مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال بیستم، شماره ۵، ویژه‌نامه زمستان ۱۴۰۴، صفحات ۱۳۱-۱۲۷

خلاصه سیاستی

غنی‌سازی مواد غذایی به مثابه راه حلی جهت کاهش هزینه‌ها و ردپای زیست‌محیطی نظام غذا و تغذیه

مهران زارعیان[۱]، سید رضا سبحانی[۲]

۱- دانشجوی دکترای تخصصی سیاست‌های غذا و تغذیه، گروه تغذیه جامعه، دانشکده علوم تغذیه و رژیم‌شناسی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۲- نویسنده مسئول: دانشیار سیاست‌های غذا و تغذیه، گروه تغذیه جامعه، دانشکده علوم تغذیه و رژیم‌شناسی، دانشگاه علوم پزشکی تهران.
پست الکترونیکی: seyyedrezasobhani@gmail.com

چکیده

سابقه و هدف: مطالعه حاضر پتانسیل غنی‌سازی مواد غذایی با ریزمغذی‌های وابسته به غذاهای حیوانی (آهن، ویتامین D، کلسیم و روی) را برای کاهش اثرات زیست‌محیطی و هزینه رژیم‌های غذایی ایرانیان بررسی کرده است. مبنای اصلی تحقیق در این بود که اگر قرار باشد این ۴ ریزمغذی به میزان مورد نیاز بدن یک مرد سالم بزرگسال تأمین شوند، هزینه مصرفی و ردپاهای آب و کربن غذای دریافتی یک روز فرد به کمک غنی‌سازی چگونه تغییر می‌کند.

مواد و روش‌ها: در محیط نرم‌افزار Microsoft Excel و از طریق افزونه Solver، سه سناریوی «بدون غنی‌سازی»، «غنی‌سازی داوطلبانه» و «غنی‌سازی اجباری» برای هر ۴ ریزمغذی به طور جداگانه مدلسازی شدند و پارامترهای کالری، هزینه، ردپای آب و ردپای کربن غذای مصرفی برای یک مرد بالغ فرضی در سناریوها مقایسه شدند.

یافته‌ها: با توجه به اینکه غنی‌سازی باعث می‌شد با کالری دریافتی پایین‌تری، ریزمغذی‌ها تأمین شوند، غنی‌سازی اجباری، ردپای آب را ۱۹٪ و هزینه غذای مصرفی را ۱۱٪ کاهش داد، بدون اینکه کاهش قابل توجهی در ردپای کربن به وجود بیاورد.

نتیجه‌گیری: این یافته‌ها، غنی‌سازی مواد غذایی را به عنوان یک سیاست تغذیه‌ای مناسب برای تقویت سیستم‌های غذایی پایدار در ایران، به عنوان راهکاری برای مقابله با کمبود آب، بهبود قیمت تمام‌شده و حمایت از امنیت غذایی، برجسته می‌کند. گزینه‌های سیاستی حاصل از این مطالعه می‌تواند برای بخش‌های بهداشت و صنایع غذایی به عنوان راه‌حل‌هایی برای توسعه پایدار در ایران باشد.

واژگان کلیدی: غنی‌سازی مواد غذایی، سیاستگذاری غذا و تغذیه، ریزمغذی‌ها، ردپای زیست محیطی

بیان مسئله

امروزه علاوه بر اهمیت سلامت و پیشگیری از بیماری‌ها، رویکرد پایداری (Sustainability)، نیز جای خود را در نظام غذا و تغذیه باز کرده است؛ کمیسیون Eat-Lancet، از مفهومی تحت عنوان «رژیم‌های غذایی پایدار» نام می‌برد که علاوه بر اهمیت تأمین سلامت، بر جنبه‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی تغذیه نیز تاکید دارد (۱). در ایران مسئله کم‌آبی یک نگرانی جدی است که ارتباط پررنگی به تأمین غذا دارد (۲). از سوی دیگر وضعیت اقتصادی نابسامان، تحریم‌ها و تورم درازمدت، امنیت غذایی مردم ایران را تهدید می‌کند و توجه به بُعد اقتصادی «پایداری» در ایران یک اولویت سیاستی است (۳).

در بین ریزمغذی‌ها، کلسیم، آهن، روی و ویتامین D بیش از ریزمغذی‌های دیگر، نگرانی‌های معطوف به کمبود تغذیه‌ای را همزمان با ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی برمی‌انگیزند (۴). این چهار ریزمغذی عمدتاً به منابع حیوانی وابسته هستند و تأمین آن‌ها به میزان نیاز بدن، ردپای زیست‌محیطی قابل توجهی دارد و از طرفی گرانی گوشت و منابع حیوانی در ایران، بُعد اقتصادی تأمین این ریزمغذی‌ها را به امری چالشی تبدیل می‌کند (۵).

یکی از مهمترین استراتژی‌های تامین ریزمغذی‌ها و پیشگیری از کمبود آن‌ها، غنی‌سازی مواد غذایی است که دو

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-01]

رویکرد داوطلبانه و اجباری دارد. غنی سازی داوطلبانه به تولیدکنندگان این امکان را می‌دهد تا محتوای ریزمغذی محصولات خود را به صلاحدید خود افزایش دهند، که اغلب به دلیل مزیت رقابتی در بازار و ترجیحات مصرف‌کننده است. در مقابل، غنی‌سازی اجباری مستلزم غنی‌سازی اقلام غذایی خاص با مواد مغذی تعیین شده است که معمولاً توسط مقررات دولتی برای مبارزه با کمبودهای گسترده در بین جمعیت‌ها اعمال می‌شود (۶)).

روش پژوهش:

هدف از این مطالعه، پاسخ به این پرسش بود که غنی‌سازی مواد غذایی در دو حالت داوطلبانه و اجباری، تا چه حد ممکن است در ردپای زیست‌محیطی و قیمت مواد غذایی موثر باشد. بدین منظور یک مطالعه مدلسازی با سناریوسازی از طریق تکنیک برنامه‌ریزی خطی (Linear Programming) انجام شد و برای ۴ ریزمغذی کلسیم، ویتامین D، آهن و روی به صورت جداگانه، سناریوهای «بدون غنی‌سازی»، «با غنی‌سازی داوطلبانه» و «با غنی‌سازی اجباری» محاسبه گردید. مبنای مقایسه این بود که برای تأمین هر ریزمغذی متناسب با نیاز بدن، در هر سناریو چه قدر هزینه مصرفی، کالری کل دریافتی و ردپاهای زیست‌محیطی تغییر خواهد کرد.

محاسبه هزینه مصرفی غذا برمبنای داده‌های هزینه و درآمد خانوار در سال ۱۴۰۱ انجام شد. مبنای محاسبه ردپای آب، داده‌های مطالعه مکونن بود (۷). درباره ردپای کربن از داده‌های هرم مضاعت BCFN استفاده شد (۸). همچنین برای محاسبه قیمت اقلام غذایی غنی‌شده داوطلبانه، از اختلاف قیمت بین آن‌ها و اقلام غذایی متناظر غیر غنی‌شده در بازار آنلاین ایران به عنوان ضریبی برای تبدیل هزینه مصرفی استفاده شد. هزینه‌های افزوده غنی‌سازی اجباری برای مصرف‌کننده و ردپای زیست‌محیطی غنی‌سازی نیز بر اساس مطالعات کشورهای دیگر به دست آمد و به طور تقریبی در مدل‌سازی اعمال شد.

یافته‌های پژوهش:

در ۱۲ مدل بررسی شده (سه سناریو برای چهار ریزمغذی)، غنی‌سازی اجباری توانست ردپای آب را ۱۹٪ و هزینه تأمین خوراک برای خانوار را تا ۱۱٪ در مقایسه با وضعیت کنونی کاهش دهد. روند کاهشی ردپای آب و هزینه‌های مصرفی در مدل‌های چهار ریزمغذی تقریباً مشابه بود؛ بدین معنا که غنی‌سازی داوطلبانه در هر چهار ریزمغذی، ردپای آب و هزینه مصرفی غذا را کاهش می‌داد و غنی‌سازی اجباری از غنی‌سازی داوطلبانه اثر کاهشی‌تر داشت. کالری دریافتی در سناریوهای غنی‌سازی نسبت به سناریوی بدون غنی‌سازی کاهش داشت، اما درباره ردپای کربن یافته‌های پژوهش نتوانست اثر مثبت غنی‌سازی در کاهش این فاکتور زیست‌محیطی را نشان دهد.

توصیه‌های سیاستی:

مفاد توصیه‌های سیاستی در جدول شماره ۱ قابل مشاهده است.

جدول شماره ۱: مفاد توصیه‌های سیاستی مستخرج از یافته‌های مطالعه

اولویت	بازه زمانی	توصیه سیاستی	اجراکننده	منابع و شیوه عملیاتی
۱	میان‌مدت	الزام سیاست غنی‌سازی برای ریزمغذی‌های ویتامین D، روی و کلسیم بر اقلام غذایی مثل آرد، لبنیات و روغن، برحسب ملاحظات صنعتی و اجرایی	سازمان غذا و دارو دفتر بهبود تغذیه جامعه صنایع غذایی	دستورالعمل الزام‌آور برای صنایع دستورالعمل اجرایی برای پایش برنامه در سطح صنعت، توزیع و مصرف
۲	بلندمدت	تشویق و ترویج غنی‌سازی داوطلبانه ریزمغذی‌های وابسته به منابع حیوانی مثل آهن، کلسیم، روی و ویتامین D توسط صنایع غذایی	سازمان امور مالیاتی دفتر بهبود تغذیه جامعه سازمان غذا و دارو صنایع غذایی	مشوق‌های مالی مثل معافیت مالیاتی برای محصولات غذایی غنی‌شده
۳	کوتاه‌مدت	منوط کردن دریافت یارانه‌ها به اجرای سیاست غنی‌سازی در زنجیره تأمین آرد نانوایی‌ها و دانه‌های روغنی برای صنایع	وزارت صمت دفتر بهبود تغذیه جامعه صنایع غذایی	نظارت بر اجرای غنی‌سازی آرد و روغن و صدور تایید اعمال شدن یارانه صرفاً بر محصولات غنی شده

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-01]

		تولید روغن		
۴	بلندمدت	ترویج مصرف محصولات غذایی غنی‌شده به جای محصولات غذایی غیر غنی‌شده	سازمان صداوسیما وزارت آموزش و پرورش دفتر بهبود تغذیه جامعه مراکز پژوهشی و دانشکده‌های تغذیه	اظهار نظر متخصصین از طریق رسانه‌ها حضور کارشناسان در مدارس
۵	کوتاه‌مدت	استفاده از برچسب‌های «دوستدار محیط‌زیست» یا «ردپای آب کمتر» برای محصولات غذایی به لحاظ زیست‌محیطی پایدار، از جمله اقلام غذایی غنی‌شده	سازمان حفاظت از محیط زیست دفتر بهبود تغذیه جامعه سازمان غذا و دارو صنایع غذایی	اضافه کردن عناوین دوستدار محیط زیست برای محصولات غذایی پایدار به عنوان یک امتیاز تشویقی و قابل تبلیغ به صنایع غذایی

سپاسگزاری

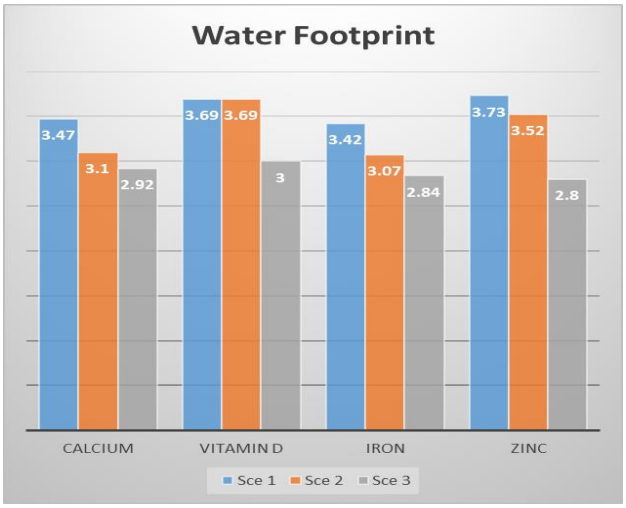
مقاله حاضر، بر اساس طرح تحقیقاتی با شماره (۴۰۰۱۰۴۸) مصوب دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد می‌باشد. نویسندگان مراتب قدردانی خود را از حمایت مالی این دانشگاه به جای می‌آورند. این طرح توسط کمیته اخلاق دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد با کد اخلاق (IR.MUMS.MEDICAL.REC.1400.687) تصویب گردید.

پیوست‌ها

نمودار ۱: تغییرات هزینه خوراک خانوار در سناریوهای «بدون غنی‌سازی»، «غنی‌سازی داوطلبانه» و «غنی‌سازی اجباری» برای چهار ریزمغذی کلسیم، ویتامین D، آهن و روی، به شرط تأمین نیاز بدن به ریزمغذی مربوطه در هر مدل. (هزینه به تومان و معادل خرج یک روز خوراک مصرفی یک فرد در سال ۱۴۰۱ است.)

نمودار ۱: تغییرات هزینه خوراک خانوار در سناریوهای «بدون غنی‌سازی»، «غنی‌سازی داوطلبانه» و «غنی‌سازی اجباری» برای چهار ریزمغذی کلسیم، ویتامین D، آهن و روی، به شرط تأمین نیاز بدن به ریزمغذی مربوطه در هر مدل. (هزینه به تومان و معادل خرج یک روز خوراک مصرفی یک فرد در سال ۱۴۰۱ است.)

(ردپای آب یک روز خوراک مصرفی فرد با واحد متر مکعب بر گرم)



نمودار ۲: تغییرات ردپای آب در سناریوهای «بدون غنی‌سازی»، «غنی‌سازی داوطلبانه» و «غنی‌سازی اجباری» برای چهار ریزمغذی کلسیم، ویتامین D، آهن و روی، به شرط تأمین نیاز بدن به ریزمغذی مربوطه در هر مدل.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-01]

References

1.Willett, W., et al., Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. Lancet, 2019. 393(10170): p. 447-492.

2.Khorsandi, M., T. Omidi, and P. van Oel, Water-related limits to growth for agriculture in Iran. Heliyon, 2023. 9(5): p. e16132.

3.Mohammadi-Nasrabadi, F., et al., Economic Sanctions Affecting Household Food and Nutrition Security and Policies to Cope with Them: A Systematic Review. Int J Health Policy Manag, 2023. 12: p. 7362.

4.Rouhani, M.H., B. Larijani, and L. Azadbakht, Are the price patterns of cardioprotective vs. unhealthy foods the same? A report from Iran. ARYA Atheroscler, 2016. 12(4): p. 172-179.

5. Leonard, U.M., et al., Impact of consuming an environmentally protective diet on micronutrients: a systematic literature review. Am J Clin Nutr, 2024. 119(4): p. 927-948.

6. Olson, R., et al., Food Fortification: The Advantages, Disadvantages and Lessons from Sight and Life Programs. Nutrients, 2021. 13(4).7. Mekonnen, M.M. and A.Y. Hoekstra, The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Hydrol. Earth Syst. Sci., 2011. 15(5): p.1577-1600.

8. Ruini, L.F., et al., Working toward Healthy and Sustainable Diets: The "Double Pyramid Model" Developed by the Barilla Center for Food and Nutrition to Raise Awareness about the Environmental and Nutritional Impact of Foods. FrontNutr,2015.2:p.9.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-01]

Food fortification as a solution to reduce the costs and environmental footprint of the food and nutrition system

*Zareian M[1], Sobhani R[*2]*

1-Department of Community Nutrition, School of Nutritional Sciences & Dietetics, Tehran University of Medical Sciences

2- Corresponding author: Department of Community Nutrition, School of Nutritional Sciences & Dietetics, Tehran University of Medical Sciences. Email: seyyedrezasobhani@gmail.com.*

Abstract

Background and Objective: The present study investigated the potential of food fortification with animal-based micronutrients (iron, vitamin D, calcium, and zinc) to reduce the environmental impact and cost of Iranian diets. The main aim of the study was to determine how fortification would change the consumption cost, water footprint, and carbon footprint of a male daily food intake if the key four micronutrients were to be provided in the amounts required by his body.

Materials and Methods: In Microsoft Excel and through the Solver plugin, three scenarios "no fortification", "voluntary fortification," and "mandatory fortification" were modeled for each key micronutrients with linear programming and the parameters of calories, cost, water footprint, and carbon footprint of daily food consumption for a hypothetical adult male were compared.

Findings: Since fortification provided micronutrients at a lower calorie intake, mandatory fortification reduced the water footprint by 19% and the cost of food consumed by 11%, without significantly reducing the carbon footprint.

Conclusion: These findings highlight food fortification as a suitable nutrition policy to strengthen sustainable food systems in Iran, as a solution to address water scarcity, improve cost-effectiveness, and support food security. This policy brief is based on the study results and can serve as policy options for the health and food industries sectors as solutions for sustainable development in Iran.

Keywords: Food Fortification, Food Policy, Micronutrients, Environmental footprint

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-01]