۴۴۵ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن، در بررسی (Munoz et al., 2010) در سبد غذایی اسپانیا ۱۵۶۰ تا ۲۰۸۴ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن گزارش شده است که نتایج پژوهش حاضر با این گزارش‌ها همسو است. اندکی بیشتر بودن این عددها نسبت به عدد گزارش شده در پژوهش حاضر به این دلیل می‌باشد که مقدار مصرف تولیدهای دامی در سبد غذایی این کشورهای اروپایی بیشتر از مقدار مصرف در سبد غذایی ایران می‌باشد.

جدول ۴- سیاهه بخش دوم: ورودی‌ها (مقدار در هر هکتار در سال).

نام محصول	ورودی‌ها				کودهای شیمیایی (کیلوگرم)		
	سم‌های شیمیایی (کیلوگرم)	سوخت دیزل (کیلوگرم)	آب (متر مکعب)	الکتریسیته (کیلووات‌درساعت)	K ₂ O	P ₂ O ₅	N
گندم	۲/۱۷	۸۶/۱۳	۴۱۴۷/۲۰	۱۲۰۰	۳۹/۴۳	۸۶/۰۲	۱۹۸/۴۴
برنج	۸/۲۵	۳۵۲/۱۰	۷۱۳۳/۶۲	۱۹۳/۶۶	۸۴/۹۶	۸۸/۵۷	۱۱۴/۸۱
سیب زمینی	۴/۸۲	۵۳/۷۴	۷۱۹۳/۹۱	۴۰۷/۹۹	۲۳۰/۶۹	۳۵۲/۰۴	۶۲۰/۰۴
پیاز	۷/۲۰	۱۱۰/۴۹	۱۱۹۳۵	۱۳۹۱۵	۱۰۹	۱۸۲	۲۱۹
لوبیا	۶/۵	۱۸۲	۱۲۴۰	۱۷۸	۲۱	۱۰۰/۵	۶۶/۵
پرتقال	۱۶/۳	۲۶۱	۱۲۵۷۰	۴۲۵	۲۱۸	۳۴۳	۹۴
سیب	۳۳/۱۲	۱۴۴/۷۶	۴۰۲۹/۹۹	۱۵۵۶/۴۳	۶۱/۵۸	۳۸/۹۷	۴۷/۲۹
چای	۳/۳۱	۱۰۵/۸۹	.	.	.	۶۶/۳۵	۳۵۴/۶۸
گوجه فرنگی	۵/۴۷	۳۵۴/۲۵	۸۴۱۳/۱۷	۱۴۳۲/۵۰	۱۴۲/۷۴	۲۹۷/۳۹	۳۰۴/۸۹
سبزی‌ها	۲/۶۲	۹۸/۳۱	۱۸۰۰۰	۱۴۷۳۷/۶۵	۳۳/۴۶	۴۴/۰۷	۲۲۵

برآورد تاثیرهای محیط‌زیستی تولید محصول‌های کشاورزی در سبد غذایی ایران

جدول ۵- سیاهه بخش سوم: خروجی‌ها (کیلوگرم در هر هکتار در سال).

خروجی‌ها						
نام محصول	انتشارها به هوا (کیلوگرم)		انتشارها به آب (کیلوگرم)		انتشارها به خاک (کیلوگرم)	
	N ₂ O	NH ₃	NO ₃ حاصل از کودهای شیمیایی	P حاصل از کودهای شیمیایی	سم‌های شیمیایی [†]	
گندم	۲/۱۰	۱۹/۷۸	۱۲۱/۲۷	۸/۶۳	۲/۱۷	
برنج	۱/۳۵	۱۱/۸۷	۷۰/۱۶	۸/۸۹	۸/۲۵	
سیب زمینی	۶/۸۵	۶۲/۷۲	۳۷۸/۹۳	۳۵/۳۵	۴/۸۲	
پیاز	۲/۶۳	۲۲/۷۹	۱۳۳/۸۴	۱۸/۳۷	۷/۲۰	
لوبیا	۰/۹۶	۷/۴۱	۴۰/۶۴	۱۰/۰۹	۶/۵	
پرتقال	۲/۰۶	۱۲/۶۷	۵۷/۴۴	۳۴/۴۴	۱۶/۳	
سیب	۰/۵۷	۴/۹۲	۲۸/۹۰	۳/۹۱	۳۳/۱۲	
چای	۳/۴۴	۳۴/۴۰	۱۱۹/۶۴	۶/۶۶	۳/۳۱	
گوجه فرنگی	۳/۸۱	۳۲/۲۰	۱۰۲/۸۵	۲۹/۸۶	۵/۴۷	
سبزی‌ها	۲/۱۹	۲۱/۸۵	۱۳۷/۵۱	۴/۴۳	۲/۶۲	

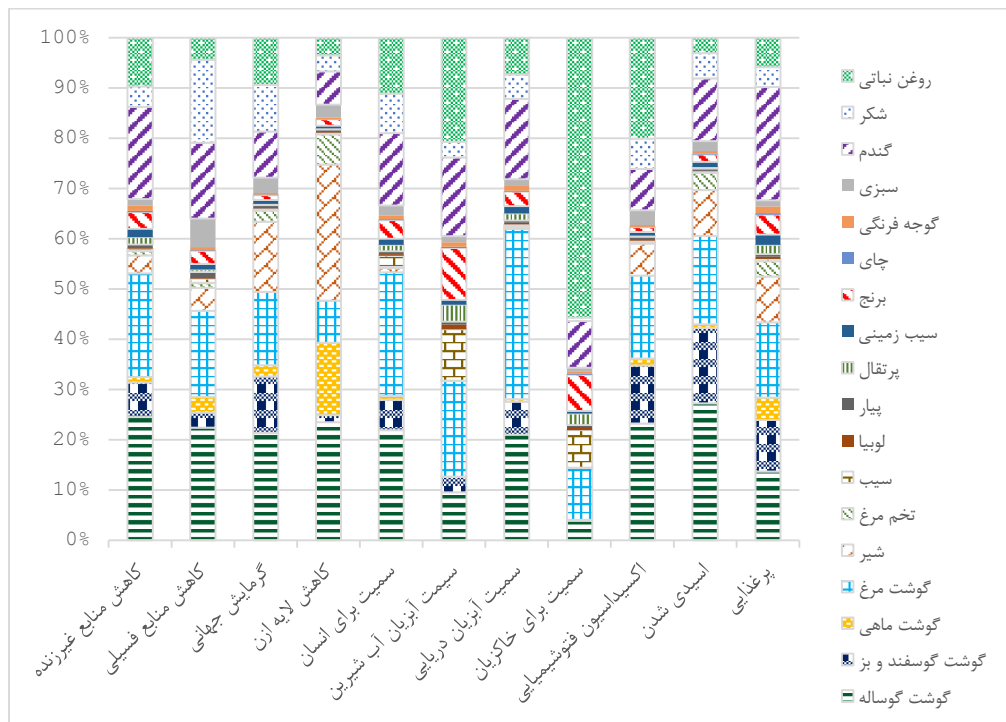
[†] بسته به گروه هر کدام از سم‌های مورد استفاده، ۱۰۰٪ ماده موثره آن‌ها به‌عنوان انتشار به خاک در نظر گرفته شد.

با نگاهی به شکل ۱، مشخص است که در تمام گروه‌های تاثیرگذار، نقش تولیدهای دامی به ویژه تولید گوشت مرغ و گوشت گوساله نسبت به دیگر محصولات مقدار بیشتری را به خود اختصاص داده است. این نتیجه با نتایج سایر بررسی‌های پیشین نیز در هماهنگی کامل می‌باشد. برای نمونه، Foster *et al.*, (2006) تاثیر بالای لبنیات و محصولات گوشتی در تمام گروه‌های تاثیر به ویژه گروه تاثیر پرغذایی را مورد تاکید قرار داده‌اند. Eberle & Fels (2014) در مورد مصرف مواد غذایی در آلمان نیز گزارش کردند که محصولات دامی بیشترین بار محیط‌زیستی را دارا هستند. براساس شکل ۱ نقش تولید روغن نباتی و گندم نیز در گروه‌های تاثیر، قابل توجه است. تولید روغن نباتی به ویژه در گروه تاثیر مسمومیت برای خاکزبان نقشی ۵۵/۶۰ درصدی دارد. براساس شکل ۱ نقش تولید گندم در شاخص پرغذایی ۲۲/۵٪، کاهش منابع غیرزنده ۱۸/۴٪، سمیت آبریان دریایی ۱۶٪، سمیت آبریان آب‌های شیرین ۱۵/۷٪، کاهش سوخت‌های فسیلی ۱۵/۱٪، اسیدی شدن ۱۲/۵٪، سمیت برای خاکزبان ۹/۲۸٪، پتانسیل گرمایش جهانی ۹/۲۱٪، اکسایش فتوشیمیایی ۸/۲٪ و کاهش لایه ازن ۶/۶۷٪ بوده است.

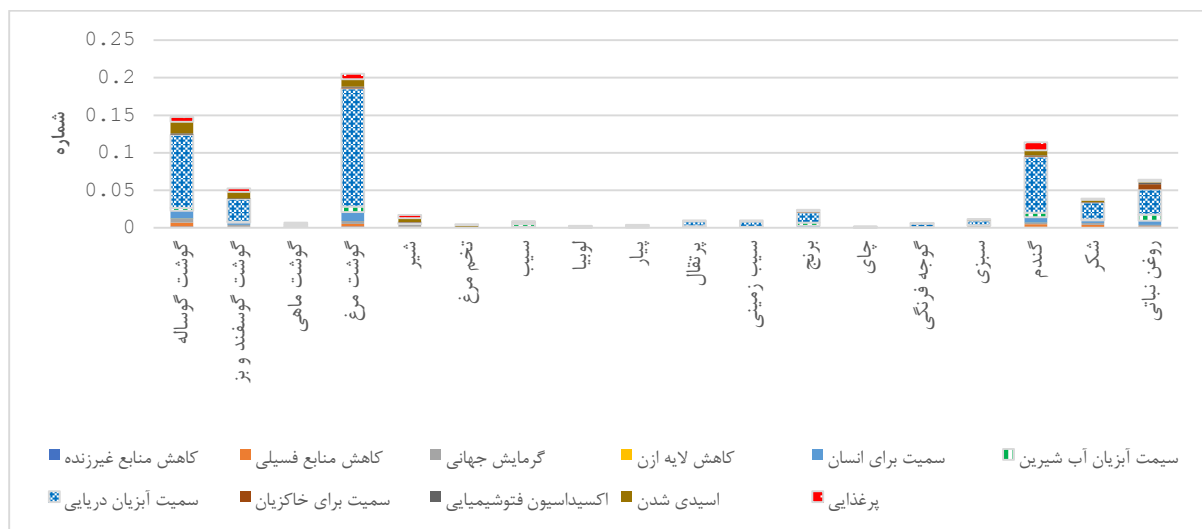
به منظور شناسایی محصول‌هایی که بیشترین بار محیط‌زیستی را در سبد غذایی داشته‌اند، همچنین مقایسه گروه‌های تاثیر با یکدیگر، نیاز به نرمال‌سازی و وزن‌دهی شاخص‌ها می‌باشد. این مرحله‌ها به روش World 2000 انجام شد (Notarnicola *et al.*, 2017). شکل ۲ نقش هر کدام از محصولات را در بار محیط‌زیستی سبد غذایی نشان می‌دهد. همان‌گونه که این شکل نشان می‌دهد، تولید گوشت مرغ بیشترین بار محیط‌زیستی را اعمال کرده که بعد از آن نقش تولید گوشت گوساله برجسته‌تر می‌باشد. تولید گندم، روغن نباتی، گوشت قرمز (دام سبک)، شکر، برنج و شیر در رده‌های بعدی قرار دارند.

جدول ۶- گروه‌های تاثیر و مقدارها آن‌ها در یک واحد از سبد غذایی جامعه ایرانی (به ازای واحد کارکردی).

گروه تاثیر	AD	ADF	GWP	ODP	HT	FWE	ME	TE	PO	AC	EU
واحد	kg Sb eq	MJ	kg CO ₂ eq	kg CFC-11 eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg C ₂ H ₄ eq	kg SO ₂ eq	kg PO ₄ ³⁻ eq
گوشت	۰/۰۰۰۰۲۹۷	۱۸۵۳/۱۶۵	۲۳/۱۶۹	۱/۶۱×۱۰ ^{-۵}	۲۶/۹۴	۲۶/۹۹	۵۷۱۹۴/۹۶	۱/۵۴	۰/۰۶	۳/۶۱	۱/۰۵
گوشت	۰/۰۰۰۰۱۱۱	۲۴۷/۵۱۷۵	۱۲۰/۸۷	۹/۹۵×۱۰ ^{-۷}	۷/۴۷	۸/۷۶	۱۷۸۵۷/۲۳	۰/۰۸	۰/۰۳	۱/۹۸	۰/۷۸
گوشت ماهی	۱/۸۱×۱۰ ^{-۵}	۲۵۸/۶۱۸	۲۴/۳۶	۹/۹۰×۱۰ ^{-۶}	۰/۹۰	۰/۱۶	۱۴۷۶/۶۵	۲/۲۹×۱۰ ^{-۳}	۳/۷۵×۱۰ ^{-۳}	۰/۱۱	۰/۳۴
گوشت مرغ	۰/۰۰۰۰۳۳۴	۱۴۱۲/۶۹۱	۱۵۷/۵۳	۵/۵۷×۱۰ ^{-۶}	۳۰/۳۷	۵۳/۸۹	۹۳۳۷/۴۱	۴/۱۸	۰/۰۴	۲/۳۳	۱/۱۴
شیر	۵/۸۳×۱۰ ^{-۵}	۳۷۴/۵۴۷۴	۱۵۰/۴۸	۱/۸۶×۱۰ ^{-۵}	۱/۰۹	۰/۱۷	۱۰۷۲/۴۳	۳/۱۳×۱۰ ^{-۴}	۰/۰۲	۱/۲۱	۰/۷۰
تخم مرغ	۱/۴۴×۱۰ ^{-۵}	۸۷/۲۲۰۸۳	۲۴/۰۰	۴/۱×۱۰ ^{-۶}	۰/۲۷	۰/۰۴	۲۴۵/۳۵	۸/۲۶×۱۰ ^{-۵}	۵/۳۹×۱۰ ^{-۴}	۰/۴۶	۰/۲۳
سیب	۷/۱۴×۱۰ ^{-۶}	۶۴/۴۳۳۱۷	۳/۹۳	۲/۵۱×۱۰ ^{-۷}	۲/۶۸	۲۸/۹۳	۱۰۸۶/۳۵	۲/۹۹	۹/۵۴×۱۰ ^{-۴}	۰/۰۴	۰/۰۳
لوبیا	۵/۲۷×۱۰ ^{-۶}	۱۴/۹۴۵۲۹	۰/۸۶	۶/۰۸×۱۰ ^{-۸}	۰/۴۱	۲/۶۳	۸۳۶/۹۲	۰/۲۶	۲/۲۱×۱۰ ^{-۴}	۰/۰۱	۰/۰۳
پیاز	۷/۵۳×۱۰ ^{-۶}	۹۶/۳۵۲۳۵	۶/۸۳	۳/۶۴×۱۰ ^{-۷}	۰/۶۸	۱/۷۱	۱۲۳/۵۰	۰/۱۵	۱/۶۳×۱۰ ^{-۳}	۰/۰۶	۰/۰۴
پرتقال	۲/۴۱×۱۰ ^{-۵}	۴۱/۹۶۶۳۹	۲/۸۷	۱/۶۹×۱۰ ^{-۷}	۱/۶۳	۹/۴۹	۳۷۹۵/۸۳	۰/۹۲	۸/۰۰×۱۰ ^{-۴}	۰/۰۴	۰/۱۴
سیب زمینی	۲/۷۰×۱۰ ^{-۵}	۹۲/۸۵۲۲۶	۸/۰۲	۳/۳۲×۱۰ ^{-۷}	۱/۴۵	۲/۷۴	۳۹۸۸/۸۳	۰/۲۱	۱/۷۴×۱۰ ^{-۳}	۰/۱۳	۰/۱۵
برنج	۵/۳۶×۱۰ ^{-۵}	۲۱۳/۵۱۹۹	۱۰/۵۹	۸/۹۶×۱۰ ^{-۷}	۴/۵۵	۲۹/۲۷	۷۹۴۴/۲۹	۲/۸۹	۲/۵۶×۱۰ ^{-۳}	۰/۲۰	۰/۳۰
چای	۳/۸۷×۱۰ ^{-۶}	۱۰/۹۶۴۷	۱/۰۳	۳/۷۵×۱۰ ^{-۸}	۰/۳۳	۰/۷۲	۵۳۲/۶۴	۰/۰۶	۱/۸۲×۱۰ ^{-۴}	۰/۰۳	۰/۰۲
گوجه فرنگی	۱/۷۱×۱۰ ^{-۵}	۵۰/۹۱	۳/۶۶	۱/۹۵×۱۰ ^{-۷}	۰/۹۱	۲/۴۹	۲۶۱۳/۷۶	۰/۲۱	۸/۵۵×۱۰ ^{-۴}	۰/۰۶	۰/۱۰
سیبزی	۲/۱۲×۱۰ ^{-۵}	۴۶۸/۴۷	۳۲/۸۹	۱/۷۷×۱۰ ^{-۶}	۲/۴۶	۳/۴۲	۳۵۰۷/۹۸	۰/۲۸	۷/۷۵×۱۰ ^{-۳}	۰/۲۷	۰/۰۹
گندم	۰/۰۰۰۰۲۹۷	۱۲۴۸/۸۰	۹۹/۳۲	۴/۵۸×۱۰ ^{-۶}	۱۷/۷۱	۴۴/۳۷	۴۳۷۲۶/۹۴	۳/۷۳	۰/۰۲	۱/۶۵	۱/۷۲
شکر	۶/۶۱×۱۰ ^{-۵}	۱۳۶۷/۴۹	۹۹/۷۷	۲/۱۵×۱۰ ^{-۶}	۹/۶۶	۸/۹۹	۱۳۱۶۸/۵۶	۰/۳۰	۰/۰۲	۰/۶۶	۰/۳۰
روغن نباتی	۰/۰۰۰۰۱۵۶	۳۵۹/۴۷	۱۰/۱۱۶	۲/۴۱×۱۰ ^{-۶}	۱۳/۷۰	۵۸/۵۳	۱۹۸۷۸/۳۹	۲۲/۳۵	۰/۰۵	۰/۴۰	۰/۴۵
کل	۰/۰۰۰۱۶۱۹	۸۲۶۲/۹۴۱	۱۰۷۸/۸۹۱	۶/۸۷×۱۰ ^{-۵}	۱۲۳/۰۱	۲۸۳/۳۱	۲۷۷۵۲۸/۹	۴۰/۱۷	۰/۲۶	۱۳/۳۷	۷/۶۵



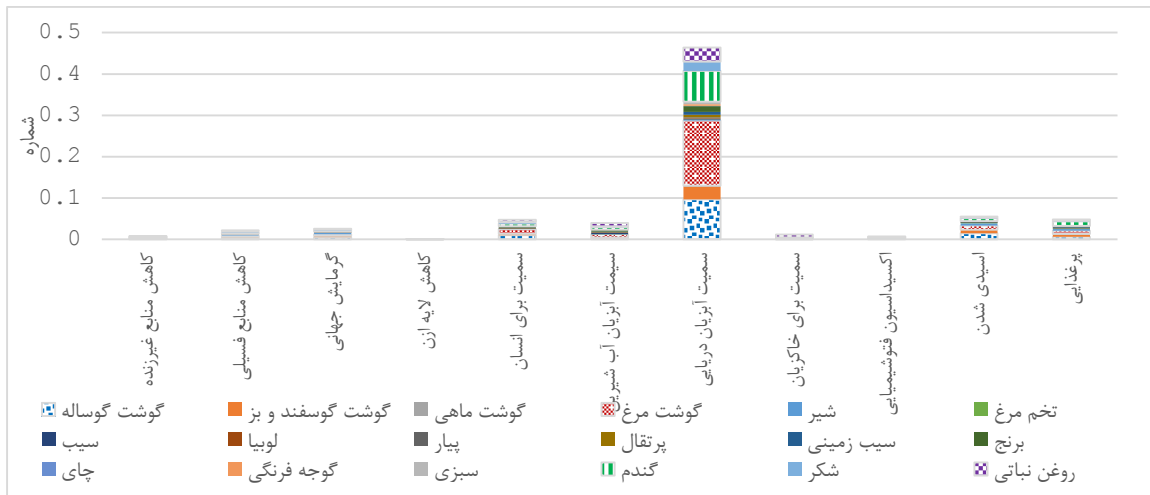
شکل ۱- سهم هر کدام از محصول‌های سبد غذایی در گروه‌های تاثیر.



شکل ۲- تاثیر هر کدام از محصول‌ها در بار محیط‌زیستی سبد غذایی.

در ارتباط با مقایسه هر کدام از گروه‌های تاثیر با یکدیگر نیز از نمودار شکل ۳ استفاده می‌شود. این نمودار نشان می‌دهد که سمیت آبیان دریایی بیشترین تاثیر محیط‌زیستی را داشته است. این نتیجه با نتایج بررسی *Notarnicola et al.* (2017) که بیشترین تاثیر را به سمیت آبیان دریایی نسبت داده بوده‌اند، همسو می‌باشد. در بررسی‌هایی که در تولید محصول‌های کشاورزی ایران (به صورت منفرد) نیز مورد بررسی قرار گرفته است، در بیشتر آن‌ها گروه تاثیر سمیت آبیان

دریایی بیشترین تاثیر محیط‌زیستی را داشته است (Khanali et al., 2018; Mousavi-Avval et al., 2017; Namdari et al., 2022). بعد از سمیت آبریزان دریایی، گروه تاثیر اسیدی شدن بیشترین مقدار را در بین گروه‌های تاثیر به خود اختصاص داده است. پرغذایی، سمیت برای انسان، سمیت آبریزان آب شیرین، گرمایش جهانی، کاهش سوخت‌های فسیلی و سمیت خاک‌ریزان در رتبه‌های بعدی قرار دارند. گروه تاثیر کاهش لایه ازن کمترین اثر را داشته است.



شکل ۳- مقایسه گروه‌های تاثیر با یکدیگر برای محصولات موجود در سبد غذایی.

نتیجه‌گیری

زیادتر بودن بار محیط‌زیستی مربوط به هر کدام از محصولات داخل سبد غذایی می‌تواند به دلیل: نوع فرایند تولید و مقدار مصرف نسبی آن در سبد غذایی (سرانه مصرف) باشد. همان‌گونه که در بخش نتایج مشاهده شد، تولید گوشت‌های (قرمز و سفید) بیشترین بار محیط‌زیستی را در سبد غذایی ایرانیان دارند. با توجه به جایگاه گوشت در هرم تغذیه و اهمیت آن در حفظ سلامتی مردم، این گروه کالایی همواره سهم بزرگی در سبد مصرفی خانوارها داشته است، به طوری که حذف آن از سبد غذایی، می‌تواند آسیب جدی را به سلامت خانواده وارد نماید، اما باید توجه داشت که می‌توان به‌منظور کاهش تاثیرهای محیط‌زیستی، در بین انواع مختلف فرآورده‌های گوشتی، مصرف گوشتی که بار محیط‌زیستی کمتری دارد را در سبد غذایی پیشنهاد نمود. تولید محصولات دامی (گوشتی و لبنی) بار محیط‌زیستی زیادی دارند و پس از آن‌ها، محصولات صنعتی یعنی روغن و شکر نیز تاثیر چشمگیری داشتند. بنابراین، لازم است راه‌کارهایی برای کاهش تاثیرهای محیط‌زیستی این محصولات اندیخته شود. در پژوهش حاضر، می‌توان دو راهبرد برای کاهش تاثیرهای محیط‌زیستی تامین مواد غذایی به ویژه محصول‌هایی که بار محیط‌زیستی بالاتری دارند، ارائه نمود.

راهبرد اول - تغییر رژیم غذایی به شرط تامین تمام نیازهای غذایی افراد می‌باشد. لازمه این موضوع ارایه الگوهای مختلف توسط متخصصان ارزیابی چرخه زندگی و انتخاب مطلوب‌ترین سبد غذایی توسط کارشناسان و متخصصان تغذیه است. حضور فعال وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی به‌عنوان رکنی از این بررسی‌ها ضروری می‌باشد. بررسی (Westhoek et al., 2014) نمونه‌ای می‌باشد که در این زمینه انجام شده است.

راهبرد دوم - تلاش برای کارایی بیشتر در کاهش هدررفت‌ها و مدیریت دورریزهای مواد غذایی می‌باشد. بخش مهمی از رقم‌های گزارش شده به‌عنوان سرانه مصرف مواد غذایی، به مصرف افراد نرسیده و در شکل دورریز از چرخه مصرف خارج می‌شود که بار محیط‌زیستی چشمگیری دارد. لازمه این موضوع تدوین هدف و راهبرد توسط تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران کشور می‌باشد که دورنمایی را مشخص کند و تمام امکانات لازم برای رسیدن به آن را فراهم سازند. چنین رویکردهایی در جامعه‌های مختلف ایجاد شده است که بررسی (Sala et al., 2015) یک نمونه از آن است. افزایش بازده در تولیدهای کشاورزی و بهبود زنجیره‌های تامین کالا و نهاده‌ها از راهبردهای عملی می‌باشد که بررسی‌های زیادی در کشاورزی در این زمینه‌ها انجام شده و لازم است سیاست‌گذاران نتایج این‌گونه بررسی‌ها را مورد توجه قرار دهند و استفاده از یافته‌های پژوهشگران را جدی گرفته و به مرحله اجرا در آورند. در پایان، بیان این نکته ضروری می‌باشد که برخی از واکاوی‌های بررسی حاضر با استفاده از پایگاه‌های داده‌ای بین‌المللی محاسبه و برآورد شد. از این رو، تدوین یک پایگاه داده ملی و استفاده از این پایگاه‌های داده‌ها برای بررسی‌های آینده بسیار ضروری است.

منابع

- ابراهیمی، الهام؛ ابراهیمی، لاله. (۱۴۰۱). ارزیابی چرخه حیات (LCA) در تولید محصول‌های کشاورزی، مطالعه موردی: سیب و انگور. *فصلنامه علوم محیطی*، ۲۰(۱)، ۲۶۶-۲۵۱.
- امجدی، افشین؛ باریکانی، الهام. (۱۳۹۹). تحلیل سبد مصرفی مواد غذایی خانوارهای روستایی ایران. *روستا و توسعه*، ۲۳(۳)، ۱۵۱-۱۲۷.
- خدارضایی، احسان؛ ویسی، هادی؛ نوری، امید؛ طاهری، مهدی؛ خوشبخت، کوروس. (۱۳۹۶). ارزیابی اثرات محیط‌زیستی تولید زیتون با استفاده از ارزیابی چرخه حیات: مطالعه موردی شهرستان طارم، استان زنجان. *نشریه بوم‌شناسی کشاورزی*، ۹(۲)، ۴۷۴-۴۵۸.
- دباغ، رحیم؛ سلطان محمدی، محمد. (۱۴۰۰). شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر در تحقق تولید پایدار (مطالعه موردی شرکت منتخب صنایع غذایی). *بررسی‌های بازرگانی*، ۹(۱۰۶)، ۲۵-۴۰.
- صالحی، فروزان؛ عبداللّهی، زهرا؛ عبداللّهی، مرتضی. (۱۳۹۲). سبد غذایی مطلوب برای جامعه ایرانی. تهران: دفتر بهبود تغذیه جامعه، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.
- صفامنش، هانیه؛ کشاورز حداد، غلامرضا؛ پیرانی، خسرو؛ زارع، هاشم. (۱۳۹۸). برآورد کشت‌های کیفی تقاضا برای انواع گوشت در سبد غذایی خانوارهای ایرانی. *فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی*، ۱۹(۷۳)، ۷۴-۴۷.
- عبدی، فاطمه؛ عطاردی کاشانی، زهرا؛ میرمیران، پروین؛ استکی، ترانه. (۱۳۹۴). بررسی و مقایسه الگوی مصرف غذایی در ایران و جهان: یک مقاله مروری. *مجله دانشگاه علوم پزشکی فسا*، ۵(۲)، ۱۶۷-۱۵۹.
- مکی ابادی، فاطمه؛ لشکرآرا، فرهاد؛ میردامادی، سیدمهدی. (۱۳۹۵). نقش کشاورزی ارگانیک در امنیت غذایی از دیدگاه کارشناسان کشاورزی سازمان جهاد کشاورزی استان تهران. *پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی*، ۳۴، ۱۱-۲۰.
- هزیر کیانی، کامبیز؛ وردی، سید شایسته. (۱۳۹۲). تعیین سبد مطلوب غذایی دهک‌های مختلف شهری و روستایی در ایران. *اقتصاد کاربردی*، ۴(۱۲)، ۴۶-۳۷.

- Asgharipour, M. R., Shahgholi, H., Campbell, D. E., Khamari, I., & Ghadiri, A. (2019). Comparison of the sustainability of bean production systems based on emergy and economic analyses. *Environmental monitoring and assessment*, 191, 1-21.
- Blonk Consultants (2014). Agri-footprint Description of Data. V 1.0. Retrieved from: www.agri-footprint.com/assets/Agri-Footprint-Part2-Descriptionofdata-Version1.0.pdf. accessed November 2015.
- Eberle, U., & Fels, J. (2014). Environmental impacts of German food consumption and food losses. In: *Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-food Sector*, San Francisco, USA.
- Elhami, B., Raini, M. G. N., Taki, M., Marzban, A., & Heidarisolatanabadi, M. (2021). Analysis and comparison of energy-economic-environmental cycle in two cultivation methods (seeding and transplanting) for onion production (case study: central parts of Iran). *Renewable Energy*, 178, 875-890.
- Eskandari, H. (2023). Contribution of Production Inputs to Energy Consumption in Wheat Production System for Providing a Solution to Improve Energy Consumption. *Iranian (Iranica) Journal of Energy & Environment*, 14(1), 53-57.
- Foster, C., Green, K., Bleda, M., Dewick, P., Evans, B., Flynn, A., & Mylan, J. (2006). Environmental Impacts of Food Production and Consumption: a Report to the Department for Environment, Food and Rural Affairs. Manchester Business School, Defra, London.
- Ghaderi, Z., Menhaj, M. H., Kavooosi-Kalashami, M., & Sanjari, S. M. (2019). Efficiency analysis of traditional tea farms in Iran. *Economics of Agriculture*, 66(2), 423-436.
- Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M. & Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967), 812-818.
- Hamedani, S. R., Shabani, Z., & Rafiee, S. (2011). Energy inputs and crop yield relationship in potato production in Hamadan province of Iran. *Energy*, 36(5), 2367-2371.
- De Klein, C., Novoa, R.S.A., Ogle, S., Smith, K.A., Rochette, P. & Wirth, T.C. (2006). Ch 11: N₂O Emissions from Managed Soils, and CO₂ Emissions from Lime and Urea Application. In: *Agriculture, forestry and other land use. IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories* Vol. 4, IPCC, Geneva.
- ISO. (2006). ISO 14040:2006. Environmental management-life cycle assessment-principles and framework. International Organization for Standardisation, Geneva.
- Jadidi, M. R., Sabuni, M. S., Homayounifar, M., & Mohammadi, A. (2012). Assessment of energy use pattern for tomato production in Iran: A case study from the Marand region. *Research in Agricultural Engineering*, 58(2), 50-56.
- Kazemi, H., Kamkar, B., Lakzaei, S., Badsar, M., & Shahbyki, M. (2015). Energy flow analysis for rice production in different geographical regions of Iran. *Energy*, 84, 390-396.
- Kazemi, H., Shahbyki, M., & Baghbani, S. (2015). Energy analysis for faba bean production: A case study in Golestan province, Iran. *Sustainable Production and Consumption*, 3, 15-20.
- Khanali, M., Mousavi, S. A., Sharifi, M., Nasab, F. K., & Chau, K. W. (2018). Life cycle assessment of canola edible oil production in Iran: a case study in Isfahan province. *Journal of Cleaner Production*, 196, 714-725.
- Mousavi-Avval, S. H., Rafiee, S., Sharifi, M., Hosseinpour, S., Notarnicola, B., Tassielli, G., ... Khanali, M. (2017). Use of LCA indicators to assess Iranian rapeseed production systems with different residue management practices. *Ecological Indicators*, 80, 31-39.
- Muñoz, I., Milà i Canals, L., & Fernández-Alba, A. R. (2010). Life cycle assessment of the average Spanish diet including human excretion. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15, 794-805.
- Namdari, M., Kangarshahi, A. A., & Amiri, N. A. (2011). Input-output energy analysis of citrus production in Mazandaran province of Iran. *African Journal of Agricultural Research*, 6(11), 2558-2564.
- Namdari, M., Rafiee, S., Notarnicola, B., Tassielli, G., Renzulli, P. A., & Hosseinpour, S. (2022). Use of LCA indicators to assess Iranian sugar production systems: case study-Hamadan Province. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-14.
- Notarnicola, B., Tassielli, G., Renzulli, P. A., Castellani, V., & Sala, S. (2017). Environmental impacts of food consumption in Europe. *Journal of cleaner production*, 140, 753-765.

- Pahlavan, R., Omid, M., & Akram, A. (2012). The relationship between energy inputs and crop yield in greenhouse basil production. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14: 1243-1253.
- Pairotti, M. B., Cerutti, A. K., Martini, F., Vesce, E., Padovan, D., & Beltramo, R. (2015). Energy consumption and GHG emission of the Mediterranean diet: a systemic assessment using a hybrid LCA-IO method. *Journal of Cleaner Production*, 103, 507-516.
- Palmieri, N., Forleo, M. B., & Salimei, E. (2017). Environmental impacts of a dairy cheese chain including whey feeding: An Italian case study. *Journal of Cleaner Production*, 140, 881-889.
- Rafiee, S., Avval, S. H. M., & Mohammadi, A. (2010). Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. *Energy*, 35(8), 3301-3306.
- Rostami, S., Choobin, S., Hosseinzadeh, B., Esmaeili, Z., & Zareiforoush, H. (2017). Analysis and modeling of yield, CO2 emissions, and energy for basil production in Iran using artificial neural networks. *International Journal of Agricultural Management and Development*, 7(1), 47-58.
- Sala, S., Benini, L., Mancini, L., & Pant, R. (2015). Integrated assessment of environmental impact of Europe in 2010: data sources and extrapolation strategies for calculating normalisation factors. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20, 1568-1585.
- Shahan, S., Jafari, A., Mobli, H., Rafiee, S., & Karimi, M. (2008). Energy use and economical analysis of wheat production in Iran: A case study from Ardabil province. *Journal of Agricultural Technology*, 4(1), 77-88.
- Soheili-Fard, F., & Salvatian, S. B. (2015). Forecasting of Tea Yield Based on Energy Inputs using Artificial Neural Networks A case study: Guilan province of Iran. *Biological Forum—An International Journal*, 71: 1432-1438.
- Taki, M., Abdi, R., Akbarpour, M., & Mobtaker, H. G. (2013). Energy inputs–yield relationship and sensitivity analysis for tomato greenhouse production in Iran. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 15(1), 59-67.
- Weidema, B. P., Bauer, C., Hirschier, R., Mutel, C., Nemecek, T., Reinhard, J., ... & Wernet, G. (2013). *Overview and Methodology. Data quality guideline for the ecoinvent database version 3*. St. Gallen: The ecoinvent Centre, Swiss.
- Westhoek, H., Lesschen, J. P., Rood, T., Wagner, S., De Marco, A., Murphy-Bokern, D., ... & Oenema, O. (2014). Food choices, health and environment: Effects of cutting Europe's meat and dairy intake. *Global Environmental Change*, 26, 196-205.

Environmental Impacts of Agricultural Products in the Iranian Food Basket

Namdari, M.¹ and Mohtasebi, S. S.²

Ensuring food security is one of the most important global concerns of national and global policies. The agriculture is important sector in the country economy due to the supply of food for society, and appropriate developmental measures must be taken to ensure the sustainable security of this sector. On the other hand, agricultural production has a significant impact on the environment. Therefore, it is necessary to provide people's food basket while maintaining the principles of sustainability with minimal environmental effects. In this study, the life cycle assessment method was used to evaluate the environmental effects of the Iranian food basket. The investigated products in this basket included: red meat, white meat, rice, milk, vegetable oil, eggs, potatoes, onions, wheat, sugar, beans, oranges, apples, tea, tomatoes and vegetables. The results showed that the biggest environmental burden is related to animal products (chicken and beef, respectively), followed by the production of wheat, which is consumed in the form of bread and pasta in the food basket. Edible oil is also in the next place. After identifying the products with high environmental load, two strategies have been presented to reduce the environmental effects. First, changing the food basket and forming an optimal food basket by considering environmental issues, and the second, increasing the efficiency of production systems and reducing the waste at different stages of the supply chain it is then up to policymakers to provide the bases for practical measures.

Key words: Environment, Food security, Global warming, Sustainable production.

1. Corresponding author, Email: namdari@znu.ac.ir

2. Assistant Professor of University of Zanjan and Professor of University of Tehran and Associate Fellow of I.R. Academy of Sciences, respectively.