Journal of Payavard Salamat
Vol. 19, No. 4; Oct. 2025: 297-310

New Applications of Point of Care Tests (POCTs) in Health Care: A Scoping Review

Abdolahad Nabiolahi[1] (Ph.D.), Nasser Keikha[2]* (Ph.D.)

1 Assistant Professor, Department of Medical Library and Information Science, School of Allied Medical Sciences, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran
2 Associate Professor, Infectious Diseases and Tropical Medicine Research Center, Research Institute of Cellular and Molecular Sciences in Infectious Diseases, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran

Abstract

Received: 12 May. 2025
Accepted: 15 Sep. 2025

Background and Aim: Point of Care Tests (POCTs) are a laboratory diagnostic system that can be performed at the patient care location and help diagnose diseases quickly. Due to the increase in population, the prevalence of contagious diseases, none access of society members to laboratories, the global need for the availability of modern diagnostic and health technologies at the place of patient care, the aim of research was to explore new aspects of the application of Point of Care Tests to patients as well as the process of developing these technologies in the field of healthcare.
Materials and Methods: A scoping review method were applied by determining the key words through medical subject headings and related articles, searching in the databases of Web of Science, Scopus and PubMed databases as well as Google Scholar, Google and Magiran and Scientific information database. Furthermore to preserve the variety of sources and articles, the criteria for entering the study were English-language articles and no time limit was applied.
Results: Most of the 17 related articles were reviews. The most common technologies in POCTs were lateral flow assays (LFA) that applied to diagnosis of Cryptococcus fungal infection, tuberculosis, hepatitis, legionella, malaria and covid-19, and nucleic acid amplification tests have helped to detect viruses and bacteria using DNA and RNA. From NAAT (Nucleic Acid Amplification Tests) based on microsialate, it can be referred to RT-PCR (Reverse transcription- polymerase chain reactio) and LAMP oop-Mediated- Isothermal Amplification (LAMP), where in recent years are widely used for detection of infectious diseases specially SARS-CoV-19. Additional basic diagnostic tools have focused on Small handheld, POCT devices with a monitoring device, cartridge, and other devices; whereas in the new generations, special focus were on quality assurance, microfluidics, Nano-biosensors and smart phones.
Conclusion: The analysis of published studies showed that the diagnostic tools of tests on POCTs are expanding and have been able to provide better clinical and economic results. In addition to the extensive use of two advanced types of lateral flow assays and nucleic acid amplification tests to diagnose tests at the patient's bedside; Microfluidics, Nano biosensors and smart phones have also expanded. Quality assurance also requires the determination of accurate quality management procedures, policy programming and necessary policy formulation by officials to achieve reliable results for patient care.
Keywords: Point-of-Care Testing, Lateral Flow Assays, Nucleic Acid Amplification Techniques (NAATs), Microfluidics, Nano Biosensors, Smartphone

*** Corresponding Author:**
Keikha N
Email:
nasserkeikha@zaums.ac.ir

Copyright © 2025 the Authors. Published by Tehran University of Medical Sciences.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).
Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

مجله پیاورد سلامت
دوره ۱۹، شماره ٤؛ مهر ١٤٠٤؛ ۳۱۰-۲۹۷
مقاله مروری

کاربردهای نوین آزمایش‌های بر بالین بیمار در حوزه سلامت: مطالعه‌ی مرور دامنه‌ای

عبدالاحد نبی‌اللهی[۱]، ناصر کیخا[۲*]

چکیده

زمینه و هدف: آزمایش‌های بر بالین بیمار (Point of Care Test) یک نوع نظام تشخیصی آزمایشگاهی بوده که در محل مراقبت از بیمار قابل انجام است و به تشخیص سریع بیماری‌ها کمک می‌نماید. با توجه به افزایش جمعیت و به‌دنبال آن شیوع بیماری‌های مسری و عدم‌دسترسی تمامی افراد جامعه به آزمایشگاه‌ها و نیاز جهانی برای در دسترس بودن فناوری‌های نوین تشخیصی در محل مراقبت از بیمار، پژوهش حاضر جنبه‌های نوین آزمایش‌های بر بالین بیمار و همچنین روند توسعه آن در حوزه سلامت را مورد واکاوی قرار داد.

روش‌بررسی: پژوهش حاضر، یک مطالعه‌ی مرور دامنه‌ای است که با تعیین واژگان‌کلیدی از طریق سرعنوان‌های موضوعی پزشکی و مقالات مرتبط، جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی Scopus، Web of Science، PubMed و همچنین موتورهای جستجوی Google Scholar، Google، Magiran و بانک اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی انجام گرفت. به‌علاوه در راستای حفظ تنوع منابع و مقالات معیارهای ورود به مطالعه مقالات انگلیسی زبان بودند و محدودیت زمانی اعمال نشد.

یافته‌ها: از ۱۷ مقاله‌ی مرتبط، بیشترین موارد مطالعات از نوع مروری بودند. رایج‌ترین فناوری سنجش‌های جریان جانبی بود که برای تشخیص عفونت قارچی کریپتوکوک، بیماری سل، هپاتیت، لژیونلا، مالاریا و کووید-۱۹ به‌کار گرفته شدند و آزمون‌های تکثیر اسید نوکلئیک در تشخیص ویروس‌ها و باکتری‌ها با استفاده از DNA و RNA کمک نموده‌اند. از NAAT (Nucleic Acid Amplification Tests) های مبتنی بر میکروسیالات می‌توان به RT-PCR (Reverse transcription- polymerase chain reaction) و LAMP (Loop-Mediated- Isothermal Amplification) اشاره کرد که در سال‌های اخیر برای شناسایی بیماری‌های عفونی به‌خصوص SARS-CoV-19 به‌طورگسترده‌ای استفاده شده است. دیگر ابزارهای اولیه تشخیصی بردستگاه‌های کوچک دستی یک‌بارمصرف، مانیتورینگ، کارتریجی و رومیزی تمرکز داشته‌اند؛ درصورتی‌که در نسل‌های تشخیصی جدید تمرکز ویژه بر تضمین کیفیت، میکروسیال‌ها، نانوبیوسنسورها و تلفن‌های هوشمند است.

نتیجه‌گیری: تحلیل مطالعات انجام شده نشان داد که ابزارهای تشخیصی آزمایش‌های بر بالین بیمار در حال گسترش بوده که توانسته نتایج بالینی و اقتصادی بهتری را فراهم آورد. علاوه بر استفاده زیاد از دو نوع پیشرفته سنجش‌های جریان جانبی و آزمون‌های تکثیر اسیدنوکلئیک جهت تشخیص آزمایش‌های بر بالین بیمار؛ میکروسیال‌ها، نانوبیوسنسورها و تلفن‌های هوشمند نیز گسترش یافته‌اند که جهت تضمین کیفیت نیاز به‌تعیین رویه‌های دقیق مدیریت کیفیت، خطی‌مشی‌گذاری و تدوین سیاست‌های لازم توسط مسئولان، در دستیابی به نتایج قابل‌اطمینان برای مراقبت از بیمار دارند.

واژه‌های کلیدی: آزمایش‌های بر بالین بیمار، سنجش‌های جریان جانبی، آزمون‌های تکثیر اسید نوکلئیک، میکروسیال‌ها، نانوبیوسنسورها، تلفن‌های هوشمند

دریافت مقاله: ۱٤۰٤/۲/۲۲
پذیرش مقاله: ۱٤۰٤/٦/۲٤

* نویسنده مسئول:
ناصر کیخا؛
پژوهشکده علوم سلولی مولکولی در بیماری‌های عفونی دانشگاه علوم پزشکی زاهدان

Email:
nasserkeikha@zaums.ac.ir

۱ استادیار گروه کتابداری و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران

۲ دانشیار مرکز تحقیقات بیماری‌های عفونی و گرمسیری، پژوهشکده علوم سلولی، مولکولی در بیماری‌های عفونی، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

مقدمه

امروزه استفاده از آزمایش‌های بر بالین بیمار (Point of Care Tests)، به‌عنوان یک بخش مهم از فعالیت آزمایشگاه‌های پزشکی به‌سرعت در حال رشد و توسعه می‌باشند(۲و۱). در واقع این نوع از تست‌ها، آزمایش‌هایی هستند که مهم‌ترین هدف استفاده از آن‌ها کاهش رفت و آمد بیمار به آزمایشگاه و همچنین کاهش هزینه‌ی آزمایش‌های تحمیل شده به بیمار می‌باشد و در تشخیص طیف وسیعی از بیماری‌ها نقش حیاتی دارند(۳). علاوه بر آن، این ابزارها مبتنی بر پاسخ‌دهی سریع نتایج و ساده‌سازی روند آزمایش‌ها بوده به‌گونه‌ای که یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در POCTs آموزش انجام این آزمایش‌ها به افراد است. در کشورهای پیشرفته برای هر POCTs که وارد بازار می‌شود، به فرد انجام‌دهنده‌ی تست‌ها، آموزش لازم داده شده و کارت کاربر در اختیار آنان قرار می‌گیرد. در راستای افزایش جامعه کاربری از کیت‌های آزمایش‌ها در محل مراقبت از بیماران، تلاش شده تا ابعاد مختلف فناوری‌های جدید نظیر مقرون به‌صرفه بودن، سهولت دسترسی، سادگی حمل و نقل و همچنین شرایط نگهداری مطلوب به‌گونه‌ای در نظرگرفته شود تا اکثر افراد بیمار بتوانند از آن‌ها بهره ببرند(۵و٤). تحلیل‌ها نیز حاکی از آن است که در سال‌های اخیر به‌ویژه در دوره اپیدمی کرونا و ضرورت تشخیص‌های فوری در حوزه سلامت، جهت پاسخ‌گویی به این نیاز با توجه به آن‌که روش‌های مرسوم آزمایشگاهی(به‌دلیل فرایند زمان‌بر نمونه‌برداری، آنالیز نمونه‌ها و تفسیر نتایج) پاسخ‌گو نبود، گسترش یابند(۷و٦). پیشینه‌ی مطالعات نشان می‌دهد که اولین موارد استفاده از آزمایش بر بالین بیمار، تست بارداری بر روی نمونه ادرار و اندازه‌گیری میزان گلوکز خون بوده است. به‌علاوه در مقیاس بزرگ، از روش‌های ایمنی‌سنجی برای شناسایی بیماری‌های عفونی استفاده شده بود. در سال ۱۹۱۷، Dochez و Avery این نوآوری را جهت مطالعه کپسول پلی‌ساکاریدی پنوموکوک بر روی نمونه‌های سرم و ادرار بیماران مبتلا به پنومونی به‌کار بردند و در نتیجه به‌عنوان یک روش کارآمد شناخته شد(۸). به‌عبارتی ردیابی آنتی‌ژن، امکان شناسایی سریع عفونت را فراهم نموده، درنتیجه منجر به این پدیده شده که در سال‌های بعد تشخیص بیماری‌هایی با حساسیت بالا از طریق روش‌های رادیو ایمونواسی (RIA) وایمونواسی مبتنی بر آنزیم (ELISA) شتاب بگیرد؛ با وجود این هر دو پلتفرم دارای نواقصی مانند وقت‌گیر بودن، پیچیدگی و نیازمندی به افراد متخصص بود به نحوی‌که این فناوری‌ها برای استفاده در POCT مناسب نبودند(٦). از طرفی Mitra و Sharma بیان نموده‌اند که اولین کاربرد جدی POCT در دهه ۱۹۷۰ تست بارداری بود. در دوره‌های بعد چندین آزمایش برای شناسایی بیماری‌های مسری مانند سل، هپاتیت و HIV در بستر نوارهای دیپ استیک در کشورهای در حال توسعه صورت گرفت. همچنین بیان داشته‌اند که نوارهای LFIA: Lateral Flow immunoassay مبتنی بر POCT معرفی شدند که کاربرد بسیار آسان‌تری نسبت به نسخه‌های اولیه داشتند(۵). چندین گروه مطالعاتی فناوری میکروسیال مبتنی بر POCT را به‌ویژه در محیط‌هایی با منابع مالی محدود ارزیابی نمودند. به‌عنوان نمونه در آفریقای جنوبی تکنیک تراشه‌های میکروفلوئیدیک و کنترل سیال در حجم کوچک مبتنی بر POCT توسط Uyoga و همکاران ارزیابی گردید(۹). گروه‌های تحقیقاتی دیگر نیز روند توسعه آزمایشگاهی را روی یک تراشه برای تشخیص مالاریا و همچنین از میکروسیال‌ها در تشخیص سل استفاده نمودند(۱۰و۵). بررسی شواهد نشان می‌دهد که با تغییر سبک زندگی و آگاهی بیشتر، جوامع از اهمیت کنترل و تشخیص سریع بیماری‌ها به‌ویژه بیماری‌های عفونی مطلع شده‌اند و تقاضای بیشتری جهت توسعه‌ی تست‌های تشخیص سریع بر بالین بیمار ایجاد شده است(۱۱). همچنین یکی از بیماری‌های عفونی که اخیراً بر روی POCT آن پیشرفت‌هایی صورت گرفته است، تشخیص سویه‌های استافیلوکک اورئوس‌های مقاوم به درمان بر بالین بیمار هستند که کمک زیادی به درمان به موقع و مؤثر عفونت‌های ناشی از این باکتری خواهد شد(۱۲). اگرچه رشد این فناوری در مناطق مختلف دنیا یکسان نبوده، روند توسعه‌ی افزایشی داشته و مورد استقبال واحدهای مراقبت بهداشتی و نظام سلامت واقع شد. ابزارهای مبتنی بر POCT به‌عنوان بخشی از فناوری، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر تشخیص و پیگیری بیماری‌های زمینه‌ای از جمله دیابت گذاشته‌اند؛ برای مثال از زمانی که POCT نظارت خود را بر روی سطح گلوکز افراد دیابتی شروع کرد، به روش‌های POCT بیشتر توجه شد و سبب شد روند درمان با سرعت بیشتری آغاز گردد. با وجود این چون این تست‌ها اغلب توسط افراد غیر متخصص انجام می‌شد، هنوز در مرحله‌ی تحلیلی مستعد خطا بود(۱٤و۱۳). علاوه بر آن یک بررسی سیستماتیک از کارآزمایی‌های کنترل‌شده تصادفی (RCT) نتوانست شواهد محکمی جهت اثربخشی روش POCT در اندازه‌گیری HbA1c پیدا نماید. با این‌حال، این تحلیل به‌دلیل استفاده از معیارهای مختلف برای سنجش پیامد و همچنین اطلاعات محدود در مورد طبقه‌بندی بیماران در زمان انتخاب و اقدامات انجام‌شده پس از دریافت نتیجه HbA1c با مشکلاتی روبرو بوده و از سوی دیگر، مطالعات مشاهده‌ای پیام‌های مثبت‌تری داشتند. دیگر مطالعات

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

انجام گرفته در مدت زمان طولانی‌تر، نشان داد که استفاده از روش POCT برای اندازه‌گیری HbA1c با کاهش میانگین مقدار HbA1c در جمعیت زیرنظر، مفید است. دیگر شواهد بیانگر آن است که POCT HbA1c کیفیت زندگی بیماران را بهبود می‌بخشد و به افزایش پایبندی آن‌ها به الزامات تکرار آزمایش HbA1c کمک نموده است. نهادهای متولی آموزش سلامت نظیر انجمن دیابت آمریکا(۲۰۱۹) در دستورالعمل‌های«استانداردهای مراقبت از بیماران دیابتی» استفاده از POCT HbA1c برای تسهیل تغییرات به موقع در درمان را تأیید نموده است(۱۷-۱۵). گزارش‌های سازمان جهانی بهداشت و دیگر مؤسسات مرتبط در این زمینه نیز حاکی از آن است که سهم فناوری POCTs در بازارهای جهانی توسعه یافته است(٤) و انتظار می‌رود این سهم در بازار تا سال ۲۰۳۲ با یک نرخ رشد سالیانه در دهه‌ی آینده به حجم بالایی برسد. این امر در بازارهای خارج از ایران منجر به تحقیق، توسعه و افزایش سرمایه‌گذاری از سوی فعالان این بخش شده و همچنین حمایت‌های حاکمیتی از طریق افزایش بودجه به رشد روزافزون فناوری کمک نموده است(۱۸). از آن‌جایی‌که مهم‌ترین عواملی که در انجام POCTs نقش دارند، کنترل کیفی ابزارهای انجام این آزمایش‌هاست از این رو باید توسط آزمایشگاه تشخیص طبی و پرسنل متخصص در امور کنترل کیفی به‌صورت مستمر انجام شود؛ به نحوی که منجر به تصمیم‌گیری‌های مناسب بالینی و بهبود سریع بیمار گردد. از طرفی نظر به اهمیت و کاربرد گسترده آزمایش‌های بالینی به‌عنوان«انجام آزمایش‌های پزشکی در محل مراقبت»، پژوهش حاضر در تلاش است تا یک نگرش جامعی نسبت به فناوری‌های آزمایش بالینی فراهم نماید. به‌علاوه علی‌رغم اهمیت و کاربرد ابزارهای POCTs هنوز این نوع روش‌های نوین تشخیصی در کشور ما نیاز به بررسی بیشتر دارند. همچنین احتمال دارد که دستورالعمل صادر شده برای استفاده از این تست‌ها در مطب پزشکان یا دیگر مراکز مراقبت از بیماران و کلینیک‌ها دارای نقص‌هایی باشد(۲۰و۱۹). از سوی دیگر پروتکل سازمان جهانی بهداشت بیان داشته که تمام دستگاه‌ها و ابزارهای انجام POCTs می‌باید زیر نظر یک آزمایشگاه تشخیص پزشکی باشند. مقررات تنظیم شده توسط کمیسیون مشترک بین‌المللی نیز بر این امر تأکید نموده تا تمام POCTs های بیمارستانی، باید توسط آزمایشگاه مرکزی نظارت شده به نحوی که جنبه‌های مختلف پیش تحلیل، تحلیل و پس از تحلیل به‌صورت استاندارد انجام گرفته و توسط مسئول مربوط ارزیابی گردد(۲۲و۲۱). بررسی پیشینه‌ی مطالعات نشان می‌دهد که برخی متون دستاوردهای حاصل از بیوسنسورهای نقطه مراقبت در پزشکی و میزان کاربردهای آن در مراکز غدد(۲۰)، تست‌های تشخیصی نقطه مراقبت با رویکردی به مدیریت داده‌ها(۲۳) و موارد مشابه را ارزیابی نموده‌اند و پژوهشی که به‌صورت جامع کاربردهای مختلف آزمایش‌های بر بالین بیمار را مورد واکاوی قرار دهد، از سوی محقق مشاهده نشد. با توجه به اهمیت کاربردهای متعدد آزمایش‌های بر بالین بیمار در حوزه‌ی سلامت، پژوهش حاضر بر آن شد تا کاربردهای مختلف این فناوری را از منظر فنون رایج در حال حاضر، نحوه‌ی توسعه‌ی کنونی، بازار جهانی و چشم‌انداز آینده بررسی نماید، تا بتوان در راستای سیاست‌گذاری و ریل‌گذاری صحیح و مؤثر در نهاد متولی سلامت از آن استفاده کرد.

روش بررسی

پژوهش حاضر یک مطالعه‌ی مروری از نوع دامنه‌ای است. این روش به‌عنوان یک روش تحقیق نظام‌مند در پی تجمیع و خلاصه نمودن مطالعات قبلی و یک زمینه‌ی موضوعی که ممکن است دارای ابهام باشد، با به‌کارگیری فنون تحلیل و تفسیر به تبیین مفهوم، شناخت اجزا و برخی ویژگی‌ها و کاربردهای مقوله علمی می‌پردازد(٢٤). برای شناسایی محتوای علمی انتشار یافته در زمینه‌ی آزمایش‌های بر بالین بیمار (POCTs) پایگاه‌های اطلاعاتی مختلف از جمله Web of Science، Scopus و PubMed و همچنین موتورهای جستجوی Google Scholar،Google و دیگر منابع مرتبط نظیر Magiran و بانک اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی بهره برده شد و از واژگان point of care testing ,POCTs, LFIA, NAAT و معادل‌های فارسی آن‌ها استفاده شد. به‌علاوه جهت شناسایی واژگان کلیدی به سرعنوان‌های موضوعی پزشکی مراجعه و موارد مشابه در جستجو لحاظ گردید. معیارهای ورود به مطالعه، تمامی مطالعات پژوهشی و مروری فارسی و انگلیسی بودند که تا ۱ سپتامبر ۲۰۲۵ منتشر شده‌اند و به کاربردهای نوین آزمایش‌های بالینی تشخیص بیمار و روندهای جدید پرداخته‌اند. معیارهای خروج مطالعه‌ی حاضر، مقالات انتشار یافته به سایر زبان‌ها بود. ابزار گرداوری داده‌ها، چک لیست استخراج اطلاعات بود و بخش‌های مختلفی از جمله: عنوان مطالعه، نویسندگان و سال انتشار، نوع مطالعه، کاربردهای مختلف فناوری راهبرد یا استراتژی آینده ذکر شده و موارد مربوط از منابع مرتبط استخراج شد.

یافته‌ها

مطابق جدول ۱ بر اساس نتایج بررسی، یافته‌های پژوهش نشان داد که در

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

بین مطالعات منتخب از نظر نوع روش تحقیق، بیشترین میزان مقالات مروری بوده‌اند. به‌علاوه فناوری در درمان بیماری‌های دیابت، انفارکتوس میوکارد، نظارت بر سطح گلوکز خون توسط افراد دیابتی و سکته مغزی ایسمیک حاد به‌کار گرفته شده‌اند.

جدول ۱: کاربردهای نوین آزمایشات بر بالین بیمار و راهبردهای آینده

موضوع مقاله	نویسنده اول/سال نشر	نوع مطالعه	کاربردهای مختلف فناوری	راهبرد یا استراتژی آینده
آزمایش‌های بر بالین بیمار (POCT) (۲)	Luppa و همکاران(۲۰۱۱)	مروری	اندازه‌گیری مقادیر پایه گلوکز خون - سنجش‌های پیچیده انعقاد ویسکو الاستیک - کوتاه‌کردن زمان تصمیم‌گیری بالینی	- توسعه‌ی ابزارهای جدید POCT با رویکرد تکنیک‌های تحلیلی اساسی در حال گسترش‌اند. - وابسته‌بودن کاربرد آن‌ها در آینده به روندهای مراقبت‌های بهداشتی و حوزه‌های کاربردی جدید.
POCT در کشورهای در حال توسعه(۵)	Mitra و Sharma (۲۰۲۱)	مروری	کمک‌های درمانی بیماری، اقدامات پیشگیرانه، اقدامات نظارتی	- پذیرش و کاربرد بیشتر فناوری با ادغام تلفن‌همراه - چالش‌ها: آگاهی ضعیف بیماران، کمبود نیروی آموزشی و زیر ساخت‌های مراقبت‌های بهداشتی، عدم‌تمایل پزشکان به پذیرش فناوری جدید و محدودیت‌های فنی خاص مطرح.
حسگرهای زیستی در کاربرد POCT (۲۵)	Deng و همکاران(۲۰۱۶)	مروری	تبدیل شدن POCT به یک شاخص تشخیص آزمایشگاهی (IVD: In Vitro Diagnosis) - دارای پتانسیل بالایی در توسعه‌ی فناوری تست نقطه‌ای	با توسعه‌ی حسگر زیستی، فناوری اینترنت و ظهور فناوری جدید و یکپارچه POCT پیشرفت قابل‌توجهی دارد(حسگرهای مبتنی بر میکروسیال، مبتنی بر نانومواد، مبتنی بر تلفن‌همراه).
(POCT) و پزشکی آزمایشگاهی مبتنی بر شواهد desab-ecnedivE:MLBE enicidem yrotarobal بالینی(۱۴)	Florkowski و همکاران(۲۰۱۷)	مروری	فراهم‌آوری نتیجه سریع، عدم‌تاخیر در تصمیم‌گیری بالینی با زمان گردش کار کوتاه‌تر (Turnaround Time) و حمایت از تصمیم‌گیری بالینی	در برخی محیط‌ها مانند مناطق دور افتاده‌ی روستایی cl ممکن است در فاصله قابل‌توجهی قرار داشته باشد و در دسترس بودن به موقع تروپونین‌های قلبی و سایر آنالیت‌ها می‌تواند ارجاع به مراکز اصلی را تریاژ کند؛ بنابراین از هزینه‌های غیرضروری گران حمل‌ونقل بیمار جلوگیری می‌کند.
POCT ابزار ایده‌آل در پزشکی آزمایشگاهی کودکان(۲۶)	Wilson و همکاران(۲۰۲۱)	مروری	بهبود نتایج بالینی، کاهش زمان تشخیص مدت زمان اقامت و نیازهای حجم خون در بخش‌های مراقبت ویژه مانند اورژانس اطفال	حمایت از اجرای بالینی سیستم‌های POCT در تصمیم‌گیری بالینی کودکان، فراهم‌آوری تشخیص عفونت ویروسی و باکتریایی و اختلالات مهم گلوکز و الکترولیت و پیش آگاهی بیماری.
راهبردهای مدیریتی اتصال در یک سرویس POCT (۲۷)	Erasmus و همکاران(۲۰۲۱)	مروری	تشخیص و مدیریت بیماری‌ها، کاهش خطای تحلیلی از طریق آموزش اپراتور، عدم آسیب به بیمار، بهبود زمان چرخش با اتصال مطلوب و حمایت از پزشکان در تصمیم‌گیری سریع	پیشرفت‌های اخیر در فناوری‌هایی مانند 5G و هوش‌مصنوعی احتمالاً منجر تمرکز بیشتر بر مراقبت شخص در نتیجه تجزیه وتحلیل داده‌های بزرگ و توسعه الگوریتم‌ها گردد.
آزمایشات بر بالین بیمار INR POCT (۲۸) INR: International) (Normalized Ratio	Sant-Ana-Dusse و همکاران(۲۰۱۲)	مروری	هموستاز، نسبت نرمال شده بین‌المللی، کاربرد نوع نوین آزمایش‌های بر بالین بیمار INR POCT در تصمیم‌گیری بالینی حاد(سکته مغزی ایسمیک، قبل از عمل و در حین عمل جراحی قلب)	انتظار زیاد پزشکان در گنجاندن INR POCT در طی جراحی، آموزش به بیمار، تدوین اصول قانونی در قبال مسئولیت‌پذیری کیفیت آزمایش.
POCT در تشخیص کووید ۱۹ و سارس(۲۹)	Yin و همکاران(۲۰۲۲)	مروری	چرخه‌های آزمایش کوتاه، کنترل فرایند، تجزیه و تحلیل هم‌زمان نمونه‌ها	بهبود تشخیص با ترکیب دستگاه‌های میکروسیال با POCT (کارایی و سهولت تشخیص بیماری‌های ویروسی سارس و کووید) از طریق POCT های مبتنی بر میکروسیال LFA و NAAT. فراهم‌آوری تشخیص سریع و ارزیابی مرحله اپیدمی‌های ویروسی برای غلبه بر شرایط همه‌گیر و تشخیص سریع ضروری است.
آزمایشات بر بالین بیمار(۳۰)	Rocafort و Goble (۲۰۱۵)	مروری	استفاده از POCT در منزل جهت بهبود مدیریت بیماری و اثر بخشی هزینه مراقبت‌های بهداشتی دستگاه‌های موجود جهت مدیریت دیابت- فشارخون بالا نارسایی احتقانی قلب و ضدانعقاد	ادغام موفقیت آمیز POCT در خانه‌های بیماران منوط به تلاش هماهنگ انجام شده توسط همه اعضای تیم مراقبت‌های بهداشتی الزامی است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

جنبه‌های عمومی تست مراقبت(۳۱)	Ferreira و همکاران(۲۰۱۸)	مروری	آگاهی متخصصان سلامت از اهمیت مراحل حیاتی است؛ تمایل به سمت پیشرفت POCT نیازمند پیاده‌سازی ابزارهای مدیریت کیفیت نظیر شاخص‌های عملکرد برای اطمینان از نتایج است.	از دلایل اصلی تمرکز موضوع درخواست جهانی برای دردسترس‌بودن فناوری‌های بهداشتی به‌گونه‌ای که کاربرمحور باشند؛ اجرای موفق POCT برکار یک تیم چندرشته‌ای ضروری است.
تست‌های سرولوژی و ایمونولوژی COVID-19 (۳۲)	Ong و همکاران(۲۰۲۱)	مروری	کاربرد تست‌های سرولوژیکی برای نشانه‌های خاص(تظاهرات‌تأخیری‌بیماری‌آزمایش‌های‌سرولوژیکی)؛ وجودآنتی‌بادی‌علیه‌SARS-CoV-19احتمالاًنشان‌دهنده‌ی عفونت‌اخیر یا گذشته‌ی کووید۱۹ باشد.	تست‌های آنتی بادی با روش ایمونواسی جریان جانبی (LFA) دارای مزایای آسان و سریع هستند؛ ترکیب تشخیص مولکولی با آزمایش‌های سرولوژی ممکن است، تشخیص کووید ۱۹ را بهینه کند.
آزمایشات بالین بیمار با تأکید بر هوش‌مصنوعی(۳۳)	Pillay و همکاران(۲۰۲۵)	تحلیلی	POCT مبتنی بر هوش‌مصنوعی به‌ویژه در محیط‌های کم منابع، که در آن دسترسی را افزایش داده و نابرابری‌های مراقبت‌های بهداشتی را کاهش می‌دهد، زمینه خلاقیت و تحولات جدید را فراهم می‌نماید. به‌علاوه تحلیل بلادرنگ آزمایشات و بازخورد فوری را تسهیل می‌کنند.	POCT مبتنی بر هوش‌مصنوعی توانسته‌اند مزایای قابل‌توجهی نسبت به روش‌های سنتی، از جمله دقت بالاتر، نتایج سریع‌تر و بهبود کارایی گردش کاررا فراهم نمایند. در استفاده از این فناوری چالش‌هایی مانند حریم خصوصی داده‌ها، شفافیت الگوریتم و الزامات آموزشی باید برای تحقق کامل پتانسیل هوش‌مصنوعی در POCT رعایت گردد.
ادغام هوش‌مصنوعی با آزمایش‌های بر بالین بیمار (POCT)(۳٤)	Flynn و Chang (۲۰۲٤)	تحلیلی	در سطح تحلیل، هوش‌مصنوعی می‌تواند از طریق روشن‌سازی مسیرهای بیومولکولی مبتنی بر اومیکس، شناسایی نشانگرهای زیستی جدید و تجزیه و تحلیل ترکیبی چند آنالیتی، آزمایشات بالینی بیمار را بهبود بخشد. تسهیل انجام تحلیل‌های چندگانه و کمک به تشخیص بهتر.	چالش‌های فنی و اخلاقی در مورد پذیرش گسترده این فناوری‌ها، مانند امنیت داده‌ها، سوگیری الگوریتمی و رعایت مقررات مطرح هستند.
ترکیب فناوری یادگیری ماشین با آزمایش‌های بالینی(۳۵)	Han و همکاران(۲۰۲۵)	اکتشافی	در پلتفرم‌های حسگر غیرمتمرکز و سنجش‌های جریان جانبی، سنجش‌های جریان عمودی، آزمایش‌های تقویت اسید نوکلئیک و حسگرهای مبتنی بر تصویربرداری کمک کننده‌اند.	راهبرد رفع چالش‌های متعددی از قبیل موانع نظارتی، قابلیت اطمینان و نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی جهت پذیرش گسترده POCT بهبود یافته با ML در محیط‌های بالینی بیش از پیش باید مورد توجه قرار گیرد
پایش مداوم گلوکز در بزرگسالان به‌صورت بلادرنگ(۳٦)	Heinemann و همکاران (۲۰۱۸)	کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده	یک فناوری برجسته که در حال حاضر در روال بالینی پیاده‌سازی شده‌اند و به‌طور قابل‌توجهی به افزایش سهم بازار POCT به بیش از ۳۰٪ از کل بازار تشخیص آزمایشگاهی در پنج سال گذشته کمک کرده، پایش مداوم گلوکز (CGM: Continuous Glucose Monitor) است که اکنون به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد	با توجه به استفاده Real Time CGM و کاهش تعداد موارد هیپوگلیسمی را در افراد مبتلا به دیابت نوع ۱ که تحت درمان با nilusni fo sesod yliad elpitluM (IDM) بودند و دارای اختلال در آگاهی از هیپوگلیسمی یا هیپوگلیسمی شدید بودند، ظرفیت‌های و زیرساخت‌های مرتبط برای تقویت و استفاده از این ابزار باید تقویت گردد.
کاربرد نانوذرات در آزمایش‌های ایمونواسی در محل مراقبت (POCT)(۳۷)	Hou و همکاران(۲۰۲۳)	توصیفی	ایجاد دستگاه‌های POCT مبتنی بر کارتریج برای تشخیص اسیدهای نوکلئیک عوامل عفونی است. این کارتریج‌ها استخراج دقیق DNA/RNA باکتریایی یا ویروسی را تضمین می‌کنند و به دنبال آن PCR یا مرحله تکثیر ایزوترمال انجام می‌شود. همزمان، آن‌ها از آلودگی متقاطع اسیدهای نوکلئیک جلوگیری می‌کنند. این سیستم‌های به اصطلاح آزمایش اسید نوکلئیک (NAAT) برای شناسایی عوامل عفونی، پتانسیل زیادی برای پرکردن شکاف تشخیصی بین خدمات آزمایشگاهی متمرکز و بخش‌های اورژانس دارند.	در برنامه‌ریزی جهت استفاده از این فناوری چالش‌های نظیر جستجوی نشانگرهای جدید بیماری، با توجه به نیاز بالینی در شناسایی زودهنگام بیماری‌های(مزمن) که هنوز در مرحله قابل درمان هستند، و استحکام روش‌ها، به‌ویژه در مرحله‌ی پیش از تجزیه و تحلیل(با قابلیت بدون عارضه و قابل ردیابی) باید مورد توجه قرار گیرد

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

آزمایشات بر بالین بیمار بر تشخیص، درمان و نظارت بر عفونت‌های ویروسی قابل پیشگیری با واکسن(۳۸)	Liu و Lakshmanan (۲۰۲۵)	تحلیل	ابزارهای تشخیص ویروسی در محل مراقبت (POC) پیشرفت‌های قابل‌توجهی در تشخیص و مدیریت HPV ها ایجاد کرده‌اند. از جمله آن‌ها تشخیص مبتنی بر CRISPR: Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats و دستگاه‌های POC یکپارچه با گوشی‌های هوشمند هستند.	پیشرفت‌های آزمایش POC، از جمله تشخیص آنتی‌ژن/آنتی‌بادی و سنجش‌های مولکولی، از جمله کاربردهای مهم فناوری است و در عین‌حال بر تأثیر آن‌ها بر تشخیص، درمان و نظارت بر HPV هایی مانند MPOX: monkeypox، هپاتیت ویروسی، آنفولانزا، فلاوی‌ویروس‌ها(دنگ، زیکا و ویروس تب‌زرد) و COVID-19 موثر بوده است. نقش آزمایش‌های POC در نظارت بر عفونت ویروسی برای ردیابی پیشرفت بیماری و مدیریت شیوع بیماری در راهبردهای آتی باید مورد توجه قرار گیرد.

همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، یافته‌ها نشان داد که تنوع زیادی از دستگاه‌ها برای POCT استفاده می‌شوند.

جدول ۲: طبقه‌بندی انواع ابزارها و دستگاه‌های آزمایش بالینی POCT

نوع فناوری	اساس تجزیه و تحلیل	آنالیت‌ها
دستگاه‌های کوچک دستی یک‌بار مصرف	رفلکتانس	شیمی ادرار و خون
	ایمونواسی‌های جریان جانبی	برای عوامل بیماری‌های عفونی، نشانگرهای قلبی و hCG
دستگاه‌های کوچک دستی یک‌بار مصرف POCT با دستگاه مانیتورینگ	رفلکتانس	گلوکز(الکتروشیمیایی)
	رفلکتانس	شیمی خون
	پراکنش نور	انعقاد
	جریان جانبی، جریان مستقیم یا ایمونواسی‌های فاز جامد	نشانگرهای قلبی، داروها، CRP، تست‌های آلرژی و باروری
	ایمونوتوربیدومتری	HbA1c، آلبومین ادرار
	اسپکتروفتومتری	شیمی خون
	الکتروشیمیایی	pH، گازهای خون، الکترولیت‌ها و متابولیت‌ها
	فلورسانس، الکتروشیمی با PCR	pH، گازهای خون، الکترولیت‌ها، متابولیت‌ها، عوامل بیماری‌های عفونی
دستگاه‌های POCT بزرگ‌تر کارتریجی و رومیزی	الکتروشیمی	pH، گازهای خون، الکترولیت‌ها و متابولیت‌ها
	فلورسانس	pH، گازهای خون، الکترولیت‌ها و متابولیت‌ها
	اسپکتروفتومتری با طول موج‌های چندگانه	هموگلوبین و بیلی‌روبین
	فلورسانس	نشانگرهای قلبی، داروها و CRP
	امپدانس الکتریکی	شمارش کامل سلول‌های خونی (CBC)
	واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR)	باکتری‌ها و ویروس‌ها

اگرچه اکثریت قریب به‌اتفاق دستگاه‌ها از فناوری‌هایی استفاده می‌کنند که بیش از دو دهه پیش طراحی شده‌اند، بسیاری از آن‌ها از همان اصول تحلیلی استفاده می‌کنند که در آنالایزرهای آزمایشگاهی معمولی یافت می‌شود و باید اجزای کلیدی رابط کاربری اپراتور، سیستم‌های شناسایی بارکد، مکانیسم‌های تحویل نمونه و معرف، سلول واکنش، سنسورها، سیستم‌های کنترل و ارتباطات و مدیریت و ذخیره‌سازی داده‌ها در آن‌ها تعریف شده باشد(جدول ۲). به‌علاوه بررسی مطالعات نشان داد که ممکن است دستگاه‌های POCT به دو گروه دستگاه‌های دستی کوچک کمی، که اغلب از نوارهای کیفی یا کمی یا فناوری مشابه اما با دستگاه خواننده استفاده می‌کنند و دستگاه‌های رومیزی بزرگ‌تر که اغلب انواع دستگاه‌های مورد استفاده در آزمایشگاه‌های معمولی هستند،

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

طبقه‌بندی شوند. در گروه نخست، تست‌های تک پد یا چند پد که با فتومتری بازتابی یا الکتروشیمیایی خوانده می‌شوند، پدهای پیچیده‌تر که از بازتاب نور برای اندازه‌گیری استفاده می‌کنند و کاست‌ها یا کارتریج‌های ساخته‌شده که روش‌شناسی‌هایی مانند ایمونوکروماتوگرافی را در خود جای می‌دهند و به‌عنوان ایمونوسنسور استفاده می‌شوند، قرار داشته و محققان اذعان داشته‌اند که تمامی این دستگاه‌ها قابل حمل هستند و به‌همین دلیل، نحوه‌ی استفاده‌ی عملیاتی آن‌ها، اغلب توسط خود بیمار، با دستگاه‌های رومیزی بزرگ‌تر متفاوت است(۳۹). در نوع فناوری اول برای دستگاه‌های کوچک دستی یک‌بار مصرف، رفلکتانس اساس تجزیه و تحلیل است که در گروه آنالیت‌های شیمی ادرار و خون کاربرد دارد و تحلیل‌های ایمونواسی جریان جانبی نیز برای تشخیص عوامل بیماری‌های عفونی، مارکرهای قلبی و hCG استفاده شده‌اند. تحلیل در نوع فناوری گروه دوم علاوه بر رفلکتانس از پراکنش نور، ایمونوتوربیدومتری، اسپکتروفتومتری، الکتروشیمی، فلورسانس و الکتروشیمی با PCR نیز استفاده می‌نمایند؛ در صورتی‌که در گروه سوم دستگاه‌های POCT بزرگ‌تر کارتریجی و رومیزی، تجزیه و تحلیل بر اساس الکتروشیمی، فلورسانس، اسپکتروفتومتری با طول موج‌های چندگانه، امپدانس الکتریکی و PCR رایج‌تر است(۳۹).

همچنین از جمله نوآوری‌های مهم در زمینه تجزیه و تحلیل، ایجاد دستگاه‌های POCT مبتنی بر کارتریج برای تشخیص اسیدهای نوکلئیک عوامل عفونی است. این کارتریج‌ها استخراج دقیق DNA/RNA باکتریایی یا ویروسی را تضمین می‌کنند و به‌دنبال آن PCR یا مرحله تکثیر ایزوترمال انجام می‌شود. این سیستم‌های به اصطلاح آزمایش اسید نوکلئیک (NAAT) برای شناسایی عوامل عفونی، پتانسیل زیادی برای پر کردن شکاف تشخیصی بین خدمات آزمایشگاهی متمرکز و بخش‌های اورژانس دارند. توصیه شده است تا نظارت و مدیریت کنترل در محل شیوع رویدادهای عفونی می‌تواند تشخیص و درمان بیماران آلوده را تسریع شوند. فناوری‌های نوظهور برای دستگاه‌های POCT از عناصر تشخیص نوآورانه، تولید سیگنال بهبود یافته، کوچک‌سازی و شبکه‌سازی نوآورانه و همچنین شیمی سطحی پیچیده استفاده می‌شوند اما محققان اشاره نموده‌اند که با چالش‌هایی نظیر جستجوی نشانگرهای جدید بیماری، به‌ویژه در مراحل بالینی در شناسایی زودهنگام بیماری‌های(مزمن) که هنوز در مرحله قابل درمان هستند و مبحث استحکام روش‌ها، در مرحله‌ی قبل از تجزیه و تحلیل باید بدون عارضه و قابل ردیابی مورد توجه قرار گیرند(۴۰).

تمامی این دستگاه‌ها قابل‌حمل هستند و به‌همین دلیل، نحوه‌ی استفاده‌ی عملیاتی آن‌ها، اغلب توسط خود بیمار، با دستگاه‌های رومیزی بزرگ‌تر متفاوت است. به‌عنوان مثال، دستگاه‌هایی که نیاز به استفاده از نمونه خون کامل مانند نوار گلوکز دارند، اغلب نیازمندی به ظروف نمونه، برچسب‌گذاری یا خطاهای حمل و نقل را برطرف می‌کنند. در مقایسه با ابزارهای POCT بزرگ‌تر که ممکن است فاصله‌ای از بیمار داشته باشند، گروه نخست، تست‌های نواری مورد استفاده برای دستگاه‌های تک پد یا چند پدی هستند که می‌توانند تا ۱۰ آنالیت مختلف را با استفاده از فناوری بازتابشی اندازه‌گیری کنند. آن‌ها از نظر ساختاری تا حدودی ساده هستند و از پد مواد متخلخل مانند سلولز تشکیل شده‌اند که با معرف آغشته و سپس خشک می‌شوند. نمونه‌ها با فرو بردن(معمولاً درتجزیه و تحلیل ادرار) یا لکه‌گیری(معمولاً در مورد تجزیه و تحلیل قند خون) به دستگاه اضافه می‌شوند(۳۹). به‌علاوه دیگر انواع دستگاه‌های POCT نظیر پدهای چند لایه و ایمونواستریپ‌ها در زمره‌ی این گروه تقسیم‌بندی شده‌اند؛ نمونه‌های چند لایه، پدهای پیچیده‌تر از چند لایه تشکیل شده‌اند که بالایی‌ترین قسمت آن‌ها حاوی یک غشای نیمه تراوا بوده که از ورود گلبول‌های قرمز (RBC) به ماتریکس جلوگیری می‌کند. ایمنواستریپ‌ها نیز حسگرهای بیولوژیکی هستند که در آن‌ها عامل شناسایی آنتی بادی است که به آنالیت متصل می‌شود. تشخیص رویداد اتصال یا مبدل سیگنال معمولاً از طریق یک مکانیسم نوری، بازتابشی، اسپکتروفتومتری یا فلورسانس انجام می‌شود، اگرچه بررسی با چشم غیر مسلح نیز استفاده شده است(۳۹).

دستگاه‌های کوچک دستی یک‌بار مصرف آزمایش بر بالین با قابلیت پیمایش، نسل دیگری از ابزارهای تشخیص هستند که برای اندازه‌گیری گلوکز، ارزیابی نسبت نرمال‌شده‌ی بین‌المللی INR (International Normalized Ratio) و موارد قابل جابه‌جایی با استفاده از فناوری کارتریج یکپارچه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از نظر بالینی، POCT بیشتر برای اندازه‌گیری گلوکز استفاده می‌شود. این دستگاه‌ها بیوسنسوردار بوده و از آن جهت که تمامی آن‌ها از یک آنزیم به‌عنوان عامل شناسایی استفاده می‌کنند که گلوکزاکسیداز، هگزوکیناز یا گلوکز دهیدروژناز، با تشخیص فتومتری(بازتابشی) یا امروزه به‌طور فزاینده، الکتروشیمیایی است(۴۱). به‌طور کلی، تمامی نوارهای گلوکز مدرن نوعی از فناوری لایه ضخیم هستند که از چندین لایه تشکیل شده است و هر کدام عملکرد خاصی دارد. دستگاه‌های اندازه‌گیری رایج دیگری که در بین دو گروه بیماران

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

در خانه و متخصصان مراقبت‌های بهداشتی در کلینیک‌ها استفاده شده، جهت پایش درمان وارفارین یا کومادین و اندازه‌گیری PT (Prothrombin Time) که به‌صورت INR گزارش می‌شود، به‌کار رفته‌اند. این دستگاه‌ها از فناوری مشابهی برای آزمایش گلوکز خون استفاده کرده، اما به‌جای آن، زمان انعقاد پلاسما را در حضور معرف‌های خاص اندازه‌گیری می‌نمایند. این معرف‌ها شامل ترومبوپلاستین و کلسیم هستند که مسیر انعقاد خون را فعال می‌کنند. زمان انعقاد اندازه‌گیری شده با زمان انعقاد یک نمونه کنترل نرمال مقایسه می‌شود و نتیجه به‌عنوان INR محاسبه می‌گردد. INR معمولاً در محدوده‌ی نرمال ۲ تا ۳ برای بیماران درحال درمان با وارفارین قرار دارد. نمونه بارز این نوع فناوری، آنالایزر i-STAT (شرکت Abbott Point of Care، پرینستون، نیوجرسی) است که یک دستگاه قابل حمل است و در ابتدا برای اندازه‌گیری گازهای خون طراحی شده بود، اما اکنون منوی گسترده‌ای از جمله الکترولیت‌ها، گلوکز، کراتینین، پارامترهای انعقاد و نشانگرهای قلبی را شامل می‌شود(۴۱و۳۹).

به‌علاوه طیف دیگری از دستگاه‌های بزرگ‌تر مبتنی بر کارتریج و دستگاه‌های آزمایش بالینی در محل بستری بیماران نیز وجود دارند که می‌توان به دستگاه‌های مبتنی بر کارتریج، دستگاه‌های رومیزی کوچک، آنالایزرهای آزمایش مراقبت‌های ویژه، آنالایزرهای آزمایش هماتولوژی و ایمونولوژیک و آنالایزرهای تشخیص مولکولی اشاره کرد. در واقع تعداد زیادی از دستگاه‌های POCTs کمی و یک‌بار مصرف وجود دارند که از طراحی کاست یا کارتریج به‌جای نوارهای جریان جانبی استفاده می‌کنند. چندین سیستم مبتنی بر کاست برای اندازه‌گیری هموگلوبین توسعه یافته‌اند. در نمونه‌هایی از این سیستم‌ها طیف وسیعی از آنالیت‌های شیمیایی عمومی را با حجم نمونه بسیارکم اندازه‌گیری می‌نمایند. این دستگاه‌ها از یک روتور یک‌بار مصرف کوچک استفاده می‌کنند که حاوی تمام معرف‌ها و رقیق‌کننده‌های لازم برای انجام تعدادی آزمایش شیمیایی رایج مانند پنل متابولیک جامع است. آنالایزرهای آزمایش مراقبت‌های ویژه نیز به‌عنوان رایج‌ترین نوع آنالایزرهای رومیزی POCTs با منوی گسترده آنالیت‌ها هستند که می‌توانند در بسیاری از زمینه‌های بالینی مورد استفاده قرار گیرند. این دستگاه‌ها از همان نوع حسگرهای فناوری لایه ضخیم یا الکترودهایی که در نوارها توضیح داده شد، استفاده می‌کنند، اما در این مورد، حسگرها برای استفاده‌ی مجدد طراحی شده‌اند(۴۳و۴۲). آن‌ها از لایه‌های ضخیم خمیر و جوهر با استفاده از تکنیک‌های چاپ سیلکاسکرین ساخته می‌شوند تا حسگرهای منفرد یا چندگانه برای متابولیت‌ها، گازهای خون و الکترولیت‌ها تولید شوند. حسگرها با معرف‌ها و کالیبراتورها در یک کارتریج یا بسته‌ی واحد ادغام شده‌اند که در بدنه‌ی یک آنالایزر مراقبت‌های ویژه قابل حمل با اندازه کوچک تا متوسط قرار می‌گیرد. هر بسته حاوی معرف‌های کافی برای اندازه‌گیری تعداد مشخصی از نمونه در مدت زمان معینی است که پس از آن تعویضشان ساده است. دستگاه‌های کوچک رومیزی در حال حاضر برای انجام آزمایش‌های هماتولوژی و ایمونولوژیک در محل مراقبت دردسترس هستند. باز هم، آن‌ها اغلب نسخه‌های کوچک شده‌ی ابزارهای آزمایشگاهی هستند، اما این ابزارهای اصلاح شده همچنین از نظر پیچیدگی کاهش یافته‌اند؛ بنابراین خطر سوء عملکرد توسط پرسنل بدون آموزش فنی را نیز کاهش می‌دهند. طیف وسیعی از ابزارهای بررسی هماتولوژی شامل مواردی است که فقط هموگلوبین و تعداد گلبول‌های سفید را اندازه‌گیری می‌کنند. مفهوم آزمایش روی تراشه Limiting Oxygen Concentration (LOC) نیز به دستگاه‌هایی برای اندازه‌گیری هدفمند اسیدهای نوکلئیک در محل مراقبت، به‌ویژه برای شناسایی عوامل عفونی بیان شده است. دستگاه‌های LOC از صنعت میکروالکترونیک از طریق تکنیک‌های مینیاتوری‌سازی و ریزساخت‌سازی رشد کرده‌اند(۴۴). این نوع فناوری ویژگی‌هایی مانند میکروفیلترها، میکروکانال‌ها، میکروآرایه‌ها، میکروپمپ‌ها، میکروشیرها و تراشه‌های بیوالکترونیکی را در خود جای داده‌اند و تجزیه و تحلیل را در مقیاس‌های میکروسکوپی(یعنی ۱ تا ۵۰۰ میلی‌متر) انجام می‌دهند(۴۵). فناوری‌های جدید و نوظهور آزمایش در محل مراقبت در واقع نسل نوینی هستند که در این مدت زمان، با توجه به زمینه‌های جدیدی از فناوری ظهور یافته و پتانسیل قابل‌توجهی را برای توسعه‌ی نسل جدیدی از آزمایش‌های POCTs نشان داده‌اند. این فناوری‌های نوظهور شامل موارد مختلفی از جمله این موارد هستند(۳۹): ۱) میکروسیال‌ها: این فناوری‌ها بر استفاده از سیالات در مقیاس میکرو و نانومتر برای انجام آزمایش‌های تشخیصی متمرکز هستند. دستگاه‌های میکروسیال به‌دلیل اندازه‌ی کوچک، قابلیت حمل و مصرف کم نمونه، برای استفاده در محل مراقبت بسیار مناسب هستند. ۲) نانوبیوسنسورها: این حسگرها از نانومواد برای تشخیص مولکول‌های زیستی خاص استفاده می‌کنند. نانوبیوسنسورها به‌دلیل حساسیت بالا و قابلیت تشخیص طیف وسیعی از نشانگرهای زیستی، پتانسیل قابل‌توجهی برای توسعه‌ی ابزارهای تشخیصی جدید در محل مراقبت دارند. ۳) تلفن‌های هوشمند: نفوذ گسترده‌ی تلفن‌های هوشمند منجر به توسعه‌ی برنامه‌هایی شده

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

است که می‌توانند سیگنال‌های نوری تولید شده در آزمایش‌های تشخیصی را پردازش و تفسیر کنند و در نتیجه تلفن‌های هوشمند را به ابزارهای تشخیصی بالقوه تبدیل کنند(۳۹).

بحث

گسترش ابزارهای تشخیصی در بالین بیمار بدون شک اهمیت زیادی در حوزه‌ی سلامت و پیشگیری از هزینه‌های جانبی برای افراد دارد. محققان بر این باورند که پیشرفت‌های فناوری POCTs این امکان را در اختیار ارایه‌دهندگان خدمات بهداشتی و بیماران قرار داده تا در خصوص محل انجام آزمایش تصمیم‌گیری نمایند. در واقع این محیط‌ها می‌تواند در زمان مراقبت‌های اولیه(خانه، داروخانه، مراکز بهداشتی و..) یا در محیط مراقبت دوم یا سوم نظیر بخش اورژانس، واحد پذیرش یا بخش مراقبت ویژه صورت گیرد(۴۳). به‌علاوه این فناوری در جهت توسعه‌ی ایمنی غذایی و تشخیص بیماری به‌ویژه در مناطق با منابع محدود، حیاتی است. با وجود این چالش‌های گسترده‌ای در زمینه‌ی ساخت و کاربرد این فناوری‌های مقرون به‌صرفه وجود دارد. پژوهش حاضر بر آن شد تا با به‌کارگیری مطالعه‌ی مروری، چالش‌ها و راهبردهای مطرح شده در این زمینه را واکاوی نماید(۴۵و۴۴). نتایج پژوهش حاکی از آن است که ابزارهای LFA و اندازه‌گیری قندخون و تست بارداری بیشتر از بقیه محصولات POCTs در ایران گسترده شده است. به‌طورکلی بیان شده که اگرچه برخی شرکت‌ها در ایران پروانه ساخت دستگاه قندخون را دریافت کرده‌اند، فناوری ساخت تمام اجزای این دستگاه‌ها در ایران توسعه نیافته و همچنان اکثر مواد اولیه از خارج از کشور تأمین می‌شود. به‌علاوه کیت‌های IVD مولکولی در ایران به حدکافی توسعه نیافته است و از بازار حدوداً ۳۲۰ میلیون دلاری کیت‌های IVD در ایران حدود ۲۸۰ میلیون دلار به واردات تعلق می‌گیرد و چیزی در حدود ۴۰ میلیون دلار آن به تولیدات داخل اختصاص دارد که نشان‌دهنده‌ی پتانسیل بزرگی در خصوص توسعه‌ی این محصولات در کشور است(۲۶). تست‌های تشخیص سریع برای موارد محدودی پروانه ساخت و بهره‌برداری دریافت کرده‌اند. قابل ذکر است که علاوه برتست‌های تشخیصی از نوع سنجش‌های ایمنی توسعه تست‌های تشخیصی مربوط به بیماری‌های عفونی مثل HIV ,HBV ,CMV مورد‌نیاز است(۲۰).

در دیگر مطالعات، ذکر شده است که تشخیص عفونت ادراری بر بالین بیمار به‌ویژه در بیمارانی که به‌دلیل آسیب نخاعی و استفاده از سوند مکرراً مبتلا می‌شوند، از اهمیت بالایی برخوردار است(۴۶). با توجه به نقش مؤثری که آزمایش‌های بر بالین بیمار در حوزه‌ی سلامت دارند و از طرفی پرتکرار بودن این آزمایش‌ها، اندازه‌گیری HbA1C نیز از نظر مانیتورینگ دیابت به‌همراه آزمون کارایی (Proficiency Testing) می‌توانند گزینه‌های مناسبی برای توسعه‌ی POCTs در کشور باشند(۲۱). تحلیل نظرسنجی‌ها در زمینه‌ی تست‌های تشخیص در بالین بیمار نشان داده است که جامعه‌ی ایالات متحد آمریکا به‌شدت از توسعه‌ی این فناوری در سطح فردی حمایت نموده و در حوزه‌هایی نظیر مراقبت خانگی بیماران، مدیریت بیماری و پایبندی به درمان‌های پزشکی مؤثر واقع شده است و سطح نگرانی‌ها در این جامعه بیشتر به نداشتن پوشش بیمه‌ای در این فناوری قرار داشته است(۴۷). به‌علاوه دو تکنولوژی موفق و رایج در POCT و POCTهای مبتنی بر میکروسیال LFA و NAAT بودند. درواقع ایده‌ی اصلی تست‌های LFA در دهه ۱۹۵۶ توسط Plotz و Singer شکل گرفت. این دو شخص تکنولوژی LFA را توسعه دادند که به‌مرور زمان دستخوش تغییرات زیادی شد. در نهایت به‌عنوان یکی از موفق‌ترین فناوری‌های موجود در حوزه‌ی POCT شناخته شد(۵). همچنین Sharma و Mitra و محققان دیگری چون Kozel و Burnham-Marusich بیان داشتند که LFA یک روش مبتنی بر ایمونوکروماتوگرافی است که نقش قابل‌توجهی در تشخیص بیماری‌هایی از جمله سل، هپاتیت SARS-CoV-19، HIV و یا مالاریا دارد(۶و۵). محققان دیگر نیز تأکید کرده‌اند که این تست با جفت‌کردن آنتی‌ژن‌های خاص این عوامل عفونی به نانوذرات طلای کلوئیدی می‌تواند به‌سرعت و بدون نیاز به پیچیدگی‌های فنی مرسوم آزمایشگاهی وجود عوامل عفونی را در نمونه‌های بیمار تشخیص دهد. برای مثال در بیماری SARS-CoV-19 با استفاده از چند قطره خون به‌عنوان نمونه بیمار می‌تواند وجود این بیماری را تشخیص دهد. اگر نمونه خون بیمار حاوی آنتی‌بادی‌های مربوط به بیماری SARS-CoV-19 باشد، این آنتی‌بادی‌ها به آنتی‌ژن‌های ویروس SARS-CoV-19 متصل شده و در نهایت یک نوار قابل‌مشاهده به‌عنوان نتیجه تست رویت می‌شود(۵۰-۴۸). شواهد تحقیقات Columbia University نیز مدت زمان این تست‌ها را چیزی در حدود ۱۵ تا ۳۰ دقیقه بیان کرده‌اند(۵۱). با این وجود Yang و همکاران ذکر نموده‌اند که این فناوری از محدودیت‌هایی نیز برخوردار است که به‌دلیل سادگی بیش از حدآن‌هاست؛ زیرا برخی بیماری‌ها نیاز به سازوکار پیچیده‌تری

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

برای تشخیص دارند(۵۲).

یکی دیگر از فناوری‌های رایج حوزه‌ی POCTs تست‌های تکثیری اسیدنوکلئیک می‌باشد. این شیوه به‌دلیل حساسیت بسیار بالای آن عملکرد بهتری در تشخیص عوامل عفونی دارد. در واقع این نوع فناوری یک دستگاه PCR پرتابل که بر مبنای امواج مادون قرمز کار می‌کرد، توسط محققانی از دانشگاه کلمبیا ساخته شد و در دوران پاندمی کرونا نیز استفاده گردید. نتایج آزمایش‌ها در کمتر از ۲۳ دقیقه قابل خوانش بود(٤٧). روش PCR (واکنش زنجیره‌ای پلیمرازی) DNA یا RNA پاتوژن، ویروس و یا باکتری همانندسازی می‌شود که چندین نسخه از آن‌ها به‌وجود می‌آید که در نهایت این امر منجر به تشخیص از طریق سیگنال می‌شود. این فناوری برخلاف LFIA در زمانی‌که آنتی‌بادی‌ها هنوز به‌صورت انبوه تولید نشده‌اند، می‌تواند با استفاده از اسید نوکلئیک عامل عفونی منجربه تشخیص سریع‌تر بیماری شود. اگرچه در این روش خطاهایی نیز وجود دارد. به‌عنوان نمونه در صورت طراحی نادرست برای پرایمر در RT-PCR می‌تواند منجر به نتایج مثبت یا منفی کاذب شود. ازاین رو میکروسیالات با کنترل دقیق‌تر مایعات و مقیاس نزدیک آن‌ها به سلول‌های بدن تست‌ها را با دقت وسرعت بالاتری انجام می‌دهند(۱۳و٦و۵). همچنین این فناوری با کوچک‌سازی ابزارها و دستگاه‌های POCT منجر می‌شود که سیستم‌های پیچیده‌تری در فضای بسیار کوچک طراحی و پیاده‌سازی شوند. از NAAT های مبتنی بر میکروسیالات می‌توان به RT-PCR و LAMP اشاره کرد که در سال‌های اخیر برای شناسایی بیماری‌های عفونی به‌خصوص SARS-CoV-19 به‌طورگسترده‌ای استفاده شده است(۵۲و۵۰و٤۹). در مطالعات دیگر نیز راهبردهای نوآورانه آزمایشگاهی را برای تکمیل تقاضای خدمات درمانی از راه دور اشاره کردند که بر توسعه عفونت‌های مقاربتی (STI: Sexually transmitted infections)، بیماری مزمن کلیه (CKD: Chronic Kidney Disease) و غربالگری سرطان دهانه رحم که در دسترس هستند، تمرکز گسترده‌ای دارند و تأکید شده است تا جامعه آزمایشگاهی بر استراتژی‌های جمع‌آوری از راه دور برای مسیرهای آزمایش اضافی توسعه دهند تا ماهیت در حال تکامل پزشکی مجازی تسریع گردد(۳۹). همچنین تشخیص، درمان و نظارت به موقع بر عفونت‌های ویروسی برای مراقبت از بیمار و سلامت عمومی، بزارهای تشخیص ویروسی در محل مراقبت پیشرفت‌های قابل‌توجهی در تشخیص و مدیریت HPVها ایجاد شده است. این فناوری‌های پیشرفته با بهره‌گیری از نانوذرات در آزمایش‌های ایمونواسی، نتایج سریع و دقیقی را ممکن ساخته و با تسهیل تصمیمات درمانی به موقع، مراقبت از بیمار را بهبود بخشیده‌اند(۳۷). دیگر محققان تأکید داشته‌اند که ترکیب این ابزارهای با فناوری‌های نوین مثل یادگیری ماشین و هوش‌مصنوعی نتایج تشخیصی مطلوبی را ارایه می‌دهند. به‌عنوان نمونه در پلتفرم‌های حسگر غیرمتمرکز و سنجش‌های جریان جانبی، سنجش‌های جریان عمودی، آزمایش‌های تقویت اسید نوکلئیک و حسگرهای مبتنی بر تصویربرداری کمک فراوانی ارایه کرده‌اند اما موانع نظارتی، قابلیت اطمینان و نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی جهت پذیرش گسترده POCT باید مورد توجه قرار گیرند(۳۵).

نتیجه‌گیری

در مجموع می‌توان بیان داشت؛ اگرچه این دو فناوری به‌صورت گسترده رواج یافته‌اند، اما دچار محدودیت‌هایی در تشخیص برخی از بیماری‌ها به‌علت نقص در طراحی پرایمر می‌باشند. باتوجه به ظهور دیگر فناوری‌های مرتبط مثل میکروسیالات، توصیه شده است تا در طراحی این روش‌ها از فناوری میکروسیالات نیز استفاده شود. البته پیشرفت فناوری میکروسیال چشم‌انداز خوبی را در حوزه‌ی تست‌های نقطه مراقبت نوید می‌دهند. همچنین ترکیب موفقیت‌آمیز POCT در خانه‌های بیماران نیازمند ایجاد هماهنگی نهادهای ذی‌ربط از جمله اعضای تیم مراقبت‌های بهداشتی و سایر نهادهای متولی است. با توجه به توسعه‌ی فناوری، به‌کارگیری هم‌زمان این فناوری با تلفن‌همراه نیز زمینه‌ی پذیرش و کاربرد بیشتر فناوری را فراهم خواهد کرد. به‌علاوه ابزارهای فنی لازم تشخیصی خارج از آزمایشگاه وجود دارد و شواهد نشان داده که POCTs توانسته نتایج بالینی و اقتصادی بهتری را فراهم می‌آورد. از طرفی، تمایل فزاینده‌ای از سوی بیماران و سیاست‌گذاران برای توسعه‌ی مراقبت‌های بیشتر در نزدیکی محل زندگی و تشویق به مشارکت بیشتر بیماران در ارایه مراقبت وجود دارد. با این‌حال، همچنان نیاز به تولید دستگاه‌هایی است که کاربرپسند بوده و سطح خطا را کاهش دهند. تحلیل نتایج نشان داد که از نظر مشکلات و چالش‌های موجود برخی عوامل نظیر ضعف آگاهی بیماران، کمبود نیروی کار آموزش‌دیده، نبود زیرساخت‌های مراقبت‌های بهداشتی، عدم‌تمایل پزشکان به پذیرش فناوری جدید و محدودیت‌های فنی خاص مطرح هستند. دراین‌راستا توصیه می‌شود که مدیران و سیاست‌گذاران در این زمینه بسترهای مناسب را فراهم نمایند. همچنین کاربردهای POCTs نیاز به رویه‌های دقیق

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

مدیریت کیفیت برای اطمینان از دقت و قابلیت اطمینان نتایج برای مراقبت از بیمار دارند. در زمینه‌ی سنجش پیامدها نیز باید به‌این نکته توجه نمود که ارزیابی هر دو پیامد بالینی و اقتصادی مرتبط با اجرای POCTs برای ارزیابی اثربخشی کلی آن ضروری است.

References

1. Heidt B, Siqueira WF, Eersels K, Dilien H, Van-Grinsven B, Fujiwara RT, et al. Point of care diagnostics in resource-limited settings: A review of the present and future of PoC in its most needed environment. Biosensors 2020; 10(133): 1-23.

2. Luppa PB, Muller C, Schlichtiger A & Schlebusch H. Point-of-care testing (POCT): Current techniques and future perspectives. Trends in Analytical Chemistry 2011; 30(6): 887-98.

3. Rifai N. Tietz textbook of laboratory medicine-e-book: Tietz textbook of laboratory medicine-e-book. 7th ed. Netherland: Elsevier Health Sciences; 2022: 325-50.

4. Price CP. Point of care testing. British Medical Journal 2001; 322(7297): 1285-8.

5. Mitra P & Sharma P. POCT in developing countries. The Electronic Journal of the International Federation of Clinical Chemistry 2021; 32(2): 195-9.

6. Kozel TR & Burnham-Marusich AR. Point-of-care testing for infectious diseases: Past, present, and future. Journal of Clinical Microbiology 2017; 55(8): 2313-20.

7. Nabiolahi A, Khammari N & Keikha N. The top 100 highly cited articles of mucormycosis in patients with COVID-19: A scientometric study. Iranian Journal of Epidemiology 2023; 19(1): 47-59[Article in Persian].

8. Dochez AR & Avery OT. The elaboration of specific soluble substance by pneumococcus during growth. The Journal of Experimental Medicine 1917; 26(4): 477-93.

9. Uyoga S, George EC, Bates I, Olupot-Olupot P, Chimalizeni Y, Molyneux EM, et al. Point-of-care haemoglobin testing in African hospitals: A neglected essential diagnostic test. British Journal of Haematology 2021; 193(5): 894-901.

10. Chen P, Meng Y, Liu T, Peng W, Gao Y, He Y, et al. Sensitive urine immunoassay for visualization of lipoarabinomannan for noninvasive tuberculosis diagnosis. ACS Nano 2023; 17(7): 6998-7006.

11. Nabiolahi A, Koul F & Keikha N. Analysis of fungal infections and public community literature in Iran: A systematic review. Health Scope 2024; 13(1): e142408.

12. Rahimkhani M & Mordadi AR. Survey of the lethal effect of ciprofloxacin and supernatant isolated from staphylococcus aureus under the stress of ciprofloxacin on methicillin-resistant staphylococcus aureus strains isolated from clinical specimens. Journal of Payavard Salamat 2022; 15(6): 578-84[Article in Persian].

13. Bandalizadeh Z, Shokohi T, Moosazadeh M, Keikha N, Seyedpor H, Rabie-Rudsari M, et al. Multicenter cryptococcal antigen screening of HIV-infected patients in Iran. Current Microbiology 2020; 77(1): 1667-72.

14. Florkowski C, Don-Wauchope A, Gimenez N, Rodriguez-Capote K, Wils J & Zemlin A. Point-of-care testing (POCT) and evidence-based laboratory medicine (EBLM) - does it leverage any advantage in clinical decision making? Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences 2017; 54(7-8): 471-94.

15. Price CP & St-John A. The value proposition for point-of-care testing in healthcare: HbA1c for monitoring in Diabetes management as an exemplar. Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation 2019; 79(5): 298-304.

16. Gourlay A, Sutherland C & Radley A. Point-of-Care testing of HbA1c levels in community settings for people with established Diabetes or people at risk of developing Diabetes: A systematic review and meta-analysis. Primary Care Diabetes 2024; 18(1): 7-16.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

17. Atif M, Asghar S, Malik I, Ahmad N & Al-Worafi YM. Type 2 Diabetes management in developing countries. In book: Handbook of medical and health sciences in developing countries. New-York, USA: Springer, Cham; 2023: 1-13.

18. Precedence Research. Point-of-care testing (POCT) market size, report 2023 to 2032. Available at: https://www.precedenceresearch.com/point-of-care-testing-market. 2024.

19. Sachdeva S, Davis RW & Saha AK. Microfluidic point-of-care testing: Commercial landscape and future directions. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology 2021; 8(1): 602659.

20. Omidfar K, Ahmadi A, Syedmoradi L, Khoshfetrat SM & Larijani B. Point-of-care biosensors in medicine: A brief overview of our achievements in this field based on the conducted research in EMRI (endocrinology and metabolism research institute of Tehran university of medical sciences) over the past fourteen years. Journal of Diabetes and Metabolic Disorders 2020; 23(1): 1455-9.

21. Khan AH, Shakeel S, Hooda K, Siddiqui K & Jafri L. Best practices in the implementation of a point of care testing program: Experience from a tertiary care hospital in a developing country. EJIFCC: The Electronic Journal of the International Federation of Clinical Chemistry 2019; 30(3): 288-302.

22. Nichols JH. Point of care testing. Clinics in Laboratory Medicine 2007; 27(4): 893-908.

23. Asadi F, Moghaddasi H, Anvari M & Rabiei R. Diagnostic point-of-care (POC) tests with an approach to data management. Frontiers in Health Informatics 2021; 10(90): 1-6.

24. Munn Z, Peters MDJ, Stern C, Tufanaru C, Mc-Arthur A & Aromataris E. Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. BMC Medical Research Methodology 2018; 18(143): 1-7.

25. Deng W, Wang L, Song S & Zuo X. Biosensors in POCT application. Progress in Chemistry 2016; 28(9): 1341-50.

26. Wilson S, Bohn MK & Adeli K. POCT: An inherently ideal tool in pediatric laboratory medicine. EJIFCC: The Electronic Journal of the International Federation of Clinical Chemistry 2021; 32(2): 145-57.

27. Erasmus R, Sahni S & El-Sharkawy R. Connectivity strategies in managing a POCT service. The Electronic Journal of the International Federation of Clinical Chemistry 2021; 32(2): 190-4.

28. Sant-Ana-Dusse LM, Oliveira NC, Alves-Rios DR & Marcolino MS. Point-of-care test (POCT) INR: Hope or illusion? Revista Brasileira De Cirurgia Cardiovascular: Orgao Oficial Da Sociedade Brasileira de Cirurgia Cardiovascular 2012; 27(2): 296-301.

29. Yin B, Wan X, Muhtasim-Fuad-Sohan ASM & Lin X. Microfluidics-based POCT for SARS-CoV-19 diagnostics. Micromachines 2022; 13(1238): 1-20.

30. Goble JA & Rocafort PT. Point-of-care testing: Future of chronic disease state management? Journal of Pharmacy Practice 2015; 30(2): 229-37.

31. Ferreira CES, Guerra JCC, Slhessarenko N, Scartezini M, Franca CN, Colombini MP, et al. Point-of-care testing: General aspects. Clinical Laboratory 2018; 64(1): 1-9.

32. Ong DSY, Fragkou PC, Schweitzer VA, Chemaly RF, Moschopoulos CD & Skevaki C. How to interpret and use COVID-19 serology and immunology tests. Clinical Microbiology and Infection 2021; 27(7): 981-6.

33. Pillay TS, Khan AI & Yenice S. Artificial intelligence (AI) in point-of-care testing. Clinica Chimica Acta 2025; 574(120341): 1-12.

34. Flynn CD & Chang D. Artificial intelligence in point-of-care biosensing: Challenges and opportunities. Diagnostics 2024; 14(1100): 1-25.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]

35. Han GR, Goncharov A, Eryilmaz M, Ye S, Palanisamy B, Ghosh R, et al. Machine learning in point-of-care testing: Innovations, challenges, and opportunities. Nature Communications 2025; 16(3165): 1-33.

36. Heinemann, L, Freckmann, G, Ehrmann, D, Faber-Heinemann, G, Guerra, S, Waldenmaier, D, et al. Real-time continuous glucose monitoring in adults with type 1 Diabetes and impaired hypoglycaemia awareness or severe hypoglycaemia treated with multiple daily insulin injections (HypoDE): A multicentre, randomised controlled trial. Lancet 2018; 391(10128): 1367–77.

37. Hou F, Sun S, Abdullah SW, Tang Y, Li X & Guo H. The application of nanoparticles in point-of-care testing (POCT) immunoassays. Analytical Methods 2023; 15(18): 2154-80.

38. Lakshmanan K & Liu BM. Impact of point-of-care testing on diagnosis, treatment, and surveillance of vaccine-preventable viral infections. Diagnostics 2025; 15(123): 1-22.

39. Oliver NS, Toumazou C & Cass AE. Glucose sensors: A review of current and emerging technology. Diabetic Medicine 2009; 26(3): 197-210.

40. Plebani M, Nichols JH, Luppa PB, Greene D, Sciacovelli L, Shaw J, et al. Point-of-care testing: state-of-the art and perspectives. Clinical Chemistry and Laboratory Medicine 2025; 63(1): 35-51.

41. Schembri CT, Ostoich V, Lingane PJ, Burd TL & Buhl SN . Portable simultaneous multiple analyte whole-blood analyzer for point-of-care testing. Clinical Chemistry 1992; 38(9): 1665-70.

42. D-Orazio P. Biosensors in clinical chemistry. Clinica Chimica Acta 2003; 334(1-2): 41-69.

43. Bazydlo L & Landers JP. Microfabrication and microfluidics and their application to clinical diagnostics. In book: Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics. Netherland: Elsevier; 2012: 443-68.

44. Kricka LJ. Point-of-care technologies for the future: Technological innovations and hurdles to implementation. Point of Care The Journal of Near-Patient Testing and Technology 2009; 8(2): 42-4.

45. Liang L, Jiang Y, Liu F, Wu J, Tian L, Zhao S, et al. Smartphone flashlight-triggered covalent organic framework nanozyme activity: A universal scheme for visual point-of-care testing. Sensors and Actuators B: Chemical 2023; 381(1): 133422.

46. Larkins MC & Thombare A. Point-of-care testing. Available at: https//:www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK592387. 2025.

47. Rahimkhani M, Nikfallah A, Saberian M, Mordadi AR, Varmazyar S & Tavakoli A. Urinary tract infection in spinal cord injuries. Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research 2014; 7(2): 178-82.

48. Lilly CM, Wang Z, Dunlap D, Kaye J, Gohtard S, Teebagy S, et al. 2021 patient preferences for point of care testing survey: More acceptance and less concern. The Journal of Applied Laboratory Medicine 2022; 7(6): 1302-10.

49. Pokhrel P, Hu C & Mao H. Detecting the coronavirus (COVID-19). ACS Sensors Journal 2020; 5(8): 2283-96.

50. Yetisen AK, Akram MS & Lowe CR. Paper-based microfluidic point-of-care diagnostic devices. Lab on A Chip 2013; 13(12): 2210-51.

51. Columbia University: Columbia Engineering and Rover Diagnostics. Columbia's Covid-19 photonic test performs PCR faster than conventional systems. Available at: https://optics.org/news/13/7/38. 2022.

52. Yang SM, Lv S, Zhang W & Cui Y. Microfluidic point-of-care (POC) devices in early diagnosis: A review of opportunities and challenges. Sensors 2022; 22(1620): 1-33.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-03]