مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال بیستم، شماره ۵، ویژه‌نامه زمستان ۱۴۰۴، صفحات ۲۱۲-۲۰۹

خلاصه سیاستی

استقرار نظام غربالگری هوشمند پرفشاری خون: راهکاری نوین برای ارتقای نرخ شناسایی بیماران پرفشاری خون در ایران

سیده ملیکا طاهری قلعه‌نو[۱]، فرید زایری[۲]، فریبا عزیزی[۳]، رضا همایونفر[۴]

۱- گروه آمار زیستی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- مرکز تحقیقات پروتئومیکس و گروه آمار زیستی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- استادیار گروه آمار، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران
۴- نویسنده مسئول: انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
پست الکترونیکی: r_homayounfar@yahoo.com

چکیده

سابقه و هدف: پرفشاری خون، یکی از بحرانی‌ترین چالش‌های سلامت عمومی در ایران است (۳). این بیماری در صورت عدم تشخیص به‌موقع، منجر به عوارض وخیمی همچون نارسایی‌های قلبی و کلیوی و سکته‌های مغزی می‌گردد (۳،۷). با توجه به پیر شدن جمعیت و اپیدمی چاقی، نظام‌های غربالگری سنتی حساسیت کافی برای شناسایی زودهنگام را ندارند و بار اقتصادی سنگینی بر سیستم سلامت تحمیل می‌کنند (۳،۷).

مواد و روش‌ها: این پژوهش بر پایه داده‌های مطالعه کوهورت فسا شامل ۹۹۵۱ فرد ۳۵ تا ۷۰ ساله روستایی می‌باشد (۱،۴). در این مطالعه، از الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشین، به ویژه الگوریتم نوین کازمز و مدل جنگل تصادفی، برای شناسایی عوامل خطر و پیش‌بینی ابتلا به پرفشاری خون استفاده شده است(۱،۵).

یافته‌ها: میزان شیوع پرفشاری خون در جمعیت مورد مطالعه ۲۸،۱۳٪ گزارش شد که در زنان (۳۳،۶۹٪) به طور قابل توجهی بیشتر از مردان (۲۱،۳۱٪) است(۵). شاخص توده بدنی ((BMI ، قند خون ناشتا، نسبت دور کمر به قد و سابقه بیماری قلبی به عنوان کلیدی‌ترین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده شناسایی شدند(۱،۶). الگوریتم کازمز با حساسیت ۶۶،۲۹٪ بالاترین میزان شناسایی را در میان مدل‌های درخت رده‌بندی داشت و مدل جنگل تصادفی با دقت کلی ((AUC ۷۵،۳۸٪ دقیق‌ترین عملکرد را ارائه داد (۱،۵،۶). داشتن سابقه بیماری قلبی، شانس ابتلا به پرفشاری خون را ۴،۶۱ برابر افزایش می‌دهد(۱).

نتیجه‌گیری: یافته‌ها نشان می‌دهد که جایگزینی ابزارهای سنتی با نظام‌های غربالگری هوشمند ضرورت دارد (۷). پیشنهاد می‌شود الگوریتم‌های یادگیری ماشین در سامانه پرونده الکترونیک سلامت (سیب) ادغام شوند تا با تمرکز بر پیشگوهای کلیدی مثل BMI و چاقی شکمی، شناسایی بیماران در سطح مراقبت‌های اولیه (PHC) ارتقا یابد (۸،۹). این اقدام می‌تواند بار ناشی از بیماری‌های غیرواگیر را در ایران به طور معناداری کاهش دهد(۷).

واژگان کلیدی: درخت رده‌بندی، الگوریتم کازمز، جنگل تصادفی، پرفشاری خون، مطالعه کوهورت فسا

بیان مسئله(Policy Problem)

در مطالعه مقطعی انجام‌شده در فاز پایه، بر روی ۹۹۵۱ فرد ۳۵ تا ۷۰ ساله روستایی در کوهورت فسا، شیوع پرفشاری خون در کل جمعیت ۲۸،۱۳٪ گزارش شد(۱). در این مطالعه با به‌کارگیری الگوریتم نوین کازمز(COZMOS) ، حساسیت شناسایی بیماران به ۶۶،۲۹٪ رسید که بالاترین میزان حساسیت در میان مدل‌های درخت رده‌بندی بود(۲). یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که داشتن سابقه بیماری قلبی، شانس ابتلا به پرفشاری خون را ۴،۶۱ برابر افزایش می‌دهد(OR=4.61, 95%CI: 4.06-5.24) .

همچنین، در تحلیل‌های پیشرفته یادگیری ماشین (مدل جنگل تصادفی)، متغیرهای شاخص توده بدنی (BMI) و قند خون ناشتا بر اساس معیار «میانگین کاهش جینی» به عنوان حیاتی‌ترین پیشگوها شناسایی شدند. علاوه بر این، بر اساس معیار «میانگین کاهش دقت»، متغیرهای نسبت دور کمر به قد، سابقه بیماری قلبی و BMI به ترتیب در صدر فهرست مهم‌ترین عوامل پیش‌بینی‌کننده این بیماری قرار گرفتند.

بیماری‌های غیرواگیر (NCD) مهم‌ترین علل مرگ‌ومیر و ناتوانی زودرس در جهان هستند که سالانه باعث مرگ زودرس ۴۱

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-10]
[DOI: 10.66224/nsft.20.5.37]

میلیون نفر می‌شوند(۲). همچنین بیش از ٪۸۰ از کل مرگ‌ومیرهای ناشی از بیماری‌های غیرواگیر در کشورهایی با درآمد متوسط و کم رخ می‌دهد(۳). ایران به‌عنوان نمونه‌ای از کشورهای با درآمد متوسط و با جمعیت سالخورده است که درحال حاضر با بیماری‌های غیرواگیر به‌عنوان مشکل عمده بهداشتی مواجه است(۵,۴).

پرفشاری خون به معنای فشار بالای خون بر دیواره سرخرگ‌ها است که وظیفه انتقال خون از قلب به تمامی اعضای بدن را بر عهده دارند. این وضعیت با دو عدد سیستولیک (فشار زمان انقباض قلب) و دیاستولیک (فشار زمان استراحت عضلات قلب بین هر ضربان) مشخص می‌شود(۶). سنجش فشار خون پس از ۳۰ دقیقه استراحت در وضعیت نشسته استاندارد و با منع مصرف هرگونه مواد محرک یا فعالیت بدنی انجام شد. فشار خون از هر دست دو بار با فاصله ۱۵ دقیقه اندازه‌گیری و میانگین مقادیر سیستولی و دیاستولی به عنوان عدد نهایی ثبت گردید. متغیر پاسخ دوحالتی، بر پایه ترکیب خوداظهاری تشخیص پزشک یا فشار خون سیستولیک ≤۱۴۰ یا دیاستولیک ≤۹۰ تعریف شده است(۱).

تغییرات جمعیتی به سمت سالمندی و اپیدمی رو به رشد چاقی، پرفشاری خون را به یکی از بحرانی‌ترین چالش‌های سلامت عمومی در ایران تبدیل کرده است(۸,۷). این بیماری که به دلیل ماهیت بدون علامت خود «قاتل خاموش» نامیده می‌شود، در صورت عدم تشخیص به‌موقع، منجر به عوارض وخیمی همچون نارسایی‌های قلبی و کلیوی می‌گردد(۹). در غیاب نظام‌های غربالگری هوشمند، بار اقتصادی و اجتماعی ناشی از درمان این آسیب‌های پیشرفته، فشار سنگینی بر نظام سلامت و سازمان‌های بیمه‌گر تحمیل کرده و بهره‌وری نیروی کار را به شدت کاهش می‌دهد(۹).

بنابراین، برای ارتقای نرخ شناسایی زودهنگام پرفشاری خون و کاهش بار ناشی از سکته‌های مغزی در ایران، چه اقداماتی، چرا در شرایط کنونی و چگونه باید انجام شود؟

روش پژوهش(Research Methodology)

در این پژوهش، از میان ۱۰۱۳۸ شرکت‌کننده اولیه در مطالعه کوهورت فسا، ۴۸ نفر به دلیل سن بالای ۷۰ سال و ۱۳۹ نفر به واسطه نقص در تکمیل پرسشنامه یا داده‌های گمشده از روند بررسی خارج شدند. در نهایت، ۹۹۵۱ فرد ۳۵ تا ۷۰ ساله از مناطق روستایی ششده و قره‌بلاغ که اطلاعات فاز پایه آن‌ها بین سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵ جمع‌آوری شده بود، مورد تحلیل نهایی قرار گرفتند. داده‌های این مطالعه با هدف شناسایی عوامل خطر بیماری‌های غیرواگیر(NCD) ، از طریق پرسشنامه‌های کتبی و پس از اخذ رضایت‌نامه آگاهانه کتبی از تمامی شرکت‌کنندگان گردآوری شده است.

در ابتدا با مرور متون مرتبط، لیستی شامل ۱۴۳ متغیر پیشگو تهیه شد. غربالگری اولیه با آزمون‌های تی، کای‌دو و رگرسیون لجستیک تک‌متغیره انجام شد و متغیرهایی که P-value کمتر از ۰,۲ داشتند وارد تحلیل‌های چندمتغیره شدند. سپس رگرسیون لجستیک چندگانه به داده‌ها برازش داده شد.

یافته‌های پژوهش(Research Findings)

۱ .شیوع پرفشاری خون و توصیف جمعیت

شیوع کلی: ٪۲۸,۱۳ (۲۷۹۹ نفر از ۹۹۵۱)

تفاوت جنسیتی: زنان ٪۳۳,۶۹، مردان ٪۲۱,۳۱

سن: میانگین سنی افراد مبتلا به پرفشاری خون بالاتر بود.

۲ .عملکرد الگوریتم‌های یادگیری ماشین

الگوریتم کازمز :(COZMOS) حساسیت ٪۶۶,۲۹ (بالاترین در مدل‌های درخت رده‌بندی)

مدل جنگل تصادفی AUC :٪۷۵,۳۸ و ویژگی ٪۸۵,۶۰ (دقیق‌ترین عملکرد کلی)

۳ .مهم‌ترین عوامل پیش‌گو (جنگل تصادفی)

بر اساس معیار کاهش جینی: ۱. شاخص توده بدنی(BMI) ، ۲ .قند خون ناشتا، ۳. نسبت دور کمر به قد

بر اساس معیار کاهش دقت: ۱. نسبت دور کمر به قد، ۲. سابقه بیماری قلبی، ۳BMI .

۴ .تحلیل شانس ابتلا(OR)

سابقه بیماری قلبی(OR=4.61 (95% CI: 4.06-5.24

بیماری قلبی فعلی، سنگ کلیه، کبد چرب و سابقه خانوادگی نیز شانس ابتلا را به طور معناداری افزایش می‌دهند(۱).

نتیجه کلیدی: پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از الگوریتم‌های هوشمند (به‌ویژه کازمز) با تکیه بر شاخص‌هایی نظیر BMI، قند خون ناشتا و سابقه قلبی، ابزاری قدرتمند برای غربالگری و شناسایی زودهنگام بیماران در نظام سلامت است(۱).

پیامدهای سیاستی

بحران پیش‌رو در غیاب غربالگری هوشمند: بار فعلی و آینده نارسایی‌های پیشرفته قلبی، کلیوی و سکته‌های مغزی در ایران، بدون مداخله هوشمند در شناسایی «قاتل خاموش» (پرفشاری خون)، به شدت افزایش خواهد یافت؛ چرا که در حال حاضر این بیماری ٪۲۸,۱۳ از جمعیت بزرگسال را درگیر کرده و در صورت عدم تغییر رویکرد تشخیص، تا سال ۲۰۲۵ یک‌سوم جمعیت ایران با هزینه‌های درمانی سنگین و کاهش بهره‌وری مواجه خواهند شد(۱,۸).

ضرورت جایگزینی ابزارهای سنتی با یادگیری ماشین: شواهد این پژوهش نشان می‌دهد که سیاست‌های فعلی غربالگری مبتنی بر روش‌های سنتی، حساسیت کافی برای شناسایی زودهنگام را

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-10]

[DOI: 10.66224/nsft.20.5.37]

ندارند. در مقابل، استقرار الگوریتم‌های پیشرفته نظیر کازمز (COZMOS)با حساسیت ٪۶۶,۲۹ و تمرکز بر پیشگوهای کلیدی مانندBMI ، قند خون ناشتا و چاقی شکمی (نسبت دور کمر به قد)، می‌تواند دقت شناسایی بیماران پرخطر را به طور معناداری بهبود بخشد.

بهره‌گیری از زیرساخت شبکه بهداشت برای پایش هوشمند: با توجه به استقرار گسترده سامانه سیب و حضور بهورزان در روستاهای کشور (مانند منطقه فسا)، ایران ظرفیت منحصربه‌فردی برای ادغام الگوریتم‌های یادگیری ماشین در سطح مراقبت‌های اولیه سلامت (PHC) دارد(۱).

اصلاح شاخص‌های ارزیابی در مراقبت‌های اولیه: نسبت دور کمر به قد و سابقه بیماری قلبی پیشگوهایی دقیق‌تر از معیارهای سنتی هستند. گنجاندن این شاخص‌ها در پروتکل‌های مراقبتی بهورزان ضروری است(۱).

توصیه‌ها

توصیه ۱ – استقرار نظام هوشمند غربالگری و شناسایی زودهنگام پرفشاری خون در شبکه بهداشتی(PHC)

۱ .اقدام پیشنهادی: ادغام الگوریتم‌های پیش‌بینی‌کننده هوشمند (مانند جنگل تصادفی و کازمز) در سامانه پرونده الکترونیک سلامت (سیب)

۲ .دلایل: شیوع بالای ٪۲۸,۱۳ پرفشاری خون، ماهیت «قاتل خاموش» بودن بیماری، عملکرد برتر مدل‌های یادگیری ماشین

۳ .گام‌های کلیدی: طراحی ابزار دیجیتال بر اساسBMI ، نسبت دور کمر به قد، قند خون ناشتا و سابقه قلبی؛ آموزش بهورزان؛ فراخوان فعال افراد پرریسک

۴ .افق زمانی: کوتاه‌مدت (۱ سال) پایلوت در فسا؛ میان‌مدت (۳–۲ سال) ادغام کشوری

توصیه ۲ – کنترل عوامل خطر تغذیه‌ای با تمرکز بر محدودسازی غذاهای فوق‌فرآوری‌شده(UPF)

دلایل و اقدامات با تمرکز بر انرژی دریافتی و قند خون ناشتا

توصیه ۳ – مدیریت محیط‌محور چاقی و افزایش فعالیت بدنی در مناطق روستایی و شهری

دلایل و اقدامات با تمرکز بر BMI و نسبت دور کمر به قد

ارزیابی و پایش پیشرفت

برای پایش اهداف ملی (کاهش ۳۳ درصدی شیوع تا ۲۰۳۰)، شاخص‌های زیر هر ۳ تا ۵ سال اندازه‌گیری شوند.

- شیوع استاندارد شده سنی پرفشاری خون
- آگاهی، درمان و کنترل
- شاخص‌های تن‌سنجی(BMI,WHTR)
- قند خون ناشتا
- نرخ شناسایی زودهنگام با الگوریتم‌های هوشمند

References

1. Taheri SM. Fitting classification tree based on COZMOS algorithm in hypertensive patients data: Fasa cohort study [Master's thesis]. Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Faculty of Paramedical Sciences; 1402.
2. World Health Organization. Noncommunicable diseases. Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases
3. World Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases 2014.
4. Khosravi Shadmani F, Farzadfar F, Larijani B, Mirzaei M, Haghdoost AA. Trend and projection of mortality rate due to non-communicable diseases in Iran: A modeling study. PLoS One. 2019;14(2):e0211622.
5. Azadnajafabad S, Mohammadi E, Aminorroaya A, et al. Non-communicable diseases' risk factors in Iran; a review of the present status and action plans. J Diabetes Metab Disord. 2021.
6. Williams B, Mancia G, Spiering W, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. Eur Heart J. 2018;39(33):3021-104.
7. Oliveros E, Patel H, Kyung S, et al. Hypertension in older adults: Assessment, management, and challenges. Clin Cardiol. 2020;43(2):99-107.
8. Bijani M, Parvizi S, Dehghan A, et al. Investigating the prevalence of hypertension and its associated risk factors in a population-based study: Fasa PERSIAN COHORT data. BMC Cardiovasc Disord. 2020;20(1):503.
9. World Health Organization. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2030.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-10]

[DOI: 10.66224/nsft.20.5.37]

Implementation of an Intelligent Blood Pressure Screening System: A Novel Strategy for Improving Early Detection and Diagnosis of Hypertension in Iran

*Taheri Ghaleno M[1], Zayeri F[2], Azizi F[3], Homayounfar R[*4]*

1- Department of Biostatistics, School of Allied Medical Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Proteomics Research Center and Department of Biostatistics, School of Allied Medical Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Department of Statistics, Faculty of Mathematical Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran.

*4-*Corresponding author: National Nutrition and Food Technology Research Institute (WHO Collaborating Center), Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Email: r_homayounfar@yahoo.com*

Abstract

Background and Aim: Hypertension, is a critical public health challenge in Iran, due to its asymptomatic nature. Delayed diagnosis of this disease leads to severe complications, including heart and kidney failure and stroke. Traditional screening lacks the sensitivity needed for an aging population and obesity epidemic. **Materials and Methods:** This study used data from the Fasa Cohort Study including 9,951 rural participants, aged from 35 to70. Advanced machine learning algorithms, specifically the novel COZMOS algorithm and Random Forest models, were utilized to identify risk factors of hypertension and predict this disease in the cohort under study. **Findings:** The prevalence of hypertension was 28.13% (33.69% in women; 21.31% in men). BMI, fasting blood sugar, and history of heart disease—which increases risk of hypertension by 4.61-fold—were key predictors. The Random Forest model achieved the highest accuracy (with an estimated AUC of 75.38%). **Conclusion:** Smart screening systems should replace traditional tools. Integrating AI into Electronic Health Records (SIB) can enhance primary health care (PHC) detection and reduce non-communicable disease burden in our country.

Keywords: Classification tree, COZMOS algorithm, Random forest, Hypertension, FASA cohort study

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-10]

[DOI: 10.66224/nsft.20.5.37]