ابرروندهای پزشکی

Megatrends in Medicine

دکتر ایرج نبی پور

مرکز تحقیقات پزشکی هسته ای خلیج فارس
دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

شورای عالی انقلاب فرهنگی
کرسی نظریه پردازی
فلسفه، فقه و اخلاق پزشکی

پژوهشگاه علوم غدد و متابولیسم
دانشگاه علوم پزشکی تهران

مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج فارس
دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

بنیاد رشد و اندیشه سازندگی
استان بوشهر

به نام خداوند جان و خرد

سرشناسه	:	نبی‌پور، ایرج، ۱۳۴۲ -
عنوان و نام پدیدآور	:	ابرروندهای پزشکی= Megatrends in Medicine/ ایرج نبی‌پور ؛ [برای] مرکز تحقیقات پزشکی هسته ای خلیج فارس دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان بوشهر...[و دیگران].
مشخصات نشر	:	بوشهر: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	:	۲۰۰ ص.: مصور، جدول، نمودار ؛ ۱۴/۵×۲۱/۵ س‌م.
شابک	:	978-600-5032-49-9
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	[برای] مرکز تحقیقات پزشکی هسته ای خلیج فارس دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان بوشهر، شورای عالی انقلاب فرهنگی کرسی نظریه پردازی فلسفه، فقه و اخلاق پزشکی، پژوهشگاه علوم غدد و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی تهران، مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج فارس دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر، بنیاد رشد و اندیشه سازندگی استان بوشهر.
یادداشت	:	کتابنامه.
یادداشت	:	نمایه.
موضوع	:	پزشکی -- نوآوری
شناسه افزوده	:	دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان بوشهر. مرکز تحقیقات پزشکی هسته‌ای خلیج‌فارس
رده بندی کنگره	:	RA۴۱۸/ن۹ن۲ ۱۳۹۳
شماره کتابشناسی ملی	:	۳۶۲۶۹۷۴

ابرروندهای پزشکی

Megatrends in Medicine

دکتر ایرج نبی پور

چاپ اول: تابستان ۱۳۹۳

حروفچینی: فاطمه مرزوقی

ویراستاری: دکتر کتایون وحدت

صفحه آرایی: دارا جوکار

ناشر: انتشارات دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

چاپ: نزهت

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

قیمت: ریال

مرکز تحقیقات پزشکی هسته ای خلیج فارس دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

شورای عالی انقلاب فرهنگی کرسی نظریه پردازی فلسفه، فقه و اخلاق پزشکی

پژوهشگاه علوم غدد و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی تهران

مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج فارس دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

بنیاد رشد و اندیشه سازندگی استان بوشهر

تقدیم به استاد پیشکسوت

دکتر محمد امیری

از پیشگامان عرصه ی بهداشت

فهرست مندرجات

پیشگفتار ۱

فصل اول: ابرروند چیست؟ ۷

گروه‌بندی ابرروندها ۱۲

ریز جنبش‌ها ۱۵

۲۰ ابرروند برجسته ۱۸

ابرروندهای فضای کسب و کار ۲۳

اشکال باز ۲۹

از ابرروند به نوآوری (مفهوم تحلیل روند) ۲۹

تحلیل روند (رهیافت ماکرو به میکرو) ۳۱

فصل دوم: پزشکی سیستمی ۳۵

شبیه‌سازی زیستی ۵۱

فصل سوم: فناوری‌های همگرا (Converging Technologies) ۵۷

انقلاب سوم: همگرایی فناوری ۶۴

پزشکی نانو و نانو زیست فناوری ۶۹

مدل‌های بافتی ۷۷

پزشکی بازآفرینشی ۸۵

فصل چهارم: پزشکی فردگرایانه ۹۷

فصل پنجم: رهیافت میان رشته‌ای ۱۰۹

الف/ رهیافت میان رشته‌ای چیست؟ ۱۱۴
چند رشته‌ای *۱۱۴*
میان رشته‌ای *۱۱۵*
ب/ رهیافت میان رشته‌ای در بنیاد ملّی سلامت آمریکا ۱۱۷
فصل ششم: ابرروندها در سلامت ۱۲۱
ابرروند اول: بیمه‌ی سلامت همگانی و چرخشی از پوشش بیمه‌ای بر پایه‌ی کارفرما به سوی پوشش بیمه‌ای دولت محور ۱۲۳
ابرروند دوم: مراقبت‌های سلامت فرامکان (پزشکی از راه دور، سلامت از راه دور، سلامت همراه) ۱۲۷
ابرروند سوم: تغییر پارادایم از حجم به ارزش در ارائه‌ی خدمات سلامت ۱۳۵
ابرروند چهارم: خلق داده‌های بزرگ و تبدیل داده‌های بزرگ به دانش سلامت (BD2K) ۱۴۱
ابرروند پنجم: جهانی‌سازی در خدمات سلامت و شکل گیری توریسم پزشکی ۱۴۵
ابرروند ششم: سالمندان و کشش بر نظام سلامت ۱۵۱
ابرروند هفتم: تحول در نظام آموزش پزشکی ۱۵۵
ابرروند هشتم: مردم شرکاء ارائه‌ی خدمات سلامت خواهند بود؛ شکل‌گیری پزشکی مشارکتی ۱۵۹
ابرروند نهم: گذار به ابر نظام‌های سلامت ۱۶۳
ابرروند دهم: پزشکی P4 (پیشگویی کننده، پیشگیری کننده، فردگرایانه و مشارکتی) ۱۶۹
پیوست: سیاست‌های کلی سلامت جمهوری اسلامی ایران ۱۷۳
کتابنامه ۱۸۱
نمایه ۱۹۹

پیشگفتار

بسم الله الرحمن الرحیم

سرعت جهان رشد فزاینده‌ای یافته است و اگر تحول جامعه ی کشاورزی به جامعه‌ی صنعتی طی ۱۰۰ سال به طول انجامید، تحول جامعه‌ی صنعتی به جامعه‌ی اطلاعاتی طی دو دهه روی داد. از این رو بر اساس نظر جان نیسبت (John Naisbitt)، برای واکنش نسبت به تغییرات بسیار تند هزاره‌ی جدید، راهی نداریم جز اینکه آینده را پیش بینی کنیم. پیش بینی بنیان یافته بر اساس متدولوژی علم آینده پژوهی می‌تواند در موقعیت جامعه در عرصه‌های اجتماعی و افزایش توان اقتصادی و چیرگی در رقابت‌های فزاینده‌ی هزاره‌ی جدید، نقشی کلیدی بازی کند. از این رو، مطالعه‌ی ابرروندها و بررسی اثر آن‌ها بر فعالیت جوامع و گستره‌های کسب و کار، به شیوه‌ای حیاتی برای بقاء در فضای آینده، تبدیل شده است.

واژه‌ی ابرروند (کلان روند Megatrend) توسط جان نیسبت در سال ۱۹۸۲ میلادی با انتشار کتاب "ابرروندها" ابداع گردید. کتاب این مؤلف آمریکایی در ۵۷ کشور انتشار یافت و رتبه‌ی پرفروش را به خود اختصاص داد. در این کتاب، او چشم اندازی را از هزاره بر اساس ده ابرروند به تصویر کشید. با توجه به نظرات

انقلابی وی، شیوه‌ی تحلیل روند (Trend Analysis) در بخش صنعت و کسب و کار و مقولات آینده پژوهی، جایگاهی رفیع یافت.

ابرروندها از لحاظ ماهیت، به گونه‌ای فضای کسب و کار و جامعه را تغییر می‌دهند که اثرات آن‌ها نه سال‌ها، بلکه چندین دهه پا بر جا می‌ماند. از سوی دیگر، اثر این ابرروندها بر هر فرد جامعه‌ی انسانی خواهد بود و فرصت‌ها و تهدیدات ویژه‌ای را بر فضای کسب و کار و جوامع انسانی فرود می‌آورند. از این رو، نگرش به ابرروندها در هر فعالیت آینده پژوهی و تدوین سیاست‌های کلان با برد زمانی طولانی، اجباری می‌باشد.

بر این اساس، ابرروندها را می‌توان تغییرات بنیادین عمده‌ای در سطح جوامع، فناوری‌ها، عرصه‌ی اقتصاد و شرایط سیاسی تعریف کرد که از سه ویژگی اصلی پیروی می‌کنند:

۱/ توسعه‌ی ابرروندها آهسته است ولی در زمانی که به تبلور می‌رسند اثر آن‌ها حداقل تا ۲۵ سال پا بر جا می‌ماند.

۲/ ابرروندها بر گستره‌های گوناگون و متنوعی از حیات انسان اثر می‌گذارند.

۳/ ابرروندها، خوی و منش جهانی دارند و منحصر به جغرافیا و کشور نیستند هر چند که ممکن است اثر آن‌ها در یک جغرافیای ویژه، چشمگیرتر باشد.

از این رو، در تدوین هر برنامه‌ی مبتنی بر آینده بایستی به ابرروندهای حوزه‌های STEEP-V (ابرروندهای اجتماعی، فناوری، محیط زیست، اقتصاد، سیاست و ارزش‌ها) نگریسته شود.

این نوشتار در پی آن است که از ابرروندهای حاکم بر فضای دانش پزشکی پرده بردارد. ساختار این نوشتار را می‌توان در سه بخش ترسیم نمود. در بخش نخست به ادبیات عرصه‌ی ابرروندها در علم و فناوری پرداخته خواهد شد و با مفاهیم بنیادی و کلیدی و خوی و منش ابرروندها آشنا می‌شویم و به ارتباط گسست ناپذیر آن‌ها با نوآوری و فرصت‌های توسعه در علم و فناوری پی خواهیم برد و سپس به چگونگی تحلیل ابرروندها و نیل به بینش ریز (میکرو) از کلان (ماکرو) خواهیم پرداخت. به زبانی دیگر از پویش ماکرو به میکرو، به حوزه‌های جدید نوآوری و فرصت‌های پیش روی علم و فناوری دست می‌یابیم.

بخش دوم نوشـــتار به ابرروندهای عرصـــه‌ی دانش پزشـــکی و فناوری‌های وابســـته می‌پردازد. نخســـت به پزشـکی سیستمی که خود برخاسته از بینش سیستمی و نوزاد بیولوژی سیستمی است و پزشکی قرن بیستم را به ســـوی پزشـــکی P4 (پزشـــکی پیشـــگویی کننده، پیشگیری کننده، فردگرایانه و مشارکتی) سوق می‌دهد نظر خواهیم انداخت.

همگام نیز به روند پرشتاب شبیه سازی زیستی که موجب پیشـرفت پزشکی سیستمی و شیوه‌های درمانی شده و به صورت نظام‌مند در یک رهیافت میان رشته‌ای تلاش می‌نمـایـد کـه داده‌هـای بـالینی و فنـاوری‌های امیکس یکپارچه شوند تا مسیرهای متابولیک عملکردی آشکار شوند، خواهیم پرداخت.

ابرروند دوم حاکم بر فضـای فناوری‌های پزشـکی، ابرونـد همگرایی فنـاوری‌هـا (و یـا فناوری‌های همگرا) اســـت. این ابرونـد، جـایگـاه ســـنگینی را در فراینـد سـیاسـت‌گذاری‌ها در علم و فناوری به خود اختصـاص داده اســت. زیرا عناصــر و بلوک‌های ســاختمانی مانند بیـت‌هـا، اتم‌هـا، نرون‌هـا و ژن‌هـا چنـان بـا یکـدیگر در هم آمیختگی می‌یـابند که شـــگفتی برخاســـته از مهبانگ (Big Bang) را در ذهن نقش می‌بندند و از این رو بسته‌ی فناوری‌های همگرای NBIC (نانو، بیو، انفو و شناختی) را انفجار کوچک (Little Bang) نام نهاده‌اند.

در همگرایی فناوری زیستی و علوم شناختی است که می‌توان سـطح تماسی را برای انسان متصور شد که او بتواند فضاهای مجازی را با شدت هر چه بیشتر تجربه نمـایـد. از این رو، فنـاوری‌هـای همگرا می‌توانند از مرز حس انسان گذر کرده و برای انسان در برخورد با محیط فیزیکی، سطح ارتباط جدیدی را خلق نمایند. در بخش فناوری‌های همگرا (انقلاب سـوم) به پزشـکی نانو و نانو زیسـت فناوری، مدل‌های بافتی و پزشـکی بازآفرینشی نگاه خواهیم افکند. در حقیقت، پزشکی بازآفرینی، خود یک گسـتره‌ی میان رشـته‌ای با رشـد پرشـتاب و رشد یابنده‌ی مطالعاتی اســـت که پژوهش‌های ســـلول‌های بنیـادی، مهنـدســـی بافت، مواد زیســـتی، فرایندهای بهبودی زخم و دیگر درمـان‌هـای بیولوژیک را شـــامل می‌شـود و خواهیم دید که چگونه در مسـیر پیشـرفت پزشـکی بازآفرینشی، فناوری مهندسی بافت برای خلق مدل‌های آزمایشـگاهی سـه بعدی بافت‌ها و ارگان‌ها به صورت مدل‌های زیستی "زنده" گام بر می‌دارد.

یکی دیگر از ابرروندهای بسیار هیجان انگیز و داغ در عرصه‌ی پزشکی امروز، پزشکی فردگرایانه است که در سایه‌ی پیشرفت‌های علوم ژنومیک و پروتئومیک طی دهه‌ی گذشته موجب توسعه‌ی شیوه‌های تشخیصی و درمانی هدفمند بر اساس اطلاعات و داده‌های ژنتیکی نهفته در فرد گردیده‌اند. به زبان دیگر، پزشکی فردگرایانه به صورت یک رهیافت نوین برای درمان و کاربرد اطلاعات انبوه و متنوعی که در کد ژنتیکی هر فرد نهفته است، در حال گذر پاردایمی خود است.

در هزاره‌ی جدید، دریافت داده‌های مرزشکن و راهیابی به علوم نوین در پناه جنبش میان رشته‌ای امکان پذیر است و از این رو، رهیافت میان رشته‌ای خود را به صورت یک ابرروند در علوم پزشکی نمایان نموده است و هم اکنون بنیاد ملّی سلامت آمریکا (NIH)، به عنوان بزرگترین نهاد پزشکی جهان، بهترین پروژه‌های پیشاهنگ را برای آغاز برنامه‌های میان رشته‌ای در انستیتوهای تحت نظارت خود به اجرا در آورده است و بسیاری از پروژه‌های پژوهشی میان رشته‌ای خود را در قالب کنسرسیوم‌های میان رشته‌ای، جهت حل مسائل پیچیده و غامض سلامت و بیماری سامان داده است.

در بخش سوم نوشتار به ابرروندهایی که بر گستره‌ی سلامت، اثرات چشمگیری را از خود انعکاس می‌دهند، نیم نگاهی خواهیم انداخت. بر اساس نظر پژوهندگان بخش آینده پژوهی حوزه‌ی سلامت، گستره‌ی سلامت در هزاره‌ی جدید متأثر از ده ابرروند است که در بخش سوم تلاش شده است همراستا با معرفی این ابرروندها، به تحلیل سیاست‌های کلان سلامت جمهوری اسلامی ایران به شیوه‌ی تحلیل ابرروند نیز بپردازیم.

به زبان دیگر، با متدولوژی تحلیل ابرروندهای حاکم بر فضای سلامت و بیماری (که هم اکنون در حوزه‌های مطالعات آینده پژوهی سراسر جهان آشکار شده‌اند) تلاش می‌کنیم که همخوانی و هم راستایی سیاست‌های تدوینی را با این کلان روندهای حوزه‌ی سلامت مورد سنجش قرار دهیم. بی شک، نپرداختن سیاست‌های راهبردی به فرصت‌ها و تهدیدات برخاسته از این ابرروندها می‌تواند در نقصان کارآیی و هدفمندی این سیاست‌ها اثرات جبران ناپذیری ایجاد کند. از سوی دیگر، تدوین سیاست‌ها بر پایه‌ی این ابرروندها می‌تواند

نقـاط داغ و کلیـدی برای تجلی نوآوری در عرصـــه‌ی ارائه‌ی خدمات سلامت و خلق فناوری‌های بنیان ساز در حوزه‌ی سلامت، نقش عظیمی را ایفا نماید.

خوشـبختانه در تدوین سـیاست‌های کلان سلامت کشور، از دیدگاه و اندیشه‌ی برجسته‌ترین خبرگان آشنا به گستره‌ی سلامت و تحولات آن استفاده گردیده است و این دانشـــمندان آگاه، یکی از موفق‌ترین دیدگاه‌های سـیاسـت سـلامت را در تاریخ ایران تدوین نموده‌اند. از این رو، تحلیل ابرروند این سـیاست‌های کلان، می‌تواند مفاهیم توســعه‌ی پایدار در بخش ســلامت را ترســیم نماید.

هم اکنون مفهوم توســعــه‌ی پایدار به عنوان یک آرمان در چشم انداز جوامع مترقی مطرح گردیده است. از این رو، در اندیشه‌ی هر آینده پژوهی، مفهوم توسعه‌ی پایدار به عنوان " کار آینده پژوهی " جای دارد. به زبان دیگر، آینده پژوهی همچون ابزاری برای نیل به توسعه‌ی پایدار جلوه می‌کند. بنابراین، هدف نهایی آینده پژوهی، نیل به توســعه‌ی پایدار در فضــای جهانی ســرشــار از پیچیدگی و تغییر اســت و تحلیل ابرروندها، نخســتین گام در این پویش است.

در اینجا سـزاوار است از جناب آقای دکتر فریدون عزیزی، معاون محترم علمی فرهنگسـتان علوم پزشکی جمهوری اسـلامی ایران که مشوق این حقیر در نگارش این نوشتار بوده‌اند صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

از اســـتاد بزرگوار جناب آقای دکتر باقر لاریجانی، رئیس پژوهشـــگاه غدد و رئیس کرســـی نظریه پردازی فلســـفه، فقه و اخلاق پزشـــکی که همانند همیشـــه پشـــتیبـان معنوی این حقیر بودند نیز کمال امتنان را دارم.

همچنین از جنـاب آقـای دکتر مرنـدی، رئیس محترم فرهنگســتان علوم پزشــکی جمهوری اســلامی ایران و اســاتید و همکاران در گروه آینده‌نگاری، نظریه پردازی و رصد کلان سلامت، به ویژه جناب آقای دکتر قانعی که از اندیشـه‌های برجسـته‌ی آن‌ها خوشه چینی نموده‌ام مراتب قدردانی خود را ابراز می‌نمایم.

از جناب آقای دکتر علیرضا رئیسی، رئیس محترم دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر که با مطالعه‌ی فصل ششم کتاب این حقیر از لغزش‌های روی داده آگاه نمودند، نیز صمیمانه تشکر می‌نمایم.

از جناب آقای دارا جوکار که در بازآفرینی تصـاویر

و ویرایش متن از هیچ کوشـشـی فروگذاری ننمودند، از سرکار خانم فاطمه مرزوقی که شکیبانه حروفچینی‌های متوالی متن را پذیرفتند و همچنین از جناب آقای دکتر محمـد جواد حـائری نژاد که در تنظیم منابع مرا یاری نمودند نیز صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایم.

از گرانمـایه‌ترین دارایی وجودم، همســـر گرامی‌ام ســـرکار خانم دکتر کتایون وحدت که در ویرایش متن تلاش فراوانی را از خود نشان داده‌اند نیز سپاسگزارم.

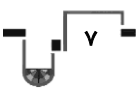
هر چند که در نوشتار کنونی، تلاش گردیده که از بهترین و معتبرترین منابع بهره‌گیری شـــود و تصـــاویر گونـاگون از منـابع متعـدد برای گویـایی متن برچیـده شوند، امّا بی شک بسیار نقص آلود و پر عیب است. امید اســـت اندیشـــه ورزان و جســـتجوگران عرصـــه‌ی علم و فناوری، نه تنها این حقیر را از لغزش‌های روی داده آگاه نمـاینـد بلکـه خود بـا آفرینش کتب و مقالات عالمانه، جامعه‌ی پزشـــکی رو به رشـــد پرشـــتاب ایران را غنا بخشند.

دکتر ایرج نبی پور

عضو گروه آینده نگاری، نظریه پردازی و رصد کلان سلامت فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران
عضو کرسی نظریه پردازی فلسفه، فقه و اخلاق پزشکی

فصل اول

ابر روند چیست؟


V

واژه‌ی ابرروند (کلان روند Megatrend)، توسط جان نیسبت[1] در سال ۱۹۸۲میلادی با انتشار کتاب "ابرروند" ابداع گردید. کتاب این مؤلف آمریکایی در ۵۷ کشور انتشار یافت و رتبه‌ی پرفروش را به خود اختصاص داد. در این کتاب، او چشم اندازی را از هزاره بر اساس ۱۰ ابرروند به تصویر کشید. با توجه به نظرات انقلابی وی، شیوه‌ی تحلیل روند[2] در بخش صنعت، کسب و کار و مقولات آینده پژوهی، جایگاهی رفیع یافت (۱).

ابرروندها از لحاظ ماهیت، به گونه‌ای فضای کسب و کار و جامعه را تغییر می‌دهند که اثرات آن‌ها نه در سال‌ها، بلکه چندین دهه پا بر جا می‌ماند. از سوی دیگر، اثر این ابرروندها بر هر فرد جامعه‌ی انسانی خواهد بود و فرصت‌ها و تهدیدات ویژه‌ی خود را بر فضای کسب و کار و جوامع انسانی فرود می‌آورند. از این رو، نگرش به ابرروندها در هر فعالیت آینده پژوهی و تدوین سیاست‌های کلان (با برد زمانی طولانی) اجباری می‌باشد (۲).

بر این اساس، ابرروندها را می‌توان تغییرات بنیادین عمده در سطح جوامع، فناوری‌ها، عرصه‌ی اقتصاد و شرایط سیاسی تعریف کرد که از سه ویژگی اصلی پیروی می‌کنند:

۱/ ابرروندها توسعه‌ی آهسته‌ای دارند ولی در زمانی که به تبلور می‌رسند اثر آن‌ها حداقل ۱۵ تا ۲۵ سال پا بر جا می‌ماند.

۲/ ابرروندها بر گستره‌های گوناگون و متنوعی از حیات انسان اثر می‌گذارند.

[1] John Naisbitt
[2] Trend Analysis

۳/ ابرروندها، خوی و منش جهانی دارند و منحصر به جغرافیا و کشور نیستند، هر چند که ممکن است اثر آن‌ها در یک جغرافیای ویژه، چشمگیرتر باشد (۳).

بر اساس این ویژگی‌ها می‌توان شاخص‌های زیر را برای شناخت ابرروندها به دست آورد:

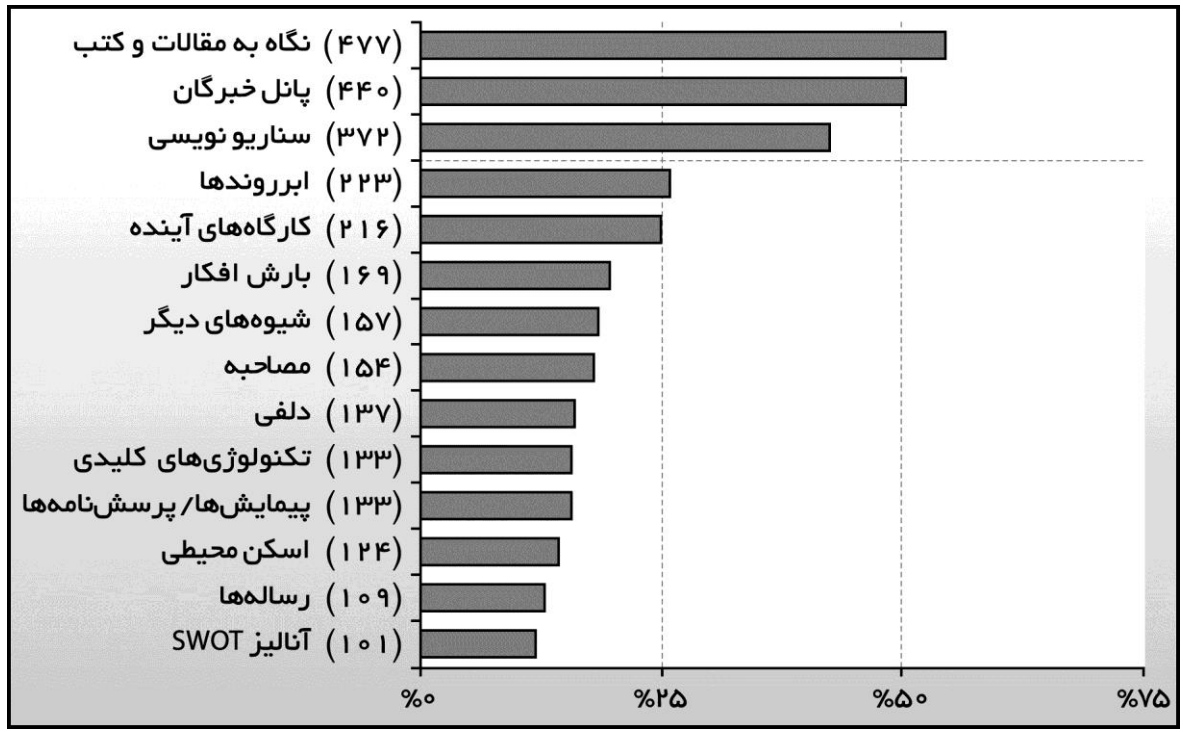
چارچوب زمانی: حداقل، تداوم توان پیش بینی شده برای ۱۵ سال آینده را دارند.

جهان شمولی: تقریباً بر تمام مناطق جهان اثر می‌گذارند.

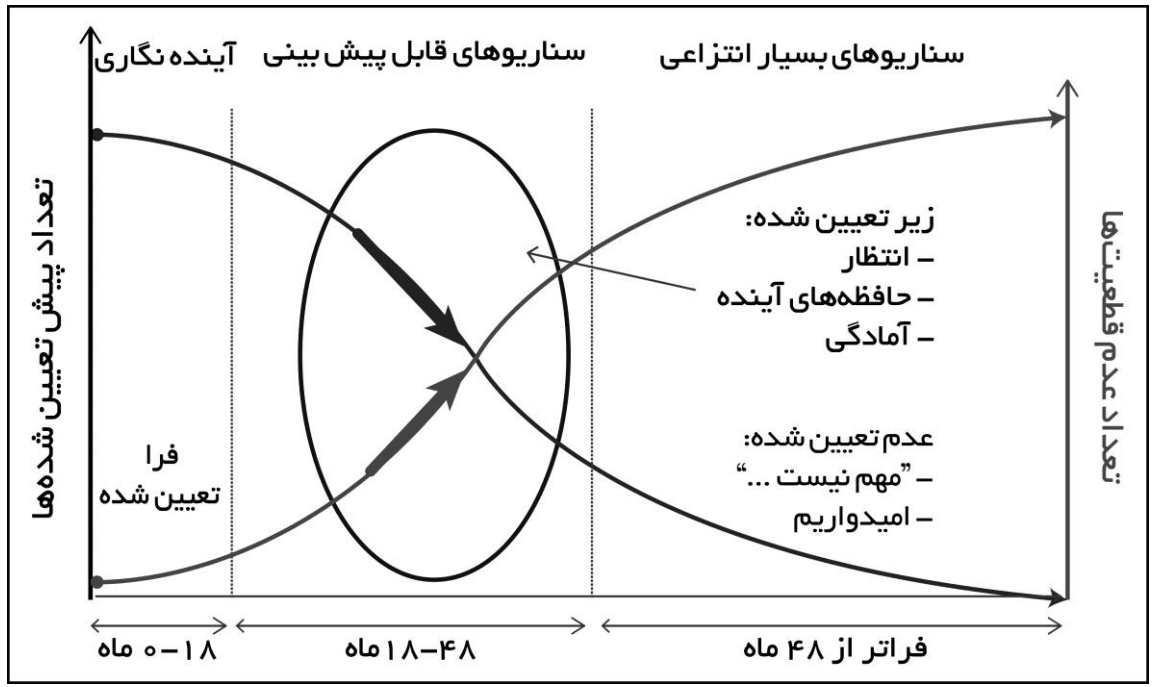
دامنه و گستردگی: بر جامعه از سطح ریز تا کلان اثر می‌کنند و دامنه‌های سیاسی، اقتصادی، علم و فناوری، سازمان‌های اجتماعی و افراد را در بر می‌گیرند.

اثر گذاری: اثر چشمگیری بر روی حیات انسان داشته و تغییرات کیفی ایجاد می‌کنند؛ به گونه‌ای که فرار از این تغییرات بسیار دشوار و حتی ناممکن است.

ابرروندها توسعه‌های آینده‌ی بسیار محتمل را



شکل ۱: نسبت فراوانی کاربرد شیوه‌های گوناگون آینده پژوهی (لطفاً به جایگاه ابرروندها بنگرید.)



شکل ۲: همچنان که فرایند آینده نگاری از مرز ۱۸ ماه می‌گذرد، تعداد عوامل تعیین نشده به شدت کاهش می‌یابند و هر سناریویی نیز سیمای انتزاعی می‌یابد.

نشان می‌دهند و تمایل دارند که جهان ما را در حداقل ۱۵ سال به بعد شکل دهند. از این رو، ابرروندها نسبتاً یک عنصر ثابت در فرایند آینده‌نگری محسوب می‌شوند. آن‌ها به آهستگی پدیدار شده و به آهستگی نیز محو می‌شوند اما خط سیر آن‌ها به خوبی قابل پیشگویی بوده و در یک محدوده‌ی زمانی قابل پیش بینی نیز حیات آن‌ها تداوم می‌یابد. بر اساس ویژگی‌های توصیف شده برای ابرروندها، می‌توانیم بر خط سیر توسعه‌ی یک ابرروند سوار شده و تحول آن را پیگیری و خط گذر آن را در زمان‌های آینده، پیشگویی کنیم. بدین سان از تغییرات چشمگیر و بنیان برافکن آینده، شگفت زده نخواهیم شد. اما با این وجود، ابرروندها فقط به مسیر توسعه‌های محتمل آینده اشاره کرده و هرگز آینده‌ی قطعی را ترسیم نمی‌کنند. همین عدم قطعیت آینده است که انسان آماده‌ی تغییر، به صورت فعال تجلی می‌یابد. به زبان

دیگر، هر چند که سونگری ابرروندها به شناسایی آینده‌های محتمل است ولی باید دانست امکان آینده‌های دیگری که مقدور بوده و حتی خوشایندتر باشند نیز امکان‌پذیر است.

همانگونه که اشاره شد، ابرروندها توسعه‌های آینده‌ی بسیار محتمل را هدف قرار می‌دهند که استمرار داشته و جهان ما را طی دهه‌ی آینده و یا حتی فراتر، دگرگون می‌سازند. همین ویژگی برجسته است که ابرروندها را از پیام‌های ضعیفی که بسیار غیر قطعی خودنمایی کرده و به سختی قابل ردیابی هستند تمایز می‌دهد.

ابرروندها نسبت به روندها (که به تندی تغییر می‌کنند) نیز بسیار متفاوت‌تر هستند. یک روند بر روی یک موضوع یا محصول تأکید کرده و بدین طریق انتظاراتی غیر واقعی را عرضه می‌دارد در حالی که ابرروندِ پشتیبان آن، پا بر جا بوده و حتی در زمانی که آن موضوع خاص و یا محصول نیز از گستره‌ی توجه محو می‌شود، به حیات خود ادامه می‌دهد.

ابرروندها یک چارچوب تحلیلی اساسی مهم را برای تحلیل و پیشگویی توسعه‌ی فناوری‌ها و نیز برای طراحی و همسازی با مفاهیم کسب و کار و همچنین راهبردهای سیاست‌گذاری برای نیازهای آینده و چالش‌ها را فراهم می‌آورند. آن‌ها نمایانگر به هم پیوستگی میان احتمالات فناورانه و علائق اجتماعی سیاسی هستند که گذرگاه‌های تحقیق و توسعه، نوآوری و خلق محصول را شکل می‌دهند.

ابرروندها خود به صورت یک هدف نهایی نیستند؛ آن‌ها ابزارهایی برای چیرگی بر پرسش‌های گوناگون، ترسیم راهبردهای کسب و کار و توسعه‌ی سیاست‌ها هستند.

گروه‌بندی ابرروندها

ابرروندها را می‌توان در سه گروه جای داد:

۱/ ابرروندهای پیش ران شده با فناوری[1]

این گروه از ابرروندها، احتمالات فراروی که در نتیجه‌ی پیشرفت‌های علم و فناوری گشایش می‌یابند را به تصویر می‌کشند. در حقیقت آن‌ها، گذرگاه‌هایی

[1] Technology-Driven Megatrends

که اصولاً قابل دست‌یابی هستند را نشان می‌دهند که می‌توان با چیرگی بر موانع اجتماعی و قانونی به آن‌ها دست یافت.

توسعه‌هایی مانند کوچک‌سازی مینیاتوری در فناوری[1] و افزایش سرعت ریزپردازنده‌ها و وسائل محاسباتی، توانمندی‌های فناورانه‌ی شبکه‌سازی، توانایی دستکاری مواد در مقیاس نانومتر، دانش فزاینده پیرامون سیستم‌های بیولوژیک در سطح ملکولی و کاربردهای فناوری‌های وابسته به مغز، از مثال‌های این گروه هستند.

۲/ ابرروندهای اجتماعی

این گروه از ابرروندها، تغییرات اجتماعی و خوی و منشی که تمایل دارند طی دهه‌ی آینده و فراتر استمرار یابند را ترسیم می‌کنند. آن‌ها اثر فزاینده‌ای بر تقاضا برای محصولات، فناوری‌ها و نوآوری‌ها فراهم می‌آورند. توسعه‌های دموگرافیک مانند افزایش امید به زندگی، رشد فزاینده‌ی فردگرایی و جهانی‌سازی از مثال‌های آن هستند. گر چه این ابرروندها، توسعه‌های

شکل ۳: گستره‌هایی که ابرروندها به آن‌ها می‌نگرند.

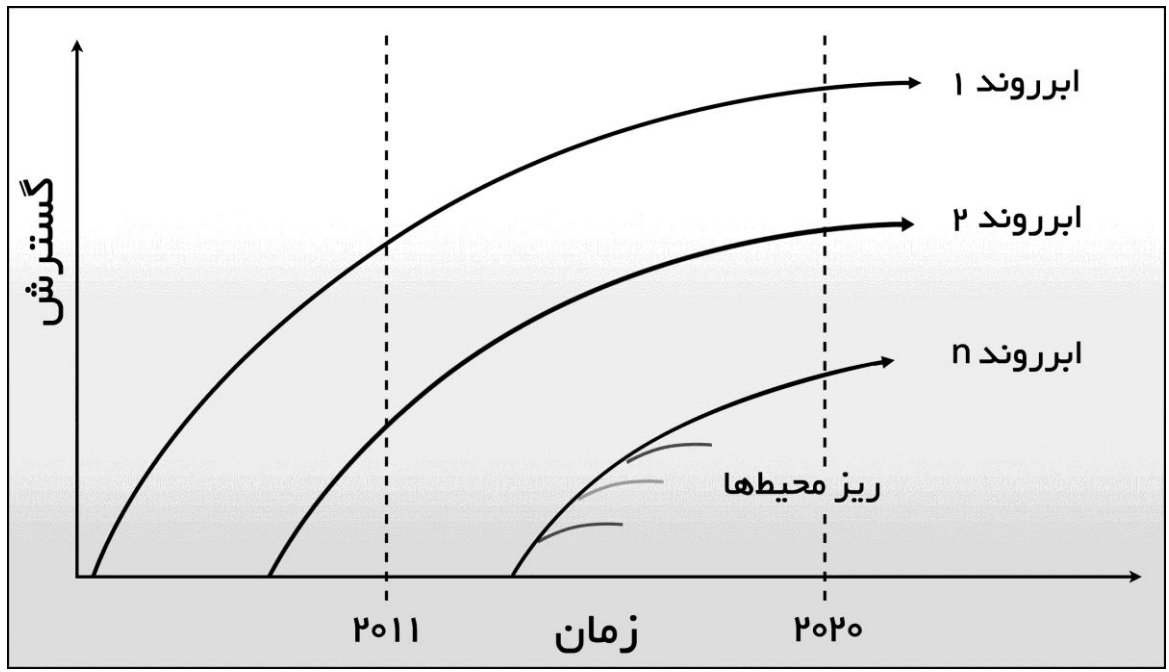
اجتماعی می‌باشند ولی بخش‌هایی از آن‌ها نیز در توسعه‌های فناوری مانند ICT یا پزشکی، ریشه دارند. توسعه‌های اجتماعی می‌توانند به واکنش‌هایی منجر شوند که در نخست ممکن است اثر کافی برای تغییر

[1] Miniaturisation

ابرروند نداشـــته باشـــند اما در طی زمان می‌توانند به صورت فزاینده بر توسعه‌های بعدی اثر گذارند.

۳/ ابرروندهای پیش ران شده با مسئله[1]

این ابرروندها مسـائل فشـار دهنده‌ای که انسـان امروز بـا آن‌ها رو به رو اســت و یافت راه‌حل آن‌ها از اولویت بالایی برخوردارند را نشـان می‌دهند. بنابراین، احتمـالاً این مسـائل فشـار دهنده خود بر گزینش توســعه‌های فناوری و نوآوری‌ها، اثر هدایت شـونده دارند. مثال‌های عمده‌ی این گروه از ابرروندها، اهمیت مسئله‌ی پایداری محیط زیست و توجه فزاینده‌ی خطر و موارد امنیتی می‌باشـد که امروزه اهمیت فراوانی در پژوهش‌های علمی و توسعه‌ی فناوری به خود اختصاص داده‌اند (۴).



شکل ۴: منطق ابرروند

[1] Problem-Driven Megatrends

ریز جنبش‌ها[1]

هر ابرونـد از چندین ریز روند[2] تشـــکیل یافته است.

هر ابروند شامل چندین روند کوچک‌تر است که بـه آن‌هـا ریز رونـد و یـا ریز جنبش می‌گوینـد کـه نمایانگر تغییرات در گسـتره‌ای کوچک‌تر هسـتند که بعضـــی از اوقـات فقط در محدوده‌ی منطقه‌ای قابل تمایز هسـتند. بنابراین، ابروندها را می‌توان بر اساس درجه‌ی گسترش و انتشار آن‌ها توصیف نمود.

در شکل ۴ منطق شکل‌گیری ابروند نمایش داده شـــده اســـت. همانگونه که هویدا اســـت، هر ابروند از چندین ریز روند تشـــکیل می‌شـــود که با یکدیگر یک ابروند تعریف شده را سامان می‌دهند (۵).

نگریستن به ابروندها چه اهمیتی دارد؟

سـرعت جهان رشـد فزاینده‌ای یافته اسـت و اگر تحول جامعه‌ی کشـــاورزی به جامعه‌ی صـــنعتی طی ۱۰۰ سال به طول انجامید، تحول جامعه‌ی صنعتی به جـامعـه‌ی اطلاعـاتی طی دو دهه روی داد. از این رو، بر اســـاس نظر جان نیســـبت، برای واکنش نســـبت به تغییرات بســـیار پرشـــتاب هزاره‌ی جدید، راهی نداریم جز اینکه آینده را پیش بینی کنیم (۶).

پیش‌بینی بنیـان یـافته بر اســـاس متدلوژی علم آینده پژوهی، می‌تواند در موقعیت جامعه در عرصه‌های اجتمـاعی و افزایش توان اقتصـــادی و چیرگی در رقـابـت‌های فزاینده‌ی هزاره‌ی جدید، نقشـــی کلیدی بازی کند. از این رو، مطالعه‌ی ابروندها و بررســـی اثر آن‌ها بر فعالیت جوامع در گسـتره‌های کسب و کار، به شـیوه‌ای حیاتی برای بقاء در فضای آینده تبدیل شده است.

هم اکنون، مفهوم توســـعه‌ی پایدار به عنوان یک آرمان در چشم انداز جوامع مترقی مطرح گردیده است. از این رو، در اندیشه‌ی هر آینده پژوهی، مفهوم توسعه‌ی پایدار به عنوان " کار آینده پژوهی " جای دارد (۷). به زبـان دیگر، آینـده پژوهی همچون ابزاری برای نیـل به توســـعـه‌ی پایدار جلوه می‌کند. از این رو هدف نهایی آینده پژوهی، نیل به توسـعه‌ی پایدار در فضـای جهانی سـرشـار از پیچیدگی و تغییرات است و تحلیل ابروند،

[1] Micro Movements
[2] Microtrends

نخستین گام در این پویش قلمداد می‌شود.

پس در تدوین هر برنامه‌ای برای آینده، بایستی به ابرروندهای حوزه‌های STEEP-V (ابرروندهای اجتماعی، فناوری، محیط زیست، اقتصاد، سیاست و ارزش‌ها) نگریسته شود.

ابرروندها معنای گوناگون و اثرات متفاوتی برای صنعت، شرکت‌ها و افراد دارند. تحلیل این ابرروندها و کاربردهای آن‌ها یک جزء مهم در تدوین استراتژی آینده‌ی هر شرکت و بنگاه اقتصادی محسوب می‌شود که بر توسعه و فرایند نوآوری، طراحی و برنامه‌ی فناوری این شرکت‌ها و بنگاه‌ها اثر می‌گذارند. زیرا همانگونه که اشاره شد، ابرروندها در دگرگونی جامعه، بازار کسب و کار و فرهنگ‌ها اثرات شگرفی ایجاد می‌کنند. از این رو، تحلیل ابرروندها به عنوان پایه‌ی کار راهبردی در تمام گستره‌های کسب و کار استفاده می‌شوند که شامل طیف برنامه‌ریزی راهبردی تا توسعه‌ی محصول، نوآوری در بازار و برنامه ریزی جهت منابع را پوشش می‌دهد (۸).

با توجه به پوشش گسترده و جهان شمول ابرروندها، آن‌ها می‌توانند اثرات قابل لمس و مقیاس‌پذیری در عرصه‌ی یافت فرصت‌های جدید برای کسب و کارهای نوین در گستره‌ی جهانی فراهم آورند. بنابراین، درک اکوسیستم ابرروندها و عناصر زنجیره‌ی ارزش و پیدا کردن گستره‌های سود آور و پرمنفعت، بسیار مهم است. همچنین از آنجا که بسیاری از ابرروندها در ماهیت با دیگر ابرروندها بر هم کنش و هم آغوشی پیوسته‌ای دارند، می‌توان با تحلیل آن‌ها را فرصت‌های هم افزایانه (سینرژیتیک) آن‌ها که در پناه همین بر هم کنش‌ها خلق می‌شوند را کشف نمود. در یک فراگرد کلی، ابرروندها با خود زمینه‌های نوآورانه، سود آور و قابلیت‌های درونی و هسته‌ای عرضه می‌دارند که می‌توانند به عنوان گستره‌ی رقابت‌پذیری برای بنگاه‌های کسب و کار تبدیل شوند. چنین است که امروزه تحلیل ابرروندها به عنوان یک سلاح رقابتی در عرصه‌ی جهان اقتصاد مطرح شده است و شرکت‌ها و بنگاه‌های کسب و کار در تلاش هستند تا ضمن شناخت ابرروندهایی که بر حوزه‌ی کاری آن‌ها چنگ انداخته‌اند، زنجیره‌ی نوآوری و خلق ایده و محصولات جدید را تقویت نمایند (۸).

بر پایه‌ی آنچه گفته شد می‌توان ابرروندها را در سه گستره‌ی زیرین به کاربرد:

نکات راهبردی کلیدی پیرامون ابرروندها

۱) ابرروندها به هم پیوسته‌اند و به هم بافته‌اند و از این رو فرصت‌های "هم‌افزایی" میان آن‌ها فراهم می‌شود.

۲) بسیار مهم است که اکوسیستم ابر روندها را درک کرده و عناصر زنجیره‌ی ارزشی که بیشترین سوددهی را دارند یافت.

۳) تمام ابرروندها خوی جهانی داشته و از این رو فرصت‌های قابل قیاسی را ارائه می‌دهند.

۴) تمام نیروها با شتاب فراوان در تغییر هستند و شایستگی‌های نوینی را در نیمی از چرخه‌ی سرعت زمانی دهه‌ی گذشته، با خود به ارمغان می‌آورند.

۵) سازمان‌ها برای حیات خود نیاز به درک ابرروندها دارند و تیم‌های درون سازمانی آن‌ها بایستی فرصت‌های شکوفا یافته از این ابرروندها را ترسیم کنند.

شکل ۵: ویژگی‌های راهبردی ابرروندها

الف/ چالش‌های راهبردی

ابرروندها، محیط پیرامونی ما را دچار دگرگونی می‌کنند. بنابراین، بررسی روندها می‌توانند موارد کلیدی که آینده در خود ذخیره دارد را برای طراحان استراتژیک سازمان‌ها، بنگاه‌های کسب و کار و شرکت‌ها هدف قرار دهند.

در حقیقت، این ابرروندها این پرسش را در برابر طراحان استراتژیک قرار می‌دهند که آیا سازمان برای تغییر، واقعاً آماده است؟ و به چه مواردی بایستی بیشتر توجه نشان داد؟

ب/ فرصت‌هایی برای رشد و نوآوری

ابرروندها، پیش ران بازار کسب و کار آینده هستند. اگر اینگونه باشد، در نتیجه می‌توان این

برداشـــت منطقی را داشـــت کـه نتیجـه‌گیری‌هـای نظام‌مندی درباره‌ی عرصه‌های آینده‌ی رشد، بر اساس تحلیل ابرروندها، بتوان ترسیم نمود. همچنین، هر چند که ابرروندها الهام بخش هنگامه‌های نخســـتین فرایند نوآوری هســـتند، ولی بیشتر آن‌ها تلاش‌های خلاقانه‌ی گروه برنامه ریزی آینده‌ی سازمان را یاری می‌دهند که گذرگاه‌های واقعی را برای نیل به موفقیت برگزینند.

ج/ توسعه‌ی دارایی

از اثرات بـه هم پیوســـتـه‌ی ابرروندهـا اغلـب چشـم پوشـی می‌شود. بر هم کنش و اثر متقابل میان ابرروندهـا اغلـب به تغییرات تند و بنیان برافکنی در بخش‌های منفرد بازار کسـب و کار منتهی می‌شـود. از این رو، برای سـیاسـت‌گذاران بنگاه‌های کسـب و کار بســیار حیاتی اســت که بدانند آیا دارایی محصـــول برای‌پـذیرش این آینده که برخاســـته از اثرات متقابل ابروندها است آمادگی لازم را دارد؟ (۸).

۲۰ ابرروند برجسته

در سطح مطبوعات علمی و گزارش‌های گروه‌های آینـده پژوه و آینـده نگـاران می‌توان به مجموعه‌ای از ابرروندها دسـت یافت که به شیوه‌های گوناگونی رصد شده‌اند (۱۴-۹).

بررسی این مجموعه ابرروندها و جستجوی محتوای مفهومی آن‌ها نشـــان دهنده‌ی وجود یافت ابرروندهای مشـــترک و یکســـان در میان گروه‌های گوناگون اســـت. همانگونه که اشاره شد هر چند که ابرروندها گستره‌های گوناگونی از اقتصـاد، جامعه، سـیاست و علم را تحت اثر قرار می‌دهنـد ولی در بخش‌هـایی از گســـتره‌ها، اثرات چشمگیری از خود نشان می‌دهند. از این رو، گروه‌هایی از آینده‌نگران نیز به رصـد و شـناخت ابرروندها در یک گستره‌ی ویژه تمایل بیشتری از خود نشان داده‌اند. برای مثال، می‌توان ابرروندهای گســـتره‌ی فناوری ارتباطات ICT را مورد پژوهش قرار داد و یا اینکه ابرروندهایی که بر گســتره‌ی کشـاورزی حاکم هســتند را ترسـیم کرد. کمپـانی آینـده‌نگر مشـــهور Z-Punkt ، ۲۰ ابرروند را فهرسـت نموده اسـت که برای آشـنایی با ابرروندها به معرفی آن‌ها می‌پردازیم (۱۳):

۱/ تغییر دموگرافیک

- *رشد جمعیت جهانی*
- *پیر شدن جمعیت‌ها*

- کاهش جمعیت‌ها در غرب
- افزایش جریان‌های مهاجرتی
- جا به جایی دموگرافیک

۲/ رسیدن فردگرایی به یک مرحله‌ی جدید

- فردگرایی (اصالت فرد)، یک پدیده‌ی جهانی
- تغییر الگوی ارتباطات: ارتباطات محکم اندک و ارتباطات سست فراوان
- هویت‌ها و بیوگرافی‌های پیچیده
- از بازارهای توده‌ای به بازارهای کوچک

۳/ جدایی‌های فرهنگی و اجتماعی

- قطب‌گرایی فزاینده میان فقرا و ثروتمندان
- شیوه‌های زندگی پرمخاطره به صورت الگو در می‌آیند.
- چند پارگی اجتماعی میان موقعیت‌های زندگی گوناگون
- نظام‌های ارزشی رقابت کننده و آمیخته به هم

۴/ بازسازمانی نظام‌های مراقبت از سلامت

- افزایش آگاهی‌های سلامت و فزونی در مسئولیت‌پذیری فردی
- تغییر در الگوهای بیماری‌ها
- افزایش پرشتاب در هزینه‌های سلامت و فزونی در خصوصی‌سازی هزینه‌ها
- بازسازمانی و تحول در بخش مراقبت از سلامت
- رهیافت‌های نوین به سوی تشخیص و درمان
- بازارهای همگرای جدید

۵/ تغییرات در نقش‌های جنسی

- ریزش در نقش‌های سنتی جنسی
- افزایش در نقش مهم زنان در محیط کار
- فزونی در ارزش مهارت‌های اجتماعی و ارتباطاتی
- ساختارهای خانوادگی و سبک زندگی جدید

۶/ الگوهای جدید جا به جایی

- جا به جایی‌ها در سطح جهانی افزایش می‌یابند.
- موانع جا به جایی افزایش می‌یابد.
- الگوهای جا به جایی intermodal
- شبکه‌سازی دیجیتالی ترافیک
- مفاهیم وسائل حمل و نقل جدید و فناوری‌های

رانندگی
- راه‌حل‌های لجستیک هوشمندانه

۷/ فرهنگ دیجیتال
- فناوری‌های دیجیتال نفوذ کرده و تمام منظرهای زندگی روزانه‌ی ما را پیوند می‌دهند.
- تمایز عظیم‌تر میان الگوهای زندگی دیجیتالی
- بومی‌های دیجیتال: اشکال جدید ارتباطات اجتماعی، مشارکت و سازماندهی
- نسخه‌ی وب ۳/۰ در راه است.

۸/ یادگیری از طبیعت
- فرایند و ساختارهای طبیعی به صورت یک ویژگی کلیدی نوآوری خود را نشان می‌دهند.
- بیونیک[1] در طراحی و فناوری در هم آمیخته می‌شود.
- هوش دسته‌ای[2] (رفتار جمعی سیستم‌های خود سازمان دهنده و بدون مرکزگرا)
- اثر گذاری زیست شناسی بر نظام‌های تولیدی - تمرکز زدایی و اقتصاد با حلقه‌ی بسته[3]

۹/ هوش حاضر در همه جا
- گذار به سوی فناوری اطلاعات مبتنی بر ابر[4]
- سطح تماس‌های (واسطه‌های) نوین و محیط‌های هوشمند
- پدیداری اینترنت اشیاء[5]
- خلق زیرساخت‌های هوشمند
- مرزشکنی در هوش مصنوعی روبوتیک

۱۰/ همگرایی[6] فناوری
- مینیاتورسازی و نانوفناوری، پیش ران‌های

[1] Bionics
[2] Swarm Intelligence
[3] Closed-Loop Economy
[4] Cloud-Based IT
[5] Internet of Things
[6] Convergence

کلیدی در همگرایی فناوری می‌شوند.

- نوآوری پویا برای مواد جدید و شیوه‌های ساخت
- گسترش زیست فناوری
- همگرایی فناوری‌های NBIC برای دست‌یابی به چشم انداز "طبیعت دوم"

۱۱/ جهانی‌سازی

- جا به جایی در مراکز قدرت اقتصادی
- اقتصاد فرّار[1]
- پدیداری طبقه‌ی متوسط
- تکه تکه شدن جهانی و پخش زنجیره‌های ارزشی
- جهانی شدن جریان سرمایه - بخش مالی افسار گسیخته

۱۲/ اقتصاد دانایی محور

- افزایش سطوح آموزش در سراسر جهان
- نوآوری به عنوان پیش ران کلیدی و عامل رقابت
- داده‌ها و خلق ارزش مبتنی بر دانایی
- ظهور طبقه‌ی نخبگان دانایی محور جهان گستر - طبقه‌ی خلاق
- آموزش مادام العمر

۱۳/ اکوسیستم‌های کسب و کار

- شراکت‌های نوین در زنجیره‌ی ارزش
- نوآوری‌های نظام‌مند
- کسب و کارهای در هم آمیخته و هیبرید[2] - افزایش سطوح میانجی[3] موجب پدید آمدن بازارهای جدید می‌شود.
- خلق - بخش چهارم
- مدیریت پیچیدگی[4]

---

[1] Volatile
[2] Business mash-ups
[3] Interface
[4] Complexity

۱۴/ تغییرات در جهان کار

- شیوه‌های کار انعطاف‌پذیر و بسیار پویا
- الگوهای سازمانی و مدیریتی نوین
- شیوه‌های کار به صورت همکارانه[1]
- پیشرفت‌ها در اتوماسیون

۱۵/ الگوهای مصرف نوین

- جا به جایی در علائق مصرف کنندگان و شیوه‌های خرج کردن آن‌ها
- جهان سوم از رفاه و شکوفایی عظیم خشنود است.
- مصرف گرایی فزاینده در کشورهای تازه صنعتی شده
- مصرف پایدار در جهان غرب
- تغییر در خوی و منش خرید - مدل‌های مجازی و هیبرید
- افزایش اهمیت شیوه‌ی مصرف مشارکتی و همکارانه[2]

۱۶/ تحول در انرژی و منابع

- افزایش در مصرف انرژی و منابع
- کمبود منابع استراتژیک
- کاربرد منابع جایگزین انرژی و منابع تجدیدپذیر
- انقلاب در کارآمدی منابع
- زیرساخت‌های با عدم تمرکز

۱۷/ تغییر آب و هوا و اثرات زیست محیطی

- افزایش درجه حرارت و گسیل گاز CO_2
- افزایش خطرات برخاسته از مسائل زیست محیطی در کشورهای در حال توسعه و تازه صنعتی شده
- فزونی در کمبود مواد غذایی
- مقررات سخت‌گیرانه
- سرمایه‌گذاری بر روی فناوری‌های پاک - راهبردی برای کاهش و سازگارمندی با تغییرات اقلیمی

---

[1] Collaborative
[2] Collaborative Consumption

۱۸/ شهر نشینی

- *رشـــد نیرومند کلان شـــهرها و اختلاط بافت شهری*
- *افزایش در مسائل ساختاری مناطق روستایی*
- *توسـعه در حل مسـائل زیرسـاختی به صورت سازگارمند*
- *توسعه‌ی شهری پایدار*
- *اشکال جدید اقامت، زندگی و مشارکت*

۱۹/ نظم نوین سیاست جهانی

- *چین و هنـد، برترین‌هـای قـدرت‌های جهانی می‌شوند.*
- *بحران در دموکراسی به شیوه‌ی غربی*
- *اتـحـادهـای اسـتراتژیـک نوین در جهـان چند قطبی*
- *دگرگونی در نظام‌ها*
- *آفریقا پیدا می‌شود.*

۲۰/ جامعه‌ی پرخطر جهانی

- *آسـیب‌پذیری فزاینده زیرساخت‌های فناوری و اجتماعی*
- *فزونی در فاجعه‌های طبیعی*
- *کشمکش و تضادهای غیرهمگن*
- *جرم و جنایات سـازمان دهی شده‌ی جهانی و جرم‌های سایبری*[1]
- *مراقبت و پایش در جامعه‌ی شفاف*[2]

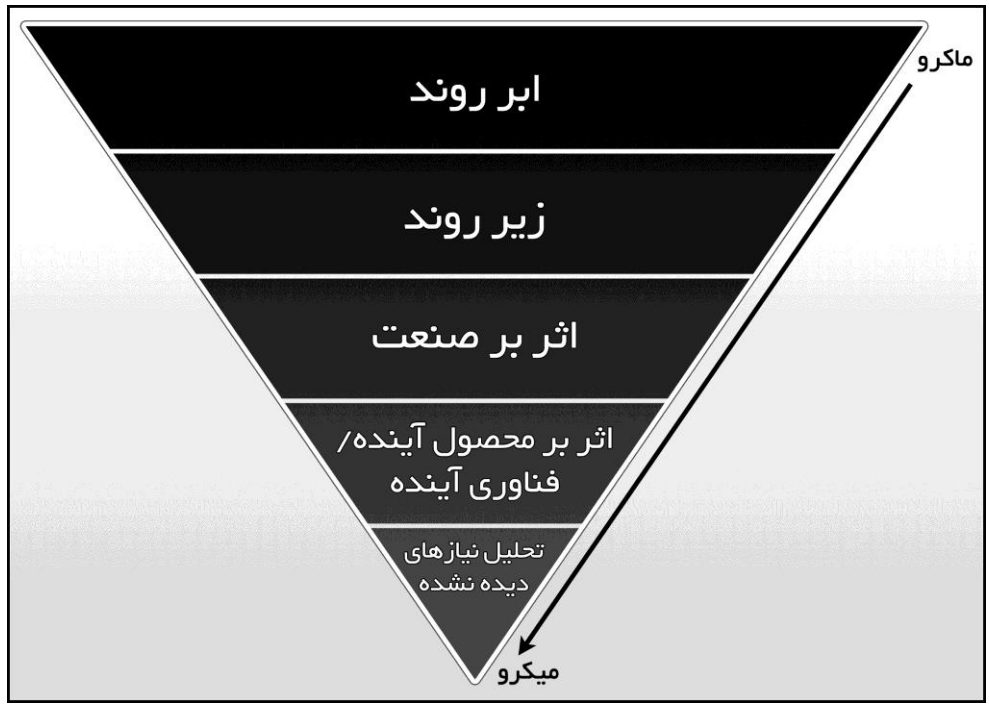
ابرروندهای فضای کسب و کار[3]

برنـامـه‌ی تحقیقـاتی و تحلیلی آینـده نگـاری ابرروندهای مرزشـکن با عنوان رهبری ۲۰۳۰[4] توسـط مؤسـسـات های‌گروپ[5] و زد پانکت[6] انجام گردید؛ از ۲۰ ابرروند شـناسـایی شـده، ۶ ابرروند که دارای توان ایجاد جا به جایی در فضـای کسـب و کار بودند، مورد بررسی دقیق‌تر قرار گرفتند (۹).

پژوهشـگران این دو مؤسسه، اثر بر هم کنش این

---

[1] Cybercrime
[2] Transparent Society
[3] Business
[4] Leadership 2030
[5] Hay Group
[6] Z_Punkt



شکل ۶: نگرش "کلان به ریز" تحلیل ابرروندی

ابرروندها را جستجو کردند و این ابرروندها را به صدها تن از رهبران کسب و کار و پژوهشگران آکادمیک معرفی کردند. سپس داده‌های گروپ هزاران کارمند و کارکنان بنگاه‌های سراسری جهان پیرامون دیدگاه‌ها و شیوه‌های رهبری سازمان‌های خودشان، مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. این تجزیه و تحلیل، یک دیدگاه دقیق پیرامون علت‌ها و پیامدهای هر یک از این شش روند را در سه سطح مهم زیر، ترسیم می‌کند:

- *فضای کسب و کار*
- *سازمان‌ها*
- *رهبری و تیم‌های آن‌ها*

بر اساس این تجزیه و تحلیل، پژوهشگران آنچه که رهبران سازمان‌ها، برای کامیابی در جهانی که متأثر از این ابرروندها نیاز دارند را فراهم آوردند که به چکیده‌ای از آن در زیر هر اَبرروند می‌پردازیم:

۱/ ابرروند جهانی‌سازی ۲/۰

این نسخه از ابرروند (نسخه‌ی جهانی‌سازی ۲/۰) از نسخه‌ی پیشین خود بسیار متفاوت است. در حقیقت یک نظم جهانی نوینی در حال پدیدار شدن است. قدرت اقتصادی به سوی آسیا میل می‌کند. جهش تجارت در میان بازارهای در حال توسعه خواهد بود و کم کم اقتصادهای کهن از چرخه خارج می‌شوند و شرق دیگر فقط یک بازار مصرف برای غرب نخواهد بود.

یک طبقه‌ی متوسط جهانی جدید در حال رشد است و رقابت در میان بازارهای به شدت محلی در حال فزونی است و فضای کسب و کار خود را بر اساس این پویایی محلی، تنظیم نموده است.

یک راهبرد مرکزی و منفرد در جهان متأثر از جهانی‌سازی ۲/۰، دیگر کارساز نخواهد بود.

می‌بایست بر چیرگی تنوع (با تمام اشکال آن) چنگ انداخت. گزاره‌ی "*جهانی فکر کن و محلی عمل کن*" دیگر مناسب نخواهد بود.

۲/ بحران زیست محیطی

نشانگان تغییر اقلیم به شکل ترسناکی به واقعیت پیوسته‌اند و منابع طبیعی بحرانی مانند نفت، آب و مواد معدنی در حال تمام شدن هستند. همزمان، با وخیم شدن شرایط بحران زیست محیطی، پایداری برای بقاء سازمان‌ها حیاتی خواهد بود. کاهش کربن برای رقابت‌پذیری بازار، ضروری بوده و بنگاه‌ها نیاز دارند که با حرکت محیط زیست از CSR عملکردهای خود را بازساختارسازی نمایند.

رهبران به درک عمیق مفاهیم فرهنگ توسعه‌ی پایدار نیاز دارند و با یک منطق روشن، خود را برای این تغییر رادیکال آماده سازند و از اینکه این مفاهیم بر عملکرد لحظه به لحظه‌ی آن‌ها چه اثراتی خواهند داشت، به شکل مطلق شفاف‌سازی نمایند. پرداختن به ساختارهای پایدار و مسئله‌ی منابع اتمام‌پذیر، ارزان نخواهد بود. هزینه‌ها درحال انفجار بوده و این وظیفه‌ی رهبران سازمان‌ها است که این " شکل و قالب نوین " را به ذی‌نفع‌های خود یادآوری نمایند.

هم‌سازگاری با این بحران زیست محیطی، تفکر راهبردی تحول برانگیز را طلب می‌کند و این خود به اشکال جدید همکاری‌ها (و در پاره‌ای از مواقع به رقبا) نیازمند است تا بتوان به راه‌حل‌های پیچیده جهت چیرگی بر آن‌ها دست یافت.

۳/ فردگرایی[1] و پلورالیسم ارزشی

با چیرگی یافتن ابرروند جهانی‌سازی نسخه‌ی ۲/۰، میلیون‌ها انسان گزینش‌های گسترده‌ای در زمینه‌ی زندگی و شغل خواهند داشت و آن‌ها آزادی تصمیم گیری بر اساس ارزش‌ها را (و نه اقتصاد) به دست خواهند آورد.

این ویژگی، انگیزه‌های آن‌ها به عنوان کارمند و مصرف کننده را دگرگون خواهد کرد. شیوه‌ی زندگی، شخصیت‌یابی، خود اظهاری و اخلاق، از قیمت، پرداخت و ترفیع سبقت خواهند گرفت.

بنگاه‌های کسب و کار نیاز دارند که خود را بیشتر از پیش به بازار و نیروی کار خود نزدیک نمایند. آن‌ها باید هر کارگر و مشتری خود را به صورت یک فرد درک نمایند؛ در غیر این صورت، فضای کسب و کار و نخبگان خود را از دست خواهند داد.

سازمان‌های چابک، فرصت‌های بازار محلی و تقاضای رشد یابنده بر پایه‌ی نیاز مشتریان را خواهند ربود. کارفرمایان هوشمند نیز شیوه‌های کار متناسب با افراد را (و نه سازمان) طراحی خواهند کرد و از این رو به ساختارهای انعطاف‌پذیرتر، یا کم متمرکزتر و مسطح‌تر نیاز خواهد بود.

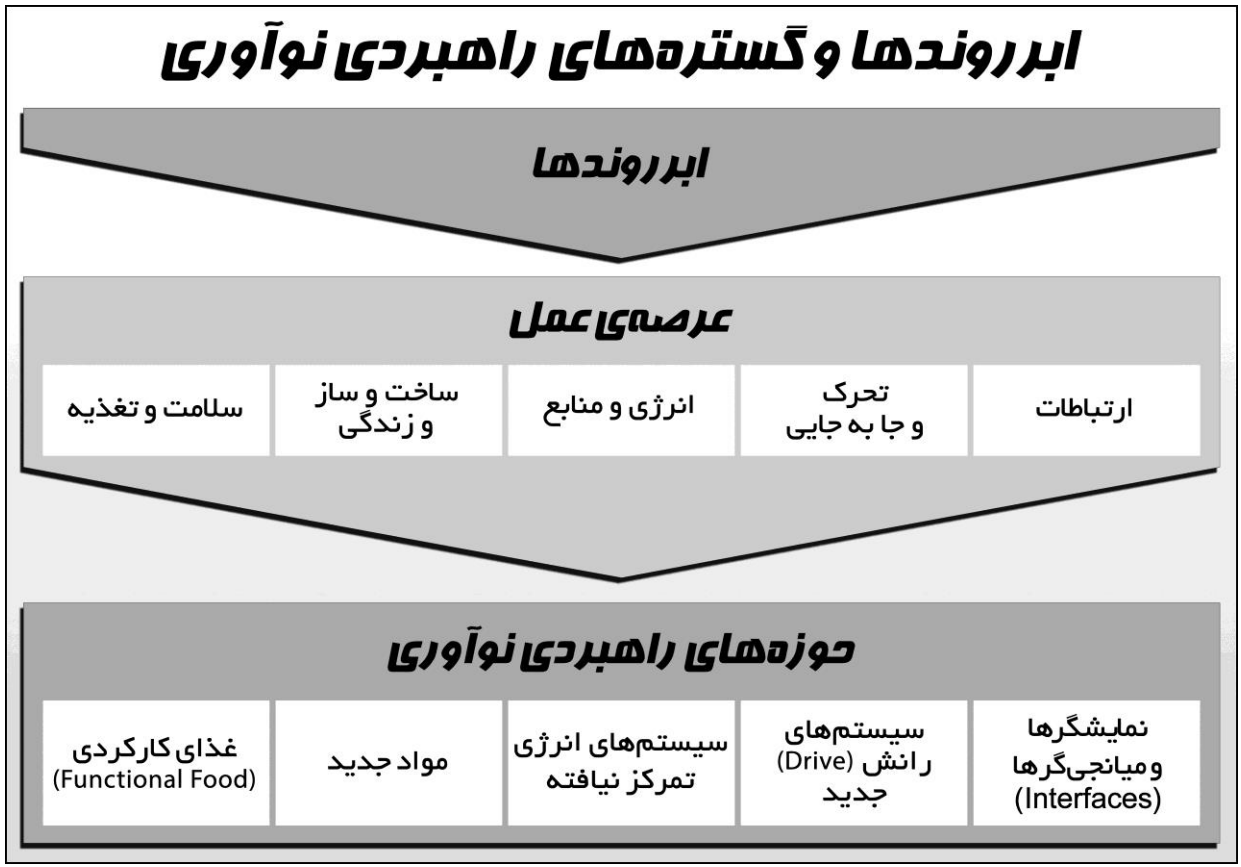
به نسل جدیدی از رهبران نیاز خواهد بود تا در تیم‌های بسیار فردگرا و متنوع درگیر شوند. نکته‌ی کلیدی آن است که باید خود مختاری و استقلال را در چارچوب حد و مرزهای روشن ارائه داد تا در شرایط مناسب مردم بتوانند عملکرد خود را نمایان کنند.

۴/ دوران دیجیتالی

فناوری، تعادل قدرت را از سوی سازمان‌ها و رهبران آن‌ها جا به جا می‌کند. در دوران دیجیتال، مصرف کنندگان به سادگی ارائه دهندگان کالا و خدمات را برگزیده و مورد مقایسه قرار می‌دهند و در میان خود به انتقال تجارب می‌پردازند. کارفرمایان می‌توانند در هر مکان و زمان، با هر وسیله عمل نموده و نیاز به فضاهای کار سنتی و سلسله مراتبی را به چالش کشند.

از این رو، شیوه‌ی کار با تغییر در کار و مکان آن

[1] Individualism



شکل ۷: عرصه‌های عمل و حوزه‌های راهبردی نوآوری که ابرروندها به آن‌ها می‌پردازند.

که به صورت همراه (موبایل) در می‌آیند، دچار دگرگونی می‌شود. شهرت و اعتبار بنگاه‌های کسب و کاری که افراد ناخشنود آن‌ها در فکر نگهداشت این بنگاه‌ها به صورت آنلاین نیستند، مورد خطر جدی قرار می‌گیرد. این دامنه‌ی مجازی به نسل‌های جوانی که به آسانی به فناوری دیجیتال میل می‌کنند، چنگ می‌اندازد و به آن‌ها دستاوردهای فناوری عرضه می‌دارد.

با این وجود، این "بومیان دیجیتال" ممکن است به پیمان‌نامه‌های همکاری احترام نگذارند. سازمان‌ها باید خود را سازگار نموده و مهارت‌های میانی را برای هر دو گروه فراهم آورند. در یک فضای شفاف، رهبران

بایســـتی اســـتانداردهای درســـت و بی‌ریایی را نمایان ســازند. رهبران باید افراد متنوع و پراکنده را با درجات گونـاگون قـابلیـت‌های دیجیتالی، مدیریت کنند و در تقویـت وحـدت، یکپارچگی و روحیه‌ی همکاری میان تیم‌های با پیوندهای ســـســـت که به ندرت با یکدیگر ملاقات می‌کنند، تلاش نمایند.

۵/ تغییر دموگرافیک

جمعیت جهان رو به گسـترش و پیر شـدن است. بسـیاری از جوامع غربی به چنان مرحله‌ی بلوغ شدنی رسیده‌اند که به زودی کارایی خود را از دست خواهند داد. یـک جمعیـت پیر به معنای پژمردگی نیروی کار جهانی، کمبود مزمن مهارت‌ها و جنگ خشـــونت آمیز برای دست‌یابی به نخبگان است.

اقتصادهای در حال توسعه ممکن است "چرخه‌ی مغز" را بـا موج مهاجرت معکوس تجربه کنند که توأم اســـت با مهارت‌ها و تقاضـــای جدید که "مهاجرین به خانه" با خود به ارمغان می‌آورند. جهان کسب و کار، به جـذب، توســـعه و نگهداشـــت یک مخزن از نخبگان برجسته و متنوع نیاز خواهد داشت. آن‌ها بایستی خود را بر اســـاس نیـازهـای کـارفرمایان هماهنگ نمایند. مهارت‌های شنیداری و همدلی برای شناسایی آنچه که هر عضـــو تیم را بر می‌انگیزد، حیاتی خواهند بود. یک ندای نظام جمع و فراخوان برای نیروی کار، دیگر کافی نخواهد بود.

۶/ همگرایی فناوری

فنـاوری‌هـای پیشـــرفتـه، نیروهای خود را برای دگرگونی تمـام منظرهـای زندگی روزانه‌ی ما بســـیج کرده‌اند.

فنـاوری‌های NBIC، نوآوری‌های نیرومندی را در پزشـکی، ارتباطات، سـاخت و ساز، انرژی، تولید غذا و بسیاری دیگر از گستره‌های مهم‌تر تولید خواهند کرد. هم اکنون تنور مسابقه برای نوآوری گرم است.

همگرایی علوم شناختی، نانو، زیستی و اطلاعاتی، بـازارهـای محصـــول ناگفته‌ای را خلق خواهد نمود و بازارهایی را نیز به فنا خواهد برد. فضـای کسـب و کار باید به گونه‌ای باشـــد که اطمینان بخش آن گردد که فشـــارهـای مـالی کوتـاه مـدت نتواننـد بر نیـاز بـه ســـرمـایه‌گذاری تحقیق و توســـعه‌ی پیشـــگامانه و دراز مدت سرپوش گذارد.

نیـاز به نوآوری، دوران همکاری‌های "عظیم"میان

بخش‌ها، شرکت‌ها و رشته‌های علمی را پرورش خواهد داد.

اشکال باز

ساختار همکارانه، اجازه‌ی اشتراک دانایی در سطحی که پیش از این موجود نبوده است را خواهد داد. برای نیل به این سطح، به همکاری‌های استثنایی و مهارت‌های اثر گذار نیاز خواهد بود.

نیاز است که رهبران، پهلو به پهلوی پیشرفت‌ها و کاربردهای مرزشکن بمانند (حتی در گستره‌هایی که آن‌ها ممکن است درک کاملی از آن‌ها نداشته باشند). از این رو، آن‌ها باید در مرز عدم قطعیت زندگی کنند زیرا پیامدهای نوآوری‌های NBIC بسیار غیر قابل پیش بینی هستند. همچنین آن‌ها باید به واکنش جامعه نسبت به جهش‌های رادیکال فناوری، حساس بمانند (۹).

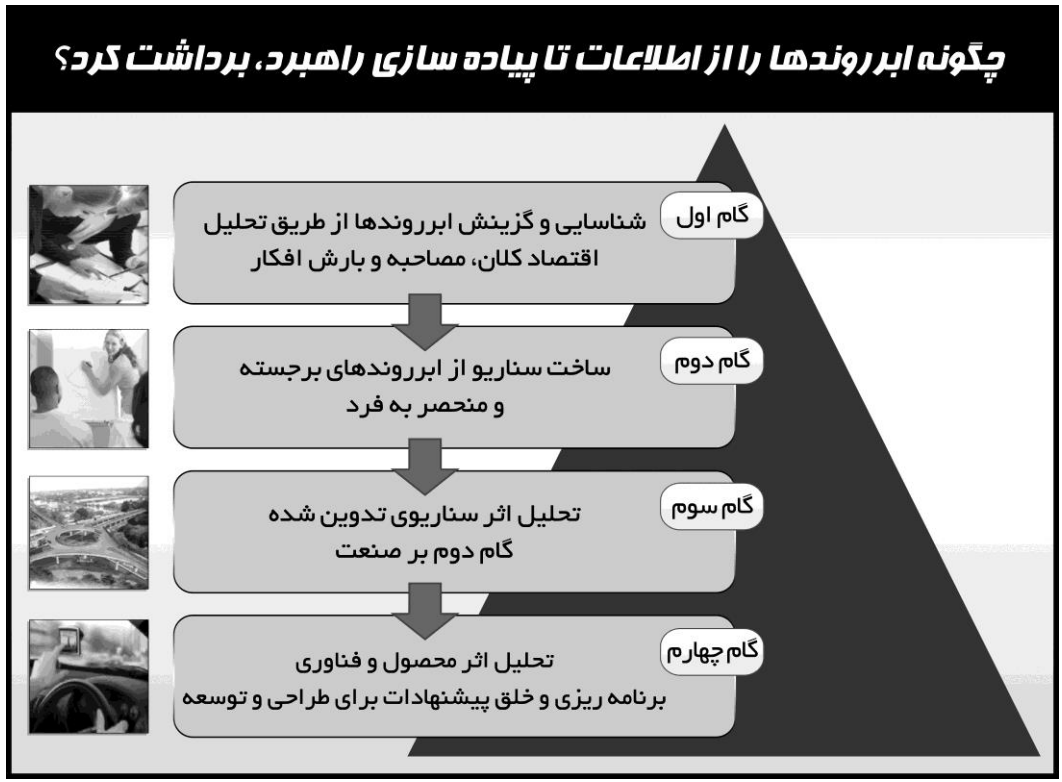
از ابرروند به نوآوری (مفهوم تحلیل روند)

همانگونه که اشاره شد، نگاه به ابرروندها برای زیستِ بنگاه‌های اقتصادی و جهان کسب و کار، روز به روز حیاتی‌تر می‌شود. بنابراین، متدلوژی تحلیل ابرروند[1]، در ابعاد عملکردی بنگاه‌های کسب و کار، به شیوه‌ای علمی سامان یافته است. این فرایند از چهار هنگامه گذر می‌کند؛ به گونه‌ای که توسعه‌ی آینده‌ی بنگاه کسب و کار از سوی منشوری از ابرروندهای گزینش یافته نگریسته می‌شود که معمولاً یک افق زمانی ۱۰ ساله را پوشش می‌دهد.

در هنگامه‌ی نخست، ابرروندهایی که بیشترین ارتباط با گستره‌ی کاری شرکت را دارند برگزیده می‌شوند (برای مثال تغییر دموگرافیک و عوامل کلیدی این ابرروند شامل رشد و پیر شدن جمعیت جهانی، پژمردگی جوامع غربی و "جهش کودک" در کشورهای در حال توسعه و نیز جریان‌های افزایش یابنده‌ی مهاجرت). تیم تحلیلگر ابرروندهای شرکت تلاش می‌کند که همزمان، درک ویژه‌ای از این ابرروندهای گزینش یافته به دست آورد.

هنگامه‌ی دوم شامل تحلیل مشترک اثرات ابرروندها است که با اثرآن‌ها بر روی جامعه و جهان صنعت آغاز می‌شود و بر اساس این یافته‌ها، اثرات

[1] Megatrend Analysis



شکل ۸: چهار گام تحلیل ابرروند

ثانویه‌ی آن‌ها بر روی محیط ویژه‌ی شرکت به بحث کشانده می‌شوند.

در نتیجه، میدان‌های کلیدی عملکردی[1] و یا گستره‌های نوآوری برخاسته از این ابرروندها، پدیدار می‌شوند.

در هنگامه‌ی سوم، گستره‌های نوآوری بر اساس ویژگی‌های شرکت، ساختاربندی می‌شوند. در حقیقت این گستره‌ها، نیاز پیش ران شده با ابرروند جهت نوآوری و عملکرد را نشان می‌دهند. در نهایت، کارفرمایان تمام بخش‌ها (چنانچه امکان‌پذیر باشد) در فرایند درگیر می‌شوند و با یکدیگر در یک کارگاه به صورت مشارکتی، فعال و خلاقانه، دیدگاه‌های خود

[1] Key Fields of Action

شکل ۹: چهار گام تحلیل ابرروند

پیرامون محصـــولات و نوآوری‌هـای آینـده (بر پایه‌ی میدان‌های نوآوری) را مورد کنکاش قرار می‌دهند.

در هنگـامـه‌ی چهـارم، یافته‌ها به صـــورت یک مناظره‌ی ســاختارمند به بحث گذاشـــته می‌شـــوند و بر اسـاس دیدگاه، فرصـت‌های کسب و کار، رتبه بندی می‌شوند.

نتیجه‌ی تحلیل ابرروند، محصـــولات و یا گزینش میدان‌های نوآوری، راهبرد نوآوری و یا یک نقشه‌ی راه خواهد بود (۱۵).

تحلیل روند (رهیافت ماکرو به میکرو)

در فضای کاربردی ابرروندها برای طراحی نقشه‌ی راه بنگاه کســب و کار، می‌توان از روش رهیافت ماکرو به میکرو استفاده کرد که شامل پنج گام است:

گام اول) شناسایی ابرروند: ابرروندهای جهانی، پایدار و دگرگون ساز در گستره‌های مورد عملکرد شرکت گزینش می‌شوند.

گام دوم) شناسایی زیر روندها: زیر روندهای گستره‌های گزینش شده مورد پویش قرار می‌گیرند. برای مثال، زیر روند شهر سازی شامل سه زیر روند کلان شهرها، مناطق کلان و کریدورهای کلان می‌شود که این روندها موجب پایداری ابرروند شهرسازی گردیده و پیش ران تغییرات در سطح جامعه می‌شوند.

گام سوم) بررسی زیر روندها جهت ارزیابی اثر آن‌ها بر شرکت: در این گام باید دو سناریو در دو

شکل ۱۰: از کلان تا ریز در تحلیل ابرروند

فضـــای انتهایی و یک ســـناریو در فضـــای میانی برای ابرروند خلق کرده و اثرات ابرروند شـــناســـایی شـــده را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. با خلق این ســـناریوها، می‌توان اثرات آن‌ها بر روی شـرکت، بنگاه کسب و کار و یا صـنعت (به صـورت ویژه) را بررسـی و فرصت‌های بازار کسـب و کاری که از آن‌ها بر می‌خیزد را جستجو نمود.

گام چهارم) تعریف روشن محصول/ خدمت: به شیوه‌ی بارش افکار[1]، محصول به ابرروند پیوند داده می‌شـــود. در این گام باید اثرات هم افزای ابرروندها را درک نموده و از اثرات همگرایی ابرروندهـا در خلق فرصت‌های سینرژیتیک، آگاهی به دست آورد.

گام پنجم) شناسایی نیازهای ملاحظه نشده وابســـته به ابرروند: چگونگی نوآوری و توســـعه‌ی راه‌حل‌های نوین جهت رضـــایت مصـــرف کنندگان و نیـازهـای ذی‌نفع‌هـای شـــرکـت، صـــنعت و یا بنگاه کسب و کار تعیین و مورد تجزیه قرار می‌گیرند (۱۶).

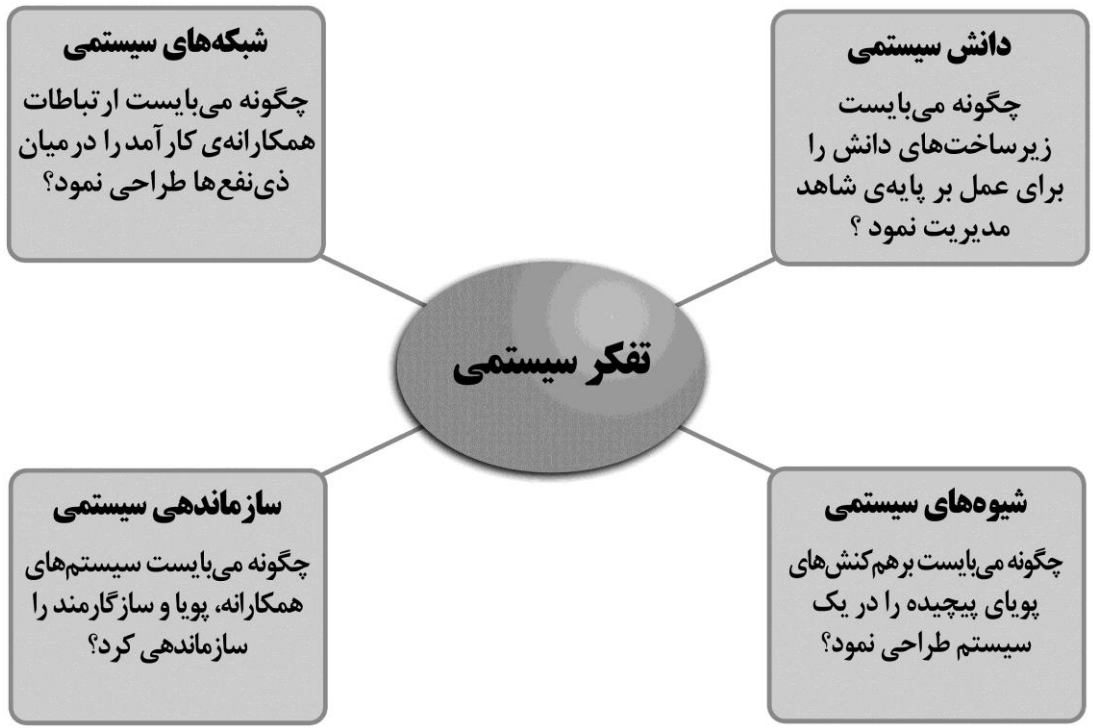
[1] Brainstorm

فصل دوم

پزشکی سیستمی

سیستم‌های بیولوژیک از قوانین حاکم بر سیستم‌های پیچیده پیروی می‌کنند. یک سیستم پیچیده دارای تعداد زیادی اجزای بر هم کنش است که فعالیت انباشتی آن‌ها نمایی غیر خطی داشته و به شکل آشکار تحت فشارهای خاصی نیز رفتار "خود سازماندهی" از خود نشان می‌دهند. برای مدل‌سازی هر رفتار پیچیده، ما می‌بایست از اجزاء تشکیل دهنده‌ی جدا از هم آن (زیرسیستم‌ها) و نیز الگوی پیچیده‌ی "خود سازماندهی" که از بر هم کنش این اجزاء خاص می‌آیند، آگاهی داشته باشیم.

تاکنون اساس روش شناخت فرایندها بر پایه‌ی روش‌های استقرایی و خرد کردن سیستم به اجزاء تشکیل دهنده‌ی آن و بررسی روابط خطی آن‌ها بوده است. هر چند در پنج سده‌ی گذشته، بشر توانسته است بر این پایه به پیشرفت‌های بسیار بزرگی نائل شود ولی طیّ چند دهه‌ی گذشته پی برده است که این شیوه، پاسخگوی شناخت سیستم‌های پیچیده مانند سیستم‌های بیولوژیک نیست و از این رو کم کم تفکر سیستمی در کاوش‌های علمی، راه خود را بازنموده است. در حقیقت تفکر سیستمی، رهیافتی بسیار فرا دقیق برای دریافت روابط غیر خطی است که روش‌های استقرایی در علم، توان دریافت آن‌ها را ندارند. بنابراین تفکر سیستمی، بینش درک ماهیت کل سیستم را امکان‌پذیر می‌سازد؛ با درکی که نمی‌توان بر پایه‌ی مطالعه‌ی مجزای اجزای سیستم به دست آورد. بدین سان تفکر سیستمی یک پارادایم است که پیوستگی‌های میان اجزاء گوناگون و بر هم کنش آن‌ها را تحت رصد قرار می‌دهد. علم نوپای بیولوژی سیستمی در پی آن است که یک رهیافت جامع نگر، یکپارچه و هولستیک ایجاد کند. چنین



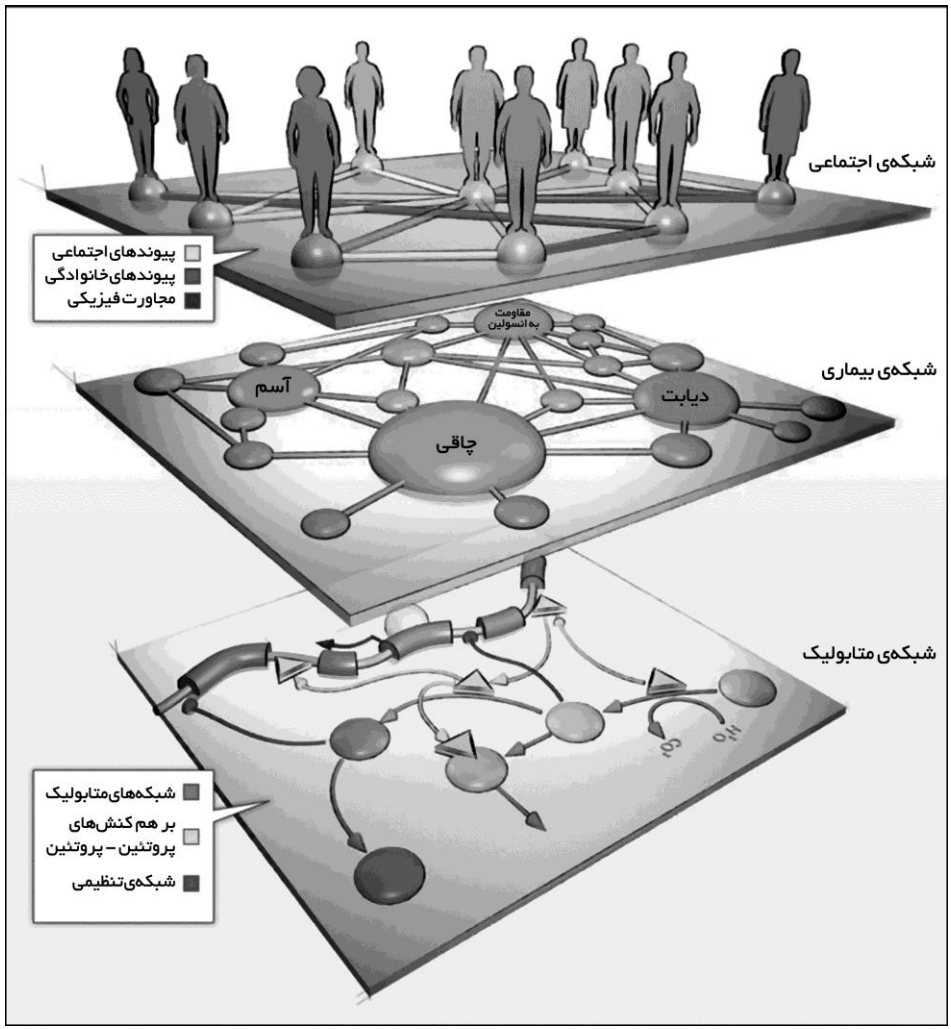
شکل ۱۱: چهار گستره‌ی کلیدی در تفکر سیستمی

تغییر پارادایمی در دانش بیولوژی موجب ایجاد تغییر در پارادایم فلسفه‌ی پزشکی گردیده است و پزشکی آینده به سوی پزشکی سیستمی گام بر می‌دارد. پزشکی سیستمی در حقیقت فرزند زایش یافته از تفکر بیولوژی سیستمی است که با رهیافتی سیستمی به سلامت و بیماری نظر می‌کند.

با این منظر، پزشکی سیستمی به شناسایی همه‌ی اجزاء یک سیستم نگریسته و به ترسیم بر هم کنش آن‌ها و ارزیابی دینامیک این اجزاء (هم زمانی و هم فضایی) در همه‌ی ابعاد عملکردی آن‌ها می‌پردازد.

دو گونه اطلاعات، اطلاعات ژنومی و اطلاعات بیرون از ژنومی (محیطی)، اساس بیولوژی را سامان می‌دهند. این دو گونه اطلاعات در ارگانیسم فردی

(مانند یک انسان) در هم آمیخته و یکپارچه می‌شوند تا فنوتیپ (طبیعی یا بیمار) خلق شود. این دو گونه‌ی اطلاعات و فنوتیپ هایی که آن‌ها خلق می‌کنند از طریق شبکه‌های زیستی به یکدیگر پیوستگی دارند. این شبکه‌ها در به دست آوردن، یکپارچه سازی و سپس انتقال اطلاعات به ماشین های ملکولی که عملکرد زیستی را امکان‌پذیر می‌نمایند، فعالیت می کنند. این پویایی و دینامیک شبکه‌ها و ماشین‌های ملکولی است که مرکز کانون عمده‌ی مطالعات سیستمی قرار گرفته است. شبکه‌ی شبکه‌ها یک رهیافت چند مقیاسی دیگری را جهت سازماندهی و یکپارچه‌سازی اطلاعات فراهم می‌آورد.



شکل ۱۲: سطح بندی شبکه‌های متابولیک، بیماری و اجتماعی و بر هم کنش این شبکه‌ها و تشکیل شبکه‌ی شبکه‌ها (Network of Networks)

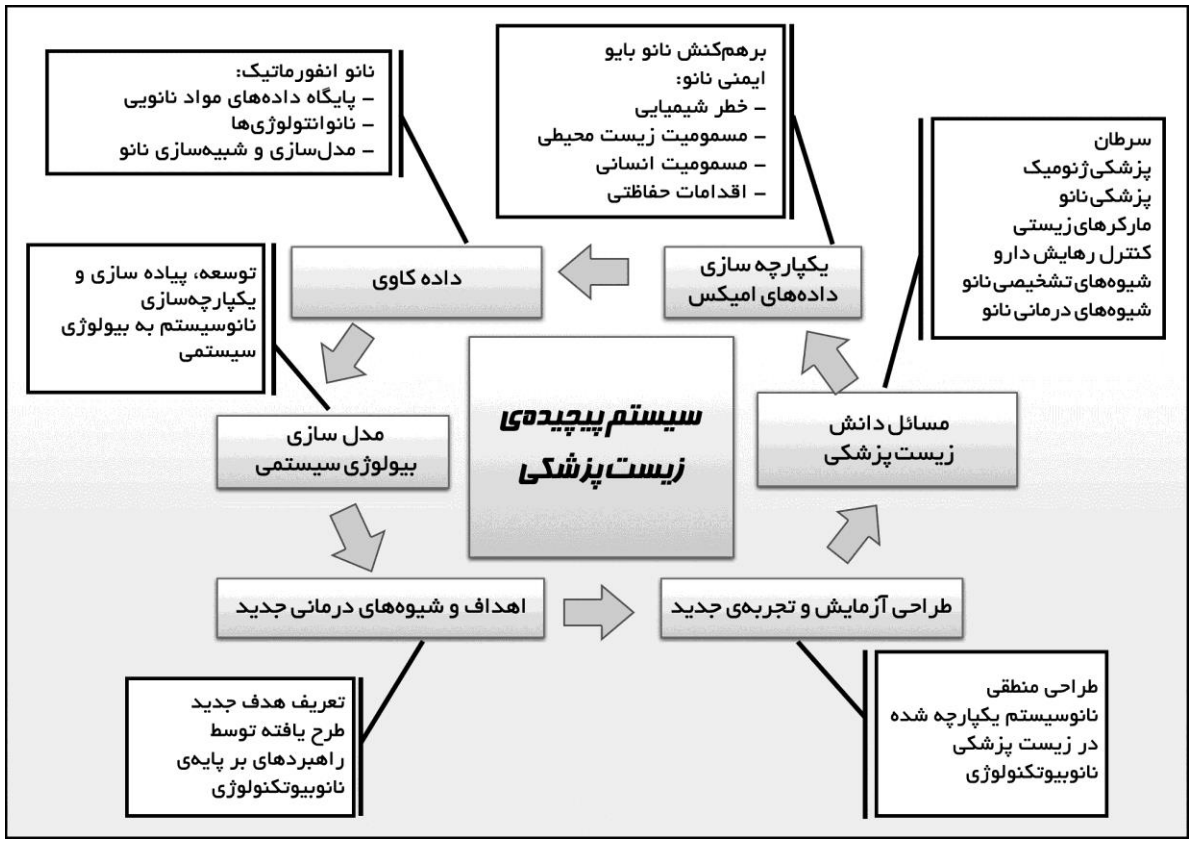
در حقیقت یک فرضیه‌ی بنیادی در پزشکی سیستمی، این ایده است که بیماری، برخاسته از شبکه‌های

آشـوب‌زده با بیماری (آشـوب‌زده با پیام‌های زیسـت محیطی و یا تغییرات ژنتیکی) می‌باشـد و در نتیجه سازمانِ ماشینیِ ملکولی که با این شبکه‌های آشوب‌زده با بیماری کدگذاری می‌شـوند دچار تغییر شـده و به پـاتوفیزیولوژی بیمـاری منتهی می گردد. از این رو پیگیری پویایی شـبکه‌های آشـوب‌زده با بیماری، به ما بینش ژرفی از مکانیسـم‌های بیماری داده و یک ابزار نیرومند برای پرداختن به چالش‌های پیام به صـدا که در مـجموعـه ی اطلاعـات عظیم وجود دارد، فراهم می‌آورد. سـرشـت پیچیدگی بیولوژی انسـان با هزاران عـامـل اجتماعی و محیطی که از تعیین کننده های حیاتی سـلامت هسـتند، در هم آمیخته شـده اسـت. رهیافت سیستمی به پزشکی و سلامت به آن نیاز دارد که حجم چشمگیری از داده‌ها افشا گردیده و در مدلی تحت عنوان " شبکه‌ای از شبکه‌ها " یکپارچه شوند. در این مدل، بر هم کنش‌های شـبکه‌ها و یکپارچه‌سـازی در بسـیـاری از سـطوح انجـام گرفته و اطلاعات بیولوژیکی، اجتماعی و محیطی فرد با یکدیگر پیوند می‌یابند (۱۷و ۱۸).

در پزشـکی سـیسـتمی راهبردها و فناوری‌هایی نهفته اسـت که برای افشـا نمودن پیچیدگی های بیماری‌ها حیاتی هسـتند. به صـورت طعنه آمیزی، بسـیاری از مردمان از واژه‌ی "پزشـکی ژنومیک" برای اشاره به "پزشکی آینده" استفاده می‌کنند در حالی که پزشـکی ژنومیک در حقیقت یک بُعد از طبیعت اسـت که تنها به اطلاعات اسـید نوکلئوئیک می‌پردازد. در برابر این اندیشه، پزشکی سیستمی چهره‌ای هولستیک و جامع نگر داشـته و تمام گونه‌های اطلاعات زیسـتی شـامـل DNA ، RNA ، پروتئین، متـابولیـت ها، ملکول‌های کوچک، بر هم کنش‌ها، سـلول‌ها، ارگان‌ها، افراد، شـبکه‌های اجتماعی و پیام‌های محیط بیرونی را به کار می‌برد و آن‌ها را به گونه‌ای یکپارچه می‌نماید تا مدل‌هایی با توان پیشـگویی کنندگی و کاربردی در گسـتره‌ی سـلامت و بیماری فراهم آیند. بدون شـک، بسیاری از افرادی که واژه‌ی پزشکی ژنومیک را به کار می‌برند در حقیقت به چشـم انداز گسـترده‌تری از پزشکی که پزشکی سیستمی به آن نظر دارد می‌نگرند. پس چرا این دیدگاه جامع را پزشـکی سـیسـتمی نام نگذاریم؟

پزشـکی سـیستمی، پنج راهبرد را برای پرداختن به پیچیدگی زیستی به کار می‌برد:

۱/ پزشـکی سـیسـتمی به پزشکی به صورت یک

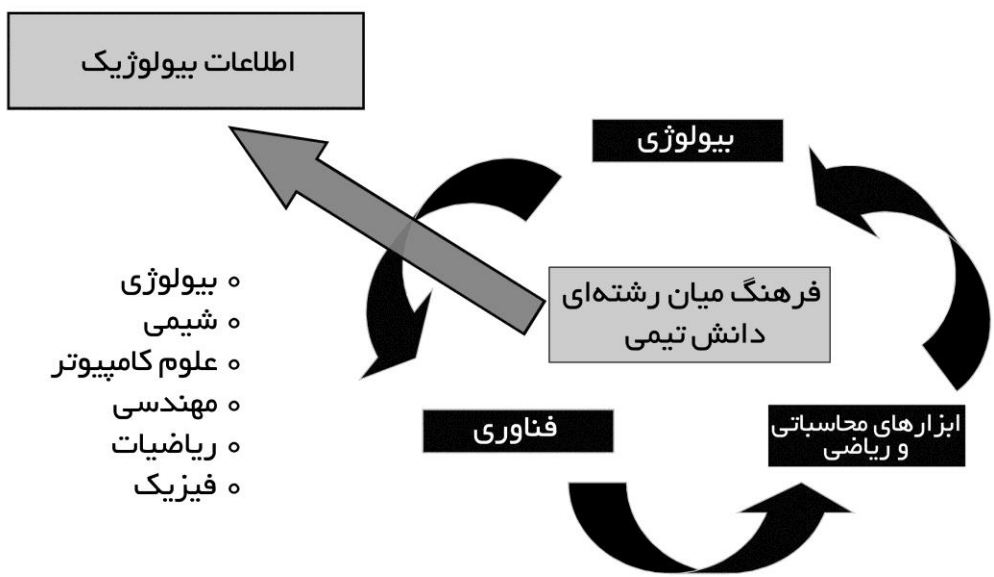


شکل ۱۳: جهان زیست پزشکی، خود به مثابه‌ی یک سیستم پیچیده عمل می‌کند.

دانش اطلاعاتی می نگرد و این نگرش یک چارچوب خردورزانه برای پرداختن به پیچیدگی‌ها را فراهم می‌آورد. برای مثال، همانگونه که اشاره شد ما دارای دو گونه اطلاعات زیستی هستیم که شامل اطلاعات دیجیتالی ژنوم بوده و دیگری پیام‌های محیطی است که از بیرون ژنوم بر می‌خیزند.

همچنین بسیار حیاتی است که بسیاری از داده‌های متنوع وابسته به هر بیمار را مدل‌سازی و یکپارچه نمود (هر چند که پویایی سیستمی را نتوان با آزمایشات تجربی پیگیری کرد). دلیل آن نیز آشکار می‌باشد زیرا کسی نمی‌تواند بیماری را از آغاز تا پایان در نمونه‌های انسانی تحت پیگیری قرار دهد. نیاز به

پویایی سیستمی و پرداختن به صدا و خلق مدل‌ها، به اهمیت مدل‌های جانوری به صورت بیمار تجربی اشاره می‌نماید که در این صورت می‌توان نقطه‌ی آغاز فرایند بیماری را شناسایی کرده و پویایی سیستمی را تا مرگ پیگیری نمود. نکته‌ی کلیدی آن است که مدل‌های جانوری بایستی بیماری‌های همسان در انسان را تقلید نمایند و دانشمندان باید بتوانند آن منظرهای سیستم‌های آشوب‌زده‌ی بیماری که همسان با بیماری انسانی هستند از آن‌هایی که منحصر به جانور هستند را به صورت آشکار شناسایی نمایند و از نگرش در سیستم‌های آشوب‌زده‌ی بیماری که مشابه انسانی هستند، نگرش دینامیکی نسبت به بیماری انسانی پیدا کنند. بدین سان مطالعات جانوری در مورد بیماری انسانی آگاه دهنده خواهند بود.



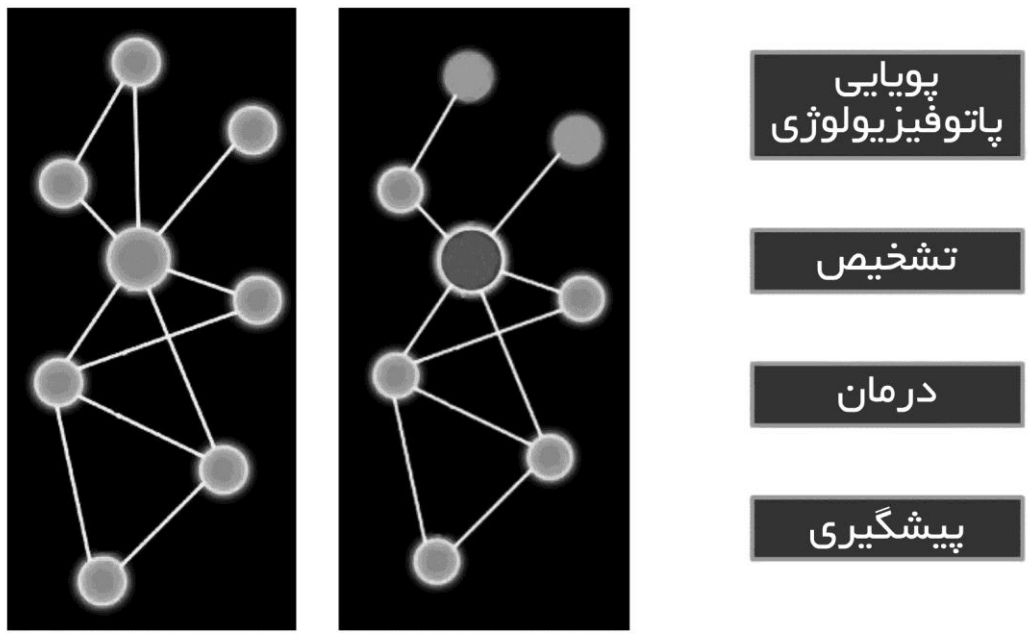
شکل ۱۴: سه گانه‌ی مقدس بیولوژی که موجب رانش بیولوژی فناوری می‌شود و فناوری موجب پیش رانش ابزارهای محاسباتی و ریاضی می‌گردد. رسیدن به این هدف، نیاز به فرهنگ میان رشته‌ای دارد که دانشمندان رشته‌های گوناگون یاد بگیرند با زبان دانشمندان دیگر صحبت کنند و یاد بگیرند که با یکدیگر کار کنند. هنگامی که این سه گانه‌ی مقدس ظهور نماید، مقادیر عظیمی از اطلاعات زیستی، را می‌توان با شتاب فراوان خلق نمود.

۲/ بر اســاس نظر آقای هود[1] که از بنیان‌گذاران تئوری پزشکی سیستمی است، یک زیر ساخت ویژه‌ای برای ورود به پزشــکی ســیســتمی مورد نیاز اســت. بر اســاس نظر این دانشمند، دانش مرزشکن بیولوژی باید پیش‌ران توســعه‌ی فناوری‌های با توان عملیاتی بالا شــود تا ابعاد نوینی از فضــای داده‌های بیمار مورد جستجو قرار گیرند و داده‌های برخاسته از این فناوری نیز بــه نوبــه‌ی خود جهــت پیش گامی در ابزارهای تحلیلی به منظور مدل‌سازی و یکپارچه‌سازی گونه‌های داده‌های متنوع به کار روند. آقای هود این ســه گانه را به نام ســه گانه‌ی مقدس نام گذاشــته اســت؛ به این صورت که بیولوژی پیش‌ران فناوری و خود فناوری نیز پیش‌ران ابزارهای تحلیلی می‌شود. در یک فراگرد کلی، این ســه گانه موجب ایجاد انقلاب و درک گســترده از پزشکی می‌گردد (تصویر ۱۴). این رهیافت نیاز به یک محیط میــان رشــتــه‌ای دارد کــه بیولوژیســت ها، شــیمیدانــان، دانشــمنــدان کامپیوتر، مهندســان، ریاضیدانان، فیزیکدانان و پزشکان، همگی یاد می‌گیرند که با زبان رشــته‌های دیگر صــحبت کرده و با یکدیگر در تیم‌هایی که با بیولوژی پیش‌رانده می‌شــوند کار کنند تا در نهایت، این سه گانه‌ی مقدس تجلی یابد.

نکته‌ی دوم اهمیت، مقوله‌ی دموکراسی در تولید داده‌ها و ابزارهای آنالیز داده‌ها اســت که به این معنی اســت که این ابزارها باید قابل دســترس برای تک تک دانشمندان باشند تا بتوانند پروژه‌های کوچک و بزرگ علمی خود را به ســامان برسانند. از این رو، زیر ساخت پزشــکی ســیســتمی شامل منظری ابزارمندانه است تا بتوان داده‌هــا را برای فنــاوری‌های امیکس گوناگون (ژنــومیــکــس، پــروتــئــومیــکــس، مــتــابولومیکس، اینتراکتومیکس، ســلومیکس) تولید نمود و دیگری وجود یک فرهنگ ویژه اســت که دانشــمندان را به یادگیری صــحبت به زبان رشــته‌های علمی گوناگون و نیز چگونگی کار با یکدیگر در تیم‌های پژوهشــی (با هدف آزمودن این ســه گانه‌ی مقدس در زمینه‌های علمی کوچک و بزرگ) وا می‌دارد.

۳/ رهیافت‌های ســیســتمی تجربی به بیماری، هولســتیک و جامع‌نگر می‌باشــند. به این صورت که با خلق مجموعه‌ی داده‌های جامع و گســترده، امکان

[1] Leroy Hood



شکل ۱۵: یک نمای شماتیک از شبکه‌ی طبیعی (سمت چپ) و شبکه‌ی آشوب‌زده با بیماری (سمت راست). نقاط گره‌ای (گلوله‌ها) و لبه‌ها (خطوط انتقال یافته به گلوله‌ها) در بیماری تغییر می‌کنند. در حقیقت گره‌ها و لبه‌ها به صورت پویا با پیشرفت بیماری تغییر می‌یابند.

پیگیری دینامیک شبکه‌های آشوب‌زده با بیماری، از نقطه‌ی آغاز و پیش روی بیماری فراهم گردیده و آنگاه با یکپارچه‌سازی داده‌های متنوع با یکدیگر، مدل‌های پیشگویی کننده و کاربردی خلق شوند. از این رو پزشکی سیستمی بینش‌هایی اساسی را پیرامون مکانیسم‌های بیماری‌ها ارائه داده و بدین سان فرصت‌های نوینی را در راه تشخیص، درمان و پیشگیری بیماری‌ها بازمی‌نماید.

۴/ رهیافت سیستمی به بیماری، توسعه‌ی فناوری‌های نوپدید و نوین را گوشزد می‌نماید. این فناوری‌ها می‌توانند ابعاد نوین فضای داده‌ای افراد بیمار و سالم که بخشی از آن در دینامیسم شبکه‌های بیولوژیک بازتاب یافته‌اند را جستجو نمایند. این فناوری‌ها شامل رهیافت‌های جدید به ژنومیکس،

پـروتـئـومـیـکـس، مـتـابولومیکس، اینتراکتومیکس، سـلومیکس، اورگانومیکس، تصـویر برداری in vitro و in vivo و دیگر انـدازه‌گیری های فنوتیپیک با توان عملیـاتی بـالا می‌باشـــند. رهیافت‌های نانوفناوری و میکروفلوئیدیک به سـوی مینیاتورسازی، اتوماسیون و یکپارچه‌سازی دستورالعمل‌های شیمیایی پیچیده میل می‌نمایند. امّا این فناوری‌ها می‌بایسـت توسط نیازهای حـقـیـقی بیولوژی و در مورد خـاص، افشـــاگری پیچیدگی‌های بیماری‌ها، به پیش‌رانده شوند.

پیامد کنش این فناوری‌ها، توانایی فزاینده‌ی خلق مقادیر چشـــمگیری از داده‌های دیجیتالی (داده‌های عظیم) برای هر فرد اسـت که لازم است این داده‌های عظیم به دانش تبدیل شـوند. پیشـرفت‌های پنج سـال گذشته در توالی‌یابی DNA، یک نمونه از الگوی انفجار داده‌ها و نیز خلق فرصت جستجو در ابعاد نوین فضای داده‌ای بیمار را به رخ می‌کشد.

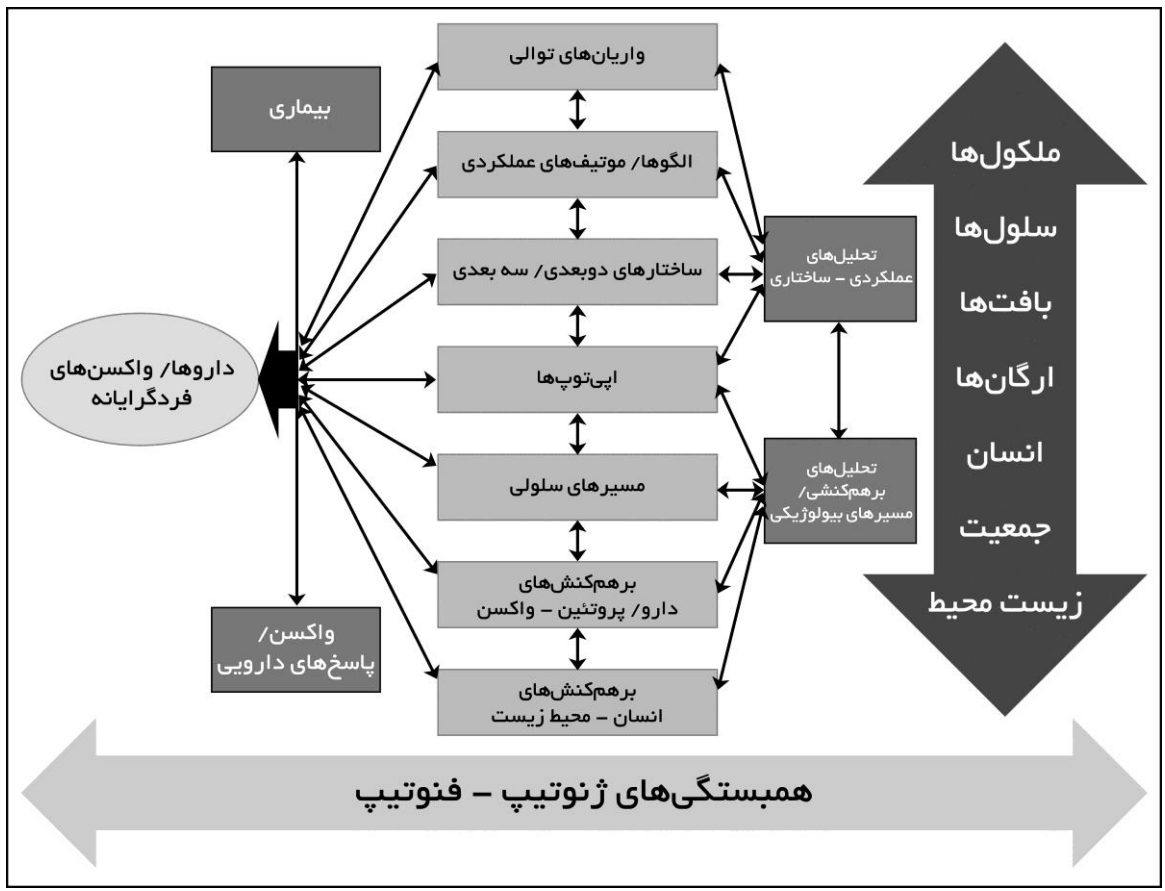
۵/ انفجار داده‌ها به خلق ابزارهای تحلیلی جدید، جهـت تسـخیر و بـه دسـت آوردن، اعتبـاردهی، ذخیره‌سـازی، داده‌کاوی، یکپارچه‌سـازی و در نهایت مدل‌سـازی مجموعه‌ی داده‌های بیولوژیک نیاز دارد و بر اساس این روند است که می‌توان داده‌ها را به دانش تبدیل نمود (۱۹،۲۰).

با کاربرد این پنج اصل، پزشکی سیستمی می‌تواند به شـبکه‌های بیمار شـده و آشوب‌زده، با بزرگنمایی و آشـکارسازی در حد مقیاس ملکولی بپردازد. بر اساس این تفکر سـیسـتمی و نگریستن به شبکه‌های بیماری اسـت که می‌توان به این درک رسـید که پاره‌ای از رویـدادهـای بیماری‌ها را می‌توان در پیش از تظاهر بیماری، با تشخیص زودرس شناسایی نموده و با چنگ اندازی بر نقاط گره‌ای شبکه‌های آشوب‌زده با بیماری، به شناخت تشخیصی و اقدامات درمانی پرداخت.

در پزشکی آینده، ارگان‌های دچار بیماری، بافت‌ها و خون بیمار، نمونه‌هایی عالی برای ارزیابی سیستمیک شرایط بیمار، در زمان و فضاهای گوناگون خواهند بود. توالی‌یابی ژنوم و ترانس کریپتوم، پروتئومیک هدفمند از طریق اسـپکترومتری جرمی، چیپس‌های پروتئینی، آنالیز تک سـلولی و سـیسـتم‌های شـناسـایی اسـیدنوکلئوئیک هدفمند از ابزارهایی هسـتند که پزشکی سیستمی با آن‌ها در داده‌های بیمار به جستجو می‌پردازد. چنین اسـت که احتمالاً در ۱۰ سال آینده، هر فرد بـا ابری مجازی از میلیاردها داده‌ی نقطه‌ای احاطه خواهد شـد. چالش کلیدی، یکپارچه‌سـازی این

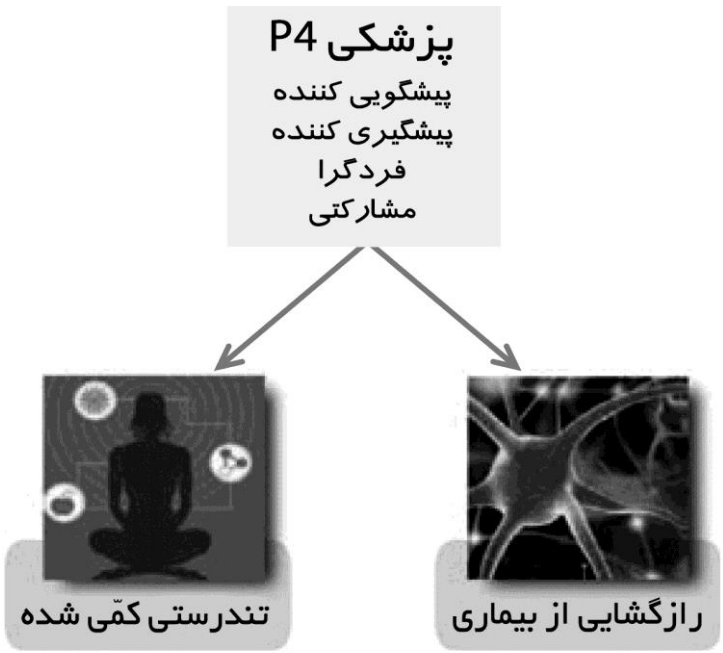
تیپ داده‌های متنوع، یافت همبستگی آن‌ها با فنوتیپ بالینی خاص و تدوین پانل‌های مارکرهای زیستی معنا دار جهت هدایت کارهای بالینی خواهد بود (۲۱). از این رو پزشکی سیستمی، راهبردهای کلیدی و فناوری‌های منحصر به خود را جهت آشکارسازی پیچیدگی بیماری‌ها دارا است.

با این منظر هرگز نباید پزشکی سیستمی آینده را "پزشکی ژنومیک" نامید. زیرا پزشکی ژنومیک تنها یک منظر از ماهیت پزشکی سیستمی است که به اطلاعات نهفته در اسیدهای نوکلئوئیک می‌پردازد. در



شکل ۱۶: پیچیدگی جهان بیولوژیک از ریز تا کلان، از ژنوتیپ تا فنوتیپ

حالی که پزشکی سیستمی یک دیدگاه جامع و هولستیک است که از تمام گونه های اطلاعات بیولوژیک استفاده می‌کند (مانند DNA، RNA، پروتئین‌ها، متابولیت‌ها، ملکول‌های کوچک، بر هم کنش‌ها، سلول‌ها، ارگان‌ها، افراد، شبکه‌های اجتماعی و پیام‌های زیست محیطی بیرونی) و آن‌ها را به گونه‌ای یکپارچه می‌سازد که به مدل های کنش‌پذیر و پیشگویی کننده برای سلامت و بیماری تبدیل می‌شوند (۱۹). بنابراین، مدل‌سازی بیماری به صورت یکپارچه، یک بخش تفکیک ناپذیر از پزشکی سیستمی خواهد بود (۲۲).



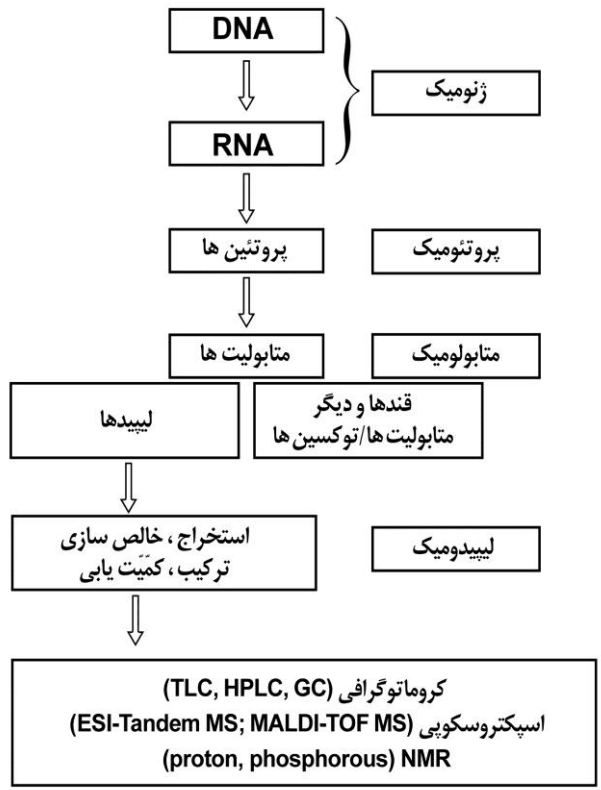
شکل ۱۷: دو زمینه‌ی مفهومی پزشکی P4 که شامل کمّی‌سازی (Quantified) تندرستی و رازگشایی از بیماری می‌باشد.

در هر صورت همگرایی رهیافت‌های سیستمی به بیماری‌ها، فناوری‌های برتر، تصویرنگاری و اندازه‌گیری‌های نوین و ابزارهای محاسباتی و ریاضیاتی جدید، موجب تولد پزشکی سیستمی آینده خواهد شد که بیش از آن که منتظر شود که بیماری بر فرد چیره شود تا واکنش نشان دهد، مدلی طی ۱۰ سال آینده ارائه خواهد داد که پزشکی، ماهیت فردگرایانه، پیشگویی کنندگی، پیشگیرانه و مشارکت جویانه 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 و دیوید جی. گالاس ارائه شده است (۱۹).

بر اساس تئوری پزشکیP4، مطالعه ی

پیچیدگی‌های بیولوژیک بر سه فرض بنیادین استوار است:

۱/ دو گونه اطلاعات بیولوژیک موجود است؛ اطلاعات ژنومی دیجیتالی و اطلاعات محیطی در بیرون از ژنوم که اطلاعات دیجیتالی را تعدیل می‌نماید.



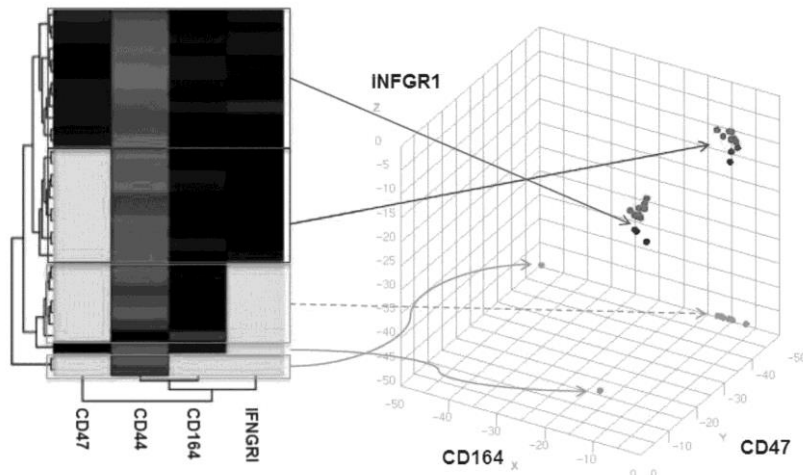
تصویر ۱۸ - گذار از ژنومیک به لیپیدومیک از طریق پروتئومیک و متابولومیک

۲/ اطلاعات بیولوژیک برداشت، فرآوری و یکپارچه‌سازی گردیده و توسط شبکه‌های بیولوژیک (RNA، پروتئین‌ها، بخش‌های کنترلی ژن‌ها و ملکول‌های کوچک) به سیستم‌های ملکولی که فعالیت حیاتی را به انجام می‌رسانند انتقال می‌یابند.

۳/ اطلاعات بیولوژیک در یک سلسله مراتب چند مقیاسی شامل DNA، RNA، پروتئین‌ها، بر هم کنش‌ها، شبکه‌های بیولوژیک، بافت‌ها، ارگان‌ها، افراد و در نهایت اکولوژی‌ها، کدگذاری می‌شوند.

باید در نظر گرفت که محیط زیست بر هر سطح از این سلسله مراتب نیز اثر گذاشته و دریافت اطلاعات دیجیتالی را از ژنوم تعدیل می‌نماید.

بر اساس تئوری پزشکیP4 ، در طی ۵ تا ۲۰ سال آینده پیشرفت‌های فناورانه و محاسباتی، امکان تجزیه و تحلیل پیچیدگی‌ها برای کاربردهای بالینی و ارائه‌ی مراقبت‌های سلامت را فراهم خواهد آورد. از این رو پزشکی آینده فردگرا است؛ یعنی اساس آن بر اطلاعات ژنتیکی هر فرد استوار خواهد بود؛ پیشگویی کننده است زیرا اطلاعات فردی خواهند توانست خطر بعضی از بیماری‌ها را در هر فرد تعیین کند؛ پیشگیرانه خواهد بود زیرا تخمین خطر، امکان اقدامات



تصـویر ۱۹ - آنالیز تک سـلولی (Single Cell Analysis) مربوط به ۳۲ سـلول گلایو بلاستوما که نشانگر خوشه‌ی ترانس کریپتومی به سه گروه کوانتیده شده (Quantized) متمایز است.

پروفیلاکتیک (مانند تغییر شیوه‌ی زندگی و یا اقدامات درمانی) جهت کاسـتن خطر وجود خواهد داشـت؛ در نهایت مشارکتی خواهد بود، زیرا در بسیاری از اقدامات پیشگیرانه به مشارکت بیماران نیاز خواهد بود.

تلاش به رازگشـایی از ناشـناخته‌های بیماری‌ها و بیولوژی انسـان و ترسیم سلامت و بیماری در سیمای پزشـکی آینده (پزشکی سیستمی)، موجب ایجاد فشار بر مطالعات و پژوهش‌ها و سـوق آن‌ها به نقطه‌ای شده است که رشد و پیشرفت فناوری‌های نوینی را می‌طلبد تا بتوانند ابعاد فضـــای داده‌ای بیمار را به تصـــویر بکشـــانند. از این دیدگاه می‌توان به فناوری‌های زیر اشاره نمود (۲۳):

۱/ توالی‌یابی ژنوم خانوادگی

۲/ پروتئومیکس

۳/ متابولومیکس

۴/ آنالیز تک سلولی

۵/ تصویر برداری ملکولی

۶/ فناوری سلول‌های بنیادی پرتوان القاء شده

گرچـه در دهـه‌ی گذشـــته، علم و فناوری که پشـتیبان رشـد پزشـکی سـیستمی بوده است رشدی

بی‌همتایی را از خود نشـــان داده اســـت ولی هنوز به پیشـرفت‌های جدیدی برای اینکه پزشکی P4 به ظهور برسد نیاز است:

۱/ توســـعه‌ی شـــیوه‌هایی برای تعیین ســـاختار ژنوم‌های فردی (توالی‌یابی ژنوم‌های فردی)

۲/ تکنیک‌های میکروفلوئیدیک، آنالیز سلول‌ها به صورت تک و تصویر برداری ملکولی

۳/ شـــناســـایی و اعتبارســـنجی پروتئین ویژه‌ی ارگانی، micro RNA و دیگر مارکرهای ملکولی

۴/ شـیوه‌های ریاضیاتی و محاسباتی جدید مانند شـــبکه‌های دینامیک که امکان مطالعه‌ی آشـــوب‌های ایجاد شـده توسـط درمان در شـبکه‌های بیولوژیک را فراهم می‌نمایند.

افزون بر این، تغییرات عمـده‌ای نیز بـه همان مـیـزان لازم اســـــت کـه در آمـوزش بیمـاران و دست اندرکاران مراقبت‌های سلامت، پیرامون پزشکی P4انجام گیرد.

در یک فراگرد کلی پزشـکی سیستمی راهبردها، ابزارها و توانمندی‌های محاسباتی و آنالیتیکی را جهت تجزیه و تحلیل انبوه اطلاعات فراهم می آورد (۲۴). پزشـــکی P4 این راهبردها و ابزارها را جهت مبارزه با بیماری‌ها و حفظ تندرستی فرد به کار می‌برد (۲۳).

شبیه‌سازی زیستی[1]

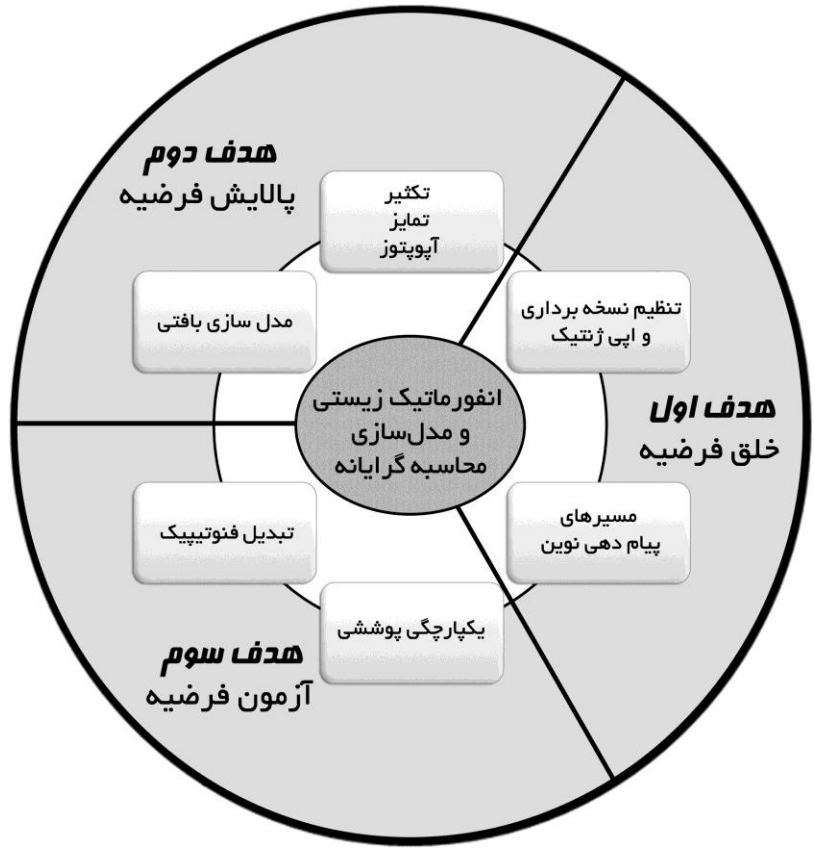
روند پرشتاب شبیه‌سازی زیستی که از دیدگاه پاره‌ای از پژوهشگران و آینده نگاران خود یک ابرروند است، می‌تواند موجب پیشرفت پزشکی سیستمی و شیوه‌های درمانی شود (۲۵). شبیه‌سازی زیستی یک رهیافت نظام‌مند میان رشته‌ای است که داده‌های بالینی و فناوری‌های "امیکس" را یکپارچه می‌نماید تا مسیرهای متابولیک عملکردی را آشکار سازد. این مسیرها به صورت شبکه‌ی پیچیده‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرند تا بتوان هدف‌های بیولوژیک و ترکیبات فعال که کاندید درمان هستند را مورد شناسایی قرار داد (۲۶).

بنابراین، شبیه‌سازی زیستی را می‌توان به صورت مدل‌سازی رایانه‌ای یا بیولوژی در محیط سیلیکو[2] محسوب نمود که از فراوانی داده‌های متنوعی جهت ساخت مدلی پویا از فیزیولوژی انسان استفاده می‌کند (۲۶).

در حقیقت، رشد شبیه‌سازی زیستی بدون دستاوردهای بیولوژی سیستمی امکان‌پذیر نخواهد بود و بر پایه‌ی همین دیدگاه است که پی می‌بریم چگونه یک ابرروند (یعنی بیولوژی سیستمی) می‌تواند موجب شکوفایی دیگر ابرروند (شبیه‌سازی زیستی) شود و خود این ابرروند نیز در پیشرفت‌های ابرروند دیگر (پزشکی سیستمی) اثر بگذارد.

با توسعه‌ی مدل‌های کمّی و دقیق از فرایندهای زیستی و مکانیسم‌های تنظیمی، بیولوژی سیستمی می‌تواند بینش‌های لازم جهت درک یکپارچه‌ی حیات و موجودات زنده را فراهم آورد. این مدل‌ها، اجازه‌ی انباشت اطلاعات از داده‌های تجربی را برای ما امکان‌پذیر نموده و برون‌یابی و پیش بینی کمّی شرایط در جاهایی

[1] Biosimulation
[2] in silico



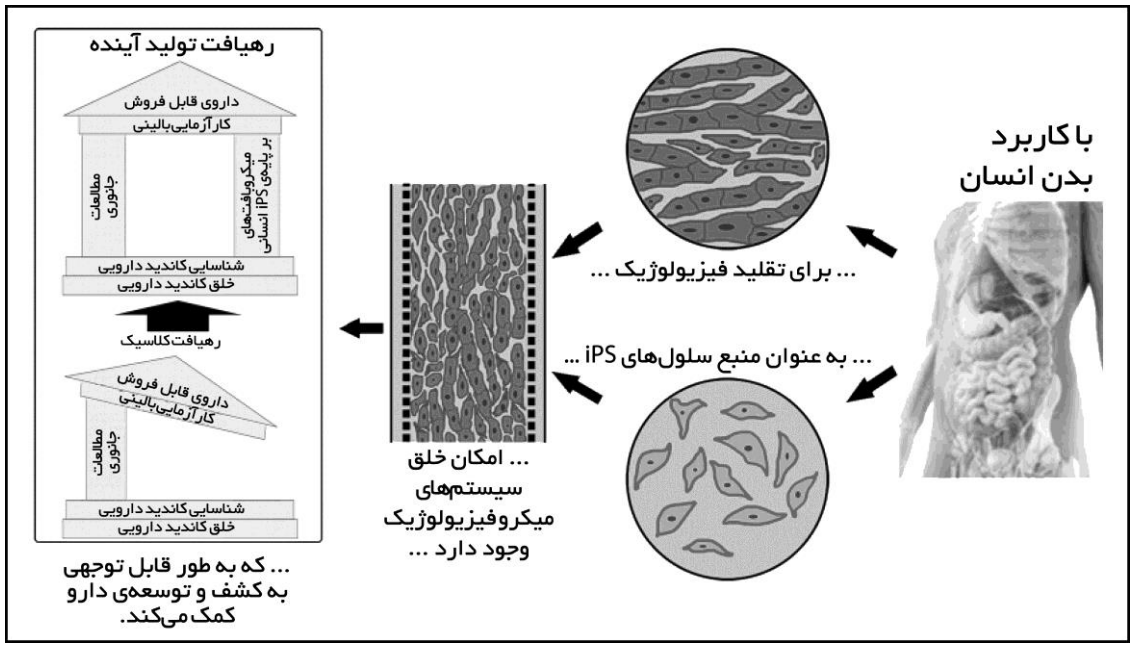
شکل ۲۰: از خلق فرضیه تا آزمون فرضیه در انفورماتیک زیستی و مدل‌سازی محاسبه گرایانه

که اندازه‌گیری‌ها انجام نشده‌اند را امکان‌پذیر می‌نمایند.

در این چشم انداز، تلاش‌های شگرفی برای ایجاد " انسان فیزیولوژیک مجازی[1]" انجام گرفته است که هدف این تلاش‌ها، مدل رایانه‌ای در مقیاس بزرگ است که توصیفات ریاضی فرایندهای عمده‌ی فیزیولوژیک و بیوشیمیایی را در سطح سلسله مراتبی از موجود انسان یکپارچه می‌سازد. این شبیه‌سازی در محیط سیلیکویی را می‌توان به صورت یک سکو[2] برای توسعه‌ی پزشکی فردگرایانه و ارائه‌ی درمان‌های مؤثرتر برای بیماران و نیز طراحی و آزمون‌های داروهای نوین و ایمن‌تر در صنایع دارویی به کار آید (۲۷).

این موضوع از این لحاظ اهمیت دارد که هزینه و وقت عمده‌ی بخش پژوهش و توسعه (R&D) در صنایع دارویی، صرف کشف و آزمون و ارزیابی داروهای جدید می‌شود و یک چرخه‌ی پژوهش و توسعه برای یک دارو بین ۱۰ تا ۱۵ سال به طول می‌انجامد و هزینه‌ی یک محصول، بالغ بر ۸۰۰ میلیون

[1] Virtual Physiological Human
[2] Platform



شکل ۲۱: سیستم‌های میکروفیزیولوژیک با کاربرد میکرو بافت‌های برداشت شده از iPSC های انسانی می‌توانند مدل‌های فیزیولوژیک دقیقی را برای بافت انسانی فراهم آورند. کشف دارو و توسعه‌ی آن با این سیستم‌ها، به صورت شگفت انگیزی رشد یافته و شکاف‌های مطالعات جانوری را پرمی‌کند.

دلار می‌شود و بر اساس ارزیابی‌های انجام شده، از هزار ترکیب مورد آزمایش، یک محصول اجازه‌ی ورود به کارآزمایی‌های بالینی را به دست می‌آورد و یکی از این پنج محصول نیز موفق به کسب عنوان دارو شده و به بازار دارویی راه می‌یابد (۲۸).

بر همین اساس، شبیه‌سازی زیستی نقش بی‌همتایی را در کشف و توسعه‌ی داروهای جدید بازی می‌کند. شبیه‌سازی زیستی به صورت یک ابزار نوین در توسعه‌ی دارو و صنایع دارویی و بخش ارائه‌ی خدمات پزشکی، خود را نمایان نموده است که در هزینه و زمان صرفه جویی ایجاد کرده و پیش بینی‌پذیری مراحل اولیه‌ی توسعه‌ی دارو را بهبودی می‌بخشد (۲۹).

این سیستم بیولوژیک، شامل فرایندهای زیستی است که می‌توان این سیستم (مانند کلیه، کبد، قلب و

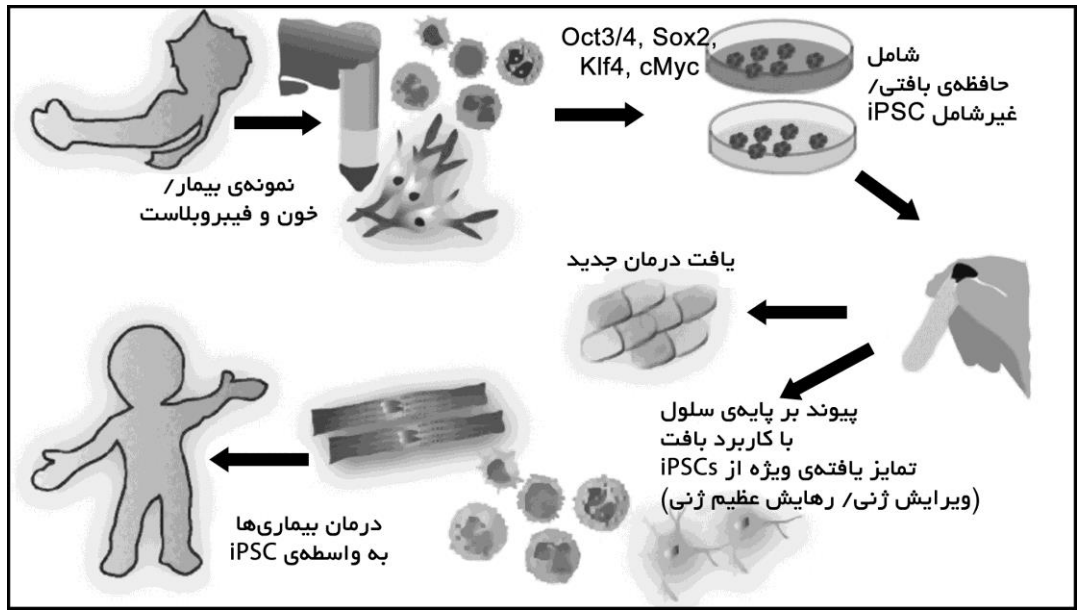
یا یک موجود به صورت کامل) را به صورت مدل‌های رایانه‌ای پیشرفته، توصیف نمود. بر اساس این مدل‌ها، شبیه‌سازی رفتار آن‌ها (با درنظر گرفتن همه‌ی اجزاء و برهم کنش‌های آن‌ها) امکان‌پذیر می‌شود. از این رو، به مدل‌سازی و شبیه‌سازی در صنایع دارویی جدید به عنوان یک فناوری جهت درک پیچیدگی‌های فیزیولوژی انسان و پیش بینی پاسخ انسان نسبت به شیوه‌های درمانی و دارویی، نگریسته می‌شود (۲۹).

این فناوری همچنین امکان گسترش به گستره‌ی سلامت جهت شناسایی آزمایش‌ها و آزمون‌های نوین برای بهبود سلامت بیماران که در نهایت به صورت مستقیم در سلامت فرد (پزشکی فردگرایانه) مؤثرند را دارد. همچنین می‌توان با کاربرد بیماران مجازی[1] اثرات تنوع در بیماران را بر روی مدل‌های پیشگویی کننده، درک نمود (۳۰).

یک مدل شبیه‌سازی شده، اجزاء بیولوژیک (مانند پروتئین‌ها، سیتوکین‌ها و جمعیت‌های سلولی) و ارتباطات آن‌ها را به صورت کمّی به تصویر می‌کشد. این ارتباطات میان عناصر، با معادلات دیفرانسیلی که امکان تکنیک‌های شبیه‌سازی را جهت پیشگویی رفتار سیستم مورد مطالعه و نیز کمّی‌سازی عناصر بیولوژیک را در گذر زمان میّسر می‌سازند، انجام می‌گردد. مدل‌ها را شاید بتوان به گونه‌ای به تصویر کشید که تغییرات پارامترها را جهت پیشگویی پیامدهای جدید سناریوهای گوناگون (مانند اهداف دارویی جدید و یا پروتکل‌های کارآزمایی بالینی جدید) نشان دهند. ساخت چنین مدل‌هایی نیازمند تعداد قابل ملاحظه‌ای داده پیرامون عناصر بیولوژیک، حالت و نیز ارتباطات آن‌ها می‌باشد. به صورت رایج، عمده‌ی کار شبیه‌سازی زیستی با کاربرد تکنیک‌های " از پایین به بالا "[2] (مانند ساخت مدل‌های مسیرهای بیوشیمیایی یا سیستم‌های زیر سلولی بر اساس داده‌های گردآوری شده از این سیستم‌ها) انجام می‌گیرد. تکنیک دیگر، بر رهیافت " از بالا به پایین"[3] استوار است که تلاش می‌نماید سیستم‌های بیولوژیک را مدل‌سازی کند (۳۰)

در یک فراگرد کلی، شبیه‌سازی زیستی اهداف

[1] Virtual Patients
[2] Bottom Up
[3] Top Down



شکل ۲۲: مدل‌سازی بیماری بر پایه‌ی iPSC ویژه و درمان پیوندی بر پایه‌ی سلولی.

سلول‌های تک هسته‌ای از بیماران برای تولید iPSC گرفته می‌شود. بسته به منبع سلول‌ها، هر دوی سلول‌های حاوی حافظه مانند سلول‌های خونی بلوغ یافته و سلول‌های نارس فاقد حافظه (واسط یافته‌ی iPSC) تولید می‌شوند. تمایز پس از iPSC ویژه‌ی بیمار را می‌توان به صورت مستقیم برای درمان بر پایه‌ی سلول فردگرایانه (Personalized) با لاین‌های سلولی مناسب مانند خون، ماهیچه‌ها و سلول عصبی به کار برد. فناوری ویرایش ژنی مانندZFN ، TALEN و CRISPR برای تثبیت خطای ژنی بیماران (حتی با حذف‌های بزرگ DNA ای) به کار برده خواهند شد. همچنین پزشکی فردگرایانه بر پایه‌ی iPSC بیمار، می‌توان برای یافت دوزاژ صحیح داروهای شناخته شده و یا آزمون عوامل درمانی نوین، به کار برد.

زیر را جستجو می‌کند:

۱/ یافت درک بهتر از رفتار سیستم‌های زیستی (مانند بدن انسان و چگونگی پیشرفت بیماری‌ها)

۲/ پیشگوییِ بهتر از عملکرد و اثرات داروهای جدید

۳/ یافت شیوه‌های بهتر برای هدایت جریان دانش با ارائه‌ی جایگزین‌های فراگیر دیگر به جای آزمایشات تجربی بر انسان و جانوران آزمایشگاهی (۲۹)

فصل سوم

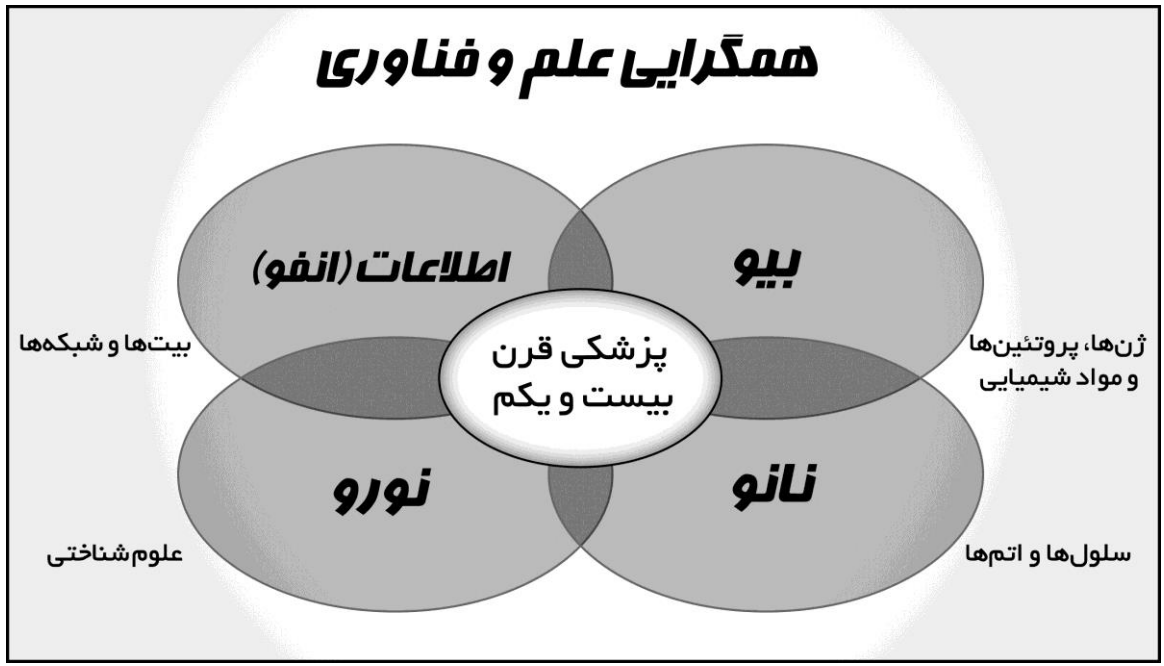
فناوری‌های همگرا
(Converging Technologies)

دو فرایند مینیاتورسازی[1] و مجازی‌سازی موجب پیش رانی همگرایی میان فناوری‌های زیستی، نانویی، اطلاعات و نیز علوم شناختی[2] گردیده و با برانگیختن نوآوری و شتاب یافتن پژوهش و توسعه در بسیاری از گستره‌ها، موجب پیشرفت‌های انقلابی و پرشتاب در پزشکی، انرژی، حفاظت از محیط زیست و فرایندهای توسعه‌ای دیگر شده‌اند (۳۱). این تغییرات شگرف می‌تواند از فناوری چیپس[3] تا رهاسازی دارو و ایمپلانت (شامل تحریک الکترونیک مغز) را در بر گیرد. بنابراین، واژه‌ی فناوری‌های همگرا، یک جایگاه سنگین فرایند سیاست‌گذاری در علم و فناوری را به خود اختصاص داده است. شاید نخستین بار توجه جامعه‌ی علمی بر اساس یافته‌های همایش ژوئن ۲۰۰۲ میلادی که توسط برنامه‌ی پیشاهنگ نانوفناوری ملی آمریکا برگزار گردید و نتایج آن به صورت گزارشی تحت عنوان "فناوری‌های همگرا برای بهبودی کارایی انسان" پیرامون همگرایی فناوری‌های نانویی، زیستی، اطلاعات و علوم شناختی (NBIC) توسط روکو و بین بریج[4] در سال ۲۰۰۳ میلادی انتشار یافت (۳۴-۳۲)، به سوی این فناوری‌ها جلب شد.

در این گزارش از پردازنده‌های زیست نانویی[5]، خود پایشی تندرستی فیزیولوژیک و اختلال عملکردی،

---

[1] Miniaturization
[2] Cognitive Sciences
[3] Chips
[4] Roco and Bainbridge
[5] Nano-Bio Processors



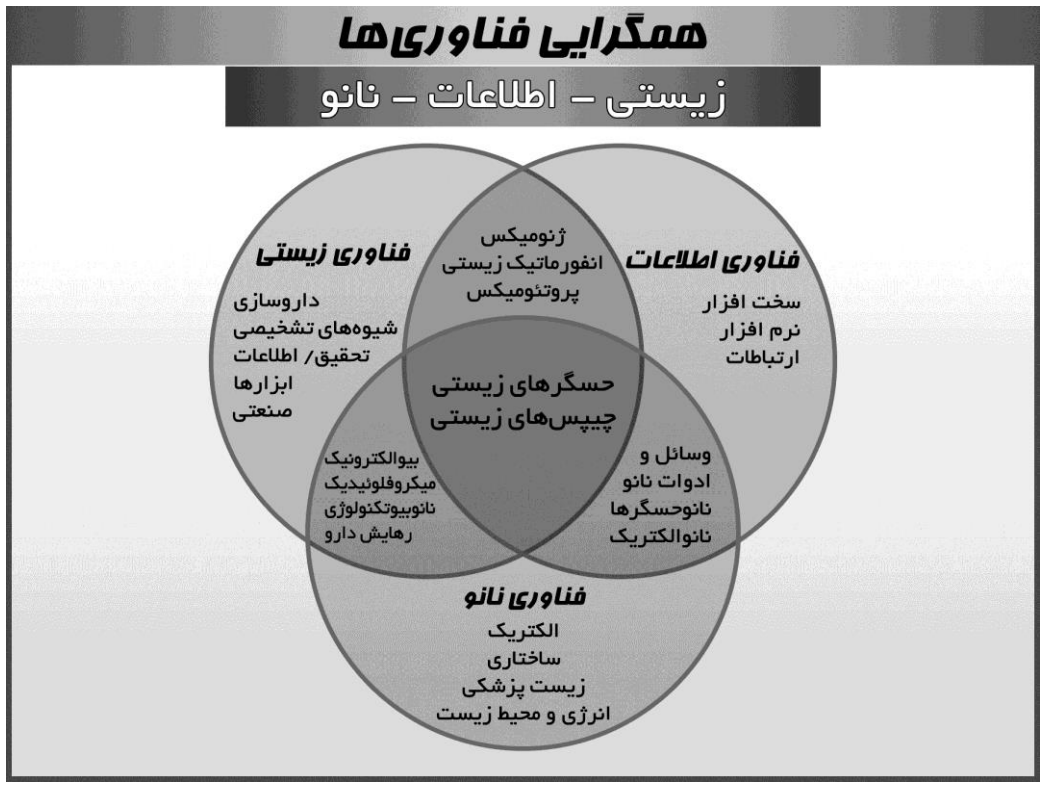
شکل ۲۳: پیشرفت پزشکی قرن بیستم بر پایه‌ی همگرایی فناوری‌های گوناگون استوار است.

با به کار گیری ادوات کاشت نانویی[1]، روبوت‌های نانویی، گونه‌های گوناگون ارتباط شـــنیداری و بینایی بر پایه‌ی ســـکوهای چند نمایی[2]، همچنین ایجاد ســـطح تماس (واســـط) مغز با مغز، مغز با ماشـــین، خلق محیط‌های مجـازی بـه صـــورت جغرافیـا و محیط‌هـای مجـازی رئالیســتیک به تفصــیل، بحث شــده اســت. برای مثال، فناوری زیســتی در پناه علوم شــناختی می‌تواند ســطح تمـاس برای انســـان ایجاد کند که او بتواند فضـــاهای مجازی را با شدت هر چه بیشتر تجربه نماید. از این رو، این فناوری‌های همگرا می‌توانند از مرز حس انسان گذر کرده و برای انسـان در برخورد با محیط فیزیکی، سطح ارتباط جدیدی را خلق نمایند (۳۳-۳۱).

[1] Nano Implant Devices
[2] Multimodal Platforms

این اندیشـــه‌ها پیرامون دســـتاورهای فناوری‌های همگرا چنان انقلابی و شگفت آور بود که گروه ETC ، بســـتـه‌ی فناوری‌های همگرا NBIC (نانو، بیو، انفو و شـــنـاختی Cogno) را انفجـار کوچک[1] نام نهاد. زیرا عناصـــر و بلوک‌های ســـاختمانی مانند بیت‌ها، اتم‌ها، نرون‌هـا و ژن‌هـا چنـان بـا یکـدیگر در هم آمیختگی می‌یابند که شـــگفتی‌های برخاســـته از مهبانگ[2] را در ذهن نقش می‌بندند (۳۳).

در ترکیب سینرژیتیک NBIC، چهار عنصر نهفته است که پرشتاب‌ترین رشد را در دهه‌ی گذشته از خود



شکل ۲۴: نمونه‌هایی از همگرایی فناوری‌ها در گستره‌های زیست فناوری، اطلاعات و نانوفناوری

[1] Little Bang
[2] Big Bang

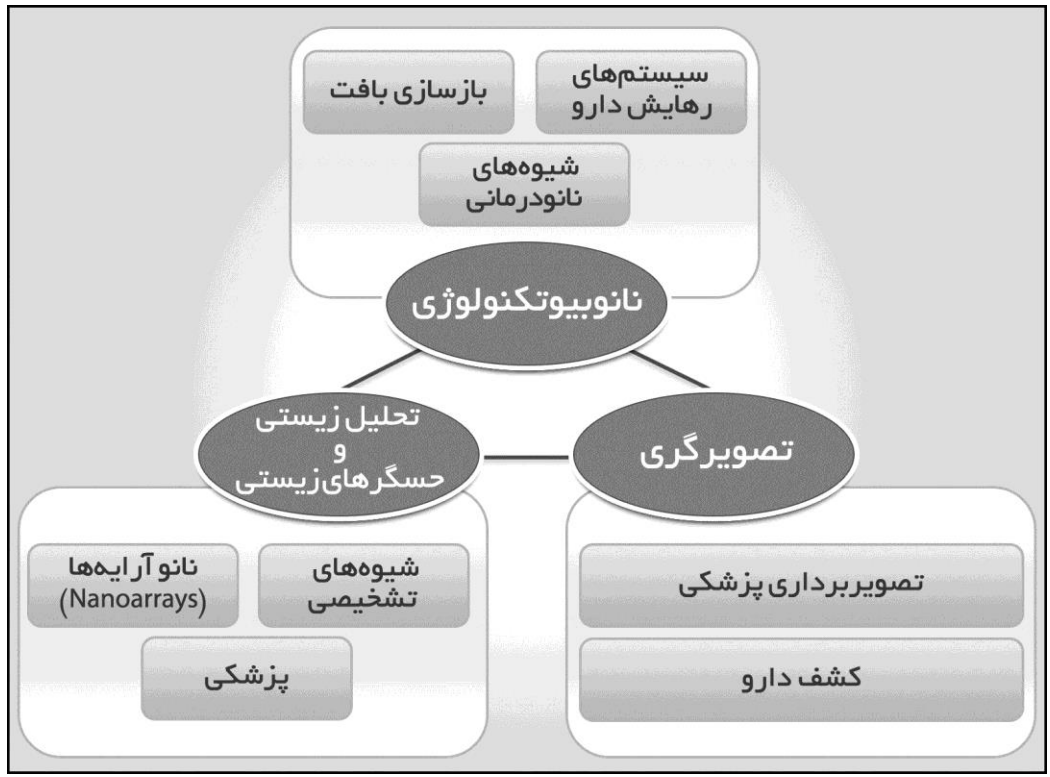
نشـــان داده‌انـد؛ یعنی علوم نانو و فناوری نانو، فناوری زیسـتی و زیسـت پزشـکی (شـامل مهندسی ژنتیک)، فناوری اطلاعات (شـــامل علوم کامپیوتر و ارتباطات)، علوم شناختی (شامل علوم اعصاب شناختی) (۳۴).

همگرایی فنـاوری‌هـا، نقش مهمی را در جامعه از دیدگاه اقتصـــادی، اجتماعی و منظرهای توســـعه‌ای از خود نشان می‌دهند و با سیاست‌گذاری مناسب می‌توان رفـاه، اقتصـــاد توســـعه یافته، فرایند نوآوری و تولید محصـــولات و خـدمات با ارزش افزوده را برای جامعه فـراهـم آورد و از این منظر، همگرایی فنـاوری هـا، فرصـت‌های جدیدی را برای اهداف توسعه‌ای و زدودن شـــکاف دیجیتالی خلق می‌نمایند. بنابراین، همگرایی فنـاوری‌هـا فقط یـک موردِ مربوط به حوزه‌ی فناوری نبوده و در حقیقت یک مفهوم توسعه‌ای می‌باشد (۳۵).

ابرونـد همگرایی فنـاوری هـا دارای دو ویژگی اساسی است که اطلاعات‌سازی[1] و مینیاتورسازی شامل می‌شـود. برای توصـیف فرایندهای بی‌شـماری که در جهان ارگانیک، غیر ارگانیک و نیز جهان شناختی روی می‌دهند، از واژه‌های کسب، فراهم آوردن، فرایندسازی و بـازخورد اطلاعـات اســـتفاده می‌شـــود. در نتیجه، عناصـــری که پیش از این هیچگونه ارتباطی برای آنان نمی‌توانسـتیم متصـور شـویم، هم اکنون با یکدیگر در ســـطح تماس قرار می‌گیرند. ژن‌ها و دیگر اجزاء دارای "کـد" بوده که قابل دســـت‌یابی و خواندن توســـط گیرنده‌های زیسـتی هسـتند؛ اطلاعات اندیشـه‌ی ما را می توان بر روی کـامپیوترهـا جـای داد و برعکس؛ "فناوری واداری"[2] می‌تواند رفتار ما را با رو در رو کردن مغزمان با بعضـــی از اطلاعات، تحت کنترل قرار دهد؛ بیولوژی ســـینتتیـک[3] در راه اســـت زیرا در آینده ما خودمان می‌توانیم اطلاعات نهفته در ژن‌ها را ترکیب و تغییر دهیم و ارگانیســـم‌ها را بر مســـیری که توســـط خودمان تعیین شده است، به پیش برانیم.

ویژگی دیگر همگرایی فناوری، مینیاتورســـازی ادوات اســـت که در ســـایه‌ی علوم نانو و نانوفناوری امکان‌پذیر شـــده اســـت. این فناوری‌ها، ما را در خلق نقـاط تماس میان مغزها و کامپیوترها، میان مواد در

[1] Informatization
[2] Persuasive Technology
[3] Synthetic Biology



شکل ۲۵: همگرایی در فناوری‌های وابسته به پزشکی

جریان خون و حسگرهای تر[1]، میان لباس فرد و محیط زیستِ زنده‌ی هوشمندِ پیرامون، توانمند نموده‌اند. این به معنای آن است که ما می‌توانیم سلول‌ها را از بلوک‌های ساختمانی بیولوژیک گرد هم آوریم. مواد نانویی مانند الکترودهای minuscule و چیپ‌های RFID[2] برای رشد انفجاری در تبادل اطلاعات و بازخوردها، حیاتی هستند (۳۶). اگر انقلاب اول را بیولوژی سلولی و ملکولی و انقلاب دوم را ژنومیک قلمداد کنیم، همگرایی فناوری نیز انقلاب سوم است (۳۷). امّا اخیراً، بنیانگذاران و

[1] Wet Sensors
[2] Radio Ferquency Identification (RFID)

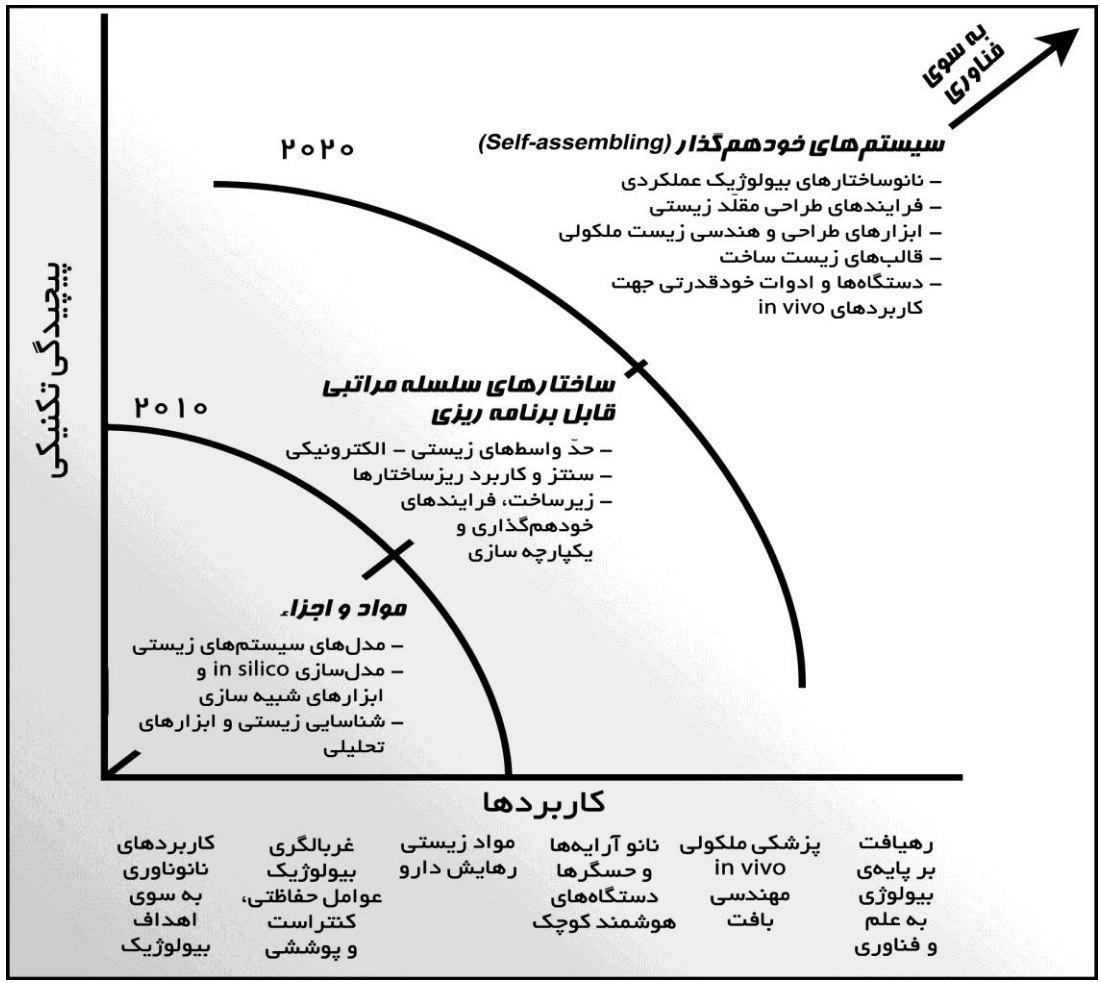
تئوری‌پردازان همگرایی فناوری، گام را فراتر نهاده‌اند و چشم انداز ۱۰ ساله‌ی NBIC2 را در چارچوب دراز مدت همگرایی فناوری و توسعه‌ی انسانی که در اصول یگانه‌ی NBIC در انقلاب سوم نوید داده شده بود، ترسیم کرده‌اند. به جهان نوینی مملو از اکتشاف، اختراع و نوآوری چنگ انداخته‌اند که برخاسته از همگرایی دانایی، فناوری و جامعه است. روکو و بین بریج، در این تئوری جدید، همگرایی دانایی و فناوری برای سودمندی جامعه (CKTS[1]) را به عنوان هسته‌ی فرصت برای پیشرفت در قرن بیست و یکم معرفی کرده‌اند. در حقیقت CKTS، یک برهم کنش دگرگون ساز میان رشته‌های به نظر گوناگون، فناوری‌ها، جوامع و دامنه‌های فعالیت انسانی با هدف نیل به همسازی دو طرفه، سینرژیسم، یکپارچگی، خلق ارزش افزوده و رسیدن به اهداف مشترک است. سیر تکامل همگرایی فناوری شامل چند هنگامه طی چند دهه‌ی گذشته بوده است. آغاز آن با نانوفناوری در جهان مواد بوده است که سپس با فناوری‌های همگرا در قالب NBIC در زمان پدیداری فناوری‌های نوین امتداد یافت. امّا سطح سوم همگرایی، CKTS است (۳۸).

کامیابی برخاسته از دانایی، ایده‌ها، مواد و فناوری‌های نوین که از فعالیت‌های همگرایی پدیدار می‌شوند، به شدت هیجان انگیز است. پیش بینی می‌شود اثر فناوری‌های همگرا بر زندگی روزانه، به صورت خارق العاده‌ای سودمند باشند. همگرایی اجتماعی دارای این پتانسیل است که به صورت عظیم و کارآمدی توانمندی‌های انسان، رقابت‌پذیری در عرصه‌ی اقتصاد و امنیت زندگی را بهبود بخشد (۳۸).

انقلاب سوم: همگرایی فناوری

هم اکنون، بیشترین پژوهش‌های علمی هیجان انگیز در ترکیب بیولوژی سلولی و ملکولی با ژنومیک، مهندسی و دانش علوم فیزیکی در حال انجام است. از این رو، همگرایی فناوری، سازنده‌ی انقلاب بزرگ سوم در علوم زیستی و پژوهش‌های زیست پزشکی است.

[1] Convergence of Knowledge and Technology for the benefit of Society (CKTS)



شکل ۲۶: سیر تحول فناوری و کاربردهای آن در گذر زمان

همانگونه که مشاهده کردیم، همگرایی فناوری فقط به صورت ساده شامل انتقال ابزار از یک شاخه از علم به دیگری نیست بلکه به صورت اساسی، رهیافت‌های مفهومی گوناگون از علوم فیزیکی و مهندسی به سوی پژوهش‌های بیولوژیک وارد گردیده و همزمان درک علوم زیستی از نظام‌های

تکاملی پیچیده به صورت متقابل بر علوم فیزیکی و مهندسی اثر می‌گذارند. بنابراین، همگرایی فناوری، در نتیجه‌ی یک گرده افشانی عقلانی حقیقی می‌باشد.

هم اکنون در مراکز دانشگاهی، فضایی عقلانی و پژوهشی ویژه‌ای برای دانشمندان علوم زیستی فراهم آورده‌اند تا با دانشمندان علوم فیزیکی و مهندس‌ها بر هم کنش نموده و با یکدیگر همکاری نمایند. بنیاد ملّی سلامت آمریکا (NIH)، در این مسیر (به ویژه پژوهش‌های سرطان)، پیشگام است. برای مثال، بنیاد ملّی سرطان (NIC)، هفت مرکز تعالی نانوفناوری سرطان برای پژوهش‌های میان دانشگاهی و میان رشته‌ای ایجاد کرده است. این مراکز، فعالیت‌های متنوعی را شامل توسعه‌ی ادوات در مقیاس نانو برای رهاسازی دارو به صورت هدفمند و یا تشخیصی و نیز تصویر برداری غیر تهاجمی و همچنین حس ملکولی سرطان‌ها با تأکید بر سرطان‌های پروستات، مغز، ریه، تخمدان و روده‌ی بزرگ آغاز کرده‌اند. NCI همچنین یک مرکز یکپارچه‌ی برنامه‌ای را برای بیولوژی سرطان در سراسر کشور ایجاد کرده است که نشانگر رهیافت همگرایی فناورانه است. این مراکز با رهیافت بیولوژی سیستمی، در جستجوی کارآمدترین گره‌های تنظیمی سلولی جهت درک و درمان سرطان هستند. این کارها، کاربرد مستقیم برای شناسایی بهترین اهداف تشخیصی و عرضه‌ی ابزارهای نوین نانوفناورانه خواهند بود (۳۷).

در حقیقت، مرزشکنی رهیافت همگرایی فناوری‌ها، فراتر از آن است که بنیادهای پژوهشی جدید بتوانند فضای مشترکی را برای رشته‌های گوناگون فراهم آورند بلکه بیشتر بر تیم‌های پژوهشی میان رشته‌ای در قالب همکاری‌های علمی تکیه می‌نماید؛ که برای مثال می‌توان از جدیدترین پروژه‌های MIT که در این قالب در حال انجام است به موارد زیر جهت آشنایی با مفهوم فناوری‌های همگرا اشاره کرد:

الف) چیپس با نمای عصبی[1]

ریز پردازنده‌هایی که بیشتر مانند مغز طراحی شده‌اند تا چیپس‌های سنتی، می‌توانند در آینده‌ای

[1] Neuromorphic Chips

شکل ۲۷: رهیافت‌های گوناگون در یکپارچه‌سازی فناوری‌ها

نزدیک رایانه‌هایی را خلق کنند که در مورد آنچه در پیرامون آن‌ها می‌گذرد، زیرکانه پاسخ دهند (۳۹).

ب) ویرایش ژنوم

توانایی خلق پستانداران نخستین با جهش‌های تعمدی، شیوه‌های جدید خارق‌العاده‌ای جهت مطالعه‌ی بیماری‌های مغزی پیچیده و از دیدگاه ژنتیکی گیج کننده، فراهم می‌آورد (۴۰).

ج) نقشه برداری مغز

برای پرده برداری از پیچیدگی بیکران مغز، فناوری‌های همگرا در آینده خواهند توانست در فراتر از حد دقت، سلول‌های واقعی را نشان دهند که در حد یک یا دو میکرومتر خواهد بود و چنین نقشه سه بُعدی از مغزی حاوی چندین "پتابایت[1] داده" خواهد بود که هم اکنون این حجم اطلاعات از توان کامپیوترهای کنونی خارج است. این اطلاعات

[1] Petabytes (10^{15})

برخاسته از نقشه برداری مغز، توان دانشمندان علوم اعصاب را برای شناخت پیچیدگی‌های بیولوژیک و پاتوفیزلوژیک مغز، به صورت خارق العاده‌ای تحت تأثیر قرار خواهد داد (۴۱).

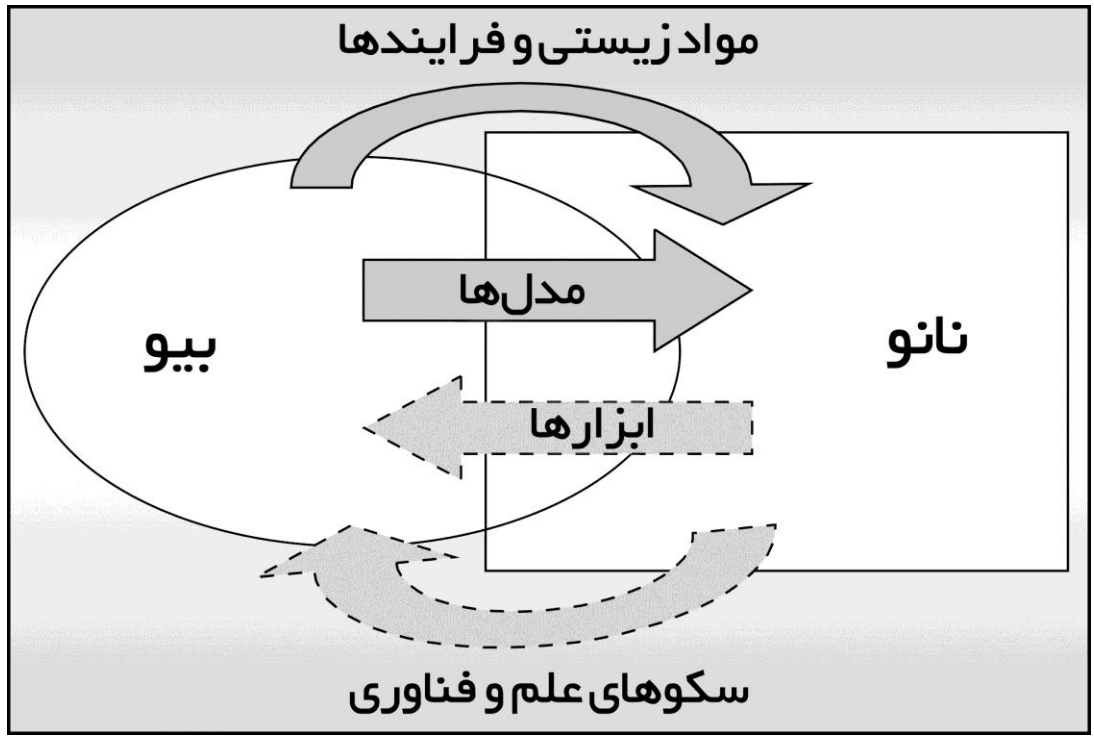
پزشکی نانو و نانو زیست فناوری

بسیاری از بیماری‌ها از تغییرات در فرایندهای زیستی در سطح ملکولی با مقیاس نانو بر می‌خیزند. ژن‌های موتاسیون یافته، پروتئین‌های تغییر ساختار یافته و عفونت‌های ویروسی و باکتریایی می‌توانند موجب اختلال عملکردی و ارتباطات ناهنجار در سطح سلولی شده و گاهی نیز به بیماری‌های تهدید کننده‌ی حیات منجر شوند. این ملکول‌ها و عوامل عفونی، از لحاظ اندازه در حد نانومتر هستند و ممکن است در سیستم‌های بیولوژیک توسط موانع محصوری در حد اندازه‌ی نانومتری (مانند منافذ هسته‌ای در حد ۹ نانو) محافظت شوند. ویژگی‌های شیمیایی، اندازه و شکل آن‌ها بر جا به جایی ملکول‌ها به اشکوبه‌های بیولوژیک خاص و بر هم کنش میان ملکول‌ها فرمان می‌رانند. نانوفناوری به "طراحی، ویژگی یافتگی، تولید و کاربرد مواد، ساختارها، ادوات و سیستم‌ها با کنترل اندازه و شکل آن‌ها در مقیاس نانو (بین یک تا صد نانومتر)" تعریف می‌شود. از آنجا که مواد نانویی در مقیاس، همانند ملکول‌ها و سیستم‌های زیستی هستند می‌توان آن‌ها را به گونه‌ای مهندسی کرد که عملکرد متنوعی داشته باشند و از این رو فناوری نانو برای کاربردهای پزشکی، گستره‌ای بی همتا است (۴۲).

این کاربردها می‌توانند از مواد کنتراست برای تصویر برداری سلولی تا درمان سرطان‌ها را پوشش دهند. واژه‌هایی همانند نانوفناوری زیست پزشکی، زیست فناوری و پزشکی نانو برای توصیف این گستره‌ی هیبرید استفاده می‌شود (۴۳).

یکپارچگی مواد زیستی نانویی با علم بیولوژی، موجب توسعه‌ی ادوات تشخیصی، عوامل تصویر برداری سلولی، ابزارهای آنالیتیک، کاربردهای درمانی فیزیکی و رهاسازی داروها شده‌اند.

در هر صورت پزشکی نانو، رشته‌ای نوپدید در زیر چتر فناوری نانو است. در گزارش بنیاد علوم



شکل ۲۸: بر هم کنش‌های کلیدی گستره‌های بیولوژی و نانوفناوری

اروپا (ESF[1])، پزشکی نانو به صورت " دانش و فناوری تشخیصی، درمان و پیشگیری بیماری و آسیب‌های تروماتیک، تسکین درد، نگهداشت و بهبودی سلامت انسان با کاربرد ابزارهای ملکولی و دانش ملکولی در سطح بدن انسان " تعریف شده است (۴۴). این تعریف، در تعریف بنیاد ملّی سلامت آمریکا نیز بازتاب یافته است: " پزشکی نانو ... به تداخل طبّی بسیار ویژه در مقیاس ملکولی برای درمان بیماری و یا ترمیم بافت‌های صدمه دیده مانند استخوان، ماهیچه و یا عصب است "(۴۵). در تعریف ESF پنج زیر شاخه برای نانو پزشکی شناسایی شده است:

۱/ ابزارهای آنالیتیک

[1] European Science Foundation (ESF)

۲/ تصویر برداری نانویی

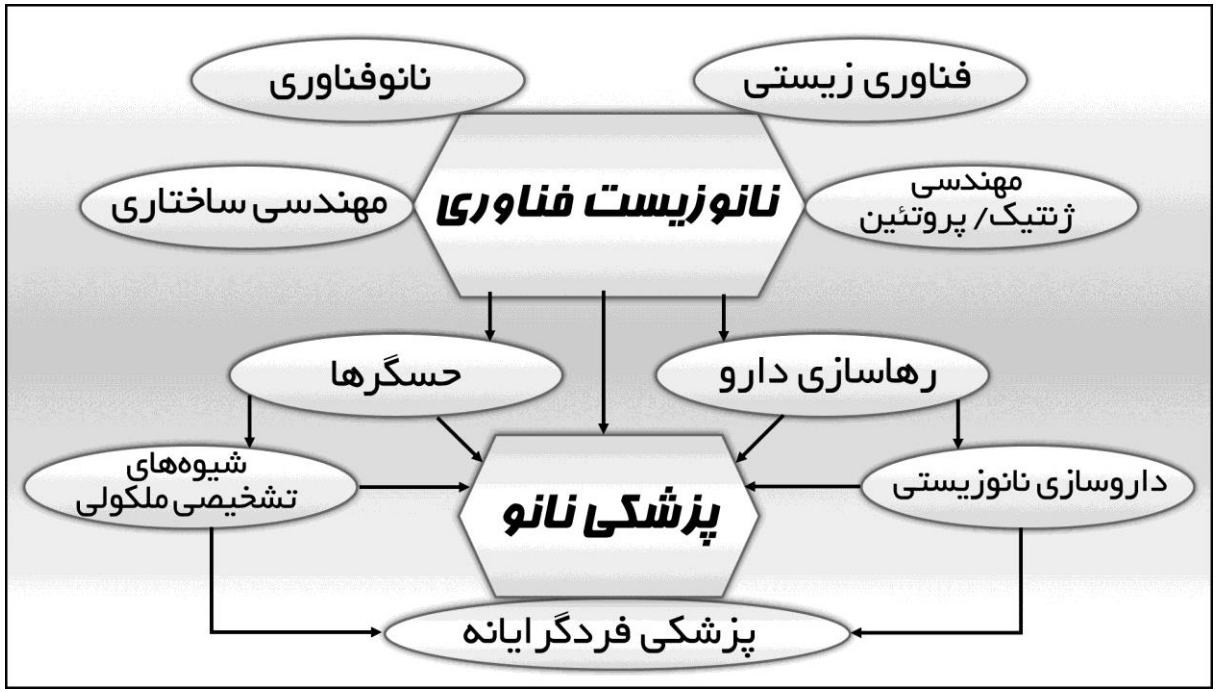
۳/ مواد نانویی و ادوات نانویی

۴/ درمان‌های نوین و سیستم‌های رهایش دارویی

۵/ موارد بالینی، قانونی و مسمومیت‌ها

ریشـارد اسمالی[1]، برنده‌ی جایزه‌ی نوبل شیمی از دانشگاه رایس آمریکا، پتانسیل کاربردی نانوفناوری در پزشکی و اثر تحولی آن را برای کنگره‌ی آمریکا چنین بیان کرد:

"در بیسـت سال آینده، نانوفناوری به ما داروهای ویژه‌ی مهندسـی شـده که به شـکل اختصـاصی فقط سـلول‌های سـرطانی جهش یافته را در بدن هدف قرار می‌دهند و چیزهای دیگر را به حال خود وا می‌گذارند، عرضـه خواهد کرد و از این رو، سـرطان دیگر چیزی مربوط به گذشته خواهد بود" (۴۶).



شکل ۲۹: گذار از نانو زیست فناوری به پزشکی فردگرایانه

[1] R. Smalley

بر اســـاس همین دیـدگـاه اســـت که امروزه در جدیدترین تحولات در حوزه‌ی نانو پزشـــکی، شـــاهد معرفی ذرات نانویی شـــیمی درمانی بر علیه ســـرطان سینه‌ی مقاوم به درمان هستیم (۴۷).

نانوزیســـت فناوری، به صـــورت گســـتره‌ای تعریف می‌شـــود که شـــامل کاربرد اصـــول در مقیاس نانو و شـــیوه‌هـای نانوفناوری جهت درک و ایجاد دگرگونی و تبدیل سـیسـتم‌های زیستی (زنده یا غیر زنده) بوده که اصـــول بـیـولوژیـک و مواد را جهـت خلق ادوات و سیستم‌های جدید در مقیاس نانو به کار می‌برد (۴۸).

همگرایی فناوری‌های نانوفناوری و زیست فناوری و نیز فناوری ارتباطات توأم با فناوری شـــناختی، طیّ دهـه‌ی آینـده شـــتـاب خواهـد گرفـت. در حقیقت، همگرایی علوم در مقیـاس نـانو بـا بیولوژی مـدرن و پزشـکی، یک ابرروند اسـت که در سیاست‌گذاری‌های علم و فناوری نیز بازتاب یافته است (۴۸).

پژوهش‌هـا در مقیـاس نانو و در ســـیســـتم‌های زیســـتی و آمیختن آن‌هـا بـا فناوری‌های اطلاعاتی و شـــناختی موجب ایجاد ســـکوهای علم و فناوری کاملاً نوینی شـــده‌انـد کـه نمونـه‌هـای آن را می‌توان در فارماکولوژی ژنومی، ســـیســـتم‌های زیســـتی بر روی چیپس‌ها، پزشکی بازآفرینشی، علوم اعصاب، مهندسی نورومورفیک[1] و سیستم‌های غذایی مشاهده کرد.

بنابراین، اثر علمی این دســـتاوردها آنچنان اســـت کـه در بـرنـامـه هـای بـودجـه ای دولـت هـا و ســـیاســـت‌گذاری‌های علم و فناوری برای آینده کاملاً محسوس است و می‌توان نشانه‌های آن را در کشورهای پیشـرفته مانند آمریکا، انگلستان، آلمان، استرالیا، ژاپن و سوئیس مشاهده کرد (۴۸).

شـتاب تند این دسـتاورد که حاصل این همگرایی فناوری‌ها است را می‌توان در سطح مطبوعات بین‌المللی پزشکی نیز احساس نمود. برای مثال، هم اکنون می‌توان رفتـار ذرات نـانویی در بـدن زیســـتمنـد را بـا فناوری میکروفلوئیـدیـک پیش بینی نمود (۴۹) و یـا اینکـه می‌توان از مواد نانویی ســـیلیکایی جهت آزادســـازی عوامل تمایز ســـلول‌های بنیادی جنینی در شـــرایط in vivo اســـتفـاده کرد (۵۰). در همگرایی فنـاورانه نانوفناوری با زیســـت فناوری و دانش بیولوژی و خلق

[1] Neuromorphic

شکل ۳۰: فناوری نانو به عنوان "کلید" و فناوری زیستی و زیست پزشکی به عنوان "قفل" بر هم کنش دارند.

پزشکی نانو، پتانسیل‌های دو طرفه‌ای برای این فناوری‌ها نهفته است. نانوفناوری می‌تواند با فراهم آوردن سکوهای فناوری و خلق ابزارها در پژوهش و دگرگونی در سیستم‌های زیستی ما را کمک نماید و از سوی دیگر، زیست فناوری نیز می‌تواند مدل‌ها و اجزاء سر هم بندی شده‌ی زیستی[1] را به نانوفناوری ارائه دهد، بر این اساس می‌توان موارد زیر را برای همگرایی فناوری‌ها در مقیاس نانو انتظار داشت:

۱/ نانوفناوری ابزارهایی را برای اندازه‌گیری و درک سیستم‌های زیستی فراهم می‌آورد.

۲/ نانوفناوری راه‌حل‌هایی را برای زیست فناوری و زیست پزشکی عرضه می‌دارد.

[1] bio- assembled

۳/ سیستم‌های زیستی، مدل‌هایی را برای نانوفناوری ارائه می‌دهند (مانند خلق ساختارهای ملکولی بزرگتر، تکثیر ساختارها، مهندسی نورومورفیک، شبیه‌سازی فتوسنتزی و توسعه‌ی گیرنده‌ها و مارکرهای زیستی)

۴/ سیستم‌های زیستی، مواد نانویی زیستی و اجزاء در مقیاس نانویی را برای ساخت در اختیار نانوفناوری قرار می‌دهد (مانند مواد هیبرید ارگانیک - غیر ارگانیک، خلق بلوک‌های ساختمانی نانویی به نام لگوهای ملکولی که می‌تواند ادوات نانویی را برای ساخت حسگرهای زیستی و یا پوششی به کار ببرد) (۴۸).

در همگرایی فناوری‌ها در آینده، در پزشکی نانو شاهد رشد نانوفناوری ملکولی، ساخت سلول‌های تنفسی[1] (طرحی برای ساخت سلول‌های خونی مصنوعی)، پلاکت‌های مکانیکی[2]، فاگوسیت‌های نانوروبوتی[3] (که نقش گلبول‌های سفید خون مصنوعی را بازی خواهند کرد)، خواهیم بود.

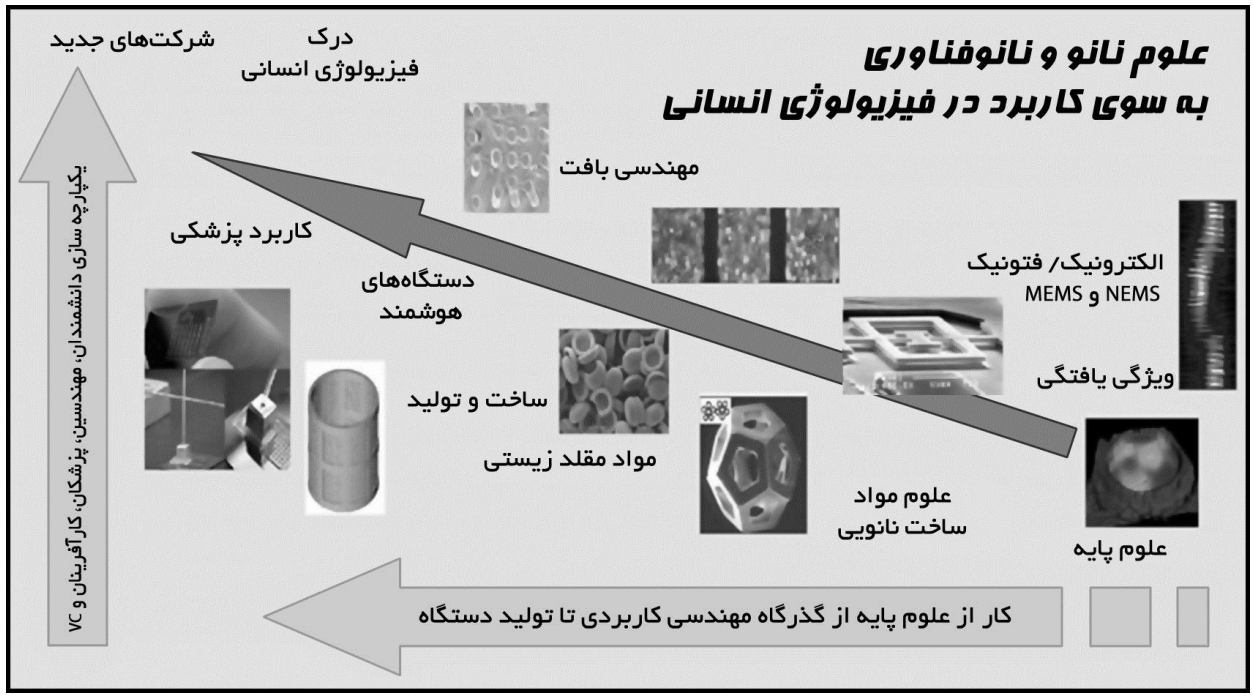
امّا قلّه‌ی برجسته‌ی پزشکی نانو، نانوبوت‌هایی[4] هستند که ادوات در حد اندازه‌ی میکروب می‌باشند ولی نمی‌توانند تکثیر یابند. گونه‌ای از نانوبوت‌ها[5] می‌توانند وارد هسته‌ی یک سلول شده و مواد ژنتیکی ناقص را برداشت کرده و آن را با نسخه‌ای که شامل جفت بازهای کامل هستند و در آزمایشگاه ساخته شده‌اند، جایگزین نمایند.

نتیجه‌ی این جراحی سلولی که به نام درمان جایگزین کروموزومی[6] معروف است آن خواهد بود که تمام ژن‌های ناقص وراثت یافته برداشت شده و می‌توان سلول‌های سرطانی را بازبرنامه نویسی کرده و به حالت سلامت برگرداند و در نتیجه در آینده انسان می‌تواند تمام بیماری‌های ژنتیکی و یا ترکیبی از بیماری‌های ژنتیکی را که خود بیمار گزینش می‌نماید، برای همیشه درمان کند.

همچنین در آینده می‌توان نانوبوت‌هایی در حد دقت مطلق اتمی طراحی کرد. این حد در مافوق آن

---

[1] Respirocytes
[2] Clottocytes
[3] Microbivores
[4] Nano bots
[5] Chromallocytes
[6] Chromosome Replacement Therapy (CRT)



شکل ۳۱: کاربردهای نانو زیست فناوری

چیزی اســت که ســلول طبیعی فعالیت خود را انجام می‌دهنـد. بـه صــورت عملی، هر اتم در نانوبوت یک عملکرد ویژه را در ســاختار کلی از خود نشــان خواهد داد. در حقیقت "زیست سیستم‌های انسانی" به گونه‌ای کارآمد و مستقیم، که در ورای آنچه در طبیعت وجود دارد، هوشمندانه طراحی خواهند شد (۴۳).

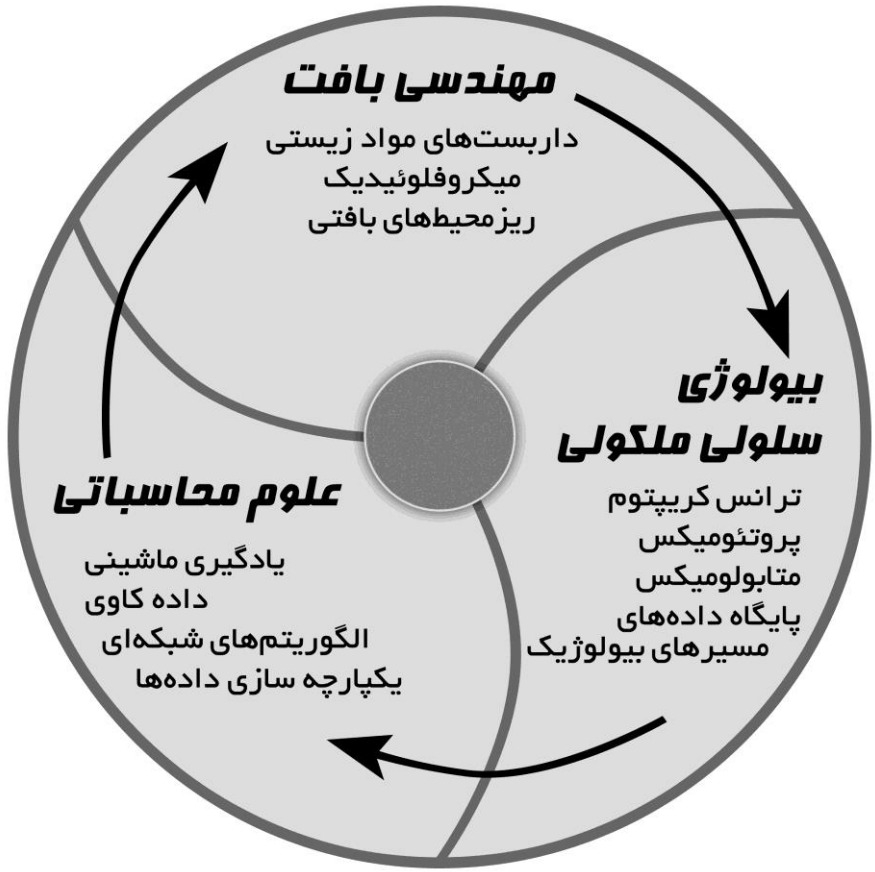
مدل‌های بافتی

در مسیر پیشرفت‌های پزشکی بازآفرینشی، شاهد رشد فناوری مهندسی بافت برای خلق مدل‌های آزمایشگاهی سه بُعدی بافت‌ها و ارگان‌ها به صورت مدل‌های زیستی "زنده" هستیم. این مدل‌های سه بُعدی، بسیار واقعی‌تر از مدل‌های کشت سلولی دو بُعدی بوده و می‌توان برای آزمون منظرهای ویژه‌ای از عملکرد بافت‌ها، با سطح بالایی از کنترل تجربی و با کمترین نگرانی‌های اخلاقی نسبت به مدل‌های جانوری، به کار برد. این سیستم‌های مدل بافتی، کم کم کاربرد خود را در مطالعه‌ی عملکرد طبیعی و پاتولوژیک به دست آورده و به منظور آزمون پتانسیل‌های درمانی، جایگاه ویژه‌ای می‌یابند. افزون بر این، این مدل‌ها به صورت ابزارهای سودمندی جهت توسعه‌ی فناوری‌ها جهت پزشکی بازآفرینشی و تشخیص زودرس و نیز غربالگری بافتی به کار می‌روند (۵۱).

این سیستم‌های مدل بافتی چه در توسعه‌ی فناوری به کار برده شوند و چه برای مطالعه‌ی فرایندهای فیزیولوژیک یا آزمون محصول، در پیشرفت رهیافت‌های پزشکی بازآفرینی بسیار کمک خواهند کرد. این مدل‌های بافتی سه بُعدی، سرعت آزمایش داروها را افزایش داده و احتمال اینکه یک فرمولاسیون دارویی جدید در کارآزمایی‌های بالینی با موفقیت بیرون آید را بهبودی داده و در گردآوری داده‌ها (که در بهینه‌سازی فرمولاسیون دارویی کمک کننده هستند) را تسهیل می‌نمایند. نتیجه‌ی این روند، کاهش در هزینه‌های توسعه‌ی دارو و کاربرد ایمن داروهای طراحی شده‌ی نوین است (۵۲).

همانگونه که در بخش پزشکی سیستمی عنوان شد، از هر ۱۰ هزار ترکیبی که وارد بخش پژوهش و توسعه می‌شود، تقریباً ۵ تا ۱۰ دارو به فاز کارآزمایی‌های بالینی ورود پیدا می‌کنند و در نهایت فقط یک دارو توسط FDA آمریکا مورد تأیید قرار

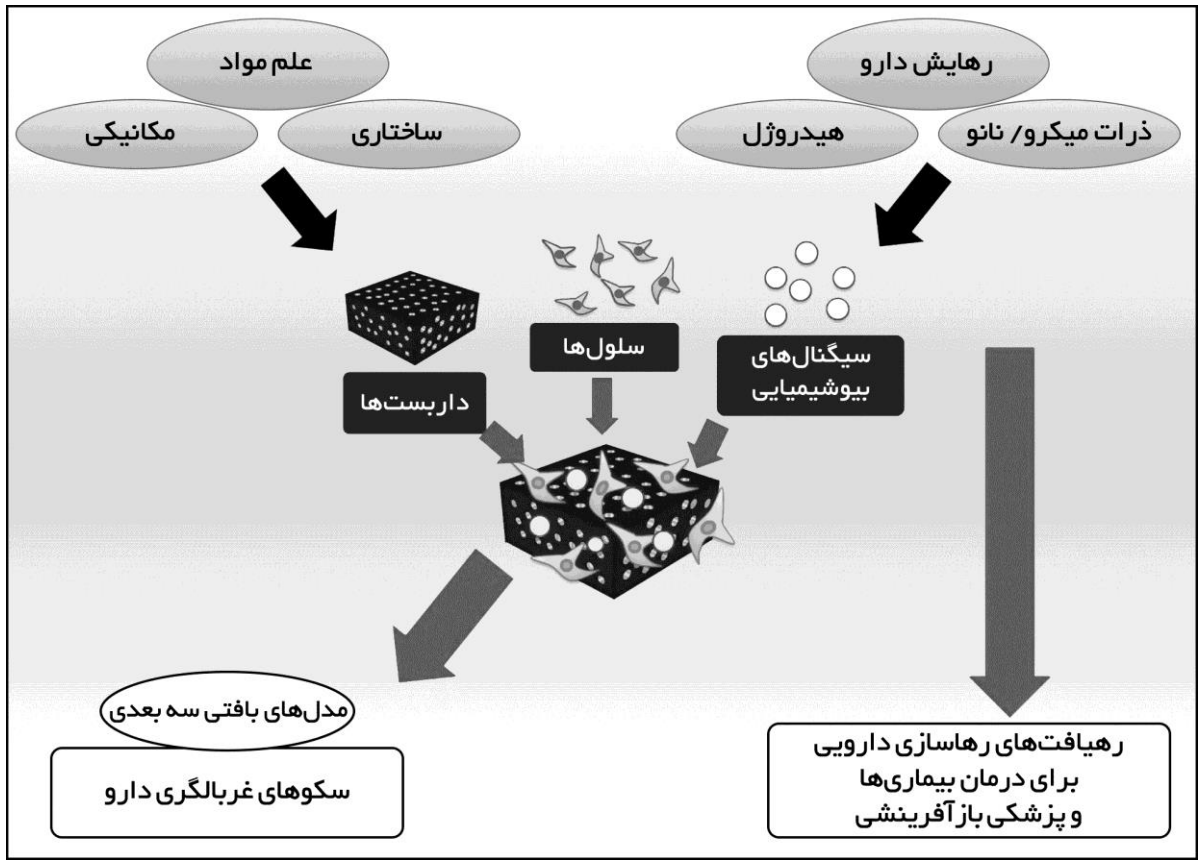
می‌گیرد. از این رو، این فرایند حدود ۱۰ تا ۱۵ سال طول کشیده و هزینه‌ی آن بالغ بر ۸۰۰ میلیون تا یک میلیارد دلار است. بنابراین، همانگونه که توسط پژوهشگران علوم وابسته به پزشکی بازآفرینشی تئوری پردازی شده است، می‌توان تمام این موارد را با سیستم‌های میکروفیزیولوژیک in vitro اختصاصی که عملکرد در سطح ارگان را در سطح بافت عرضه می‌دارند، سر و سامان داد (۵۳).



شکل ۳۲: پیوند مهندسی بافت با بیولوژی سلولی ملکولی و علوم محاسباتی

در حقیقت، پیشرفت در بیولوژی سلولی و فناوری میکروفلوئیدیک، بنیانی برای توسعه‌ی آزمون‌های در شرایط in vitro با عملکرد بالا بر پایه‌ی ارگانی فراهم آورده‌اند.

یک پیشرفت مرزشکن در دانش بیولوژی، کشف سلول‌های انسانی بنیادی پرتوان القاء شده است (iPS) که می‌توان برای مدل‌سازی بیماری و غربالگری داروهای مورد پژوهش، از لحاظ مسمومیت مورد استفاده قرار داد. سلول‌های iPS این توانایی را دارند که بتوان به صورت مستمر در محیط کشت به صورت غیر تمایز یافته کشت داده و سپس به لاین‌های سلولی



شکل ۳۳: فناوری‌های پایه جهت رشد مدل‌های بافتی سه بعدی

گوناگون (برای مثال سلول‌های ماهیچه‌ای، کبدی و آدیپوسیت یا نرون‌ها) تمایز داد. با خلق شرایط ریز محیط فیزیولوژیک وابسته در ادوات میکروفلوئیدیک و کاربرد سلول‌های iPS انسانی، هم اکنون امکان ساخت مدل‌های بافتی سه بُعدی گوناگون که بتوان به عنوان سیستم‌های غربالگری دارو به کار برد، فراهم آمده است. از این مدل‌ها، مدل‌های کبدی و قلبی، بسیار حائز اهمیت هستند. زیرا کاردیوتوکسیستی، یک سوم از عدم ورود به بازار داروها را شامل می‌شود و کبد نیز مکان عمده‌ی متابولیسم دارو بوده و اثرات غیر قابل

اجتنابی را بر سرنوشت داروها از خود بر جای می‌گذارد.

در شرایط بهینه‌ی in vitro، می‌توان سیستم‌های فیزیولوژیک پویا را با ترکیب بافت‌های قلب و کبد جهت تسریع در فرایند کشف داروهای جدید فراهم آورد و از این رو در صرفه‌جویی اقتصادی و ایجاد مدل‌های قابل پیش‌بینی و کارا مشارکت نمود. این شیوه‌ی برخاسته از مفاهیم مدل‌سازی بافتی، بسیار پیشرفته‌تر از سیستم‌های کشت کلاسیک سلول‌ها در ظرف‌های کشت چند چاهکی است که برای آزمون داروها به کار می‌رود و در این حالت امکان تغییر شرایط به صورت فیزیولوژیک (با شرایط ارگان و بافت مربوطه) وجود ندارد. کاربرد فناوری میکروفلوئیدیک امکان گذار از شکاف میان شرایط آزمایشگاهی و in vitro را ایجاد کرده است. در این محیط میکروفلوئیدیک، کنترل شرایط شیمیایی و فیزیکی که در شیوه‌های دیگر میّسر نیست، در ابعاد فضایی - زمانی و ساخت سکوهای غربالگری دارو در شرایط فیزیولوژیک‌تر امکان‌پذیر شده است. این رهیافت‌های میکروفلوئیدیک، موجب ایجاد درجه‌ی بالایی از موازی‌سازی[1]، مینیاتورسازی سیستم‌های بزرگ برای ساده‌سازی شرایط عمل و کاهش کاربرد معرف‌ها و کنترل معماری و ابعادی ساختاری کار شده‌اند.

افزون بر این، از آنجا که جریان مایع در کانال‌های میکروفلوئیدیک، لامینار است، می‌توان آن را به صورت ریاضی مدل‌سازی کرد تا بتوان به صورت پیش بینی‌های تئوریک بر مسائل سیستم‌های پیچیده‌ی بیولوژیک چیرگی یافت.

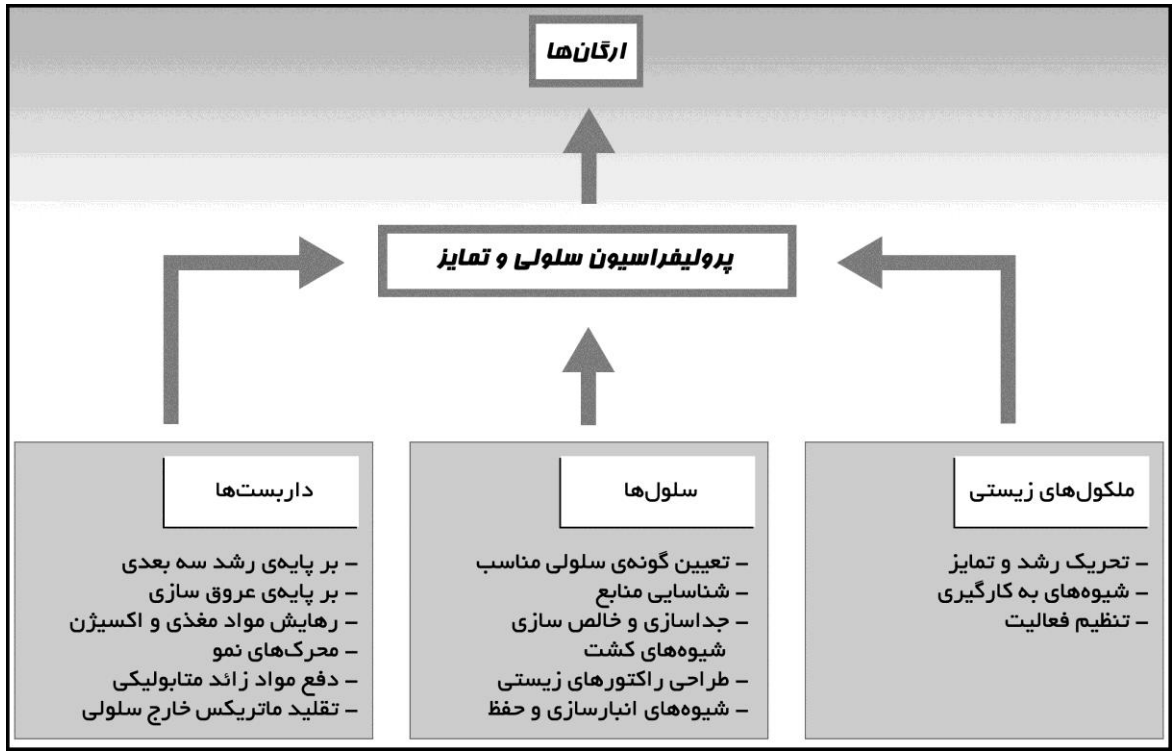
این مدل‌های ریاضی، همراه با تجزیه و تحلیل‌های تجربی، یک سیستم نیرومندی برای درک پیچیدگی‌های فیزیولوژیک عملکرد ریز ارگان در شرایط in vitro ایجاد کرده و رهیافت‌های نوید دهنده‌ای را برای پرداختن به بسیاری از مسائل زیستی شامل ارائه‌های ارگان بر روی چیپس جهت غربالگری دارو و مدل‌سازی بیماری، ایجاد می‌کنند (۵۳).

در سال‌های اخیر، سیستم‌های میکروفلوئیدیک و ریز ابزارانه، برای مقاصد گوناگون به کار رفته‌اند. لی و همکاران وی یک سینوزوئید مصنوعی کبدی را طراحی و آزمون نمودند که ساختار سه بُعدی هپاتوسیت‌ها را

[1] Parallelization

شـبیه‌سـازی می‌کرد. آن‌ها از یک سد شبیه اندوتلیالی جهت کنترل انتشـار مواد مغذی و رهاسـازی دارو نیز اسـتفاده کردند (۵۴). با بهبود شـرایط اتصال سلول به سلول، این ساختار می‌تواند شرایط مناسب‌تری را برای نگهداشـت پرانباشت هپاتوسیت‌ها به صورت سه بُعدی فراهم آورد. ریز الگوسـازی هپاتوسـیت‌های انسـانی با فیبروبلاسـت‌ها و سـلول‌های استرومایی دیگر، عملکرد هپاتوسـیت‌ها را بهبودی داده و تکثیر هپاتوسـیت‌ها را امکان‌پذیر نموده اسـت. چنین تصـور می‌شود که برای غربالگری پرمحتوای دارو، خلق سـاختارهای سه بُعدی از سـلول‌هـای iPS انسـانی ویژه‌ی بیمـاری جهـت مدل‌سـازی in vitro که پیشـگویی کننده‌ی شـرایط in vitro هستند، حیاتی باشد (۵۳).

این سـکوهای in vitro سـه بُعدی ریز مهندسـی



شکل ۳۴: دانش و فناوری‌های وابسته به پزشکی جهت رشد پزشکی بازآفرینشی و خلق ارگان

شده جهت غربالگری پرمحتوای دارو برای بررسی اثرات درمانی و توکسیک، یک پتانسیل واقعی را در جهت کاهش وابستگی به مدل‌های جانوری در خود نهفته دارد که در نهایت جایگزین مطالعات حیوانات آزمایشگاهی خواهند شد.

مدل‌سازی بیماری و سلول درمانی با سلول‌های iPS نیز آینده‌ای بسیار درخشان دارند. زیرا کاربرد دانش سلول‌های بنیادی iPS برای مدل‌سازی بیماری که شرایط پاتولوژیک انسانی را شبیه‌سازی می‌نمایند، می‌توانند جایگزین کارآزمایی‌های وابسته به مدل‌های جانوری و لاین‌های سلولی شوند. هم اکنون امکان آفرینش iPSc از منابع سلولی مختص بیمار (مانند سلول‌های فیبروبلاست پوست، سلول‌های فولیکول، نمونه‌های خونی بیمار و حتی مقادیر کم سلول‌های اپیتلیال ادرار) وجود دارد. این iPScها مشابه سلول‌های بنیادی جنینی برای بازآفرینش بافت و حتی کل ارگانیسم هستند. بر اساس تکنیک‌های مدرن کنونی، رؤیای پزشکی فردگرایانه در سطح سلولی نیز به حقیقت پیوسته است زیرا می‌توان با این تکنیک‌ها و خلق

شکل ۳۵: پیوند ارگانیک سلول درمانی، مهندسی بافت و بازآفرینش بافت

iPSc فردگرایانه[1]، شیوه‌ی تفکرمان را پیرامون توسعه‌ی درمان تغییر داد و بر پایه‌ی این فناوری، می‌توانیم گزینه‌های درمانی جدید را از نمونه‌هایی که از بیماران گرفته‌ایم، بدون محدودیت، مورد آزمون قرار دهیم. به زبان دیگر، می‌توان بافت‌های مورد نیاز مانند خون سازگارمند با بیمار، ماهیچه‌ها و نرون‌ها را بازآفرینش نمود.

از سوی دیگر، سلول‌های بنیادی پرتوانِ برداشت شده از بیمار، امکان دسترسی بی انتهایی را برای نمونه‌های تازه‌ی بیماری فراهم آورده و می‌توان به شیوه‌ی مدل‌سازی بیماری با کاربرد iPSc، درمان‌های نوین قابل اعتماد و نیز مطالعات پاتولوژیک را در سطح فردگرایانه به انجام رساند (۵۵).

برای نمونه می‌توان به مدل‌سازی بیماری با کاربرد iPSc در قالب پزشکی فردگرایانه، به مطالعات اخیر پیرامون درمان سندرم QT طولانی زودرس، اشاره کرد. امکان رهیافت فردگرایانه به این سندرم در پیش از کاربرد iPSc وجود نداشت (۵۶).

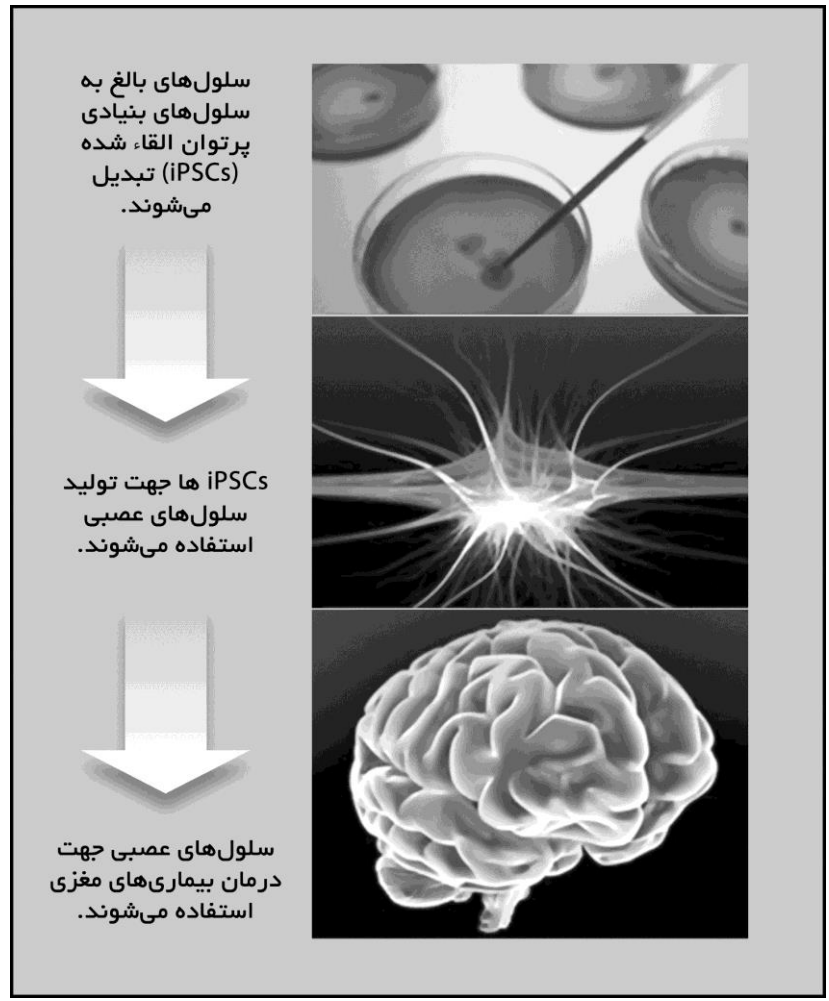
[1] Personalized iPSc

پزشکی بازآفرینشی[1]

پزشکی بازآفرینشی یک گستره‌ی میان رشته‌ای با رشد پرشتاب و رشد یابنده‌ی مطالعاتی است که پژوهش‌های سلول‌های بنیادی، مهندسی بافت، مواد زیستی، فرایندهای بهبودی زخم و دیگر درمان‌های بیولوژیک را شامل می‌شوند (۵۷). پتانسیل برنامه‌ریزی دوباره‌ی سلول‌های خود بیمار جهت درمان‌های بیولوژیک، ترمیم بافتی و بازآفرینی برای پزشکی بازآفرینشی، حیاتی هستند. اینگونه پیش بینی می‌شود که جهان پزشکی از ابرروند در حال تکامل "پزشکی بازآفرینشی" دچار انقلابی عظیم در عرصه‌های علوم و فناوری پزشکی و گستره‌های بالینی شود. برای مثال، سلول‌های بنیادی مزانشیمی می‌توانند به سوی سلول‌های استخوانی، چربی و غضروفی تمایز یابند. سلول‌های پوست را می‌توان با برنامه ریزی دوباره به سوی سلول‌های بنیادی پرتوان (iPSCs) القا نمود. در سطح مطبوعات پزشکی نیز شاهد انفجار مقالات وابسته به پزشکی بازآفرینشی هستیم و تنها در گستره‌ی سلول‌های بنیادی در گوگل اسکالر به بیش از دو میلیون مقاله بر می‌خوریم (۵۸).

پزشکی بازآفرینشی یک گستره‌ی هیجان انگیز در پزشکی ترجمانی[2] است و تلاش می‌کند که نتایج پژوهش‌های علوم پایه را در سطح بالینی گسترش دهد و در دامنه‌ی مراقبت‌های سلامت یک جا به جایی پارادایمی ایجاد کند. در حقیقت، در پزشکی بازآفرینشی در سطح برخورد رشته‌هایی همچون بیولوژی سلول‌های بنیادی، ایمونولوژی، مهندسی بافت، بیولوژی ملکولی، مواد زیستی، بیولوژی پیوند اعضاء و گستره‌ی بالینی، تلاش می‌نماید تا شیوه‌های درمانی نوین را خلق نماید.

[1] Regenerative Medicine
[2] Translational



شکل ۳۶: پزشکی بازآفرینشی (Regenerative Medicine)

زخم‌های پوستی، دیابت، بیماری‌های کبدی، ترمیم غضروف و استخوان به دست آمده است. هر چند که هم اکنون موفقیت این درمان‌ها به اثبات رسیده‌اند ولی هنوز نمی‌توانند به صورت کامل شرایط پاتولوژیک را واگردانده و یا تصحیح نمایند زیرا عمده‌ی فرایندهای بیماری‌های شایع تنها در نتیجه‌ی کمبود یک پروتئین واحد نیست بلکه فرایندهای بیماری‌ها برخاسته از تغییرات، در بر هم کنش‌های پیچیده‌ای از اجزاء متنوع سلولی نهفته می‌باشند.

در هر صورت، چالش پزشکی بازآفرینشی تنها ترکیب این رشته‌های متنوع پایه نیست بلکه تلاش می‌کند تا با خلق فلسفه و درک جدیدی از پزشکی، به بیماری‌ها بپردازد. زیرا درمان‌های پیشین بیشتر ساده بوده و از دکترین فلسفه‌ی پزشکی معاصر پیروی می‌کنند ولی در دکترین فلسفه‌ی آینده‌ی پزشکی، نگاه به بیماری‌ها و شیوه‌های درمانی آن‌ها (از دیدگاه مقیاس

برای مثال، یک درمان بر پایه‌ی سلول‌های بنیادی می‌تواند به یک سکوی درمانی برای گستره‌ای از درمان بیماری‌ها توسعه یابد. اخیراً موفقیت‌هایی برای درمان

نانوفناورانه) بسیار پیچیده خواهند بود. هر چند که پزشکی بازآفرینشی درمان‌هایی را عرضه می‌دارد که در نگاه نخست به صورت مفهومی خود را ساده نشان می‌دهند، ولی پژوهشگران بارها و بارها، با تلاش برای درک و کنترل فرایندهای بیولوژیک و مواد زیستی که عملکرد آن‌ها در مقیاس نانو است، با پیچیدگی فزاینده و عوارضی غیر قابل پیش بینی رو به رو می‌شوند.

آینده‌ای را که می‌توان برای ابررونـد پزشکی بازآفرینشی متصور شد شگفت انگیز است و می‌تواند نوید دهنده‌ی پیشگیری از نقایص مادرزادی، کنترل رشد غیر طبیعی بافت‌ها، کاهش سرعت تحلیل و پیر شدن بافت‌ها و تسهیل در ترمیم، باززایی و جایگزینی بافت‌های آسیب دیده باشند. همچنین می‌توان تولید آزمایشگاهی بافت‌ها و اندام‌های جایگزین را متصور شد.

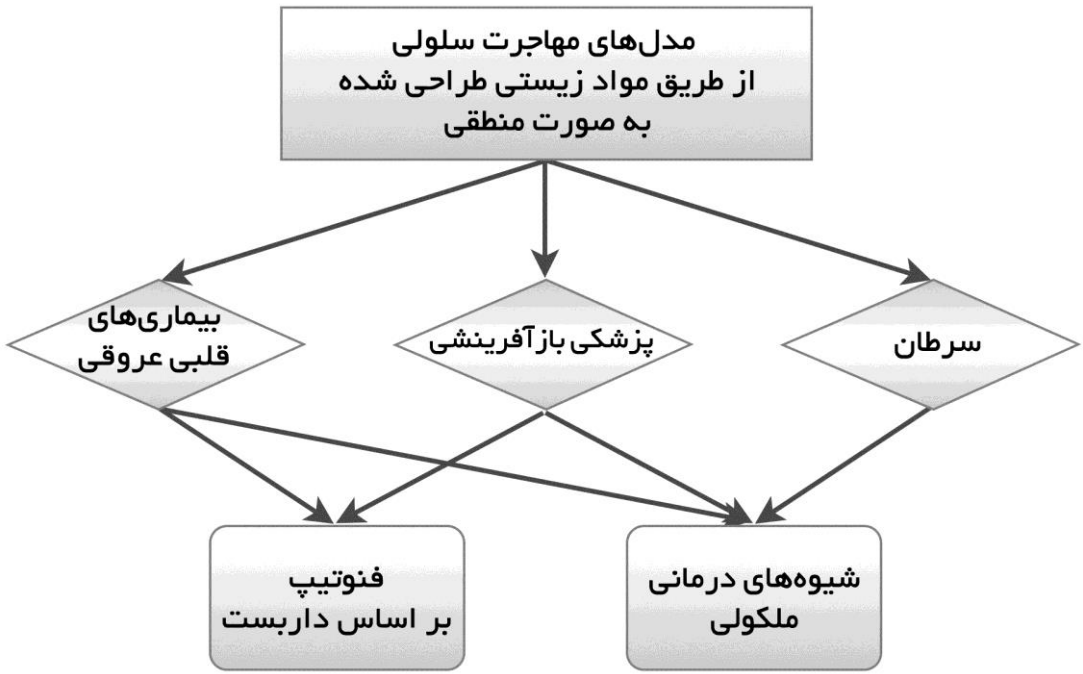
افزون بر این، کاربرد موفقیت آمیز الکترونیک زیستی (بیونیک) در پزشکی، با پیشرفت‌های گستره‌ی پزشکی بازآفرینشی پیوند خواهند یافت (۵۹). با بنیان علمی و استوار، پزشکی بازآفرینشی می‌تواند از دوران مشاهده‌ی فنومنولوژیک به سوی محصولات زنده و پایدار تجاری که در بهبودی جان میلیون‌ها انسان بیمار مؤثر خواهند بود میل نماید. امّا هرگز نباید فراموش کرد که در همین دوران کنونی مشاهده‌ی فنومنولوژیک است که دانش بیولوژی بازآفرینشی[1]، تلاش می‌کند از اینکه چگونه بعضی از ارگانیسم‌ها می‌توانند تمام اندام، چشم، آرواره‌ها، قلب و بخش‌هایی از مغز خود را کامل بازساخت نمایند را توصیف نماید. این مشاهدات می‌توانند راه را برای پزشکی بازآفرینشی هموار نمایند. همچنین مشاهدات و پژوهش‌ها در سطح بیولوژی بازآفرینشی در کرم‌های پهن پلانارین نیز بسیار هیجان انگیز هستند؛ زیرا این ارگانیسم‌های پیچیده دارای تقارن دو طرفه بوده، مغز واقعی دارند و می‌توانند هر بخش از بدن خود را باززایی نمایند (۶۰).

همگام با مشاهدات فنومنولوژیک بیولوژی بازآفرینشی، آنچه قلب تپنده‌ی پزشکی بازآفرینشی را به جنبش در آورده است پژوهش‌ها پیرامون سلول‌های

[1] Regenerative Biology

شکل ۳۷: هرم پزشکی بازآفرینشی

بنیادی (چه سلول‌های بنیادی جنینی و چه بالغ) است. هر چند که سلول‌های بنیادی جنینی توانایی تمایز به هر تیپ سلول ویژه‌ای را دارند، امّا کاربرد آن‌ها در پژوهش‌های علمی، از دیدگاه اخلاقی مورد کنکاش قرار گرفته است؛ امّا مرزشکنی عمده که توسط دو تیم پژوهشی مستقل به انجام رسید این موضوع را تحت شعاع خود قرار داده است. در نوامبر ۲۰۰۷ میلادی، یک تیم ژاپنی تحت هدایت شینیایاماناکا و یک تیم آمریکایی با سرپرستی جیمز تامپسون، گزارش کردند که به صورت موفقیت آمیزی سلول‌های بنیادی شبه جنینی را از سلول‌های پوست انسان بالغ آفریده‌اند و آن را سلول‌های بنیادی پرتوان



شکل ۳۸: پیوستگی پزشکی بازآفرینشی با بیماری‌های قلبی - عروقی و سرطان‌ها

القاء شده (iPS) نامیدند. نتایج آن‌ها در مجلات سلول[1] و ساینس (به ترتیب) به چاپ رسید و دروازه‌ی انقلاب در پژوهش‌های پزشکی بازآفرینشی را گشایش نمودند. همانند درمان با سلول‌های بنیادی، مهندسی بافت و مواد زیستی نیز توجه فراوانی را به خود جلب نمودند. مهندسی بافت در سطح پایه، به داربست‌های بافتی سه بُعدی (مواد زیستی) با سلول‌هایی که می‌توانند ارگان فعال را بازآفرینش نمایند، نظر دارد. از این نظر، هدف مهندسی بافت، حل کمبود بحرانی ارگان است که آن را با خلق ارگان‌های زیست مصنوعی حیات‌پذیر، انجام می‌دهد.

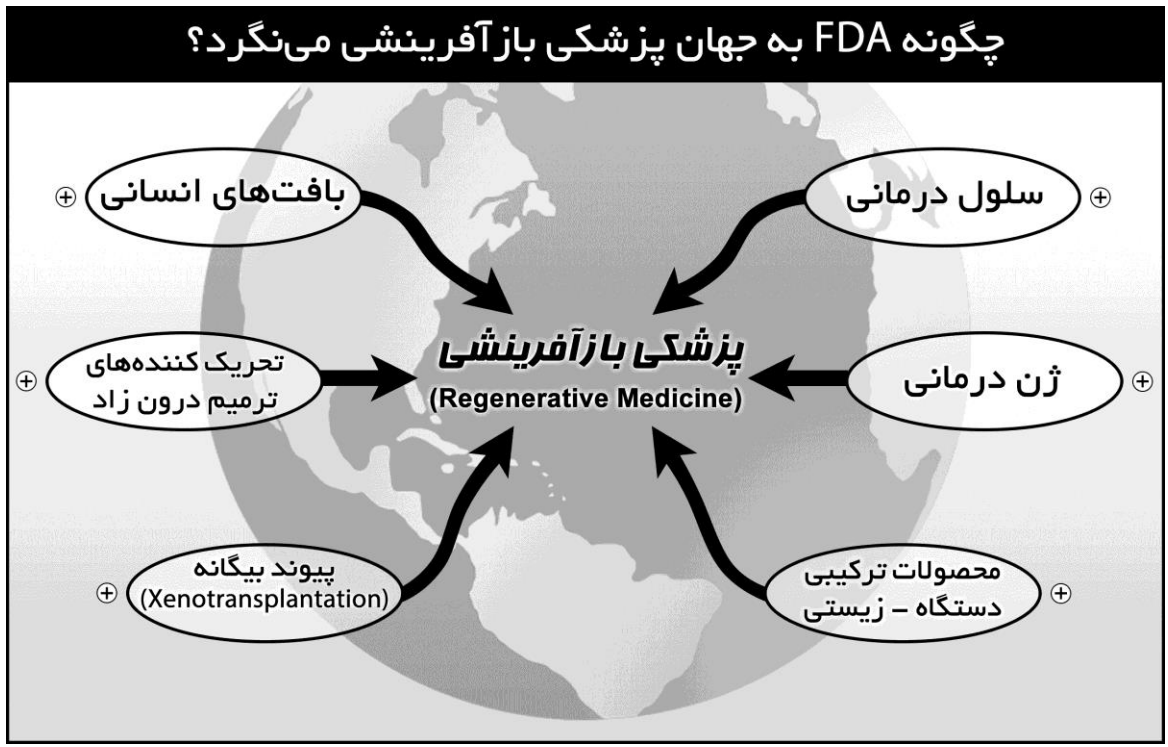
از سوی دیگر، یک سوم از شرکت‌های جهانیِ پزشکی بازآفرینی، تمرکز خود را بر توسعه‌ی مواد زیستی گذاشته‌اند. مواد زیستی، هر ماده‌ی

[1] Cell

طبیعی و یا مصنوعی است که با بافت زنده و یا مایعات بیولوژیک در سطح تماس قرار می‌گیرد. پلی‌مرها، فلزات (مانند تیتانیوم)، سرامیک‌ها و مواد کمپوزیت را می‌توان به صورت مواد "زیست سازگار" توسعه داد و هم اکنون در ایمپلنت‌های مفصلی و دندانی و در استنت‌های قلبی به کار می‌روند. این مواد زیستی را می‌توان به گونه‌ای تغییر داد که فعالیت بیولوژیک را نیز به خود پیوند دهند (به مثابه‌ی فاکتورهای رشد و سلول‌ها، تا پدیده‌ی بهبودی را تسریع کرده و به این شیوه خواهند توانست در پیوند اعضاء کمک نمایند).

هم اکنون مهندسی بافت و مواد زیستی، گستره‌های زیر را پوشش می‌دهند:

- *مهندسی بافت استخوان*
- *مهندسی بافت قلب*



شکل ۳۹: نگرش FDA آمریکا به پزشکی بازآفرینشی

- *مهندسی بافت کبد*
- *مهندسی بافت قرنیه*
- *بهبودی زخم*
- *بافت مهندسی شده‌ی رگ‌های خونی*
- *توسعه‌ی داربست‌ها با مواد زیستی (۶۱)*

برای نیل به کامیابی در گستره‌های داغ مهندسی بافت، مواد زیستی و سلول‌های بنیادی، به تشکیل تیم‌های میان رشته‌ای از تکنولوژیست‌های پزشکی و نیز دانش ژن درمانی، ایمونولوژی پیوند اعضاء و درک مفاهیم عمیق پاتوژنز بیماری‌ها نیاز است و برای گسترش و توسعه‌ی این دامنه‌ها، نیاز است که پیوند میمونی میان دانشگاه، صنعت و قانون‌گذاران ایجاد شود (۶۲).

سرعت پرشتاب پزشکی بازآفرینشی چنان زیاد است که می‌توان مشاهده کرد که از زمان آغاز گستره‌ی سلول‌های بنیادی پرتوان که ۱۴ تا ۱۵ سال از تولد آن می‌گذرد، شاهد انجام کارآزمایی‌های بالینی هستیم و این در حالی است که معمولاً برای رسیدن یک محصول دارویی به بازار ۱۰ تا ۱۴ سال طول می‌کشد.

هم اکنون، محصولات پزشکی بازآفرینشی برای سرطان پروستات[1]، درمان زخم‌های پای دیابتی[2]، جایگزینی غضروف زانو[3]، تسریع بهبودی پس از جراحی لثه[4] و جایگزینی فیبروبلاست‌ها[5]، در بازارهای آمریکا و دیگر کشورها یافت می‌شوند. پیش بینی می‌شود طیّ کمتر از پنج سال آینده، پزشکی بازآفرینشی در زمینه‌های زیر به موفقیت‌های مرز شکنی نائل شود:

۱/ آنچه به سلول‌های بنیادی مزانشیمی وابسته است.

۲/ سلول‌های عصبی

۳/ چشم

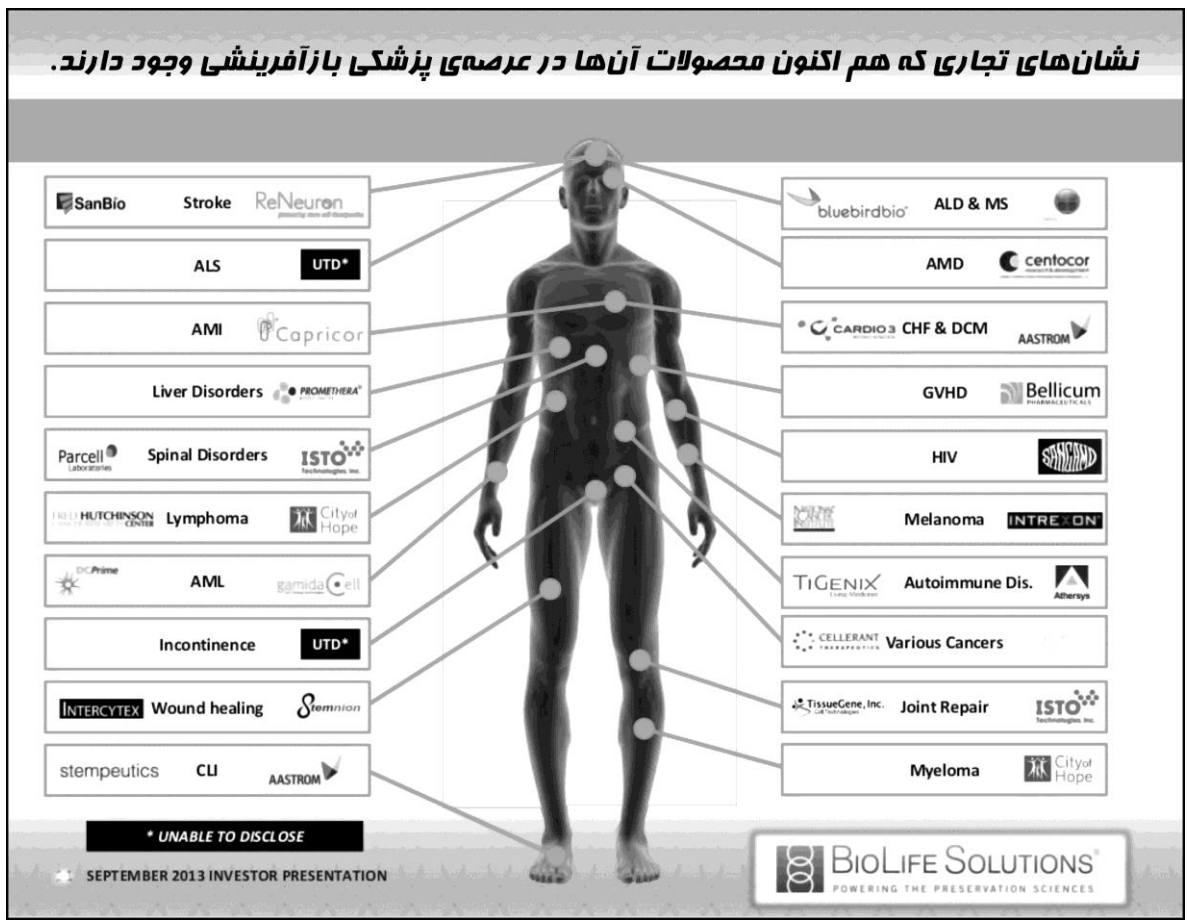
۴/ ساخت در سه بُعد (با کاربرد مخلوطی از سلول‌ها و ساختارها)

برای مثال، از سلول‌های مزانشیمی می‌توان جهت

[1] Provenge
[2] Appligraf
[3] Carticel
[4] Gintuit
[5] Fibrocell

درمـان‌هـای قلبی، رگ‌هـای خونی و بیمـاری کرون اســتفاده کرد. در زمینه‌ی ســلول‌های عصــبی نیز در آینده به تعداد فراوان به ســلول‌های دســتگاه مرکزی اعصـــاب دســـت خواهیم یـافـت تـا بتوان در مورد پتانسیل‌های درمانی مربوطه اندیشه نمود.

در زمینه‌ی چشـم نیز بسـیار هیجان انگیز بوده و هم اکنون چندین شرکت در حال انجام کارآزمایی‌های بالینی هستند (مانند درمان دژنراسیون ماکولا).



شکل ۴۰: ورود فرآورده‌های پزشکی بازآفرینشی به بازار، روندی پرشتاب یافته است.

شکل ۴۱: گستره‌هایی از بیماری‌ها که پزشکی بازآفرینشی به آن‌ها نظر دارد.

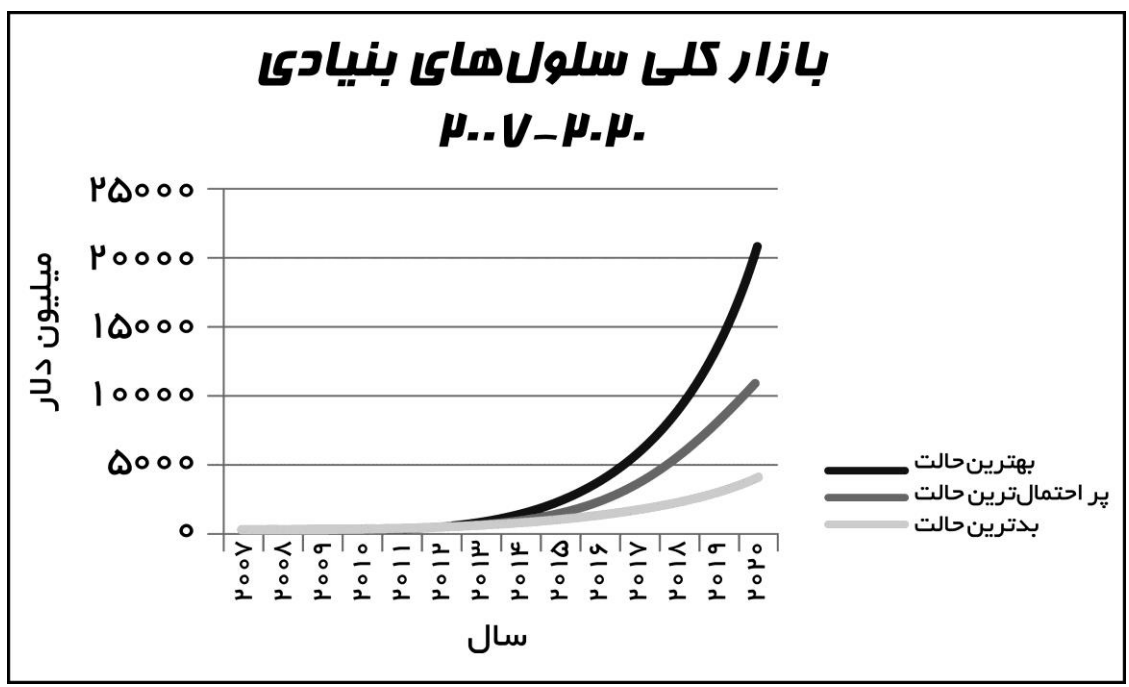
امّا نقطه‌ی اوج این روند، ساخت بافت سه بُعدی است که کسی بتواند ساختارها را در ترکیب با سلول‌ها به گونه‌ای چیدمان کند که سلول‌ها بتوانند بافت سه بُعدی را برای ما بسازند.

امّا این‌ها طی کمتر از پنج سال آینده روی خواهند داد ولی آنچه که در مرکز توجه و علاقه‌ی پژوهشگران پزشکی بازآفرینشی برای آینده است درمان بیماری‌های قلبی و دیابت است ولی نیل به این چشم انداز به یک دهه تلاش نیاز دارد (۶۳).

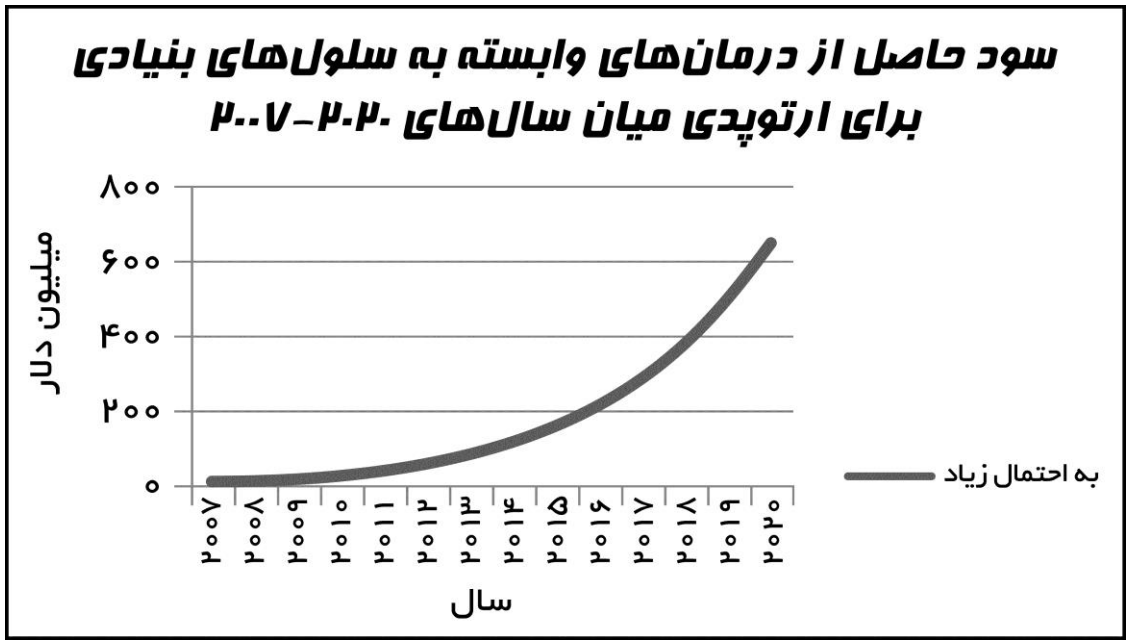
امّا هر آنچه که زمان در پیش رو داشته باشیم، مدل‌های بیماری بر پایه‌ی سلول‌های iPS، بی شک نوید دهنده‌ی شیوه‌های درمانی نوین در آینده

می‌باشند (۶۲)؛ به گونه‌ای که وزن شواهد آنچنان است که پزشکی بازآفرینشی این پتانسیل را دارد که درمان‌های نوین، نوآورانه و حتی درمان کامل بیماری‌هایی را که با شیوه‌ها و رهیافت‌های سنتی راه حلی برای آن‌ها وجود نداشته است، بر جامعه‌ی بشری عرضه دارد (۶۴).

برای دست‌یابی به پیشرفت‌های برخاسته از ابرروند پزشکی بازآفرینشی، کشورهای پیشرفته در بالاترین مجامع تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری علوم و فناوری ملّی خود، به تدوین راهبردها و برنامه‌های پژوهشی اقدام نموده‌اند که می‌توان از کشور ایالات متحده‌ی آمریکا نام برد که در بنیاد ملّی سلامت خود مرکز پژوهش‌های پزشکی بازآفرینشی را از سال ۲۰۱۰ میلادی با هدف خدمت رسانی به عنوان منبع ملّی علوم سلول‌های بنیادی جهت توسعه‌ی کاربردهای نوین پزشکی و درمان‌های بر پایه‌ی سلول، راه اندازی



شکل ۴۲: بازار فروش سلول‌های بنیادی در سناریوهای گوناگون



شکل ۴۳: سود حاصل از درمان‌های بر پایه‌ی سلول‌های بنیادی، روندی پرشتاب را از خود نشان می‌دهد.

کرده است. تمرکز این مرکز پژوهشی، سلول‌های بنیادی (iPScs) است. در آنتاریور کانادا نیز برای یافت فرصت‌های تجاری پزشکی بازآفرینشی و به دست آوردن جایگاه رهبری در تولید محصولات تجاری، بخش صنایع وابسته را فعال نموده‌اند (۶۱). آلمان نیز با ۲۷ هزار نیروی کار در بخش زیست فناوری و ۷۰۰ نهاد پژوهشی در این زمینه، تلاش می‌کند تا معروفیت جهانی به دست آورد (۵۲). اخیراً، انگلستان نیز در سطح مجلس اعیان، کمیته‌ی علم و فناوری خود را جهت تدوین استراتژی این کشور در زمینه‌ی پزشکی سامان داده است (۶۴). در تدوین این استراتژی‌ها بر نظام نوآوری و ارزشی، توسعه‌ی محصول، سرمایه‌گذاری بر بخش پژوهش، چالش‌های کارآزمایی‌های بالینی، شناسایی بیماری‌های کلیدی که گستره‌ی آینده‌ی پزشکی بازآفرینشی خواهد بود، تشویق به پژوهش‌های میان رشته‌ای و نیز طراحی یک سیستم هشدار دهنده

پیرامون توسعه‌های بین‌المللی در زمینه‌ی پزشکی بازآفرینشی، تأکید نموده‌اند (۶۴).

همه‌ی این تلاش‌ها که در سطح جهانی صورت می‌گیرد، نشان دهنده‌ی پتانسیل بسیار بالای پزشکی بازآفرینشی در صحنه‌ی تجاری‌سازی است. زیرا رشد سالانه‌ی بازار کلی سلول‌های بنیادی و درمان‌های وابسته، ابزارهای توسعه‌ی دارویی و بانک بند ناف، ۲۹ درصد بوده و این فناوری، بازار فروشی بیش از ۱۱ میلیارد دلار را در سال ۲۰۲۰ میلادی به خود اختصاص خواهد داد (۶۱).

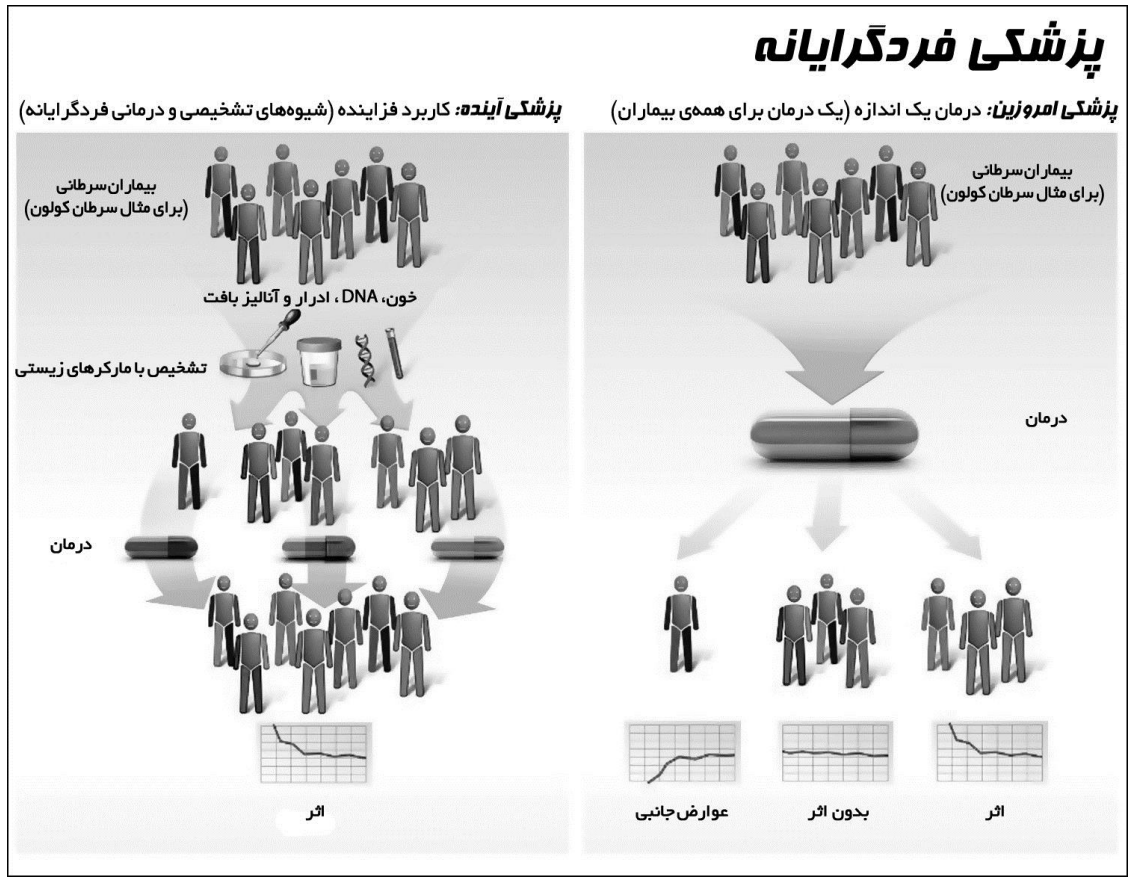
در چشم انداز نهایی طی بیست سال آینده، با حمایت و سرمایه گذاری ملّی در پزشکی بازآفرینشی، رؤیای "بافت‌ها در خدمت تقاضا" به عالم واقعیت خواهد پیوست.

فصل چهارم

پزشکی فردگرایانه

پیشـــرفـت‌های علوم ژنومیک و پروتئومیک طی دهه‌ی گذشـته موجب توسعه‌ی شیوه‌های تشخیصی و درمانی هدفمند شده است. به این صورت که اطلاعات و داده‌هـای ژنتیکی نهفتـه در یـک فرد کـه توســط فناوری‌های ژنومیک و پروتئومیک آشــکار می‌شــوند، می‌تواننـد در خلق رهیافت‌های مبتنی بر فرد و ارائه‌ی خدمات سـلامت، اثر شـگرفی را از خود نمایان سازند. آزمایش‌های ژنومیک ما را توانمند می‌سازد که استعداد یـک فرد را نســبت به بیماری یافت کنیم و همچنین پیش بینی کنیم کـه چگونـه یک بیمار به یک داروی خاص پاسـخ می‌دهد و از این رو درمان‌های همسـاز با بیماری خاص را ارائه نماییم. بنابراین، دانش پزشــکی فردگرا می‌توانـد از ارائـه‌ی درمان‌های غیر ضــروری پیشــگیری کرده و واکنش‌های ناخواســته نســبت به داروهـا را کـاهش دهـد. همچنین در کارایی درمان‌ها فزونی ایجـاد کرده و در نهایت پیامدهای ســلامت را بهبودی بخشد (۶۵).

بر این پایه، پزشـکی فردگرایانه یکی از موضوعات بسـیار هیجان انگیز و داغ در عرصـه‌ی پزشـکی امروز اسـت. گر چه هنوز دشـوار است که به اصول نهفته در پزشکی فردگرایانه به صورت کامل دست یافت ولی در لا به لای مفهوم این ابرروند، پتانسـیل ایجاد دگرگونی در اقـدامـات پزشــکی، بـا ارائه‌ی درمان‌های مؤثر که زیبنده‌ی هر فرد بر پایه‌ی پروفایل ژنتیکی وی اســت، به خوبی تجلی می‌یابد. پزشـکی فردگرایانه به صـورت یـک رهیافت نوین برای درمان و کاربرد اطلاعات انبوه و متنوعی که در کد ژنتیکی هر فرد نهفته اســت، در حـال گـذار پـارادایمی خود اســت (۶۶). کـاربرد آزمایش‌های ژنتیکی و شـیوه‌های تشخیص ملکولی در گســترهی طبابت موجب خلق رهیافت فردگرایانه در



شکل ۴۴: افراد گوناگون، پاسخ‌های گوناگونی را به درمان‌های مشابه ارائه می‌دهند. به زبان دیگر، هر چند که این درمان‌ها در عده‌ای مؤثر است اما در پاره‌ای دیگر، بی اثر بوده و حتی عوارض جانبی ایجاد می‌کنند (سمت راست).
دلیل: زیرا ساختار ژنتیکی و پروفایل متابولیکی هر فردی بر اثر دارو مؤثر است. در پزشکی فردگرایانه، الگوهای فردی، محصولات متابولیک و سلولی نیز در هنگامه‌ی تشخیص در نظر گرفته می‌شوند. به زبان دیگر، شیوه‌های تشخیص با مارکرهای زیستی، بیماران را به گروه‌های مشابه تفکیک می‌کند و اطلاعات پیرامون بهترین شیوه‌ی درمان ویژه‌ی آن فرد را فراهم می‌آورد. سودمندی فراوانی از اقدامات درمانی برای هر بیمار بر پایه‌ی درمان‌های فردگرایانه برای هر بیمار خلق می‌شوند.

پزشکی شده است. آزمون‌های ژنتیکی، مواد ژنتیکی فرد و یا یک ارگانیسم که شامل ۲۳ هزار ژن کد کننده‌ی پروتئین و مارکرهای زیستی است را مورد آنالیز قرار می‌دهند. در این روند، گاهی نیز از شیوه‌های

شکل ۴۵: آینده نگاری در گستره‌ی پزشکی فردگرایانه و سیر تکامل آن

تشـــخیصـــی ملکولی که هم اکنون برای ۲۵۰۰ مورد شـرایط گوناگون (نادر و شـایع) در دسـترس هستند، اسـتفاده می‌شود. تخمین‌های اخیر نشانگر وجود هزار تا هزار و سـیصـد آزمایش ژنتیکی است که هم اکنون در دســترس ما می‌باشــند. آزمایش‌های جدید نیز به صــورت منظم بـا نرخ چنـد آزمـایش در هر ماه وارد عرصه‌ی کار می‌شوند. این فزونی در اطلاعاتِ برخاسته از غربـالگری ژنتیکی و ملکولی و آزمون‌های وابســـته، می‌تواند پزشکان و بیماران را در موارد زیر یاری نماید:

- شناسایی یک فرد مستعد به یک بیماری خاص
- شـناسـایی اینکه آیا یک فرد بیماری خاصی را دارد که اغلب شـــناســـایی بیماری در مراحل زودرس‌تری نسبت به قبل، امکان‌پذیر می‌شود.
- شـناسایی اثر بخشی یک داروی ویژه برای یک فرد (۶۷).

شـاید بتوان مثال‌های کلاسیک این موضوع و نیز درک مفهومی پزشـــکی فردگرایـانـه را از دو داروی وارفارین و هرسـپتین[1] به دسـت آورد. مطالعات نشـان

[1] Herceptin

داده‌انـد کـه از میان بیش از ۲۱ میلیون نفر آمریکایی که وارفارین اســـتفاده می‌کنند، بعضـــی دچار عوارض جانبی می‌شـوند و بعضـی دیگر خیر. پژوهش‌ها نشـان داده‌انـد کـه یـک واریـان نوکلئوتیـد در ســـیتوکروم P450 (CYP2C9) مسئول این تنوع مشاهده شده در پاسـخ نسـبت به دارو است. تنوع‌های ژنتیکی دیگر که پـاســـخ فرد را نســـبت به وارفارین تغییر می‌دهد در کمپلکس پروتئینی احیاء کننده‌ی اپوکســـید ویتامین K (VKORC1) اســـت. ســـازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) بـه اهـمـیـت تعیین ژنوتیـپ CYP2C9 و VKORC1 در زمان درمان با وارفارین پی برده است و آن را پیشنهاد کرده است.

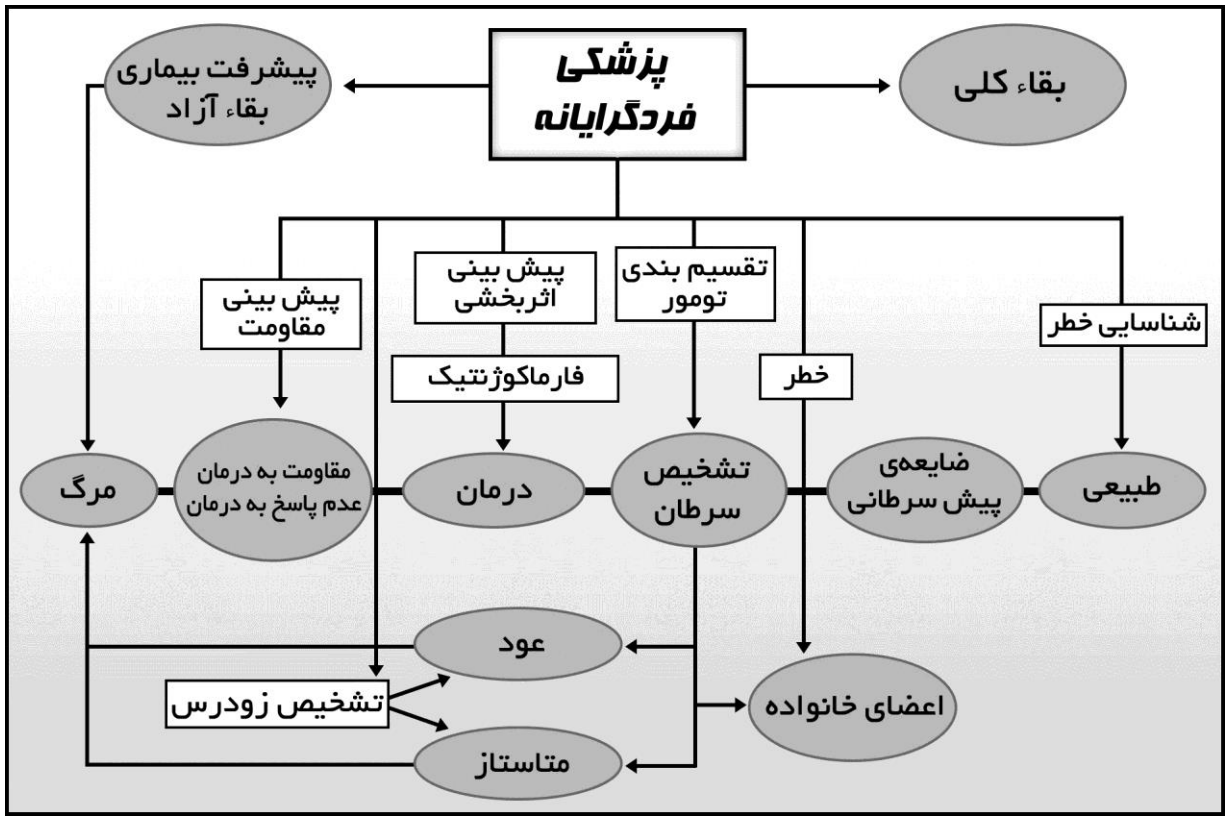
ســـازمـان غـذا و دارو آمریکـا ترکیـب زیســـتی هرســـپتین[1] را که به ســـلول‌های بعضـــی از تومورهای سـرطان سـینه می‌چسبد و موجب برانگیختن سیستم دفاعی بدن برای حمله به آن‌ها گردیده و حتی ممکن است از تکثیر آن‌ها نیز پیشگیری کند، مورد تأیید قرار داده است. فقط ۱۰ تا ۲۰ درصد از بیماران سرطانی از این دارو ســـود می‌برند. زیرا هرســـپتین که بر پایه‌ی درمانی آنتی‌بادی‌های مونوکلونال استوار است گیرنده‌ی فاکتور رشدی اپیدرمال (HER2/nev/EGFR) را هدف قرار می‌دهـد. بنـابراین فقط بیمارانی که نســـخه‌های چنـدگـانـه‌ای از HER2 را دارنـد، بـه درمان پاســـخ می‌دهند. کاربرد هرسـپتین موجب توسعه‌ی شیوه‌های تشخیصی و استانداردسازی شناسایی پروتئین HER2 شده است (۶۸).

این دو مثال، کاملاً رهیافت پزشـکی فردگرایانه را بـه تصـــویر می‌کشـــند که معنای آن "ارائه‌ی درمان مناسب به بیمار مناسب در زمان مناسب" است.

هم اکنون آزمـایش‌هـای ژنتیکی و شـــیوه‌هـای تشـخیص ملکولی در دو درصد از جمعیت به کار برده می‌شـوند ولی این پتانسیل وجود دارد که بیش از ۶۰ درصـــد از جمعیـت در آینده از این رویکردها ســـود جوینـد. همچنین انتظـار می‌رود در آینـده‌ای نزدیک، توالی‌ســـازی ژنوم کـامل هر فرد که کد ژنتیکی کامل فرد را نقشـــه بنـدی می‌نماید نیز کاربرد عمومی پیدا کند (۶۷).

بنـابراین، بر پایه‌ی ابرروند پزشـــکی فردگرایانه،

[1] Trastuzumab



شکل ۴۶: جایگاه پزشکی فردگرایانه در پزشکی سیستمی سرطان

چنین پیش بینی می‌شود که زمان "یک درمان واحد برای همه" جای خود را به شیوه‌های درمانی و تداخلات پزشکی اثر بخش‌تری دهند که بر پایه‌ی پروفایل ژنتیکی فرد طراحی و تجویز می‌گردند (۶۹). البته بایستی این نکته را یادآوری نمود که پزشکی فردگرایانه هم اکنون در رهیافت خود در جستجوی خلق دارو و یا ادوات پزشکی که ویژه‌ی یک فرد خاص باشد نیست بلکه تلاش می‌کند بر اساس فناوری‌های ژنومیک و پروتئومیک، افراد را به زیر جمعیت‌هایی تقسیم کند که از لحاظ پاسخ دهی به بیماری خاصی و یا پاسخ به درمان ویژه‌ای، با یکدیگر تفاوت داشته باشند.

به زبان دیگر، رهیافت کنونی پزشکی فردگرایانه، شیوه‌های ارزیابی سنتی در ترکیب با تعیین ژنوتیپ و ارزیابی ژنومیک جهت پیشگویی خطر بیماری و پیامدهای درمان را مورد استفاده قرار می‌دهد (۶۸).

انتظار می‌رود که تجویز داروها و درمان‌های یافته شده برای فرد مناسب، در زمان مناسب است بتواند کارایی ارائه‌ی خدمات درمانی را افزایش داده و از هزینه‌های مراقبت‌های سلامت بکاهد. زیرا یافت مارکرهای زیستی بر پایه‌ی فناوری‌های امیکس (Omics) و توسعه‌ی شیوه‌های ملکولی تشخیصی غیر تهاجمی، می‌توانند افراد گروه‌های در معرض خطر را شناسایی کرده و با غربالگری بر پایه‌ی طبقه بندی شانس خطر و انجام اقدامات پیشگیرانه، سرعت رشد هزینه‌های سرسام آور مراقبت‌های سلامت را کاهش دهند (۷۰).

بر پایه‌ی آنچه گفته شد، می‌توان‌مفاهیم پزشکی فردگرا را از لا به لای تعریفی که توسط کمیسیون اروپا در بروکسل از پزشکی فردگرا ارائه کرده است را درک نمود:

"یک رهیافت پزشکی که از فناوری‌های پروفایل بندی ملکولی جهت تدوین راهبرد درمانی مناسب در فردِ مناسب و در زمانِ مناسب استفاده کرده، استعداد به بیماری را در سطح جمعیت تعیین نموده و شیوه‌های پیشگیرانه طبقه بندی شده‌ی به هنگام را ارائه می‌دهد" (۷۰).

بر پایه‌ی این تعریف، در پزشکی فردگرایانه، جمعیت‌های گوناگون بیماران به زیر گروه‌هایی بر اساس پروفایل ژنومیکی و پروتئومیکی و ترانس کریپتومیکی آن‌ها شکسته می‌گردند؛ این زیر گروه‌سازی، توسعه‌ی دارو و نیز درمان را تسهیل می‌نماید.

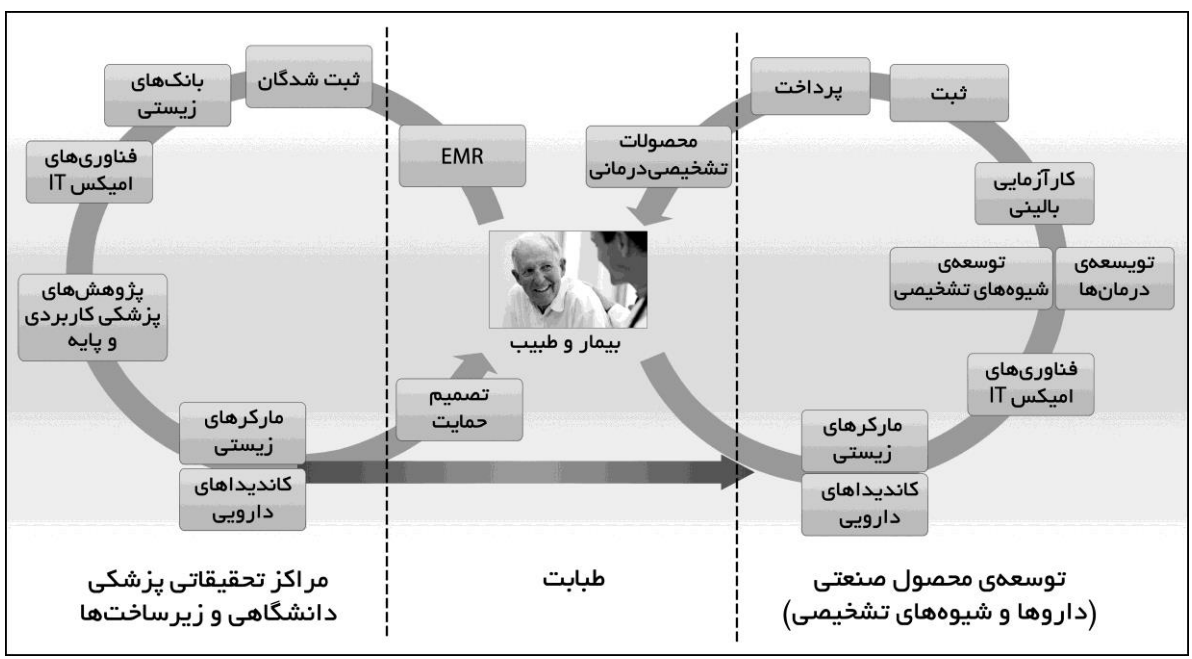
به کارگیری رهیافت پزشکی فردگرایانه موجب ایجاد تعاریف جدیدی برای جمعیت‌های بیماران و تعیین اهداف در توسعه‌ی محصولات تشخیصی و دارویی شده و اهمیت مدیریت اطلاعات پزشکی، بانک‌های زیستی و فناوری اطلاعات (IT) را دو چندان می‌نماید. بنابراین، اطلاعات نگهداری شده‌ی بانک‌های زیستی[1] پیرامون هر بیمار و نیز بیماری‌های گوناگون،

[1] Biobanks

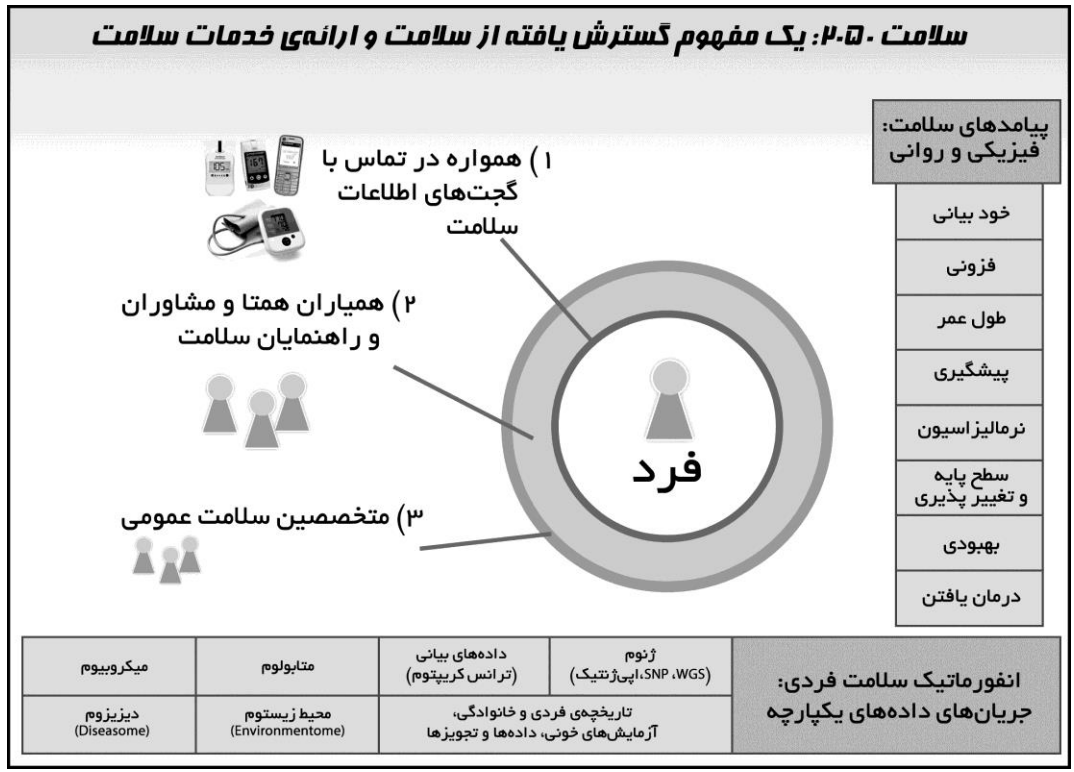
جزء کلیدی زیر ساخت مورد نیاز توسعه‌ی پزشکی فردگرایانه خواهد بود (۶۶). زیرا اطلاعات ژنومیک و دیگر اطلاعات پایه‌ی بیمار (که پیش بینی می‌شود طیّ ۱۰ سال آینده برای هر فرد بیمار میلیاردها داده نقطه‌ای پیرامون سلامت و بیماری وی وجود داشته باشد) رکن اساسی در سازماندهی پژوهش‌های زیست پزشکی، طبابت و سیاست‌گذاری در بخش سلامت ایفا می‌نماید.

ابرروند پزشکی فردگرایانه چنان گسترده است که هنوز نیز به دشواری می‌توان آینده آن را در بخش سلامت و روند پیوستگی آن را با فناوری‌های امیکس تصور نمود. برای مثال، فناوری بسیار نوین کاربرد سلول‌های بنیادی پرتوان القاء شده (iPSc) در عرصه‌ی درمانی، هم اکنون چهره‌ی فردگرایانه را به خود گرفته و پیشاپیش به استقبال اصول حاکم بر پزشکی فردگرا جهت ارائه‌ی شیوه‌های درمان نوین بر پایه‌ی سلول‌های بنیادی، رهسپار شده است (۵۰،۴۹).

از سوی دیگر، این تنها عرصه‌ی طبابت نیست که



شکل ۴۷: پیاده‌سازی پزشکی فردگرایانه

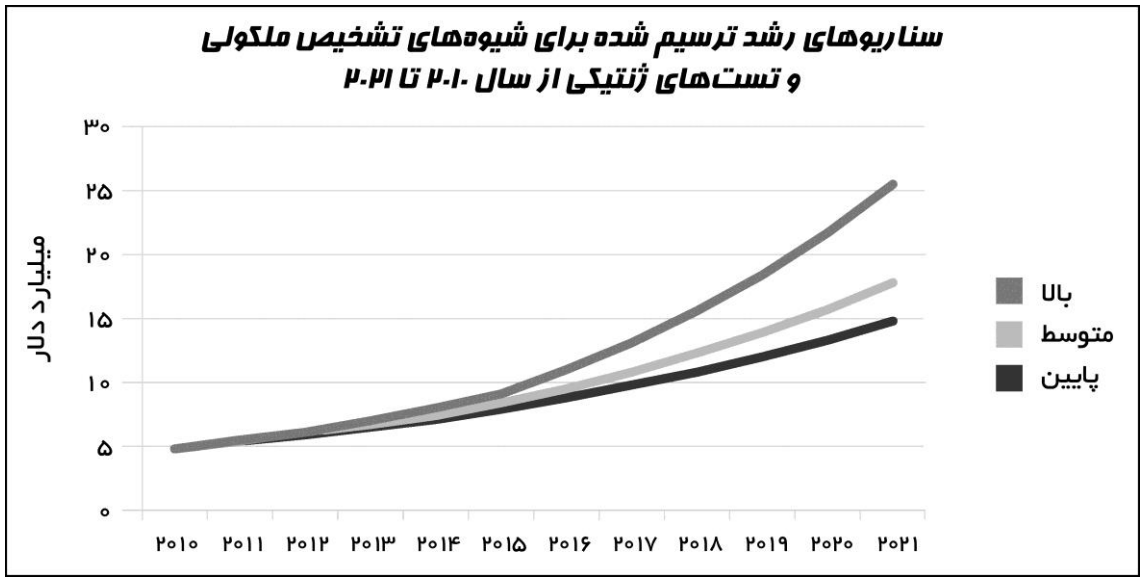


شکل ۴۸: پیوند فرد با فناوری و ارائه دهندگان خدمات سلامت و پیامدهای مربوطه

از ابرروند پزشکی فردگرایانه اثر می‌پذیرد بلکه رخنمایی این ابرروند بر بخش صنعت نیز بسیار اثر گذار بوده است. بررسی‌ها در مطبوعات پزشکی نشانگر آن است که گستره‌ی سرطان، مهمترین بازار مهم پزشکی فردگرایانه طی ۱۰ تا ۱۵ سال آینده باشد. بازار داروهای ضد سرطان، شیوه‌های تشخیصی، مارکرهای زیستی و محصولات فناورانه - طبّی، نظر شرکت‌های زیست فناوری را به شدت به خود جلب نموده‌اند (۶۶).

با توجه به پیچیدگی مقوله‌ی پزشکی فردگرایانه و نیاز به فناوری‌های برتر در حوزه‌های گوناگون امیکس، مشارکت کمپانی‌های گوناگون برای چیرگی بر این پیچیدگی‌ها و رقابت‌پذیری، امری حیاتی است (۷۱).

فقط در ایالات متحده‌ی آمریکا، بازار برخاسته از پزشکی فردگرایانه، ۲۳۲ میلیارد دلار می‌باشد که با

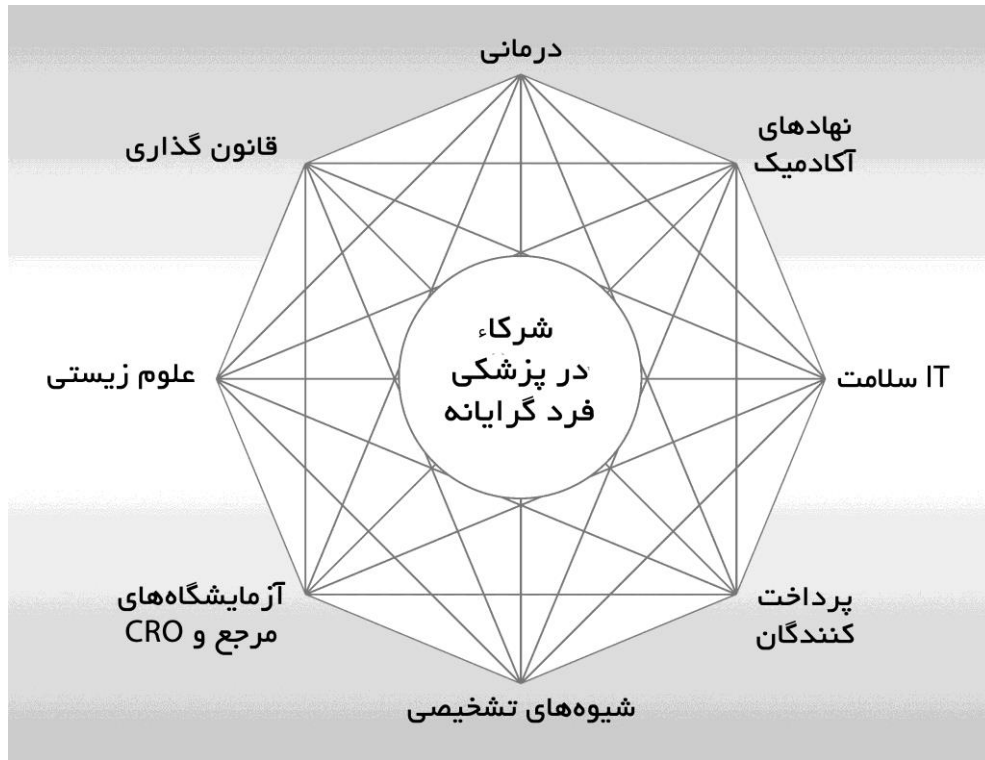


شکل ۴۹: سناریوهای گوناگون برای رشد شیوه‌های تشخیص ملکولی و آزمون‌های ژنتیکی

رشد سالانه‌ی ۱۱ درصد، در سال ۲۰۱۵ میلادی به ۴۵۰ میلیارد دلار خواهد رسید (۶۵).

دانش پزشکی فردگرایانه در رهیافت نوینی تحت عنوان پزشکی P4 در هم آمیخته شده است. آقای دکتر لروی هود که بنیانگذار بنیاد بیولوژی سیستمی در آمریکا است تئوری پرداز پزشکی P4 است. در تئوری پزشکی P4 که پزشکی فردگرایانه ستون آن است، می‌توان با پروفایل بندی ژنتیک فرد[1]، مسائل سلامت و بیماری و واکنش به داروهای وی را پیش بینی[2] نموده و نسبت به پیشگیری از آن‌ها با تأکید بر سلامت و نه درمان بیماری[3] با رهیافتی که توانمندسازی بیماران را جهت ارائه‌ی مشارکت در تصمیم گیری پیرامون مسائل مراقبت‌های سلامت مدّ نظر قرار می‌دهد[4]، اقدام نمود (۷۲).

[1] Personalized
[2] Predictive
[3] Preventive
[4] Participatory



شکل ۵۰: فرایند مشارکت در پزشکی فردگرایانه

از این رو، مشـــاهـده می‌کنیم که چگونه ابرروند پزشکی فردگرایانه در گستره‌ی پزشکی، با ابرروند دیگر در حوزه‌ی سلامت یعنی ابرروند مشارکت که در فصل دیـگـر ایـن نـوشـــتـار بـه آن خـواهیم پرداخـت، در هم می‌آمیزند و از این رو توجه به پزشکی فردگرایانه برای ارائه دهندگان خدمات سلامت نه تنها در شرایط بالینی بلکه در گســـتره‌های ســـلامت جامعه و رشـــد صـنایع وابسته و تشویق شرکت‌های کوچک و متوسط در عرصه‌ی پژوهش و توسعه‌ی فناوری‌های برتر، بسیار حائز اهمیت است.

فصل پنجم

رهیافت میان رشته‌ای

یکی از ابرروندهای نیرومند که طی دهه‌ی گذشته خود را از پیش نمـایـان نموده اســـت رهیـافـت میان رشـــته‌ای در علم و فناوری اســت. علم و فناوری امروزین به چند دلیل به سـوی رهیافت میان رشته‌ای میل کرده است:

الف/ پیچیدگی درونی طبیعت و جامعه

ب/ تمـایل به کاوش مســـائل پژوهش پایه‌ای در سطح مشترک رشته‌ها

ج/ نیاز به حل مسائل پیچیده‌ی اجتماعی

د/ نیـاز بـه خلق بینش‌های انقلابی و فناوری‌های زاینده

در رهیـافت میان رشـــته‌ای، نه تنها بر روی یک پروژه‌ی مشـــترک کار می‌شـــود (مانند رهیافت چند رشـــته‌ای) بلکه یک در هم تنیدگی، یکپارچه‌ســازی و ائتلافی نیز در روش‌ها، تئوری‌ها و مفاهیم رشـــته‌های گونـاگون صـــورت می‌گیرد تـا درک ژرفی از الگوهای سیستم‌های پیچیده و نیز فرایند در هم تنیدگی پدیده که در عالم هستی نمود دارند، به دست آید (۷۳و ۷۴).

در طول یکصـد سـال گذشـته، پایه‌های آموزش عالی بر روی رشته‌های آکادمیک استوار بوده است تا با تولید دانش نوین، یک فرآیند مورد قبول را ارائه دهد. این مدل رشته محوری، در اکثر دانشگاه‌ها حاکم بوده و بر جریان منابع به ســوی آموزش، پژوهش و دیگر فعالیت‌های دانشـگاهی، سیطره داشته است. این مدل رشـته محوری، بر گرده‌ی خود، تخصص‌گرایی را رواج داده است. در تخصص‌گرایی، متخصصین یک رشته به پالایش تئوری‌ها، روش و فناوری‌های خود پرداخته و به گسـترش مرزهای دانش در گسـتره‌ی رشـته خود می‌پردازند. رهیافت میان رشـته‌ای، نه تنها هرگز این سودمندی نهفته در رهیافت رشته محوری را ریشه‌کن

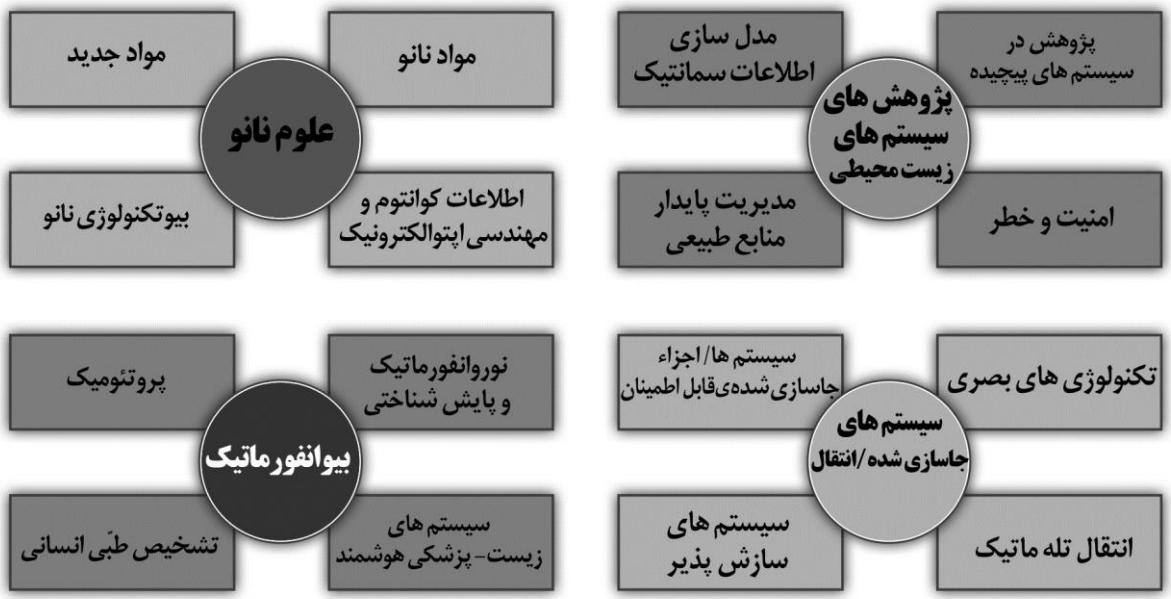
شکل ۵۱: پیش‌ران‌های میان‌رشته‌ای

نمی‌کند، بلکه بیشتر بنیان خود را بر نهاد توانمندی‌های مدل رشته محوری، می‌نهد (۷۵).

به زبان دیگر، همان‌گونه که کلین[1] و نیوول[2] بیان کرده‌اند: *"مطالعات میان رشته‌ای به صورت یک فرآیند پاسخ به یک پرسش، حل مسئله و پرداختن به موضوعی است که در ماهیت چنان گسترده و یا پیچیده می‌باشد که نمی‌توان به اندازه‌ی کافی با یک رشته یا تخصص به آن پرداخت."* (۷۶)

از آن جا که تخصص‌گرایی موجب جدا یافتگی دانشمندان به صورت جزیره‌هایی به دور از هم می‌شود و یا در گفتار ترمینولوژی فلسفه‌ی علم، دانشمندان را در سیلو یا کلبه‌های دانش که به صورت تک به تک افتاده‌اند، گرفتار می‌کند، توسعه‌ی علم در چنین شرایطی به دشواری و یا به صورت ناممکن جلوه می‌نماید (۷۷). این موضوع به ویژه در علوم سلامت که با گستره‌های پیچیده‌ای سر و کار دارد، بسیار نمایان است. چنین است که بنیاد سلامت آمریکا (NIH)، مطالعات میان رشته‌ای را به عنوان دانشی مورد نیاز قلمداد

[1] Klein
[2] Newell



شکل ۵۲: میدان‌هایی نوآورانه جدید در مباحث تحقیقات میان رشته‌ای در چهار گستره‌ی گوناگون؛ در نقشه‌ی علمی بنیاد ملّی سلامت آمریکا (NIH) بر روی دو مقوله‌ی علوم نانو و بیوانفورماتیک با یک رهیافت میان رشته‌ای توجه شده است.

نموده و به آن در طراحی نقشه‌ی علمی آمریکا در گستره‌ی سلامت، اولویتی آشکار داده است (۷۸).

نقشه‌ی علمی آمریکا در گستره‌ی سلامت که یک الگوی راهبردی جدید برای سرمایه گذاری بنیاد علمی آمریکا است، پژوهش میان رشته‌ای را این گونه توصیف نموده است: *"هم آغوشی توانمندی‌های تجزیه و تحلیلی دو یا چند رشته‌ی جدای علم، برای حل یک مسئله‌ی زیستی"*. برای مثال، دانشمندان علوم رفتاری، زیست‌شناسان مولکولی و ریاضیدانان می‌بایست ابزارهای پژوهشی، رهیافت‌ها و فناوری‌های خود را ترکیب نموده تا مسائل پیچیده‌ی سلامت مانند درد و چاقی را با توان بیشتر حل کنند. با در هم تنیدگی رشته‌های به ظاهر بدون وجود وابستگی به هم، شکاف‌های سنتی در ترمینولوژی، رهیافت و روش‌شناسی به آهستگی محو می‌شوند. با برداشت موانع سد راه مشارکت، گردهمایی واقعی اندیشه‌ها

نمود یافته و افق چشم‌انداز پژوهشگران مسائل زیست پزشکی گسترده گشته و بینش‌های غیرقابل انتظار و تازه‌ای فراهم آمده و حتی به زایش رشته‌های هیبرید جدید منتهی می‌گردد که از دیدگاه تجزیه و تحلیلی، بسیار عالمانه خواهند بود (۷۹).

الف/ رهیافت میان رشته‌ای چیست؟

هر چند تعاریف متنوعی برای میان رشته‌ای در گستره‌های گوناگون بیان شده است ولی در این ادبیات هنوز نمی‌توان به یک تعریف قابل قبول برای پژوهش میان رشته‌ای که دارای ویژگی کافی باشد دست یافت؛ تا این تعریف موجب تسهیل فعالیت‌هایی همچون شناسایی شایستگی‌ها، ساختار و منابع مورد نیاز برای مراقبت‌های سلامت و سیاست‌گذاری در گستره‌ی سلامت شود (۷۸).

با این وجود، در این نوشتار تلاش می‌شود که در لابه‌لای تعاریف میان رشته‌ای که در ادبیات رایج علمی موجود است، به چیستی میان رشته‌ای بپردازیم. امّا در نخست پسندیده است که چند رشته‌ای[1] را تعریف کرده و به تفاوت‌های آن با میان رشته‌ای، نیم نگاهی افکنیم.

چند رشته‌ای

در فرآیند چند رشته‌ای، مشارکت میان شرکت کنندگانی که پیش زمینه‌های گوناگونی دارند صورت می‌گیرد. هر شرکت کننده در پژوهش و آموزش چند رشته‌ای، با توانمندی‌های تخصصی رشته‌ی خود، مشارکت می‌کند. در این مشارکت، افراد با تخصص‌های رشته‌ای خود، وظایف متفاوتی را برای حل مسئله‌ی پیش رو که در پروژه‌ی مشترک وجود دارد از خود نشان می‌دهند، امّا در هنگام کار بر روی این مسئله، از مرزهای دانش رشته‌ای خود فراتر نمی‌روند (۸۰).

بر اساس تعریف روزنفیلد[2]، پروژه‌های چند رشته‌ای، پروژه‌هایی هستند که پژوهشگران حوزه‌های گوناگون، روش‌ها و ایده‌های رشته‌های خود را برای تجزیه و تحلیل پرسش پژوهشی ویژه‌ای، عرضه

[1] Multidisciplinary
[2] Rosenfield

می‌دارند (۸۱).

در پژوهش چند رشته‌ای، مشارکت متنوعی از رشته‌ها بر روی یک برنامه‌ی پژوهشی وجود دارد؛ بدون آن‌که یک در هم تنیدگی[1] در مفاهیم، معرفت‌شناسی و روش‌شناسی روی دهد. درجه‌ی در هم تنیدگی بین رشته‌ها فقط تا مرز پیوستگی در نتایج پژوهش، پیش می‌رود (۸۲).

در یک گروه چند رشته‌ای در حوزه‌ی سلامت، ارائه دهندگان خدمات سلامت در صدد درمان بیماران به صورت مستقل هستند ولی اطلاعات خود را با یکدیگر به مشارکت می‌گذارند. امّا این در نهایت بیمار است که دریافت کننده‌ی نهایی مراقبت است (۸۳).

میان رشته‌ای[2]

در رهیافت میان رشته‌ای، نه تنها بر روی یک پروژه‌ی مشترک کار می‌شود، بلکه یک در هم تنیدگی یا ائتلافی نیز در روش‌ها، تئوری‌ها و مفاهیم رشته‌های گوناگون روی می‌دهد (۸۰).

بر اساس دیدگاه روزنفیلد، پروژه‌های میان رشته‌ای شامل داد و ستدِ بسیار نزدیک‌تر و مشارکتی‌تر در میان پژوهشگران حوزه‌های گوناگون است که بر روی یک مسئله‌ی مشترک کار می‌کنند (۸۱).

به زبان دیگر، پژوهش میان رشته‌ای یک مشارکت در میان چند رشته می‌باشد که مفاهیم، روش‌شناسی و معرفت شناسی میان آن‌ها، داد و ستد و در هم تنیده گردیده و به غنای متقابل مشارکت کنندگان می‌انجامد (۸۲). یک گروه میان رشته‌ای در گستره‌ی سلامت، سطح ژرفی از مشارکت را می‌جوید (در مقایسه با گروه چند رشته‌ای)؛ آن گونه که افراد با زمینه‌های گوناگون، دانش خود را متقابلانه ترکیب نموده و بدین سان سطوح گوناگونی از مراقبت‌های طرح ریزی شده‌ی سلامت را کامل می‌نمایند (۸۳).

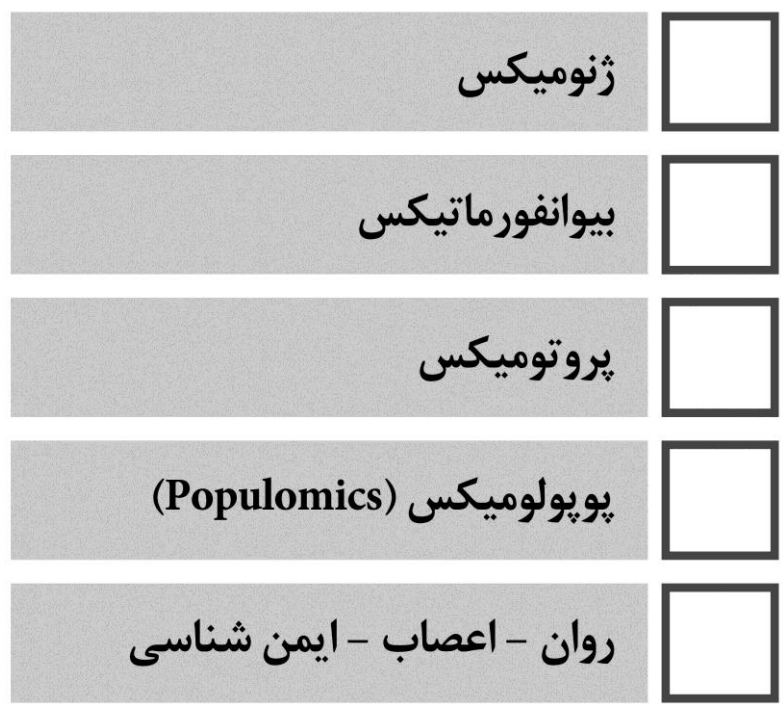
چنین به نظر می‌رسد که میل سیاست‌های راهبردی پزشکی به سوی برنامه‌های میان رشته‌ای، برخاسته از دو بینش " تفکر سیستمی" و در هم تنیدگی "فاکتورهای بیولوژیک و اجتماعی" در پژوهش‌های سلامت و بیماری باشد. هر چند که از مدت‌ها پیش، رهیافت میان رشته‌ای در پژوهش‌های

[1] Integration
[2] Interdisciplinary

اپیدمیولوژی، دکترین ویژه‌ای را به خود اختصاص داده بود (۸۵-۸۴). اما این در حقیقت در هم تنیدگی علوم اجتماعی و زیست پزشکی در پژوهش‌های سلامت است که به عنوان یک پارادایم چیره، خود را در فلسفه‌ی پزشکی نمایانده است (۸۷-۸۶).

بدین سان، دانش اپیدمیولوژی به ارائه‌ی مدل هایی جهت ادغام فاکتورهای اجتماعی در مطالعات سلامت و بیماری پرداخته و از پتانسیل‌های رهیافت‌های سیستمی در سلامت جامعه به بحث می‌پردازد (۸۷).

چنین اندیشه می شود که در هم تنیدگی رهیافت‌های اجتماعی و بیولوژیک، موجب درک علمی جامع‌تر از عوامل سلامت و بیماری گردیده و راهبردهای بنیان برافکن پیشگیری از بیماری‌ها را توسعه می‌دهد. از آن‌جا که در این اندیشه‌ی جدید از فرآیند در هم تنیدگی عوامل اجتماعی و بیولوژیک یاد می‌شود و نه از میل رهیافت های اجتماعی به سوی پزشکی و سلامت عمومی، می توان چنین برداشت نمود که بی‌شک فلسفه‌ی تئوریک پزشکی در یک تغییر پارادایم، میل به سوی رهیافت میان رشته‌ای را در سر می پروراند. بینش دیگر که همچون تکانه‌ای موجب میل سیاست‌های راهبردی پزشکی به سوی برنامه‌های میان رشته‌ای جهت بهبود سلامت مردم شده است، تفکر سیستمی است.



شکل ۵۳: مثال‌های از گستره‌های هیبرید: در بنیاد ملی سلامت آمریکا هدف از پژوهش میان‌رشته‌ای در هم تنیدن و یک پارچه‌سازی دو یا چند رشته‌ی علمی جداگانه برای خلق یک رشد جدید هیبرید است.

ب/ رهیافت میان رشته‌ای در بنیاد ملّی سلامت آمریکا

به صورت سنتی، پژوهش در گستره‌ی سلامت، چنان سازمان بندی شده است که پژوهشگران را از حوزه‌های گسترده‌ی علمی گرد هم آورده و سپس آن‌ها را در بخش‌هایی مشخص بر اساس تخصص خود، جای می‌دهد. امّا پیشرفت علمی در دهه‌ی گذشته و با دسترسی بیشتر به رازهای مولکولی حیات، دو واقعیت اساسی را آشکار کرده است؛ مطالعه‌ی بیولوژی و رفتار انسان یک فرآیند دینامیک است و دوم آن که تقسیم بندی سنتی در حوزه‌ی تحقیقات سلامت، در بعضی از مواقع مانع از اکتشافات علمی می‌گردد.

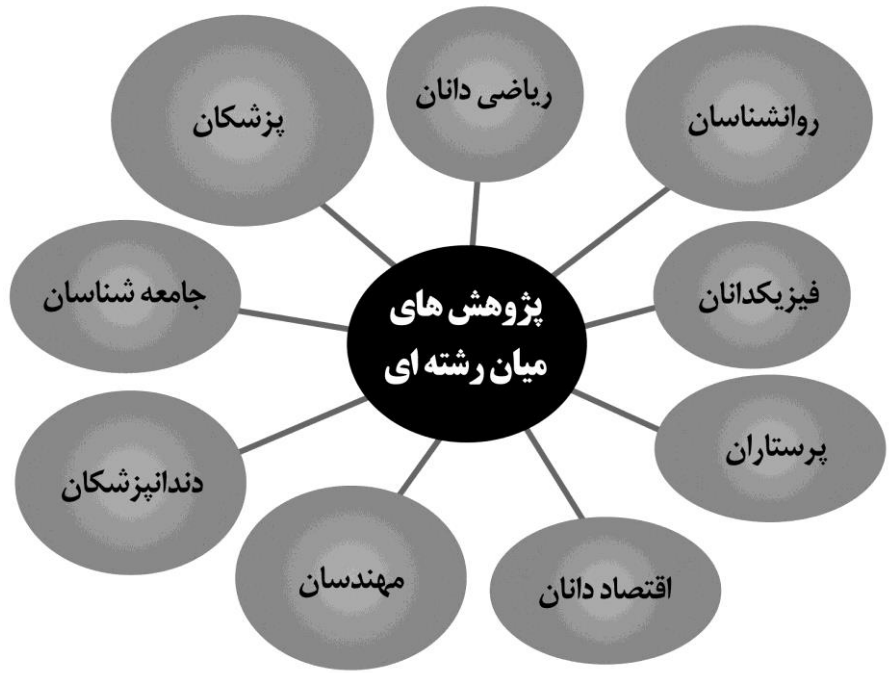
بنابراین، بنیاد ملّی سلامت آمریکا (NIH)، به عنوان بزرگ‌ترین سازمان پزشکی جهان، در نقشه‌ی علمی خود، همچون سازمان‌های کسب و کار قرن بیست و یکمی که به بازنگری و مهندسی مجدد ساختار و فرآیندهای خود جهت حفظ برتری در رقابت جهانی دست زده‌اند، به چرخشی عظیم به سوی مدیریت دانایی، جهت خلق دانایی، اشتراک دانایی و آفرینش"سازمانی یادگیرنده و هوشمند" در پهنه‌ی اقتصاد دانایی محور قرن بیست و یکم روی گردانیده است.

این بنیاد از برون دادهای گردهمایی‌هایی با بیش از ۳۰۰ تن از برجسته‌ترین چهره های آکادمیک، صنعت، دولت و مردم، چارچوبی را برای تدوین نقشه‌ی علمی سازمان خود برای سرمایه‌گذاری در بخش پژوهش فراهم آورد تا چشم اندازی را برای سامانه‌ی زاینده و مؤثر پژوهش‌های پزشکی ترسیم کند.

نقشه‌ی علمی بنیاد ملّی سلامت آمریکا در سه زمینه‌ی عمده سامان یافته است که شامل گذرگاه‌های نوین برای اکتشاف، مهندسی مجدد ساختار پژوهش‌های بالینی و تیم‌های پژوهشی آینده می‌باشد.

تیم‌های پژوهشی آینده شامل پژوهش‌های پرخطر، مشارکت‌های بخش خصوصی - مردمی و پژوهش‌های میان رشته‌ای برای کنکاش و چاره‌سازی مسائل تحقیقاتی زیست - پزشکی قرن بیست و یکم در قلب نقشه‌ی علمی بنیاد ملّی سلامت آمریکا، آشکار شده‌اند (۸۸).

هدف گسترده‌ی برنامه‌ی میان رشته‌ای بنیاد ملّی سلامت آمریکا، تغییر فرهنگ پژوهش آکادمیک در جامعه‌ی برون دانشگاهی و همچنین در برنامه‌های درون دانشگاهی خودِ بنیاد است، به گونه‌ای که



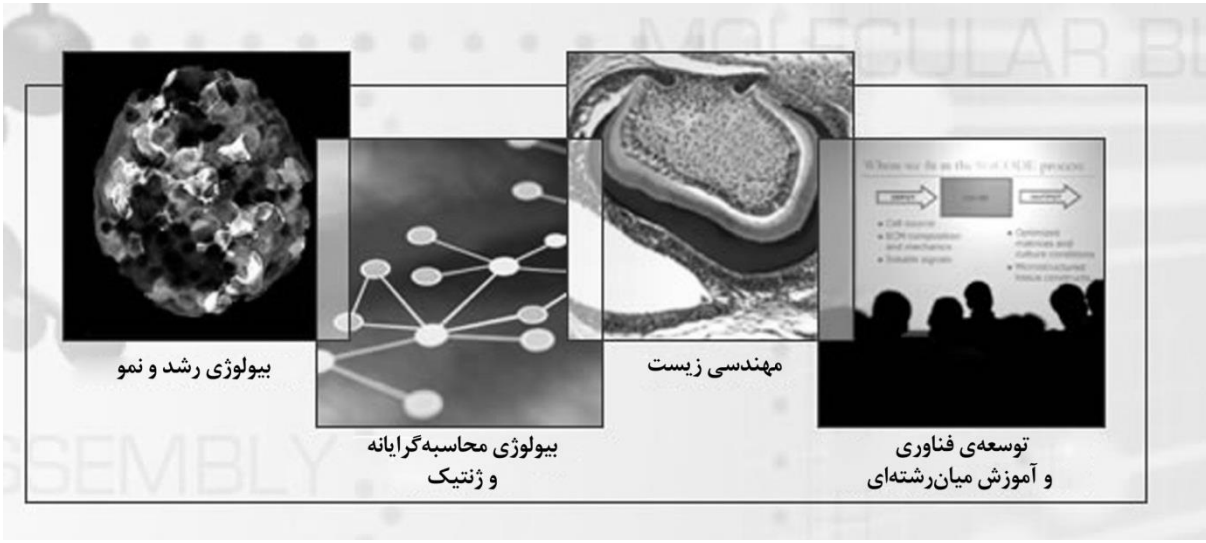
شکل ۵۴: نمایی از اعضای تشکیل دهنده‌ی پژوهش‌های میان‌رشته‌ای در نقشه‌ی علمی بنیاد ملّی سلامت آمریکا

در یک فراگرد کلی، چنین تلاش‌هایی به منظور تغییر فرهنگ پژوهش سامان داده شده‌اند. بنابراین، رهیافت‌های میان رشته‌ای و تیم‌های علمی به عنوان رسم طبیعی هدایت پژوهش قلمداد شده و دانشمندانی که چنین مسیری را پیگیری کنند به خوبی شناخته شده و مورد تقدیر قرار می‌گیرند.

این نهاد بهترین پروژه‌های پیشاهنگ را برای آغاز برنامه‌های میان رشته‌ای در انستیتوهای تحت نظارت خود به اجرا در آورده و بسیاری پروژه‌های پژوهشی میان رشته‌ای، در قالب کنسرسیوم‌های میان رشته‌ای، برای حل مسائل پیچیده و غامض سلامت و بیماری را سامان داده است. همچنین برنامه‌های تربیتی و آموزشی برای آشنایی پژوهشگران در تمام مقاطع تا سطوح پسا دکترا را فراهم آورده و توسعه‌ی فناوری‌ها و روش‌های پیشرفته‌ی تحلیلی میان رشته‌ای را مورد حمایت خود رهیافت‌های میان رشته‌ای تسهیل شوند. این برنامه‌ی پژوهشی شامل برنامه‌های پیشاهنگی است که مرزبندی بخشی آکادمیک را درون انستیتوهای آکادمیک از میان برداشته و همکاری را میان انستیتوها افزایش داده، دانشمندانی را برای ترویج تلاش‌های میان رشته‌ای تربیت نموده و پل‌هایی را میان علوم بیولوژیک و علوم رفتاری و اجتماعی برقرار می‌سازند.

قرار داده است. این در حالی است که هنوز در بسیاری از دانشگاه‌ها و مراکز آکادمیک پزشکی جهان، هر چند که از لحاظ فکری و تئوریک از برنامه‌های میان رشته‌ای حمایت می‌کنند ولی هنوز در چارچوب مرزهای رشته‌ای سنتی دست و پا می‌زنند (۸۹).

در مجموع، بر روی ۹ کنسرسیوم پژوهش میان رشته‌ای، در این برنامه‌ی پیشاهنگ، سرمایه‌گذاری شده است. پژوهشگران در هر کنسرسیوم، پروژه‌های پژوهشی ائتلافی، خدمات مرکزی برنامه‌های آموزشی و ساختاری مدیریتی را توسعه داده‌اند که تضمین کننده‌ی کار مشترک اعضاء به صورت آسان و پیگیری یک هدف مشترک می‌باشند. در انستیتوهایی از بنیاد ملی سلامت آمریکا که چنین کنسرسیوم‌هایی لانه گزیده‌اند، حمایت‌های مدیریتی خاصی را جهت اجرای اهداف برنامه فراهم آورده‌اند. همچنین این برنامه‌های مدیریتی، تضمین کننده‌ی آن هستند که به پژوهشگران برنامه‌های پژوهشی میان رشته‌ای ارج گذاشته شود و مرزهای میان بخشی در بخش‌ها و یا دانشکده های دانشگاهی نیز نتوانند در اهداف کنسرسیوم خللی ایجاد کنند. از این رو، کنسرسیوم‌ها



شکل ۵۵: علوم مهندسی زیستی، بیولوژی رشد و نمو، محاسبه‌گرایانه و ژنتیک در کنسرسیومِ بر پایه‌ی سیستمی جهت مهندسی و طراحی عضو، نقش محوری دارند.

رسم نوینی را در برنامه‌ی مدیریتی NIH مورد آزمون قرار می‌دهند. هر چند که هر کنسرسیوم به صورت یک پروژه‌ی یکپارچه‌ی تک طراحی شده و بر هر جزء واحد به صورت جداگانه‌ای سرمایه‌گذاری شده است؛ ولی به یکدیگر پیوسته هستند. بنابراین هر کنسرسیوم با یک تیم از اعضای خود مدیریت می‌شود که هر کدام از آنان یک جزء کنسرسیوم را تحت نظر قرار می‌دهند.

سیستم مدیریت پیچیده‌ی چند وجهی هدایت مشارکت و همکاری پژوهشگران گوناگون در پروژه‌های پیچیده‌ی این کنسرسیوم‌ها، خود جنبشی بسیار نوآورانه بوده که می‌تواند بر توسعه وپذیرش پروژه‌های پیش رو و پیشرفته‌ی دیگر این بنیاد در عرصه‌های گوناگون پزشکی و بیولوژی ملکولی برخاسته از ابرروندهای دیگر، اثر شگرفی را از خود بر جای گذارد.

بر اساس پیش‌ران‌های عمده‌ی ابرروندِ رهیافت میان رشته‌ای در علم و فناوری، شاهد رشد پرشتاب و فزاینده‌ی دانشکده‌ها، گروه‌ها و پروژه‌های میان رشته‌ای در گستره‌ی پزشکی در سراسر جهان هستیم که بی شک این چرخش راهبردی وپذیرایی از دستاوردهای این ابرروند می‌تواند مرزهای دانش را در عرصه‌های گوناگون علوم پزشکی و فناوری‌های وابسته به سوی پیشرفت حیرت انگیز سوق دهد.

فصل ششم

ابرروندها در سلامت

ابرروند اول:

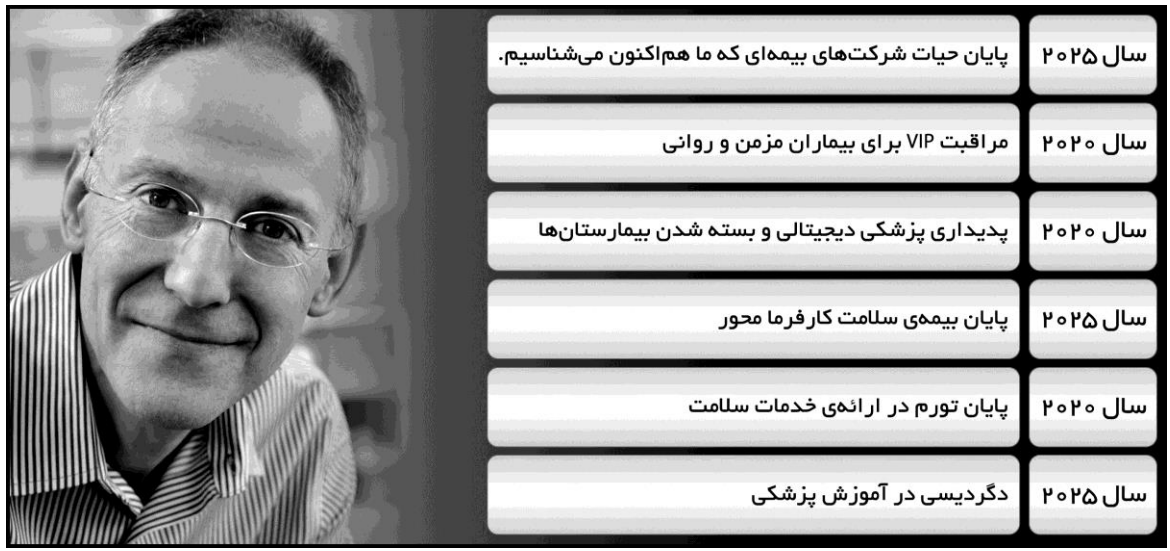
بیمه‌ی سلامت همگانی و چرخشی از پوشش بیمه‌ای بر پایه‌ی کارفرما به سوی پوشش بیمه‌ای دولت محور

برای آشنایی با این ابرروند، بررسی سیستم بیمه‌ی سلامت آمریکا که دارای قوی‌ترین ادبیات در بحث بیمه‌ها (به ویژه بیمه‌های مکمل) است، راه گشا می‌باشد. در حقیقت پایه‌ی نظام بیمه‌ی سلامت آمریکا بر دو برنامه‌ی ملی می‌باشد که شامل مدیکیر[1] بوده که سالمندان و از کارافتادگان را پوشش می‌دهد و برنامه‌ی مدیکید[2] که فقرا و افراد نیازمند به درمان که توان مالی ندارند را تحت پوشش قرار داده است. این دو برنامه به عنوان ابزار قوی این کشور در پوشش بسیاری از خدمات بیمه‌ای برای افراد تحت پوشش، نقش دارند (۹۰).

با وجود گذشتن چند دهه از اجرای این برنامه‌ها، هنوز پوشش همگانی بیمه‌ای برای مردم آمریکا فراهم نیامده است و این بحران به ویژه در بنگاه‌های کسب و کاری که زیر ۵۰ نفر در استخدام دارند به روشنی قابل رؤیت است. از این رو، نظام بیمه‌ای آمریکا که بر اساس پوشش بیمه‌ای بر پایه‌ی کارفرما[3] استوار است دچار سه چالش عظیم گردیده است که می‌بایست بر آنان چیرگی یابد. نخستین چالش، تحت پوشش قرار نگرفتن میلیون‌ها آمریکایی از خدمات بیمه‌ی سلامت است. دومین چالش وجود فزونی در هزینه‌های مراقبت‌های سلامت است که رشدی فراینده را به خود اختصاص داده است و سومین چالش، کیفیت خدمات ارائه شده است که از استانداردها فاصله دارد (۹).

---

[1] Medicare
[2] Medicaid
[3] Employer-Based Coverage



شکل ۵۶: آینده نگاری مشاوران اوباما برای گستره‌ی سلامت

طراحی برنامه‌ی حمایتی بیماران و ACA[1] که در سال ۲۰۱۰ میلادی توسط دولت اوباما طراحی گردید با هدف تحت پوشش قرار دادن ۳۰ میلیون آمریکایی راه اندازی شد که فاقد پوشش بیمه‌ی سلامت بودند (۹۱و ۹۲). این طرح، بنگاه‌های کسب و کار را که به دلیل افزایش حق بیمه توان بیمه کردن مستخدمین خود را نداشته‌اند، هدف قرار می‌دهد (۹۳).

در سال ۲۰۲۵ میلادی شرکت‌های بیمه به صورت بنیادین تغییر خواهند یافت و سیستم پوشش بیمه‌ای بر پایه‌ی کارفرما جای خود را به پوشش بیمه‌ای فراهم آمده توسط دولت فدرال خواهد داد (۹۴و ۹۵).

این ابرروند موجب ایجاد پوشش همگانی بیمه‌ی سلامت شده و می‌تواند بر اساس ساز و کار خود، امکان انتخاب برای مشتریان خدمات سلامت را فراهم آورده و رقابت را در میان بنگاه‌های بیمه‌ای فزونی بخشیده و سطح مراقبت‌های پرکیفیت را فراهم آورد (۹۶). نکته‌ی قابل لمس در این ابرروند که در کشور آمریکا در حال شکل‌گیری است، تزریق کردن بخش عمده‌ای

[1] Affordable Care ACT

از یارانه‌ی دولتی برای اجرای آن است (۹۱). این در حالی است که سهم هزینه‌های بخش سلامت آمریکا در کل تولید ناخالص داخلی از ۵/۳ درصد در سال ۱۹۶۰ میلادی به ۱۳/۴ درصد در سال ۱۹۹۷ میلادی افزایش از خود نشان داده است (۹۷).

در سیاست‌های کلی سلامت جمهوری اسلامی ایران، توجه بسیار برجسته و پیشرفته‌ای نسبت به بیمه‌ی همگانی (به ویژه گسترش بیمه‌های مکمل) شده است و در نظام پرداخت نیز به کیفیت عملکرد و نیز ایجاد بازار رقابتی برای ارائه‌ی خدمات بیمه‌ی درمانی تأکید شده است (بند ۹ و زیر بندهای ۵-۹ و ۷-۹). در بند ۱۰ مربوط به تأمین منابع مالی پایدار در بخش سلامت، تأکید به افزایش سهم سلامت از تولید ناخالص داخلی شده است و در زیر بند ۴-۱۰ نیز به پرداخت یارانه به بخش سلامت اشاره شده است. در سال ۱۳۸۷ میلادی، ۵۸ درصد از هزینه‌های سلامت را مردم متحمل شده بودند و دولت مرکزی و کارفرمایان نیز به ترتیب ۲۷ و ۱۰ درصد این هزینه‌ها را پرداخت کرده بودند (۹۸). از آنجا که اصل ۲۹ قانون اساسی بر هدف "پوشش کلیه‌ی خدمات درمانی که عدم ارائه آن‌ها سلامت فرد را به مخاطره می‌اندازد" استوار است، پسندیده است بر نقش پررنگ دولت در آینده در تأمین منابع بیمه‌ی همگانی، به ویژه از محل یارانه‌ها در بند ۹ تأکید شود. به زبان دیگر، تأکید بر تخصیص سهمی از یارانه نقدی خانوار، افزون بر مالیات بر درآمد عمومی یا اختصاصی، می‌تواند در فراهم آوردن منبعی مطمئن در ایجاد حساب پیش پرداخت‌ها در چارچوب نظام بیمه‌ی اجتماعی سلامت، نقش ایفا نماید. در هر صورت، نباید فراموش کرد که هزینه‌های درمان، رشد فزاینده ای دارد و از پیامدهای آن این است که سالانه بیش از دو درصد خانوارها به علت پرداخت هزینه‌های بهداشت و درمان، به زیر خط فقر می‌روند (۱۷).

در هر صورت، ابرروند آینده در حوزه‌ی بیمه‌ی همگانی آن است که نقش دولت‌ها به عنوان پرداخت کننده[1] برجسته شده و دولت نقش محوری و مرکزی[2] در برابر نقش کارفرمایان پیدا خواهد کرد (۱۰۰).

[1] Payer
[2] Centrality

ابرروند دوم:

مراقبت‌های سلامت فرامکان (پزشکی از راه دور، سلامت از راه دور، سلامت همراه)

رشد فزاینده‌ی فناوری دیجیتال و علوم کامپیوتر، امکان دسترسی آگاهانه افراد به گزینش مراقبت‌های سلامت توسط خود (فردگرایانه[1]) را فراهم آورده‌اند (۱۰۱).

امروزه، فناوری‌ها، پیش ران ابرروندی گردیده‌اند که پیش بینی می‌شود بر پایه‌ی این ابرروند، طی دهه‌ی آینده بیش از ۵۰ درصد از مراقبت‌های سلامت، از سوی بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها، به سوی خانه و جامعه، میل خواهد کرد (۱۰۰).

شکل گیری پزشکی از راه دور[2]، سلامت از راه دور[3]، برنامه‌های کاربردی سلامت همراه[4] در قالب تلفن‌های هوشمند[5] و شکل‌گیری شبکه‌های اجتماعی تا حسگرهای زیستی[6]، خواهند توانست مشتریان سلامت را با اطلاعات بیشتر مسلح نموده و آن‌ها را برای تصمیم گیری درحوزه سلامت و مراقبت از خودشان توانمند نمایند. همین فناوری‌ها موجب خواهند شد که درمانگران بتوانند بیماران را در فرامکان‌ها، با گزینه‌های فراوان‌تری تحت درمان قرار دهند (۱۰۰).

سلامت همراه[7] هم اکنون در راه گذار پارادایمی و انفجاری خود است و با خلق نوآوری‌های مرزشکن، چهره‌ی مراقبت‌های سلامت را در آینده تغییر خواهد

[1] Personalized
[2] Telemedicine
[3] Telehealth
[4] Mobile Heath Applications
[5] Smartphones
[6] Biosensors
[7] Mobile Health

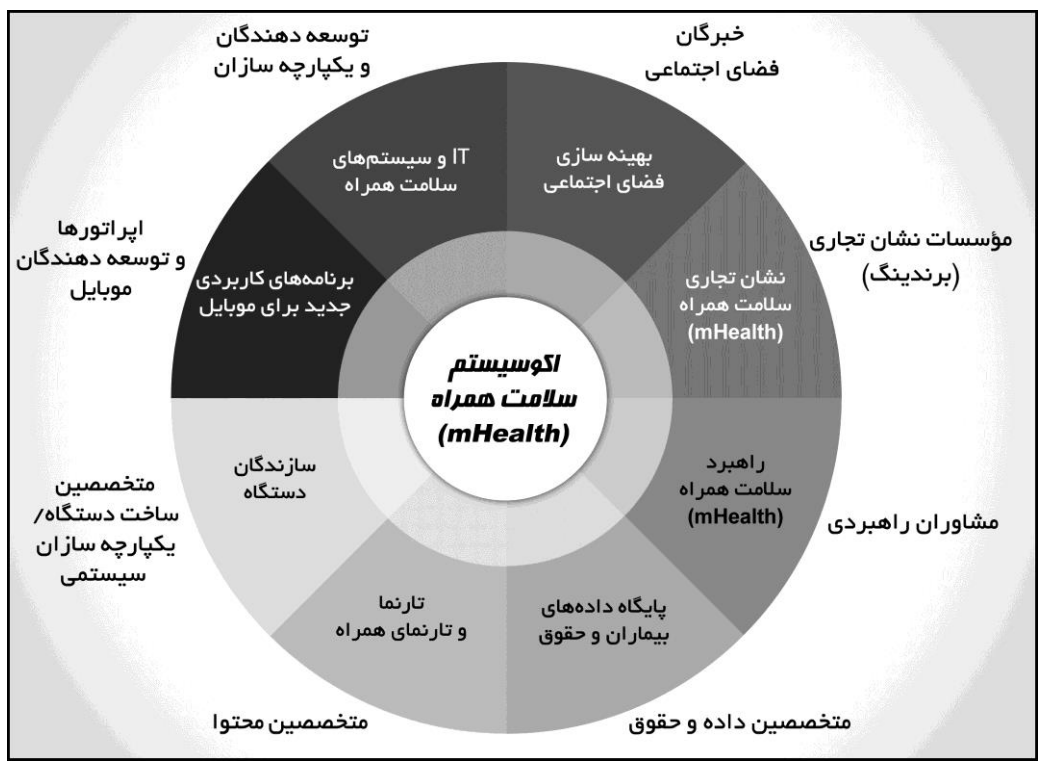
داد (۱۰۲).

برنـامه‌ی رفورم مراقبت‌های ســـلامت آمریکا که توسط دولت اوباما در دست اجرا است، به ویژه برنامه‌ی ACA[1]، موجب تغییر پارادایمی صـــنعت مراقبت‌های ســلامت آمریکا گردیده و این صـــنعت در جســـتجوی برآوردن اهـداف این برنـامه، خود را ســـازگار می‌کند.

پزشـکی از راه دور، سلامت از راه دور و سلامت همراه، از پیش ران‌های این برنامه هستند.

هم اکنون در بسیاری از ایالت‌های آمریکا، قوانینی تدوین شده تا بازپرداخت هزینه‌های خدمات از راه دور سلامت را تضمین نمایند.

ســـلامت همراه، یک مفهوم جدید اســـت که به



شکل ۵۷: اکوسیستم سلامت همراه (mHealth)

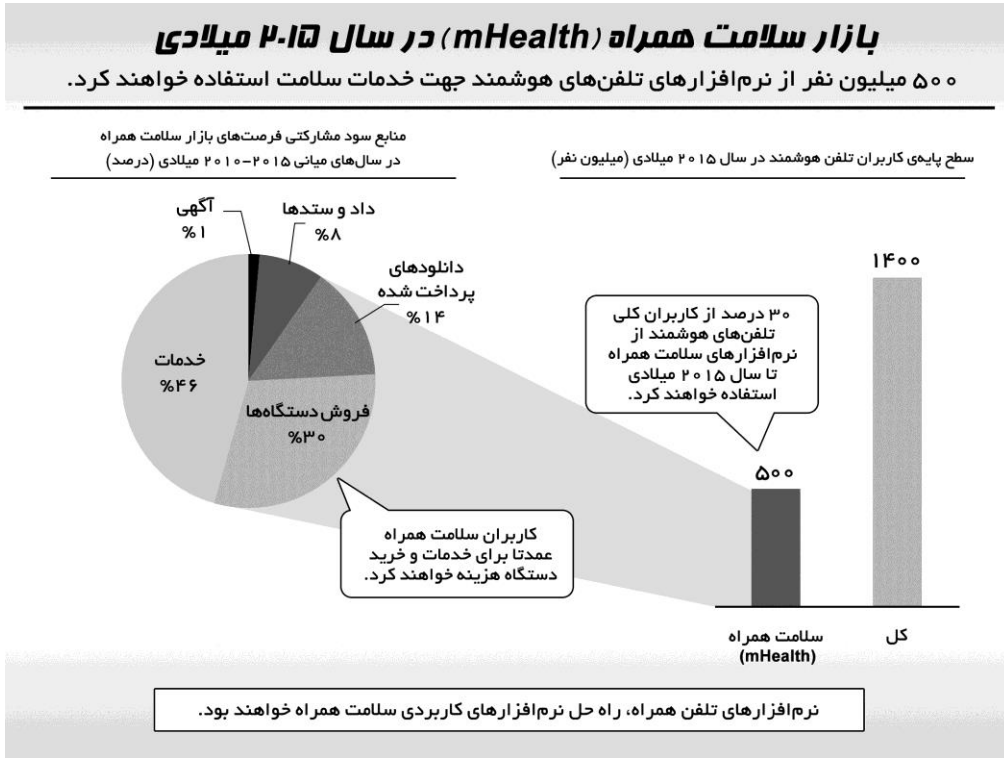
[1] Affordable Care ACT

شکل ۵۸: تلفن‌های هوشمند و سلامت همراه (mHealth)

توصیف خدماتی می‌پردازد که با وسائل ارتباطی همراه پشتیبانی می‌شوند (مانند وسائل مانیتورینگ بیمار به صورت بی سیم، تلفن‌های هوشمند، دستیاران دیجیتالی فردی و رایانه‌های تبلت). نرم‌افزاری تلفن همراه، وسائل و تجهیزات و سنسورهای توأم با تلفن همراه، امکان خلق سلامت همراه را فراهم آورده‌اند. تولید انبوه و بازاریابی تلفن‌های هوشمند طی چند سال گذشته موجب شکوفایی "سلامت همراه" گردیده است. برنامه‌های کاربردی سلامت همراه زیر ساخت نرم افزاری مناسب را برای آمیزش دیجیتالی بیماران فراهم آورده است.

کاربردهای جاری برنامه‌های کاربردی سلامت بر روی ادوات همراه شامل تدارک مستقیم مراقبت‌های سلامت، مانیتورینگ نشانگان حیاتی بیماران، در اختیار قرار دادن اطلاعات بیمار به پزشکان و در مواردی نیز انجام پژوهش‌های بالینی و گردآوری داده‌های مراقبت‌های سلامت جامعه می‌باشند.

حسگرهای ویژه و ادوات گوناگونی که به عنوان



شکل ۵۹: رشد آینده‌ی بازار سلامت همراه (mHealth)

پیوست‌های برنامه‌های نرم‌افزاری سلامت کار می‌کنند، موجب خلق ایده پردازی و نوآوری‌های شگرفی در گستره‌ی مراقبت‌های سلامت شده‌اند.

در هر صورت، امید است که با مدد فناوری، امکان ادغام و یکپارچه‌سازی پزشکی از راه دور و سلامت همراه (به صورت یک فناوری واحد) امکان‌پذیر شود. اما هم اکنون کاملاً پدیدار است که رشد فزاینده و پرسرعت به کارگیری برنامه‌های کاربردی سلامت همراه و تلفن‌های هوشمند، موجب پیش راندن پزشکی از راه دور و سلامت از راه دور خواهند شد. این پدیده، خود پیشگام بازساختارسازی عمده در صنعت مراقبت‌های سلامت خواهد گردید (۱۰۲).

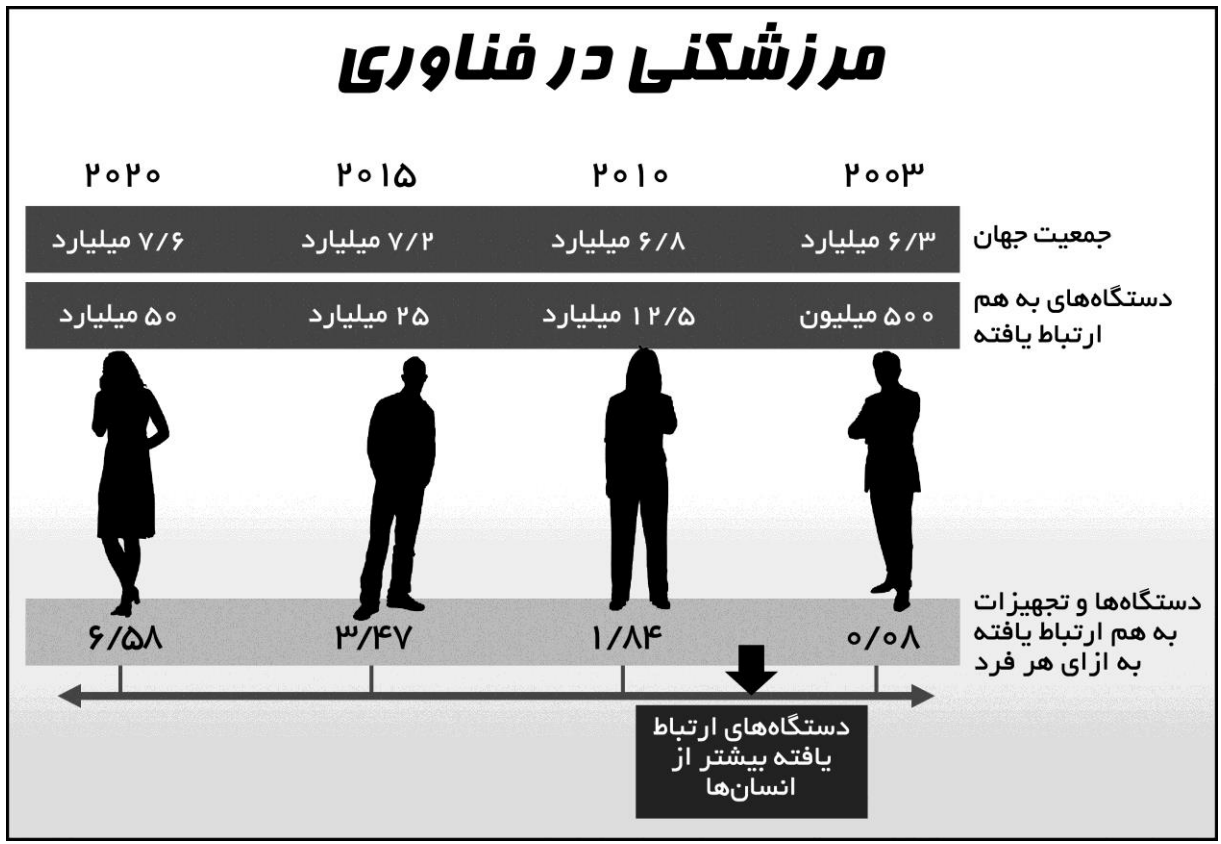
در حقیقت‌پذیرش فناوری سلامت همراه توسط بیماران، موجب افزایش مسئولیت‌پذیری آن‌ها در

ارائـه‌ی خـدمـات ســلامت در قالب خود مراقبتی خواهد شـد و درمان‌ها به صـورت فردگرایـانـه بر پایه‌ی فناوری میل خواهند کرد.

پژوهش‌های جدید نشـــان داده‌اند که کاربرد نظام خود مراقبتی درقالب تلفن‌های هوشمند می‌توانند در مراقبت از بیماری‌های مزمن مانند دیابت، قلب و عروق و سرطان‌ها کارآمد باشند (۱۰۵-۱۰۳).

این تلفن‌های هوشمند در تریاژ بیماران با ســـرطان پوســـت (۱۰۵)، برنامه‌ی خود مراقبتی دیابت و بهبودی در میزان HbA1C آن‌هـا (۱۰۳) و در درک مـراقـبـت‌هـای بـازتوانـایی قلبی (۱۰۴) مؤثر بوده‌انـد و در سـطح مطبوعات علمی پزشـکی شاهد رشد چشـــمگیر و تعجب برانگیز کاربرد تلفن‌های هوشـــمند می‌باشـــیم. در ســـطح آموزش پزشـــکی نیز تلفن‌های هوشـــمند در ارائه‌ی اطلاعـات برای پزشـــکان به صـــورت بازآموزی و برای دانشـجویان به عنوان یک همراه کاری رشد گسترده‌ای داشته‌اند. در یک پژوهش که در ایرلند انجام شده است، ۹۵ درصـــد از انترن‌ها از تلفن‌های هوشـــمند اســـتفاده می‌کرده‌انـد (۱۰۶). همچنین این تلفن‌هـا در ارائـه‌ی خـدمات ســـلامت در ســـطح جمعیت نیز راه یافته‌اند

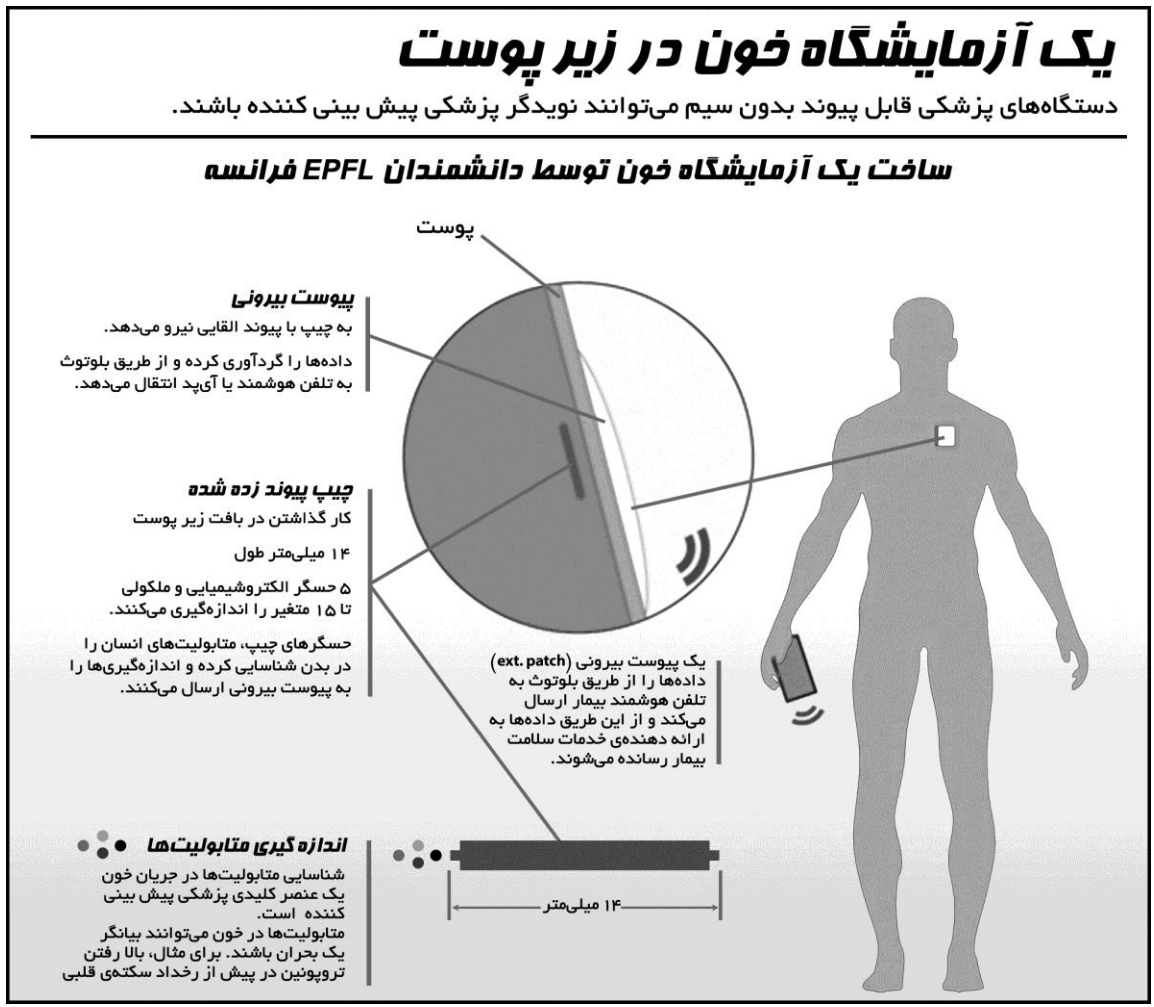
شکل ۶۰: فناوری اطلاعات در گستره‌ی سلامت



شکل ۶۱: رشد فناوری اطلاعات در گذر زمان بر اساس تعداد دستگاه و تجهیزاتی که به هم ارتباط دارند.

(۱۰۷). پیش بینی می‌شود که تا سال ۲۰۲۰، بین ۲۵ تا ۵۰ درصد از داد و ستدهای صنعت مراقبت‌های سلامت، به صورت الکترونیکی بوده و شکل تماس ۲۵ درصد از بیماران با ارائه دهندگان خدمات سلامت، به صورت سلامت همراه با کاربرد تلفن‌های هوشمند و ساعت‌های مچی هوشمند خواهد بود (۱۰۳).

با توجه به اهمیت روزافزون و انقلابی این ابرروند در ارائه‌ی خدمات سلامت، هر چند که در نقشه‌ی تحول نظام سلامت جمهوری اسلامی ایران، به اقدامات لازم جهت ایجاد سامانه‌ی آموزشی جهت افزایش سواد سلامت برای کلیه‌ی افراد جامعه، تجهیز واحدهای ارائه کننده‌ی پزشکی از راه دور و ارتقاء فرهنگ دسترسی



شکل ۶۲: آزمایشگاه خون همراه که توسط دانشمندان فرانسوی اختراع گردیده است.

الکترونیکی مردم به منابع و خدمات سلامت در بسته‌ی ارائه شـده برای فناوری اطلاعات، اشاره شده است ولی متأسفانه در سیاست‌های کلان سلامت، به این ابرروند به شکل ویژه پرداخته نشده است.

ابرروند سوم:

تغییر پارادایم از حجم به ارزش در ارائه‌ی خدمات سلامت

مفهوم ارزش[1]، بـا ارائـه‌ی خـدمات با کیفیت و با هزینه‌ی پایین آمیخته شده است (۱۰۸) این در حالی اســت که در نظام‌های مراقبت کنونی، بحث کیفیت و هزینه، با دشــواری‌های جدی رو به رو اســت. یکی از عمـده‌ترین این مســائل آن اســت که نظام پرداخت کنونی خـدمات ســلامت، مشــوق ارائه‌ی خدمات به صــورت حجم اســت تا بر پایه‌ی ارزش. پزشــکان، بیمارســتان‌ها و دیگر ارائه دهندگان خدمات سلامت با ارائه‌ی خدمات به مردمِ بیشتر، سود و عایدات بیشتری را جـذب می‌کننـد و از این طریق در ایجـاد افزایش هزینه‌های خدمات ســلامت و تورم ســهیم می‌شــوند. چنین اســت که در این فرایند، بهبودی چندانی را در پیامدهای سـلامت شاهد نخواهیم بود. در حقیقت این سـیسـتم سـنتی پرداخت، نتوانسـته است مردم را در سلامت نگهدارد و از کاستن خطاهای پزشکی، عوارض و پرهیز از خدمات غیر ضـروری نیز ناتوان بوده اسـت. امـّا، تغییر انقلابی حرکت از حجم به ارزش در ارائه‌ی خدمات ســلامت و خرید خدمات ســلامت بر پایه‌ی ارزش[2] در فراهم آوردن خـدمـات بـا کیفیـت وکاهش هزینه‌ها، ســودمندی‌های فراوانی را با خود به ارمغان خواهد آورد (۱۱۰-۱۰۹).

نظام ارائه‌ی خدمات سلامت VBP، یک متدولوژی پرداخت است که در ایجاد کیفیت در خدمات از طریق مشـوق‌های پرداختی و ایجاد شـفافیت مؤثر اسـت. در حقیقت، در نظام ارائه‌ی خدمات سلامت، ارزش، تابعی از کیفیت، کارآمدی، ایمنی و هزینه اســت. در VBP،

[1] Value

[2] VBP (Value-Based Purchasing)

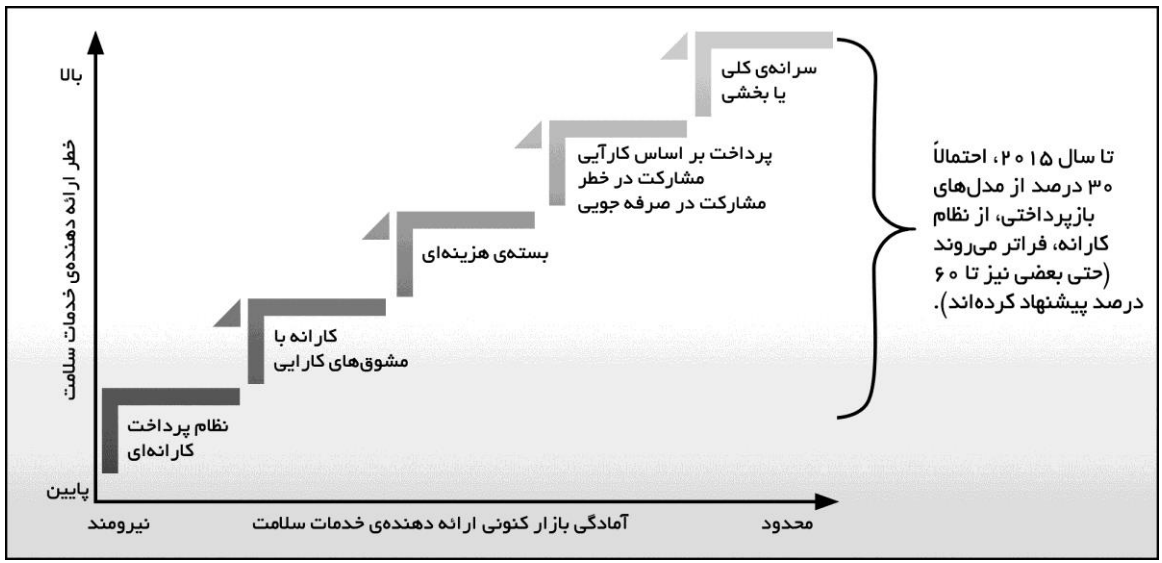
ارائه دهندگان خدمات سلامت برای کیفیت و هزینه‌ی ارائه‌ی خدمات سلامت، پاسخگو[1] می‌باشند. یک نظام از پیش تعریف شده که بر نتایج و پیامدها[2] احاطه دارد و عملکردهای از پیش تعیین شده را مورد سنجش دقیق قرار می‌دهد، بر کارایی VBP نظارت می‌نماید. همچنین در این نظام، مشوق‌هایی برای پرهیز از هزینه‌های گران قیمت، غیر لازم و نامناسب نیز ساختار بندی می‌شود (۱۱۱).

شکل ۶۳: تغییر پارادایم از حجم به ارزش

تغییر پارادایم حرکت از حجم به ارزش[3] با سه پیش ران عمده نیز شتاب گرفته و موجب تغییرات بنیادین در بازار خدمات سلامت خواهد شد. این سه پیش ران شامل:

خود مراقبتی فزاینده است که در جستجوی

[1] Accountable
[2] Out-Come
[3] Volume to Value

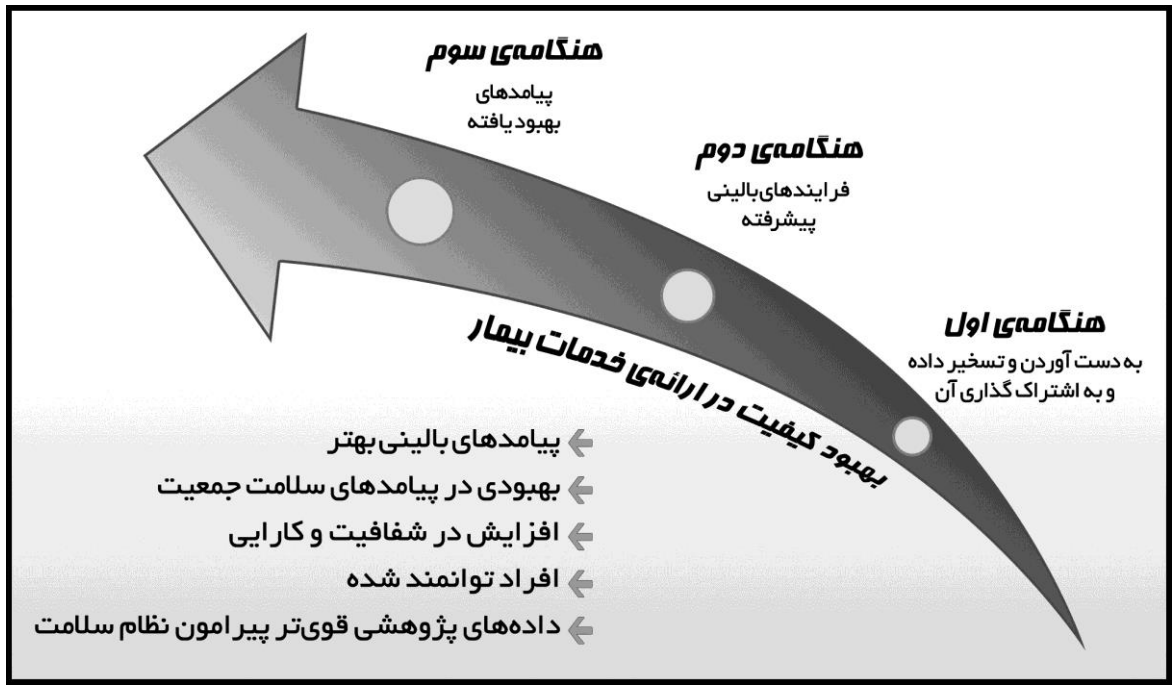


شکل ۶۴: سیر تکاملی مورد انتظار برای عقد قراردادها و مدل‌های بازپرداختی، از پرداخت برای حجم به پرداخت برای ارزش

خدمات پرارزش بوده و از این طریق موجب حذف ۵۰۰ میلیارد دلار فعالیت با ارزش پایین در بازار سلامت آمریکا خواهد گردید و منحنی هزینه‌ی این کشور را مسطح می‌نماید. دومین پیش ران، جنبش به سوی سلامت جامعه است که موجب خلق بازار رشد پاینده‌ی ده‌ها میلیارد دلاری آینده خواهد شد و سومین پیش ران نیز ورود بازیگران جدید بخش‌های فناوری و خرده پا به بازار سلامت است که با رقابت و نوآوری، تنور گرما بخش "سلامت پرارزش" را خواهند افروخت (۱۱۲).

در چرخه‌ی زنجیره‌ی VBP، شیوه‌های سنتی پرداخت خدمات سلامت که مبتنی بر کارانه است جای خود را به شیوه‌های نوآورانه مانند مشارکت در خطر[1]، سرانه[2] و بسته‌های خرید[3] خواهند داد (۱۰۰و ۱۰۹). شیوه‌ی بسته‌های خرید، یک گذرگاه به سوی

[1] Risk Sharing
[2] Capitation
[3] Bundling Agreements



شکل ۶۵: رشد بهبود کیفیت در ارائه‌ی خدمات به بیماران در تغییر پارادایمی سلامت

پرداخت‌های مراقبت جامع خواهد بود که رضایتمندی بیماران ارائه‌ی خدمات پرکیفیت و کم هزینه را نوید می‌دهد (۱۰۹).

همچنین تأکید بر ارائه‌ی مراقبت‌های سلامت، به ویژه در سطح اولیه[1] بر پایه‌ی ارزش که توأم با کاهش هزینه‌ها و افزایش کیفیت خواهد بود، در قلب خود تولد سازمان مراقبت‌های سلامت پاسخگو ACO[2] را نوید خواهد داد (۱۳). مفهوم ACO که توسط الیوت فیشر در سال ۲۰۰۶ میلادی ارائه گردید در رشد نظام‌های ارائه‌ی خدمات یکپارچه[3] که پیش نیاز

[1] Primary Care
[2] Accountable Care Organization
[3] Integrated Delivery System

شکل‌گیری VBP است، راه گشا خواهد بود. نقطه‌ی بحرانی پیاده‌سازی VBP، استاندارسازی و برقراری نظام ارائه‌ی اطلاعات شفاف پیرامون پیامدهای[1] بیمار است (۱۱۱).

خوشبختانه در سیاست‌های کلان سلامت جمهوری اسلامی ایران، در بند ۸ به استاندارسازی، افزایش و بهبود کیفیت و ایمنی خدمات و مراقبت‌های جامع و یکپارچه سلامت با محوریت عدالت و تأکید بر پاسخگویی و اطلاع رسانی شفاف، اثر بخشی، کارایی و بهره وری در قالب شبکه‌ی بهداشتی و درمانی منطبق به نظام سطح بندی و ارجاع، تأکید فراوان شده است و در بند ۹-۷ نیز به اصلاح نظام پرداخت مبتنی بر کیفیت عملکرد، افزایش کارایی، ایجاد درآمد عادلانه و ترغیب انگیزه‌های مثبت ارائه کنندگان خدمات، توجه گردیده است. سوار شدن بر پارادایم حرکت از سوی حجم به ارزش می‌تواند در ارائه‌ی خدمات پرکیفیت و کاهش هزینه‌های سرسام آور سلامت، نقش مهمی را ایفا نماید. برای مثال، حرکت از سوی پرداخت کارانه که در سیستم مدیکیر آمریکا انجام می‌گیرد (و مبتنی بر پرداخت به خدمات فراوان پرهزینه و پیچیده‌ی پزشکی است) به سوی VBP می‌تواند ۲۱۴ میلیارد دلار طی ۱۰ سال آینده، هزینه‌ها را کاهش دهد (۱۱۱).

[1] Outcomes

ابرروند چهارم:

خلق داده‌های بزرگ و تبدیل داده‌های بزرگ به دانش سلامت (BD2K)

همزمان با پیشـرفت فزاینده‌ی فناوری و ابزارهای زیسـت پزشـکی، انبوه فزاینده‌ای از داده‌های زیستی و سلامت، در حد بسیار پیچیده فراهم خواهد شد. از این رو، وجود فنـاوری برای دیجیتـالی کردن داده‌های هر فرد بیمـار کـه در حـد گیگا بایت داده‌ی پزشـــکی و بیولوژیک دارد، بسیار حیاتی می‌باشد (۱۱۴و ۱۱۵).

از ســـوی دیگر، امکـان مـدیریت تبدیل داده‌های بزرگ بـه دانش (BD2K)، یـک چـالش فرا روی علوم زیســـت پزشـــکی آینده اســـت. در حقیقت، برآمدن بر چـالش تبدیل داده‌های بزرگ، وظیفه‌ی اســـاســـی پزشـــکی آینده خواهد بود (۱۱۶). هم اکنون بنیاد ملی سـلامت آمریکا در چارچوب برنامه‌ی آینده‌نگرانه‌ی خود کـه از ســـال ۲۰۱۳ میلادی آغاز کرده اســـت، تلاش می‌کند که کاربرد داده‌های زیسـت - پزشکی را تسهیل کرده، شیوه‌های تحلیل داده‌ها و نرم افزارهای مربوطه را توسعه داده و در تربیت نیروی انسانی رشته‌های وابسته بـه آنـالیز داده در مقیاس بزرگ اهتمام ورزیده و مراکز تعالی را برای داده‌های بزرگ زیسـت پزشکی بنیان نهد (۱۱۵). این برنامه‌ی جدید بنیاد ملی ســـلامت آمریکا، می‌تواند تحول عظیمی را در پژوهش‌های زیست پزشکی و مراقبـت‌های ســـلامت ایجاد کند؛ زیرا تلاش می‌کند داده‌هـای بزرگ را بـه دانش کنش‌پـذیر جهـت ارتقـاء سلامت وتوسعه‌ی علم تبدیل نماید (۱۱۷).

همانگونه که شرکت IBM بیان کرده است، تلاش برای فنـاوری تبـدیل داده‌های بزرگ به دانش موجب پیدایش بینش کامل نسبت به بیماران، هماهنگ‌سازی مراقبت‌های سـلامت و انجام پرداخت‌ها بر اساس مدل پیامد محور[1]، مدیریت ســلامت جامعه و درگیر نمودن

[1] Outcomes-Based

شکل ۶۶: دیاگرام شماتیک از تیپ‌های گوناگون میلیاردها نقطه داده‌ی دیجیتالی که در ۱۰ سال آینده بخشی از پرونده‌ی پزشکی یک بیمار خواهند شد. توجه نمایید که داده‌ها، گستره‌ای متنوع را به خود اختصاص می‌دهند که از داده‌های ملکولی و سلولی تا داده‌های پرونده‌ای پزشکی کلاسیک و اثرهای زیست محیطی که بر شبکه‌های اجتماعی اثر می‌گذارند را شامل می‌شود.

بیماران می‌شود. در حقیقت این تلاش موجب برقراری نظام‌های مراقبت از سلامت به شکل پایدار شده و در بهبودی مراقبت‌های سلامت و پیامدها و افزایش دسترسی به خدمات سلامت، نقش مهمی را بازی خواهد کرد (۱۰۰). زیر ابرروندهای[1] مهم این ابرروند شامل موارد زیر می‌شوند:

۱/ کاربرد پویای اطلاعات برای بهبودی در تصمیم‌گیری که موجب بهبودی در فرایندهای برنامه‌ریزی، مدیریت کارآمد جامعه و خلق فرصت‌های عظیم برای نوآوری می‌شود.

[1] Sub-Megatrends

۲/ در هم آمیزی و یکپارچه‌سازی مجموعه‌ی داده‌های دموگرافیک، ملکولی و بالینی برای توسعه‌ی شرکت‌های دارویی و تجهیزات پزشکی جهت ایجاد پیوند میان این شرکت‌ها و ارائه دهندگان خدمات سلامت و دسترسی به ملاحظات ایمنی و استانداردها و ارائه‌ی خدمات به صورت هزینه اثربخش، اثر خواهد گذاشت.

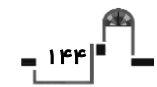
۳/ داده‌های بزرگ، انجام کارآزمایی‌های بالینی را تسهیل نموده و در ایجاد نتایج قابل اعتماد و فراهم آوردن بسترهای پژوهشی، انقلابی شگرف ایجاد خواهند کرد (۱۰۰).

از آن‌جا که برای گذار به انقلاب داده‌های بزرگ، بسترسازی فناوری اطلاعات سلامت[1] اجتناب ناپذیر است، ARRA[2] آمریکا، ۱۹ میلیارد دلار را به صورت هزینه و معافیت‌های مالیاتی جهت سازگارمندی ارائه‌دهندگان خدمات سلامت با فناوری اطلاعات سلامت در نظر گرفته است.

بی شک، بهبودی در فناوری اطلاعات سلامت نه تنها می‌تواند موجب بهبودی در پیامدها و کاهش هزینه‌های همراه با رضایتمندی بیماران شود بلکه اشتباهات پزشکی را کاهش داده و هزینه‌های مدیریتی را نیز تقلیل دهد (۳).

هر چند که در نظام سلامت و محورهای چشم‌انداز نقشه‌ی علمی کشور به "مدیریت اطلاعات و دانش سلامت" به عنوان زیرساخت نگریسته شده است و در راهبردهای کلان نقشه‌ی علمی کشور به "یکپارچه‌سازی نظام طبقه بندی، حفظ و نگهداری موجودی دانش ملی در حوزه‌ی سلامت" پافشاری شده است ولی در سیاست‌های کلی سلامت، به هیچ بند ویژه‌ای که به مقوله‌ی فناوری اطلاعات سلامت پرداخته باشد تا راه را برای انقلاب داده‌های بزرگ فراهم نماید، به چشم نمی‌خورد. از آنجا که بدون‌پذیرش انقلاب داده‌های بزرگ و تحول در فناوری اطلاعات سلامت و بیوانفورماتیک، امکان زیست و تنازع بقاء در هزاره‌ی جدید، چالش برانگیز خواهد شد (۱۲۲-۱۱۸)، پرداختن به این مقوله در برنامه‌های کلان سلامت، بسیار حیاتی می‌باشد.

[1] Healh Information Technology
[2] The American Recovery and Reinvestment Act of 2009


۱۴۴

ابرروند پنجم:

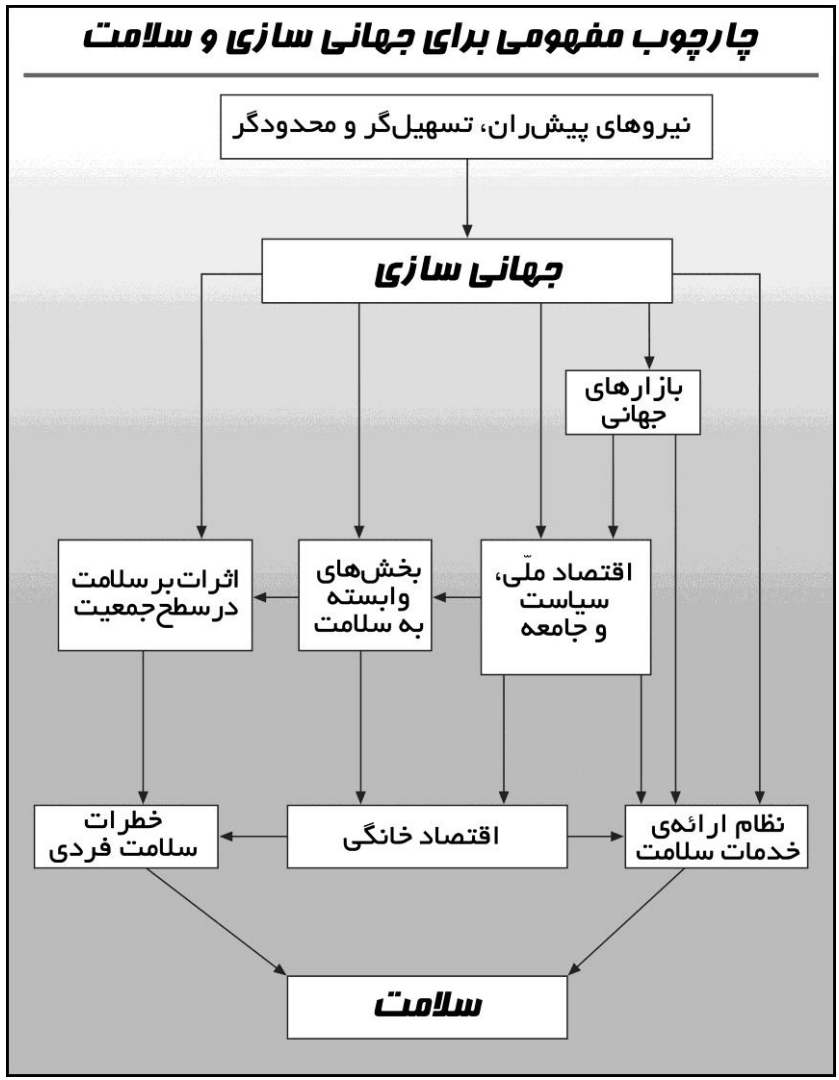
جهانی‌سازی در خدمات سلامت و شکل گیری توریسم پزشکی

بر اساس مطالعات دانشگاه پرینستون، جهانی‌سازی در کنار رشد اقتصادی، در سلامت جامعه سودمند بوده و چنانچه جریان خدمات سلامت از سوی کشورهای پیشرفته به فقیر ادامه یابد می‌تواند در سلامت کل جهان نقش مهمی را ایفا نماید (۱۲۳). از این رو، جهانی‌سازی یک چالش کلیدی در برابر سیاست‌گذاران سلامت و ارائه دهندگان خدمات سلامت خودنمایی می‌کند. هر چند در طی سه دهه‌ی گذشته شاهد شکل‌گیری این ابرروند و تأثیر غیرمستقیم آن بر روی اقتصاد ملی، خانگی و بخش‌های وابسته به سلامت مانند آب، بهسازی و آموزش و اثر مستقیم آن بر روی عوامل خطرساز فردی و جمعیتی و سیستم مراقبت‌های سلامت بوده‌ایم (۱۲۴) ولی در این ابرروند، بحث بر روی ارائه‌ی خدمات سلامت در مقیاس جهانی است و به بحث اثر جهانی‌سازی بر روی سلامت نمی‌پردازد؛ به زبانی دیگر، این ابرروند از شکل گیری ارائه‌ی کالای خدمات سلامت در گستره‌ی اقتصاد جهانی و به ویژه در اقتصاد دانایی محور تمرکز دارد.

رشد اقتصاد جهانی، موجب خواهد شد که با شکل گیری طبقه‌ی متوسط در کشورهای در حال رشد و اقتصادهای نوپا[1]، مردم این کشورها به جستجوی کالای پرکیفیت خدمات سلامت پرداخته و مرزهای ملی خود را در نوردند. از سوی دیگر، این حرکت همیشه از سمت کشورهای در حال توسعه به سوی کشورهای پیشرفته نخواهد بود بلکه با افزایش

[1] Emerging

هزینه‌ی سرسام آور خدمات سلامت در کشـــورهای پیشـــرفته، ممکن اســـت طبقـه‌ی متوســـط این کشـــورهـا به کشـورهای دیگری که خدمات سلامت را بـا هزینـه‌ی کمتری ارائـه می‌دهند، میل کنند. بر این اســـاس، در ســـال ۲۰۱۲ میلادی حدس زده می‌شـود که بیش از ۱/۶ میلیون نفر از آمریکـایی‌ها در جسـتجوی درمان‌های کم هزینه‌تر، در قالب توریسم پزشکی، به کشورهای دیگر مسافرت کرده باشند (۱۲۵).



شکل ۶۷: چارچوب مفهومی برای جهانی‌سازی و سلامت

هر چند که توریسـم پزشکی یک مفهوم اواخر قرن بیسـتمی اسـت ولی رشد فزاینده و سرسام آور آن را در این هزاره شـــاهـد خواهیم بود (۱۲۶). در جریان توریسـم پزشـکی، کشـور صادر کننـده‌ی خـدمـات ســـلامـت نه تنها ذخیره‌ی ارزی خود را فزونی می‌دهـد بلکه از فرار مغزها نیز جلوگیری می‌کند و کشـور وارد کننده‌ی خدمات سـلامت نیز فشـار بر هزینه‌های خدمات سـلامت خود را کاسـته و لیسـت انتظار بیماران برای خدمات پیچیده را کاهش می‌دهد؛ هر چند که در این مسیر ممکن است اعتبار کیفیتی و

شکل ۶۸: افزایش توریست پزشکی (از آمریکا به کشورهای دیگر)

قانونی خود را خدشه دار کند (۱۲۷). با تمام این سودمندی‌ها و خطرات، کشورها با زیر پا گذاشتن تعهدات نظام‌مند پیشین، مانند گات[1]، کم کم وارد تعهدات دو جانبه و چند جانبه با کشورهای دیگر شده‌اند (۱۲۷).

در حقیقت در هزاره‌ی جدید، فشار بازار سلامت برای فعالیت در گستره‌ی جهانی و ارائه‌ی خدمات، به شکل فزاینده‌ای در حال رشد است، به گونه‌ای که نظام‌های ارائه‌ی خدمات سلامت ملی نمی‌توانند این نیروها را کنترل نمایند. بی شک این روند نه تنها در کشورهای در حال توسعه بلکه در کشورهای صنعتی نیز اثر شگرف خود را نمایان خواهد کرد (۱۲۸).

اصولاً بحث جهانی‌سازی و سلامت از دو زاویه قابل تعمق است. از یک بُعد اثر جهانی‌سازی بر سلامت

[1] GATS

جامعه است و از بُعد دیگر اثر آن بر ساختار و عملکرد نظام‌های سلامت می‌باشد. همانگونه که اشاره شد اثر عمومی جهانی‌سازی بر سلامت با تمام خطرات شناخته شده مانند حرکت محصولات، پاتوژن‌ها و توکسین‌ها از مرزهای جغرافیایی و محیط‌های تعریف شده‌ی مراقبت بیماران و ایجاد شرایط پیچیده (۱۲۹)، توانسته است بر شرایط سلامت بعضی از جوامع انسانی اثرات سودمندی را حکم‌فرما کرده و امید به زندگی را در این جوامع افزایش دهد (۱۳۰).

در کشور ما نیز نیاز است که در سطح کلان به فرصت‌ها و تهدیدات برخاسته از جهانی‌سازی توجه خاص عنایت شود و این موضوع به تعریف ساختارهای جدید در سطح وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی نیاز دارد. امروزه بحث پاندمی‌های جهانی و گذر ویروس از مرزهای جغرافیایی، فشار فزاینده‌ی بسیاری را بر اقتصادهای محلی و منطقه‌ای ایجاد می‌کند و برای چیرگی بر این خطر جهانی، عملکرد بسیار هماهنگی نیاز است.

از سوی دیگر، با رشد طبقه‌ی متوسط کشور و افزایش رشد اقتصاد ملی، این طبقه بازار خوبی برای شرکت‌های دارویی چند ملیتی و بزرگ خواهند بود که

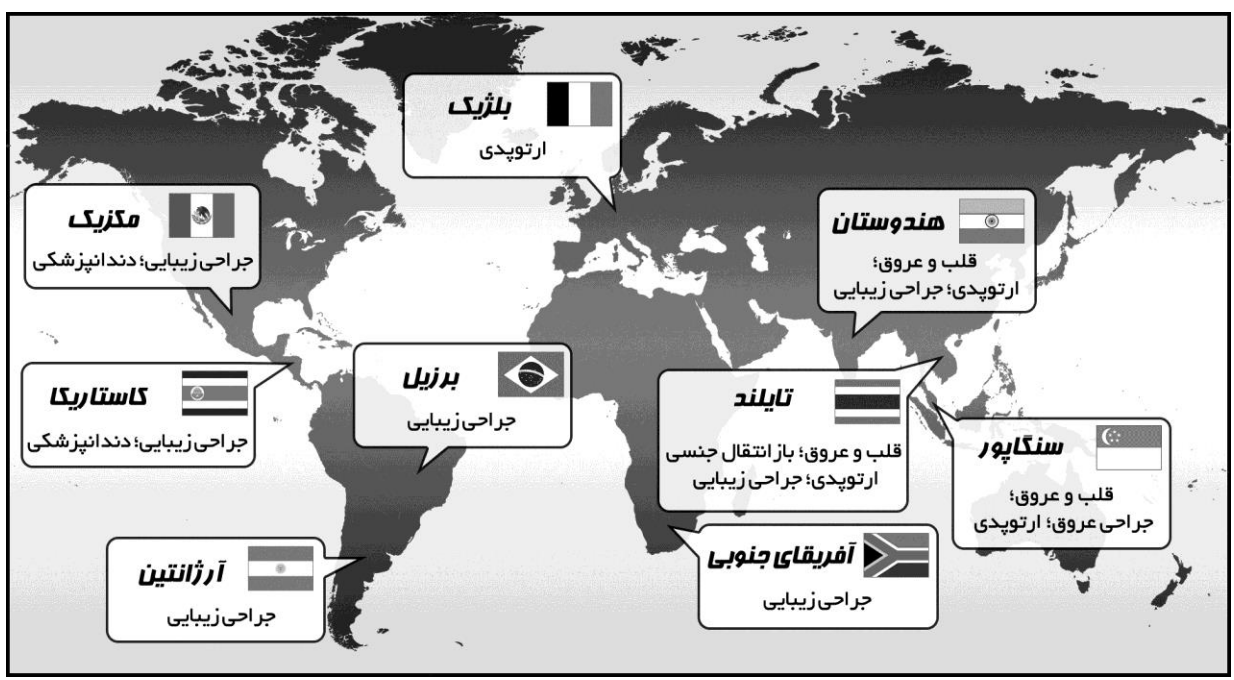
هزینه‌ی جراحی‌ها در کشورهایی که مورد استفاده‌ی توریسم پزشکی قرار می‌گیرند در مقایسه با آمریکا

نوع جراحی	ایالات متحده	هندوستان	تایلند	سنگاپور
بای پس قلبی	۱۳۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۱۰۰۰	۱۸۵۰۰
تعویض دریچه‌ی قلب	۱۶۰۰۰۰	۹۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۲۵۰۰
آنژیوپلاستی	۵۷۰۰۰	۱۱۰۰۰	۱۳۰۰۰	۱۳۰۰۰
تعویض مفصل ران	۴۳۰۰۰	۹۰۰۰	۱۲۰۰۰	۱۲۰۰۰
هیسترکتومی	۲۰۰۰۰	۳۰۰۰	۴۵۰۰	۶۰۰۰
تعویض مفصل زانو	۴۰۰۰۰	۸۵۰۰	۱۰۰۰۰	۱۳۰۰۰
فیوژن ستون فقرات	۶۲۰۰۰	۵۵۰۰	۷۰۰۰	۹۰۰۰

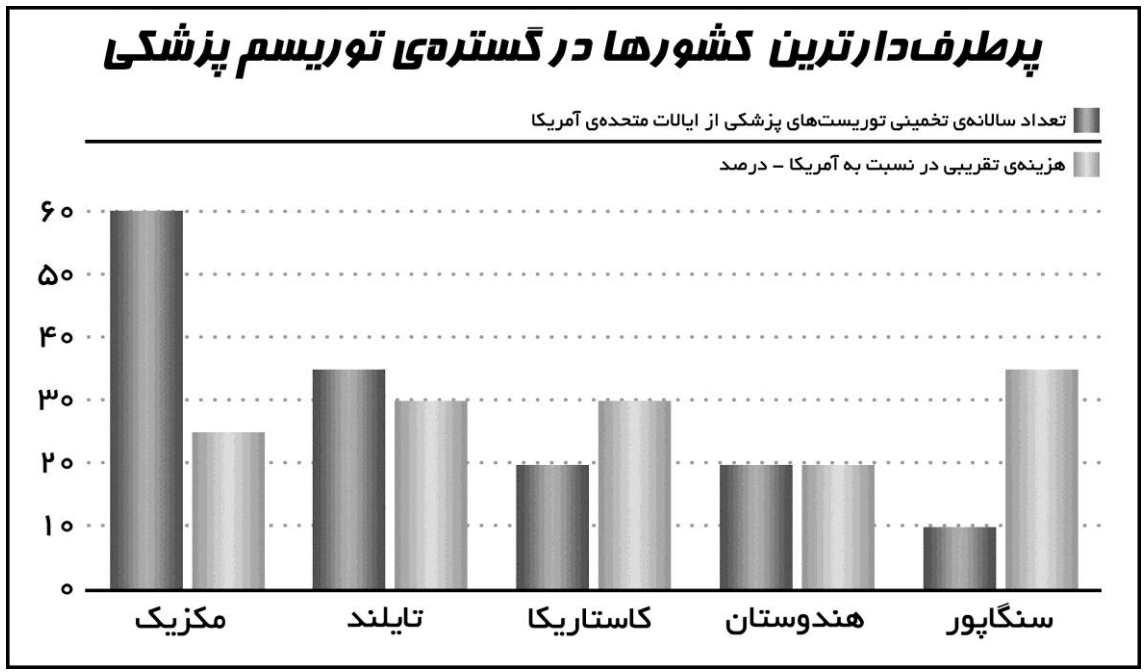
(هزینه‌ها به دلار آمریکا)

شکل ۶۹: مقایسه‌ی هزینه‌های جراحی در کشورهای گوناگون که عرصه‌ی توریسم پزشکی هستند.

داروهـای برند خود را در فراتر از قالب‌های ژنریک و با ارائه‌ی خدمات پزشـکی از راه دور ارائه دهند. از سوی دیگر همین طبقـه می‌توانـد در آینده جویای خدمات سلامت در فراتر از مرزهای ملّی باشد. از این رو، تدوین نظام قانونی و بهداشـتی ملّی (برای پاسـخگویی به این روند) در ساختار سیاست‌های کلان سلامت، نیاز است. برعکس این پـدیـده، همـانگونـه کـه در بنـد ۱۴ سیاست‌های کلان جمهوری اسلامی ایران، جایگاه برتر در منطقه‌ی جنوب غربی آسیا را هدف قرار داده است، می‌توان رسـیدن به این مکان را به صورت یک فرصت برای اقتصاد ملی مطرح نمود. به زبان دیگر، می‌توان با تعریف سـاختارها و سیاست‌های آینده‌نگرانه نسبت به طراحی و پیاده‌سازی زیر ساخت توریسم پزشکی برای کشـورهای خاورمیانه، آسـیای میانه و قفقاز و حتی تا شـرق مدیترانه برنامه ریزی کرد. گسـتره‌های پزشکی زیـبـایـی، جـراحی، دنـدانپزشـکی، بیمـاری هـای



شکل ۷۰: کشورهای فعال در عرصه‌ی توریسم پزشکی



شکل ۷۱: کشورهای فعال در توریسم پزشکی در سطح جهان

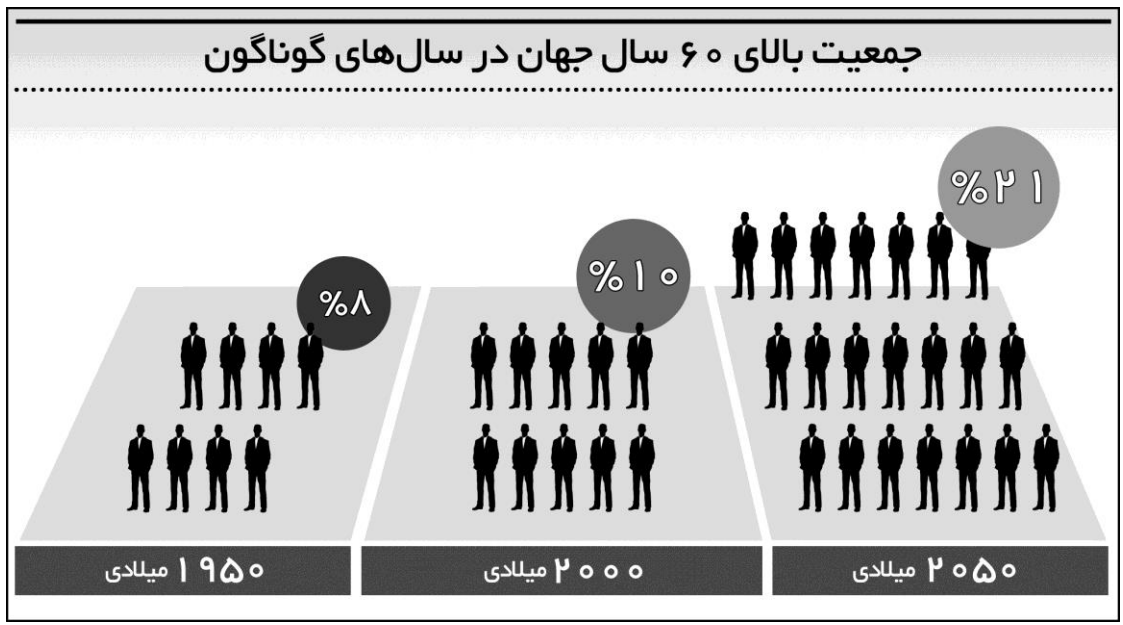
قلبی - عروقی، ارتوپـدی و ســـرطـان را می‌توان از جنبه‌های برجسته در این توریسم قلمداد نمود (۱۰۰). همچنین می‌توان هوشـــمندانه نســـبت به صـــادرات پرجذبه‌ی گیاهان دارویی و داروهای طب ســـنتی، در کنار صادرات داروهای با ارزش افزوده بر پایه‌ی فناوری نوین، به کشـــورهای با اقتصـــاد در حال رشـــد منطقه، برنامه ریزی کرد. از این رو برای‌پذیرش فرصـــت‌های فرا روی این ابرروند، بایســـتی در طراحی ســـیاست‌های کلان سلامت، از سو گیری قالب‌های سنتی "جایگزینی واردات"، به ســـوی قالب‌های نوآورانه در اقتصـــاد نوین جهانی، یعنی اقتصاد دانایی محور میل نمود.

ابرروند ششم:

سالمندان و کشش بر نظام سلامت

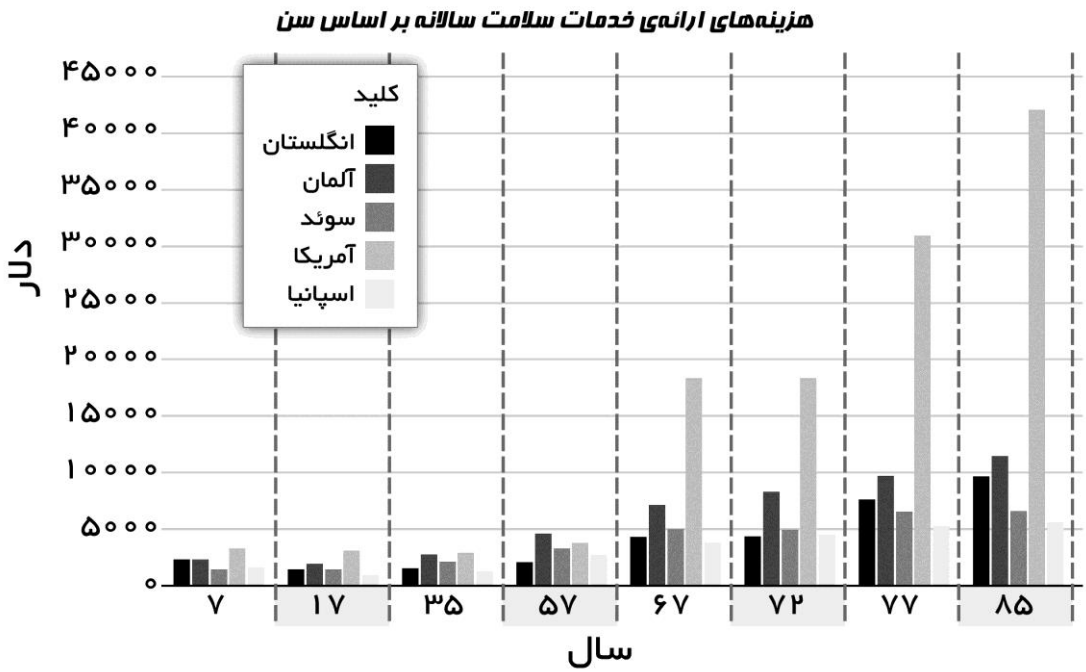
پیر شـــدن جمعیت موجب می‌شـــود که عمده‌ی جـامعـه از بیمـاری‌های مزمن، بیماری‌های با هزینه‌ی درمان بالا و ناتوانی‌های جســـمی و عملکردی در رنج قرار گیرد. این فرایند، بر نظام‌های مراقبت از ســـلامت فشار عظیمی ایجاد خواهد کرد (۱۲۵).

در حقیقت افزایش جمعیت ســـالمند به گونه‌ای خواهد بود که در ســـال ۲۰۵۰ میلادی، ۸۰ درصـــد از سالمندان در کشورهای در حال توسعه زندگی خواهند کرد و در خوشبینانه‌ترین حالت نیز یک پنجم جمعیت ایران و در بـدبینانه‌ترین حالت، یک چهارم ایرانیان در



شکل ۷۲: در سال ۲۰۵۰، بیش از یک پنجم جمعیت جهان، بالای ۶۰ سال عمر خواهند داشت.

هزینه‌ی خدمات سلامت: ایالات متحده‌ی آمریکا بیش از همه برای سالمندان می‌پردازد.



شکل ۷۳: مقایسه‌ی هزینه‌های خدمات سلامت سالانه در کشورهای گوناگون بر اساس سنین بیماران

سال ۲۰۵۰ میلادی، سالمند خواهند بود (۱۳۱). در حال حاضر ۸/۲ درصد جمعیت کشور را سالمند تشکیل می‌دهد و در سال ۱۴۲۰ خورشیدی حدود ۱۸ تا ۲۰ میلیون نفر از جمعیت کشور سالمندان خواهند بود (۱۳۲).

بر اساس نتایج بار کلی بیماری‌ها در سال ۲۰۱۰ میلادی، سالمند شدن جمعیت ایران یکی از سه عاملی است که بر پیکره‌ی نظام سلامت، اثر عظیمی را وارد می‌کند (۱۳۳). به دلیل میزان فزاینده‌ی سرعت پیر شدن جمعیت ایران، پیش بینی می‌شود در دهه‌های آینده، هزینه‌ی سلامت در ایران رشد بسیار بالایی را از خود نشان دهد (۱۳۴).

هر چند که در طب سنتی ایران از ۱۰۰۰ سال پیش، شیوه‌های متنوعی برای مدیریت سالمندی

برقرار بوده است (۱۳۵) ولی به نظر می‌رسد که با پیر شدن جمعیت کشور، باید ارائه‌ی مدل‌های مدیریتی مراقبت و یکپارچه‌سازی شیوه‌های سلامت رفتاری، مدّ نظر قرار گیرند (۱۰۰). با توجه به بار سنگین هزینه‌های مراقبت از بیماری‌های مزمن در دوران سالمندی و پیر شدن پرسرعت جمعیت ایران و فشار مضاعف بر نظام مراقبت‌های سلامت کشور، بایستی در سیاست‌های کلان سلامت کشور، به ابرروند پیر شدن جمعیت و فشار بر نظام مراقبت‌های سلامت، توجه ویژه شود و استراتژی پیشنهادی منطقه‌ی مدیترانه شرقی سازمان بهداشت جهانی در زمینه‌ی مراقبت از سلامت سالمندان، در متن سیاست‌ها گنجانده شود. اساس این استراتژی‌ها، تأکید بر هماهنگی‌های بین بخشی، ادغام مراقبت‌های سلامت سالمندان در سیستم ارائه‌ی خدمات بهداشتی کشور، شبیه‌سازی مراقبت از سالمندان به صورت یک مدل کلی مشتمل بر خدمات اجتماعی - اقتصادی و شناسایی نقش PHC در ارائه‌ی بخش عمده‌ی مراقبت از سلامت سالمندان در کشورهای عضو با تأکید بر جمعیت روستایی است (۱۳۶).

در هر صورت، گستره‌ی پرداختن به سالمندی و نقش ارائه‌ی نظام سلامت کشور در پاسخگویی به نیازمندی‌های پزشکی و عملکردی آن‌ها، به ارائه‌ی مدل‌های نوآورانه نیاز دارد.

ابرروند هفتم:

تحول در نظام آموزش پزشکی

در قرن بیستم، همیشه به آموزش پزشکی به گونه‌ای نگریسته می‌شد که می‌بایست خود را با ابرروندها هماهنگ سازد و اینگونه برآورد می‌شد که روندهای مالیه و نیروهای اقتصادی و تحولات اجتماعی می‌توانند چه اثراتی بر آموزش پزشکی بگذارند (۱۳۷). اما دیدگاه قرن بیست و یکمی تغییر کرده است و نه

شکل ۷۴: گذرگاه‌های تحول در آموزش پزشکی در سال ۲۰۱۵ میلادی

تنها به بررسی ابرروندهای گستره‌ی سلامت که بر آموزش پزشکی اثر می‌گذارند (مانند پیر شدن جمعیت و ظهور فزاینده‌ی بیماری‌های مزمن) پرداخته می‌شود (۱۳۸)، بلکه بحث تحول در نظام آموزش پزشکی که در حال روی دادن است، خود نیز به صورت یک ابرروند بسیار پراهمیت، در گستره‌ی سلامت جلوه نموده است (۱۳۹).

در بحث تحول در نظام آموزش پزشکی، شاهد بازتعریف صفات یک پزشک خوب هستیم. به اینگونه که نقش سنتی پزشک که بر برج عاج نشسته (مدل فرمانروایانه) به مدل همکاری و مشارکتی با بیمار تبدیل شده است. به زبان دیگر، طب پزشک محوری به طبابت بر پایه‌ی بیمار محور[1]، تغییر ماهیت خواهد داد. از سوی دیگر، به دلیل پیچیدگی ارائه‌ی خدمات سلامت در هزاره‌ی جدید و باز شدن گستره‌های جولان برای پزشکان و تیم درمانگران، مفهوم رهیافت میان رشته‌ای در آموزش پزشکی معنا می‌یابد. همچنین از تحولات دیگر در آموزش پزشکی، تغییرات در گستره‌ی فضای آموزشی است؛ به اینگونه که یک جا به جایی فزاینده از فضای بیمارستانی به سرپایی شاهد خواهیم بود. به صورتی که درگیری نهادهای پزشکی مبتنی بر جامعه و مطب‌های خصوصی در امر آموزش پزشکی، فزونی خواهند یافت و مشوق‌هایی برای کسانی که در راه آموزش پزشکی مبتنی بر جامعه[2] تلاش می‌کنند، در نظرگرفته خواهد شد (۱۴۰). همزمان با مطرح شدن بحث پزشکی فردگرایانه و مراقبت‌های سلامت فردگرایانه[3]، چگونگی ادغام دستاوردهای فناوری‌های اُمیکس مانند ژنومیکس در عرصه‌ی آموزش پزشکی نمایان خواهد شد (۱۴۱). بازتأکید می‌شود که در فراتر از بحث فناوری‌های نوین، موضوع برجسته در تحول آموزش پزشکی قرن بیست و یکم، مقوله‌ی سلامت جامعه است. زیرا به پزشکانی نیاز خواهیم داشت که لازم است ضمن داشتن مهارت‌های موجود در دوران بیماری‌های حاد (که در قرن بیستم با آن مواجهه بودیم)، بتوانند مهارت‌های لازم برای چیرگی بر دوران بیماری‌های مزمن پیچیده

[1] Patient-Centered
[2] Based Community
[3] Personalized Healthcare

(که در قرن بیست و یکم با آن‌ها دست و پنجه نرم می‌کنیم)، نیز به دست آورند. تنها از این طریق است که آموزش‌گران جامعه‌ی پزشکی می‌توانند پیمان خود را که با جامعه بسته‌اند تا بیماران را از بار بیماری‌های آزار دهنده رها نمایند، به انجام برسانند (۱۴۲). از این رو، رسیدن به نقطه‌ی بهینه در آموزش پزشکی،

شکل ۷۵: کمیته‌ی راهبری ژنرالیست‌های آموزش پزشکی، ۱۰ روند را در آموزش پزشکی برای زمینه‌ی همایش سال ۲۰۰۸ میلادی خود در سان آنتونیو برگزیدند. این ابر روندها در تصویر توصیف شده‌اند.

سلامت فرد و تمام جامعه است که در نوشتن برنامه‌های آموزش پزشکی و آموزش مداوم انعکاس یافته است (۱۴۵-۱۴۳). طراحان استراتژی تحول در نظام سلامت آمریکا که با دولت اوباما همکاری می‌کنند، اعتقاد به این دارند که شش ابرروند با انجام دکترین اوباماکر[1] روی خواهد داد که تحول در آموزش پزشکی یکی از آن‌ها می‌باشد. آن‌ها بر این باورند که تا سال ۲۰۲۵ میلادی، آموزش پزشکی به چهار شیوه‌ی زیر دچار تحولات بنیادین خواهد شد:

۱/ آموزش پزشکی به سه سال تعدیل خواهد یافت و دوران آموزش تخصصی نیز کوتاه‌تر خواهد شد.

۲/ نیمی از دوران بالینی در دانشکده‌های پزشکی، در بیرون از بیمارستان‌ها انجام خواهد شد.

۳/ پرستاران، داروسازان و کارکنان امور اجتماعی با دانشجویان پزشکی در سیستم تربیتی چند حرفه‌ای[2] ادغام خواهند شد.

۴/ در هم آمیزی رسمی آموزش در گستره‌های سلامت جمعیت و مهارت‌های مدیریتی مربوطه با آموزش پزشکی روی خواهد داد (۱۳۹).

خوشبختانه، برنامه‌ی ادغام آموزش پزشکی در گستره‌ی سلامت جامعه در کشورمان پیشینه داشته و دارای تجربیات مثبت و منفی برجسته‌ای است که می‌توان با برداشت این تجربیات (مانند پزشکی جامعه نگر)، نسبت به تدوین سیاست‌های کلان و بازنگری در برنامه‌های آموزش پزشکی کشور اهتمام ورزید. به زبان دیگر، طی دو دهه‌ی گذشته، کشور عزیزمان به تجربیاتی گرانقدر در این زمینه دست یافته است و دارای بستر و زیر ساخت بسیار مناسبی است که شاید نتوان نمونه‌ی آن را در هیچ کشوری دیگر یافت. از این رو در سیاست‌های کلان سلامت، پافشاری بر وجود این پتانسیل‌ها و برنامه‌ریزی‌های کلان حول نقاط درخشان و پردستاورد آن‌ها (در عرصه‌ی سلامت فردی و سلامت جامعه)، بسیار خالی بوده و خلأ آن به خوبی احساس می‌شود.

---

[1] Obamacare

[2] Multi-Professional

ابرروند هشتم:

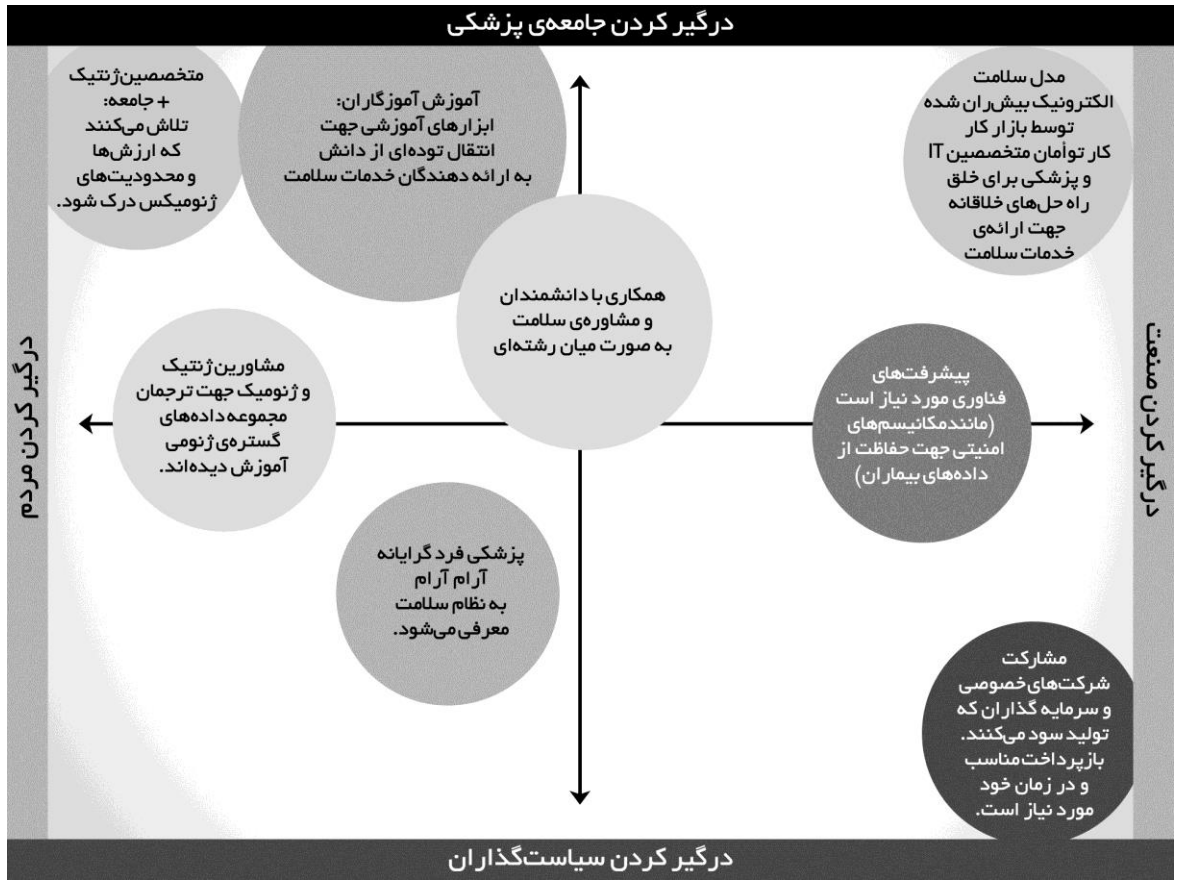
مردم شرکاء ارائه‌ی خدمات سلامت خواهند بود؛ شکل‌گیری پزشکی مشارکتی

توانمندسازی و اعتماد به مشتریان خدمات سلامت، می‌تواند کارایی عظیمی را در ارائه‌ی خدمات متبلور سازد. در آینده بیماران نه تنها اطلاعات کافی پیرامون بیماری و سلامت خواهند داشت بلکه مسلح به ابزارهایی خواهند بود که بهتر می‌توانند وضعیت سلامت و رفتارهای خود را پایش کنند. همچنین آن‌ها می‌توانند کنترل بهتری را بر سطح مراقبت‌های سلامت خود نشان دهند. از آنجا که عمده‌ی هزینه‌های سلامت در آینده مربوط به بیماری‌های مزمن خواهد بود و بسیاری از عوامل خطر ساز این بیماری‌ها قابل پیشگیری هستند می‌توان با تکیه بر رفتارهای سلامت آفرین مردم و توجه آن‌ها به سلامت خود، از فزونی از این هزینه‌ها جلوگیری نمود (۱۰۰).

روند حاکم بر فضای اطلاعاتی جهانی به گونه‌ای است که امروزه و در آینده مردم با پدیده‌ی "اطلاعات در همه جا" رو به رو خواهند بود که بر اساس این اطلاعات، قیمت و هزینه‌ی خدمات سلامت از بیمارستانی تا درمانگاهی و نیز شیوه‌های درمانی به صورت شفاف در دسترس مشتریان خدمات سلامت قرار گرفته و در نتیجه خود بیماران می‌توانند خدمات پرکیفیت را با هزینه‌ی پایین (به انتخاب خود) برگزینند و بر اساس این پدیده‌ی حاکم در دهه‌ی کنونی، در آینده این بیماران خواهند بود که به صورت عظیمی کسب و کار سلامت را به پیش می‌رانند (۱۴۶).

در این ابرروند که با افزایش سلامت و با فزونی در کیفیت خدمات توأم خواهد بود، خود بیماران طرح‌های مراقبت از سلامت خود را به صورت فردگرایانه پایه ریزی خواهند کرد (۱۴۷).

همچنین سکوی فناوری اطلاعات، امکان شکل‌دهی جوامع مجازی بیماران به هم پیوسته را



شکل ۷۶: شرکاء نظام سلامت و جایگاه پزشکی فردگرایانه

فراهم نموده و با شکل‌گیری فضای اجتماعی[1] عرصه‌ی خدمات سلامت که مشتریان آن با یکدیگر در پیوند خواهند بود، بیماران می‌توانند تجربیات خود را از سلامت و بیماری به اشتراک گذاشته و با شکل‌گیری این جوامع آنلاین، بیماران دچار چنان قدرت اجتماعی خواهند شد که تیم درمانگران و ارائه دهندگان خدمات

[1] Social Media

سلامت را به احترام به عقاید و بینش آن‌ها وادار می‌نمایند. در حقیقت در فضای اجتماعی و مجازی خدمات سلامت، با روند شفافیت و پاسخگویی (که از عناصر رو به رشد دهه‌ی اخیر است)، بیماران خواهند توانست بهترین اطلاعات سلامت و شیوه‌های درمانی را خود برگزینند. همچنین اطلاعات بالینی همراه با الگوریتم‌های تصمیم‌گیری هوشمندانه، بر روی تلفن‌های هوشمند قرار خواهند گرفت و در نتیجه بیماران به همان اطلاعاتی دسترسی پیدا خواهند کرد که پزشکان، پرستاران و تیم درمانگران در اختیار دارند (۱۴۶). از این رو، انتخاب گرینه‌های درمانی و احترام درمانگران به انتخاب بیماران، از پایه‌های اصلی شکل‌گیری پزشکی مشارکتی خواهد بود.

از سوی دیگر بیماران فهیم از طریق اطلاعات خود، مسئولیت مدیریت سلامت خود را به عهده خواهند داشت و آن‌ها به صورت فعال در فرایند سلامت و بیماری خود درگیر خواهند شد. این رفتارهای فردی نه تنها در برقراری سلامت سودمند بوده بلکه می‌توانند هزینه‌های سلامت را کاهش دهند.

بنابراین در این هزاره، شاهد رشد منابع و فناوری‌هایی هستیم که می‌توانند مراقبت از خود را با محوریت خانه[1] و خود پایشی مورد حمایت قرار دهند. در حقیقت در آینده، بخش عظیمی از سطوح درمان از طریق سرپایی به صورت پزشکی خانگی با مرکزیت بیمار[2]، با تأکید بر خود مدیریتی ارائه خواهد شد (۱۵۳-۱۴۸). خود مراقبتی، منظر پراهمیت در مقوله‌ی بیمار محوری است. یافته‌های پزشکی مبتنی بر شاهد، نشانگر مؤثر بودن خود مراقبتی در استراتژی‌های حمایتی می‌باشند (۱۵۴).

شکل‌گیری تغییر سبک زندگی و تغییر رفتارهای تغذیه‌ای و ورزشی، بر پایه‌ی پزشکی مشارکتی استوار بوده و می‌تواند سلامت جامعه را هدف قرار دهد. با مشارکت ارائه دهندگان خدمات سلامت، سیاست‌گذاران عرصه‌ی سلامت، پژوهشگران و مردم می‌توان سبک زندگی سالم را برای کاهش هزینه‌های بیماری‌های مزمن و بیماری‌های قابل پیشگیری تغییر داد.

در سیاست‌های کلی سلامت جمهوری اسلامی

[1] Home-Based
[2] Patient-Centered Medical Home

ایران، به خوبی به ارتقای سلامت جامعه با ترویج سبک زندگی اسلامی - ایرانی در بند ۳ و اصلاح سبک زندگی در عرصه‌ی تغذیه به مدد طب سنتی (بند ۱۲-۶) و نیز افزایش آگاهی، مسئولیت‌پذیری، توانمندی و مشارکت ساختارمند و فعالانه‌ی فرد، خانواده و جامعه در تأمین حفظ و ارتقای سلامت با استفاده از ظرفیت نهادها در بند ۱۱ اشاره شده و از نقاط بسیار قوت این سیاست‌ها می‌باشد. انجام این سیاست‌ها تلاش ارائه دهندگان خدمات سلامت در سطح کلان را می‌طلبد که با طراحی برنامه‌های ارائه‌ی خدمات سلامت در دو بُعد، در به ثمر نشستن آن‌ها اهتمام ورزند. نخست توجه به سیاست‌های حامی خود مراقبتی در ارائه‌ی خدمات سلامت و فراهم آوردن زیر ساخت‌های فناورانه‌ی نوین برای پخش و گسترش و نهادینه کردن آن و دوم اهمیت برجسته به سلامت جامعه[1] و تدوین راهکارهایی جهت تغییر رفتار و سبک زندگی، پیرامون شیوه‌های تغذیه‌ای و فعالیت فیزیکی، بر پایه‌ی آموزه‌های اجتماعی - اسلامی (زیرا بدون سلامت جامعه، سلامت فردی به دست نخواهد آمد) (۱۴۶). از این رو، طراحان برنامه‌های راهبردی در عرصه‌ی سلامت، بر برقراری سلامت جامعه جهت نیل به سلامت فردی، تأکید فراوان نموده‌اند (۱۵۳-۱۴۶).

[1] Community Health

ابرروند نهم:

گذار به ابر نظام‌های سلامت[1]

نظریه پردازان اوباما در اوباماکر پیش بینی کرده‌اند که در سال ۲۰۲۰ میلادی بیش از ۱۰۰۰ بیمارستان آمریکایی که به مراقبت‌های حاد می‌پردازند بسته خواهند شد. با گسترش وپذیرش فناوری پزشکی از راه دور، مانیتورینگ، آزمایش و درمان بیماران در بیرون از بیمارستان و مطب پزشکان رایج شده و با پیدایی پزشکی دیجیتالی، بسته شدن بیمارستان‌ها وارد مرحله‌ی جدی خواهد شد (۱۳۹). اما تا پیش از رسیدن به این چشم انداز، بیمارستان‌ها از روندی دیگر پیروی می‌کنند یعنی روندی که از دهه‌های پیش آغاز شده است. این روند شامل ادغام و تملک[2] بیمارستان‌ها جهت کاهش هزینه‌ها، افزایش کارایی، بهبود کیفیت و برتری طلبی در عرصه‌ی رقابت می‌باشد. طیّ پنج تا هفت سال آینده، بیش از ۲۰ درصد از بیمارستان‌های آمریکا از این استراتژی پیروی خواهند کرد. بر پایه‌ی این استراتژی، پیش بینی می‌شود که ادغام و تملک و کسب امتیاز در میان و نیز ورای گروه‌های ذی‌نفع (شامل پرداخت کنندگان، بیمارستان‌ها، نظام‌های سلامت، تأمین کنندگان مواد دارویی و دیگر نهادهای مراقبت سلامت)، موجب خلق ابر نهادهای مراقبت از سلامت[3] خواهد شد که این نهادها با سازمان‌هایی با ابعاد عظیم[4] مدیریت خواهند شد. رشد ابر نهادهای سلامت، دوره‌ی پزشکان، درمانگران و بیمارستان‌های مستقل را به پایان خواهد رساند (۱۰۰).

---

[1] Mega Health Systems
[2] Mergers and Acquisitions
[3] Mega-Health Care
[4] Mega-Sized Organizations

شکل ۷۷: محیط نظام سلامت در پیوند با ویژگی‌های سازمانی و پیامدها

بسیاری از تحلیل‌گران و آینده پژوهان، به ابرروند تجمیع[1] که شامل ادغام و تملک (یا کسب امتیاز) است به عنوان ابرروند چشمگیر در جهان صنعتی نگریسته‌اند که موجب خلق نظام‌های بیمارستانی با خدمات گسترده و با "اقتصاد بزرگ مقیاس" خواهد گردید که تنها این نظام‌ها می‌توانند با فشارهای فزاینده‌ی استراتژیک، اقتصادی و مقرراتی هزاره‌ی جدید دست و پنجه نرم کنند (۱۵۷-۱۵۵).

در طیّ فرایند ادغام، عموماً بیمارستان‌هایی که از لحاظ جغرافیایی در مجاورت هم هستند، تحت یک امتیاز مشترک از لحاظ سازمانی هم‌جوشی می‌یابند. ولی فرایند تملک یا کسب امتیاز، عموماً در بیمارستان‌هایی که از لحاظ جغرافیایی در مکان‌های دوری از هم قرار دارند روی داده و بیمارستان تملک یافته، با سازمان خود، زیر نظر بیمارستان کسب کننده‌ی امتیاز به فعالیت ادامه می‌دهد (۱۵۸). در حقیقت مقوله‌ی ادغام و تملک بیمارستان‌ها از مقولات رفورم در نظام‌های مراقب سلامت و اقتصاد سلامت می‌باشد (۱۵۹). از اهداف این استراتژی، در ورای افزایش کیفیت و کاهش هزینه‌های

[1] Consolidation

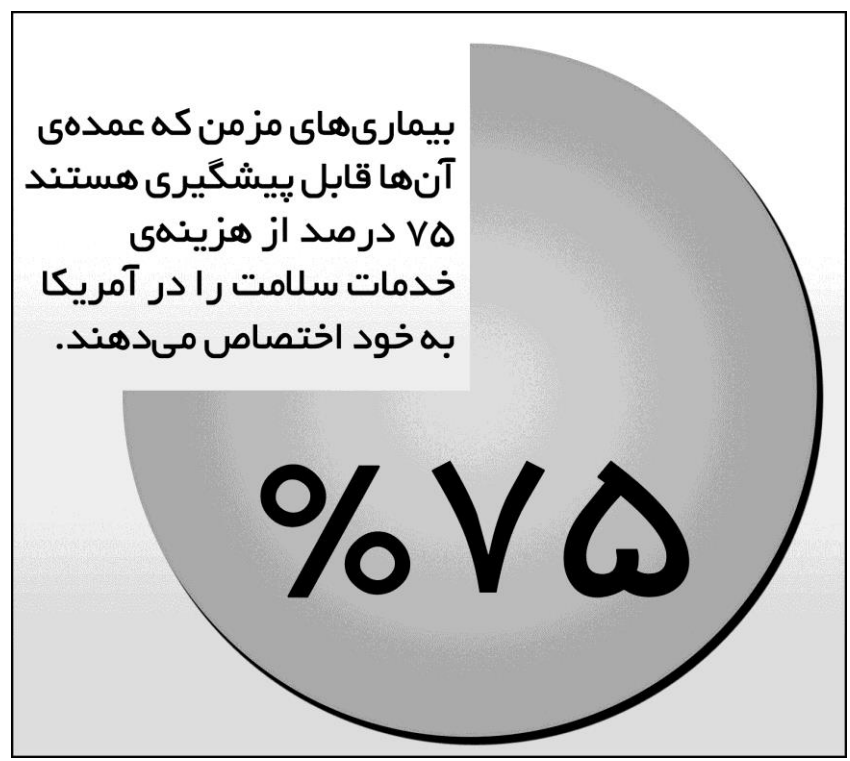
فزاینده‌ی مراقبت‌های سلامت، نیل به مقوله‌ی سلامت جمعیت[1] است (۱۶۰-۱۵۹و ۱۵۵). سلامت جامعه از این لحاظ اهمیت پیدا کرده است که جمعیت در حال پیر شدن است و همراه با خود بیماری‌های مزمن مادام‌العمری همچون دیابت، نارسایی قلبی و بیماری‌های مزمن ریوی به ارمغان آورده و طبیعت درمان بیماری‌های حاد به بیماری‌های مزمن تغییر ماهیت داده و بیماران آگاه هزاره‌ی جدید در جستجوی خدمات پرکیفیت با ارزش و ارائه‌ی خدمات آسان، پاسخگو، احترام آمیز و مؤثر هستند. از این رو درمان‌های هزاره‌ی جدید، به صورت پویا در جستجوی مدل‌های پزشکی کنش‌پذیر[2] است که در ورای دستورالعمل‌های بالینی بر روی پیشگیری و حمایت از مراقبت‌های سلامت که به صورت خود مراقبتی و خود مدیریتی استوار هستند، میل می‌نماید (۱۰۰).

به نظر می‌آید که سیمای بیماران بستری آینده با آنچه هم اکنون است بسیار متفاوت باشد. در آینده تعداد بیماران افزوده‌تر خواهد شد، بیماران پیرتر بوده و به دلیل وجود بیماری‌های مزمن و پیچیده، با گستره‌ای از بیماری‌ها گلاویز خواهند بود. از این رو برای پاسخ دهی به این نیاز فزاینده با رشد فزاینده‌ی مصرف‌گرایی در خدمات سلامت، راهی به جز ادغام در فرا روی نهادهای بیمارستانی نخواهد بود، زیرا ماهیت درمان‌ها پیچیده‌تر و پرهزینه‌تر خواهد بود و برای پاسخ دهی به عوارض بیماری‌های مزمن جامعه‌ی پیر، نیاز است که ساختارهای بازتوانی[3] و مراقبت‌های تسکینی[4] و آسایشگاهی در کنار سیستم پیچیده‌ی بر پایه‌ی فناوری پیشرفته‌ی بیمارستانی که به جراحی‌های روبوتیک و پزشکی ترمیمی بر پایه‌ی فناوری‌های سلولی - بافتی و جایگزینی ارگان و پزشکی بازآفرینشی می‌پردازند، گنجانده شوند (۱۴۹). از این رو، در ابر نظام سلامت آینده، ماهیت بیمارستان‌های بزرگ به گونه‌ای خواهد بود که از طیفی از فناوری‌ها شامل مزرعه‌ی بیمارستانی[5] که در

[1] Population Health
[2] Proactive
[3] Rehabilitation
[4] Palliative Care
[5] Hospital Farm

آنجا جانوران برای پیوند زنوی[1] پرورش داده می‌شوند تا برآورد خطر بیماری‌های مزمن و صنعت مدیریت سلامت جامعه (با زیر ساختی از فناوری اطلاعات که چندین میلیارد دلاری خواهد بود) برخوردار خواهند شد (۱۰۰و ۱۶۲).

چنین می‌نماید که این ابرنهادهای سلامت، نیاز به رشد فزاینده‌ی شبکه‌های مراقبت‌های اولیه و خدمات بیماران سرپایی را نیز پاسخگو باشند (۱۶۳). همچنین این مدل ابرنهادی می‌تواند به نظام مراقبت‌های سلامت پرهزینه‌ی آمریکا را که از پدیده‌های ارائه‌ی خدمات غیر منسجم، با عدم هماهنگی کافی و فقدان پاسخگویی مناسب در رنج است (۱۴۷)، سودرسانی نماید. خوشبختانه در نظام سلامت کشور عزیزمان ایران، مقدمات برجسته و پرپتانسیلی برای پاسخگویی به نیازهای هزاره‌ی جدید در ساختار ادغام شبکه‌های بهداشت، درمان و آموزش پزشکی فراهم آمده است و همچنین گرانیگاه‌های ارزشمندی برای برنامه‌ریزی راهبردی جهت رویارویی با نیازهای آینده وجود دارد که می‌توان بر پایه‌ی آن‌ها به اهداف هزاره نائل شد. همچنین نگاه هولستیک به سلامت و مقدم داشتن



شکل ۷۸: هزینه‌ی بخش سلامت در بخش بیماری‌های قابل پیشگیری

[1] Xenotransplantation

پیشـگیری به درمان در بند ۲ و تأکید بر استقرار نظام سـطح بنـدی بـا اولویـت خـدمات ارتقاء سـلامت و پیشـگیری و ادغام آن‌ها در نظام آموزش علوم پزشکی (بند ۱-۸) از نقاط قوت سـیاسـت‌های کلان سـلامت اسـت. بی شـک در سـیاسـت‌های کلان سلامت، برای افزایش کیفیت و کم کردن هزینه‌ها و پاسـخگویی به نیاز فزاینده به پیشـگیری و درمان بیماری‌های مزمن (به ویژه در سـالمندی)، لازم اسـت که تمهیداتی برای قطب بندی جغرافیایی و تشـکیل کنسـرسـیوم‌های پزشکی برای درمان‌های پیچیده در سطح دانشگاه‌های علوم پزشـکی و خدمات بهداشتی درمانی دیده شود و نیز نباید از امکان پرقوت و آتشـین و رو به فراموشـی برنامه‌های پیشـینِ ادغام مانند پزشـکی جامعه نگر و پزشک خانواده که می‌توانند در برآورد نیازهای سلامت جمعیت انقلاب ایجاد کنند غافل شد.

ابرروند دهم:

پزشکی P4 (پیشگویی کننده، پیشگیری کننده، فردگرایانه و مشارکتی)

پزشکی کنونی بر روی علائم فرد بیمار تأکید می‌کند؛ برعکس در پزشکی آینده (پزشکی سیستمی، پزشکی P4)، به صورت مستقیم پایه‌ی ژنتیکی بیماری را هدف قرار داده و کل جمعیت را به زیر گروه‌هایی طبقه بندی می‌نماید که هر کدام ویژگی‌های منحصر به فرد خود را خواهند داشت. بر اساس تحلیل زیست پزشکی، سودمندی برخاسته از رهیافت پزشکی P4، ایجاد دقت، کارایی، ایمنی و سرعت در تشخیص و درمان بیماری‌ها خواهد بود. در پزشکی P4 با کاربرد انقلاب در فناوری‌های امیکس (مانند ژنومیکس، سیتومیکس، پروتئومیکس)، رهیافت‌های جدیدی برای توسعه‌ی دارو و نیز یافت شیوه‌های جدید درمانی و تشخیصی و ارائه‌ی مراقبت‌های سلامت پدید خواهند آمد (۱۰۰).

پزشکی P4 خود برخاسته از نگاه سیستمی نسبت به سلامت و بیماری است. بر اساس تئوری مفهومی پزشکی سیستمی و پزشکی P4، بیماری برخاسته از پیامد " شبکه‌های آشوب‌زده با بیماری " در ارگان دچار بیماری است که از یک یا تعدادی شبکه‌های آشوب‌زده‌ی بیماری به بسیاری دیگر (با پیشرفت بیماری) سرایت می‌کند. پزشکی P4 تلاش می‌کند که با مدد فناوری‌های امیکس، مانند فناوری توالی یابی ژنوم، پروتئوم و ترانس‌کریپتومیک و فناوری‌های بس پیچیده‌تر آنالیز تک سلول و تصویر برداری‌های ملکولی، در کمّی‌سازی اطلاعات بیولوژیک و رازگشایی از شبکه‌های آشوب‌زده با بیماری ما را یاری نماید. با این فناوری‌ها طیّ چند سال آینده، هر فردی با ابری حاوی میلیاردها

شکل ۷۹: چهار P برای پزشکی P4

داده‌های بیولوژیک نقطه‌ای احاطه خواهد شد که با فناوری‌های تبدیل داده‌های بزرگ به دانش[1] می‌توان مدل‌های کنش‌پذیر[2] و پیشگویی کننده برای سلامت و بیماری طراحی نمود که در راه پیشگیری از بیماری‌ها، انقلابی ایجاد خواهند کرد (۱۶۴و ۱۶۵).

به زبان دیگر، در آینده‌ای نزدیک، همگرایی رهیافت‌های سیستمی به بیماری‌ها، فناوری‌های برتر، تصویر نگاری و اندازه‌گیری‌های نوین و ابزارهای محاسباتی و ریاضیاتی جدید، موجب تولد پزشکی P4 خواهند شد که پیش 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 پیشگویی کننده و پیشگیرانه در فرد و جامعه خواهد داشت.

[1] Big Data to Knowledge (BD2K)
[2] Actionable

جدول ۱ - پزشکی P4 در دنیای طبابت یک انقلاب قلمداد می‌شود.

پزشکی واکنشی (Reactive) **پزشکی مبتنی بر شاهد**	**پزشکی P4 کنش گرا** **(Proactive P4 Medicine)**
پاسخ و واکنش در زمانی که فرد دچار بیماری می‌شود (بر اساس علائم).	کنش فعال در پیش از آنکه فرد دچار بیماری شود (بر اساس مارکرهای پیش علامتی).
سیستم بیماری - درمان	سیستم نگهداشت تندرستی
اندازه‌گیری محدود و اندک	اندازه‌گیری‌های فراوان شامل توالی‌یابی کامل ژنومی، تست‌های تشخیصی خونی با پارامترهای بالا، اندازه‌گیری‌های امیکس (omics) طولی
بیماری محور، با استاندارد مراقبت توأم با تشخیص بیماری	فرد محور؛ با استاندارد مراقبتی که بیشتر تکیه بر اندازه‌گیری‌های چندگانه دارد.
پرونده‌ها چندان با یکدیگر پیوند نیافته‌اند.	داده‌های بی‌نهایت یکپارچه شده که می‌توان از لا به لای آن‌ها بهبودی مداوم در راهبردهای مراقبت‌های سلامت را کسب کرد.
انتشار گسترده‌ی اطلاعات پزشکی عمدتاً از طریق پزشکان به تنهایی صورت می‌گیرد.	شبکه‌سازی اجتماعی بیماران موجب افزایش تجربیات به اشتراک گذاشته‌ی آنها شده و همچنین بیماران، دانش مربوطه را با مشاوره‌ی پزشکان خودشان انتشار می‌دهند.
داروها در جمعیت‌های بزرگ آزمون می‌شوند. ده‌ها هزار مورد آمار مورد قبول FDA فراهم شود.	دسته بندی جمعیت‌های بیماری به گروه‌های کوچک‌تر ۵۰ و یا در همین حدود (که می‌توان به صورت کارآمدتر جهت‌پذیرش FDA عمل نمود).
مراقبت‌های سلامت بر پایه‌ی دانش، تقریباً به صورت کامل در درمانگاه‌ها و یا بیمارستان‌ها انجام می‌شود.	مراقبت‌های سلامت بر پایه‌ی دانش در خانه و نیز در درمانگاه توسط مشتریان مراقبت از سلامت "فعال شده و شبکه‌ای شده" با استفاده از کاربرد اطلاعات بیولوژی سیستمی و ابزارهای اندازه‌گیری بدون سیم (wireless) انجام می‌شوند.
دانش اکتشافی و دانش پزشکی، به صورت عمده هر کدام فضاهای جداگانه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند که به صورت اولیه از طریق چاپ مقالات در ژورنال‌های معتبر پزشکی با یکدیگر تماس حاصل می‌نمایند.	دانش اکتشافی و کار طبابت یکپارچه می‌شوند و این عمل از طریق شبکه‌های دیجیتالی و پایگاه‌های داده‌ای ناهمگن انجام می‌شود که داده‌های بالینی را جهت اهداف اکتشافی گردآوری کرده و به صورت کارآمد، اطلاعات پیرامون بیماری‌ها و جمعیت‌های دسته بندی شده (stratified) را به پزشکان، به شکلی مداوم انتشار می‌دهند.

در آینده‌ای نه چندان دور که پرتوهای آن از سال ۲۰۲۰ میلادی آغاز به درخشش خواهند کرد، خواهیم دید که تعریف بیماری‌ها، ارگان‌ها و سیستم‌های بیولوژیک تغییر بنیادینی خواهند یافت و شیوه‌ی درمان و نگاه به "پیکره‌ی شبکه‌های آشوب‌زده با بیماری" دچار چنان انقلابی خواهند شد که هم اکنون نیز تصور آن ممکن است دشوار آید.

در تدوین سیاست‌های کلی، جایگاهی برای تبلور پزشکی P4 یافت نمی‌کنیم. هر چند که طی دهه‌ی گذشته در سایه‌ی اندیشه‌های استاد گرانقدر عرصه‌ی سلامت، جناب آقای دکتر حسین ملک افضلی، تلاش‌های نوآورانه و بی‌همتایی جهت آشنایی جامعه با مفاهیم پزشکی مشارکتی انجام گردید و می‌رفت که این مفاهیم نه تنها در سطح چارچوب‌های پژوهشی بلکه در گستره‌ی سلامت فراگیر شود، ولی در تدوین سیاست‌های کلان سلامت به زیر ساخت‌ها و مفاهیم پزشکی مشارکتی و نقشی که می‌تواند در تحول نظام سلامت داشته باشد اشاره‌ای نشده است. پیاده‌سازی بنیان‌ها و زیرساخت‌های‌پذیرش مفاهیم پزشکی P4 منوط به اجرای سیاست‌های کلان مندرج در نقشه‌ی علمی کشور در حوزه‌ی سلامت است و بی شک نیل به تبدیل ایران به قطب پزشکی منطقه‌ی آسیای جنوب غربی و جهان اسلام (بند ۱۴) بدون توجه به روندها و تغییر پارادایم پزشکی که در هزاره‌ی کنونی در جریان می‌باشند، امکان‌پذیر نخواهد بود. این حقیر پیرامون تنگناهای توسعه‌ی پزشکی P4 در نقشه‌ی علمی ایران در گستره‌ی سلامت به تفصیل بحث نموده است که علاقمندان می‌توانند تحلیل کلان روندی مذکور را مطالعه بفرمایند (۷۲). امّا در یک فراگرد کلی، ما باید کلان روندهای حوزه‌ی علم و فناوری و نیز تغییرات پارادایمی دانش پزشکی را رصد کرده و با تدوین راهبردهای کنش‌پذیر، بنیان برافکن و مرز شکن، باپذیرش انقلاب دیجیتالی و اطلاعاتی در تمام گستره‌ها و فراهم آوردن رشد و نموی زیر ساخت‌های فناوری‌های نو همانند فناوری‌های وابسته به ژنومیکس، پروتئومیکس و دیگر امیکس‌ها و فناوری‌های برتر همچون آنالیز تک سلول، بسته‌های لازم را برای شکوفایی و به واقعیت رساندن ریشه‌ای پزشکی P4 در کشور و تبدیل نظام سلامت از بیمار محور به تندرستی محور گام برداریم.

پیوست

سیاست‌های کلی سلامت جمهوری اسلامی ایران

بسم‌الله‌الرحمن‌الرحیم

۱- ارائه‌ی خدمات آموزشی، پژوهشی، بهداشتی، درمانی و توانبخشی سلامت مبتنی بر اصول و ارزش‌های انسانی - اسلامی و نهادینه سازی آن در جامعه

۱-۱- ارتقاء نظام انتخاب، ارزشیابی و تعلیم و تربیت اساتید و دانشجویان و مدیران و تحول در محیط‌های علمی و دانشگاهی متناسب با ارزش‌های اسلامی، اخلاق پزشکی و آداب حرفه‌ای

۱-۲- آگاه‌سازی مردم از حقوق و مسئولیت‌های اجتماعی خود و استفاده از ظرفیت محیط‌های ارائه‌ی مراقبت‌های سلامت برای رشد معنویت و اخلاق اسلامی در جامعه

۲- تحقق رویکرد سلامت همه جانبه و انسان سالم در همه‌ی قوانین، سیاست‌های اجرایی و مقررات با رعایت:

۲-۱- اولویت پیشگیری بر درمان

۲-۲- روزآمد نمودن برنامه‌های بهداشتی و درمانی

۲-۳- کاهش مخاطرات و آلودگی‌های تهدید کننده‌ی سلامت مبتنی بر شواهد معتبر علمی

۲-۴- تهیه‌ی پیوست سلامت برای طرح‌های کلان توسعه‌ای

۲-۵- ارتقاء شاخص‌های سلامت برای دستیابی به جایگاه اول در منطقه‌ی آسیای جنوب غربی

۲-۶- اصلاح و تکمیل نظام‌های پایش، نظارت و ارزیابی برای صیانت قانونمند از حقوق مردم و بیماران و اجرای

صحیح سیاست‌های کلی

۳- ارتقاء سلامت روانی جامعه با ترویج سبک زندگی اسلامی - ایرانی، تحکیم بنیان خانواده، رفع موانع تنش آفرین در زندگی فردی و اجتماعی، ترویج آموزش‌های اخلاقی و معنوی و ارتقاء شاخص‌های سلامت روانی

۴ - ایجاد و تقویت زیرساخت‌های مورد نیاز برای تولید فرآورده‌ها و مواد اولیه‌ی دارویی، واکسن، محصولات زیستی و ملزومات و تجهیزات پزشکی دارای کیفیت و استاندارد بین‌المللی

۵ - ساماندهی تقاضا و ممانعت از تقاضای القائی و اجازه‌ی تجویز صرفاً بر اساس نظام سطح‌بندی و راهنماهای بالینی، طرح ژنریک و نظام دارویی ملی کشور و سیاست‌گذاری و نظارت کارآمد بر تولید، مصرف و واردات دارو، واکسن، محصولات زیستی و تجهیزات پزشکی با هدف حمایت از تولید داخلی و توسعه‌ی صادرات

۶- تأمین امنیت غذایی و بهره‌مندی عادلانه‌ی آحاد مردم از سبد غذایی سالم، مطلوب و کافی، آب و هوای پاک، امکانات ورزشی همگانی و فرآورده‌های بهداشتی ایمن همراه با رعایت استانداردهای ملی و معیارهای منطقه‌ای و جهانی

۷- تفکیک وظایف تولیت، تأمین مالی و تدارک خدمات در حوزه‌ی سلامت با هدف پاسخگویی، تحقق عدالت و ارائه‌ی خدمات درمانی مطلوب به مردم به شرح ذیل:

۷-۱- تولیت نظام سلامت شامل سیاست‌گذاری‌های اجرایی، برنامه ریزی‌های راهبردی، ارزشیابی و نظارت توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

۷-۲- مدیریت منابع سلامت از طریق نظام بیمه با محوریت وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و همکاری سایر مراکز و نهادها

۷-۳- تدارک خدمات توسط ارائه کنندگان خدمت در بخش‌های دولتی، عمومی و خصوصی

۷-۴- هماهنگی و ساماندهی امور فوق مطابق ساز و کاری است که قانون تعیین خواهد کرد.

۸- افزایش و بهبود کیفیت و ایمنی خدمات و مراقبت‌های جامع و یکپارچه سلامت با محوریت عدالت و تأکید بر پاسخگویی، اطلاع رسانی شفاف، اثربخشی، کارآیی و بهره‌وری در قالب شبکه‌ی بهداشتی و درمانی منطبق بر

نظام سطح بندی و ارجاع از طریق:

۸-۱- ترویج تصمیم‌گیری و اقدام مبتنی بر یافته‌های متقن و علمی در مراقبت‌های سلامت، آموزش و خدمات با تدوین استانداردها و راهنماها، ارزیابی فناوری‌های سلامت، استقرار نظام سطح‌بندی با اولویت خدمات ارتقاء سلامت و پیشگیری و ادغام آن‌ها در نظام آموزش علوم پزشکی

۸-۲- افزایش کیفیت و ایمنی خدمات و مراقبت‌های سلامت با استقرار و ترویج نظام حاکمیت بالینی و تعیین استانداردها

۸-۳- تدوین برنامه‌ی جامع مراقبتی، حمایتی برای جانبازان و جامعه‌ی معلولان کشور با هدف ارتقاء سلامت و توانمندسازی آنان

۹- توسعه‌ی کمی و کیفی بیمه‌های بهداشتی و درمانی با هدف:

۹-۱- همگانی ساختن بیمه‌ی پایه‌ی درمان

۹-۲- پوشش کامل نیازهای پایه‌ی درمان توسط بیمه‌ها برای آحاد جامعه و کاهش سهم مردم از هزینه‌های درمان تا آنجا که بیمار جز رنج بیماری، دغدغه و رنج دیگری نداشته باشد.

۹-۳- ارائه‌ی خدمات فراتر از بیمه‌ی پایه توسط بیمه‌ی تکمیلی در چارچوب دستورالعمل‌های قانونی و شفاف به گونه‌ای که کیفیت ارائه‌ی خدمات پایه‌ی درمانی همواره از مطلوبیت لازم برخوردار باشد.

۹-۴- تعیین بسته‌ی خدمات جامع بهداشتی و درمانی در سطح بیمه‌های پایه و تکمیلی توسط وزارت بهداشت و درمان و خرید آن‌ها توسط نظام بیمه‌ای و نظارت مؤثر تولیت بر اجرای دقیق بسته‌ها با حذف اقدامات زائد و هزینه‌های غیرضروری در چرخه‌ی معاینه، تشخیص بیماری تا درمان

۹-۵- تقویت بازار رقابتی برای ارائه‌ی خدمات بیمه‌ی درمانی

۹-۶- تدوین تعرفه‌ی خدمات و مراقبت‌های سلامت مبتنی بر شواهد و بر اساس ارزش افزوده با حق فنی واقعی یکسان برای بخش دولتی و غیردولتی

۹-۷- اصلاح نظام پرداخت مبتنی بر کیفیت عملکرد، افزایش کارایی، ایجاد درآمد عادلانه و ترغیب انگیزه‌های

مثبت ارائه کنندگان خدمات و توجه خاص به فعالیت‌های ارتقاء سلامت و پیشگیری در مناطق محروم

۱۰- تأمین منابع مالی پایدار در بخش سلامت با تأکید بر:

۱۰-۱- شفاف سازی قانونمند درآمدها، هزینه‌ها و فعالیت‌ها

۱۰-۲- افزایش سهم سلامت، متناسب با ارتقاء کیفیت در ارائه‌ی خدمات بهداشتی و درمانی، از تولید ناخالص داخلی و بودجه‌ی عمومی دولت به نحوی که بالاتر از میانگین کشورهای منطقه باشد و اهداف سند چشم‌انداز تحقق یابد.

۱۰-۳- وضع عوارض بر محصولات و مواد و خدمات زیان‌آور سلامت

۱۰-۴- پرداخت یارانه به بخش سلامت و هدفمندسازی یارانه‌های بهداشت و درمان با هدف تأمین عدالت و ارتقاء سلامت به ویژه در مناطق غیربرخوردار و کمک اختصاصی به اقشار نیازمند و دهک‌های پایین درآمدی

۱۱- افزایش آگاهی، مسؤولیت پذیری، توانمندی و مشارکت ساختارمند و فعالانه‌ی فرد، خانواده و جامعه در تأمین، حفظ و ارتقاء سلامت با استفاده از ظرفیت نهادها و سازمان‌های فرهنگی، آموزشی و رسانه‌ای کشور تحت نظارت وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

۱۲- بازشناسی، تبیین، ترویج، توسعه و نهادینه نمودن طب سنتی ایران

۱۲-۱- ترویج کشت گیاهان دارویی تحت نظر وزارت جهاد کشاورزی و حمایت از توسعه‌ی نوآوری‌های علمی و فنی در تولید و عرضه‌ی فرآورده‌های دارویی سنتی تحت نظر وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

۱۲-۲- استاندارد سازی و روزآمد کردن روش‌های تشخیصی و درمانی طب سنتی و فرآورده‌های مرتبط با آن

۱۲-۳- تبادل تجربیات با سایر کشورها در زمینه‌ی طب سنتی

۱۲-۴- نظارت وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی بر ارائه‌ی خدمات طب سنتی و داروهای گیاهی

۱۲-۵- برقراری تعامل و تبادل منطقی میان طب سنتی و طب نوین برای هم‌افزایی تجربیات و روش‌های درمانی

۱۲-۶- اصلاح سبک زندگی در عرصه‌ی تغذیه

۱۳- توسعه‌ی کیفی و کمی نظام آموزش علوم پزشکی به صورت هدفمند، سلامت محور، مبتنی بر نیازهای جامعه، پاسخگو و عادلانه و با تربیت نیروی انسانی کارآمد، متعهد به اخلاق اسلامی حرفه‌ای و دارای مهارت و شایستگی‌های متناسب با نیازهای مناطق مختلف کشور

۱۴- تحول راهبردی پژوهش علوم پزشکی با رویکرد نظام نوآوری و برنامه ریزی برای دستیابی به مرجعیت علمی در علوم، فنون و ارائه‌ی خدمات پزشکی و تبدیل ایران به قطب پزشکی منطقه‌ی آسیای جنوب غربی و جهان اسلام

کتابنامه

1) *From Megatrend to Innovation The Z_punkt Megatrend Analysis. (Accessed 23 June 2014 at http://www.z-punkt.de/fileadmin/be_user/englisch/V_Newsletter/V_2011_1_Future_News /From_Megatrend_to_Innovation.pdf).*

2) *Schwenker B, Raffel T. THOUGHTS megatrends - Roland Berger. (Accessed 23 June 2014 at http://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_RBSE_THOUGHTS_Megatrends_E_20120720.pdf).*

3) *Moller, Klaus-Johannes (2012) A critical review of the megatrends and their implications for procurement. (Accessed 23 June 2014 at http://essay.utwente.nl/61742).*

4) *Linda Kool,Annemieke de Korte,Miriam Leis,Sander van der Molen. Megatrends: a broad outlook on innovation.pp27.(2010) (accessed 13 August 2014 at http://www.hbo-engineering.nl/groepsdocumenten/megatrends_tno_report_06511.pdf).*

5) *Moller KJ. (2012). A critical review of the megatrends and their implications for procurement.pp 5-6. (accessed 13 August 2014 at http://essay.utwente.nl/61742/1 /MSc_KJ_M%C3%B6ller.pdf).*

6) *Excerpts from megatrends by John Naisbitt. (Accessed 23 June 2014 at www.nccppr.org/drupal/system/files).*

7) *Prandecki, K. Nawrot, K. A. Fronia, M. Wawrzyński, M. Megatrends and Sustainable Development.2013 (accessed 13 August 2014 http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-f45ee009-ad59-48fd-b6db-b8cc9f46a8a0).*

8) *World's Top Global Mega Trends To 2020 and Implications to Business, Society and Cultures. (accessed 13 August 2014 at http://www.bar-oriyan.com/Portals/0/mega%20 trands%20exec%20summary%20v3%20(1).pdf).*

9) *About the megatrends. (accessed 13 August 2014 at http://www.haygroup.com /leadership2030/about-the-megatrends.aspx?show=n)*

10) *From megatrend to microtrend . Delphi Trend Comment No 1 - 2011. (accessed 13 August 2014 http://www.delphifund.com/site/DelphiEN.nsf/Get/get3096c91ae524436 b1ef26dee7040 cef5/$FILE/EN_Trendkommentar-01-11.pdf).*

11) *Mark A Beaver. Benedict Report. (accessed 13 August 2014 http://benedictfinancial.com/wp-content/uploads/2012/09/2012-SEPTEMBER-THE-NEXT-GREAT-MEGATREND-FINAL-9-12.pdf).*

12) *Klaus E. TOP 12 MEGATRENDS TOWARD 2020. (accessed 13 August 2014 http://www.joelconsulting.com/megatrends.htm).*

13) *Z_punkt. 20 megatrends. (accessed 13 August 2014 at http://www.z-punkt.de/fileadmin /be_user/englisch/D_Downloads/Megatrends_Update_EN.pdf)*

14) *Global Megatrends. (accessed 13 August 2014 at http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/factsheets/fs2011 -fs3/wbgu_fs3_2011_en.pdf)*

15) *From Megatrend to Innovation The Z_punkt Megatrend Analysis. (accessed 13 August 2014 at http://www.z-punkt.de/fileadmin/be_user/englisch/V_Newsletter/V_2011_1_ Future_News/ From_Megatrend_to_Innovation.pdf).*

16) *From Megatrend to Innovation The Z_punkt Megatrend Analysis. (accessed 13 August 2014 at http://www.z-punkt.de/fileadmin/be_user/englisch/V_Newsletter/V_2011_1_ Future_News/ From_Megatrend_to_Innovation.pdf).*

17) *Yan Q. The integration of personalized and systems medicine: bioinformatics support for pharmacogenomics and drug discovery. Methods Mol Biol 2008; 448: 1-19.*

18) *Hood L. Systems Biology and P4 Medicine: Past, Present, and Future. Rambam Maimonides Med J 2013; 4: e0012.*

19) *Hood L, Flores M. A personal view on systems medicine and the emergence of proactive P4 medicine: predictive, preventive, personalized and participatory. N Biotechnol 2012; 29: 613-24.*

20) *Yan Q. The integration of personalized and systems medicine: bioinformatics support for pharmacogenomics and drug discovery. Methods Mol Biol 2008; 448: 1-19.*

21) *Hood L, Tian Q. Systems approaches to biology and disease enable translational systems medicine. Genomics Proteomics Bioinformatics 2012; 10: 181-5*

22) *Sobradillo P, Pozo F, Agustí A. P4 medicine: the future around the corner. Arch Bronconeumol 2011; 47: 35-40.*

23) *Auffray C, Chen Z, Hood L. Systems medicine the future of medical genomics and healthcare. Genome Med 2009; 1: 2.*

24) *Ahn AC, Tewari M, Poon CS, et al. The clinical applications of a systems approach. PLoS Med 2006; 3: e209.*

25) *Levi F (2011) Advancing systems medicine and therapeutics through biosimulation : Interface Focus (accessed 13 August 2014 at http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/ PMC3262250/pdf/rsfs20100019.pdf)*

26) *Polidori D,Trimmer J (2003) Bringing advanced therapies to market faster: a role for biosimulation?:Diabetes Voice (accessed 13 August 2014 at https://www.idf.org/sites/ default/files/attachments/article_62_en.pdf)*

27) *E. Mosekilde et al. (eds.), Biosimulation in Biomedical Research, Health Care and Drug Development, DOI 10.1007/978-3-7091-0418-7 2, © Springer-Verlag/Wien 2012*

28) *Models that take drugs, The Economist,June 9th 2005*

29) *BIOSIMULATION: ADVAN CEMENT IN THE PATHWAY OF DRUG DISCOVERY AND DEVELOPMENT (accessed 13 August 2014 at http://www.globalresearchonline .net/journalcontents/Volume3issue2/Article%20018.pdf)*

30) *Bangs A, Predictive Biosimulation and Virtual Patients in Pharmaceutical R&D (accessed 13 August 2014 at http://www.pages.drexel.edu/~sbs34/Bangs_Predictive _Biosimulation_and_ Virtual_Patients_in_Pharmaceutical_RD.pdf)*

31) *Technology convergence. (accessed 13 August 2014 at http://www.haygroup .com/downloads/MicroSites/L2030/Hay_Group_Technology_ convergence_2014.pdf)*

32) *C.IMPROVING HUMAN HEALTH AND PHYSICAL CAPABILITIES. (accessed 13 August 2014 at http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC_C_ Physica lCapabilities.pdf)*

33) *Maurits Doorn. Converging Technologies. (accessed 13 August 2014 at http://stt.nl/wp /wp-content/uploads/2013/02/STT71-converging_technologies-publicatie-2006.pdf)*

34) *Roco M.C. , Bainbridge W.S. Converging Technologies for Improving Human Performance: Integrating From the Nanoscale. Journal of Nanoparticle Research. August 2002, Volume 4, Issue 4, pp 281-295*

35) *Arenaza S. TECHNOLOGICAL CONVERGENCE. (accessed 13 August 2014 at http://www.itu.int/osg/spu/youngminds/2007/essays/ArenazaSonia.pdf)*

36) *Swierstra T, Boenink M, B. Walhout, R. Van Est. Converging Technologies, Shifting Boundaries. NanoEthics. December 2009, Volume 3, Issue 3, pp 213-216.*

37) *The Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences, and Engineering. (accessed 13 August 2014 at http://dc.mit.edu/sites/dc.mit.edu/files/MIT%20White%20Paper%20 on%20 Convergence.pdf)*

38) *MC Roco, WS Bainbridge.The new world of discovery, invention, and innovation: convergence of knowledge, technology, and society. (accessed 13 August 2014 https://www.nsf.gov/crssprgm/nano/MCR_13-0831_ConvergenceKTS_Roco+ Bainbridge_ JNR2013_17p.pdf)*

39) *Microprocessors configured more like brains than traditional chips could soon make computers far more astute about what's going on around them. (accessed 13 August 2014 at http://www.technologyreview.com/featuredstory/526506/neuromorphic-chips/)*

40) *The ability to create primates with intentional mutations could provide powerful new ways to study complex and genetically baffling brain disorders. (accessed 13 August 2014 at http://www.technologyreview.com/featuredstory/526511/genome-editing/)*

41) *A new map, a decade in the works, shows structures of the brain in far greater detail than ever before, providing neuroscientists with a guide to its immense complexity. (accessed 13 August 2014 at http://www.technologyreview.com/featuredstory/526501/brain-mapping/)*

42) *Betty Y.S. Kim.Nanomedicine.2010 .N Engl J Med 2010; 363:2434-2443 (accessed 13 August 2014 at http://blog.biocision.com/wp-content/uploads/2011/04/nanomedicine_NEJM2010.pdf)*

43) *Abeer A. Future Medicine: Nanomedicine.2012 (accessed 13 August 2014 at http://medind.nic.in/jav/t12/i3/javt12i3p187.pdf)*

44) *European Science Foundation nanomedicine report www.esf.org/publication/214/Nanomedicine.pdf*

45) *US NIH Nanomedicine road map http://nihroadmap.nih.gov/nanomedicine/*

46) *Sanjeeb K Sahoo. Applications of Nanomedicine. (accessed 13 August 2014 http://www.asiabiotech.com/publication/apbn/09/english/preserved-docs/0920/1048_1050.pdf)*

47) *Tumor on a chip microfluidic device measures in vivo nanoparticle behavior. (accessed 13 August 2014 at http://www.futuremedicine.com/doi/pdf/10.2217/nnm.13.211)*

48) *Roco MC. Nanotechnology: convergence with modern biology and medicine. Curr Opin Biotechnol. 2003 Jun;14(3):337-46. (accessed 13 August 2014 at http://www.che.utexas.edu/research/biomat/PDFReprints/Nanotech,%20converg%20with%20modern%20bio%20and%20medicine.pdf)*

49) *Jang SF, Liu WH, Song WS, et al. Nanomedicine-Based Neuroprotective Strategies in Patient Specific-iPSC and Personalized Medicine. Int J Mol Sci. Mar 2014; 15(3): 3904–3925. (accessed 13 August 2014 at http://www.mdpi.com/1422-0067/15/3/3904)*

50) *Young, Wilson; D'Souza, Sunita L.; Lemischka, Ihor R.; Schaniel, Christoph. Patient-specific Induced Pluripotent Stem Cells as a Platform for Disease Modeling, Drug Discovery and Precision Personalized Medicine. (accessed 13 August 2014 at http://omicsonline.org/patient-specific-induced-pluripotent-stem-cells-as-a-platform-for-disease-modeling-drug-discovery-and-precision-personalized-medicine-2157-7633.S10-010.pdf)*

51) *Carlijn Bouten. Tissue Models.pp 118-164 (accessed 13 August 2014 at http://stt.nl/wp/wp-content/uploads/2013/02/STT71-converging_technologies-publicatie-2006.pdf)*

52) *Regenerative Medicine in Germany.2010.pp 51 (accessed 13 August 2014 at http://www.biotechnologie.de/BIO/Redaktion/PDF/de/Broschueren/regmed-eng,property=pdf,bereich=bio,sprache=de,rwb=true.pdf)*

53) *Mathur A, Loskill P, Hong S, et al. Human induced pluripotent stem cell-based microphysiological tissue models of myocardium and liver for drug development.(accessed 13 August 2014 at http://stemcellres.com/content/4/S1/S14)*

54) *Lee PJ, Hung PJ, Lee LP: An artificial liver sinusoid with a microfluidic endothelial-like barrier for primary hepatocyte culture.Biotechnol Bioeng 2007, 97:1340-1346.*

55) *Kim C. Disease modeling and cell based therapy with iPSC: future therapeutic option with fast and safe application. Blood Res. 2014 Mar;49(1):7-14.*

56) *Terrenoire C, Wang K, Tung KW, et al. Induced pluripotent stem cells used to reveal drug actions in a long QT syndrome family with complex genetics. J Gen Physiol. 2013;141:61–72.*

57) *Polykandriotis E, Popescu LM, Horch RE. Regenerative medicine: then and now--an update of recent history into future possibilities. J Cell Mol Med. 2010 Oct;14(10):2350-8.*

58) *Chen C, Hu Z, Liu S, Tseng H. Emerging trends in regenerative medicine: a scientometric analysis in CiteSpace. Expert Opin Biol Ther. 2012 May;12(5):593-608.*

59) *Gert Meijer, Clemens van Blitterswijk. Future Perspectives of Regenerative Medicine.pp 58-72 accessed 13 August 2014 at http://stt.nl/wp/wp-content/uploads /2013/02/STT71-converging_technologies-publicatie-2006.pdf)*

60) *Levin M (2011) The wisdom of the body: future techniques and approaches to morphogenetic fields in regenerative medicine, developmental biology and cancer (accessed 13 August 2014 at http://www.futuremedicine.com/doi/pdf/10.2217/rme.11.68)*

61) *Regenerative Medicine: Industry Briefing.2009.pp 3,6 (accessed 13 August 2014 at http://www.marsdd.com/wp-content/uploads/2011/02/MaRSReport-Regenerative-Medicine.pdf)*

62) *José A. Andrades (2014) Stem cells therapy for regenerative medicine: Principles of present and future practice (accessed 13 August 2014 at http://www.red-tercel.com/wp-content/uploads/2014/02/JBiSE_2014012910510210.pdf)*

63) *Gorman C (2013) What's Next for Stem Cells and Regenerative Medicine? (accessed 13 August 2014 at http://www.scientificamerican.com/article/regenerative-medicine-whats-next-stem-cells/)*

64) *Regenerative medicine Report (accessed 13 August 2014 at http://www.publications.parliament.uk/pa/ld201314/ldselect/ldsctech/23/23.pdf)*

65) *The new science of personalized medicine: Translating the promise into practice.2009. (accessed 13 August 2014 at http://capitalgroupholdings.com/files/The-New-Science-of-Personalized-Medicine.pdf)*

66) *Branzén K. Personalized Medicine, A new era for healthcare and industry.(2013). (accessed 13 August 2014 at http://ec.europa.eu/digital-agenda/futurium/sites/futurium/files/futurium/library/Branz%C3%A9n%20-%202013%20-%20Personalized%20Medicine(2).pdf)*

67) *Personalized Medicine: Trends and prospects for the new science of genetic testing and molecular diagnostics.(2012) (accessed 13 August 2014 at http://www.unitedhealthgroup.com/~/media/UHG/PDF/2012/UNH-Working-Paper-7.ashx)*

68) *Chouchane L, Mamtani R, Dallol A, and Sheikh JI. Personalized medicine: a patient - centered paradigm. J Transl Med. 2011; 9: 206. (accessed 14 August 2014 at http://www.translational-medicine.com/content/9/1/206)*

69) *Clinical Utility of Personalised Medicine. (accessed 13 August 2014 at http://www.nhmrc.gov.au/_files_nhmrc/publications/attachments/ps0001_clinical_utility_personalised_medicine_feb_2011.pdf)*

70) *Omics in personalised medicine. (accessed 13 August 2014 at http://www.fp7.org.tr/tubitak_content_files/Health/summary-report-omics-for-personalised-medicine-workshop_en.pdf)*

71) *Pothier K , Gustavsen G. Combating complexity: partnerships in personalized medicine. (accessed 13 August 2014 at http://www.futuremedicine.com/doi/pdf/10.2217/pme.13.28)*

۷۲) *نبی پور، ایرج، اسدی مجید. پزشکی اینده ، پزشکی سیستمی، پزشکی P4. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بوشهر. ۱۳۹۳.*

73) *Stein Z. Modeling the Demands of Interdisciplinarity: Toward a framework for Evaluating Interdisciplinary Endeavors. Integral Rev 2007; 4: 91-107.*

۷۴) *نبی پور، ایرج. نظریه رهیافت میان رشته‌ای در پزشکی. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بوشهر. ۱۳۹۲.*

75) *Seipel M. Interdisciplinarity: An Introduction. The University of Texas at Arlington.(Accessin March 04, 2012 at http://www.uta.edu/faculty/repko/INTS_2301/SEIPEL.pdf).*

76) *Klein JT, Newell WH. Advancing Interdisciplinary Studies. In: Newell WH, editor, Interdisciplinarity: Essays from the Literature. New York: College Entrance Examination Board; 1998: p.3-22.*

77) *Bindler RC, Richardson B, Daratha K, Wordell D. Interdisciplinary health science research collaboration: strengths, challenges, and case example. Appl Nurs Res 2010. [Epub ahead of print].*

78) *Aboelela SW, Larson E, Bakken S, et al. Defining interdisciplinary research: conclusions from a critical review of the literature. Health Serv Res 2007; 42: 329-46.*

۷۹) *نبی پور، ایرج. نقشه‌ی علمی بنیاد ملی سلامت آمریکا و اقتصاد دانایی محور. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بوشهر. ۱۳۸۷.*

80) *Thinking Across Disciplines. Interdisciplinarity in Research and Education. FUHU.(Access in March 04, 2012 athttp://fuhu.dk/filer/FBE/Publikationer/ thinking_ across.pdf).*

81) *Rosenfield PL. The potential of transdisciplinary research for sustaining and extending linkages between the health and social sciences.Soc Sci Med 1992; 35: 1343-57.*

82) *Flinterman JF, Teclemariam-Mesbah R, Broerse JEW, et al. Transdisciplinary: the new challenge for biomedical research. Bull Sci 2001; 21: 253-66.*

83) *Bernard-Bonnin AC, Stachenko S, Bonin D, Charette C, Rousseau E. Self-management teaching programs and morbidity of pediatric asthma: a meta-analysis. J Allergy Clin Immunol 1995; 95: 34-41.*

84) *Newell WH. A theory of interdisciplinary studies. Issues in Integrative Studies 2001;19:1-25.*

85) *Ben-Shlomo Y, Kuh D. A life course approach to chronic disease epidemiology: conceptual models, empirical challenges and interdisciplinary perspectives. Int J Epidemiol 2002; 31: 285-93.*

86) *Diez Roux AV. Integrating Social and Biologic Factors in Health Research: A System View. Ann Epidemiol 2007;17:569–574.*

87) *Part II – Full Text of Announcement. Office of Extramural Research.(Access in March 04, 2012 at http://grants.nih.gov/grants/guide/pa-files/PA-11-077.html#PartII).*

۸۸) *نبی پور، ایرج. نقشه‌ی علمی بنیاد ملی سلامت آمریکا و اقتصاد دانایی محور. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بوشهر. ۱۳۸۷.*

89) *Leischow SJ, Best A, Trochim WM, et al. Systems Thinking to Improve the Public's Health. Am J Prev Med 2008; 35(2S): S196-203.*

۹۰) *مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. مروری بر ساختار بیمه‌های درمانی مکمل در کشورهای منتخب و ایران. تیرماه ۱۳۸۳ (http://rc.majlis.ir/fa/report/download/729062)*

91) *Wilensky GR. The shortfalls of "Obamacare". N Engl J Med. 2012 Oct 18;367(16): 1479-81.*

92) *Eibner C1, Hussey PS, Girosi F. The effects of the Affordable Care Act on workers' health insurance coverage. N Engl J Med. 2010 Oct 7;363(15):1393-5.*

93) *Miller H, Vandervelde A, Russo G. Healthcare Megatrends:The future of healthcare financing and delivery. (Accessed 23 June at http://cdn.medicexchange.com).*

94) *Huber R. Health Care Megatrends Outlined at Feb. 24 Omenn Lecture. Mar 3, 2014. (Accessed at 23 June at http://wws.princeton.edu/news-and-events/news/item/health-care-megatrends-outlined-feb-24-omenn-lecture).*

95) *Ubel P. Obamacare And The End Of Employer-Based Health Insurance. (Accessed 23 June at http://www.forbes.com/sites/peterubel/).*

96) *Enthoven AC1, Fuchs VR. Employment-based health insurance: past, present, and future. Health Aff (Millwood). 2006 Nov-Dec;25(6):1538-47.*

۹۷) مروری بر مبانی نظری بیمه های اجتماعی درمان (http://www.taminpress.com/wp-content/uploads/ssofiles/67-SSO-SEO-Darman.pdf)

۹۸) حسن زاده علی. نقش بیمه در سیاست‌گذاری سلامت. بهمن ۱۳۹۱. (http://pte.ir/files_site/files/r_5_130209114516.pdf)

۹۹) حداد کشاورز، زمردی انباجی مهدی. انتخاب نامساعد و مخاطرات اخلاقی در بازار بیمه درمان ایران. مجله تحقیقات اقتصادی. دوره ۴۴، شماره ۲، زمستان ۱۳۸۸

100) *Enders T Brown B, Smith M, et al. 10 Megatrends Shaping Healthcare's Next 10 Years. (Accessed at 23 June at http://www.manatt.com/10-Megatrends-Shaping-Healthcares-Next-10-Years.aspx#sthash.VqxNG6hi.dpuf).*

101) *4 healthcare mega-trends – FierceHealthcare. Feb 20, 2014. (Accessed 23 June at www.fiercehealthcare.com/story/4-healthcare-mega-trends/2014-02-20).*

102) *Weinstein RS, Lopez AM, Joseph BA, Erps KA, Holcomb M, Barker GP, Krupinski EA. Telemedicine, telehealth, and mobile health applications that work: opportunities and barriers. Am J Med. 2014 Mar;127(3):183-7.*

103) *Waki K, Fujita H, Uchimura Y, Omae K, Aramaki E, Kato S, Lee H, Kobayashi H, Kadowaki T, Ohe K . DialBetics: A Novel Smartphone-based Self-management Support System for Type 2 Diabetes Patients. J Diabetes Sci Technol. 2014 Mar 13;8(2):209-215.*

104) *Forman DE, LaFond K, Panch T, Allsup K, Manning K, Sattelmair J. Utility and Efficacy of a Smartphone Application to Enhance the Learning and Behavior Goals of Traditional Cardiac Rehabilitation: A FEASIBILITY STUDY.J Cardiopulm Rehabil Prev. 2014 May 23.*

105) *Börve A, Dahlén Gyllencreutz J, Terstappen K, Johansson Backman E, Aldenbratt A, Danielsson M, Gillstedt M, Sandberg C, Paoli J. Smartphone Teledermoscopy Referrals: A Novel Process for Improved Triage of Skin Cancer Patients. Acta Derm Venereol. 2014 Jun 10.*

106) *O'Connor P, Byrne D, Butt M, Offiah G, Lydon S, Mc Inerney K, Stewart B, Kerin MJ. Interns and their smartphones: use for clinical practice. Postgrad Med J. 2014 Feb;90(1060):75-9.*

107) *Derbyshire E, Dancey D. Smartphone Medical Applications for Women's Health: What Is the Evidence-Base and Feedback? Int J Telemed Appl. 2013;2013:782074/*

108) *Forbes/Insights. Getting From Volume to Value inHealth Care: Balancing Challenges & Opportunities (Accessed 23 June 2014 at http://www.forbes.com/forbesinsights /allscripts/#sthash.ounOKtcW.dpuf).*

109) *Miller HD.Health Aff (Millwood). From volume to value: better ways to pay for health care.*

110) *Transforming Healthcare - From Volume to Value. Thailand- KPMG- Research. Sep 2012. (Accessed 23 June 2014 at www.kpmg.com).*

111) *Value-based Purchasing: A Strategic Overview for Health Care Industry Stakeholders. Deloitte Center for Health Solutions. (Accessed 23 June 2014 www.deloitte.com/.../ US_CHS_ValueBasedPurchasing).*

112) *Main T, Slywotzky. The Volume-to-Value Revolution - Oliver Wyman. Spring 2013. (Accessed 23 June 2014 at www.oliverwyman.com).*

113) *Evans AC. Accountable Care Reflects Paradigm Shift from Volume to Value. March 29th, 2013. (Accessed 23 June 2014 at http://hin.com/blog/2013/03/29/guest-post-accountable-care-reflects-paradigm-shift-from-volume-to-value/).*

114) *Big Data to Knowledge. (Accessed 15 March 2014 at http://commonfund.nih.gov/Bd2k/overview).*

115) *Shi ZD, Wu H, Ruddy B, Griffiths GL. Imaging Probe Development Center: a National Institutes of Health core synthesis resource for imaging probes. J Biomed Opt 2007;12: 051502.*

116) *Zerhouni E. Medicine. The NIH Roadmap. Science New York, NY 2003; 302: 63-72.*

117) *Zehrouni AE. Translational and Clinical Science – Time for a New Vision. N Eng J Med 2005; 353: 1621-3.(Access 25 February 2008 at http://content.nejm.org/cgi/reprint/353/15/1621.pdf)*

118) *Kwon SW. Surviving in the era of Big Data. Blood Research 2013;48:167-8.*

119) *Dutton S. Change How You Work, Live, And Communicate With These 6 Megatrends. March 19, 2014. (Accessed 23 June 2014 at https://blogs.sap.com/innovation).*

120) *Choudhury S, Fishman JR, McGowan ML, et al. Big data, open science and the brain: lessons learned from genomics. Front. Hum. Neurosci., 16 May 2014*

121) *Chen J, Qian F, Yan W, Shen B. Translational biomedical informatics in the cloud: present and future. Biomed Res Int. 2013;2013:658925. doi: 10.1155/2013/658925. Epub 2013 Mar 17.*

۱۲۲) وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. کمیته تخصصی سلامت و علوم زیستی. نقشه جامع علمی سلامت. ۱۳۸۸.

123) *Deaton A. Health in an Age of Globalization. NBER Working Paper No. 10669 Issued in August 2004. (accessed 23 June 2014 at http://www.nber.org/papers/w10669).*

124) *Woodward D, Drager N, Beaglehole R, et al. Globalization and health: a framework for analysis and action. Bulletin of the World Health Organization, 2001, 79: 875–881.*

125) *Megatrends in global health care. Harvard Business Review. (Accessed 23 June at*

126) *Connell J. Contemporary medical tourism: Conceptualisation, culture and commodification. Tourism Management 2013;34: 1–13.*

127) *Smith R, Martínez Álvarez M, Chanda R. Medical tourism: a review of the literature and analysis of a role for bi-lateral trade. Health Policy. 2011 Dec;103(2-3):276-82.*

128) *Horowitz MD, Rosensweig JA, Jones CA. Medical tourism: globalization of the healthcare marketplace. MedGenMed. 2007 Nov 13;9(4):33.*

129) *MacPherson DW, Gushulak BD, Baine WB, Bala S, Gubbins PO, Holtom P, Segarra-Newnham M. Population mobility, globalization, and antimicrobial drug resistance.*

130) *Ioannou A1, Mechili A, Kolokathi A, Diomidous M. Impacts of globalization in health. Stud Health Technol Inform. 2013;190:222-4/*

۱۳۱) ایران در آستانه مواجهه با دو موج سالمندی. ایسنا. ۸ اسفند ۱۳۹۱ (http://isna.ir/fa/news/91120805502)

۱۳۲) ۲۰ درصد سالمندان کشور زیر خط فقر هستند. بهارنیوز. ۹ مهر ۱۳۹۲ (http://www.baharnews.ir/vdcdjx0f.yt0596a22y.html)

133) *Naghavi M, Shahraz S, Sepanlou SG, Dicker D, Naghavi P, Pourmalek F, Mokdad A, Lozano R, Vos T, Asadi-Lari M, Sayyari AA, Murray CJ, Forouzanfar MH. Health transition in Iran toward chronic diseases based on results of Global Burden of Disease 2010. Arch Iran Med. 2014 May;17(5):321-35.*

134) *Basakha M, Yavari K, Sadeghi H, Naseri A. Health care cost disease as a threat to Iranian aging society.J Res Health Sci. 2014;14(2):152-6.*

135) *Emami M, Sadeghpour O, Zarshenas MM. Geriatric management in medieval Persian medicine. J Midlife Health. 2013 Oct;4(4):210-215/*

۱۳۶) راهنمای آموزشی مراقبت‌های ادغام یافته و جامع سالمندی. بازنگری سوم – ۱۳۸۸ (http://phc.muq.ac.ir/uploads/109_208_bsp.doc)

137) *Balmer JT. The transformation of continuing medical education (CME) in the United States.Adv Med Educ Pract. 2013 Sep 19;4:171-82.*

138) *George R. Lueddeke. Transforming Medical Education for the 21st Century: Megatrends, Priorities and Change. Radcliffe Pub, 2012.*

139) *Emanuel EJ. Six Healthcare Megatrends Caused by Obamacare. New Republic. March 4, 2014 (Accessed 23 June at http://www.newrepublic.com/article/116838/six-healthcare-megatrends-caused-obamacare).*

140) *Lazarus C J.10 Megatrends in Medical Education. Oncology Times 2009;31:6-9.*

141) *Ginsburg GS1, Staples J, Abernethy AP. Academic medical centers: ripe for rapid-learning personalized health care. Sci Transl Med. 2011 Sep 21;3(101):101cm27.*

142) *Lucey CR. Medical education: part of the problem and part of the solution. JAMA Intern Med. 2013 Sep 23;173(17):1639-43.*

143) *Plochg T1, Klazinga NS, Starfield B. Transforming medical professionalism to fit changing health needs.BMC Med. 2009 Oct 26;7:64.*

144) *"10 Megatrends in Medical Education". (Accessed 23 June 2014 at http://www.thegeneralists.org/sites/default/files/2008.pdf).*

145) *Golden WE, Olive DA, Friedlander IR. Megatrends in medical education. Am J Med. 1986 Jul;81(1):112-6.*

146) *Megatrends (Critical Survey of Contemporary Fiction). (Accessed 23 June 2014 at http://www.enotes.com/topics/megatrends).*

147) *Manatt's Healthcare Industry Megatrends. (Accessed 23 June 2014 at http://www.acmha.org/content/summit/2014/Manatt_Megatrends.pdf).*

148) *Toop L. Primary care: core values. Patient centred primary care. BMJ. 1998 Jun 20;316(7148):1882-3.*

149) *American Geriatrics Society Expert Panel on the Care of Older Adults with Multimorbidity. Patient-centered care for older adults with multiple chronic conditions: a stepwise approach from the American Geriatrics Society: American Geriatrics Society Expert Panel on the Care of Older Adults with Multimorbidity. J Am Geriatr Soc. 2012 Oct;60(10):1957-68.*

150) *What is patient-centred Healthcare? A review of definitions and principles. International Alliance of Patients' Organizations. (Accessed 23 June 2014 at http://www.patientsorganizations.org/attach.pl/547/494/IAPO%20Patient-Centred%20Healthcare%20Review%202nd%20edition.pdf).*

151) *Peeters JM, Wiegers TA, Friele RD.How technology in care at home affects patient self-care and self-management: a scoping review. Int J Environ Res Public Health. 2013 Oct 29;10(11):5541-64.*

152) *El-Gayar O1, Timsina P, Nawar N, Eid W. Mobile applications for diabetes self-management: status and potential. J Diabetes Sci Technol. 2013 Jan 1;7(1):247-62.*

153) *Task Force on the Vision of Pediatrics. Vision of Pediatrics 2020 Findings: Megatrends, Drivers, Scenarios, and Transformations. January 2010. (Accessed 23 June 2014 at http://www2.aap.org/visionofpeds/docs/VOP_final_scenarios.pdf).*

154) *Hairon N. EVIDENCE ON EFFECTIVENESS OF SELF-CARE SUPPORT STRATEGIES. NT 4 Dec 2007;103 No 49. (Accessed 23 June 2014 at www.nursingtimes .net).*

155) *Yanci J. Hospital Mergers and Acquisitions. January 2012. (Accessed 23 June at www.dhgllp.com/).*

156) *Breakthroughs: Hospital Merger and Acquisition Strategies. (Accessed 23 June 2014 at http://www.healthleadersmedia.com/breakthroughs/257025/Hospital-Merger-and-Acquisition-Strategies/)*

157) *Cuellar AE, Gertler PJ. Trends in hospital consolidation: the formation of local systems. Health Aff (Millwood). 2003 Nov-Dec;22(6):77-87.*

158) *Daccord DA, l Irving R, Levin M, et al. PIFALLS IN HEALTHCARE MERGERS AND ACQUISITIONS – EMERGING ISSUES. The Health Lawyer 2012;25:42-46.*

159) *McArthur M. MERGER AND ACQUISITION ACTIVITY FOR HOSPITAL AND HEALTH SYSTEMS: POST-REFORM PRIORITIES AND TRENDS. Feb 2011. (Accessed 23 June 2014 at http://www.healthlawyers.org/Events/Programs/Materials /Documents/PHYHHS11 /mcarthur_owens.pdf).*

160) *Rodak S. Hospital and Health System Strategy in 2012: 6 Key Initiatives. Hospital review. September 11, 2012 . (Accessed 23 June at http://www.beckershospitalreview .com/strategic-planning/hospital-and-health-system-strategy-in-2012-6-key-initiatives .html).*

161) *Lockett KM. Integrating hospital and physician revenue cycle operations. Healthc Financ Manage. 2014 Mar;68(3):38-41.*

162) *Schimpff SC. Hospital of the Future - Final Report. October 2008 (Accessed 23 June at www.tatrc.org/docs/hof_report_08.pd)*

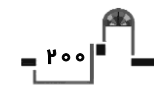
163) *Hegwer LR. 6 strategies for managing value in uncertain times. Healthc Financ Manage. 2013 Aug;67(8):106-11.*

164) *Tian Q, Price ND, Hood L. Systems cancer medicine: towards realization of predictive, preventive, personalized and participatory (P4) medicine. J Intern Med 2012; 271: 111-21.*

165) *Hood L, Friend SH. Predictive, personalized, preventive, participatory (P4) cancer medicine. Nat Rev Clin Oncol 2011; 8: 184-7.*

166) *Hood L. Systems Biology and P4 Medicine: Past, Present, and Future. Rambam Maimonides Med J 2013; 4: e0012.*

نمایه


۲۰۰

الف

ابرنظام‌های سلامت ۱۶۳
اجتماعی ..... ۱۰، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱۶، ۱۹، ۲۰، ۲۳،
۴۰، ۶۲، ۶۴، ۱۱۱، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۸، ۱۵۳، ۱۵۵، ۱۵۸،
۱۶۰، ۱۶۲، ۱۷۱، ۱۹۲
اجتماعی - اسلامی ۱۶۲
ادغام ..... ۱۱۶، ۱۳۰، ۱۵۳، ۱۵۶، ۱۵۸، ۱۶۳، ۱۶۴،
۱۶۵، ۱۶۶، ۱۹۵
ادوات نانویی ..... ۷۱، ۷۴
ارائه دهندگان خدمات سلامت ..... ۱۰۸، ۱۱۵، ۱۳۲، ۱۳۵،
۱۳۶، ۱۴۳، ۱۴۵، ۱۶۱، ۱۶۲
ارتقاء سلامت ..... ۱۶۲، ۱۶۷
ارزش ..... ۱۶، ۱۹، ۲۱، ۶۲، ۶۴، ۱۳۵، ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۵۰، ۱۶۵
ارگان ..... ۷۸، ۸۰، ۸۹، ۱۶۵، ۱۶۹
استاندار سازی ۱۳۹
استاندارد ..... ۱۰۲، ۱۲۳، ۱۷۱
اسید نوکلئوئیک ۴۰
اطلاع رسانی شفاف ۱۳۹
اطلاعات ..... ۳۸، ۴۰، ۴۱، ۴۶، ۴۸، ۵۰، ۵۱، ۵۹، ۶۲،
۶۳، ۶۷، ۹۹، ۱۰۴، ۱۱۵، ۱۲۷، ۱۲۹، ۱۳۱، ۱۳۹، ۱۴۲،
۱۴۳، ۱۵۹، ۱۶۱، ۱۶۹، ۱۷۱
اطلاعات در همه جا ۱۵۹
اقتصاد ..... ۹، ۱۶، ۱۸، ۲۰، ۲۱، ۲۶، ۶۲، ۶۴، ۱۱۷،
۱۴۵، ۱۴۸، ۱۶۴، ۱۹۰، ۱۹۱
اقتصاد بزرگ مقیاس ۱۶۴
اقتصاد جهانی ۱۴۵
اقتصاد دانایی محور ..... ۲۱، ۱۱۷، ۱۴۵، ۱۵۰، ۱۹۰، ۱۹۱
اقتصاد ملی ..... ۱۴۵، ۱۴۸
اقتصاد نوین جهانی ۱۵۰
الکترونیک زیستی ۸۷
امیکس ..... ۵۱، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۶۹
اندازه‌گیری‌های نوین ..... ۴۷، ۱۷۰
انرژی ..... ۲۲، ۲۸، ۵۹

انفو ۶۱
انقلاب بزرگ سوم ۶۴
اوباما ..... ۱۲۴، ۱۲۸، ۱۵۸، ۱۶۳
اورگانومیکس ۴۵
ایمپلانت ۵۹
ایمونولوژی ..... ۸۵، ۹۱
ایمنی ..... ۱۳۵، ۱۳۹، ۱۴۳، ۱۶۹
اینتراکتومیکس ..... ۴۳، ۴۵
آموزش پزشکی ..... ۱۳۱، ۱۴۸، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۵۸، ۱۶۶، ۱۹۴
آنالیز تک سلولی ..... ۴۵، ۴۹
آینده پژوهی ..... ۹، ۱۵

ب

بازار سلامت ..... ۱۳۷، ۱۴۷
بازآفرینی ۸۵
بافت سه بُعدی ۹۳
بالینی ..... ۴۶، ۴۸، ۵۱، ۵۳، ۵۴، ۷۱، ۷۷، ۸۵، ۹۱
۹۲، ۹۵، ۱۰۸، ۱۱۷، ۱۲۹، ۱۴۳، ۱۵۸، ۱۶۱، ۱۶۵، ۱۷۱
بانک بند ناف ۹۶
برنامه‌ریزی ..... ۱۶، ۸۵، ۱۴۲، ۱۶۶
برنامه‌های کاربردی سلامت همراه ..... ۱۲۷، ۱۲۹، ۱۳۰
بنگاه ..... ۱۶، ۲۹، ۳۱، ۳۳
بنیاد ملّی سلامت ..... ۶۶، ۷۰، ۹۴، ۱۱۷
بنیاد ملی سلامت آمریکا ..... ۱۱۹، ۱۴۱، ۱۹۰، ۱۹۱
بیمارستان ..... ۱۶۳، ۱۶۴
بیماری‌های مزمن ..... ۱۳۱، ۱۵۱، ۱۵۳، ۱۵۶، ۱۵۹
۱۶۱، ۱۶۵، ۱۶۷
بیماری‌های مغزی ۶۷
بیمه‌های مکمل ..... ۱۲۳، ۱۲۵
بیمه‌ی سلامت همگانی ۱۲۳
بیو ۶۱
بیولوژی سیستمی ..... ۳۷، ۵۱، ۶۶، ۱۰۷، ۱۷۱
بیولوژی سینتتیک ۶۲
بیونیک ..... ۲۰، ۸۷

پ

پاتوژنز ۹۱
پاتوفیزیولوژی ۴۰
پاتولوژیک ..... ۷۷، ۸۲، ۸۳، ۸۶
پارادایم ..... ۳۷، ۱۱۶، ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۹، ۱۷۲
پارادایمی ..... ۳۸، ۸۵، ۹۹، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۷۲
پاسخگویی ..... ۱۳۹، ۱۴۹، ۱۵۳، ۱۶۱، ۱۶۶
پروتئومیکس ..... ۴۳، ۴۵، ۴۹، ۱۶۹، ۱۷۲
پزشک خانواده ۱۶۷
پزشک محور ۱۵۶
پزشکان ..... ۴۳، ۱۰۱، ۱۲۹، ۱۳۱، ۱۳۵، ۱۵۶، ۱۶۱، ۱۶۳، ۱۷۱
پزشکی از راه دور ..... ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۳۰، ۱۳۲، ۱۴۹
پزشکی بازآفرینشی ..... ۷۲، ۷۷، ۷۸، ۸۵، ۸۶، ۸۷

۹۱، ۹۳، ۹۴، ۹۶
پزشکی بازآفرینی ..... ۷۷، ۸۵، ۸۹
پزشکی ترمیمی ۱۶۵
پزشکی خانگی ۱۶۱
پزشکی دیجیتالی ۱۶۳
پزشکی ژنومیک ..... ۴۰، ۴۶
پزشکی سیستمی ..... ۳۵، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷،
۴۹، ۵۰، ۵۱، ۷۷، ۱۶۹، ۱۹۰
پزشکی فردگرایانه ..... ۵۲، ۵۴، ۸۲، ۸۳، ۹۷، ۹۹، ۱۰۱
۱۰۲، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۵۶
پزشکی مبتنی بر جامعه ۱۵۶
پزشکی نانو ..... ۶۹، ۷۳، ۷۴
پژوهش و توسعه ..... ۵۲، ۵۹، ۷۷، ۱۰۸
پژوهشگران ..... ۲۳، ۲۴، ۵۱، ۷۸، ۸۷، ۹۳، ۱۱۴
۱۱۵، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۶۱
پلورالیسم ۲۶
پوشش بیمه ..... ۱۲۳، ۱۲۴
پوشش همگانی بیمه ..... ۱۲۳، ۱۲۴
پیاده سازی ..... ۱۳۹، ۱۴۹، ۱۷۲
پیچیدگی ..... ۱۵، ۲۱، ۴۰، ۶۷، ۸۷، ۱۰۶، ۱۱۱، ۱۵۶
پیر شدن جمعیت ..... ۱۸، ۲۹، ۱۵۱، ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۵۶
پیش ران ..... ۱۲، ۱۴، ۱۷، ۲۰، ۲۱، ۳۰، ۳۲، ۵۹
۱۲۰، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۳۰، ۱۳۶، ۱۳۷
پیشگیرانه ..... ۴۷، ۴۸، ۱۰۴، ۱۷۰
پیشگیری ..... ۴۴، ۷۰، ۸۷، ۹۹، ۱۰۲، ۱۰۷، ۱۱۶
۱۵۹، ۱۶۱، ۱۶۵، ۱۶۷، ۱۶۹، ۱۷۰
پیوند اعضاء ..... ۸۵، ۹۰، ۹۱
پیوند زنوی ۱۶۶

ت

تجاری ..... ۸۷، ۹۵، ۹۶
تجمیع ۱۶۴
تحلیل روند ..... ۹، ۲۹، ۳۱
تحول ..... ۱۱، ۱۵، ۱۹، ۲۲، ۲۵، ۱۳۲، ۱۴۱
۱۴۳، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۷۲
ترمیم بافتی ۸۵
تصویر برداری ..... ۴۵، ۴۹، ۵۰، ۶۶، ۶۹، ۷۱، ۱۶۹
تصویر نگاری ۱۷۰
تفکر سیستمی ..... ۳۷، ۴۵، ۱۱۵، ۱۱۶
تلفن‌های هوشمند ..... ۱۲۷، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۶۱
تملک ..... ۱۶۳، ۱۶۴
توالی یابی ..... ۴۵، ۴۹، ۵۰، ۱۶۹، ۱۷۱
توریسم پزشکی ..... ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۹
توسعه‌ی پایدار ..... ۱۵، ۲۵
توسعه‌ی علم ۱۱۲
تیم‌های پژوهشی ..... ۴۳، ۶۶، ۱۱۷
تئوری ..... ۴۳، ۴۷، ۴۸، ۶۴، ۷۸، ۱۰۷، ۱۶۹

ج

جامعه..... ۹، ۱۰، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۲۹، ۳۲، ۶۲، ۶۴
۱۱۱، ۱۲۷، ۱۳۲، ۱۴۲، ۱۴۸، ۱۵۱، ۱۵۶، ۱۵۸، ۱۶۲، ۱۶۷،
۱۷۰، ۱۷۲
جان نیسبت..... ۹، ۱۵
جایگزین کروموزومی..... ۷۴
جراحی سلول..... ۷۴
جراحی‌های روبوتیک..... ۱۶۵
جهانی سازی..... ۱۳، ۲۱، ۲۵، ۲۶، ۱۴۵، ۱۴۷، ۱۴۸

چ

چند رشته‌ای..... ۱۱۱، ۱۱۴، ۱۱۵

ح

حجم به ارزش..... ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۹
حسگرهای ویژه..... ۱۲۹

خ

خدمات بیمه..... ۱۲۳، ۱۲۵
خدمات درمانی..... ۱۰۴، ۱۲۵
خدمات سلامت..... ۹۹، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۵، ۱۳۶
۱۳۷، ۱۴۲، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۷، ۱۴۹
۱۵۶، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۶۲، ۱۶۵
خود مدیریتی..... ۱۶۱، ۱۶۵
خود مراقبتی..... ۱۳۱، ۱۳۶، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۵

د

داده کاوی..... ۴۵
داده‌های بزرگ..... ۱۴۱، ۱۴۳، ۱۷۰
دارو..... ۵۲، ۵۳، ۵۹، ۶۶، ۷۷، ۷۹، ۸۰، ۸۱
۸۲، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۶۹
دانش..... ۱۷۱
دانش سلامت..... ۱۴۱
در هم تنیدگی..... ۱۱۱، ۱۱۵
درمان..... ۱۹، ۴۴، ۵۰، ۵۱، ۶۶، ۶۹، ۷۰، ۷۲، ۷۴
۸۳، ۸۶، ۸۹، ۹۱، ۹۲، ۹۳، ۹۴، ۹۹، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۵،
۱۰۷، ۱۱۵، ۱۲۳، ۱۲۵، ۱۲۷، ۱۴۸، ۱۵۱، ۱۶۱، ۱۶۳، ۱۶۵،
۱۶۶، ۱۶۹، ۱۷۱، ۱۷۲، ۱۹۲، ۱۹۴
درمانگاه..... ۱۲۷، ۱۷۱
درمانگران..... ۱۲۷، ۱۵۶، ۱۶۰، ۱۶۳
دموگرافیک..... ۱۳، ۱۸، ۱۹، ۲۸، ۲۹، ۱۴۳
دولت محور..... ۱۲۳
دیجیتال..... ۲۰، ۲۷
دینامیک شبکه‌ها..... ۳۹، ۴۴

ر

راهبردها..... ۴۰، ۵۰، ۹۴

رایانه‌های تبلت ۱۲۹
رفتارهای تغذیه‌ای ۱۶۱
رها سازی دارو ۶۹
رهایش دارو ۷۱
رهیافت ..... ۳۱، ۳۷، ۳۹، ۴۳، ۴۴، ۵۱، ۵۴، ۶۶
۸۳، ۹۹، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۷، ۱۰۹، ۱۱۱، ۱۱۳، ۱۱۴،
۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۲۰، ۱۵۶، ۱۶۹، ۱۹۰
ریز پردازنده ۶۶

ز

زیست پزشکی ..... ۶۲، ۶۴، ۶۹، ۷۳، ۱۰۵، ۱۱۴
۱۱۶، ۱۴۱، ۱۶۹
زیست محیط ..... ۲۲، ۲۵، ۴۰، ۴۷
زیستی ..... ۲۸، ۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۶، ۵۱، ۵۳، ۵۹
۶۰، ۶۲، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۶۹، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۷، ۸۰، ۸۹، ۱۰۰،
۱۰۲، ۱۰۴، ۱۰۶، ۱۱۳، ۱۲۷، ۱۴۱، ۱۹۴

ژ

ژن ..... ۹۱، ۱۰۰
ژنتیک ..... ۶۲، ۱۰۷
ژنوم ..... ۴۱، ۴۵، ۴۸، ۴۹، ۱۰۲، ۱۶۹
ژنومیک ..... ۴۰، ۴۶، ۶۳، ۶۴، ۹۹، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۵
ژنومیکس ..... ۴۳، ۴۴، ۱۵۶، ۱۶۹، ۱۷۲

س

سازمان بهداشت جهانی ۱۵۳
سالمند ..... ۱۵۱، ۱۵۲
سالمندان ..... ۱۲۳، ۱۵۱، ۱۵۳، ۱۹۵
سالمندی ..... ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۶۷، ۱۹۵
سبک زندگی ..... ۱۹، ۱۶۱، ۱۶۲
سرطان ..... ۶۶، ۷۱، ۷۲، ۹۱، ۱۰۲، ۱۰۶، ۱۳۱، ۱۵۰
سرمایه‌گذاری ..... ۲۲، ۲۸، ۹۵، ۱۱۷، ۱۱۹
سکوی فناوری اطلاعات ۱۵۹
سلامت ..... ۶، ۱۹، ۳۸، ۴۰، ۴۷، ۴۹، ۵۴، ۷۰، ۷۴
۹۹، ۱۰۵، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷،
۱۱۸، ۱۲۱، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۲،
۱۳۵، ۱۳۷، ۱۳۹، ۱۴۱، ۱۴۳، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۷، ۱۴۹، ۱۵۱،
۱۵۲، ۱۵۳، ۱۵۶، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۴،
۱۶۶، ۱۶۹، ۱۷۱، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۹۲، ۱۹۴
سلامت از راه دور ..... ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۳۰
سلامت پر ارزش ۱۳۷
سلامت جامعه ..... ۱۰۸، ۱۱۶، ۱۲۹، ۱۳۷، ۱۴۱
۱۴۵، ۱۴۸، ۱۵۶، ۱۵۸، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۵، ۱۶۶
سلامت همراه ..... ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۳۰، ۱۳۲
سلول ..... ۷۴، ۷۵، ۸۱، ۸۲، ۸۸، ۹۴، ۱۶۹، ۱۷۲
سلول‌های بنیادی ..... ۴۹، ۷۲، ۸۲، ۸۳، ۸۵، ۸۶
۸۸، ۹۱، ۹۴، ۹۶، ۱۰۵
سلول‌های سرطانی ..... ۷۱، ۷۴

سلول‌های مزانشیمی ۹۱
سلومیکس ..... ۴۳، ۴۵
سه گانه‌ی مقدس ۴۳
سیاست‌های کلی سلامت ..... ۱۲۵، ۱۴۳، ۱۶۲
سیستم‌های بیولوژیک ..... ۱۳، ۳۷، ۵۴، ۶۹، ۱۷۲
سیستم‌های پیچیده ..... ۳۷، ۸۰، ۱۱۱
سیستم‌های زیستی ..... ۵۵، ۶۹، ۷۲، ۷۳، ۷۴
سیلیکایی ۷۲
سیلیکو ۵۱
سینرژیتیک ..... ۱۶، ۶۱
سینرژیسم ۶۴

ش

شبکه‌ها ۳۹
شبکه‌های اجتماعی ..... ۴۰، ۴۷، ۱۲۷
شبکه‌های بهداشت ۱۶۶
شبیه سازی زیستی ..... ۵۱، ۵۳، ۵۴
شرکت‌های دارویی ..... ۱۴۳، ۱۴۸
شکاف دیجیتالی ۶۲
شناختی ..... ۲۸، ۵۹، ۶۰، ۶۱، ۶۲، ۷۲
شهر نشینی ۲۳

ص

صنعت مراقبت‌های سلامت ..... ۱۲۸، ۱۳۰، ۱۳۲

ط

طب سنتی ..... ۱۵۰، ۱۵۲، ۱۶۲
طبابت ..... ۹۹، ۱۰۵، ۱۵۶، ۱۷۱

ع

عصبی ..... ۶۶، ۹۱، ۹۲
علوم اعصاب ..... ۶۲، ۶۸، ۷۲
علوم رفتاری ..... ۱۱۳، ۱۱۸
علوم کامپیوتر ..... ۶۲، ۱۲۷

غ

غربالگری ..... ۷۷، ۷۸، ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۱۰۱، ۱۰۴

ف

فارماکولوژی ژنومی ۷۲
فردگرایی ..... ۱۳، ۱۹، ۲۶
فلسفه‌ی پزشکی ..... ۳۸، ۸۶، ۱۱۶
فناوری ..... ۱۰، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۶، ۱۸، ۲۰، ۲۱، ۲۳
۲۶، ۲۷، ۲۹، ۴۳، ۴۹، ۵۴، ۵۹، ۶۰، ۶۲، ۶۳، ۶۶، ۶۹، ۷۲،
۷۳، ۷۷، ۷۸، ۸۰، ۸۳، ۸۵، ۹۴، ۹۶، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۱۱،
۱۲۰، ۱۲۷، ۱۳۰، ۱۳۳، ۱۳۷، ۱۴۱، ۱۴۳، ۱۵۰، ۱۶۳، ۱۶۵،
۱۶۹، ۱۷۲
فناوری اطلاعات ..... ۲۰، ۶۲، ۱۰۴، ۱۳۳، ۱۴۳، ۱۶۶

فناوری پزشکی ..... ۸۵، ۱۶۳
فناوری چیپس ۵۹
فناوری دیجیتال ..... ۲۷، ۱۲۷
فناوری‌های برتر ..... ۴۷، ۱۰۶، ۱۰۸، ۱۷۰، ۱۷۲
فناوری‌های سلولی - بافتی ۱۶۵
فنوتیپ ..... ۳۹، ۴۶
فیزیولوژیک ..... ۵۲، ۵۹، ۷۷، ۷۹، ۸۰

ق

قرن بیست و یکم ..... ۶۴، ۱۱۷، ۱۵۵، ۱۵۶

ک

کارآزمایی ۵۴
کارآمدی ..... ۲۲، ۶۴، ۱۳۵
کارفرما ..... ۱۲۳، ۱۲۴
کسب و کار ..... ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۲۱، ۲۳، ۲۴
۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۱، ۳۳، ۱۱۷، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۵۹
کنسرسیوم ۱۱۹
کیفیت ..... ۱۲۳، ۱۲۵، ۱۳۵، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۵۹، ۱۶۳
۱۶۴، ۱۶۷
کیفیت خدمات ..... ۱۲۳، ۱۵۹

ل

لاین‌های سلولی ..... ۷۸، ۸۲

م

ماشین‌های ملکولی ۳۹
مبتنی بر شاهد ..... ۱۶۱، ۱۷۱
متابولومیکس ..... ۴۳، ۴۵، ۴۹
متابولیک عملکردی ۵۱
مجازی سازی ۵۹
محیط زیست ..... ۱۴، ۱۶، ۲۵، ۴۸، ۵۹، ۶۳
مدل‌های بافتی ..... ۷۷، ۷۹
مدل‌های جانوری ..... ۴۲، ۷۷، ۸۲
مدل‌های ریاضی ۸۰
مدیریت ..... ۲۱، ۲۸، ۱۰۴، ۱۱۷، ۱۲۰، ۱۴۱، ۱۴۲
۱۴۳، ۱۵۲، ۱۶۱، ۱۶۳، ۱۶۶
مدیکید ۱۲۳
مدیکیر ..... ۱۲۳، ۱۳۹
مراقبت‌های سلامت ..... ۴۸، ۵۰، ۸۵، ۱۰۴، ۱۰۷
۱۱۴، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۸، ۱۴۱، ۱۴۵، ۱۵۳، ۱۵۶،
۱۵۹، ۱۶۴، ۱۶۶، ۱۶۹، ۱۷۱
مراقبت‌های سلامت پاسخگو ۱۳۸
مراقبت‌های سلامت فرامکان ۱۲۷
مراکز تعالی ۱۴۱
مردم ..... ۲۶، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۲۳، ۱۲۵، ۱۳۳، ۱۳۵
۱۴۵، ۱۵۹، ۱۶۱
مرز شکن ..... ۹۱، ۱۷۲
مسمومیت ۷۸

مشارکت ..... ۲۰، ۲۳، ۴۷، ۴۹، ۸۰، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۰۸
۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۲۰، ۱۳۷، ۱۶۱، ۱۶۲
مشتریان خدمات سلامت ..... ۱۲۴، ۱۵۹
مشتریان سلامت ۱۲۷
مغز ..... ۱۳، ۲۸، ۵۹، ۶۰، ۶۶، ۶۷، ۸۷
مواد زیستی ..... ۶۹، ۸۵، ۸۷، ۸۹، ۹۰، ۹۱
مواد کمپوزیت ۹۰
مواد نانویی ..... ۶۳، ۶۹، ۷۱، ۷۲، ۷۴
موبایل ..... ۲۷، ۱۲۹
مهندسی بافت ..... ۷۷، ۸۵، ۸۹، ۹۰، ۹۱
مهندسی نورومورفیک ..... ۷۲، ۷۴
میان رشته‌ای ..... ۴۳، ۵۱، ۶۶، ۸۵، ۹۱، ۹۵، ۱۰۹
۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۰،
۱۵۶، ۱۹۰
میکروفلوئیدیک ..... ۴۵، ۵۰، ۷۲، ۷۸، ۷۹، ۸۰
مینیاتور سازی ..... ۵۹، ۸۰

ن

نانو ..... ۲۸، ۶۱، ۶۲، ۶۶، ۶۹، ۷۲، ۷۳، ۸۷
نانو زیست فناوری ۶۹
نانوبوت ۷۵
نانوفناوری ..... ۲۰، ۴۵، ۵۹، ۶۲، ۶۶، ۶۹، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴
نظام بیمه ..... ۱۲۳، ۱۲۵
نظام بیمه‌ی اجتماعی سلامت ۱۲۵
نظام خود مراقبتی ۱۳۱
نظام سطح بندی ..... ۱۳۹، ۱۶۷
نظام سلامت ..... ۱۳۲، ۱۵۱، ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۵۸، ۱۶۵
۱۶۶، ۱۷۲
نظام نوآوری ۹۵
نظم نوین ۲۳
نقشه برداری مغز ..... ۶۷، ۶۸
نقشه‌ی علمی ..... ۱۱۳، ۱۱۷، ۱۴۳، ۱۷۲، ۱۹۰، ۱۹۱
نقشه‌ی علمی کشور ۱۴۳
نوآورانه ..... ۱۶، ۹۴، ۱۲۰، ۱۳۷، ۱۵۰، ۱۵۳، ۱۷۲
نوآوری ..... ۱۲، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۲۰، ۲۱، ۲۸، ۲۹، ۳۰
۳۱، ۳۳، ۵۹، ۶۲، ۶۴، ۱۳۷، ۱۴۲

و

وارفارین ۱۰۱
وراث ۷۴
ویرایش ژنوم ۶۷
ویروس ۱۴۸

ه

هرسپتین ..... ۱۰۱، ۱۰۲
هزاره‌ی جدید ..... ۱۵، ۱۴۳، ۱۴۷، ۱۵۶، ۱۶۴، ۱۶۵، ۱۶۶
هزینه ..... ۴۷، ۵۲، ۵۳، ۱۳۵، ۱۳۸، ۱۴۳
هزینه‌های مراقبت‌های سلامت ..... ۱۰۴، ۱۲۳

همکاری ..... ۲۷، ۶۶، ۱۱۸، ۱۲۰، ۱۵۶
همگرایی فناوری ..... ۲۱، ۲۸، ۵۹، ۶۲، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۷۲، ۷۴
هود ..... ۴۳، ۴۷، ۱۰۷
هوش ۲۰
هولستیک ..... ۳۷، ۴۰، ۴۳، ۴۷، ۱۶۶

ی

یارانه ۱۲۵
یکپارچگی ..... ۲۸، ۶۴، ۶۹