

تقویت پایش ملی مقاومت ضد میکروبی در ایران: ضرورت استقرار سامانه بومی برای یکپارچه سازی و مدیریت داده های آزمون حساسیت ضد میکروبی (AST)

- ادریس حسین زاده^{۱*}، حسین معصومی اصل^۲، مرجان رهنمای فرزانی^۳، پرنیا عبدالمهی^۴، علیرضا دولتیاری^۳، اصغر براتی^۵
۱. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی ساوه، ساوه، ایران.
 ۲. گروه کودکان، دانشکده پزشکی، بیمارستان فیروزآبادی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
 ۳. آزمایشگاه مرجع سلامت، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، تهران، ایران.
 ۴. مرکز تحقیقات هوش مصنوعی در بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی ساوه، ساوه، ایران.
 ۵. گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۲/۰۶

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۳/۱۷

چکیده سیاستی

زمینه و اهمیت: مقاومت ضد میکروبی (AMR) یکی از تهدیدهای جدی سلامت عمومی در ایران و جهان است که با مصرف غیرمنطقی آنتی بیوتیک ها و ضعف در نظام های پایش تشدید می شود. نبود داده های استاندارد و یکپارچه از آزمون های حساسیت ضد میکروبی (AST) یکی از موانع اصلی در مدیریت این بحران است.

روش: این مطالعه به صورت یک خلاصه سیاستی با استفاده از شواهد علمی، مرور تجارب بین المللی و تحلیل وضعیت نظام پایش AMR در ایران انجام شده است. تمرکز اصلی بر بررسی زیرساخت های موجود و نیاز به ایجاد سامانه یکپارچه بومی مدیریت داده های AMR بوده است.

یافته ها: یافته ها نشان می دهد نظام پایش AMR در ایران پراکنده بوده و عمدتاً متکی بر نرم افزارهای غیر بومی مانند هونت است. این وضعیت با چالش هایی نظیر عدم یکپارچگی داده ها، ضعف در حکمرانی اطلاعات، محدودیت امنیت داده و وابستگی فناورانه همراه است.

نتیجه گیری و توصیه سیاستی: توسعه و استقرار سامانه یکپارچه بومی مدیریت داده های AMR (IAMR) به عنوان هسته یک شبکه ملی پایش، یک ضرورت راهبردی برای ارتقای کیفیت داده ها، حمایت از تجویز منطقی آنتی بیوتیک ها و تقویت تصمیم گیری مبتنی بر شواهد در نظام سلامت ایران است.

کلید واژه: مقاومت ضد میکروبی، پایش ملی، آزمون حساسیت ضد میکروبی، یکپارچه سازی داده ها، نرم افزار بومی

*نویسنده مسئول: ادریس حسین زاده، ایمیل: e.hoseinzadeh@savehums.ac.ir

ارجاع: حسین زاده ادریس، معصومی اصل حسین، رهنمای فرزانی مرجان، عبدالمهی پرنیا، دولتیاری علیرضا، براتی اصغر. تقویت پایش ملی مقاومت ضد میکروبی در ایران: ضرورت استقرار سامانه بومی برای یکپارچه سازی و مدیریت داده های آزمون حساسیت ضد میکروبی (AST). مجله دانشکده علوم پزشکی ساوه ۱۴۰۵؛ (۱) ۲: - . doi: 10.22034/sumsj.2026.577990.1077

مقدمه (طرح مسئله و اهمیت سیاستی)

می‌سازد(۱۹). میزان مقاومت آنتی‌بیوتیکی بین مناطق مختلف متفاوت است و تحت تأثیر شیوع بیماری، مصرف دارو و روش‌های آزمایشگاهی قرار دارد. سیستم‌های نظارت بر AMR باید این عوامل را لحاظ کرده و شاخص‌های استاندارد برای اندازه‌گیری شیوع، نوع داروهای مصرفی و روش‌های آزمایشگاهی ارائه دهند. تعریف استاندارد یک نظام پایش AMR عبارتست از "فرآیندی ساختاریافته و سیستماتیک برای سنجش میزان شیوع یا بروز مقاومت آنتی‌بیوتیکی از طریق نظارت مستمر یا دوره‌ای، مبتنی بر روش‌شناسی مشخص و شاخص‌های استاندارد" (۲۰). داده‌های حاصل می‌توانند مبنای تدوین راهبردهای درمان تجربی و دستورالعمل‌های ملی شوند (۲۱). با این حال، اجرای سیستم‌های پایش در جهان یکنواخت نبوده و از نظر روش‌شناسی، دقت و پوشش داده‌ها متفاوت است، که تفسیر و مقایسه نتایج را دشوار می‌کند. در ایران نیز با وجود نیاز به پایش ملی، هیچ سیستم یکپارچه‌ای برای ثبت و تحلیل داده‌های مقاومت ضد میکروبی وجود ندارد. در پاسخ به این نیاز، پروژه^۴ (IAMR) با هدف طراحی نرم‌افزار بومی برای مدیریت و تحلیل داده‌های AST و ایجاد زیرساخت ملی یکپارچه پیشنهاد و انجام شد.

برخلاف مطالعات مروری صرف که عمدتاً به توصیف وضعیت مقاومت ضد میکروبی و معرفی سامانه‌های موجود می‌پردازند، این خلاصه سیاستی با رویکردی مسئله‌محور و کاربردی، فراتر از تجمیع شواهد حرکت کرده و به طراحی یک چارچوب بومی، یکپارچه و قابل پیاده‌سازی برای مدیریت داده‌های مقاومت ضد میکروبی در ایران می‌پردازد. وجه متمایز این مطالعه در تلفیق هم‌زمان تحلیل شکاف‌های نظام پایش موجود در کشور، انطباق با استانداردهای بین‌المللی (مانند GLASS^۵) و ارائه یک راهکار فناورانه بومی (سامانه IAMR)

قرن بیستم به‌عنوان عصر طلایی درمان‌های عفونی و توسعه آنتی‌بیوتیک‌ها شناخته می‌شود و این داروها نقش مهمی در کاهش مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های عفونی ایفا کرده‌اند (۱). این روند در قرن بیست و یکم با بهبود دسترسی کشورهای با درآمد پایین و متوسط به این داروها ادامه یافت و مصرف جهانی آنتی‌بیوتیک‌ها بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ حدود ۶۵ درصد افزایش یافت (۳-۶). با این حال، استفاده گسترده و گاه غیرمنطقی از آنتی‌بیوتیک‌ها با ظهور و گسترش سویه‌های باکتریایی مقاوم همراه بوده است (۷، ۸). به‌عنوان نمونه، مصرف ماکرولیدها در ایالات متحده با افزایش مقاومت در جدایه‌های /ستریپتوکوکوس پنومونیه همبستگی دارد (۹). افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی (AMR)^۱ درمان عفونت‌های پیچیده را دشوارتر کرده و اثربخشی داروها را کاهش داده است. افزون بر این، نگرانی فزاینده درباره پیامدهای AMR، توجه پژوهشگران را به طراحی مدل‌های ریاضی برای پیش‌بینی اثر آن بر مرگ‌ومیر معطوف کرده است (۱۰-۱۲). آمارها وخامت وضعیت را تأیید می‌کنند برای مثال، گزارش^۲ (ECDC) در سال ۲۰۰۹ نشان داد که مقاومت چنددارویی^۳ (MDR) سالانه ۲۵۰۰ مرگ اضافی در اروپا ایجاد می‌کند (۱۳)، CDC در ۲۰۱۳ میزان مرگ‌های سالانه ناشی از مقاومت آنتی‌بیوتیکی در ایالات متحده را ۲۳۰۰۰ نفر اعلام کرد (۱۴) و مطالعه‌ای در فرانسه، ۱۲۵۰۰ مرگ اضافی سالانه بر اثر باکتری‌های مقاوم به چند دارو گزارش کرد (۱۵). پژوهشی در ۲۰۱۶ پیش‌بینی کرد که تا سال ۲۰۵۰، AMR می‌تواند ۱۰ میلیون مرگ سالانه در سطح جهان ایجاد کند (۱۶). این تخمین‌ها اگرچه مبتنی بر مدل‌های ریاضی هستند و فاقد داده‌های شمارش واقعی موارد و مرگ‌ومیرند (۱۷، ۱۸)، اما ضرورت ایجاد سیستم‌های پایش دقیق و مستمر را برجسته

^۱ Antimicrobial Resistance (AMR)

^۲ European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC)

^۳ Multiple drug resistance (MDR)

^۴ Iran Antimicrobial Resistance Surveillance System (IAMR)

^۵ Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System (GLASS)

به‌عنوان هسته اجرایی نظام پایش ملی است. علاوه بر این، ارائه مجموعه‌ای از گزینه‌ها و توصیه‌های سیاستی عملیاتی، مبتنی بر زیرساخت‌های موجود سلامت دیجیتال کشور (از جمله SEPAS) این مطالعه را از یک مرور توصیفی متمایز ساخته و آن را به یک چارچوب پیشنهادی برای تصمیم‌گیران حوزه سلامت تبدیل می‌کند. این رویکرد می‌تواند به‌عنوان الگویی برای توسعه نظام‌های پایش بومی در سایر حوزه‌های سلامت نیز مورد استفاده قرار گیرد.

تحلیل وضعیت موجود

در ایران، نظارت بر مقاومت ضد میکروبی (AMR) هنوز پراکنده و عمدتاً محدود به مطالعات دانشگاهی و پروژه‌های مقطعی است. داده‌های موجود غالباً در قالب صفحات گسترده جمع‌آوری می‌شوند و پس از پایان تحقیقات از دست می‌روند. بررسی‌های تطبیقی و مرور دستورالعمل‌های GLASS و مصاحبه با کارشناسان نشان داد که ایران فاقد یک سیستم ملی یکپارچه نظارت بر مقاومت ضد میکروبی است که بتواند داده‌ها را جمع‌آوری، تحلیل و گزارش کند (۲۲). نمونه‌های خون، مدفوع و ادرار به‌طور متداول استفاده می‌شوند و سایر نمونه‌های مهم شامل زخم، سوختگی، مایع مغزی-نخاعی و نمونه‌های واژینال هستند. کارشناسان همچنین پاتوژن‌های اولویت‌دار شامل *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*, *Salmonella*, *Shigella*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Neisseria meningitidis*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas* و *Haemophilus influenzae* را برای گنجاندن در چرخه اولیه GLASS پیشنهاد کردند. روش‌های آزمایش حساسیت ضد میکروبی (AST) عمدتاً در آزمایشگاه‌های بیمارستان‌های آموزشی انجام می‌شوند و با توجه به محدودیت تجهیزات، روش انتشار دیسک، رایج‌ترین روش است. سامانه پیشنهادی باید تمامی روش‌ها را فهرست و توصیف کند و امکان تولید گزارش‌های موردی در سطح محلی و گزارش‌های سالانه در

سطح ملی را فراهم کند. دستورالعمل‌های CLSI^۶ به‌عنوان استاندارد اصلی استفاده می‌شوند، اما سامانه قابلیت پشتیبانی از ^۷ EUCAST و سایر روش‌ها را نیز دارد. برای یکپارچه‌سازی و مدیریت داده‌ها، سامانه ملی داده‌های حداقلی با سازگاری کامل با GLASS طراحی شده و امکان تبادل داده با سامانه پرونده الکترونیک سلامت ایران (SEPAS) فراهم شده است. SEPAS با استانداردهای بین‌المللی و ملی مانند ICD-10, SNOMED, OpenEHR, ISO13606, SOA و کدگذاری ملی MAKSA تضمین‌کننده قابلیت همکاری داده‌هاست [۲۳]. این سامانه بیش از ۹۰ درصد سوابق الکترونیک سلامت ایرانیان را پوشش می‌دهد و می‌تواند به‌عنوان زیرساختی پایدار برای نظارت ملی مقاومت ضد میکروبی و مدیریت مبتنی بر شواهد در ایران عمل کند.

با وجود استفاده گسترده از نرم‌افزارهایی مانند WHONET در پایش مقاومت ضد میکروبی، این سامانه‌ها عمدتاً با رویکرد عمومی و جهانی طراحی شده‌اند و در انطباق کامل با نیازهای بومی، زیرساخت‌های ملی سلامت و الزامات حکمرانی داده در کشورهایی مانند ایران با محدودیت‌هایی مواجه هستند. در این راستا، سامانه IAMR با هدف رفع این شکاف‌ها توسعه یافته و دارای برخی قابلیت‌های قابل توجه نسبت به سامانه‌های موجود است. از جمله مهم‌ترین این مزیت‌ها می‌توان به قابلیت یکپارچه‌سازی مستقیم با سامانه پرونده الکترونیک سلامت ایران (SEPAS)، امکان انطباق کامل با استانداردهای ملی و بین‌المللی، استقلال از زیرساخت‌های خارجی، ارتقای امنیت و حاکمیت داده‌ها، و طراحی متناسب با نیازهای اپیدمیولوژیک و مدیریتی کشور اشاره کرد. علاوه بر این، IAMR امکان تولید گزارش‌های چندسطحی (آزمایشگاهی، بیمارستانی و ملی) و پشتیبانی از سیاست‌گذاری مبتنی بر شواهد را فراهم می‌سازد.

^۶ Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)

^۷ European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST)

در جدول ۱ مقایسه‌ای تحلیلی بین سامانه IAMR و برخی از سامانه‌های رایج بین‌المللی ارائه شده است.

جدول ۱. مقایسه تحلیلی سامانه IAMR با WHONET و سایر سامانه‌های پایش AMR

ویژگی‌ها	IAMR	WHONET	سایر سامانه‌ها
بومی‌سازی و انطباق با نظام سلامت ایران	کامل	محدود	متغیر
اتصال به SEPAS و زیرساخت ملی	دارد	ندارد	اغلب ندارد
حاکمیت و امنیت داده‌ها	بالا (ذخیره داخلی)	وابسته به تنظیمات	متغیر
استقلال از منابع خارجی	کامل	ندارد	محدود
قابلیت یکپارچه‌سازی با HIS/LIS	بالا	محدود	متغیر
انعطاف‌پذیری در گزارش‌دهی	بالا (چندسطحی)	متوسط	متغیر
پشتیبانی از استانداردهای بین‌المللی (GLASS)	دارد	دارد	متغیر
توسعه‌پذیری و سفارشی‌سازی	بالا	محدود	متغیر
کاربری در شرایط تحریم و محدودیت IT	پایدار	آسیب‌پذیر	متغیر

این منافع شامل کاهش تجویز غیرمنطقی آنتی‌بیوتیک‌ها، کاهش طول مدت بستری و هزینه‌های درمانی، پیشگیری از گسترش سویه‌های مقاوم و در نهایت کاهش بار اقتصادی AMR بر نظام سلامت است. شواهد بین‌المللی نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در نظام‌های پایش مؤثر، در میان‌مدت و بلندمدت از طریق بهبود کارایی درمان و کاهش هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم، بازگشت سرمایه قابل توجهی ایجاد می‌کند. بنابراین، از منظر هزینه-فایده، استقرار سامانه IAMR نه‌تنها یک ضرورت فنی بلکه یک انتخاب اقتصادی منطقی برای نظام سلامت ایران محسوب می‌شود.

روش مطالعه

این مطالعه از نوع تحلیل سیاستی (Policy Analysis) مبتنی بر مرور روایتی (Narrative Review) است که با هدف تبیین وضعیت موجود و ارائه گزینه‌های سیاستی در حوزه پایش مقاومت ضد میکروبی در ایران انجام شده است. داده‌های مورد استفاده از سه منبع اصلی گردآوری شدند: (۱) مرور منابع علمی منتشرشده در پایگاه‌های معتبر بین‌المللی و ملی در زمینه مقاومت ضد میکروبی و سامانه‌های پایش (مانند PubMed، Scopus و Google Scholar)، بررسی اسناد، دستورالعمل‌ها و چارچوب‌های بین‌المللی مرتبط (از

به‌منظور عبور از توصیف صرف، تحلیل وضعیت موجود نشان می‌دهد که چالش‌های نظام پایش مقاومت ضد میکروبی در ایران را می‌توان در سه سطح اولویت‌بندی کرد: سطح اول (بحرانی): نبود سامانه یکپارچه ملی، پراکندگی داده‌ها و فقدان استانداردهای الزام‌آور برای جمع‌آوری و اشتراک‌گذاری داده‌ها؛ سطح دوم (مهم): محدودیت ظرفیت آزمایشگاهی، ناهمگونی در روش‌های AST و ضعف در تضمین کیفیت داده‌ها؛ سطح سوم (پشتیبان): کمبود نیروی انسانی آموزش‌دیده، ضعف در استفاده ثانویه از داده‌ها برای سیاست‌گذاری و پژوهش. ریشه این چالش‌ها را می‌توان در نوعی «شکست حکمرانی» جستجو کرد که در قالب چند عامل نهادی بروز می‌یابد: (۱) چندپارگی نهادی و نبود متولی واحد پاسخگو برای پایش AMR، (۲) ضعف در تنظیم‌گری و نبود مشوق‌ها یا الزامات قانونی برای گزارش‌دهی داده‌ها توسط مراکز درمانی، (۳) فقدان نظام یکپارچه مدیریت داده که امکان تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد را محدود می‌کند و (۴) وابستگی به ابزارهای خارجی که با ملاحظات امنیت داده و پایداری در شرایط تحریم همخوانی ندارد. از منظر اقتصادی، اگرچه توسعه و استقرار یک سامانه بومی یکپارچه (IAMR) مستلزم هزینه‌های اولیه در حوزه زیرساخت فناوری، آموزش و استانداردسازی است، اما منافع بالقوه آن قابل توجه است.

جمله GLASS و WHO) و (۳) اخذ نظرات کارشناسی از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان حوزه میکروبیولوژی، اپیدمیولوژی و مدیریت اطلاعات سلامت.

معیار انتخاب منابع شامل ارتباط موضوعی با پایش AMR، تمرکز بر سامانه‌های نظارتی و انتشار در مجلات معتبر یا توسط سازمان‌های بین‌المللی بود. در بخش کیفی، داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها و اسناد با استفاده از رویکرد تحلیل تماتیک (Thematic Analysis) بررسی و طبقه‌بندی شدند. در نهایت، با تلفیق شواهد علمی، تجارب بین‌المللی و ملاحظات بومی، گزینه‌ها و توصیه‌های سیاستی استخراج و تدوین گردیدند.

شکاف‌ها و چالش‌های سیاستی

با توجه به پراکندگی فعلی داده‌های مقاومت ضد میکروبی و نبود سامانه ملی یکپارچه، ایران نیازمند توسعه یک چارچوب ملی و بومی برای نظارت، مدیریت و تحلیل داده‌های AST است. این چارچوب باید هم با استانداردهای جهانی GLASS/WHO سازگار باشد و هم با زیرساخت ملی سلامت دیجیتال (SEPAS) هماهنگ شود تا داده‌ها به‌صورت دقیق، ایمن و قابل استفاده برای تصمیم‌گیری‌های سیاستی و پژوهشی تولید شوند. بر اساس تحلیل وضعیت موجود، گزینه‌های زیر به‌عنوان گزینه‌های سیاستی پیشنهاد می‌شوند:

گزینه‌های سیاستی

پیشنهاد ۱: ایجاد و توسعه سامانه ملی یکپارچه مقاومت آنتی بیوتیکی: توسعه یک سامانه ملی بومی برای جمع‌آوری، تحلیل و گزارش داده‌های مقاومت ضد میکروبی ضروری است. سامانه باید قابلیت تبادل اطلاعات با SEPAS را داشته باشد، داده‌ها را استانداردسازی و صحت آن‌ها را تضمین کند و امکان تولید گزارش‌های محلی، منطقه‌ای و ملی را فراهم آورد.

پیشنهاد ۲: تقویت ظرفیت آزمایشگاهی و استانداردسازی روش‌های AST: آزمایشگاه‌های بیمارستان‌های آموزشی به‌عنوان هسته نظارت ملی تجهیز و توانمند شوند تا امکان اجرای روش‌های پیشرفته MIC و Etest فراهم گردد. دستورالعمل‌های CLSI به‌عنوان استاندارد ملی پذیرفته شوند و استفاده از روش‌های استاندارد بین‌المللی برای اطمینان از قابلیت مقایسه داده‌ها الزامی شود.

پیشنهاد ۳: تمرکز بر نمونه‌ها و پاتوژن‌های اولویت‌دار: سامانه باید بر جمع‌آوری داده‌های مربوط به نمونه‌های خون، مدفوع، ادرار و سایر نمونه‌های حیاتی (زخم، سوختگی، مایع مغزی-نخاعی، نمونه‌های تناسلی) تمرکز کند. همچنین نظارت باید شامل پاتوژن‌های اولویت‌دار ملی و جهانی (مانند *E. coli*, *K. pneumoniae*, *S. aureus*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas*) باشد تا داده‌ها کاربردی و قابل تحلیل سیاستی و پژوهشی باشند.

پیشنهاد ۴: گزارش‌دهی چندسطحی و شفاف: سامانه باید امکان تولید گزارش‌های موردی در سطح محلی و گزارش‌های سالانه ملی برای سیاست‌گذاران و ذینفعان را فراهم کند. انتشار گزارش‌ها باید به صورت الکترونیکی، امن و استاندارد انجام شود تا قابلیت استفاده همزمان برای پژوهش، مدیریت بیمارستانی و تصمیم‌گیری سیاستی فراهم شود.

پیشنهاد ۵: تقویت پژوهش و آموزش نیروی انسانی متخصص: داده‌های جمع‌آوری‌شده باید در پژوهش‌های دانشگاهی و برنامه‌های آموزشی استفاده شوند تا ظرفیت ملی در اپیدمیولوژی و مدیریت AMR افزایش یابد. برنامه‌های آموزش مداوم برای کارشناسان آزمایشگاه‌ها و مدیران سامانه ضروری است.

پیشنهاد ۶: یکپارچگی با سامانه‌های سلامت و استانداردهای بین‌المللی: رعایت استانداردهای ملی و بین‌المللی و توسعه فهرست اصطلاحات و پروتکل‌های معماری

در سامانه، تضمین‌کننده قابلیت همکاری داده‌ها، امنیت و توسعه‌پذیری بلندمدت است.

پیشنهاد ۷: حمایت سیاستی و تأمین منابع پایدار: سیاست‌های حمایتی، تخصیص بودجه مستمر برای تجهیز

آزمایشگاه‌ها، آموزش کارکنان و نگهداری سامانه و ایجاد زیرساخت‌های فناورانه پایدار ضروری است تا سامانه ملی یکپارچه مقاومت آتی بیوتیکی ایران به‌عنوان ابزار ملی مؤثر در مدیریت مقاومت ضد میکروبی عمل کند. در جدول ۲ جزئیات گزینه‌های پیشنهادی ارائه شده است.

جدول ۲. راهکارهای پیشنهادی برای تقویت پایش ملی مقاومت ضد میکروبی در ایران

گزینه سیاستی	اولویت‌بندی سیاست‌ها	اهداف مورد انتظار	ملاحظات هزینه‌ای	ملاحظات عدالت و دسترسی	مسئولین و ذینفعان
استقرار سامانه ملی یکپارچه مقاومت آنتی بیوتیکی	بالا	جمع‌آوری، تحلیل و گزارش داده‌های AMR به‌صورت منسجم و قابل مقایسه	هزینه توسعه نرم‌افزار، زیرساخت‌های IT و نگهداری سامانه	دسترسی یکسان به داده‌ها برای همه مراکز درمانی، پوشش ملی	وزارت بهداشت، مرکز کنترل بیماری‌ها، دانشگاه‌ها، آزمایشگاه‌های آموزشی
تقویت ظرفیت آزمایشگاهی و استانداردسازی روش‌ها	بالا	ارتقای کیفیت داده‌های AST و اجرای روش‌های پیشرفته	تجهیز آزمایشگاه‌ها، آموزش پرسنل، نگهداری تجهیزات	دسترسی برابر مراکز شهری و مناطق کم‌برخوردار به آزمایشگاه مجهز	وزارت بهداشت، دانشگاه‌ها، آزمایشگاه‌های بیمارستانی، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی
تمرکز بر نمونه‌ها و پاتوژن‌های کلیدی	متوسط تا بالا	جمع‌آوری داده‌های مرتبط و کاربردی برای تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری	هزینه کمتر نسبت به پوشش همه نمونه‌ها و پاتوژن‌ها	اطمینان از پوشش مناطق جغرافیایی و جمعیت‌های مختلف	وزارت بهداشت، آزمایشگاه‌های آموزشی، محققان اپیدمیولوژی
گزارش‌دهی چندسطحی و شفاف	متوسط	تولید گزارش‌های محلی و ملی برای تصمیم‌گیرندگان و ذینفعان	توسعه پورتال امن و تولید گزارش‌های الکترونیکی	تضمین شفافیت و دسترسی سیاست‌گذاران و مراکز درمانی به اطلاعات	وزارت بهداشت، CDC، مدیران بیمارستان‌ها، ذینفعان سیاستی
تقویت تحقیقات دانشگاهی و آموزش کارشناسان	متوسط	ارتقای ظرفیت اپیدمیولوژی و مدیریت AMR در کشور	هزینه آموزش، کارگاه‌ها و حمایت از تحقیقات	دسترسی برابر دانشجویان و پژوهشگران از دانشگاه‌های مختلف	وزارت علوم، دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها، سازمان نظام پزشکی
یکپارچگی با سامانه‌های سلامت و فناوری اطلاعات (SEPAS)	بالا	تضمین کیفیت، امنیت و قابلیت استفاده چندمنظوره داده‌ها	هزینه توسعه رابط‌ها و استانداردسازی داده‌ها	دسترسی همه مراکز درمانی به داده‌های بروز و استاندارد	وزارت بهداشت، تیم فنی SEPAS، آزمایشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی
پشتیبانی سیاستی و سرمایه‌گذاری بلندمدت	بالا	تضمین پایداری سامانه و استمرار نظارت ملی	بودجه سالانه برای نگهداری، آموزش و تجهیزات	اطمینان از دسترسی پایدار و عادلانه به خدمات و داده‌ها	وزارت بهداشت، مجلس، سازمان برنامه و بودجه، ذینفعان ملی و منطقه‌ای

توصیه های اجرایی

بررسی‌های جامع سیستم‌های بین‌المللی نظارت بر مقاومت ضد میکروبی نشان می‌دهد که موفقیت این سامانه‌ها مستلزم رعایت مجموعه‌ای از الزامات پایه است، از جمله جمع‌آوری داده‌های استاندارد، پایش دقیق الگوهای مقاومت، یکپارچه‌سازی با سیستم‌های آزمایشگاهی و ارائه گزارش‌های هوشمند و قابل استفاده برای تصمیم‌گیری. مطالعات همچنین تنوع قابل توجهی در معماری و اهداف این سامانه‌ها نشان می‌دهند؛ برخی بر گزارش‌دهی جمعی تمرکز دارند و برخی دیگر بر ثبت داده‌های فردی، اما همه حداقل شامل اطلاعات ضروری مانند مشخصات بیمار، نوع نمونه، عامل بیماری‌زا و نتایج آزمون حساسیت ضد میکروبی (AST) هستند. با وجود این، شکاف‌هایی در زمینه یکپارچه‌سازی بلادرنک، انطباق با نیازهای بومی و تضمین امنیت داده‌ها همچنان مشاهده می‌شود.

در این چارچوب، نرم‌افزار IAMR با هدف پاسخ به چالش‌های مطرح‌شده و پس از بررسی سامانه‌ها و نرم‌افزارهای مشابه در سطح بین‌الملل، طی یک پروژه فناورانه و با حمایت مؤسسه ملی توسعه تحقیقات علوم پزشکی ایران (NIMAD) طراحی و توسعه یافت. این نرم‌افزار آزمایشات اولیه خود را با عملکرد اولیه قابل قبول، نشان داد و با استفاده از داده‌های یک‌ساله مرکز مقاومت آنتی‌بیوتیکی یکی از بیمارستان‌های آموزشی، کارایی و قابلیت‌های عملیاتی خود را نشان داد (بخشی از نتایج مستخرج شده توسط این سامانه در قالب نتایج تکمیلی جدول ۱ و ۲ ارائه شده است). معرفی نرم‌افزار IAMR به‌عنوان یک ابزار ملی، بومی و رایگان، یک گام کلیدی در تقویت ظرفیت ایران برای مدیریت داده‌های AMR به شمار می‌آید. این نرم‌افزار امکان جمع‌آوری، مدیریت، تحلیل و گزارش‌دهی داده‌های AST را در سطوح آزمایشگاهی، بیمارستانی و ملی فراهم می‌کند و قابلیت یکپارچه‌سازی با سیستم‌های مدیریت اطلاعات بیمارستان و فایل‌های اکسل را دارد. طراحی فنی ساده اما کارآمد IAMR شامل سازگاری با ویندوز ۱۰ و ۱۱،

حداقل ۴ گیگابایت حافظه و پیش‌نیاز نرم‌افزاری NET Framework 4.8، اجرای روان و امن نرم‌افزار را برای کاربران تضمین می‌کند. سامانه IAMR بر پایه زبان برنامه‌نویسی C# و چارچوب .NET Framework 4.8 توسعه یافته و از معماری چندلایه (Presentation, Business Logic, Data Access) بهره می‌برد. پایگاه داده سامانه به‌صورت رابطه‌ای (Relational Database) طراحی شده و قابلیت پیاده‌سازی بر روی سامانه‌های مدیریت پایگاه داده رایج سازمانی (نظیر SQL Server یا PostgreSQL) را دارد. ارتباط داده‌ای میان سامانه IAMR و زیرساخت ملی پرونده الکترونیک سلامت ایران (SEPAS) بر اساس استانداردهای تبادل داده سلامت شامل HL7 و معماری RESTful Web Services (و در صورت نیاز SOAP) انجام می‌شود. همچنین ساختار داده‌ها با استانداردهای بین‌المللی قابلیت همکاری مانند OpenEHR و HL7 FHIR همسو شده است تا امکان یکپارچگی سطح ملی فراهم گردد. در حوزه امنیت اطلاعات، تبادل داده‌ها از طریق پروتکل‌های امن HTTPS مبتنی بر TLS انجام شده و داده‌های حساس در سطح پایگاه داده با الگوریتم‌های رمزنگاری متقارن (AES-256) و مدیریت کلید امن محافظت می‌شوند. علاوه بر این، برای کنترل دسترسی کاربران از سازوکار احراز هویت چندسطحی (Role-Based Access Control; RBAC) استفاده شده است تا امنیت، محرمانگی و صحت داده‌های بالینی تضمین گردد. از منظر توسعه فناوری، سامانه IAMR قابلیت ارتقاء به نسخه تحت وب (Web-based) و شبکه‌ای یکپارچه را دارد که امکان اتصال هم‌زمان چندین مرکز درمانی، آزمایشگاهی و دانشگاهی را در سطح ملی فراهم می‌سازد. این ویژگی، زیرساخت لازم برای ایجاد یک شبکه ملی بلادرنک پایش مقاومت ضد میکروبی را فراهم کرده و امکان تبادل داده در لحظه (real-time data exchange) را بین مراکز مختلف به‌وجود می‌آورد. این قابلیت در نسخه‌های آتی سامانه به‌عنوان یکی از محورهای توسعه اصلی در نظر گرفته شده است.

نتیجه‌گیری سیاستی

امکان مشارکت فعال در شبکه‌های بین‌المللی نظارت را فراهم آورد. این تحول نه تنها به بهبود پیامدهای سلامت و کاهش بار بیماری‌ها کمک می‌کند، بلکه می‌تواند نقش مهمی در ارتقای تاب‌آوری نظام سلامت در مواجهه با تهدیدهای نوظهور عفونی داشته باشد.

محدودیت‌ها

اگرچه مطالعه حاضر و توسعه سامانه IAMR گامی مهم در جهت یکپارچه‌سازی داده‌های مقاومت ضد میکروبی در ایران محسوب می‌شود، اما دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشد. نخست، ارزیابی و آزمون اولیه سامانه عمدتاً در بیمارستان‌های آموزشی انجام شده و مراکز درمانی غیرآموزشی و خصوصی به‌طور کامل در فاز پایلوت پوشش داده نشده‌اند. این موضوع ممکن است بر تعمیم‌پذیری نتایج اولیه اثرگذار باشد. دوم، به دلیل محدودیت‌های زیرساختی در برخی مراکز، دسترسی به داده‌های دیجیتال استاندارد و اتصال برخط در همه نقاط کشور هنوز به‌طور کامل فراهم نشده است. سوم، در فاز اولیه، یکپارچه‌سازی کامل داده‌های دامپزشکی و انسانی به‌صورت هم‌زمان محدود بوده و تحلیل‌های دامپزشکی به‌عنوان یک لایه تکمیلی در حال توسعه است. نهایتاً، توسعه تحلیل‌های پیشرفته آماری و مدل‌سازی پیش‌بینی در نسخه‌های اولیه محدود بوده و در نسخه‌های بعدی سامانه تقویت خواهد شد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از همکاری کارشناسان گرامی آزمایشگاه بیمارستان شهید مدرس ساوه صمیمانه سپاسگزاری می‌کنند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تعارض منافع مرتبط با این مقاله وجود ندارد.

حمایت مالی

به طور کلی، توسعه و استقرار سامانه ملی یکپارچه پایش مقاومت ضد میکروبی مبتنی بر نرم‌افزار IAMR، همراه با استانداردسازی روش‌های AST، تمرکز بر نمونه‌ها و پاتوژن‌های اولویت‌دار و یکپارچه‌سازی با زیرساخت‌های سلامت دیجیتال (SEPAS) می‌تواند بستر پایدار و مستحکمی برای پایش و مدیریت ملی مقاومت ضد میکروبی در ایران ایجاد کند. این اقدام نه تنها کیفیت داده‌ها و پژوهش‌های علمی را ارتقا می‌بخشد، بلکه امکان اتخاذ تصمیمات سیاستی مبتنی بر شواهد را برای وزارت بهداشت و سایر ذینفعان فراهم می‌آورد و به تقویت امنیت سلامت عمومی و پاسخ مؤثر به چالش‌های جهانی AMR کمک می‌کند. در مجموع، شواهد ارائه‌شده در این مطالعه نشان می‌دهد که خلأ یک سامانه یکپارچه، بومی و پایدار برای مدیریت داده‌های مقاومت ضد میکروبی، یکی از موانع اصلی در مسیر کنترل مؤثر AMR در ایران است. پیام کلیدی این خلاصه سیاستی آن است که استقرار سامانه ملی یکپارچه مدیریت داده‌های AST نه یک انتخاب فناورانه، بلکه یک ضرورت راهبردی برای حکمرانی سلامت و امنیت زیستی کشور محسوب می‌شود. بدون چنین زیرساختی، امکان پایش دقیق روندهای مقاومت، تدوین دستورالعمل‌های درمانی مبتنی بر شواهد بومی، و مدیریت بهینه مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها به‌شدت محدود خواهد بود. از منظر سیاستی، حرکت به‌سوی توسعه و نهادینه‌سازی سامانه IAMR باید به‌عنوان یک اولویت ملی در دستور کار وزارت بهداشت و سایر نهادهای ذی‌ربط قرار گیرد. این اقدام مستلزم تعهد حاکمیتی، تأمین منابع مالی پایدار، تقویت زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، و توانمندسازی نیروی انسانی تخصصی است. همچنین، هم‌راستاسازی این سامانه با برنامه‌های کلان سلامت دیجیتال کشور، به‌ویژه SEPAS، می‌تواند زمینه‌ساز شکل‌گیری یک اکوسیستم داده‌محور در حوزه بیماری‌های عفونی شود. در افق آینده، استقرار موفق این سامانه می‌تواند ایران را از یک مصرف‌کننده داده‌های محدود و پراکنده، به یک تولیدکننده داده‌های ملی با کیفیت بالا در حوزه AMR تبدیل کند و

این پژوهش با حمایت مالی و پشتیبانی علمی مرکز نیماد انجام شده است.

کد اخلاق

این مطالعه با تأیید کمیته اخلاق پژوهش‌های انسانی دانشکده علوم پزشکی ساوه انجام شده و داده‌های مورد استفاده از طرح تحقیقاتی دارای کد اخلاق IR.SAVEHUMS.REC.1403.018 برگرفته شده است.

تمامی مراحل پژوهش مطابق با اصول اخلاق پژوهش‌های انسانی و الزامات حفاظت از حریم خصوصی شرکت‌کنندگان انجام شده است.

سهم نویسندگان

تمام نویسندگان در پیشبرد پژوهش و نگارش مقاله مشارکت داشته‌اند.

References:

1. Aminov R. History of antimicrobial drug discovery: Major classes and health impact. *Biochemical pharmacology*. 2017;133:4-19.
2. Lewis K. Platforms for antibiotic discovery. *Nature reviews Drug discovery*. 2013;12(5):371-87.
3. Laxminarayan R, Matsoso P, Pant S, Brower C, Røttingen J-A, Klugman K, et al. Access to effective antimicrobials: a worldwide challenge. *The Lancet*. 2016;387(10014):168-75.
4. Naghavi M, Abajobir AA, Abbafati C, Abbas KM, Abd-Allah F, Abera SF, et al. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The lancet*. 2017;390(10100):1151-210.
5. Klein EY, Van Boeckel TP, Martinez EM, Pant S, Gandra S, Levin SA, et al. Global increase and geographic convergence in antibiotic consumption between 2000 and 2015. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2018;115(15):E3463-E70.
6. Abat C, Gautret P, Raoult D. Benefits of antibiotics burden in low-income countries. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2018;115(35):E8109-E10.
7. Abat C, Fournier P-E, Jimeno M-T, Rolain J-M, Raoult D. Extremely and pandrug-resistant bacteria extra-deaths: myth or reality? *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*. 2018;37:1687-97.
8. Diallo OO, Baron SA, Abat C, Colson P, Chaudet H, Rolain J-M. Antibiotic resistance surveillance systems: A review. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*. 2020;23:430-38.
9. Olesen SW, Barnett ML, MacFadden DR, Brownstein JS, Hernández-Díaz S, Lipsitch M, et al. The distribution of antibiotic use and its association with antibiotic resistance. *Elife*. 2018;7:e39435.
10. Abat C, Rolain J-M, Dubourg G, Fournier P-E, Chaudet H, Raoult D. Evaluating the clinical burden and mortality attributable to antibiotic resistance: the disparity of empirical data and simple model estimations. *Clinical Infectious Diseases*. 2017;65(suppl_1):S58-S63.
11. Gajic I, Tomic N, Lukovic B, Jovicevic M, Kekic D, Petrovic M, et al. A comprehensive overview of antibacterial agents for combating Multidrug-Resistant bacteria: the current landscape, development, future opportunities, and challenges. *Antibiotics*. 2025;14(3):221.
12. Karnwal A, Jassim AY, Mohammed AA, Al-Tawaha ARMS, Selvaraj M, Malik T. Addressing the global challenge of bacterial drug resistance: insights, strategies, and future directions. *Frontiers in Microbiology*. 2025;16:1517772.
13. Lim C, Takahashi E, Hongsuwan M, Wuthiekanun V, Thamlikitkul V, Hinjoy S, et al. Epidemiology and burden of multidrug-resistant bacterial infection in a developing country. *Elife*. 2016;5.
14. Antibiotic resistance threats in the United States, 2013. 2013.
15. Colomb-Cotinat M, Lacoste J, Brun-Buisson C, Jarlier V, Coignard B, Vaux S. Estimating the morbidity and mortality associated with infections due to multidrug-resistant bacteria (MDRB), France, 2012. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2016;5:56.
16. Naddaf M. 40 million deaths by 2050: toll of drug-resistant infections to rise by 70%. *Nature*. 2024;633(8031):747-48.
17. de Kraker ME, Stewardson AJ, Harbarth S. Will 10 million people die a year due to antimicrobial resistance by 2050? *PLoS medicine*. 2016;13(11):e1002184.
18. Abat C, Raoult D, Rolain J-M. Are we living in an antibiotic resistance nightmare? *Clinical Microbiology and Infection*. 2018;24(6):568-69.
19. Abat C, Chaudet H, Colson P, Rolain J-M, Raoult D. Real-time microbiology laboratory surveillance system to detect abnormal events

and emerging infections, Marseille, France. *Emerging infectious diseases*. 2015;21(8):1302.

20. Dunne EF, Fey PD, Kludt P, Reporter R, Mostashari F, Shillam P, et al. Emergence of domestically acquired ceftriaxone-resistant *Salmonella* infections associated with AmpC β -lactamase. *Jama*. 2000;284(24):3151-56.

21. Altorf-van der Kuil W, Schoffelen AF, de Greeff SC, Thijsen SF, Alblas HJ, Notermans DW, et al. National laboratory-based surveillance system for antimicrobial resistance: a successful tool to support the control of antimicrobial resistance in the Netherlands. *Eurosurveillance*. 2017;22(46):17-00062.

22. Safdari R, GhaziSaeedi M, Masoumi-Asl H, Rezaei-Hachesu P, Mirnia K, Samad-Soltani T. A national framework for an antimicrobial resistance surveillance system within Iranian healthcare facilities: towards a global surveillance system. *Journal of global antimicrobial resistance*. 2017;10:59-69.

23. Asadi F, Moghaddasi H, Rabiei R, Rahimi F, Mirshekarlou SJ. The Evaluation of SEPAS National Project Based on Electronic Health Record System (EHRS) Coordinates in Iran. *Acta Inform Med*. 2015;23(6):369-73.

Strengthening National Antimicrobial Resistance Surveillance in Iran: Establishing an Indigenous System for the Integration and Management of Antimicrobial Susceptibility Testing Data

Edris Hoseinzadeh¹, Hossein Masoumi Asl², Marjan Rahnamaye Farzami³, Parnia Abdollahi⁴, Alireza Dolatyar³, Asghar Barati⁵

1. Department of Environmental Health Engineering, Saveh University of Medical Sciences, Saveh, Iran.
2. Department of Pediatric, School of Medicine, Firouzabadi Medical Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Reference Health Laboratory (RHL), Ministry of Health and Medical Education, Tehran, Iran.
4. Artificial Intelligence in Environmental Health Research Center (AI-EHRC), Saveh University of Medical Sciences, Saveh, Iran.
5. Department of Geology, Faculty of Science, Urmia University, Urmia, Iran.

Received: 25/02/2026

E-Published: 07/06/2026

ABSTRACT:

Background: Antimicrobial resistance (AMR) is a major global and national public health threat, driven by inappropriate antibiotic use and weaknesses in surveillance systems. Lack of standardized and integrated antimicrobial susceptibility testing (AST) data remains a key challenge.

Methods: This policy brief is based on scientific evidence, a review of international experiences, and an analysis of the current AMR surveillance system in Iran, with a focus on the need for an integrated indigenous AMR data management system.

Results: The findings indicate that AMR surveillance in Iran is fragmented and largely dependent on non-indigenous software such as WHONET. This creates challenges, including poor data integration, limited data governance, cybersecurity concerns, and technological dependency.

Conclusion and Policy Recommendations: Development and implementation of an integrated indigenous Antimicrobial Resistance data management system (IAMR) is essential to strengthen national surveillance capacity, improve data-driven decision-making, and support rational antibiotic use in Iran.

Keywords: Antimicrobial Resistance (AMR), National Surveillance, Antimicrobial Susceptibility Testing (AST), Data Integration, Local Software

*Corresponding Author: Edris Hosseinzadeh, E-mail: e.hosseinzadeh@savehums.ac.ir

CITATION: Hosseinzadeh E, Masoumi Asl H, Rahnamaye Farzami M, Abdollahi P, Dowlatyar A, Barati A. Strengthening national antimicrobial resistance surveillance in Iran: The necessity of implementing an indigenous system for integration and management of antimicrobial susceptibility testing (AST) data. *Journal of Saveh University of Medical Sciences*, 2026; 2(1): -. doi: [10.22034/sumsj.2026.577990.1077](https://doi.org/10.22034/sumsj.2026.577990.1077)