دوماهنامه طبّ جنوب
پژوهشکده زیست- پزشکی خلیج فارس
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
سال بیست و پنجم، شماره ۱، صفحه ۷۹-۵۰ (فروردین و اردیبهشت ۱۴۰۱)
Iran South Med J 2022; 25(1): 50-79

راهبردهایی برای آینده پزشکی ایران بر پایه یک مدل سناریونویسی

معصومه جرجانی (PhD)[۱ و ۲*]، سیدحسن مقدم‌نیا (PhD)[۳]، مجید اسدی (MD)[۴]، حسین قنبری (PhD)[۵]، مجید فصیحی‌هرندی (PhD)[۶]، ایرج نبی‌پور (MD)[۷ و ۸**]

[۱] مرکز تحقیقات نوروبیولوژی و گروه فارماکولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
[۲] عضو گروه آموزش پزشکی، فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران، ایران
[۳] عضو گروه علوم پایه، فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران، ایران
[۴] مرکز تحقیقات پزشکی هسته‌ای خلیج‌فارس، پژوهشکده علوم زیست پزشکی خلیج‌فارس، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران
[۵] گروه نانوفناوری پزشکی، دانشکده فناوری‌های نوین پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
[۶] گروه انگل‌شناسی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
[۷] عضو گروه آینده‌نگاری، نظریه‌پردازی و رصد کلان سلامت، فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران، ایران
[۸] مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج‌فارس، پژوهشکده علوم زیست پزشکی خلیج‌فارس، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران

(دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱۲/۷- پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۲/۱۵)

چکیده

زمینه: رشد فزاینده و شتابان تکنولوژی در عصر هوش مصنوعی و تأثیر آن در بروز تغییرات بنیادین و تحولات شگرف علوم مختلف شامل علوم زیست پزشکی و سلامت، ضرورت آینده پژوهی و طراحی مدلی مناسب را برای ترسیم آینده علوم پزشکی در ایران مطرح می‌سازد. در این پژوهش تلاش شده است تا با استفاده از مدل‌های معتبر آینده‌پژوهی، مدل مطلوبی برای آینده حوزه پزشکی و سلامت به تصویر کشیده شود به نحوی که این مدل بتواند تمامی رویدادهای محتمل اما غیرقطعی آینده در حوزه علوم پزشکی را با تمام پیچیدگی‌های مربوطه پوشش دهد.

مواد و روش‌ها: برای طراحی مدل، از روش سناریونویسی جی اوگیلوی استفاده شد. در این روش، گام‌های هشتگانه سناریونویسی در قالب پنج فاز اصلی مطالعه گنجانیده شد که فاز اول تحت عنوان رهیافت شناسایی به منظور شناخت پارادایم‌های پزشکی، فاز دوم یا رهیافت برون‌یابی جهت شناخت ابرروندها و فناوری‌های کلیدی مؤثر بر گسترهٔ پزشکی و سلامت، فاز سوم با عنوان رهیافت همگرایانه به منظور شناسایی موارد کلیدی محتمل ولی غیرقطعی (موارد با عدم قطعیت بحرانی) و دستیابی به منطق سناریو، فاز چهارم تحت عنوان رهیافت خلاقانه به منظور نگاشت سناریوها و مسیر فناوری، و فاز پنجم یا سیاستگزاری به جهت تدوین راهبردها و راهکارها، تعریف گردید.

یافته‌ها: در فاز اول مشخص شد که حوزه پزشکی در حال یک دگرگونی عظیم و گذار از پزشکی کنونی به سوی پزشکی سیستمی می‌باشد که تبلور این دگرگونی را می‌توان در قالب پزشکی فرادقیق مشاهده کرد. در فاز دوم با شناسایی و تحلیل ابر روندهای حوزه سلامت، روشن شدهمگرایی علم، فناوری و جامعه (Techenology and Society، Convergence of Knowledge، CKTS) در کنار ظهور فناوری‌های مرتبط و همسو با این همگرایی، دانش پزشکی را عمق زیادی بخشیده و در واقع پزشکی امروز را به سمت "پزشکی ژرف" سوق می‌دهد. در فاز سوم آشکار گردید که همگرایی علم و فناوری و جامعه همراه با پزشکی ژرف (فنوتیپ‌سازی ژرف در بیمار با استفاده از فناوری‌های امیکس چند گانه)، مهم‌ترین نقاط کلیدی و محوری هستند که عدم بروز و تحقق آن‌ها در آینده پزشکی، می‌تواند فاصله ما را با دنیای پیشرفته و روز آمد پزشکی و سلامت، بسیار زیاد نماید و به نوعی در این حوزه دچار بحران شویم. در فاز چهارم، بر پایه این مدل علمی و منطقی، چهار سناریوی محتمل برای آینده پزشکی ایران ترسیم گردید که در ایده آل‌ترین این سناریوها، پزشکی ژرف و همگرایی علم و فناوری و جامعه نمایان می‌گردد. برای دستیابی به این سناریوی ایده‌آل، در فاز پنجم (رهیافت سیاستگزاری)، سه راهبرد به دست آمد که شامل ۱) ایجاد مراکز و مناطق دانشی ویژهٔ علم، فناوری و جامعه به واسطه دانشگاه‌ها؛ ۲) جهت‌گیری به سوی سلامت دیجیتالی همراه با کاربرد هوش مصنوعی در گسترهٔ نظام سلامت؛ و ۳) ایجاد پیش‌ران‌های پزشکی فرادقیق (Precision Medicine) می‌باشند.

نتیجه‌گیری: بسترسازی، ایجاد زیر ساخت و آمادگی برای حصول پزشکی فرادقیق و سلامت دیجیتالی از الزامات و راهبردهای اصلی برای دستیابی به آینده مطلوب در گستره علوم پزشکی ایران می‌باشند. این امور مهم بایستی بسرعت مورد توجه سیاستگزاران و برنامه‌ریزان حوزه سلامت قرار گرفته و به‌عنوان اولویت‌های ملی در نظر گرفته شوند.

واژگان کلیدی: آینده‌نگاری، فناوری‌های همگرا، پزشکی فرا دقیق، سلامت دیجیتالی، سناریونویسی، پزشکی ژرف، پزشکی سیستمی

** بوشهر، مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج‌فارس، پژوهشکده علوم زیست پزشکی خلیج‌فارس، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران

E.mail: inabipour@gmail.com
*ORCID: 0000-0003-4790-4747
** ORCID:0000-0002-1785-0883

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

مقدمه

در جهان مملو از تغییرات پرشتاب فناورانه، به هم پیچیده شدن فاصله‌ها در بعد زمان و مکان، فزونی رقابت‌ها، این اندیشهٔ آینده‌نگارانه است که پیش‌نیاز بقاء و رشد سازمان‌ها، بنگاه‌های کسب‌وکار و کشورها قلمداد می‌شود. چنین است که کشورهای پیشرفته، با درک این واقعیت، بر سرمایه‌گذاری خود بر فعالیت‌های آینده‌پژوهشی در سطح جامعه اقدام کرده‌اند و شاهد ظهور ده‌ها بنیاد، اتاق فکر، بخش‌های دانشگاهی، دروس دانشگاهی، مجلات و شرکت‌های ویژه و طرح های تحقیقاتی در زمینهٔ آینده‌پژوهی هستیم (۱).

هر چند تفکر دربارهٔ آینده از دهۀ ۱۹۶۰ در سطح شرکت‌ها و بنگاه‌های تجارتی نفوذ کرد و از ۱۹۸۰ نیز مدیریت راهبردک در پی‌آمد برنامه‌ریزی راهبردی نمایان شد، امّا فعالیت‌های آینده‌پژوهی از دهۀ ۱۹۹۰ در سطح کشورهای شمال، به ویژه کشورهای اروپایی، رشد فزآینده‌ای یافته و سیمایی علمی به خود گرفته‌اند (۲).

از دیدگاه تاریخی، از اواخر دهۀ ۱۹۵۰ و اوایل دهۀ ۱۹۶۰، در آمریکا، به ویژه در بخش نظامی و دفاعی، فعالیت‌های آینده‌نگری آغاز شده بود و در اواخر ۱۹۷۰ نیز ژاپن برنامهٔ ملّی پیش‌بینی آینده علم و فناوری را با تحلیل روندها با شرکت هزاران خبره پی گرفت که تا سال ۱۹۹۱ هر پنج سال یک بار این فعالیت‌ها تکرار می‌شد. در اروپا نیز کشور فرانسه در اوایل دهۀ ۱۹۸۰، برنامه‌های آینده‌پژوهی خود را طرح ریزی نمود و سوئد و نروژ نیز به این جرگه اضافه شدند. امّا همانگونه که اشاره شد، این از دهۀ ۱۹۹۰ بود که بسیاری از کشورهای اروپا، به آینده‌پژوهی رویکردی مشتاقانه نشان دادند و آن را به عنوان ابزاری برای سیاست‌گذاری کلان خود برگزیدند (۳)؛ زیرا آینده‌پژوهی با یافت فرصت‌های پرپتانسیل و نیز گوشزد خطرات، سیاست‌گذاران را به شناسایی راهبردهایی که آینده را شکل می‌دهند، رهنمون می‌کند (۴).

آینده‌پژوهان این فعالیت‌ها را با ابزارهای کمّی و کیفی برای پایش نشانه‌ها و نمایه‌های روندها و پیشرفت‌ها انجام می‌دهند و از این رو، آینده‌پژوهی همچون ابزاری بسیار مهم و سودمند در سیاست‌گذاری نقش ایفا می‌کند (۵). همچنین از آنجا که مفاهیم توسعهٔ پایدار و نظام نوآوری در نگاشت برنامه‌های راهبردی سیاست‌های ملّی و فراملّی نقش عمده‌ای بازی می‌کنند، این مفاهیم نیز در همه برنامه‌های آینده‌نگاری فناوری، نمود درخشنده‌ای می‌یابند (۶ و ۷).

آینده‌نگاری گستره‌ای است که فعالیت‌های سیاستی و عقلانی را در برگرفته و بر روی زوایای روانشناسانه، اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و حیات فرهنگی نظر می‌کند. در نتیجه، آینده‌نگاری می‌تواند فعالیتی در عرصه منطقه‌ای، ملّی، بین‌المللی، میان بخشی و یا فرابخشی؛ باشد که نتیجهٔ این فرآیند در تصمیم‌گیری‌های سیاستی جامعه به کار خواهد آمد (۱).

به زبان دیگر، براساس منطق آینده‌پژوهی، آینده‌های متنوعی وجود دارند، که می‌توان با فرآیند آینده‌نگاری علم و فناوری، آن‌ها را شکل داده و با رهبری فرآیندها و روندها، جامعه را به سمت آینده مطلوب، هدایت کرد.

امروزه انجام فعالیت‌های آینده‌پژوهی نیز در گسترهٔ علوم پزشکی بسیار رایج شده است و در بسیاری از کشورها از دهۀ ۱۹۹۰، به سوی آینده‌نگاری سوق یافته‌اند (۸). از آنجا که مفاهیم عدم قطعیت (Uncertainty) و پیچیدگی (Complexity) در گسترهٔ سلامت نمود برجسته‌ای دارند، بنابراین فعالیت آینده‌نگری در این گستره تلاش می‌نماید که زنجیرهٔ پیچیدهٔ «علت و معلول‌ها» را کشف و از این طریق، نیروهای شکل دهنده به آینده را شناسایی کرده و

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

اقدام‌های سنجیده‌ای برای ساختن آینده، با کم رنگ کردن اثر عدم قطعیت، به انجام رساند (۹). بدین منظور، شاهد روند رو به افزایش فعالیت‌های آینده‌نگاری در گسترهٔ علوم زیستی و زیست پزشکی هستیم (۱۳-۱۰). از روندهای نوین در فرآیند آینده‌نگاری در گسترهٔ سلامت و علوم زیست پزشکی، گرایش این گستره‌ها به کاربرد روش سناریونویسی برای ترسیم آینده‌های چندگانه می‌باشد که می‌توان نمونه‌های آن را در عرصهٔ پزشکی آکادمیک (۱۴)، ارائه مراقبت‌های سلامت (۱۵)، مراقبت‌های اولیه (۱۶)، علوم زیستی (۱۰)، آموزش پزشکی (۱۷) و سیاست زیستی (۱۸) یافت نمود.

هر چند شیوه‌های گوناگونی برای تحلیل سناریو و سناریونویسی در فعالیت‌های آینده‌نگاری به کار می‌رود ولی عمدهٔ روش‌شناسی سناریونویسی متأثر از کارهای پیتر شوارتز، مدیر شبکهٔ کسب‌وکار جهانی و همکار وی جی‌اوگیلوی می‌باشد (۱۹ و ۲۰).

جی‌اوگیلوی در مجلهٔ مشهور فوربز در سال ۲۰۱۵، به توصیف سادهٔ روش‌شناسی طراحی سناریو پرداخته است.

در این مطالعه تلاش شده است از شیوهٔ روش‌شناسی سناریونویسی پیتر شوارتز و جی‌اوگیلوی که در دانشکدهٔ کسب‌وکار هاروارد تدریس می‌شود (۲۱) استفاده شود؛ هر چند که به فرازهایی از شیوه‌های دیگر نیز پرداخته شده است. در این بخش تلاش شده است تا نمونه‌هایی از کار آینده‌پژوهی در حوزهٔ زیست پزشکی، در قالب هشت گام این مدل سناریونویسی، ارائه گردد. در ادامهٔ مدل سناریونویسی معرفی شده در قالب طرح آینده‌پژوهی در گسترهٔ آیندهٔ پزشکی منظور می‌شود و به ابرروندهای حاکم بر جهان پزشکی و بوم زیست سلامت پرداخته شده و فناوری‌های کلیدی در این حوزه‌ها مورد کنکاش قرار می‌گیرند. سپس بر اساس ماتریسی از ابرروندها و فناوری‌هایی کلیدی در گسترهٔ سلامت، سناریوهای آیندهٔ پزشکی ایران ترسیم می‌شوند. آن‌گاه راهبردهای ایده‌آل‌ترین سناریو، براساس چهارچوب‌ها و زیر ساخت‌های موجود در نظام سلامت کشور، ارائه می‌گردد و در زیر هر راهبرد نیز راهکارهای اجرایی آن‌ها پیشنهاد می‌شوند.

روش کار

رهیافت کلی کار در این پژوهش به پنج فاز رهیافتی شکسته شد که شامل رهیافت شناسایی (فاز اول) جهت شناخت پارادایم‌های پزشکی، رهیافت برون‌یابی (فاز دوم) جهت شناخت ابرروندها و فناوری‌های کلیدی گسترهٔ پزشکی و سلامت، رهیافت همگرایانه (فاز سوم) جهت یافت عدم قطعیت‌های بحرانی و دست‌یابی به منطق سناریوها، رهیافت خلاقانه (فاز چهارم) جهت نگاشت سناریوها و راه فناوری و رهیافت سیاست‌گذاری (فاز پنجم) جهت تدوین راهبردها و راهکارها بود. آنگاه در زیر هر فاز رهیافتی، گام هایی بر اساس روش سناریو نویسی پیتر شوارتز و جی‌اوگیلوی که در دانشکدهٔ کسب‌وکار هاروارد تدریس می‌شود (۲۱) تدوین گردید (تصویر ۱).

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]



تصویر ۱) هشت گام پیشنهادی جی‌اوگیلوی در سناریونویسی

فاز اول: رهیافت شناسایی

گام اول: کانون مورد توجه (مورد تصمیم) Focal Issue

فرایند سناریو با نقاط اصلی قابل تمرکز (یا کانون‌های مورد توجه) در ارتباط با مشکل موجود، آغاز شد. نقطهٔ مورد تمرکز در مسئلهٔ مورد نظر، همان است که می‌بایست برای آن تصمیم گیری شده و در نهایت مدیریت شود (۲۲). در این‌گام از پژوهش، نقاط قابل تمرکز (کانون‌های مورد توجه) نشانه‌گذاری گردید.

گام دوم: عوامل کلیدی (Key Factors)

پس از تعیین نقاط (کانون‌های) مورد توجه، با شیوهٔ – بارش افکار (Brainstorming) می‌توان به فهرستی از عوامل تأثیرگذار بر مورد کانونی دست یافت. هنگامی که تیم پژوهش ۳۰ تا ۴۰ عامل کلیدی را فهرست نمایند به مواردی می‌رسند که تاکنون چندان آشکار نبوده‌اند مانند شناسایی یک گسترهٔ رقابتی جدید و یا فناوری مرزشکن نوین (۱۹).

فاز دوم: رهیافت برون‌یابی

گام سوم: نیروهای بیرونی (External Forces)

در گام دوم و پس از شناسایی عوامل کلیدی درونی عوامل پیش‌ران بیرونی، مورد پیمایش قرارگرفتند. این عوامل برخلاف پیش‌ران‌های درونی، اثر مستقیمی بر کانون مورد توجه ندارند و معمولاً می‌بایست از طریق پژوهش و پیمایش محیطی به آن‌ها دست یافت و می‌توان آن‌ها را در ساختاری همچون STEEP (اجتماعی=S، فناوری=T، زیست محیطی=E، سیاسی=P) جای دارد (۸). این عوامل عمدتاً سیمای کلان روندها را از خود نشان می‌دهند.

هر چند که شناسایی عوامل پیش‌ران بیرونی نیاز به پژوهش دارد ولی تا اندازه‌ای نیز به خلاقیت و تخیل نیاز می‌باشد. در هر صورت، ماحصل فعالیت تیم سناریونویسی، فراهم آوردن ۷۰ تا ۸۰ عامل کلیدی و پیش‌ران درونی و بیرونی است که گردآوری این عوامل و نیروهای پیش‌ران نیز باید تا حدی پیش برود و فراتر

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

از آن حد دیگر منطقی نیست در تحلیل سناریونویسی از آن‌ها استفاده کنیم (۱۹).

فاز سوم: رهیافت همگرایانه

گام چهارم: عدم قطعیت‌های بحرانی (Critical Uncertainities)

در این گام، عوامل کلیدی و نیروهای بیرونی (عوامل پیش‌ران بیرونی) که در دو گام اخیر یافت شدند بر اساس دو معیار رتبه‌بندی گردیدند؛ یکی درجهٔ اهمیت آن‌ها برای مورد کانونی که در گام نخست گزینش شده است و دوم درجهٔ عدم قطعیت آن‌ها. در حقیقت، در این گام از سناریونویسی، سعی شد تا بین عوامل کلیدی و تأثیرگذار حاصل از بارش افکار و عوامل بیرونی شناسایی شده، بر اساس دانش و تجربه و قضاوت صحیح، تعادلی برقرار نمود.

رتبه‌بندی بر اساس دو معیار اهمیت و عدم قطعیت، یک فهرست کوتاه از عدم قطعیت‌های بحرانی را عرضه می‌دارد (۲). این گام در سناریونویسی بسیار حیاتی است زیرا یافت و درج عوامل با عدم قطعیت است که تفاوت میان سناریوهای گوناگون را تعیین خواهد کرد، چون که عوامل پیش‌ران و از پیش تعیین شده دیگر (عوامل با عدم قطعیت بحرانی) در همهٔ سناریوها یکسان هستند (۲۳ و ۲۴).

گام پنجم: منطق سناریو (Scenario Logics)

خوشه‌بندی نیروهای پیش‌ران و عوامل کلیدی دو گام اخیر و کاهش آن‌ها به دو یا سه گستره با ماهیت عدم قطعیت بحرانی، اساس سناریوها را خواهد ساخت (۲۳). به زبان دیگر، بر اساس فضای رتبه‌بندی دو بعدی که در یک سو «سطح اثر» (بالا/ پایین) و در سوی دیگر «سطح عدم قطعیت» (بالا/ پایین) وجود دارد، اعضاءِ تیم سناریونویسی، مهم‌ترین و غیرمحتمل‌ترین (عدم قطعیت) عوامل را معین ساختند تا در ساخت سناریوهای بعدی به کار آیند. این همان رهیافتی است که توسط پیتر شوارتز نیز پیشنهاد شده است (۲۰).

در حقیقت، در این گام، پس از جمع‌آوری رأی اعضاءِ تیم، در خصوص اولویت‌بندی عوامل با عدم قطعیت بحرانی، گروه می‌بایست بر دو عامل بحرانی با بالاترین درجه عدم قطعیت به توافق برسد تا بتواند ماتریکس ۲×۲ خود را ترسیم نماید. بر اساس همین ماتریس است که منطق سناریو از عناوین برگزیده بر این دو محور سامان می‌یابد (۱۹). بدین‌سان، گروه سناریونویس می‌تواند از تعداد قابل توجهی از تصاویر آینده‌های ممکن به دو یا چند نمای ترسیمی ازآینده، متمرکز شده و به بینش‌های راهبردی دست یابد.

فاز چهارم: رهیافت خلاقانه

گام ششم: سناریوها (Scenarios)

جهت ترسیم یک نمودار سناریویی و روایت داستان آن، طراحان سناریو به ساختار علیتی نیز توجه نشان داده و هر سناریو را با رویدادها، روندها، عوامل پیش‌ران کلیدی و الگوهایی که در گام‌های دوم و سوم به آن‌ها دست یافته بودند، آمیخته شدند و همهٔ این عوامل کلیدی و بیرونی پیش‌ران را برای هر سناریو مورد توجه قرارگرفتند. سپس تمام بخش‌های گوناگون سناریو همچون داستانی به یکدیگر ممزوج شد.

فاز پنجم: رهیافت سیاستگذاری

گام هفتم: دلالت‌ها و گزینه‌ها (Implications and options)

بعد از طراحی سناریو و به منظور تدوین راهبردها، بین یک ماه تا دو ماه بعد از کارگاه اول، کارگاه دومی ساماندهی

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

گردید که هدف آن ترسیم دلالت‌های هر سناریو و یافت گزینه‌های راهبردی مناسب آن دلالت‌ها می‌باشد. در این کارگاه، سناریونویسان به هر سناریو به عنوان یک زمین بازی که می‌بایست بازی‌ها درآن‌ها طراحی شوند، نگریسته و در بازی با هر سناریو، به پیامدهای آن نیز پرداخته شد. سپس فهرست‌هایی از گزینه‌های راهبردک مناسب هر سناریو مهیا گردیده آنگاه آن گزینه‌های راهبردی که در تمام یا عمدهٔ فهرست‌ها یافت می‌شوند به عنوان گزینه‌های راهبردی خوب قلمداد گردیده و بی‌درنگ کار بر روی آن‌ها آغاز گردید.

گام هشتم: نشانگرهای نخستین (Early indicators)

نشانگرهای نخستین بسیار مهّم هستند زیرا می‌توان بر پایهٔ آن‌ها از یک مجموعه سناریو به یک راهبرد واحد (در زمانی که نمی‌توان یک راهبرد واحد را مورد شناسایی قرار داد) میل کرد. به زبان دیگر، در هنگامی که نتوان یک راهبرد نیرومند را شناسایی نمود می‌توان با بررسی آنچه در قلب هر سناریو انجام یافتنی است نشانگرهای نخستین را پیدا کرد. همین نشانگرهای نخستین هستند که ما را قادر می‌سازند که تصمیم بگیریم آیا در مسیر یک سناریو یا سناریویی دیگر گام برداریم.هنگامی که نشانگرهای کافی برای اطمینان از این که کدامیک از سناریوها رو به انجام هستند دریافت شد، آنگاه مناسب‌ترین راهبرد آن سناریو را نیز می‌توان اتخاذ و پیاده نمود (۲۱).

از سناریو به راهبرد

سناریوها به خودی خود راهبردها را تعیین نمی‌کنند. یک راهبرد می‌بایست در پرتو مجموعه‌ای از سناریوها توسعه یابد. به عنوان مثال، می‌توان انواع سناریوها را مانند دسته‌های متفاوتی از کارت‌های بازی دانست. شیوه بازی با این کارت‌ها، راهبرد نامیده می‌شود. لذا برای حرکت و رسیدن از سناریو به راهبرد، شیوه‌های مختلفی وجود دارد که انجام این شیوه‌ها بسیار مهم است. برای حفظ حیات سازمان و تداوم بقای آن، بایستی به راهبردی دست یافت که در حد بالایی قابلیت اجرا با سناریوهای متفاوت را داشته باشد. با این دیدگاه، در ادامه پروژه، راهبردهای مربوط به بهترین سناریو تدوین گردید و راهکارهای ویژه هر راهبرد نیز تعیین شدند.

یافته‌ها و بحث

فاز اول: رهیافت شناسایی

پارادایم‌های پزشکی

در رهیافت شناسایی (فاز اول) آینده‌پژوهی، چهار پارادایم تکاملی برای پزشکی آینده مورد شناسایی قرار گرفتند که شامل پزشکی سیستمی (Systems medicine)، پزشکی P4، پزشکی فرادقیق (Precision medicine) و پزشکی ژرف (Deep medicine) بودند.

امروزه به دانش بیولوژی و در نتیجه پزشکی، به صورت دانش اطلاعات، نگریسته می‌شود. اطلاعات در دو بخش نهفته هستند، بخشی از اطلاعات در ژنوم و بخشی دیگر نیز از محیط زیست ارگانیسم برمی‌خیزد. علم نوپای بیولوژی سیستمی در پی آن است که یک رهیافت کل نگر، همه جانبه و یکپارچه ایجاد کند. چنین تغییر پارادایمی در دانش بیولوژی موجب ایجاد تغییر در پارادایم فلسفهٔ پزشکی گردیده است و پزشکی آینده به سوی پزشکی سیستمی[1] گام برمی‌دارد. پزشکی سیستمی در حقیقت برخاسته از تفکر بیولوژی سیستمی

[1] Systems Medicine

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

است که با رهیافتی سیستمی به سلامت و بیماری نظر می‌کند.

در فلسفهٔ پزشکی سیستمی، شبکه‌های پیچیده‌ای وجود دارند که بر یکدیگر بر هم‌کنش دارند. این شبکه در یک سطح می‌تواند ملکول‌های زیستی باشند که در مسیرهای بیولوژیک با یکدیگر به صورت بسیار پیچیده‌ای بر هم کنش دارند. خود این شبکه‌های بر هم کنشی، تشکیل شبکه‌ای بزرگ‌تر شامل گسترهٔ متنوعی از ملکول‌های زیستی می‌دهد که با شبکه‌ی بیماری‌ها بر هم‌کنش دارد. در شبکهٔ بیماری‌ها، هر بیماری از بیماری‌های دیگر اثر پذیرفته و با بر آن‌ها اثر می‌گذارد و در حقیقت در این شبکهٔ در هم تنیده، هر بیماری نقش یک گره با پیوندهای پیچیده را ایفا می‌کند و با دیگر بیماری‌ها بر هم کنش دارد. خود این شبکهٔ بزرگ با شبکه‌ای بزرگ‌تر از عوامل زیست – محیطی، اقتصادی و اجتماعی درحال بر هم‌کنش است و همهٔ این شبکه‌ها در این سه سطح، تشکیل شبکه‌ای از شبکه‌ها را می‌دهند.

بر اساس تئوری مفهومی پزشکی سیستمی، بیماری برخاسته از پیامد "شبکه‌های آشوب زده با بیماری" در ارگان دچار بیماری است که از یک یا تعدادی شبکه آشوب زده با بیماری به بسیاری دیگر (با پیشرفت بیماری) سرایت می‌کند. این آشوب‌های اولیه ایجاد شده در بیماری، ممکن است ژنتیکی (مانند جهش‌ها) و یا محیطی (مانند ارگانیسم‌های عفونی) باشند. این آشوب، اطلاعاتی را که در این شبکه‌ها به صورت پویا بیان می‌شوند تغییر داده و این تغییر در جریان پویایی اطلاعات، می‌تواند پاتوفیزیولوژی بیماری را توصیف نموده و رهیافت‌های نوینی را در تشخیص و درمان ارائه دهد.

با این دیدگاه نسبت به بیماری، مطالعات پاتوژنز بیماری که در سطح شبکه از طریق رهیافت سیستمی انجام می‌پذیرند، می‌توانند از طریق هدف قرار دادن این "شبکه‌های آشوب زده با بیماری "راهبردهای بهتری را جهت تشخیص و درمان، عرضه نمایند.

برای شناخت و درک در این پیچیدگی‌ها و شناسایی شبکه‌های آشوب‌زده با بیماری و فراهم آوردن اطلاعات زیستی، ما نیاز به فناوری‌های بس پیچیده و برتر همانند آنالیز تک سلولی، تصویربرداری‌های ملکولی، توالی‌یابی ژنوم ، فناوری‌های پروتئومیکس و ترانس کریپتومیکس و دیگر فناوری‌های امیکس داریم تا بتوانند در کمّی‌سازی اطلاعات بیولوژیک و رازگشایی از شبکه‌های بیولوژیک ما را یاری نمایند. با این فناوری‌ها، طیّ چند سال آینده هر فردی با ابری حاوی میلیاردها داده بیولوژیک نقطه‌ای احاطه خواهد شد که برای تبدیل آن‌ها به دانش، نیازمند فناوری و ابزارهای ریاضیاتی و محاسباتی پیشرفته هستیم و این همان است که امروزه آن را تبدیل داده‌های بزرگ به دانش[2] می‌نامند.

با این دیدگاه هرگز نباید پزشکی سیستمی آینده را "پزشکی ژنومیک" نامید. زیرا پزشکی ژنومیک تنها یک وجه از ماهیت پزشکی سیستمی است که به اطلاعات نهفته در اسیدهای نوکلئوئیک می‌پردازد. در حالی که پزشکی سیستمی یک دیدگاه جامع و کل‌نگر است که از تمام گونه‌های اطلاعات بیولوژیک (مانند DNA، RNA، پروتئین‌ها، متابولیت‌ها، ملکول‌های کوچک، بر هم کنش‌ها، سلول‌ها، ارگان‌ها، افراد، شبکه‌های اجتماعی و پیام‌های زیست محیطی بیرونی) استفاده می‌کند و آن‌ها را به گونه‌ای یکپارچه می‌سازد که به مدل‌های کنش‌پذیر[3] و پیشگویی کننده برای سلامت و بیماری تبدیل می‌شوند.

[2] Big Data to Knowledge
[3] Actionable

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]
[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

همگرایی رهیافت‌های سیستمی به بیماری‌ها، فناوری‌های برتر، تصویرنگاری و اندازه‌گیری‌های نوین و ابزارهای محاسباتی و ریاضیاتی جدید، موجب تولد پزشکی سیستمی آینده خواهند شد که بیش از آنکه منتظر شود که بیماری بر فرد چیره شود تا واکنش نشان دهد، طی ۱۰ سال آینده مدلی ارائه خواهد داد که پزشکی ماهیت فردگرایانه[۴]، پیشگویی کنندگی[۵]، پیشگیرانه[۶] و مشارکت جویانه[۷] خواهد داشت که نه تنها هزینه – اثر بخش‌تر خواهد بود بلکه به صورت فزاینده‌ای نیز بر تندرستی تمرکز خواهد کرد. این مدل مفهومی ارائه شده از پزشکی سیستمی که P4 نامیده می‌شود، توسط لروی ای هود (Leroy E. Hood) و دیوید جی گالاس (David J. Galas) ارائه شده است.

فناوری‌های با توان عملیاتی بالا[۸] جهت توالی‌یابی DNA و آنالیز ترانس کریپتوم‌ها، پروتئوم‌ها و متابولوم‌ها، بنیانی را برای آشکارسازی ساختار، تنوع و عملکرد ژنوم انسانی و ارتباط آن‌ها با سلامت و بیماری فراهم آورده‌اند. کارایی بالای توالی‌یابی DNA، امکان آنالیز مقادیر عظیمی از ژنوم‌ها و ترانس کریپتوم‌های فرد را فراهم آورده و ترسیم متابولوم‌ها و پروتئوم‌های مرجع، به‌صورت کامل، با به‌کارگیری شیوه‌های آنالیتیک قدرتمند بر اساس کروماتوگرافی، اسپکترومتری جرمی و NMR[۹] امکان‌پذیر شده‌اند. از سوی دیگر ابزارهای محاسباتی و ریاضیاتی و توسعهٔ رهیافت‌های سیستمی (جهت آشکارسازی شبکه‌های تنظیمی و عملکردی رفتار سیستم‌های بیولوژیک پیچیده) فراهم شده‌اند (۲۵ و ۲۶).

در آینده‌ای نه چندان دور که تابش پرتوهای آن از سال ۲۰۲۰ آغاز شده است، خواهیم دید که تعریف بیماری‌ها، ارگان‌ها و سیستم‌های بیولوژیک، تغییری بنیادینی خواهند یافت و شیوه درمان و نگاه به "پیکرهٔ شبکه‌های آشوب زده با بیماری" نیز آن چنان دگرگون خواهند شد که هم اکنون نیز تصور آن ممکن است دشوار آید.

این تغییر پارادایمی نگاه به سلامت و بیماری در حوزهٔ پزشکی که بر پیشرفت‌های فناوری‌های دیجیتالی و ملکولی استوار است پزشکی را به سوی پزشکی فرا دقیق[۱۰] سوق می‌دهد. در حقیقت، "پزشکی فرادقیق" رهیافتی در پزشکی است که تفاوت‌های ژنی، محیط زیست افراد و شیوهٔ زندگی آن‌ها را مدّنظر قرا می‌دهد و این هدف را با بازتعریف آگاهی ما از آغاز و پیشرفت، پاسخ درمانی و پیامدهای سلامت، از طریق اندازه‌گیری‌های دقیق ملکولی و عوامل محیط زیست و رفتاری که در سلامت و بیماری نقش دارند، فراهم می‌آورد" (۲۷ و ۲۸).

برای نیل به چنین هدفی از پزشکی فرادقیق، تلاش می‌شود که الگوی GIS هر انسانی براساس چندین لایه اطلاعات که هر لایه شامل یکی از ده فناوری امیکس باشد، ترسیم گردد. این امیکس‌های دهگانه از ژنومیکس تا فیزیوم، اکسپوزوم، فنوم و ترسیم نگار اجتماعی (Social graph) را شامل می‌شود. از این رو، باید توجه نمود که چتر واژهٔ پزشکی فرادقیق بسیار گسترده‌تر از اطلاعات ملکولی و ژنومی بوده و برای ردیابی و شناخت علت بیماری‌ها و نیز درمان آن‌ها، بر

[4] Personalized
[5] Predictive
[6] Preventive
[7] Participatory
[8] High-Throughput
[9] Nuclear Magnetic Resonance (NMR)
[10] Precision medicine

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]
[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

روی مباحث شیوهٔ زندگی و محیطی که فرد در آن زیست می‌کند نیز نظر می‌اندازد. به زبان دیگر، چتر واژهٔ پزشکی فرادقیق به سه زیر گسترهٔ بیولوژی، رفتار و محیط زیست سایه افکنده و این جامعیت دریافت علت بیماری‌ها، برخاسته از سه پیشرفت عمده بوده است که نخستین آن‌ها پیشرفتی فناورانه در پروندهٔ الکترونیک سلامت، پروفایل‌بندی مقرون به صرفهٔ کارآمد DNA و متابولیت‌ها و نیز کاربرد فراگیر ادوات پوشیدنی همراه (به صورت عمده در ارتباط با فناوری تلفن هوشمند) است که فرصت‌هایی را برای درک این که چرا بیماری‌ها روی می‌دهند و ما باید چه کار انجام دهیم را فراهم آورده‌اند (۲۸).

دکتر اریک توپال، متخصص قلب و عروق، ژنتیک و پژوهشگر پزشکی دیجیتالی که موفق شد در سال ۲۰۱۶ پژوهانهٔ ۲۰۷ میلیون دلاری را از بنیاد ملّی سلامت آمریکا (NIH) جهت هدایت پروژهٔ آینده نگرانهٔ «پزشکی فرا دقیق» بر روی یک میلیون آمریکایی را دریافت کند، نظریهٔ «پزشکی ژرف» را در سال ۲۰۱۹ پیشنهاد داده است که برخاسته از پیشرفت‌های دو دههٔ گذشته پزشکی سیستمی و پزشکی دیجیتالی همراه با همگرایی علم و فناوری در گسترهٔ بیولوژی و شکل گیری پزشکی فرادقیق است. این نظریه سه جزء دارد که شامل «فنوتیپ‌سازی ژرف»، «یادگیری ژرف» و «همدردی ژرف» می‌باشد. در واقع «فنوتیپ‌سازی ژرف» اشاره به همهٔ تلاش‌هایی دارد که در پارادایم پزشکی فرادقیق صورت می‌گیرد تا بتوان تعریف ژرف هر بیمار (دیجیتالی کردن ماهیت فرد) را انجام داد که این کار با به کار بردن داده‌های مربوطه شامل تمام اطلاعات مربوط به تاریخچهٔ خانوادگی، رفتاری، اجتماعی و پزشکی فرد و همچنین شرایط زیست محیطی، فیزیولوژیک و آناتومیک بیمار که بیولوژی او را می‌سازد، صورت می‌گیرد. این بیولوژی شامل لایه‌های چندگانه (DNA، RNA، پروتئین‌ها، متابولیت‌ها، ایمونوم، میکروبیوم، اپی‌ژنوم و لایه‌های دیگر) است. این همان نگرشی است که در پژوهش‌های زیست پزشکی به آن با اصطلاح «فنوتیپ‌سازی ژرف» یاد می‌شود. «فنوتیپ‌سازی ژرف»، بسیار گسترده بوده و تیپ‌های بسیاری از داده‌های قابل تصور را پوشش می‌دهد و از دید طولی نیز بخش عمده‌ای از زندگی ما که به شکل پویا بوده و در گذر زمان مادام در حال تغییر است را شامل می‌شود (۲۹).

جزء دوم مدل «پزشکی ژرف» بر «یادگیری ژرف»[11] تأکید می‌ورزد. در شکل سنتی، مهندسین نرم‌افزار، دانش را به شکل کد رایانه‌ای تقطیر می‌نمایند که این کد مشخص می‌نماید چگونه داده‌ها پردازش گردیده و تصمیمات اتخاذ شوند. برای مثال، چنانچه یک بیمار، فشارخون بالا داشته باشد و داروی فشارخون نمی‌گیرد، آنگاه یک رایانهٔ برنامه‌ریزی شده می‌تواند درمان مناسب را پیشنهاد نماید. این تیپ سامانه بر پایهٔ قواعد[12]، منطقی و قابل تفسیر هستند ولی همانگونه که در مقالهٔ پر سر و صدای سال ۱۹۸۷ مجلهٔ پزشکی نیوانگلند عنوان شده است، گسترهٔ پزشکی "چنان گسترده و پیچیده است که دشوار می‌باشد، (اگر نگوییم ناممکن) بتوان اطلاعات مربوطه را به شکل قواعد عرضه داشت."(۳۰).

از این رو، بحث یادگیری ماشین[13] در این زمان بسیار برجسته شده است. نقطهٔ کلیدی تمایز میان رهیافت‌های سنتی با یادگیری ماشین در آن است که در یادگیری ماشین، یک مدل از نمونه‌ها و مثال‌ها یاد می‌گیرد تا این

[11] Deep learning
[12] Rule-based systems
[13] Machine Learning

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]
[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

که با قواعد برنامه‌ریزی شود. برای انجام دادن یک کار و عمل، «مثال‌ها»، به شکل «ورودی‌ها» (یافته‌ها)، و «خروجی‌ها» (برچسب‌ها) فراهم می‌شوند.

برای نمونه، اسلایدهای دیجیتالی خوانده شده توسط پاتولوژیست‌ها به یافته‌ها (یا ورودی‌ها به شکل پیکسل‌های اسلایدها) و خروجی‌ها (برای مثال، اطلاعات حاکی از این که یک اسلاید حاوی شواهد تغییراتی دال بر وجود سرطان است)، تبدیل می‌شوند. با استفاده از الگوریتم‌ها جهت یادگیری از مشاهدات، آنگاه رایانه تعیین می‌کند چگونه نگاشتی از یافته‌ها به خروجی‌ها انجام شود تا یک مدل که اطلاعات را عمومیت می‌دهد، خلق شود و بدین‌سان یک عمل را می‌توان به شکل درست و صحیح بر داده‌های جدید و هرگز دیده نشده (برای مثال، اسلاید پاتولوژی‌ای که هنوز توسط یک پاتولوژیست خوانده نشده است)، انجام داد. این فرایند به نام یادگیری ماشینِ نظارت شده[14] نامیده می‌شود. این توانایی یک مدل پیدا کردن الگوهای آماری، در میان میلیون‌ها یافته، می‌باشد و فعالیت آن چیزی است که از توان انسان خارج بوده و توسط ماشین‌های هوشمند (هوش مصنوعی) انجام می‌گیرد (۳۱).

اریک توپال در جزء دوم «پزشکی ژرف»، واژهٔ «یادگیری ژرف» را به کار می‌برد تا به توصیف شبکه‌های عصبی ژرف بپردازد؛ یعنی الگوریتم‌هایی که این اجازه را به نرم‌افزار می‌دهند تا خود را با انجام عملیات، به واسطهٔ پردازش شبکه‌های چند لایهٔ داده‌ها، آموزش دهد و بتواند به خوانش فرادقیق و سریع اسکن‌های پزشکی، ضایعات پوستی، برداشت پولیپ‌های کوچک در هنگام کولونوسکوپی، شناخت پاتولوژی در تصاویر از شبکیهٔ چشم افراد دیابتی و آشکار نمودن آریتمی‌های قلبی مانند فیبریلاسیون دهلیزی (با رصد داده‌های حاصل از حسگرهای موجود بر روی مچ دست و غیره)، بپردازد.

بخش عظیمی از کتاب «پزشکی ژرف»، اثر اریک توپال، به ارائه نمونه‌های کاربردی الگوریتم‌ها و هوش مصنوعی در رشته‌های تخصصی پزشکی می‌پردازد و به گسترهٔ علوم تغذیه و بیماری‌های روانی و نظام‌های سلامت تا پردازش گفتار و صوت و تبدیل هوش مصنوعی به عنوان یک دستیار پزشکی برای مردم در عرصهٔ نظام ارائه مراقبت‌های سلامت، می‌پردازد.

بدین‌سان، هوش مصنوعی می‌تواند با ارائه تشخیص‌های فرادقیق، منسجم و یکپارچه، به افزایش بهره‌وری و کارآیی در نظام سلامت، کمک شایانی را بنماید؛ امّا آنچه که از نظر اریک توپال مهم است آن است که هوش مصنوعی با خرید وقت و زمان ارزشمند برای دست‌اندرکاران امور بالینی (از پرستاران تا پزشکان)، می‌تواند به شکل‌دهی یک رابطهٔ انسانی فراگیر میان ارائه دهندهٔ خدمات سلامت با بیمار، منجر شود. در ارتباط گسسته میان پزشک و بیمار که امروزه با آن روبه‌رو هستیم (یعنی ویزیت یک بیمار در کمتر از ۷ دقیقه که با عدم حس و لمس کردن بیمار و چشم دوختن در دیدگان او توأم است)، هوش مصنوعی خواهد توانست با فروکاستن از بار زمانی فرایند تشخیص و انجام بسیاری از وظایف، موجب شود که پزشک وقت بیشتری را به بیمارِ خود اختصاص دهد تا یک رابطهٔ مملو از همدلی میان آن‌ها شکل گیرد و از این رو، از نظر اریک توپال، جزء اساسی سوم در پزشکی ژرف «همدلی ژرف و ایجاد ارتباط»[15] است. چنین می‌نماید که در مدل «پزشکی ژرف» اریک توپال، با کاربرد هوش مصنوعی، پزشک به جایگاه دوبارهٔ پیشین خود، یعنی «انسان بودن»، باز می‌گردد (۲۹).

[14] Supervised Machine Learning
[15] Deep empathy and connection

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]
[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]



تصویر۲) پارادایم‌های مطرح در گسترهٔ پزشکی

فاز دوم: رهیافت برون‌یابی (ابرروندها و فناوری‌های کلیدی)

در رهیافت برون‌یابی، عوامل پیش‌ران بیرونی به صورت تحلیل ابرروندها، مورد پیمایش قرار گرفتند تا اثر این ابرروندها بر روی آیندهٔ پزشکی کشور مورد تجسم قرار گیرد. این ابر روندها که عناصر ساختاری STEEP (اجتماعی=S، فناوری=T، زیست محیطی= E، سیاسی=P) را شکل می‌دهند، در تصویر ۳ نشان داده شده‌اند.

ابرروندها	
بیمهٔ سلامت همگانی	مینیاتورسازی مراقبت‌ها
مراقبت‌های سلامت فرامکان	اکوسیستم مراقبت به هم تنیده
از حجم به ارزش در ارائه خدمات سلامت	امنیت سایبری
داده‌های بزرگ BD2K	سطح تماس انسان – ماشین
جهانی سازی خدمات سلامت	سلامت دیجیتالی
جامعهٔ ابرسالمند	اخلاق زیستی
پزشکی فردگرایانه	مواد شیمیایی بر هم زنندهٔ اندوکرین EDC
پزشکی مشارکتی	گرم شدن زمین
ابرنظام‌های سلامت	شهرنشینی
تندرستی محوری	انقلاب صنعتی چهارم
مقاومت میکروبی	دانشگاه نسل سوم
جابه‌جایی‌های دموگرافیک	همگرایی در علم، فناوری و جامعه
مراقبت مجازی	تغییر اقلیم
اینترنت اشیاء (mIoT)	مردمی شدن علم
هوش مصنوعی	میان‌رشته‌ای و فرارشته‌ای
اقتصاد زنجیرهٔ بلوکی (بلاک چین)	مراقبت‌های در خانه

تصویر ۳) ابرروندهای مطرح اثرگذار بر آیندهٔ علوم پزشکی کشور

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

یکی از برجسته‌ترین ابرروندهای حاکم بر آیندهٔ پزشکی و نظام‌های سلامت، همگرایی علم، فناوری و جامعه Convergence of Knowledge and Technology for the benefit of Society – (CKTS) است. همگرایی یک رهیافت حل مسئله است که از مرزهای رشته تخصصی عبور می‌کند و دانش، ابزارها و شیوه‌های تفکراتی پیرامون زندگی، علوم سلامت، علوم فیزیکی، علوم محاسبه‌ای، ریاضیات، رشته‌های مهندسی و فراتر را یکپارچه می‌سازد تا چهارچوب صناعی جامعی را جهت رویارویی با چالش‌های علمی و اجتماعی که در هم‌کنش‌گاه (محل تلاقی) گستره‌های چندگانه وجود دارند، خلق نماید. با یکپارچه‌سازی این گستره‌های متنوع در شبکه‌ای از مشارکت‌ها، همگرایی، نوآوری را از علوم پایه تا کاربردهای ترجمانی، تحریک می‌کند.

ابرروند همگرایی، پس از تجلی خود در قالب فناوری‌های چهارگانه NBIC در سال ۲۰۰۰، به مرزهای فراتر میل نموده است و در طی یک دهه به مفاهیم و چشم‌اندازی در ورای مفاهیم همگرایی فناوری‌های چهارگانهٔ دست یافته است و هم اکنون مفهوم جامعه را نیز در خود لحاظ نموده و به صورت همگرایی علم، فناوری و جامعه (CKTS) توصیف می‌شود که هدف آن توسعهٔ انسانی و سودمند نمودن جامعه است که با نیازها و ارزش‌های اجتماعی به پیش رانده می شود (۳۲).

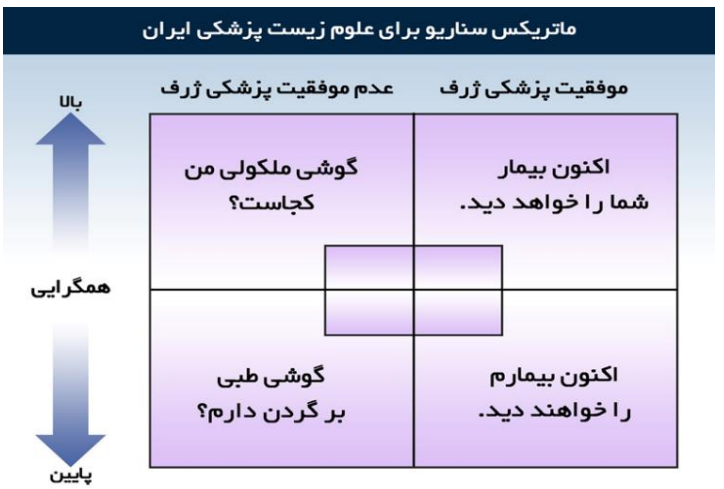
فازسوم: رهیافت همگرایانه (یافت منطق سناریو)

در فاز سوم پروژه (رهیافت همگرایانه)، آشکار گردید که همگرایی علم، فناوری و جامعه (CKTS) و پارادایم پزشکی ژرف به‌عنوان عدم قطعیت‌های بحرانی موجود در فضای پزشکی آینده می‌توانند به‌عنوان منطق سناریو پزشکی آینده کشور مطرح باشند و از ماتریس همگرایی CKTS و پزشکی ژرف، می‌توان به نگاشت سناریوهای چندگانهٔ آیندهٔ پزشکی کشور اهتمام ورزید.

فازچهارم: رهیافت خلاقانه (نگاشت سناریوها و نقشهٔ راه فناوری)

نگاشت سناریوها

در فاز چهارم (رهیافت خلاقانه) به تدوین سناریوهای چندگانهٔ آینده و نگاشت راه فناوری اقدام گردید. در تدوین سناریوها، با در نظر گرفتن روی دادن موارد عدم قطعیت‌های بحرانی که در فاز سوم پروژه (رهیافت همگرایانه) گزینش شده بودند یعنی CKTS و پزشکی ژرف، به بیان داستان و روایت برای چهار سناریوی آیندهٔپزشکی کشور پرداخته شد (تصویر ۴).



تصویر ۴) ماتریکس سناریوهای آیندهٔ پزشکی برای کشور

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

سناریو الف/ گوشی ملکولی من کجاست؟

از زمان آغاز اختراع گوشی پزشکی که نماد طبابت و طبیب نیز می‌باشد بیش از دویست سال می‌گذرد و این وسیلهٔ طبی با وجود محدودیتی که در گردآوری داده‌های بیولوژیک از درون بدن دارد، توانسته است بر تجربهٔ پزشکی ما اثر شگرفی بگذارد و به یک جزء جداناپذیر از معاینهٔ فیزیکی و بررسی سلامت فرد تبدیل شده است. در مسیر تکامل گوشی سنتی پزشکی، گوشی ملکولی قرار دارد که توسط آن ما می‌توانیم واقعاً به اندرون بدن نگاه کنیم و اطلاعاتی به دست آوریم که بسیار شگفت انگیز بوده و بسیار دشوار است این اطلاعات را بدون هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، ترجمان کنیم. این گوش ملکولی که شکل دگردیس یافتهٔ گوشی سنتی فیزیکی پزشکی می‌باشد به داده‌های امیکس‌های چندگانه از سطح ژنومیک تا فنومیکس و محیطی تکیه دارد و در واقع ابزاری برای به کارگیری دانش امیکس‌های چندگانه جهت ترجمان رویدادها و فرایندهای بدن در حالت بیماری و سلامت است. از این رو، هرچند که گوشی ملکولی یک مفهوم انتزاعی است ولی واقعاً کار گوشی سنتی پزشکی را در گستره‌ای بسیار وسیع تر به انجام می‌رساند و به اندرون بدن می‌نگرد. از این رو، گوشی ملکولی تبلور پزشکی ژرف است که فنوتیپ‌سازی ژرف هر فرد بیمار را با مدد دانش‌های امیکس‌های چندگانه به انجام می‌رساند و می‌تواند همان گونه که گوشی سنتی پزشکی نماد طبابت بوده است در پزشکی آینده نیزگوشی ملکولی این نقش را برای پزشکی ژرف ایفا نماید. در سناریو الف (تصویر ۴) روایت گوشی ملکولی من کجاست؟ ناظر بر این واقعیت است که سطح همگرایی علم، فناوری و جامعه بسیار بالا است ولی به دلیل نبود زیرساخت‌های فناورانه و فقر تکنولوژیک به دلیل عدم دسترسی به دست آوردهای فناوری‌های امیکس امکان شکل دهی به گوشی ملکولی برای هر فرد وجود ندارد و لذا پزشک در جستجوی گوشی ملکولی خود است و چنین عنوان می‌دارد که «گوشی ملکولی من کجاست؟» این شرایط ممکن است به دلیل وجود و یا ادامهٔ تحریم‌های ظالمانه از سوی آمریکا و کشورهای هم پیمان آن کشور بر ما حاکم شده باشد و موجب عدم دسترسی ما به فناوری‌های مورد لزوم برای خلق فناوری‌های امیکس و در نتیجه شکل دهی به گوشی ملکولی باشد.

سناریو ب/ گوشی طبی برگردن دارم؟

این سناریو ادامهٔ وضعیت کنونی جامعه در آینده است که سطح همگرایی در علم، فناوری و جامعه پایین بوده و به دلایل متعدد از جمله وجود تحریم‌ها، شکل‌گیری پزشکی ژرف و فنوتیپ‌سازی ژرف بیماران با مدد گوشی‌های ملکولی امکان‌پذیر نباشد و از این رو، در آینده، جامعه به صورت سنتی (ادامهٔ پزشکی مدرن کنونی که آن را تجربه می‌کنیم)، به سیر خود ادامه خواهد داد و پزشک برای طبابت هنوز به گوشی طبی سنتی خود وابسته است. از این رو، چنین بیان می‌دارد: «گوشی طبی بر گردن دارم؟»

سناریو ج/ اکنون بیمارم را خواهند دید

در این سناریو، سطح توسعه همگرایی علم، فناوری و جامعه، در آینده کشور، پایین است ولی دسترسی به فناوری‌های امیکس، بسیار بالا می‌باشد و بازار سلامت در دست کشورهایی است که تولید کنندهٔ این فناوری‌ها بوده و جامعهٔ ایرانی مصرف کنندهٔ مداوم آن‌ها می‌باشد. از این رو، برنامه‌های سلامت دیجیتالی و هوش مصنوعی و ساخت همیاران هوشمند در دست حوزهٔ سلامت و خبرگان بالینی نبوده و حرفه مندان سلامت

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

دیجیتالی در کشور، نقشی در طراحی و تدوین الگوها، الگوریتم‌ها و برنامه‌های کاربردی آن‌ها نداشته و بیماران نیز در فضای ابر (Cloud) خلق شده توسط بیگانگان غوطه‌ور هستند و خود پزشکان نیز در زمرهٔ مصرف کنندگان تام این فناوری‌های طراحی شده از بیرون می‌باشند. لذا در این سناریو، گفتار پزشک آینده چنین است: «اکنون بیمارم را خواهند دید».

البته هر چند فنوتیپ‌سازی ژرف از بیماران با مدد فناوری‌های امیکس در این سناریو به خوبی انجام می‌شود ولی به دلیل وجود گسست با نیازهای جامعه و ساختار نظام سلامت (به‌دلیل نبود همگرایی علم، فناوری و جامعه)، این فنوتیپ‌سازی ژرف و پزشکی ژرف نمی‌تواند مدل ایده آلی برای نظام سلامت آینده کشور باشد.

د/ اکنون بیمارم، من را خواهد دید

این سناریو، سناریو مطلوب و ایده‌آل است که در کشورهای توسعه یافته در آینده نمود می‌یابد و از تجانس موفقیت‌های پزشکی ژرف با همگرایی علم، فناوری و جامعه (CKTS) خلق می‌گردد. در واقع، در این سناریو، در سایه همگرایی با سطح بسیار بالا که در هر سه سوی علم، فناوری و جامعه رخ می‌دهد، به دلیل وجود زیر ساخت‌های فناورانه، امکان خلق و پدیداری فناوری‌های امیکس چندگانه به شکل ترکیبی در سطح بسیار پیچیده فراهم می‌گردد و به بیان دیگر، پزشکی ژرف، شکل گرفته و به حد نهایی توفیق‌های خود دست می‌یابد. در این هنگامه است که سلامت دیجیتالی و هوش مصنوعی (یادگیری ژرف) به چنان درجهٔ اعلایی می‌رسند که بیماران از سطح سواد فناورانه و سلامت دیجیتالی بسیار بالایی برخوردار می‌گردند و می‌توانند از ساز وکار ایجاد بیماری خود آگاه شوند و بر مبنای این آگاهی با جستجوی اطلاعات پزشکی، در فرایندی برهم‌کنش گرایانه قرار گرفته و با کاربست آن‌ها به صورت فردگرایانه، به تشخیص، درمان و حتی پیشگیری از بیماری خود، اقدام نمایند. این سناریو، بر بیمار مرکزی و قرار دادن بیمار در مرکز حلقهٔ پیچیدهٔ سلامت تأکید دارد و این خود بیماران هستند که با خود مدیریتی، کنترل بدن خود را به دست می‌گیرند و پزشکان در این هنگامه فقط یک نقش مشارکتی را در فرایند بیماری و تندرستی بازی می‌کنند. در همین زمان است که بیماران دسترسی فراگسترده‌ای به پزشکان مجازی و هوش مصنوعی دارند که در قالب پزشکی واقعی نمود می‌یابند. این پزشکان مجازی همهٔ مسائل پزشکی و تندرستی بیمار را رصد کرده و با تلفن هوشمند به او اطلاع می‌دهند و یا به‌صورت همراهان مجازی هوشمند نمود می‌یابند که در واقع ربات‌های همراهی هستند که نقش مشاور را ایفا می‌کنند و به بیمار کمک می‌نمایند تا فرایند کنترل بدن خود را در سلامت و بیماری به دست گیرد.

از این رو، در هنگام ویزیت بیمارتوسط پزشک، بیمار چنان آگاه و از بیماری خود مطلع است که انگار این بیمار است که پزشک را می‌بیند و در این هنگام پزشک چنین بیان می‌دارد: «اکنون بیمارم، من را خواهد دید» که برگرفته از عنوان کتاب معروف آینده‌پژوه بزرگ بین‌المللی (دکتر اریک توپال) است (۲۹). اریک توپال برای ترسیم آینده پزشکی پیش رو، این عنوان را برای کتاب خود برگزید «اکنون بیمار شما را خواهد دید» که اوج شکل گیری پزشکی ژرف می‌باشد.

نقشهٔ راه فناوری

در تدوین نقشهٔ راه به سوی فناوری‌های همگرا، می‌بایست تصمیم‌گیری شود که چه فناوری‌هایی مهم‌ترین هستند تا گزینش شوند؟ چگونه می‌توان پیش‌ران‌ها را با فناوری‌ها و سیر تکاملی آن‌ها پیوند داد و در نهایت جهت نگهداشت سطح رقابت‌پذیری حوزه‌های سرمایه‌گذاری بر فناوری‌های چند نسلی

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

(Multi-generation) مورد شناسایی قرار می‌گیرند. یعنی در اینجا می‌بایست چشم‌انداز رقابتی و نقشهٔ راه را تا حد عناصر فناورانه آن ترسیم نمود.

پیش از ورود به بحث ترسیم نقشهٔ راه فناوری جهت تدوین نقشهٔ راه فناوری‌های همگرا، یادآوری این نکتهٔ مهم ضروری است که هنوز تفاهمی در سطح ادبیات سیاست علمی جهان پیرامون این که چه گستره‌هایی از فناوری و پژوهش و تحقیق در زیر چتر همگرایی قرار می‌گیرند، وجود ندارد و هنوز چندان آشکار نیست که کدامیک از این فناوری‌ها را می‌توان برای همگرایی بحرانی نامید. این خود برخاسته از این موضوع است که هنوز در تعریف واژهٔ فناوری‌های همگرا، یک اجماع در سطح جامعهٔ علمی، وجود ندارد؛ برای مثال، از دیدگاه مکتب آمریکایی، همگرایی در گسترهٔ فناوری‌های NBIC نهفته است و از دید این مکتب، یک سینرژیسم از ترکیب فناوری‌های نانو، زیستی، شناختی و اطلاعاتی روی می‌دهد؛ امّا در اروپا، بر اساس نظر گروه‌های خبرگان سطح بالا (The High Level Expert Groups HLEG)، مفهوم همگرایی در تنوعی گسترده از حوزه‌های علمی و فناوری، قابل طرح و کاربرد است و این پتانسیل برای هر حوزهٔ فناوری وجود دارد که به همگرایی میل کند و از این رو، در اروپا، گذارهٔ «فناوری‌های همگرا برای جامعه دانایی اروپا (CTEKS)»، تدوین گردید (۳۲).



تصویر ۵) نقشهٔ راه فناوری برای پزشکی آیندهٔ ایران (گستره‌های فناوری‌های همگرا و رهیافت‌هایی که پتانسیل زایش فناوری‌های همگرا را دارند.)

در سناریوی آمریکایی، فرض بر این استوار است که این فناوری‌ها به حدّ اشباع رسیده‌اند و آن‌ها باید با یکدیگر امتزاج بیابند تا راه پرشتاب رشد را طی کنند. امّا در سناریوی اروپایی، بر گستره‌های کاربردی که همگرایی ممکن است خود را نشان دهد، تمرکز اصلی وجود ندارد بلکه بر آن پافشاری می‌شود تا گستره‌هایی از فناوری را یافت نمایند که همگرایی می‌تواند به عنوان یک پیشاهنگ و ضربان‌ساز جهت ایجاد مرزشکنی در دانش و نوآوری، نقش خود را ایفا نماید.

در طراحی نقشهٔ راه فناوری برای علوم پزشکی ایران، توجه اصلی ما بر رویکرد اروپایی استوار است. به بیان دیگر، ما بر موضوعات، گستره‌ها، رهیافت‌ها و حوزه‌های پزشکی که پر ارزش هستند و می‌توانند توسعهٔ فناوری را در گستره‌های مورد نظر برانگیخته نمایند، تمرکز می‌یابیم.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

– در تدوین این نقشهٔ فناوری، اصرار ما بر این است فناوری‌های بحرانی که می‌توانند با ترکیب رهیافت‌ها و شیوه‌های گوناگون از رشته‌ها و حوزه‌های مهندسی و علمی متفاوت، به زایش نوآوری در گسترهٔ زیست پزشکی و علوم سلامت منتهی کردند، شناسایی شوند. برای یافت این فناوری‌های بحرانی که خود نه تنها زایش یافتهٔ فعالیت‌های همگرایی بوده بلکه همگرایی‌های فراوانی را نوید می دهند، از مطالعات بیکرت (Beckert) و همکاران در قالب پروژهٔ اروپایی CONTECS استفاده می‌کنیم (۳۳) با این حال به آن نیز بسنده نکرده و با نگاه به چشم‌انداز اسناد بالادستی توسعهٔ علمی و فناوری ملّی شامل نقشهٔ علمی کشور در حوزهٔ سلامت و سیاست‌های کلان سلامت جمهوری اسلامی ایران، بررسی ابرروندهای حاکم بر فضای سلامت و آیندهٔ پزشکی، رصد کلان رشد و تحول فناوری‌های حوزهٔ سلامت، نقشهٔ علمی بنیاد ملی سلامت آمریکا (NIH) و پروژه‌های میان‌رشته‌ای موسسات وابستهٔ آن و نیز نقشهٔ راه تدوین یافته وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی جهت حرکت به سوی دانشگاه‌های نسل سوم، فناوری‌های همگرا و رهیافت‌های پارادایمی پزشکی که بر آیندهٔ پزشکی تأثیرگذار هستند، مورد شناسایی قرار می‌دهیم.

در حقیقت، این فهرست از فناوری‌ها، خود خوشه‌ای از فعالیت‌های میان‌رشته‌ای است که تاکنون انجام شده‌اند و در گذار تکاملی خود به سوی همگرایی و خلق فناوری‌های دیگر، سیر می‌کنند. از این رو، هر کدام از فناوری‌های این فهرست می‌تواند سرلوحهٔ کار و نام گروه و هسته‌های میان‌رشته‌ای باشد که شرح آن در بخش پیشین، ارائه گردید؛ زیرا همچنان تأکید می‌نماییم، که پژوهش‌های میان‌رشته‌ای و توسعهٔ آن می‌تواند در قالب فناوری‌های همگرا، روی دهند.

بی‌شک، در گزینش این فهرست، پتانسیل کاربردهای آن‌ها، همکاری‌های میان‌رشته‌ای و انباشت رو به فزونی پروژه‌های تحقیقاتی مؤثر بوده‌اند. به از سوی دیگر، با مطالعهٔ پروژه‌های علمی در حوزهٔ سلامت و علوم زیست پزشکی، می‌توان آن‌ها را خوشه‌بندی نمود و در یکی از این فناوری‌ها جا داد.

گروه بیکرت با همین تمرین خوشه‌سازی (Clustering exercise)، به هشت گسترهٔ فناوری دست یافته است (۳۳). در تدوین نقشهٔ فناوری برای علوم پزشکی ایران، هر چند از این هشت گستره، خوشه‌چینی می‌نماییم ولی به دلیل رخداد پارادایم پزشکی فرادقیق و پزشکی سیستمی، از این رهیافت‌ها که خود حاوی بسیاری فناوری‌های همگرا هستند نیز بی‌نهایت استفاده خواهیم کرد.

ما برای یافتن فناوری‌های بحرانی، (همانگونه که توصیف گردید) نه تنها از کارهای گروه بیکرت بهره جستیم بلکه از رهیافتی آینده‌پژوهانه در آیندهٔ پزشکی و فناوری‌های وابسته، به شیوهٔ آنالیز روند استفاده کردیم. با نگریستن به ابرروندها به گستره‌هایی از فناوری‌ها دست یافتیم زیرا که آکنده از فرصت‌های خلق فناوری‌های همگرا هستند. تفاوت بنیادین فهرست ما با فهرست بیکرت که برای پروژهٔ اروپایی CONTECS فراهم آمده بود (۳۳) آن است که فهرست ما میل به علوم زیست پزشکی دارد، در حالی که فهرست بیکرت عمدتاً به فناوری‌های همگرا در حوزهٔ زیست پزشکی میل می‌کند.

فاز پنجم: رهیافت سیاست‌گذاری (تدوین راهبردها)

در فاز پنجم (رهیافت سیاست‌گذاری)، راهبردهای بنیادین برای خلق سناریوِ ایده آل (سناریوی د)،

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

پیشنهاد شدند که شامل ایجاد منطقهٔ دانش (Knowledge region) ویژهٔ علم، فناوری و جامعه به واسطه دانشگاه‌ها جهت حرکت به سوی سلامت دیجیتالی همراه با کاربرد هوش مصنوعی در گسترهٔ نظام‌های سلامت و شکل‌دهی به پیش ران‌های پزشکی فرادقیق می‌باشند (تصویر ۶).



تصویر۶) راهبردهای پیاده‌سازی سناریوی مطلوب در گسترهٔ پزشکی آیندهٔ کشور

راهبرد اول: ایجاد منطقهٔ ویژهٔ همگرایی علم، فناوری و جامعه (CKTS)

منطقهٔ ویژهٔ علم، فناوری و جامعه یک منطقهٔ دانشی است که متشکل از دانشگاه‌ها، پارک‌های فناوری، مراکز تحقیقاتی و پژوهشی، شرکت‌های دارای فناوری برتر، سرمایه‌های مخاطره‌پذیر، امکانات و زیر ساخت‌های فیزیکی و نهادی و سرمایهٔ انسانی است که در یک فضای جغرافیایی و در یک منطقهٔ اقتصادی با مدیریت متمرکز و ساختار حقوقی خاص تشکیل و به تولید محصولات بر پایهٔ فناوری‌های همگرا و خدمات دانش بنیان می‌پردازد (۳۴).

در واقع، بدون ایجاد چنین مناطق ویژهٔ CKTS در کلان مناطق دانشگاهی، امکان دست‌یابی به فناوری‌های همگرا در حد ایده‌آل و شکل‌گیری پزشکی ژرف در حد اعلا، وجود نخواهد داشت. تصویر ۷، راهکارهای حرکت به سوی همگرایی علم، فناوری و جامعه را نشان می‌دهد.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]



تصویر ۷) راهکارهایی برای پیاده‌سازی راهبرد همگرایی علم، فناوری و جامعه در کشور

راهبرد دوم: حرکت به سوی پزشکی فرادقیق

پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۴۰، پزشکی فرادقیق به اوج خود نزدیک شود. همان‌گونه که پیش از این اشاره شد، پزشکی فرا دقیق تنوع فردی در ژن‌ها، محیط زیست و شیوهٔ زندگی هر فرد را لحاظ نموده و پیش‌بینی‌هایی را امکان‌پذیر می‌کند که می‌توان بر اساس آن‌ها رهیافت‌های درمانی و پیشگیری را به بهترین حالت ممکن تدوین نمود. قابلیت‌های پزشکی فرادقیق به پشتوانهٔ عظیم داده‌های بزرگ از سطح دانش‌های امیکس‌های چندگانه، بالینی و محیط زیست فرد روز بروز بیشتر نمایان میشود. بر پایهٔ آنالیز داده‌های بزرگ در پزشکی فرادقیق امکان شناسایی علل ژنتیکی بیماری‌ها و در نهایت مهندسی ژنتیک و ویرایش ژنوم بیماران فراهم می‌گردد. پزشکی فرادقیق از گستره‌ای از گزینه‌های تشخیصی نوین و شیوه‌های درمانی بنیان برافکن تحول برانگیز براساس نیاز بیمار و نشانگرهای ملکولی، فنوتیپیک، ژنتیک یا ویژگی‌های روانی اجتماعی آن‌ها و به ویژه فناوری‌هایی مانند دسته‌بندی سلول‌ها، پروتئومیکس، متابولومیکس و انفورماتیک پزشکی و دیگر فناوری‌های برجسته‌ای همچون پزشکی بازآفرینشی و چاپ سه بعدی بافت‌ها و ارگان‌ها بهره می‌برد. هر چند روند رسیدن به نقطه اوج پزشکی فرادقیق آهسته و تدریجی است ولی در هنگامه‌ای از زمان به نقطه رشد نمایی خود خواهد رسید (۲۸).

درک و نقشه برداری از برهم‌کنش میان انسان و محیط زیست او هنوز نیاز به مطالعات و پژوهش‌های گسترده دارد، نقشه‌برداری از میکروبیوم انسانی و برهم‌کنش آن با بیماری‌ها نیز چنین است. حسگرها، زیست حسگرهای کاشتنی و هوش مصنوعی در قالب برنامه‌های کاربردی همراه هوشمند، می‌توانند گستره‌ای از چنین برهم کنش‌هایی را رصد و پایش کنند. در نهایت مسیرپزشکی فرادقیق، خلق فزونی در خود وجود انسان برای رویارویی با مقولهٔ بیماری و سلامت است. در این مسیر مسائل گوناگونی که در هنگامهٔ خلق داده‌های بزرگ و تبدیل آن‌ها به دانش ایجاد می‌شوند (مانند مشارکت در داده‌ها) بسیار حائز اهمیت می‌باشند. پاره‌ای از مسائل اپی‌ژنتیک و مهندسی ژنتیک (مانند انجام ایمنوتراپی توسط خود سلول‌های فرد بیمار) ممکن است موجب نگرانی نباشند، ولی فناوری‌های درمانی دیگری که در حوزهٔ پزشکی فرا دقیق به کار برده می‌شوند (مانند استفاده از سلول‌های بنیادی و فناوری‌های مربوط به پزشکی بازآفرینشی)، آکنده از مسائل اخلاق زیستی می‌باشند (۳۵).

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

در اینجا ما به راهکارهای پیاده‌سازی پزشکی فرادقیق در نقشهٔ راه توسعه پزشکی آینده ایران می‌پردازیم و این راهکارها را در قالبی چهارچوب اصول آمادگی برای پزشکی فرادقیق شامل پنج بسته ارائه می‌دهیم که عبارتند از درگیر نمودن جامعه، داده‌های سلامت عملیاتی، تولید شواهد، یکپارچه‌سازی مراقبت‌های سلامت و زیست بوم (اکوسیستم) نوآوری (۳۶).

ذی‌نفع‌های بوم زیست پزشکی فرادقیق شامل بیماران، ارائه دهندگان خدمات سلامت، گروه‌های حامی بیماران، پژوهشگران، سرمایه‌گذاران، بیمارستان‌ها، پرداخت‌کنندگان، شرکت‌های دارویی، توسعه دهندگان، شرکت‌های با فناوری‌های برتر، سیاست‌گذاران (دولتی و بخش‌های قانونی)، بیمه‌کنندگان و سازمان‌های رسانه‌ای می‌باشند (۳۷). در این میان، نقش بیماران و جامعه بسیار مهم است و لازم است به بیماران آگاهی‌های کافی پیرامون رهیافت‌ها و شیوه‌های پزشکی فرادقیق در عرصهٔ تشخیص، درمان و مراقبت‌های اولیهٔ سلامت داده شود و به آن‌ها پیرامون محرمانگی اطلاعات و امنیت داده‌ها تأکید نموده و چگونگی دسترسی آن‌ها به این اطلاعات تعیین گردد تا موجب شکل‌گیری حس اعتماد در میان بیماران شود (۳۸).

در این مسیر، توانمندسازی ارائه دهندگان خدمات پزشکی و سلامت جهت پذیرش رهیافت‌ها و شیوه‌های پزشکی فرادقیق در شرایط بالینی به منظور فزونی در مراقبت از بیماران بسیار مهم می‌باشد (۳۶).

از آنجا که در هنگامهٔ نهادینه کردن پزشکی فرادقیق در سطح کشور، اولین گام راه اندازی کهورت‌های بزرگ طولی با مشارکت میلیونی جمعیت است (۳۹)؛ تقویت کهورت‌های کنونی که در سطح کشور در حال انجام هستند برای خلق داده‌های بزرگ و راه‌اندازی کهورت‌های طولی بزرگ که نمایانگر تنوع نژادی، طبقات اقتصادی و اجتماعی جامعه می‌باشند، یک راه کار بسیار ضروری می‌باشد. در این گام، کاربرد امیکس‌های چندگانه و راه اندازی پروژهٔ ژنوم ایرانیان برای ساخت کتابخانه‌های ژنومیک و یافت تغییرات ژنتیکی و بیماری‌های مربوطه برای ارتباط دادن ژنومیک با امیکس‌های دیگر نیز می‌بایست مد نظر قرار گیرد. در این گام، راه‌اندازی بانک‌های زیستی از بافت‌ها و مایعات گوناگون بدن و بافت‌های سرطانی در قالب پروژه‌های ملّی، نقش مهمی را ایفا می‌کند. همچنین راه اندازی زیر ساخت‌های آزمایشگاهی مورد نیاز آنالیزهای ملکولی در هر کلان منطقه برای پشتیبانی از خلق داده‌های بزرگ، راه کار پیشنهادی دیگر می‌باشد. بی‌شک، در آینده، برقراری هوش مصنوعی برای آنالیز داده‌های گردآوری شده (برای مثال پروفایل‌های ژنتیکی که پاسخ به درمان داده‌اند یا نداده‌اند) از دیگر راهکارها در رویارویی با داده‌های بزرگ بالینی و امیکس‌ها در سطح جمعیت می‌باشد (۴۰ و ۴۱).

همانگونه که اشاره گردید در پزشکی فرادقیق برخلاف پزشکی رایج که بیماران با یک بیماری یکسان با دارو و دوزاژ همانندی تحت درمان قرار می‌گیرند، در پزشکی فرادقیق، بیماران براساس پروفایل ملکولی تک‌تک آن‌ها در زیر گروه‌های یکسانی طبقه‌بندی می‌شوند و آن‌ها براساس مارکرهای زیستی و جهش‌های ژنتیکی‌شان، تحت درمان قرار می‌گیرند. این گونه درمان‌ها شانس موفقیت بسیار بالایی داشته و بدین‌سان از هر گونه عوارض جانبی به میزان وسیعی کاسته می‌گردد

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

(۴۲ و ۴۳). از این رو، برای ایجاد عدالت در دسترسی به خدمات و داده‌های امیکس‌ها، هر فرد می‌بایست داده‌های خود را از طریق تلفن هوشمند خود در دسترس داشته باشد و حداقل، توالی ژنومی او در پروندهٔ الکترونیک سلامت‌اش درج شده باشد (۴۳). در فاز بعدی بهره‌مندی از فناوری پزشکی فرادقیق، یکپارچه‌سازی داده‌های امیکس‌ها، داده‌های بالینی، محیط زیست و پروندهٔ الکترونیک سلامت بیمار می‌بایست انجام پذیرد تا بتوان برهم کنش و تأثیرات آن‌ها بر کارکرد یکدیگر افزایش داد و این در سطح ملی به پلتفورم‌های یکپارچه‌سازی داده‌ها نیاز دارد. داده‌های زیست محیطی و تغذیه‌ای فرد که از طریق فناوری‌های نوین و حسگرهای زیستی فراهم می‌گردند می‌توانند به جای پرسش نامه‌های خسته کننده مربوط به فراوانی مصرف غذایی و غیره، اطلاعات دقیقی را از شیوهٔ زیست فرد و مصرف غذا (به عنوان یک عامل تأثیرگذار محیطی) فراهم آورند که با ترکیب داده‌های حاصل از اینترنت اشیاء (IoT) می‌تواند رفتارهای پرخطر و زیستمندی فرد را با محیط زیست‌اش، مورد رصد و پایش قرار داد تا بدین طریق فنومیکس وی آشکار گردد (۳۹).

در هر صورت، برای پیاده‌سازی پزشکی فرادقیق در سطح جامعه یک رهیافت پلکانی را باید مدنظر قرار داد. در افق اول این رهیافت پلکانی، گردآوری داده‌ها، اشتراک‌گذاری و تجزیه و تحلیل آن‌ها می‌باشد. در دومین افق، تشخیص‌های فرادقیق فراهم می‌شوند، در سومین افق به سوی پیشگیری فردگرایانه گام برداشته می‌شود و در نهایت درافق چهارم، صفات پیچیده و درمان‌های برپایهٔ داده‌های زیست پزشکی جدید، ارائه می‌گردد (۴۴).

می‌دانیم که بازار پزشکی فرادقیق با نرخ ۱۲ درصد رشد سالانه تا سال ۲۰۳۰ رشد خواهد یافت. هم اکنون بیش از ۷۰ هزار محصول آزمایشگاهی ژنتیکی منحصر بفرد در این بازار وجود دارد و هر روز ۱۰ محصول جدید به آن اضافه می‌شود (۴۵).

از این رو، تدوین زیست بوم نوآوری در بخش حاکمیت، تأمین مالی، مشارکت و زیرساخت برای ذی‌نفع‌های پزشکی فرادقیق، با هدف رشد دادن به بازار آن بسیار حیاتی می‌باشد. در همین راستا، طراحی مدل‌های کسب‌وکار در این مسیر نیز می‌بایست مورد کنکاش قرار گیرند (۴۴ و ۴۶). در ادامه راهکارهای پیاده‌سازی پزشکی فرا دقیق در کشور در قالب تصویر ۸ ارائه می‌گردد:

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]



تصویر ۸) راهکارهای پیاده‌سازی پزشکی فرادقیق در کشور

راهبرد سوم: سلامت دیجیتالی و هوش مصنوعی

در برنامه توسعه پایدار ۲۰۳۰ سازمان بهداشت جهانی برای یکپارچه‌سازی جهان، گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌عنوان عامل کلیدی و ابزاری پر قدرت برای تسریع پیشرفت انسان در حوزه دیژیتال و حذف شکاف بین کشورها در توسعه جامعه دانش بنیان مطرح شده است. در واقع با تکیه بر قابلیت‌ها و توانایی فناوری‌های دیجیتال، یک میلیارد نفر از مردم بیشتر از پوشش همگانی سلامت بهره‌مند خواهند شد، یک میلیارد نفر بیشتر در مقابل حوادث مربوط به فوریت‌های پزشکی محافظت خواهند شد و یک میلیارد نفر از مردم از سلامت و رفاه بهتری برخودار خواهند شد. در سیزدهمین برنامه عمومی کاری سازمان جهانی بهداشت برای دوره پنجساله ۲۰۱۹-۲۰۲۳ نیز برای دستیابی به اثرات قابل اندازه‌گیری بر سلامت مردم در سطح کشور، بر سه میلیارد نفر هدف‌گزاری شده است (۴۷).

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]
[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

ابرروندهایی که در آینده‌پژوهی مراقبت‌های سلامت مطرح می‌باشند شامل: تبدیل وجابجایی از «بیماری» به سوی پیشگیری و تندرستی، ارائه مراقبت‌ها از «بیمارستان» به سوی مراقبت‌های در خانه، نگاه جامع نگر به نظام سلامت وگذار از نگرش بیمار از این که «دکترها بهتر می‌دانند» به سوی «من خبرهٔ سلامتی خودم هستم» می‌باشند که نمود واقعی و تجسم عملی آن‌ها با ظهور فناوری‌های نهفته در سلامت دیجیتالی پدیدار می‌گردند (۴۸).

مفهوم سلامت دیجیتالی از سلامت الکترونیک ریشه می‌گیرد. سلامت الکترونیک ناظر به کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات در حمایت از سلامت و گستره‌های وابسته به سلامت می‌باشد. سلامت همراه (mHealth) یک زیر گروه از سلامت الکترونیک است که به صورت «کاربرد فناوری‌های بی‌سیمی همراه برای سلامت» تعریف می‌گردد. اصطلاح «سلامت دیجیتالی» طبق تعریف سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۹ عبارت است از: «یک چتر واژهٔ گسترده که سلامت الکترونیک (سلامت همراه را نیز شامل می‌شود) و گستره‌های نو پدیدی مانند استفاده از علوم رایانشی پیشرفته در داده‌های بزرگ، ژنومیک و هوش مصنوعی را نیز در بر می‌گیرد» (۴۷ و ۴۹).

از این منظر، چشم‌انداز سلامت دیجیتالی را می‌توان در کاربرد فراگستر فناوری اطلاعات و ارتباطات در جوامع دیجیتالی با کاربرد هوش مصنوعی، ربات‌ها، یادگیری ماشین، اینترنت اشیاء، برنامه‌های کاربردی سلامت، واقعیت مجازی و سامانه‌های آنالیتیک دانست که بر «تندرستی» تمرکز یافته‌اند. همانند دیگر بخش‌های کسب‌وکار و جهان تجارت، در سلامت دیجیتالی نیز شهروندان انتظار دارند که خدمات سلامت خود را در هر زمان و مکان که نیاز داشته باشند، دریافت نمایند. سلامت دیجیتالی در این منظر بر مشتری‌مداری (در مرکز قرار دادن بیمار در سطح مراقبت‌های سلامت) هماهنگ با شیوه‌های زندگی تمرکز نموده و امکان پیوند یافتگی منابع جدید اطلاعاتی (مانند داده‌های شبکه‌های اجتماعی، زیست حسگرها و حسگرهای پوشیدنی) را به سامانه‌های سلامت، فراهم می‌سازد (۴۹).

بر پایهٔ فناوری‌های سلامت دیجیتالی است که بهره‌وری افزایش می‌یابد و مراقبت‌های کنش‌گراتر و هدفمندتر فراهم آمده و از هزینه‌ها کاسته می‌شوند و دسترسی به خبرگان سلامت و پیشنهادها و توصیه‌های آن‌ها برای بیماران آسان‌تر می‌گردد و چرخه‌های مداوم یادگیری و بهبودی خلق می‌شوند و استفاده از سامانه‌های حمایتی برای تصمیم‌گیری به شکل استاندارد عملی می‌شوند؛ همچنین در سایهٔ سلامت دیجیتالی است که ابزارهایی برای درگیر شدن بیماران در فرایند سلامت و تندرستی آن‌ها و خود مدیریتی بیماری شان و امکان ارائه مراقبت‌های هماهنگ و همکارانه فراهم می‌گردد؛ همچنین مدیریت منابع سلامت نیز بهبودی می‌یابد (۵۰).

در واقع، در سلامت دیجیتالی، به بیمار به عنوان «مشتری توانمند شده» نگریسته می‌شود که به سوی خود مدیریتی و دریافت نمودن اطلاعات تضمین شده از لحاظ دقت هدایت می‌گردد و بیمار در جهت همکاری کردن با ارائه دهندگان خدمات سلامت (و نه فقط دریافت مراقبت‌های سلامت)، هدایت می‌شود. به زبان دیگر، این بیمار است که سلامت و تندرستی را یاد می‌گیرد و آن‌ها را مدیریت می‌کند و در این مسیر او می‌بایست با دیگر مشتریان سلامت که بیماران مشابه وی هستند، ارتباط برقرار نموده و به نحوی به آن‌ها متصل شود که مفهوم «همانند من

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

Like me» شکل گیرد و بدین‌سان او می‌تواند به خود مراقبتی از اطلاعات سلامت و «برگرفتن کنترل خود» اقدام کند (۴۹).

تابش پرتوهای این نوع چشم‌انداز به سلامت از سال ۲۰۲۰ آغاز شده‌اند. در این چشم‌انداز، مفهوم «دستورات پزشک» که بیمار واکنش گر با دانش اندک ناآگاهانه خود به آن‌ها به شکلی غیرفعال عمل می‌کرد، زدوده می‌شود و جای خود را به یک بیمار آگاه و توانمندی می‌دهد که بر سلامت خود چیرگی دارد و آن را مدیریت می‌نماید. زیرا فناوری‌های فراهم شده توسط سلامت دیجیتال می‌توانند بیمار را در مرکز حلقهٔ سلامت قرار دهند و دسترسی او را به انبوهی ر از اطلاعات بالینی فراهم سازند و مشوق‌های قوی‌تری را برای او قرار می‌دهند تا به شکل کنش‌گرا و فعال در فرایند مراقبت‌های سلامت خود درگیر شود و با بیماران دیگر که شرایط همانندی را با خود او دارند پیوند بیابد و بدین‌سان حمایت‌های بهتری را برای گرفتن تصمیمات مراقبتی بهتر دریافت نماید.

در یک مطالعه در ۱۳ کشور توسعه یافته و در حال توسعه نشان داده شده است که ۹ نفر از ۱۰ فرد از اینترنت برای یافت اطلاعات سلامت و توصیه‌های پزشکی بهره می‌برند و بی شک این روند و پیچیدگی استفاده از ابزارهای فناورانه دیجیتالی در آینده‌ای نزدیک فزونی خواهد یافت و شامل سلامت از راه دور، ابزارهای سلامت همراه، ادوات پایش از راه دور، پرونده‌های الکترونیک سلامت، موتورهای حمایت تصمیم‌گیری و نرم‌افزارهای بر پایهٔ تیمی خواهد شد و موجب می‌گردد که مشتریان سلامت، دسترسی به کمیت و کیفیت بهبود یافته‌ای از مراقبت‌های سلامت داشته باشند و متخصصین بالینی نیز قادر باشند تا تصمیم‌های آگاهانه‌تری بگیرند و همچنین پیوند یافتگی میان نظام‌های مراقبتی، فزونی یافته و هزینه‌ها برای ارائه دهندگان سلامت و پرداخت کنندگان آن کاهش بیابد (۵۱).

از این رو، دگردیسی دیجیتالی در مراقبت‌های سلامت می‌تواند بنیان برافکن باشد. فناوری‌هایی همانند اینترنت اشیاء، مراقبت مجازی، پایش از راه دور، هوش مصنوعی، آنالیز داده‌های بزرگ، اقتصاد زنجیره بلوکی (بلاک چین)، حسگرهای پوشیدنی هوشمند، پلتفورم‌ها، ابزارهای تبادل داده، خیره‌سازی و دسترسی به داده‌های دور و به اشتراک‌گذاری اطلاعات وابسته به سلامت در زیست بوم سلامت می‌توانند گستره‌ای از مراقبت‌هایی را فراهم سازند که تأثیر و کارآیی آن‌ها در افزایش پیامدهای سلامت ثابت شده است و این کار را با بهبود تشخیص‌های طبی، تصمیم‌های بهتر بر پایهٔ داده‌ها، درمانی پیشرفته دیجیتالی، کارآزمایی‌های بالینی بهینه، خود مراقبتی و در مرکز قرار دادن شخص بیمار، انجام می‌دهند. بدین‌سان، سلامت دیجیتالی می‌بایست یک بخش تفکیک‌ناپذیر از اولویت‌های سلامت باشد زیرا مردمان را به شیوه‌ای اخلاقی، ایمن، مطمئن، قابل اعتماد، عادلانه و پایدار، بهره‌مند می‌سازد. سلامت دیجیتالی می‌بایست بر پایهٔ اصول شفافیت، در دسترس بودن، گسترش‌پذیری، تعمیم‌پذیری، برهم کنش‌پذیری، احترام به حریم خصوصی، ایمنی و محرمانگی توسعه یابد.

در واقع، هدف راهبرد جهانی سلامت دیجیتالی، تقویت نظام‌های سلامت از طریق به کار بردن فناوری‌های سلامت دیجیتالی برای مشتریان، حرفه‌مندان سلامت، ارائه دهندگان خدمات سلامت و صنعت با توانمندسازی بیماران و دستیابی به

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

چشم‌انداز «سلامت برای همه» می‌باشد. از این رو، چشم‌انداز راهبرد جهانی سلامت دیجیتالی، ایجاد بهبودی درسلامت هر فرد در هر مکان، به واسطهٔ سرعت بخشی در توسعه و پذیرش راه حل‌های پایدار، گسترش‌پذیر، مقرون به صرفه، دسترس‌پذیر و مناسب سلامت دیجیتالی می‌باشد که این کار با قرار دادن بیمار در مرکز (Person-center) انجام می‌پذیرد تا بدین طریق ضمن شناسایی اپیدمی‌ها و پاندمی‌ها از بروز آن‌ها پیشگیری کرده و همچنین پاسخ‌هایی مناسب برای آن‌ها ارائه شوند (۴۷).

بی‌شک یکی از زیر پایه‌های سلامت دیجیتالی، هوش مصنوعی است که از الگوریتم‌ها و یادگیری ماشین برای آنالیز و ترجمان داده‌ها استفاده می‌کند و مراقبت‌های سلامت فردگرایانه را فراهم می‌سازد. به بیان دیگر، هوش مصنوعی از ابزارهای بنیادی در زیر ساخت سلامت دیجیتالی است که با فراهم ساختن اطلاعات انبوه می‌تواند به سرعت به بیمارستان‌ها کمک نموده و مدیران برنامه‌ریز سلامت را در بهینه‌سازی و فزونی در بهره‌وری و نیز استفاده صحیح از منابع که موجب کارآمدی در زمان و هزینه‌ها می‌شوند را مورد حمایت قرار دهد و بدین‌سان زمان را برای پرداختن به مسائل و چالش‌های مدیریتی و کار بالینی بهینه برای مدیران و خبرگان بالینی، حفظ می‌نماید زیرا راه حل‌های بر پایهٔ هوش مصنوعی به صورت کارآمدی، فرایندهای تشخیصی و درمانی را با استفاده از داده‌های بزرگ پزشکی ساختارمند و غیرساختارمند که از بیمارستان‌ها و نظام‌های سلامت منشاء می‌گیرند، بهبودی می‌بخشد (۵۲).

در تصویر ۹، راهکارهای پیاده‌سازی هوش مصنوعی در زیر عنوان سلامت دیجیتالی امده است. توضیح آنکه با توجه به اهمیت و گستردگی هوش مصنوعی در دیگر زمینه‌ها و کاربردهای شگفت‌آور آن در عرصه‌های دیگرپزشکی آینده، می‌بایست در مقاله‌ای دیگر به صورت عالمانه، به آن پرداخت.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]



تصویر ۹) راهکار های سلامت دیجیتالی و هوش مصنوعی

نتیجه‌گیری

آیندهٔ پزشکی ایران بر اساس یک مدل سناریونویسی مورد پژوهش قرار گرفت که شامل پنج فاز بود. فاز اول: رهیافت شناسایی، فاز دوم: رهیافت برون یابی، فاز سوم: رهیافت همگرایانه، فاز چهارم: رهیافت خلاقانه، فاز پنجم: رهیافت سیاستگذاری. در فاز اول آشکار گردید که پزشکی در یک جابجایی پارادایمی بزرگ به سوی پزشکی سیستمی در حال‌گذار است که تبلور برجستهٔ آن را می‌توان در پزشکی ژرف (فنوتیپ‌سازی ژرف، هوش مصنوعی و همدردی ژرف)

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]
[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

مشاهده کرد. در فاز دوم با تحلیل ابرروندها در گسترهٔ سلامت، مشخص شد که ابر روند همگرایی در علم، فناوری و جامعه (CKTS) و شکل‌گیری فناوری‌های همگرا با خلق نوآوری‌های فناورانه و اجتماعی بیشترین تأثیر را بر آیندهٔ پزشکی خواهد داشت. به بیان دیگر، این همگرایی در علم، فناوری و جامعه است که با فناوری‌های NBICA در هم آمیخته و موجب دگرگونی و هدایت دانش پزشکی به سوی پزشکی ژرف شده است. از این رو، در فاز سوم که رهیافت همگرایانه بود آشکار گردید که همگرایی علم و فناوری و جامعه همراه با پزشکی ژرف (فنوتیپ‌سازی ژرف بیمار با مدد امیکس‌های چندگانه)، مهم‌ترین عدم قطعیت‌های بحرانی را در گسترهٔ آیندهٔ پزشکی شکل می‌دهند. بر پایهٔ چنین منطق سناریویی، در فاز چهارم با یک رهیافت خلاقانه به خلق سناریوهای آیندهٔ پزشکی کشور اهتمام ورزیده شد و چهار سناریوی محتمل برای این آینده ترسیم گردید. در ایده‌آل‌ترین سناریو، پزشکی ژرف پدیدار می‌گردد و همگرایی علم، فناوری و جامعه به اوج خود می‌رسد. برای دستیابی به این سناریو ایده‌آل، سه راهبرد در فاز پنجم (رهیافت سیاست‌گذاری) پیشنهاد شدند که شامل ۱) ایجاد مناطق دانشی ویژهٔ علم، فناوری و جامعه به واسطه دانشگاه‌ها؛ ۲) جهت‌گیری به سوی سلامت دیجیتالی همراه با کاربرد هوش مصنوعی در گسترهٔ نظام سلامت؛ و ۳) ایجاد زیر ساخت، بسترسازی و ترویج لازم برای دستیابی به پزشکی فرادقیق (Precision Medicine) می‌باشند. برای پیاده‌سازی هر کدامیک از این سه راهبرد جهت خلق آیندهٔ ایده‌آل که بالاترین میزان همگرایی و تبلور پزشکی ژرف را دارد، راهکارهایی پیشنهاد شدند. در یک فراگرد کلی، چنین به نظر می‌آید که مدل آینده‌پژوهشی پنج فازی پیشنهادی که شامل هشت گام در سناریونویسی است می‌تواند آینده پزشکی کشور را ترسیم نموده و درخلق نظام‌های سلامت آینده کمک شایانی ارائه دهد. در یک فراگرد کلی، بسترسازی، ایجاد زیر ساخت و آمادگی برای حصول پزشکی فرادقیق و سلامت دیجیتالی و هوش مصنوعی از الزامات و راهبردهای اصلی برای دستیابی به آینده مطلوب در گستره علوم پزشکی ایران می‌باشند. این امور مهم بایستی بسرعت مورد توجه سیاستگزاران و برنامه‌ریزان حوزه سلامت قرار گرفته و به عنوان اولویت‌های ملی در نظر گرفته شوند.

References:

1.Nabipour I. The Technology Forecasting: A Tool For Holistic Sustainable Development. Bushehr: Bushehr University Of Medical Sciences Press 2011, 9. (Persian)
2.Godet F. Future Memories. Technol Forecast Soc Change 2010; 77(9): 1457-63.
3.United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Foresight as a Policy-making Tool. In: Nyiri L, editor. Technology Foresight for Organizers. 1st ed. Ankara: Technol Foresight Initiative, 2003, A1-A16.
4.Futures and Foresight. Parliamentary office of Science and Technology. (Accessed March 8, 2020, at https://www.parliament.uk/globalassets/documents/post/postpn332.pdf)
5.Skumanich M, Silbernagel M. Foresighting Around the World: A Review of Seven Best-In-Kind Programs. Chapter 2. (Accessed March 8, 2020, at https://www.iss.europa.eu/sites/default/files/2.1_Foresight_in_governments.pdf)
6.UNDP. Foresight Manual - United Nations Development Programme. (Accessed March 8, 2020, at https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/UNDP_ForesightManual_2018.pdf)

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

7.The World Conversion Union (IUCN). The Future of Sustainability: Re-Thinking Environment and Development in the Twenty-first Century. (Accessed March 8, 2020, at https://www.global-nature.org/bausteine.net/f/6379/iucn_future_of_sustanability.pdf?fd=2)
8.Postma TJBM, Liebl F. How To Improve Scenario Analysis as a Strategic Management Tool?. Technol Forecast Soc Change 2005; 72(2): 161-73.
9.Foster MJ. Scenario Planning For Small Business. Long Rang Plan 1993; 26(1): 123-9.
10.The Future of BioSciences: Four Scenarios for 2020 and Beyond. (Accessed March 8, 2020, at http://www.thinkdsi.com/pdfs/Biosciences ReportHighlights.pdf)
11.Tait J. OECD International Futures Project on "The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda". 2007. (Accessed March 8, 2020, at https://www.oecd.org/futures/long-termtechnologicalsocietalchallenges/thebioeconomyto2030designingapolicyagenda.htm)
12.Biomedicine and Health Innovation - Synthesis Report. Organisation for Economic Co-operation and Development, 2010. (Accessed March 8, 2022, at https://www.oecd.org/sti/emerging-tech/biomedicineandhealthinnovation-synthesisreport.htm)
13.A Strategy for UK Regenerative Medicine. 2012. (Accessed May 28, 2015, at http://www.mrc.ac.uk/news-events/publications/regenerative-medicine-strategypdf/)
14.Clark J. Five Futures For Academic Medicine: The ICRAM Scenarios. BMJ 2005; 331(7508): 101-4.
15.The Future Of Healthcare In Europe. Economist Intelligence Unit. The Economist, 2011.
16.Primary Care 2025: A Scenario Exploration. Institute for Alternative Futures, 2012. (Accessed March 8, 2022, at http://www.altfutures.org/pubs/pc2025/IAF-PrimaryCare2025Scenarios.pdf)
17.Lueddeke GR. Transforming Medical Education for the 21st Century: Megatrends, Priorities and Change. Radcliffe Pub, 2012.
18.Hayes R. Our biopolitical future. California, USA: World Watch Institute, 2007.
19.Ogilvy J. Scenario Planning and Strategic Forecasting. 2015. (Accessed May 28, 2015, at http://www.forbes.com/sites/stratfor/2015/01/08/scenario-planning-and-strategic-forecasting/)
20.Schwartz P. The art of the long view. New York: Currency Doubleday, 1996.
21.Garvin DA, Levesque LC. A Note on Scenario Planning. Harvard Business School 2005; 306(003): 1-10.
22.Bood RP, Postma TJBM. Scenario Analysis As A Strategic Management Tool. In Research Report Series Of University Of Groningen, 1998.
23.Schoemaker PJH. When And How To Use Scenario Planning: A Heuristic Approach With Illustration. J Forcast 1991; 10(6): 549-64.
24.Scearce D, Fulton K, Global Business Network community. What if? The art of scenario thinking for nonprofits. 2004. (Accessed March 8, 2022, at https://community-wealth.org/content/what-if-art-scenario-thinking-nonprofits)
25.Nabipour I, Assadi M. The Future Of Medicin, Systems Medicine, P4. Bushehr: Bushehr University of Medical Sciences Press, 2014. (Persian)
26.Hood L, Balling R, Auffray C. Revolutionizing Medicine In The 21st Century Through Systems Approaches. Biotechnol J 2012; 7(8): 992-1001.
27.Nabipour I, Assadi M. Precision Medicine, An Approach For Development Of The Future Medicine Technologies. Iran South Med J 2016; 19(1): 167-84. (Persian)
28.Nabipour I. The Precision Medicine. Bushehr: Bushehr University Of Medical Sciences Press, 2017, 9-48. (Persian)

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

29.Topol E. Deep Medicine. Translated By Iraj Nabipour. Bushehr: Bushehr University Of Medical Sciences Press, 2019, 28, 222. (Persian)
30.Schwartz WB. Medicine And The Computer- The Promise And Problems Of Change. N Engl J Med 1970; 283(23): 1257-640.
31.Rajkomar A, Dean J, Kohane I. Machine Learning In Medicine. N Engl J Med 2019; 380(14): 1347-58.
32.Roco MC, Bainbridge WS. The New World Of Discovery, Invention, And Innovation: Convergence Of Knowledge, Technology, And Society. J Nanopart Res 2013; 15: 1-17.
33.Beckert B, Bluemel C, Friedewald M. Visions And Realities In Converging Technologies: Exploring The Technology Base For Convergence. Innovation 2007; 20(4): 375-94.
34.Nabipour I. The Knowledge region. Bushehr: Bushehr University and Medical Sciences Press, 2015. (Persian)
35.European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Precision medicine, targeted scenario n°14 : glimpses of the future from the BOHEMIA study, ublications Office, 2018, (Accessed March 9, 2022, at https://data.europa.eu/doi/10.2777/32392)
36.Gong H. Innovation Ecosystems for Precision Medicine Implementation. Wharton Research Scholars. 2020. (Accessed March 9, 2022, at https://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1212&context=wharton_research_scholars)
37.World Economic Forum (2018). Precision Medicine and Policy Summit Insight Report. (Accessed March 9, 2022, at http://www.sps.tsinghua.edu.cn/uploadfile/2018/1211/PrecisionMedicinePolicySummitReport.PDF)
38.Qoronfleh MW, Chouchane L, Mifsud B, et al. The Future Of, Healthcare Innovation Through Precision Medicine: Policy Case Study Of Qatar. Life Sci Soc Policy 2020; 16: 12.
39.Denny JC, Collins FS. Precision Medicine In 2030-Seven Ways To Transform Healthcare. Cell 2021; 184(6): 1415-9.
40.Efpia. Unlocking the potential of precision medicine in Europe – Improving cancer care through broader access to quality biomarker testing. (Accessed March 9, 2022, at https://www.efpia.eu/news-events/the-efpia-view/statements-press-releases/unlocking-the-potential-of-precision-medicine-in-europe-improving-cancer-care-through-broader-access-to-quality-biomarker-testing/)
41.Johnson KB, Wei WQ, Weeraratne D, et al. Precision Medicine, AI, and the Future of Personalized Health Care. Clin Transl Sci 2021; 14(1): 86-93.
42.Nadauld LD, Ford JM, Pritchard D, et al. Strategies For Clinical Implementation: Precision Oncology At Three Distinct Institutions. Health Aff (Millwood) 2018; 37(5): 751-6.
43.PMC (2018). The Personalized Medicine Report. Opportunity, Challenges, and the Future. (Accessed March 9, 2022, at https://www.personalizedmedicinecoalition.org/Userfiles/PMC-Corporate/file/PMC_The_Personalized_Medicine_Report_Opportunity_Challenges_and_the_Future.pdf)
44.Florin MV, Escher G. (2017). A Roadmap For The Development Of Precision Medicine. Lausanne: EPFL International Risk Governance Center (IRGC). (Accessed March 9, 2022, at https://infoscience.epfl.ch/record/230179?ln=en)
45.Ginsburg GS, Phillips KA. Precision Medicine: From Science To Value. Health Aff (Millwood) 2018; 37(5): 694-701.
46.McKinsey Company. Precision medicine: Opening the aperture. (Accessed March 9, 2022, at https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/precision-medicine-opening-the-aperture)

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

47.World Health Organization. (2021). Global strategy on digital health 2020-2025. World Health Organization. https://apps.who.int/iris/handle/10665/344249. License: CC BY-NC-SA 3. 0 IGO

48.Deloitte (2021). Health Care Foresight. Identifying Megatrends. (Accessed March 9, 2022, at https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/sg/Documents/life-sciences-health-care/sg-lshc-healthcare-foresight-megatrends.pdf)

49.HIMSS. Digital Health: A Framework for Healthcare Transformation White Paper. (Accessed January 6, 2022, at https://www.himss.org/resources/digital-health-framework-healthcare-transformation-white-paper)

50.KMPG (2016). Digital Health: Heaven Or Hell? (Accessed March 9, 2022, at https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2016/03/digital-health-heaven-hell.pdf)

51.Background paper. Overview of megatrends in health and their implications for Australia. (Accessed January 6, 2022, at https://d3n8a8pro7vhmx.cloudfront.net/bca/pages/4096/attachments/original/1527660180/ 4_BCA_Health_megatrends_document_Final.pdf?1527660180)

52.Deloitte (2021). 2021 Global Health Care Outlook: Accelerating industry change (Accessed March 9, 2022, at https://www2.deloitte.com/cn/en/pages/life-sciences-and-healthcare/articles/2021-global-healthcare-outlook.html)

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]

Original Article

Strategies for the Future of Medicine in Iran Based on a Scenario Planning

M. Jorjani (PhD)[1,2], SH. Moghaddamnia (PhD)[3], M. Assadi (MD)[4], H. Ghanbari (PhD)[5], M. Fasihi Harandi (PhD)[6], I. Nabipour (MD)[7,8**]*

[1] *Neurobiology Research Center and Department of Pharmacology, School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[2] *Department of Medical Education, Academy of Medical Sciences of the Islamic Republic of Iran, Tehran, Iran*
[3] *Department of Basic Sciences, Academy of Medical Sciences of the Islamic Republic of Iran, Tehran, Iran*
[4] *The Persian Gulf Nuclear Medicine Research Center, The Persian Gulf Biomedical Research Institute, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran*
[5] *Department of Medical Nanotechnology, School of Advanced Technologies in Medicine, TUMS, Italia Street, Tehran, Iran*
[6] *Department of Parasitology and Mycology, School of Medicine, Kerman University of Medical Sciences*
[7] *Future Studies Group, The Academy of Medical Sciences of the I.R.Iran*
[8] *The Persian Gulf Marine Biotechnology Research Center, The Persian Gulf Biomedical Research Institute, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran*

(Received 26 Feb, 2022 Accepted 6 Mar, 2022)

Abstract

Background: The rapid and increasing growth of technology in the artificial intelligence era and its impact on fundamentals changes in the development of science including biomedicine and health presents a need for the future studies in medical sciences. This project is striving to provide a desirable model based on authentic forecasting models in order to clarify the probable and uncertain futures of medicine and health in Iran, with their complexities.

Methods: The Jay Ogilvy's eight steps scenario planning and strategic forecasting was engaged in a five phases model including the identification approach (phase 1) for detection of paradigms in medicine; the extrapolation approach (phase 2) for detection of megatrends and key technologies in medicine and healthcare; the convergence approach (phase 3) for discovering of critical uncertainties and achieving to the logic of scenario; the creative approach (phase 4) for composition of the scenario and technology roadmap; the policy making approach (phase 5) for planning of strategies and tactics.

Results: In the first phase, it was revealed that the realm of medicine is under a huge disruption and the current medicine is going to systems medicine with precision medicine in its scope. In the second phase, it was clarified that the convergence of knowledge, technology and society (CKTS) is a megatrend that drives medical sciences to "deep medicine". In the third phase, it was unfolded that CKTS and "deep medicine" including deep phenotyping of the patient using multiple omics technologies are cardinal key points that not realization of their goals in Iran would lead to a deep and critical gap in advanced and updated medicine and healthcare between Iran and the developed countries. In the fourth phase, four possible scenarios for the future of medicine and healthcare in Iran were described in which the ideal scenario would be flourishing of deep medicine along CKTS. In the fifth phase, three strategies were developed in order to realize the ideal scenario including 1/ the establishment of knowledge regions, mediated by universities; 2/ moving toward digital health and artificial intelligence; 3/ driving forces for precision medicine

Conclusion: The establishment of infrastructures and preparedness for realizing precision medicine and moving toward digital health and artificial intelligence are crucial strategies to achieve the ideal future of medicine in Iran. These important issues should be considered as national priorities by policy makers and programmers in the realm of medical sciences.

Keywords: forecasting, converging technologies, precision medicine, digital health, scenario planning, deep medicine, systems medicine

©Iran South Med J.All right sreserved

Cite this article as: Jorjani M, Moghaddamnia SH, Assadi M, Ghanbari H, Fasihi Harandi M, Nabipour I. Strategies for the Future of Medicin in Iran Based on a Scenario Planning. Iran South Med J 2022; 25(1): 50-79

Copyright © 2022 Jorjani, et al This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

[**] *Address for correspondence:* The Persian Gulf Marine Biotechnology Research Center, The Persian Gulf Biomedical Research Institute, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran
E.mail: inabipour@gmail.com
*ORCID: 0000-0003-4790-4747
** ORCID:0000-0002-1785-0883

Website: http://bpums.ac.ir
Journal Address: http://ismj.bpums.ac.ir

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/ismj.25.1.50]