

## نانوداروهای اولویت‌دار وزرات بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

علی قاسم‌زاده<sup>۱\*</sup>، جواد مهرائی<sup>۲</sup>

تهران، خیابان ولیعصر، کوچه دانش‌کیان، پلاک ۲۴، ساختمان شماره دو معاونت غذا و داروی وزارت بهداشت، طبقه ۳،  
(ghasemzadeh@nanohealth.ir)

تهران، خیابان ولیعصر، کوچه دانش‌کیان، پلاک ۲۴، ساختمان شماره دو معاونت غذا و داروی وزارت بهداشت، طبقه ۳،  
(javad.mehraei@gmail.com)

### چکیده

اندیشگاه فناوری نانو وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی به منظور اجرایی ساختن سند راهبرد آینده در مجموعه این وزارتخانه اقدام به تهیه برنامه اجرایی وزارت بهداشت در حوزه نانوفناوری نموده است. اجرای برنامه‌های سند راهبرد آینده در گام نخست نیاز به شناخت اولویت‌ها و حوزه‌های تمرکز دارد تا امکانات و بودجه‌های محدود حوزه نانو در جهتی خاص و با بازدهی بهتری به مصرف برسد.

در چند فاز مطالعاتی- اجرایی صورت گرفته در گذشته دو حوزه نانودارو رسانی و نانوبیوسنسور به عنوان اولویت مشخص گردید. اما باید توجه داشت که این دو حوزه خود از گستردگی بسیار بالایی برخوردار هستند و برای اجرایی ساختن برنامه‌ها می‌بایست ابتدا حوزه‌های تمرکز را به صورت دقیق‌تر مشخص نمود و سپس نگارش برنامه اجرایی را آغاز نمود. بدین منظور در این مطالعه اندیشگاه فناوری نانو وزارت بهداشت اولویت‌های این وزارتخانه را در حوزه نانودارو رسانی پیشنهاد نموده است.

واژه‌های کلیدی: برنامه اجرایی، تعیین نقاط تمرکز، نانودارو رسانی

### ۱- مقدمه

کشوری که قصد حرکت در مسیر توسعه فناوری را دارد، ناگزیر از توجه به مبحث مدیریت توسعه فناوری خواهد بود. مدیریت توسعه فناوری‌های جدید به مراتب پیچیده‌تر از فناوری‌های متداول می‌باشد. چراکه سرعت تحولات در عرصه فناوری‌های جدید پرشتاب و زیر ساخت‌های لازم برای رشد این فناوری‌ها متفاوت با زیر ساخت‌های قبلی است. این امر بخصوص در حوزه فناوری نانو که جدیدترین عرصه فناوری‌های نو است، به دلیل گستردگی حوزه اثر و فراوانی کاربردهای محصولات مبتنی بر آن، نمود بیشتری دارد.

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو به عنوان متولی مدیریت توسعه این فناوری در کشور و به عنوان تدوین چارچوب فعالیت بلندمدت کشور در فناوری نانو اقدام به تهیه و تصویب سند راهبرد آینده نموده است. نگارش برنامه اجرایی جهت پیاده‌سازی برنامه‌های سند و مشخص ساختن گام‌های اجرایی به منظور دستیابی به اهداف طراحی شده در زمان مشخص و با بودجه از قبل تعیین شده، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۱ و \*- تحلیلگر ارشد و مدیر پروژه اندیشگاه فناوری نانو، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

۲- تحلیلگر اندیشگاه فناوری نانو، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی



اجرای برنامه‌های سند راهبرد آینده در گام نخست نیاز به شناخت اولویت‌ها و حوزه‌های تمرکز دارد تا امکانات و بودجه‌های محدود حوزه نانو در جهتی خاص و با بازدهی بهتری به مصرف برسد. ضرورت تعیین اولویت برای نانو فناوری وقتی اهمیت پیدا می‌کند که می‌بینیم این فناوری حوزه‌های کاربرد وسیعی را به خود اختصاص داده و پتانسیل کشور ما نیز محدود است. در چند فاز مطالعاتی - اجرایی صورت گرفته توسط اندیشگاه فناوری نانو وزارت بهداشت در این رابطه، دو حوزه نانو دارو رسانی و نانوبیوسنسور به عنوان اولویت نانو فناوری در حوزه پزشکی مشخص گردید [۱ و ۲]. اما باید توجه داشت که این دو حوزه خود از گستردگی بسیار بالایی برخوردار هستند و برای اجرایی ساختن برنامه‌ها می‌بایست ابتدا حوزه‌های تمرکز را به صورت دقیق‌تر مشخص نمود و سپس نگرش برنامه اجرایی را آغاز نمود. اندیشگاه فناوری نانو وزارت بهداشت در راستای تهیه پیشنهادیه برنامه اجرایی این وزارتخانه برای توسعه فناوری نانو، تعیین اولویت در حوزه نانو دارورسانی را در دستور کار خود قرار داد.

## ۲- تعریف شاخص‌های مقایسه‌ای برای تعیین اولویت

عملیاتی بودن برنامه اجرایی تدوین شده برای سند راهبرد آینده مستلزم تعیین اولویت‌های قابل قبول برای تمامی بازیگران و نهادهای درگیر در امر توسعه فناوری نانو است. در یک نگاه اجمالی بازیگران و نهادهای فعال در امر توسعه فناوری نانو در حوزه دارو را می‌توان صنایع داروسازی کشور، متخصصین فعال در امر تحقیقات در حوزه نانو داروها و ستاد ویژه توسعه فناوری نانو دانست.

فصل مشترک تمامی هم‌اندیشی‌های برگزار شده با برخی مدیران صنایع داروسازی، توجیه اقتصادی حوزه‌های تمرکز به عنوان شاخصی قابل قبول برای فعالان این حوزه است. محققان فعال حوزه نانو داروها بیشتر بر تمرکز بر پروژه‌های تحقیقاتی به منظور رفع نیاز کشور تاکید داشتند. تمامی این گزاره‌ها در هدف نهایی ستاد ویژه توسعه فناوری نانو که در سند راهبرد آینده با تولید ثروت و افزایش کیفیت زندگی مردم بیان شده است، دیده شده است.

بدین ترتیب مقرر گردید حوزه اولویت‌دار نانو دارو رسانی، حوزه‌ی درمانی نانو داروهایی با بیشترین اثر بر تولید ثروت و افزایش کیفیت زندگی مردم باشد. شاخص تعیین شده برای مقایسه میزان تاثیر نانو داروها در حوزه‌های مختلف درمانی بر تولید ثروت و افزایش کیفیت زندگی مردم به روش هم‌اندیشی با متخصصین مدیریت فناوری صورت گرفت. هزینه مستقیم تحمیل شده هر حوزه درمان به عنوان شاخص مقایسه میزان تولید ثروت و هزینه غیرمستقیم تحمیل شده هر حوزه بیماری به عنوان شاخص مقایسه افزایش کیفیت زندگی مردم تعیین گردید.

هزینه مستقیم درمان شامل هزینه‌های مرتبط با تشخیص، شامل ویزیت دکتر، آزمایش و ... و هزینه‌های مرتبط با درمان، شامل هزینه دارو، بستری و ... است. به دلیل عدم وجود آمار لازم برای تخمین هزینه کلی مستقیم درمان [۳]، هزینه دارو شاخص محاسبه هزینه‌های مستقیم درمان در نظر گرفته شد. این شاخص به صورت مجموع هزینه سالانه داروها با کاربرد درمانی یکسان محاسبه شد.

هر بیماری بر فرد و جامعه هزینه‌هایی را به صورت غیرمستقیم تحمیل می‌کند. این هزینه‌ها در اغلب موارد شاید از هزینه‌های مستقیم درمانی فزونی یافته و مهمتر باشد. برخی از این هزینه‌ها شامل ناتوانی فرد، نبود امکان انجام فعالیت مفید، مرگ زودهنگام و ... است. این هزینه‌ها که به عنوان کلی بار بیماری نامیده می‌شود، با شاخص سال‌های تعدیل شده عمر در اثر ناتوانی (شاخص دالی<sup>۱</sup>) سنجیده شد.

در ادامه حوزه‌هایی که بتوان در آن از نانو دارورسانی برای تولید ثروت و افزایش کیفیت زندگی مردم سود جست، بررسی گردید. بدین منظور شاخص قابلیت کاربردی نانو داروها در درمان گروه‌های مختلف درمانی تعریف و محاسبه گردید.

### ۳- محاسبه شاخص‌ها

#### ۳-۱- شاخص هزینه دارو

برای محاسبه این شاخص، میزان فروش صد داروی پرفروش جهانی در سال ۲۰۰۷ استخراج [۴] و میزان فروش داروها با کاربرد درمانی یکسان جمع شد. بهره‌گیری از هزینه جهانی فروش داروها به جای استفاده هزینه سالانه مصرف دارو در کشور برای محاسبه شاخص هزینه دارو به دو دلیل سوء تجویز و سوء مصرف دارو در کشور ایران و تعلق یارانه به بسیاری از داروها و قیمت غیرواقعی این محصولات در بازار داخل صورت گرفت.

لازم به ذکر است تقسیم‌بندی کاربرد درمانی که در محاسبه شاخص هزینه دارو بکار رفته است، به منظور انطباق، با توجه به تقسیم‌بندی مورد استفاده در محاسبه شاخص دالی انتخاب شده است. جدول شماره ۱ نتایج شاخص هزینه مستقیم درمان را نشان می‌دهد.

جدول ۱: شاخص هزینه دارو

شاخص هزینه دارو	گروه بیماری
۸۴/۳۷۵	بیماری‌های قلبی و عروقی
۴۹/۳۱۶	بیماری‌های عصبی و روانی
۲۵/۳۸۲	سرطان‌ها
۱۸/۸۹۵	بیماری‌های گوارشی
۱۸/۸۰۴	بیماری‌های عضلانی و اسکلتی
۱۸/۲۹۲	بیماری‌های ریوی
۱۲/۵۷۸	بیماری‌های عفونی
۹/۳۱۴	بیماری‌های تغذیه‌ای و متابولیک
۳/۹۰۱	بیماری‌های ادراری و تناسلی
۲/۳۷۷	عفونت‌های تنفسی
۱/۴۵۴	بیماری‌های ارگان‌های حسی

#### ۳-۲- شاخص بار بیماری‌ها

در این مطالعه، بار بیماری‌ها با شاخص سال‌های تعدیل شده عمر در اثر ناتوانی (شاخص دالی) سنجیده شد. عمده دلیل بهره‌گیری از این شاخص، وجود اطلاعات قابل دسترس هم در بعد داخلی [۵] و هم در بعد بین‌الملل است.

برای محاسبه این شاخص از ترکیب شاخص دالی بیماری‌های ایران و جهان بهره برده شد. این امر به دلایل زیر صورت پذیرفت.

۱. با توجه به اینکه، هدف این مطالعه، اولویت‌گذاری حوزه‌های تحقیقات و نانوفناوری در پزشکی می‌باشد و نتایج حاصل از این پژوهش‌ها تا تجاری شدن و کمک به حل مهم‌ترین مشکلات کشور، نیاز به زمان دارد، باید در تعیین اولویت‌ها به مشکلات بهداشتی آینده کشور توجه نمود.

۲. سازمان بهداشت جهانی توصیه می‌کند با توجه به فراملی بودن بسیاری از مشکلات بهداشتی (مثل ایدز که یک پاندمی جهانی است) باید به ضرورت‌های منطقه‌ای و جهانی در تعیین اولویت‌ها توجه داشت، بنابراین به نظر می‌رسد داشتن نیم نگاهی به ضرورت‌های جهانی و منطقه‌ای در این مطالعه مناسب می‌باشد. علاوه بر این اتخاذ چنین رویکردی به ما کمک می‌کند به بازارهای منطقه‌ای و جهانی نیز توجه داشته باشیم و به سهم مناسبی از تجارت جهانی و تولید ثروت که یکی از اهداف سند راهبرد آینده فناوری نانو است دست یابیم.

بدین ترتیب با توجه به اینکه کشور جمهوری اسلامی ایران از نظر جغرافیایی در منطقه مدیترانه شرقی و از نظر درآمد در سطح متوسط و پایین قرار دارد، در این گزارش از اطلاعات سال ۲۰۱۵ بار بیماری‌ها مربوط به منطقه مدیترانه شرقی و

کشورهای با سطح درآمد متوسط پایین استفاده گردید. شاخص ترکیبی دالی که در این مطالعه از آن بهره برده شده به صورت ذیل تعریف شد:

$$MI = \frac{D(IR) + \frac{D(EMRO) + D(LMINCM)}{2}}{2} \quad (1)$$

که در این رابطه داریم:

پارامتر MI: هزینه غیرمستقیم درمان با شاخص ترکیبی دالی

پارامتر D(EMRO): بار بیماری‌ها بر حسب شاخص دالی در یکصد هزار نفر جمعیت برای سال ۲۰۱۵ در منطقه مدیترانه شرقی

پارامتر D(LMINCM): بار بیماری‌ها بر حسب شاخص دالی در یکصد هزار نفر جمعیت برای سال ۲۰۱۵ در کشورهای با سطح درآمد متوسط و پایین

پارامتر D(IR): بار بیماری‌ها بر حسب شاخص دالی در یکصد هزار نفر جمعیت برای سال ۲۰۰۳ در جمهوری اسلامی

ایران

محاسبات شاخص ترکیبی سال‌های تعدیل شده عمر در اثر ناتوانی (دالی) در جدول شماره ۲ خلاصه شده است.

جدول ۲: شاخص ترکیبی دالی

شاخص ترکیبی (MI) دالی برای یکصد هزار نفر	بار بیماری (دالی) در یکصد هزار نفر			گروه بیماری
	IR	LMINCM	EMRO	
۴۴۳۹	۵۹۷۱	۲۴۲۳	۳۳۹۱	آسیب‌های غیرعمدی و عمدی
۳۴۵۴	۴۰۰۰	۲۸۸۷	۲۹۲۸	عصبی و روانی
۲۲۹۶	۲۲۵۰	۲۳۰۰	۲۳۸۴	بیماری‌های قلبی و عروقی
۱۸۱۳	۴۶۱	۲۱۵۹	۴۱۷۲	عفونی
۱۴۳۲	۱۶۵۵	۴۸۱	۱۹۳۶	اختلالات پری‌ناتال
۹۳۲	۷۰۰	۱۵۱۵	۸۱۳	سرطان‌ها
۸۹۱	۱۳۰۰	۵۸۹	۳۷۶	بیماری‌های عضلانی و اسکلتی
۸۵۶	۲۴۰	۱۴۰۳	۱۵۳۹	بیماری‌های ارگان حسی
۸۲۲	۶۵۰	۱۱۳۳	۸۵۵	بیماری‌های ریوی
۶۸۸	۸۰۰	۵۳۰	۶۲۰	بیماری‌های گوارشی
۵۶۱	۸۵۰	۲۴۳	۳۰۱	بیماری‌های ادراری و تناسلی
۴۶۷	۲۲۵	۲۴۲	۱۱۷۶	عفونت‌های تنفسی
۴۵۴	۵۷۷	۱۵۸	۵۰۲	بیماری تغذیه‌ای و متابولیک

### ۳-۳- شاخص قابلیت کاربرد نانودارورسانی در درمان گروه‌های مختلف بیماری

برای انتخاب اولویت‌های نانودارورسانی می‌بایست شناخت صحیحی از حوزه‌هایی که بتوان در آن از نانوفناوری برای تولید ثروت و افزایش کیفیت زندگی مردم سود جست، داشت. بدین منظور فناوری‌ها یا فرآورده‌های نانودارویی برای درمان گروه‌های مختلف بیماری به همراه فاز توسعه‌ای هرکدام استخراج گردید. این فناوری‌ها یا فرآورده‌ها نتیجه بررسی ۵۵ شرکت فعال در حوزه نانوپزشکی در نقاط مختلف دنیا است [۶ و ۷]. بررسی شرکت‌ها به دلیل کاربردی بودن فناوری‌ها یا فرآورده‌های شناسایی شده بوده و بررسی تحقیقات جاری در حوزه نانوپزشکی خارج از حیطه این مطالعه بوده است.

بر طبق این بررسی می‌توان قابلیت کاربردی نانوداروها را در درمان گروه‌های مختلف بیماری تعیین کرد. بدین منظور بر اساس مرحله تجاری‌سازی به هر دارو وزنی اختصاص می‌یابد. اوزان اختصاص یافته برای هر مرحله تجاری‌سازی در جدول شماره ۳ آورده شده است.

جدول ۳: اوزان اختصاص یافته به هر فاز تجاری سازی

فاز توسعه	پیش‌بالینی	فاز ۱ بالینی	فاز ۲ بالینی	فاز ۳ بالینی	تجاری شده (بازار)
وزن اختصاص یافته	۰/۵	۱	۲	۳	۵

در ادامه مجموع اوزان مراحل تجاری‌سازی برای هر گروه بیماری محاسبه می‌شود. به مجموع این اوزان، ضریب قابلیت کاربردی نانوداروها اطلاق گردید. در جدول شماره ۴ شاخص قابلیت کاربردی نانوداروها در درمان گروه‌های مختلف بیماری مشاهده می‌شود.

جدول ۴: شاخص قابلیت کاربردی نانوداروها در درمان گروه‌های مختلف بیماری

گروه بیماری	شاخص قابلیت کاربردی نانوداروها
سرطان‌ها	۶۳
بیماری‌های گوارشی	۱۵
بیماری‌های عفونی	۱۳
بیماری‌های عضلانی و اسکلتی	۶
بیماری‌های عصبی و روانی	۶
بیماری‌های قلبی و عروقی	۴
بیماری‌های تغذیه‌ای و متابولیک	۲
عفونت تنفسی	۱/۵

!!

#### ۴- ترکیب شاخص‌ها و تعیین اولویت

تعیین اولویت‌ها با وزندهی یکسان به شاخص‌های محاسبه شده صورت گرفت. به منظور سادگی محاسبه و تسهیل در فرآیند تصمیم‌گیری شاخص "هزینه دارو- بار بیماری- قابلیت کاربرد" از حاضارب شاخص‌های فوق در هر گروه درمانی محاسبه شده و به منظور تعیین اولویت وزارت بهداشت در حوزه نانوداروها با هم مقایسه گردیدند. لازم به ذکر است شاخص ترکیبی دالی (MI) با توجه به فرض جمعیت ۷۰ میلیون نفری برای کشور ایران در عدد ۷۰۰ ضرب شده است. همچنین عدد محاسبه شده شاخص "هزینه دارو- بار بیماری- قابلیت کاربرد" به منظور تسهیل مقایسه، بر ۱۰۰۰ تقسیم شده است.

محاسبات مربوط به شاخص "هزینه دارو- بار بیماری- قابلیت کاربرد" در جدول شماره ۵ خلاصه شده است.

جدول ۵: شاخص شاخص هزینه دارو- بار بیماری- قابلیت کاربرد

گروه بیماری	شاخص هزینه دارو- بار بیماری- قابلیت کاربرد
بیماری‌های قلبی و عروقی	۵۴۲۴۲۸
بیماری‌های عصبی و روانی	۷۱۵۴۱۶
سرطان‌ها	۸۹۴۱۸۶
بیماری‌های عفونی	۲۰۷۵۱۹
بیماری‌های عضلانی و اسکلتی	۷۰۳۶۸
بیماری‌های ریوی	۰
بیماری‌های گوارشی	۱۳۶۵۰۰
بیماری تغذیه‌ای و متابولیک	۵۹۲۰
بیماری‌های ادراری و تناسلی	۰
ارگان حسی	۰
عفونت تنفسی	۱۱۶۵/۵

بدین ترتیب سه حوزه سرطان‌ها، بیماری‌های عصبی و روانی و بیماری‌های قلبی و عروقی به ترتیب اولویت اول تا سوم وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی در حوزه نانوداروها پیشنهاد گردید.

!!

## ۵- نتیجه گیری

اجرای برنامه‌ها در گام نخست نیاز به شناخت اولویت‌ها و حوزه‌های تمرکز دارد تا امکانات و بودجه‌های محدود حوزه نانو در جهتی خاص و با بازدهی بهتری به مصرف برسد. دو حوزه نانودارو رسانی و نانوبیوسنسورها به عنوان اولویت وزارت بهداشت برای توسعه فناوری نانو مشخص گردیده است. اما باید توجه داشت که این دو حوزه خود از گستردگی بسیار بالایی برخوردار هستند و برای اجرایی ساختن برنامه‌ها می‌بایست ابتدا حوزه‌های تمرکز را به صورت دقیق‌تر مشخص نمود.

در این مطالعه سعی شده است تا اولویت‌های وزارت بهداشت در حوزه نانوداروها، با توجه علاقه‌مندی تمامی بازیگران و نهادهای درگیر در امر توسعه فناوری نانو در حوزه داروها پیشنهاد گردد. در یک نگاه اجمالی بازیگران و نهادهای فعال در امر توسعه فناوری نانو در حوزه دارو را می‌توان صنایع داروسازی کشور، متخصصین فعال در امر تحقیقات در حوزه نانوداروها و ستاد ویژه توسعه فناوری نانو دانست.

روش مورد استفاده به اختصار، تعریف و محاسبه شاخص هزینه دارو به عنوان معرف تولید ثروت (علاقه‌مندی صاحبان صنایع)، تعریف و محاسبه شاخص بار بیماری به عنوان معرف افزایش کیفیت زندگی مردم (علاقه‌مندی محققان) و در نهایت تطبیق نتایج بدست آمده از این شاخص با قابلیت کاربردی نانوداروها در درمان گروه‌های مختلف بیماری بوده است.

بدین ترتیب نانوداروهای درمان کننده سه حوزه سرطان‌ها، بیماری‌های عصبی و روانی و بیماری‌های قلبی و عروقی به ترتیب اولویت اول تا سوم وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی پیشنهاد گردید.

## مراجع

- [۱] علیزاده، مهدی (۱۳۸۵)، بررسی و کشف توانمندی‌ها و نیازها در زمینه بهره‌برداری از فناوری نانو در عرصه بهداشت و درمان کشور، درآمدی بر تعیین اولویت‌ها و حوزه‌های تمرکز نانو در وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، اندیشگاه نانوفناوری وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، گزارش شماره ۶
- [۲] صاحبی‌نژاد، مجید و همکاران (۱۳۸۶)، تعیین حوزه‌های تمرکز نانوفناوری در علوم پزشکی، اندیشگاه نانوفناوری وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، گزارش شماره ۲۰
- [۳] شکیبایی، علیرضا و همکاران (۱۳۸۵)، کشش‌پذیری عرضه و تقاضای خدمات درمانی در بیمارستانهای نمونه کشور، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۲۷
- [4] World's Best-Selling Medicines, July 2007, MedAdNews
- [۵] وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (۱۳۸۶)، مطالعه ملی بار بیماری‌ها و آسیب‌ها در ایران، شابک: ۸-۱۶-۸۹۸۹-۹۶۴
- [۶] اندیشگاه نانوفناوری وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (۱۳۸۸)، بررسی ویژگی‌های شرکت‌های صاحب فناوری در حوزه نانوداروها
- [7] Cientifica Ltd., August 2007, The Nanoparticle Drug Delivery Report