

## راهبردهای توسعه علوم و فناوری‌های پزشکی بازساختی در ایران

حسام کرامتی\*، مسعود حسنی\*\*، حنیف کازرونی\*\*\*، حسین حسن پور\*\*\*\*

حسین محمدخانی غیاثوند\*\*\*\*\*

### چکیده

سیاست‌گذاری برای توسعه علوم و فناوری‌های نوین نیازمند درک صحیحی از وضعیت موجود با توجه به شرایط خاص کشور است. پزشکی بازساختی نیز از این امر مستثنی نیست. هدف این مقاله پیشنهاد راهبردهایی برای توسعه علم و فناوری در حوزه پزشکی بازساختی در کشور است، به طوریکه هم‌راستا با اسناد بالادستی توسعه علم و فناوری باشند. برای دستیابی به این هدف، در مرحله اول از تحلیل SWOT بهره گرفته شده که طی آن با نظرخواهی از کارشناسان این حوزه، بینشی از وضعیت کنونی به دست آمده و راهبردهایی متناسب از تقابل نقاط قوت و ضعف با تهدیدها و فرصت‌ها ارائه شده است. در مرحله بعد در قالب نگاشت نهادی، با تکیه بر نظام نوآوری، به تبیین مسئولیت‌های بازیگران و فعالان این حوزه برای اجرایی‌سازی این راهبردها پرداخته‌ایم. در نتیجه، راهبردهایی در حوزه‌های سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تسهیل‌گری و ارائه خدمات ارائه، و برای اتخاذ گامی اولیه در جهت تحقق عملیاتی‌شدن آن‌ها، نهادهای متولی هریک با توجه به وظایف و حوزه‌های عملکردی و کارکردشان در نظام نوآوری مشخص شده‌اند.

**کلیدواژه‌ها: نظام نوآوری، نگاشت نهادی، توسعه علم و فناوری، پزشکی بازساختی،**

---

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۷/۱۶، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۱۹.

\* کارشناس ارشد، دانشگاه تهران، و دانشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی (نویسنده مسئول)

Email: hesam.keramati@gmail.com

\*\* دانشجوی دکتری، دانشگاه صنعتی شریف، و دانشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی.

\*\*\* استادیار، دانشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی.

\*\*\*\* استادیار، دانشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی.

\*\*\*\*\* کارشناس ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران، و دانشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی.

## ۱. مقدمه

پزشکی بازساختی شاخه‌ای از پژوهش‌های کاربردی‌سازی<sup>۱</sup> در مهندسی بافت و بیولوژی سلولی است [۱۷]. به عبارت ساده‌تر، پزشکی بازساختی، استفاده از داده‌ها و نتایج پژوهش‌های رشته‌های مهندسی بافت، بیولوژی سلولی و دیگر زمینه‌های علوم مرتبط، در راستای فرآیند تعویض، مهندسی یا احیای سلول‌ها، بافت‌ها یا ارگان‌های بدن انسان، با هدف بازگردانی عملکرد پزشکی آن‌ها است [۳]. تمرکز این شاخه پژوهشی، از طرفی تحریک مکانیسم‌های ترمیمی خود بدن در جهت ترمیم بافت‌ها و ارگان‌های آسیب دیده، و از طرف دیگر، ایجاد بافت و ارگان مورد نظر در محیط آزمایشگاهی و ایمپلنت کردن آن درون بدن بیمار است. در پزشکی بازساختی، مهندسی و ساخت بافت‌های پیچیده با قابلیت تأمین و تقلید عملکردهای بافت اصلی، همواره راه حل درمان مشکلات و عدم عملکرد ارگان‌های بدن به موجب صدمات، کهولت سن و انواع بیماری‌ها شمرده شده است.

پزشکی بازساختی و تحرک مکانیسم‌های ترمیمی بدن در جهت ترمیم بافت‌ها و ارگان‌های آسیب دیده و ایجاد بافت و ارگان مورد نظر در محیط آزمایشگاهی و ایمپلنت کردن آن درون بدن انسان، در سال‌های اخیر توجه زیادی از سوی جوامع علمی به خود جلب کرده و پیشرفت‌های قابل توجهی داشته است. به همین منظور پژوهش حاضر به منظور ارائه راهبردهایی عملی جهت سیاست‌گذاری توسعه علم و فناوری در حوزه پزشکی بازساختی صورت گرفته تا علاوه بر افزایش سلامتی هرچه بیشتر در جامعه، موجب رونق اقتصادی کشور گردد، چرا که این صنعت نو ظهور و دانش بنیان در حال حاضر بازار بزرگی را به خود اختصاص داده و روند رو به رشدی نیز دارد. به همین منظور تلاش کرده‌ایم با شناسایی وضعیت کنونی و توان کشور در این حوزه و با نداشت نهادی بازیگران و فعالان این حوزه در کشور، تصویری از بازوهای اجرایی پیشبرد راهبردهای پیشنهادی ارائه دهیم.

چرایی ضرورت غیر قابل اغماض پژوهش در این حوزه، با کمی تأمل در آمارها، به وضوح روشن می‌گردد. به‌طور مثال، نارسایی قلبی، بیش از ۳۰ میلیون انسان را درگیر کرده است که از این میان حدود ۵۰ درصد افراد مبتلا، در مدت ۵ سال بعد از تشخیص بیماری، جان خود را از دست می‌دهند [۷]. با در نظرگیری یک جامعه آماری، در سال ۲۰۵۰ میلادی، بیش از ۳۵ درصد مردم اتحادیه اروپا دارای سنی بالاتر از ۶۵ سال خواهند بود؛ این در حالی است که در این دوره سنی، انسان در معرض بسیاری از بیماری‌ها نظیر پوکی استخوان، نارسایی قلبی، و بیماری‌های مرتبط با فرسودگی و از کار افتادگی انواع ارگان‌های حیاتی قرار می‌گیرد. در حال حاضر، از مهندسی بافت به منظور ترمیم و جایگزینی بافت‌های فرسوده، همچون بهترین جایگزین پیوند

<sup>۱</sup> Translational research

عضو یاد می‌شود. با وجود استفاده از مهندسی بافت، این قابلیت وجود دارد تا بتوان از سلول‌های بدن خود بیمار برای ترمیم یا طراحی دوباره بافت فرسوده استفاده کرد و در این حالت بسیاری از پیچیدگی‌های پیوند عضو نظیر مصرف طولانی مدت داروهای سرکوب سیستم ایمنی و خطرات رد پیوند حذف می‌شود [۱۲].

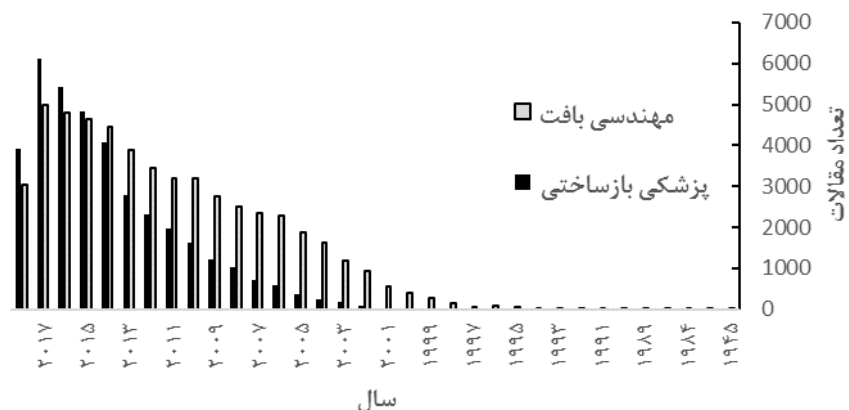
از سوی دیگر، در سال ۲۰۰۸ فروش محصولات پزشکی ترمیمی تولید شده در ۱۰۶ کمپانی با ۱۴۰۰۰ کارمند رشد سه برابری داشته است. در سال ۲۰۱۳، بازار عمومی این حوزه، ۱۷ میلیارد دلار بوده و پیش‌بینی‌ها حاکی از رسیدن این بازار به حدود ۶۷/۶ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۰ و در نتیجه رشد ترکیبی سالانه ۲۳/۲ درصد، است [۲۱]. بنابراین، رشد این حوزه در ایران، در قدم اول به سلامتی هر چه بیشتر و نجات جان افراد جامعه کمک می‌کند و ثانیاً بازار کار بسیار گسترده‌ای را بوجود می‌آورد که مورد دوم، افراد فارغ‌التحصیل از طیف وسیعی از رشته‌های تحصیلات تکمیلی را درگیر می‌کند و همچنین درآمد ارزی قابل توجهی را برای کشور در پی دارد.

با توجه به اهمیت این حوزه علمی و فناورانه نوین، برای ارائه راهبردهایی عملی و منطقی برای توسعه علم و فناوری در این حوزه در کشور، لازم است وضعیت موجود تبیین شده، نقاط قوت و ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای پیش روی کشور در این حوزه مورد بررسی قرار گرفته و بازیگران اصلی این حوزه در کشور به جهت تخصیص وظایف مربوطه در راستای اجرایی سازی هر راهبرد شناسایی شوند.

## ۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

**پیشینه پژوهش‌های پزشکی بازساختی:** رویای ساخت بدن انسان و یا ترمیم بافت‌ها و ارگان‌های بدن انسان، تاریخ بسیار طولانی دارد؛ به گونه‌ای که این موارد را می‌توان در اسطوره‌های باستانی رم و بسیاری از داستان‌های افسانه‌های مشاهده کرد [۱۹]. اما از نقطه نظر علمی، واژه پزشکی بازساختی، در سال ۱۹۹۲ به صورت شاخه‌ای جدید از درمان با قابلیت درمان بیماری‌ها از طریق احیا یا تعویض ارگان‌ها و بافت‌های فرسوده و از کار افتاده تعریف گردید. پزشکی بازساختی، حوزه‌ی وسیعی است که مهندسی بافت و خود ترمیمی با کمک مواد زیستی خارجی، در جهت بازساخت و ترمیم سلول‌ها و در نتیجه ساخت ارگان و بافت را در بر می‌گیرد [۲۲]. با این حال، در مقالات، از هر دو واژه پزشکی بازساختی و مهندسی بافت به جای یکدیگر استفاده می‌شود. سال‌های ابتدایی علم مهندسی بافت، به بررسی خط‌مشی‌های مرتبط با کشت سلول‌ها و بافت گذشت. در پژوهش‌های ابتدایی صورت گرفته با هدف ایجاد غضروف با استفاده از سلول‌های کندروسیت، بر خلاف نرسیدن به هدف مذکور، مفهوم استفاده از داربست‌ها به همراه سلول‌ها جهت ایجاد بافت مورد نظر معرفی گردید. چند سال بعد از درک ارتباط بین

سلول‌ها و داربست‌ها، اساتید و پژوهشگرانی از بیمارستان عمومی ماساچوست و دانشگاه MIT به مطالعه و پژوهش با هدف ایجاد جایگزینی برای پوست با استفاده از یک ماتریس کلاژنی و استفاده از آن برای رشد فیبروبلاست پوستی پرداختند [۲۵]. سپس با پژوهش‌های مشترک دکتر رابرت لنگر و دکتر جوزف واکانتی و چاپ مقاله‌ای در سال ۱۹۹۳ در مجله «ساینس»؛ مهندسی بافت به صورت گسترده، رس‌ان‌های و معرفی گردید [۱۹]. از آن پس پژوهشگران متعددی در اغلب مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی کشورهای پیشرفته، شروع به تحقیق در این زمینه علمی و کاربردی کردند. به‌منظور تخمین تعداد مقالات علمی، واژه‌های tissue engineering و regenerative medicine در سایت NCBI جستجو شد و بر اساس نتایج به دست آمده از این کلیدواژه‌ها نمودار ۱ رسم گردید که حاکی از رشد چشمگیر هر دو زمینه است.



نمودار ۱. تعداد مقالات علمی حاوی واژه‌های «مهندسی بافت» و «پزشکی بازساختی» طی سال‌های ۱۹۴۵ تا ۲۰۱۷

**نظام نوآوری فناورانه:** دستیابی به فناوری‌های نوین امروزه روند رو به رشدی در توسعه علم و فناوری در کشورهای مختلف جهان به خود اختصاص داده و در ایران نیز طی سال‌های اخیر توجهات به سوی توسعه علوم و فناوری‌های نوین جلب شده و حتی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری نیز با تشکیل ستادهای راهبردی توسعه علم و فناوری در حوزه‌هایی از قبیل نانو تکنولوژی، زیست‌فناوری، علوم شناختی، سلول‌های بنیادی گام‌هایی در راستای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی برداشته است.

در پژوهش‌های حوزه نظام‌های نوآوری در تحلیل حوزه‌های نوظهور یا فناوری‌های نوین از نظام نوآوری فناورانه استفاده می‌شود که یکی از رویکردهای نظام نوآوری است. کارلسون و همکارانش نظام‌های فناورانه را این‌گونه تعریف کرده‌اند: «شبکه پویایی از بازیگران که در یک زمینه اقتصادی و صنعتی و تحت یک چارچوب نهادی خاص با یکدیگر در تعاملند و در خلق، انتشار و بهره‌برداری از فناوری درگیرند» [۲۰].

ظهور مفهوم نظام نوآوری فناورانه در ابتدا از سوی سیاست‌گذاران بوده و سپس نهادهای آکادمیک پایه علمی آن را توسعه داده‌اند. این نظام ۴ فرض اساسی دارد که شامل: (۱) سیستم واحد تحلیل قرار می‌گیرد، فرضی که در سایر مدل‌های نظام نوآوری (ملی، بخشی و منطقه‌ای) نیز مشابه است. (۲) فرصت‌های فناورانه عملاً نامحدود هستند، بنابراین لازم است تمرکز بیشتری در شناسایی و بهره‌برداری از این فرصت‌ها صورت بگیرد. (۳) سیستم ماهیتی پویا دارد، بنابراین در نظر گرفتن بازخوردها برای بررسی روند شکل‌گیری این سیستم‌ها ضروری است. (۴) بازیگران این نظام خردپذیر هستند اما با محدودیت‌هایی از جنس توانایی‌ها و اطلاعات رو به رو هستند [۴].

**ساختار، هدف و کارکردهای نظام نوآوری فناورانه:** مؤلفه‌های ساختاری نظام نوآوری فناورانه، بازیگران، نهادها و فناوری‌ها هستند و ارتباطات و شبکه‌های موجود این مؤلفه‌ها نیز بیانگر روابط نظام نوآوری است. همچنین هدف هر نظام نوآوری از جمله نظام نوآوری فناورانه، تحقق اهداف فرآیند نوآوری است. این اهداف شامل خلق و انتشار دانش و فناوری می‌شوند که در قالب توسعه فناورانه تحقق می‌یابند. برای کارکردهای چنین نظامی تعاریف متعددی در پیشینه پژوهش‌های عنوان شده از قبیل اینکه کارکردها چیزهایی هستند که در یک نظام نوآوری اتفاق می‌افتند [۷]، یا اینکه کارکرد اصلی هر نظام نوآوری تولید، اشاعه و به‌کارگیری دانش و نوآوری با انجام فعالیت‌های تأثیرگذار بر این عناصر است [۱۳].

دسته‌بندی‌های مختلفی برای کارکردهای نظام نوآوری انجام شده و مطالعات مقایسه‌ای متعددی نیز روی این دسته‌بندی‌ها و جمع‌بندی آن‌ها صورت گرفته [۴ و ۲۰]؛ اما دو دسته غالب را هکرت و همکارانش [۱۴] و برگگ و همکارانش [۶] ارائه داده‌اند که دسته‌بندی دوم کارکردی به نام «توسعه اثرات جانبی مثبت» را نیز معرفی کرده که در دسته‌بندی اول مشاهده نمی‌شود؛ سایر کارکردها که مشترکند شامل: فعالیت‌های کارآفرینانه، خلق و انتشار دانش، جهت‌دهی به سیستم، شکل‌گیری بازار، بسیج منابع و مشروعیت‌بخشی، می‌شود. اما با نگاه از منظر حکمرانی نیز می‌توان چهار نقش برای نهادها یا بازیگران مختلف در نظام نوآوری فناورانه در نظر گرفت [۵] و هر بازیگر می‌تواند یک یا چند نقش را بر عهده بگیرد. پژوهش حاضر نیز این ۴ کارکرد را مبنای عمل قرار داده است.

۱. سیاست‌گذار: نهادی که برنامه‌هایی را تعیین می‌کند که باید توسط دولت، کسب و کارها و سایر بازیگران دنبال شود.

۲. تنظیم‌گر: نهادی که حقوق و مسئولیت‌های هریک از نهادهای جامعه را در راستای تحقق اهداف توسعه پایدار تعیین کرده، استانداردهای صنعتی را تنظیم می‌کند و به واسطه آن، نیازمندی‌های شرکت‌ها و مردم تنظیم می‌گردد.

۳. تسهیل‌گر: نهادی که معمولاً با سرمایه‌گذاری دولتی شکل می‌گیرد و هدف آن توسعه و بهبود بازار از طریق ایجاد محصولات خدماتی جدید، ارتقای تجارب و ایجاد ظرفیت است.

۴. ارائه‌کننده کالا و خدمات: نهادی که می‌تواند خدمات آموزشی، پژوهشی یا صنعتی به صنایع کوچک و متوسط ارائه دهد.

**مدل‌های اصلاح نظام نوآوری فناورانه:** برای اصلاح نظام نوآوری در یک حوزه فناورانه می‌توان رویکردهای متفاوتی در نظر گرفت. رویکردهایی از قبیل اصلاحات نهادی با تکیه بر نگاهت نهادی و اصلاح حلقه‌های مفقوده زنجیره نوآوری و نهادهای مورد نیاز برای تکمیل آن‌ها؛ و اصلاحات راهبردی که بر اساس مطالعات میدانی و نظرات کارشناسان در قالب تحلیل SWOT استخراج می‌شوند و به نوسازی کل نظام مزبور مربوط هستند [۱۰]. رویکرد اول از طریق انجام مطالعات تطبیقی و نگاه به سایر کشورها محقق می‌شود اما رویکرد دوم شرایط خاص کشور، نقاط قوت و ضعف، تهدیدها و فرصت‌های کشور را به طور خاص در نظر گرفته و متناسب با این شرایط راهبردهای اصلاحی ارائه می‌گردند.

**مروری بر پژوهش‌های مشابه:** پروژه‌های تحقیقاتی متعددی در کشورهای مختلف برای تهیه برنامه راهبردی در حوزه پزشکی بازساختی صورت گرفته است که در جدول ۱ به برخی از آن‌ها اشاره شده است. هریک از این پژوهش‌ها بنا بر مقتضیات کشور محل انجام پژوهش و یا مقتضیات هدف از انجام پژوهش (وضعیت بازار، پیشرفت‌های پزشکی بازساختی، آینده نگاری) صورت گرفته‌اند. همچنین با نگاهی به پژوهش‌های صورت گرفته در داخل کشور می‌توان گفت «سند ملی سلول‌های بنیادی» با هدف پژوهش حاضر همپوشانی‌هایی دارد و سیاست‌های این سند در بررسی اسناد بالادستی در تحقیق حاضر مورد توجه قرار گرفته‌اند؛ هرچند سلول‌های بنیادی یکی از سه شاخه اصلی پزشکی بازساختی (سلول، ژن و بافت) تلقی می‌شود و پژوهش حاضر، هر سه شاخه را مدنظر قرار داده است.

جدول ۱. برخی پژوهش‌های مبتنی بر برنامه‌ریزی راهبردی در حوزه پزشکی بازساختی

عنوان	سال	مجری	نتایج
استراتژی پزشکی بازساختی انگلستان [۱۸]	۲۰۱۲	شورای تحقیقات پزشکی انگلستان با همکاری شورای تحقیقات علوم بیولوژیک و بیوتکنولوژی، شورای تحقیقات علوم فیزیکی و مهندسی، شورای تحقیقات اجتماعی و اقتصادی و هیئت استراتژی فناوری انگلستان	تبیین وضعیت انگلستان در پزشکی بازساختی به لحاظ زیرساخت‌ها، دانش و بودجه‌های تخصیص داده شده، تعیین اهداف استراتژیک و نحوه اجرای آن‌ها در زیرشاخه‌های مختلف پزشکی بازساختی
بروزرسانی برنامه	۲۰۰۹-	انستیتو پزشکی بازساختی کالیفرنیا	ارزیابی اجرای برنامه راهبردی ۲۰۰۶ این موسسه

عنوان	سال	مجری	نتایج
استراتژیک (تسریع فرصت‌های درمانی) [۸]	۲۰۱۰	(ایالات متحده آمریکا)	و به‌روزرسانی آن
علم و فناوری در چین، نقشه راه ۲۰۵۰ (گزارش کلی استراتژیک آکادمی علوم چین) [۱۶]	۲۰۱۰	آکادمی علوم چین	نقشه راه چین در ۱۸ حوزه علم و فناوری با روش‌های آینده‌نگاری، تحلیل SWOT و سایر ابزارهای تدوین استراتژی ارائه شده که یکی از آن‌ها حوزه پزشکی بازساختی است.
گزارش پزشکی بازساختی [۲۳]	۲۰۱۳	پژوهشی به سفارش مجلس اعیان انگلستان	تبیین چشم‌انداز پزشکی بازساختی در انگلستان، موانع پیش رو و پیشنهادات راهبردی برای رفع آن‌ها، مسائل تجاری‌سازی محصولات پزشکی بازساختی و ارائه پیشنهادات راهبردی
گزارش پیشرفت فنی انستیتو نیروهای مسلح پزشکی بازساختی [۱]	۲۰۱۳	انستیتو نیروهای مسلح پزشکی بازساختی ایالات متحده آمریکا	ارزیابی وضعیت پیشرفت تمام پروژه‌های در حال انجام در حوزه پزشکی بازساختی در این موسسه و ترسیم مسیر آینده
ساخت صنعتی با دوام از پزشکی بازساختی (راهنمایی برای سرمایه‌گذاری) [۲۶]	۲۰۱۰	گروه پژوهشی remedi دانشگاه لاقبورو انگلستان	ترسیم وضعیت بازار، محیط سیاست‌گذاری، تولید محصولات پزشکی بازساختی، وضعیت رشد کسب‌وکارهای کوچک و متوسط در این صنعت

### ۳. روش‌شناسی پژوهش

روش پژوهش با توجه به هدف راهبرد توسعه علم و فناوری در پزشکی بازساختی از نوع توسعه‌ای-توصیفی و براساس نحوه گردآوری داده‌ها از نوع توصیفی-پیمایشی است. زیرا علاوه بر مطالعات کتابخانه‌ای و اینترنتی شامل تحقیقات میدانی نیز می‌شود. همچنین به لحاظ تحقیقات میدانی، این پژوهش شامل توصیف هدف‌مند وضع موجود با استفاده از مصاحبه و تحلیل محتواست.

جامعه پژوهش شامل کلیه مدیران، متخصصان، کارشناسان و اساتید فعال و مطلع کشور در حوزه علوم و فناوری‌های حیاتی به خصوص پزشکی بازساختی است و با استفاده از روش نمونه‌گیری غیراحتمالی گلوله برفی پس از ارتباط‌گیری با بیش از ۲۰ نفر از متخصصان فعال در حوزه‌های ژن درمانی، سلول درمانی و مهندسی بافت (سه شاخه اصلی پزشکی بازساختی)، مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته در راستای تحلیل SWOT انجام شد. علت انتخاب روش نمونه‌گیری گلوله برفی این بوده که تمرکز پژوهش روی درک پیچیدگی وضعیت موجود بوده و نه نتیجه گرفتن رفتار یک جامعه؛ و به این ترتیب اطمینان حاصل شده که با معرفی اعضای قبلی نمونه، اعضای دیگر به گونه‌ای انتخاب شوند که اطلاعات کافی و نگرشی جامع نسبت به وضعیت و زیرساخت‌های کنونی کشور در حوزه پزشکی بازساختی داشته باشند.

در این پژوهش در مجموع حدود ۲۵ ساعت مصاحبه با ۱۷ نفر ضبط شده و طی آن‌ها محققان، سؤالات باز با تمرکز بر چهار محور اصلی نقاط قوت، ضعف، تهدیدها و فرصت‌ها مطرح کرده‌اند تا مصاحبه‌شونده بتواند وارد جزئیات و عمق مطلب شود و راه‌حل‌هایی که بر اثر تجربه کاری در این حوزه به ذهنش می‌رسد را برای رفع معضلاتی که طرح می‌کند، پیشنهاد دهد.

لازم به ذکر است که قبل از انجام مصاحبه‌های اصلی، با دو نفر از محققان حوزه پزشکی بازساختی به صورت آزمایشی مصاحبه شد و پاسخ‌هایشان به صورت نوشتاری برای بررسی این نکته که آیا سؤالات واضح بوده و مصاحبه‌کننده گفته‌های آن‌ها را عیناً به صورت پاسخ درآورده، در اختیار آن‌ها قرار داده شد. نتایج نشان داد که سؤالات واضح بوده و برداشت مصاحبه‌گر از پاسخ آن‌ها نیز منظور مصاحبه‌شوندگان را رسانده است. همچنین پاسخ‌های دور آزمایشی هم‌راستا با پاسخ‌های دور اصلی مصاحبه‌ها بودند و مشترکات قابل توجهی داشتند که نشان از پایایی پژوهش دارد. از طرف دیگر، با وجود آنکه مصاحبه‌کننده، در طول مصاحبه‌ها یک بار مطالب بیان شده توسط مصاحبه‌شوندگان و برداشت خود را بیان کرده تا از صحت درک مطالب بیان شده اطمینان حاصل کند، گویه‌های مستخرج از صحبت‌های مصاحبه‌شوندگان اصلی در اختیار آن‌ها قرار گرفت تا آن‌ها را بازبینی کرده و نظر خود را ارتباط با آن‌ها ابراز کنند. در نهایت سه نفر از دانشجویان دکتری مهندسی بافت به منظور حصول اطمینان از روایی پژوهش، به بررسی یافته‌ها و اظهار نظر در مورد آن‌ها پرداختند.

سؤال اصلی در این پژوهش این است که مهم‌ترین راهبردهای توسعه علم، فناوری و نوآوری پزشکی بازساختی در ایران کدامند؟ برای پاسخ به این سؤال لازم است در ابتدا هدف از توسعه علم و فناوری در این حوزه مشخص شده و سپس به سه سؤال فرعی زیر پاسخ داده شود:

- ۱) نقاط قوت، ضعف، تهدیدها و فرصت‌های پیش روی کشور در حوزه پزشکی بازساختی کدامند؟
- ۲) با توجه به وضعیت کنونی، چه راهبردی به منظور بهبود وضع موجود پیشنهاد می‌شود؟
- ۳) نقش‌ها و مسئولیت‌های نهادهای مختلف کشور در تحقق این راهبردها کدامند (ضرورت انجام نگاهت نهادی با اتکا بر نظام نوآوری)؟

بنابراین مراحل پژوهش به این صورت بوده که با توجه به سؤال اصلی پژوهش و برای تعیین اهداف توسعه علم و فناوری در این حوزه اسناد بالادستی در کشور تحت بررسی قرار گرفته‌اند تا راهبردهای پیشنهادی این پژوهش مغایرتی با سایر اسناد بالادستی کشور نداشته و با آن‌ها هم‌راستا باشد. به همین منظور، آن دسته از سیاست‌ها و راهبردهای این اسناد که به نوعی در ارتباط



با توسعه علم، فناوری و نوآوری در حوزه پزشکی بازساختی قرار می‌گیرند استخراج شدند<sup>۱</sup> تا برای تعیین اهداف کلان توسعه علم و فناوری در حوزه پزشکی بازساختی در کشور مدنظر قرار بگیرند. پس از تعیین نقطه مطلوب لازم است وضع موجود نیز تبیین شود. به همین منظور برای پاسخ به سؤالات فرعی اول و دوم که در راستای تبیین وضع موجود هستند از تحلیل SWOT و برای پاسخ به سؤال سوم از چارچوب نگاشت نهادی با اتکا بر نظام نوآوری بهره برده‌ایم.

برای تحلیل SWOT، پس از مطالعات کتابخانه‌های و اینترنتی در مورد شرکت‌های دانش‌بنیان، استارت‌آپ‌ها و محصولات تولید شده داخلی در حوزه پزشکی بازساختی و مصاحبه با کارشناسان و فعالان در حوزه پزشکی بازساختی و همفکری با آنان فهرست اولیه‌ای از گویه‌های مرتبط با قوت‌ها و ضعف‌های داخلی و همینطور فرصت‌ها و تهدیدهای محیطی (از خارج) شناسایی شده و سپس گویه‌های نامرتب و تکراری حذف گردید. در مرحله بعد، با توجه به تعداد بالای نقاط قوت و ضعف، برای سهولت در استخراج راهبرد این عوامل طبقه‌بندی شده و از سه دیدگاه «مدیریت و سیاست‌گذاری»، «فنی و زیرساختی»، «فرهنگی و اجتماعی» به آن‌ها پرداخته شد که در واقع ریشه‌های اصلی عوامل قوت و ضعف هستند. درنهایت راهبردها از تقابل فرصت‌ها و تهدیدها با نقاط قوت و ضعف در هریک از این حوزه‌ها استخراج گردید.

برای نگاشت نهادی در ابتدا نهادهای اصلی مرتبط با پزشکی بازساختی از طریق جستجو و بررسی شرح وظایف، اهداف و ساختار سازمانی و در موارد در دسترس، گزارش‌های عملکرد شناسایی و تعیین شدند. سپس با تکیه بر پژوهش هداوند و همکاران [۱۳] و باقری مقدم و همکاران [۵]، چهار کارکرد اصلی نظام نوآوری تعیین شده و کارکرد هر نهاد در نظام نوآوری تبیین گردید تا در نهایت امکان تخصیص راهبردهای حاصله از تحلیل SWOT به هریک از بازیگران این حوزه محقق شود.

پاسخ سؤالات پژوهش، راهبردهای عملی کردن و تحقق بخشیدن به اهداف و نقشی که نهادهای مختلف سیاست‌گذار و اجرایی لازم است در این خصوص ایفا کنند را مشخص می‌نماید.

#### ۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

در این بخش تلاش می‌شود با پاسخ‌گویی به سؤال پژوهش به وسیله پاسخ‌گویی به سؤالات فرعی، یافته‌های پژوهش و تحلیل‌های توصیفی حاصل از این یافته‌ها ارائه گردد. با توجه به

<sup>۱</sup> راهبردهای مربوطه از اسناد زیر استخراج شده‌اند: سیاست‌های کلی سلامت ابلاغی مقام معظم رهبری، سند چشم‌انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران، نقشه جامع علمی کشور، نقشه جامع علمی سلامت کشور، نقشه راه درمان ۱۴۰۴، برنامه تحول نظام سلامت، نقشه تحول علوم پایه پزشکی، سند ملی زیست فناوری جمهوری اسلامی ایران و سند ملی علوم و فناوری‌های سلول‌های بنیادی

اهداف و سیاست‌های اسناد بالادستی، در این پژوهش دو هدف کلان برای توسعه علم، فناوری و نوآوری در حوزه پزشکی بازساختی در کشور در نظر گرفته می‌شود:

(۱) دستیابی به سهم مناسبی از تجارت جهانی با استفاده از محصولات و خدمات پزشکی بازساختی با تمرکز ویژه بر کشورهای منطقه

(۲) نهادینه شدن توسعه پایدار علم، فناوری و نوآوری در حوزه پزشکی بازساختی

**وضعیت کنونی و راهبردهای متناسب.** نقطه شروع برای تغییر و بهبود وضعیت موجود، فهم علت نیاز به این تغییر است و این در صورتی کلید می‌خورد که مشکلات و فرصت‌هایی که نمی‌توان بدون تغییر وضعیت کنونی به آن پرداخت، شناسایی و تبیین شوند. به همین علت در این پژوهش تلاش شده از راه بیان و کاوش نیازهای حوزه فناورانه پزشکی بازساختی برای توسعه در کشور، به ذی‌نفعان و بازیگران فعال برای ایجاد تغییرات مورد نیاز در راستای توسعه، دید داد. چرا که در صورتی که نیازمندی‌ها و شرایط خاص این حوزه به روشنی درک نشده باشند، نمی‌توان به استراتژی منسجمی دست یافت. بهبود وضعیت موجود، در بستری رخ می‌دهد که در آن ذی‌نفعان، فرآیندها، فناوری‌ها و سیاست‌هایی که سازنده وضعیت کنونی هستند، اثرگذارند [۹]. در همین راستا، در پاسخ به سؤال فرعی اول از تحلیل SWOT بهره گرفته شده است. به این جهت، پس از انجام مصاحبه‌ها و تکمیل گویه‌ها از طریق رفت و برگشت با مصاحبه‌شوندگان، فهرست همگن شده‌ای از گویه‌های مرتبط با نقاط قوت، ضعف، تهدیدها و فرصت‌ها به دست آمد و برای سهولت در استخراج راهبرد، ریشه‌های نقاط قوت و ضعف در سه دسته طبقه‌بندی شد: «مدیریت و سیاست-گذاری»، «فنی و زیرساختی»، «فرهنگی و اجتماعی». نتایج حاصله در جدول ۲ نشان داده شده‌اند. سپس از تقابل فرصت‌ها و تهدیدها با نقاط قوت و ضعف در هریک از این سه طبقه، راهبردهایی استخراج گردیده‌اند که در جدول ۳ ارائه شده‌اند.

جدول ۲. نقاط قوت و ضعف، تهدیدها و فرصت‌های شناسایی شده برای توسعه علم و فناوری در حوزه پزشکی بازساختی

تعدد نهادها و ستادهای درگیر در حوزه پزشکی بازساختی نظیر ستاد سلول‌های بنیادی، زیست فناوری، نانوفناوری و مرکز فناوری‌های همگرا و تجربیات سیاستگذاری تجمیع شده از گذشته در حوزه‌های مرتبط	مدیریت و سیاستگذاری
وجود اسناد راهبردی بالادستی	
تعدد دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی	
شرکت‌های فعال دانش بنیان	فنی و زیرساختی
وجود بانک اطلاعاتی متخصصان در ستاد سلول‌های بنیادی	
دانش پایه‌ای قوی	

مراکز درمانی گسترده در شهرهای بزرگ		
وجود دستگاه‌های های-تک در کشور		
منابع انسانی مکفی	فرهنگی و اجتماعی	
برگزاری مسابقات علمی و کنفرانس‌های باکیفیت مرتبط با این حوزه		
ارتباط ضعیف دانشگاه و صنعت		
عدم توسعه سرمایه‌گذاری به علت ریسک بالای سرمایه‌گذاری در حوزه های نوین		
عدم امکان برنامه‌ریزی بلندمدت عملی		
کمبود بودجه های پژوهشی	مدیریت و سیاست‌گذاری	
عدم وجود سیستم ارزیابی ارزش‌محور پروژه‌ها و مقالات		
مشکلات تجاری‌سازی محصولات و ثبت پتنت و عدم انتخاب پروژه های مناسب برای تولید		
عدم اطلاع‌رسانی مناسب فرصت‌های شغلی		
نبود برنامه برای بهره‌برداری از ظرفیت متخصصان ایرانی مقیم خارج از کشور		
عدم تولید بسیاری از مواد و تجهیزات در داخل کشور و نیاز به انتقال آن‌ها با هزینه اولیه و نگهداری بالا		
کمبود آزمایشگاه‌های مجهز	فنی و زیرساختی	
عدم توزیع مناسب دستگاه‌های های-تک و عدم دسترسی همه دانشگاه‌ها به واسطه نبود ارتباط مناسب جهت هم‌افزایی		
عدم دسترسی به شبکه توزیع مواد		
عدم اطمینان دانشگاهیان به صنعت		
نبود روحیه همکاری بین متخصصان و ارتباط ضعیف آن‌ها با هم	فرهنگی و اجتماعی	
عدم حمایت از پروژه‌ها در صنایع وابسته به درمان		
عدم همکاری جامعه پزشکی		
فرار مغزها به کشورهایی با امکانات بهتر و دستمزد بالاتر		
توسعه پرستاب کشورهای پیشرفته در این زمینه و تصاحب بازار		
امکان عدم تمایل گروه های درمانی و پزشکان به استفاده از نمونه‌های داخلی		
موانع برقراری همکاری‌های بین‌المللی به علت تحریم‌ها		
مقاله‌محوری پروژه‌ها بدون در نظر گرفتن کاربرد آن‌ها		
فشارهای سیاسی و اقتصادی خارجی که منابع مالی و لجستیک را محدود می‌کنند		
افزایش هزینه خرید مواد بیولوژیکی و تجهیزات به علت افزایش قیمت ارز		
امکان قطع دسترسی به امکانات آزمایشگاهی		
بازار بزرگ و رو به رشد محصولات پزشکی بازساختی		
هزینه تولید پایین در داخل کشور و قابلیت رقابت با محصولات خارجی از نظر هزینه		
کم و نوپا بودن شرکت‌های فعال و امکان شکل‌دهی به پیشرفت آن‌ها		
فرصت تبدیل شدن به قطب پزشکی این حوزه در منطقه		
فرصت گسترش توریسم درمانی و ارائه خدمات به کشورهای منطقه و جذب سرمایه		

نقاط ضعف (W)

تهدیدها (T)

فرصت‌ها (O)

انگیزه بالای دانشجویان برای پژوهش در حوزه‌های جدید

نبود قوانین محدودکننده در انجام آزمایش‌ها

ظرفیت متخصصان ایرانی مقیم خارج از کشور

جدول ۳. راهبردهای استخراج شده از تقابل نقاط قوت و ضعف با تهدیدها و فرصت‌ها

<p>سازمان‌دهی مشارکت بانک‌ها و مؤسسات مالی برای حمایت از تولیدکنندگان داخلی، تخصیص بودجه در حمایت از شرکت‌ها، شناسایی زیرساخت فنی مورد نیاز و نحوه توسعه آن‌ها، طراحی سیاست‌های تشویقی و تسهیل فعالیت متخصصان ایرانی مقیم خارج، تشکیل ستاد راهبری طرح طراحی و توسعه دانش فنی پزشکی بازساختی، تعیین نحوه دقیق حمایت از پروژه‌های مشترک بین دانشگاه و شرکت‌های فعال در حوزه پزشکی بازساختی، بازاریابی تخصصی و تبدیل نیازها به پروژه‌های محصول‌گرا، تاسیس آزمایشگاه‌های مرجع و توسعه تجهیزات آزمایشگاهی، شکل‌گیری انجمن‌های علمی و همایش‌های تخصصی در حوزه پزشکی بازساختی، برقراری ارتباط با شرکت‌ها و مراکز علمی و تحقیقاتی معتبر کشورهای پیشرو، اعطای معافیت مالیاتی به کارآفرینان حوزه پزشکی بازساختی، شناسایی کشورهای دارای زیرساخت‌های مشابه ایران در پزشکی بازساختی و تلاش برای صادرات به آن‌ها، حمایت از پایان نامه‌ها و مقالات کاربردی در مرحله پیش‌توسعه، حمایت از تهیه و انتشار نشریات تخصصی در حوزه پزشکی بازساختی، گسترش کاربردهای محصولات پزشکی بازساختی در درمان و ارائه خدمات تجهیزات خاص به مراکز درمانی، توسعه بانک‌های اطلاعاتی، شبکه‌سازی و برقراری ارتباط بین دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و انعقاد تفاهم‌نامه‌های همکاری جهت هم‌افزایی - شبکه‌سازی و استفاده از ظرفیت متخصصان ایرانی مقیم خارج</p>	استراتژی‌های SO
<p>تخصیص بودجه برای حمایت از شرکت‌ها، تدوین و پیشنهاد قوانین حمایتی جهت استفاده از محصولات پزشکی بازساختی ساخت داخل، تعیین نحوه دقیق حمایت از پروژه‌های مشترک بین دانشگاه و شرکت‌های فعال، ایجاد ارتباط بین نهادهای زیربنا جهت برنامه‌ریزی کلان و ملی برای رسیدن به چشم‌اندازها و سیاست‌های کلان ذکر شده در اسناد راهبردی بالادستی، طراحی سیاست‌های تشویقی و تسهیل فعالیت متخصصان ایرانی مقیم خارج، شکل‌گیری انجمن‌های علمی و همایش‌های تخصصی در حوزه پزشکی بازساختی، حمایت از پایان نامه‌ها و مقالات کاربردی در مرحله پیش‌توسعه، به‌کارگیری قوانین، مقررات و استانداردهای بین‌المللی در زمینه توسعه محصولات این حوزه، برقراری ارتباط با شرکت‌ها و مراکز علمی و تحقیقاتی کشورهای پیشرو، بازاریابی تخصصی و تبدیل نیازها به پروژه‌های محصول‌گرا، شبکه‌سازی و استفاده از ظرفیت متخصصان ایرانی مقیم خارج، توسعه و گسترش کاربردهای محصولات پزشکی بازساختی در درمان، نهادینه نمودن فرآیند تبدیل ایده به محصولات کاربردی، ارائه خدمات تجهیزات خاص به مراکز درمانی، حمایت از تهیه و انتشار نشریات تخصصی در حوزه پزشکی بازساختی</p>	استراتژی‌های ST
<p>تعیین نحوه دقیق حمایت از پروژه‌های مشترک بین دانشگاه و صنعت، شبکه‌سازی و برقراری ارتباط بین دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و انعقاد تفاهم‌نامه‌های همکاری، تخصیص بودجه برای حمایت از تولید، تدوین سیاست‌های سرمایه‌گذاری در راستای جذب توریسم درمانی و جذب سرمایه خارجی، تدوین و پیشنهاد قوانین حمایتی جهت استفاده از محصولات پزشکی بازساختی ساخت داخل، تشکیل ستاد راهبری طرح طراحی و توسعه دانش فنی پزشکی بازساختی، تقویت و توسعه مرکز ساماندهی و تأمین نیازهای مواد و تجهیزات پزشکی بازساختی، برقراری ارتباط با شرکت‌ها و مراکز علمی و تحقیقاتی معتبر کشورهای پیشرو در زمینه پزشکی بازساختی، شبکه‌سازی و استفاده از ظرفیت متخصصان ایرانی مقیم خارج، سازماندهی به مشارکت بانک‌ها و مؤسسات مالی برای حمایت از تولیدکنندگان داخلی، شناسایی زیرساخت فنی مورد نیاز و نحوه توسعه آن‌ها، حمایت از تهیه و انتشار نشریات تخصصی در حوزه پزشکی بازساختی، نهادینه نمودن فرآیند تبدیل ایده به محصولات کاربردی، طراحی سیاست‌های تشویقی و تسهیل فعالیت متخصصان ایرانی مقیم خارج</p>	استراتژی‌های WO

اعطای معافیت مالیاتی به کارآفرینان حوزه پزشکی بازساختی، شبکه‌سازی و استفاده از ظرفیت متخصصان ایرانی مقیم خارج از کشور، تدوین و پیشنهاد قوانین حمایتی جهت استفاده از محصولات پزشکی بازساختی ساخت داخل، تخصیص بودجه برای حمایت از شرکت‌ها، به کارگیری قوانین؛ مقررات و استانداردهای بین‌المللی در زمینه توسعه محصولات این حوزه، تقویت و توسعه مرکز ساماندهی و تأمین نیازهای مواد و تجهیزات پزشکی بازساختی، توسعه و گسترش کاربردهای محصولات پزشکی بازساختی در درمان و آگاه‌سازی پزشکان در زمینه پزشکی بازساختی

**تبیین نقش‌ها و مسئولیت‌ها.** برای پاسخ به سؤال فرعی سوم، به ارائه نظام نوآوری در پزشکی بازساختی با استفاده از چارچوب نگاشت نهادی پرداخته شده است. در مطالعات مربوط به نظام نوآوری، استفاده از رویکرد نگاشت نهادی می‌تواند ضعف‌ها و خلأهای نهادی نظام را شناسایی کرده و در عین حال ابزاری مفید برای یادگیری سیاستی فراهم آورد [۱۱]. تعداد نهادهایی که هر یک به نوعی در حوزه پزشکی بازساختی نقش‌آفرینی می‌کنند و از سوی دیگر تنوع نقش‌هایی که باید در توسعه این حوزه ایفا شود، حاکی از نیاز به بررسی و تحلیل دقیق توسعه پزشکی بازساختی در کشور از منظر نهادی است. به کمک نگاشت نهادی می‌توان وضعیت بازیگران مختلف موجود در یک حوزه و وضعیت ایفای نقش آن‌ها را بررسی و تحلیل کرد. نگاشت نهادی در واقع ماتریسی دارای دو بُعد است که در یک بعد، نهادهای درگیر در این حوزه و در بُعد دیگر انواع نقش‌هایی که این نهادها در نظام نوآوری بر عهده می‌گیرند، نشان داده می‌شود. تکمیل نگاشت نهادی یک حوزه یا یک صنعت به این معناست که هر یک از این نهادها چگونه در این حوزه یا صنعت نقش‌آفرینی می‌کنند [۲].

به این ترتیب مراحل اصلی طی شده برای طراحی نگاشت نهادی در حوزه پزشکی بازساختی در این پژوهش شامل:

**الف) شناسایی نهادهای مرتبط با پزشکی بازساختی در کشور:** با تکیه بر اطلاعات منتشرشده نهادهای اصلی مرتبط با پزشکی بازساختی در وب سایت‌های رسمی‌شان، بینشی کلی نسبت به وظایف و عملکردهای آن‌ها به دست آمد.

**ب) شناخت روابط بین نهادهای موجود در حوزه پزشکی بازساختی:** در این بخش، تلاش شده است تا ضمن شناسایی و بررسی تعاملات موجود میان نهادهای مختلف و توجه به کارکرد اصلی آن‌ها در نظام توسعه این حوزه، نقاط ضعف و کاستی‌ها در این زمینه مشخص شود. کارکردهایی که با توجه به نظام نوآوری در نگاشت نهادی پزشکی بازساختی به کار برده شده است مطابق با پژوهش هداوند و همکاران [۱۳] و باقری مقدم و همکاران [۵] شامل: سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تسهیل‌گری، ارائه‌دهنده کالا و خدمات که خود نیز شامل: کالا و خدمات آموزشی، پژوهشی و صنعتی می‌شود.

ج) تهیه ماتریس نهاد-کارکرد برای وضع موجود: باتوجه به اطلاعات جمع‌آوری شده در مراحل قبل، ماتریس نهاد-کارکرد در حوزه پزشکی بازساختی تهیه شده است (جدول ۴).

جدول ۴. ماتریس نهاد/کارکرد توسعه فناوری‌های پزشکی بازساختی

کارکرد	سیاست گذاری			تنظیم گری			تسهیل گری		
	ارائه دهنده خدمات	ارائه دهنده خدمات	ارائه دهنده خدمات	ارائه دهنده خدمات	ارائه دهنده خدمات	ارائه دهنده خدمات	ارائه دهنده خدمات	ارائه دهنده خدمات	ارائه دهنده خدمات
نهاد									
وزارت صنعت، معدن و تجارت	*	*							
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی	*	*	*	*	*	*	*	*	*
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری	*	*	*	*	*	*	*	*	*
معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری			*						
ستاد علوم و فناوری‌های سلول‌های بنیادی			*						
پژوهشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی		*	*	*	*	*	*	*	*
شرکت‌های داروسازی	*	*							
دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی	*	*							
پارک‌های علم و فناوری	*	*							
صندوق‌های حمایت از تحقیقات و نوآوری			*						
شتاب‌دهنده‌ها			*						
مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران	*	*							
شرکت‌های فعال در پژوهش و توسعه و تولید محصولات پزشکی بازساختی	*	*							
شرکت‌های مشاوره‌ای پزشکی بازساختی			*						

## ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهاد

عوامل متعددی در توسعه علم و فناوری در حوزه‌های فناورانه نوین اثرگذارند [۱۵] که از این میان می‌توان به ایجاد و توسعه اکوسیستم نوآوری و پایه‌ریزی یک اقتصاد سیستمی اشاره کرد که به موجب آن استراتژی‌های فرآیندگرا اتخاذ شده و بستر برای رشد و نوآوری و خلاقیت آماده شود. به بیان دیگر لازم است جریانی برای هنجارسازی رفتارهای اقتصادی شکل بگیرد [۲۴]. تمامی بازیگرانی که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در یک حوزه فناورانه نقش ایفا می‌کنند (اعم از مردم و ارکان جامعه، دولت، سازمان‌ها، دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها) در ایجاد چنین اکوسیستمی نقش آفرینی کرده و هریک روی یک یا چند حلقه از زنجیره توسعه اثر خود را بر جای می‌گذارند؛ این حلقه‌ها می‌توانند شامل شکل‌گیری ایده، تثبیت مفهوم، اجرای نمونه اولیه، اعتبارسنجی، دانش فنی، ارزش افزوده اقتصادی، توسعه بازار، تولید، طراحی محصول و در نهایت طرح‌های

کسب و کار باشند. اما اینکه کدام بازیگر با توجه به مأموریت‌های نهادی و وظایف قانونی محوله مسئول کدام بخش این زنجیره است، نکته‌ای است که به رسمیت شناختن آن موجب زمین ماندن اقدامات اجرایی مورد نیاز در راستای توسعه می‌شود و چنین تخصیص کار و منابع روشنی می‌تواند همان حلقه مفقوده سندهای راهبردی باشد که گام اول برای اجرایی‌سازی بندهای کلان اسناد بالادستی را فراهم می‌کند.

در تقسیم و ارائه مجموعه پیشنهادها یا راهبردها برای هر مسئله می‌توان از روش‌ها و قالب‌های مختلفی استفاده کرد [۲۷]، که در این پژوهش این قالب به صورت استخراج راهبردها با تحلیل SWOT و تخصیص راهبردها به نهادها و بازیگران فعال در حوزه پزشکی بازساختی بوده است. در جهت رسیدن به هدف اصلی پژوهش، یعنی ارائه راهبردهای توسعه علم، فناوری و نوآوری پزشکی بازساختی در ایران، راهبردهای استخراج شده در مرحله اول (جدول ۳) پالایش شده و راهبردهای دارای مقتضیات یکسان با یکدیگر جمع و ویرایش شده‌اند و در نهایت ذیل دو هدف اصلی توسعه علم و فناوری در حوزه پزشکی بازساختی، برگرفته از مرور اسناد بالادستی طبقه‌بندی شده‌اند. این دو هدف شامل: ۱) دستیابی به سهم مناسبی از تجارت جهانی با استفاده از محصولات و خدمات پزشکی بازساختی با تمرکز ویژه بر کشورهای منطقه، و ۲) نهادینه شدن توسعه پایدار علم، فناوری و نوآوری در حوزه پزشکی بازساختی، می‌شود. همچنین مجریان هر یک از این راهبردهای نهایی با توجه به نگاهت نهادی ترسیم شده (جدول ۴) ارائه شده‌اند. در این راستا و به منظور شناخت مجریان بالقوه، با در نظر گرفتن میزان هم‌سویی راهبرد با مأموریت مجری، توان علمی و فنی، توان انسانی و مدیریتی مجریان متناسب با هر راهبرد مشخص شده‌اند (جدول ۵).

جدول ۵. راهبردهای نهایی برای توسعه علم و فناوری در حوزه پزشکی بازساختی و متولیان مناظر

متولی	راهبردهای متناسب با هدف دستیابی به سهم مناسبی از تجارت جهانی
وزارت صنعت، وزارت بهداشت، صندوق‌های حمایت از تحقیقات و نوآوری	تدوین و پیشنهاد قوانین و سیاست‌های حمایتی جهت استفاده از محصولات پزشکی بازساختی ساخت داخل و طرح‌های حمایت از تولیدکنندگان داخلی (با مشارکت بانک‌ها و سایر موسسات مالی و اعتباری) از جمله رایزنی با مدیران وزارت صنعت و وزارت بهداشت جهت تخصیص بودجه برای حمایت از شرکت‌های دانش بنیان و استارت‌آپ‌های حوزه پزشکی بازساختی و اعطای معافیت مالیاتی به کارآفرینان حوزه پزشکی بازساختی
معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری	ایجاد ارتباط بین نهادهای زیربسط جهت برنامه‌ریزی کلان و ملی برای رسیدن به چشم اندازها و سیاست‌های کلان تدوین شده در اسناد راهبردی بالادستی که به این منظور پیشنهاد می‌شود ستاد راهبری طرح طراحی و توسعه دانش فنی پزشکی بازساختی ذیل معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری تشکیل گردد.
وزارت بهداشت، وزارت علوم	تقویت و توسعه مرکز ساماندهی و تأمین نیازهای مواد و تجهیزات پزشکی بازساختی و تأسیس آزمایشگاه‌های مرجع پزشکی بازساختی و توسعه تجهیزات آزمایشگاهی
پژوهشگاه‌ها و	انجام پروژه تحقیقاتی برای شناسایی زیرساخت‌های فنی مورد نیاز و نحوه تأمین و توسعه آن‌ها،

متولی	راهبردهای متناسب با هدف دستیابی به سهم مناسبی از تجارت جهانی
دانشگاه‌ها، ستادبهداشته‌ها و پارک‌های علم و فناوری	بازارسنجی تخصصی، تبدیل نیازهای شناسایی شده به پروژه‌های محصول‌گرا و حمایت از پایان-نامه‌ها و مقالات کاربردی در مرحله پیش‌توسعه
وزارت بهداشت، وزارت صنعت	تدوین سیاست‌های سرمایه‌گذاری در راستای جذب تورسیسم درمانی، سرمایه خارجی و ارائه خدمات به کشورهای منطقه
شرکت‌های داروسازی، شرکت‌های فعال، دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها، پارک‌های علم و فناوری	به کارگیری قوانین، مقررات و استانداردهای بین‌المللی در زمینه توسعه محصولات پزشکی بازساختی به منظور تسهیل صادرات و جلب اعتماد مراکز درمانی و پزشکان همگام با توسعه و گسترش کاربردهای محصولات پزشکی بازساختی در درمان و ارائه خدمات تجهیزات خاص به مراکز درمانی
متولی	راهبردهای متناسب با هدف نهادینه‌شدن توسعه پایدار علم و فناوری
معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری با همکاری وزارتخانه‌ها	شبکه‌سازی و طراحی سیاست‌های تشویقی، بهره‌گیری و تسهیل فعالیت متخصصان ایرانی مقیم خارج از کشور در داخل کشور برای مثال از طریق بهره‌گیری از راه دور یا فعالیت کوتاه مدت (برگزاری کارگاه، سخنرانی) و یا بلند مدت در کشور (دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی، شرکت‌های دانش‌بنیان)
وزارت علوم، وزارت بهداشت، دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها	حمایت از تهیه و انتشار نشریات تخصصی، شکل‌گیری انجمن‌های علمی و برگزاری همایش‌ها، کنفرانس‌ها و کارگاه‌های تخصصی در حوزه پزشکی بازساختی و تسهیل‌گری اجرای پروژه‌های تحقیقاتی مشترک بین پژوهشگران مختلف (داخل و خارج از کشور)
پارک‌های علم و فناوری، پژوهشگاه‌ها، شرکت‌های فعال	برقراری ارتباط با شرکت‌ها و مراکز علمی و تحقیقاتی معتبر کشورهای پیشرو در حوزه پزشکی بازساختی
وزارت بهداشت، ستاد سولول‌های بنیادی	راه‌اندازی سیستم مدیریت دانش، شبکه‌سازی و توسعه بانک‌های اطلاعاتی متخصصان به منظور استفاده از تجربیات متخصصان و تعمیق ارتباطات از طریق آن‌ها
پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌ها	انجام تحقیقات پایه در زمینه مواد مورد استفاده در محصولات و پژوهش‌های پزشکی بازساختی (اعم از مواد زیستی و سایر مواد)

نکته قابل توجه در خصوص راهبردهای مطرح شده آن است که لازم است این راهبردها به صورت دوره‌ای در معرض پایش و ارزیابی قرار بگیرند که به این منظور برای انجام تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود یک برنامه جامع پایش و ارزیابی (شاخص‌های ارزیابی اجرایی‌سازی راهبردها) برای سنجش سالانه میزان استحصال هریک از این راهبردها تدوین شود که به موجب آن یادگیری بعد از اجرا تحقق یافته و راهبردهای تدوین شده متناسب با شرایط حاضر بروزرسانی گردند. همچنین پیشنهاد می‌شود نهادهای مسئول، برنامه‌های عملیاتی مناسب و دقیق برای جاری‌سازی راهبردهای تخصیص داده شده به آن‌ها تدوین نمایند. شاید یکی از محدودیت‌های مهم این پژوهش نیز ناممکنی مشخص ساختن نیازمندی‌ها برای پیاده‌سازی راهبردها باشد که نیازمند تعامل مستمر و مستقیم با تمامی نهادهای درگیر است و لازمه آن وجود مرکزی ذی-صلاح و بالادستی است. به همین خاطر پیشنهاد تشکیل ستاد پزشکی بازساختی ذیل معاونت



علمی و فناوری ریاست جمهوری در این پژوهش مطرح شده تا مانند اسناد راهبردی در حوزه‌های فناورانه دیگر (مانند نانوتکنولوژی، بیوتکنولوژی) امکان گرد هم آوردن تمامی نهادها و بازیگران این حوزه به صورت رسمی محقق شود و راهبردها با بروزرسانی مداوم، عملیاتی‌تر شده و با محدودیت‌های بودجه‌ای و زیرساختی این نهادها متناسب‌تر گردند.

## منابع

1. Afirm. (2013). Annual Report 2013: Technical Progress Reports, Armed Forces Institute of Regenerative Medicine, USA.
2. Aligica, P. D. (2006). Institutional and Stakeholder Mapping: Frameworks for Policy Analysis and Institutional Change. *Public Organization Review*, 6(1), 79–90. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11115-006-6833-0>.
3. Badylak, S., & Rosenthal, N. (2008). Regenerative medicine: are we there yet? *NPJ Regenerative Medicine*, 2(1), 2. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41536-016-0005-9>.
4. Bagheri Moghadam, N. (2008). Technological innovation systems. Research Institute of Iran's Science Policies.
5. Bagheri Moghadam, N., Mohamadi, K., & Jafari, MM. (2010). Government Position and Responsibilities in Technology Development Process. The Forth National Conference of Iran's Technology Management.
6. Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: a scheme of analysis, *Research Policy*, 37, 407–29.
7. Cambria, E., Pasqualini, F. S., Wolint, P., Günter, J., Steiger, J., Bopp, A., & Emmert, M. Y. (2017). Translational cardiac stem cell therapy: advancing from first-generation to next-generation cell types. *NPJ Regenerative Medicine*, 2(1), 17. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41536-017-0024-1>.
8. CIRM. (2009-2010). Strategic plan update- accelerating the opportunity for cures, california institute for regenerative medicine.
9. Ghazinoury, S. S. (2002). Science and technology planning and policymaking- case study of nano technology in Iran. Presidential Office of Technology Cooperations.
10. Ghazinoury, S.S., Ghazinoury, S.S. (2008). Extracting solutions for reforming iran's national innovation system using comparative study of selected countries. *Journal of Science and Technology Policy*, 1(1), 65-81. Retrieved from <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=75973>
11. Ghazinoury, S.S., Ghazinoury, S. S. (2012). An introduction to science, technology and innovation policymaking. Trabiati Modares University Publications.
12. Haan, G. d., Crom, R. d., Dzierzak, E., & Mummery, C. (2017). Regenerative medicine funding policies in europe and the netherlands. *NPJ Regenerative Medicine*, 2(1), 1. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41536-016-0006-8>.

13. Hadavand, F., FatehRad, M., & Pezeshkian, H. (2016). Analyzing Policimaking Processes in Iran National Innovation System Using Institutional Mapping Framework. *Journal of Strategic and Macro Policies*, 4 (16), 1-18.
14. Hekkert, M., Suurs, R., Negro, S., Kuhlmann, S., & Smits, R. (2007). Functions of innovation systems: a new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 74, 413–32
15. Lall, S. (2007). *Technology policy and market encouragement*. center of technology studies sharid university of technology, Rasa Publications.
16. Lu, Y. (2010). *Science & technology in China: A roadmap to 2050: strategic general report of the Chinese Academy of Sciences / Yongxiang Lu, editor-in-chief, Springer, Heidelberg; London.*
17. Lytal, C. (2014). New health facility aims to translate stem cell science into therapies. Pobrane z: [http://news.usc.edu/62466/new-health-facility-aims-to-translate-stem-cell-science-into-treatment-therapies./](http://news.usc.edu/62466/new-health-facility-aims-to-translate-stem-cell-science-into-treatment-therapies/)
18. Medical Research Council. (2012). *A strategy for uk regenerative medicine*, Medical Research Council, 2012.
19. Meyer, U. (2009). *The history of tissue engineering and regenerative medicine in perspective*. W: U. Meyer (red.), *Fundamentals of Tissue Engineering and Regenerative Medicine* (s. 5–12). Berlin, London: Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-77755-7-1>.
20. Mohamadi, M., Tabatabaian, SH., Elyasi, M., & Roshani, S. (2013). Analyzing the formation model of new technologies innovation system functions in iran- a case study of nano-technology sector. *Journal of Science and Technology Policy*, 5(4), 19-112.
21. Pharma Letter. (2018). Global regenerative medicine market expected to reach \$67 billion by 2020. Pobrane z: <https://www.thepharmaletter.com/article/global-regenerative-medicine-market-expected-to-reach-67-billion-by-2020>.
22. Samanthi. (2017). Difference between tissue engineering and regenerative medicine. Pobrane z: <https://www.differencebetween.com/difference-between-tissue-engineering-and-vs-regenerative-medicine/>
23. Science and Technology Committee. (2013). *Regenerative medicine report*, House of Lords, 1st Report of session 2013-14.
24. Sharifi, S., Naghipurfar, V., & Hamidzadeh, M. (2106). Identifying Strategic Resistance Economy in Holy Prophet's Manners. *Strategic Management Studies*, 23(8), 137- 181. Retrieved from [http://www.smsjournal.ir/article\\_87880.html](http://www.smsjournal.ir/article_87880.html)

25. Vacanti, C. A. (2006). The history of tissue engineering. *journal of cellular and molecular medicine*, 10(3), 569–576. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1582-4934.2006.tb00421.x>.
26. Williams, D., Archer, R., & Dent, A. (2010). *Building a viable regenerative medicine industry- a guide for stakeholders*. Loughborough University. ISBN9781907382185.
27. Young, E., & Quinn, L. (2002). *Writing effective public policy papers: a guide for policy advisers in central and eastern europe*. Open Society Institute.