



صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران

معاونت سیاسی

اداره پژوهش های سیاسی

به مناسبت روز ملی فناوری هسته‌ای (۲۰ فروردین)

موفقیت‌های چشمگیر کشور در دانش پزشکی هسته‌ای و تولید رادیو داروها

(مصاحبه با دکتر محسن ساغری، متخصص پزشکی هسته‌ای و محمد رضا داورپناه، مدیر عامل شرکت پارس ایزوتوپ وابسته به سازمان انرژی اتمی)



فرآورده‌های خبری و تولیدات پژوهشی در بخش های زیر قابل دسترس است:

– وب سایت خبرگزاری صداوسیما (سرویس پژوهش) <http://www.iribnews.ir>

پژوهشگر: مریم بیگ پور

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۲	* چکیده
۲	* مقدمه
۲	* رادیو دارو چیست؟
۳	* برخی از دستاوردهای کشورمان در زمینه تولید رادیو داروها
۵	* اسامی ۱۵ رادیودارویی که ایران از واردات آن بی نیاز است
۵	* پیشگامی ایران در تولید و صادرات رادیو داروها در منطقه
۶	* ایران چهارمین کشور جهان در دستیابی به تکنولوژی تولید دستگاه‌های شتاب دهنده خطی
۶	* پایش بدخیمی‌ها با فناوری پیشرفته پت سی تی اسکن
۷	* برخی کاربردهای مهم استفاده از دانش پزشکی هسته‌ای در تشخیص و درمان بیماری‌ها
۷	* توسعه توربسم درمانی با پیشرفت‌های ایران در پزشکی هسته‌ای
۷	* از توسعه فناوری هسته‌ای تا شکوفایی در تحریم‌ها
۸	* کلام آخر

- ❖ ایران جزو ۵ کشور برتر جهان در تولید رادیو داروها
- ❖ ایران چهارمین کشور صاحب تکنولوژی دستگاه‌های شتاب دهنده خطی
- ❖ ایران رتبه اول منطقه در تولید رادیو داروها
- ❖ بومی سازی فناوری تولید بیش از ۵۰ نوع رادیو دارو در ایران
- ❖ نیاز سالانه یک میلیون بیمار به رادیو داروها در کشور
- ❖ ایران صادرکننده انواع رادیو داروها به عراق، پاکستان، هند، لبنان، سوریه، مصر و گرجستان

*** مقدمه**

دستیابی ایران به فناوری غنی سازی اورانیوم و راهاندازی زنجیره کامل غنی سازی به کمک سانتریفیوژهای ساخت ایران، خبری بود که روز ۲۰ فروردین ماه سال ۱۳۸۵ منتشر شد که این خبر در تقویم این روز به عنوان روز ملی فناوری هسته‌ای نامگذاری شد، چراکه دانشمندان و متخصصان ایرانی به ساخت نسل جدیدی از سانتریفیوژها دست یافتند و با این موفقیت ایران در زمره کشورهای صاحب تکنولوژی در غنی سازی اورانیوم قرار گرفت.

انرژی هسته‌ای انرژی گرمایی آزاد شده حاصل از شکافت اتم اورانیوم است که از آن برای تولید بخار آب و گرداندن توربین‌های تولید برق استفاده می‌شود. این فناوری علاوه بر تولید انرژی، در حوزه‌های مختلف پزشکی، غذایی، صنعتی، تجاری و کشاورزی نیز کاربردهای وسیعی دارد و از این فناوری می‌توان از تولید رادیو داروها و تصویربرداری‌های هسته‌ای گرفته تا دفع آفات و حشرات بهره برد. پزشکی هسته‌ای، همان استفاده صلح آمیز از انرژی هسته‌ای و جزو کم خطرترین و ایمن ترین روش های تصویربرداری تشخیصی است که در دنیا استفاده می‌شود.

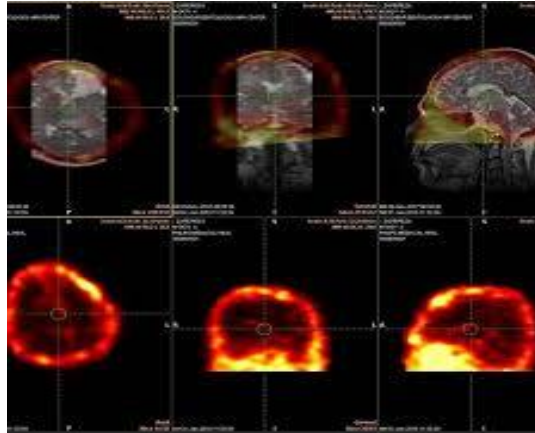
حیاتی بودن روش‌های تشخیصی و درمانی بر پایه پزشکی هسته‌ای و نیمه عمر پایین رادیو داروها موجب شده است که تمام کشورهای پیشرو در علم پزشکی منابع و تجهیزات لازم در تولید این داروهای ارزشمند را در داخل کشور خود ایجاد کنند، چراکه کمبود یا دسترسی نداشتن به این داروها به صورت روزانه زندگی هزاران انسان را با خطر مواجه می‌کند. این رادیو داروها در تشخیص زودهنگام بسیاری از بیماری‌ها از جمله سرطان‌ها، بیماری‌های قلبی و عروقی، بیماری‌های استخوانی، غدد بزاقی، تیروئید، پاراتیروئید، شش‌ها، کبد و کلیه‌ها کاربرد دارند. در درمان هم برای بیماران مبتلا به سرطان نقش بسیار موثری دارند. همچنین با بهره‌گیری از پرتوهای منتشر شده از رادیو داروها می‌توان برای جلوگیری از تقسیم و انتشار سلول‌های سرطانی و همچنین ضعیف کردن و نابودسازی آن‌ها استفاده کرد.

*** رادیو دارو چیست؟**

در یک تعریف ساده به هر دارویی که در ساختار آن یک رادیو ایزوتوپ موجود باشد رادیو دارو گفته می‌شود، رادیو ایزوتوپ‌ها در واقع عناصر ناپایداری هستند که با توجه به ساختار اتمی‌شان از خود پرتو (Radiation) منتشر می‌کنند. این پرتوها که شامل پرتوهای آلفا (α)، بتا (β) و گاما (γ) هستند، طول موج و سطح انرژی متفاوتی دارند و بر همین اساس می‌توان آنها را در فرایندهای مختلف تشخیصی و درمانی به کار گرفت. سودمندترین رادیو ایزوتوپ‌ها در پزشکی هسته‌ای رادیو ایزوتوپ‌های تابش‌کننده پرتو گاما هستند، زیرا پرتوهایی که از این مواد در درون بدن تابش می‌شوند را می‌توان از

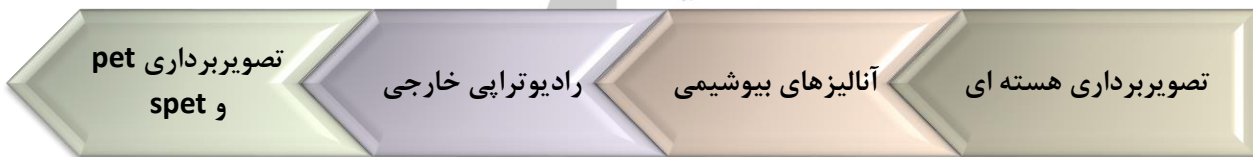
بیرون بدن به سادگی تشخیص داد. داروهای نشان‌دار رادیواکتیو که به بیمار تزریق یا خورنده می‌شوند، به نام رادیو داروها معروف هستند.¹

امروزه نیمی از مبتلایان به سرطان در فرایند درمان خود از رادیوداروها استفاده می‌کنند.



پژوهش
تحریری
معاونت‌سای

✓ برخی از کاربردهای رادیو داروها عبارتند از:



*برخی از دستاوردهای کشورمان در زمینه تولید رادیو داروها

➤ تولید رادیو داروی مولیبدن ۹۹-m

رادیوداروی موردنیاز قبلا از کشور بلژیک با هزینه چند میلیون دلاری وارد می‌شد. تکنسیوم ۹۹-m به علت حداقل پرتوایی به بدن رادیوداروی خوبی در پزشکی است چراکه ساعتی پس از ورود دارو به بدن خود به خود از بین می‌رود. به دلیل نیمه عمر کوتاه رادیوداروها، این عنصر را نمی‌توان برای استفاده طولانی مدت ذخیره‌سازی کرد و باید برای تصویربرداری‌های پزشکی بلافاصله پس از تولید دارو به بدن بیمار تزریق شود.

این ماده دارویی در تشخیص بسیاری از بیماری‌ها از جمله بیماری‌هایی که نیاز به اسکن از ماهیچه‌های قلبی، مغز استخوان، غدد بزاقی، تیروئید، پاراتیروئید، شش‌ها، کبد و کلیه دارند، کاربرد دارد.²

1. رادیو دارو یا داروهای هسته‌ای چیست، rasekhoon.net, ۸۸/۲/۱۲

2. از توسعه فناوری هسته‌ای تا شکوفایی در تحریم، ایسنا، ۹۹/۱/۱۹

پیش از این هر سال سه میلیون دلار برای تهیه ماده مولیبدن ۹۹ - تکنسیم M 99 هزینه می شد که با تولید آن در کشور این رقم به میزان بسیار قابل توجهی کاهش یافته است.

ماده مولیبدن ۹۹ - تکنسیم M 99 در حال حاضر تنها در چند کشور تولید می شود و ایران در حقیقت جزو معدود کشورهای تولیدکننده این رادیو دارو است. دکتر جواد کریمی ثابت، رئیس پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای اعلام کرد: روشی که در ایران برای تولید این رادیو دارو پیاده شده، روشی منحصر به فرد است و محصول آن با استانداردهای آژانس بین‌المللی انرژی اتمی مطابقت دارد.^۱

➤ رادیودارو ایتیریم ۹۰ میکروسفر (y-90 Resin Microspheres)

سرطان کبد یکی از کشنده‌ترین سرطان‌های گوارشی و جزو ۶ سرطان شایع در مردان است. سالانه حدود ۲۰۰ نفر در کشورمان به سرطان کبد مبتلا می‌شوند. بیماران سرطان کبد اولیه و متاستاتیک که قابل عمل جراحی نیستند با این رادیودارو نزدیک به ۵۰ تا ۶۰ درصد امید به حیات مجدد پیدا می‌کنند و به کیفیت بسیار بهتری از زندگی دست می‌یابند.^۲

➤ رادیو دارو FDG

این رادیو دارو برای تصویربرداری پت^۳ مورد استفاده قرار می‌گیرد. فلئوئر -۱۸ بعد از نشاندار سازی با دی اکسید گلوکز و تولید رادیو FDG برای مطالعات قلبی، مغزی و برای تشخیص بیماری سرطان به ویژه سرطان‌های ریه، کلون، رکتوم، تومورهای سر و گردن و تیروئید بهره‌برداری می‌شود.^۴

➤ ید

سه ایزوتوپ از ید وجود دارد که برای عکسبرداری به منظور تشخیص به کار می‌روند. این رادیو داروها مفیدترین ایزوتوپها برای عکسبرداری و درمان غده تیروئید هستند.

➤ تالیوم

این رادیو دارو غالباً برای عکسبرداری از قلب استفاده می‌شود.

➤ گرنون

این گاز بی‌اثر از نظر شیمیایی، یک محصول جانبی از شکافت است و با توجه به ماهیتش می‌توان از آن به صورت استنشاقی برای تشریح و عکسبرداری شش‌ها، استفاده کرد.

➤ گالیوم

ژنراتور گالیوم ۶۸ دومین محصول استراتژیک است که در تصویربرداری پت برای تشخیص انواع تومورها مورد استفاده قرار می‌گیرد و اکنون دانش تولید آن در کشور ایجاد شده و بیمارستان‌های مختلف از آن استفاده می‌کنند.^۵

۱. دستاورد های انقلاب اسلامی ایران، www.iranplatform.com، ۹۸/۴/۵

۲. از توسعه فناوری هسته‌ای تا شکوفایی در تحریم، ایسنا، ۹۹/۱/۱۹

۳. تصویر برداری PET، یک تکنیک تصویربرداری پزشکی هسته‌ای، به منظور تولید تصاویر رنگی و سه بعدی از فرایندهای عملکردی درون بدن انسان است.

۴. همان منبع.

۵. مدیرعامل پارس ایزوتوپ: با اوفک در تماس هستیم/آمریکا می‌خواهد دستان‌مان را بالا ببریم، ایسنا، ۹۸/۲/۳

*اسامی ۱۵ رادیو دارویی که ایران از واردات آن بی‌نیاز است^۱

ردیف	عنوان رادیو داروی تولید شده
1	رادیو داروی Anti-CD۲۰
2	میکرو اسفرهای شیشه ایتريم ۹۰
3	کپسول خوراکی رادیو داروی ید ۱۲۳
4	رادیو دارو پانتنی In-rituximab 111
5	رادیو داروی Cu-ATSM 64
6	ژنراتور Ga 68 با هدف گالیوم طبیعی
7	رادیو دارو یوبیکوسیدین
8	رادیو داروی کلوبیدی ایتريوم ۹۰
9	رادیو داروی ایندیوم ۱۱۱ کلراید
10	نشانداز سازی ترکیب متایدو بنزیل گوانیدوین با ید ۱۳۱ تشخیصی
11	هیدروکسی هیپوسفونات
12	کلوبیدهای رنیوم ۱۸۹ و رنیوم ۱۸۸
13	MIBG با ید ۱۳۱
14	رادیو داروی mt c-Bombesin
15	رادیو دارو FDG

*پیشگامی ایران در تولید و صادرات رادیو داروها در منطقه

به گفته داورپناه، مدیرعامل بزرگترین شرکت تولید رادیو داروی کشور، ایران از قطبهای تولید رادیو دارو و کیت‌های رادیو دارویی در آسیاست.^۲

دانشمندان ایرانی، فناوری تولید بیش از ۵۰ نوع رادیو دارو را بومی‌سازی کرده‌اند. هم‌اکنون دانش ساخت این رادیو داروها که در تشخیص و درمان بسیاری از بیماری‌ها از جمله سرطان‌ها کاربرد دارد، فقط در اختیار ۵ کشور جهان است.^۳

هیچ رادیو دارویی وجود ندارد که در دنیا به‌روز تولید شده باشد و شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی توانایی تولید آن را نداشته باشد، بخشی از این ۵۰ نوع رادیو داروی تشخیصی و درمانی که ما تولید می‌کنیم در قالب ژنراتورها طبقه‌بندی می‌شود که این ژنراتورها، مولدهای تولید رادیو دارو هستند و در دنیا فقط ۴ یا ۵ کشور هستند که توانایی تولید و صادرات آن را در اختیار دارند.^۴ علاوه بر خودکفایی در زمینه تولید برخی رادیو داروها، امروزه ایران صادر کننده انواعی از رادیو داروها به عراق، پاکستان، هند، لبنان، سوریه، مصر و گرجستان است.

برخی از این کشورها همچون هند که صادرکننده مهم اقلام دارویی است، از مشتریان رادیو داروهای ایران است. محصولات رادیو دارویی ایران هم‌اکنون نه تنها در هند ثبت شده، بلکه ایران در حال حاضر رادیو داروی بیش از ۷۰ بیمارستان هند را تأمین

۱. اسامی ۱۵ رادیو دارویی که ایران بی‌نیاز از واردات آن است، خبرگزاری دانشجو، ۹۳/۴/۹

۲. موفقیت ایران در تولید ۵۰ نوع "رادیو دارو" برای درمان سرطان، خبرگزاری تسنیم، ۹۹/۱۱/۱۸

۳. محمد رضا داورپناه، مدیرعامل شرکت پارس ایزوتوپ وابسته به سازمان انرژی اتمی در گفتگو با پژوهشگر خبر معاونت سیاسی، ۹۹/۱۲/۲۲

۴. موفقیت ایران در تولید ۵۰ نوع "رادیو دارو" برای درمان سرطان، خبرگزاری تسنیم، ۹۹/۱۱/۱۸

می‌کند. علاوه بر این ترکیه با وجود داشتن ۱۱۰ مرکز تصویربرداری پت در حال حاضر خریدار ژنراتور از شرکت‌های ایزوتوبی ایرانی است.^۱

تمامی این دستاوردهای ارزنده در حالی تحقق یافته که ما شاهد تحریم‌های بسیار سخت و غیر انسانی هستیم. در چند سال اخیر توانایی ایران در دستیابی به دانش تولید ایزوتوپ‌های پایدار، تولید بیش از ۵۰ نوع رادیو دارو، تامین خدمات دارویی یک میلیون بیمار در کشور و «کسب مقام نخست تولید و صادرات رادیو دارو در منطقه نمونه‌های مستدل بر خود اتکایی متخصصان و دانشمندان ایرانی است.»^۲

ایران چهارمین کشور جهان در دستیابی به تکنولوژی تولید دستگاه‌های شتاب دهنده خطی

در حال حاضر از سه روش "جراحی"، "شیمی‌درمانی" و "رادیوتراپی" برای درمان سرطان استفاده می‌شود و استفاده از "رادیوتراپی" یکی از معمول‌ترین روش‌های درمان این دسته از بیماران است که برای استفاده از این روش درمانی نیازمند استفاده از دستگاه‌های شتاب دهنده خطی هستیم.

این دستگاه برای پرتو درمانی بیماران سرطانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. فناوری ساخت این دستگاه تاکنون در انحصار کشورهای "آمریکا"، "انگلیس" و "چین" بوده است و **ایران چهارمین کشور صاحب این تکنولوژی به شمار می‌رود.** این شتاب‌دهنده برای استفاده شتاب‌دهنده‌های بزرگتر، آنالیز مواد، ساخت لیزرهای الکترون آزاد، تحقیقات فیزیک ذرات، پرتودرمانی، تولید رادیوداروها، سترون‌سازی تجهیزات پزشکی، پرتودهی مواد غذایی، پرتودهی پلیمرها، استفاده در گمرکات برای تصویربرداری کانتینرها در مبادی ورودی و جلوگیری موثر از قاچاق انسان کاربرد دارد.^۳

پایش بدخیمی‌ها با فناوری پیشرفته پت سی تی اسکن

پت سی‌تی اسکن روشی است که می‌تواند اطلاعات بسیار ارزشمندی از وضعیت اولیه تومورهای بدخیم و میزان گسترش موضعی یا انتشار یافته آنها را در بدن فراهم کند و راهنمای بسیار مفیدی برای پزشک معالج در انتخاب مناسب‌ترین روش درمانی محسوب می‌شود. با بهره‌گیری از این تکنولوژی پیشرفته، ماده رادیواکتیو به بدن بیمار تزریق و اسکن ایزوتوپ انجام می‌شود. در واقع این دستگاه تلفیق دو دستگاه سی تی اسکن و پت اسکن است. حدود ۸۰ تا ۸۵ درصد بیماران سرطانی، ۱۰ درصد بیماران قلبی-عروقی و ۵ درصد بیماران مغزی از این روش استفاده می‌کنند. تشخیص اولیه سرطان‌ها، پیگیری پاسخ به درمان و بررسی عود مجدد سرطان به کمک این دستگاه بهترین نتیجه را در پی دارد. همچنین در بیماری‌های قلبی-عروقی می‌تواند جایگزین بسیاری از تست‌های قلبی شود. علاوه بر اینها در تشخیص بیماری‌هایی مثل پارکینسون و تشنج‌های ناشناخته مغزی نیز کاربرد موثری دارد. پت سی تی اسکن هم اطلاعات سی تی اسکن و هم اسکن ایزوتوپ را به ما می‌دهد که این مسئله منجر به مراجعه کمتر و نتیجه گرفتن سریع‌تر بیمار از تصویربرداری می‌شود.^۴

۱. مدیرعامل پارس ایزوتوپ: با اوفک در تماس هستیم/آمریکا می‌خواهد دستان‌مان را بالا ببریم، ایسنا، ۹۸/۲/۳

۲. همان

۳. موفقیت ایران در تولید ۵۰ نوع "رادیودارو" برای درمان سرطان، خبرگزاری تسنیم، ۹۹/۱۱/۱۸

۴. دکتر محسن ساغری، متخصص پزشکی هسته‌ای، در گفتگو با پژوهشگر خبر معاونت سیاسی، ۹۹/۱۲/۲۲

*برخی کاربردهای مهم استفاده از دانش پزشکی هسته‌ای در تشخیص و درمان بیماری‌ها

بیماری‌های کلیوی	جگر، طحال، عکس برداری مغز استخوان	بیماری‌های مغزی، غدد بزاقی، عکس برداری استخوان خونی، مکان‌یابی جفت جنین
تعیین حجم خون و پلاسما	تشخیص کار تیروئید، عکس برداری تیروئید	عکس برداری استخوان، عکس برداری آرواره
عکس برداری تومور	عکس برداری تنفسی، مطالعات جریان خون	عضلات قلب، گردش خون

*توسعه تورسیم درمانی با پیشرفت‌های ایران در پزشکی هسته‌ای

در منطقه از محدود کشورهای هسته‌ای هستیم که علاوه بر تولید رادیو داروها، با هزینه‌های کم، داروهای خاص مثل لوتشیوم که هر دوز آن ۱۰ تا ۱۲ هزار دلار است را تولید می‌کنیم، و این مسئله موجب شده بیماران خارجی زیادی خواهان دریافت این خدمات در کشورمان باشند. در زمینه ید درمانی نیز بیماران خارجی زیادی داریم و روز به روز بر تعداد متقاضیان خارجی به ویژه از کشورهای اطراف افزوده می‌شود.^۱

*از توسعه فناوری هسته‌ای تا شکوفایی در تحریم‌ها

سالانه بیش از یک میلیون بیمار در کشورمان به رادیو داروها نیاز دارند.^۲ در چنین شرایطی، بر خلاف ادعای آمریکا که گفته است، اقلام و خدمات دارویی و کشاورزی مشمول تحریم‌ها نشده است، شرکت‌ها و موسسات دارویی مختلفی در این لیست هستند که از آن جمله شرکت پارس ایزوتوپ، تنها تامین کننده رادیو داروها است که ۱۹۶ مرکز پزشکی هسته‌ای در کشور به این داروها وابسته هستند. این شرکت در لیست تحریم‌های وزارت خزانه‌داری آمریکا قرار گرفته است. در حالی که در سر فصل بیانیه تحریم‌ها بر مستثنی بودن اقلام دارویی و کشاورزی تاکید شده است.^۳ به‌رغم تحریم‌های اعمال شده علیه کشور طی سال‌های اخیر، محققان حوزه هسته‌ای علاوه بر توسعه نیروگاه‌های هسته‌ای توانسته‌اند این فناوری را در حوزه‌های پزشکی، کشاورزی و رفع آلودگی‌های میکروبی وارد کنند، به گونه‌ای که ایران در حوزه پزشکی هسته‌ای موفق به تولید رادیو داروها شده است و در حوزه کشاورزی هسته‌ای نیز کشورمان توانسته عمر

۱. مدیرعامل پارس ایزوتوپ: با اوفک در تماس هستیم/ آمریکا می‌خواهد استان‌مان را بالا ببریم، ایسنا، ۹۸/۲/۳

۲. گفتگوی تلفنی با دکتر محسن ساغری، متخصص پزشکی هسته‌ای، پژوهش خبر صدا و سیما، ۹۹/۱۲/۳

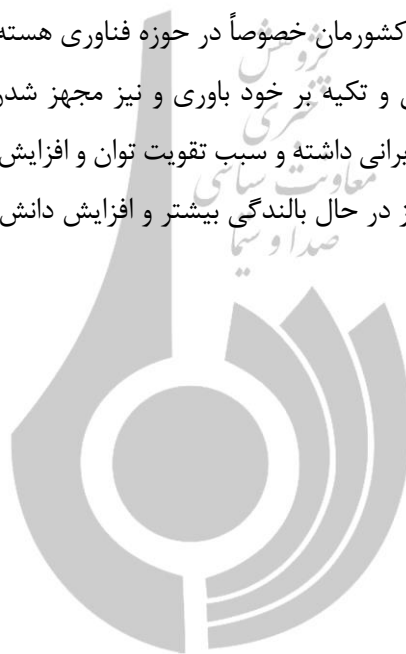
۳. داروهای رادیواکتیو تحریم هستند، خبرگزاری ایسنا، ۹۷/۸/۲۲

ماندگاری محصولات کشاورزی را با استفاده از پرتودهی افزایش دهد که این امر زمینه توسعه صادرات محصولات کشاورزی را فراهم می‌کند.¹

کلام آخر

استفاده از فناوری‌های نوین خصوصاً در حوزه هسته‌ای، یکی از نیازهای بشر بوده است و جمهوری اسلامی ایران نیز همپای چند کشور محدود فعال در این فناوری، با سرمایه‌گذاری وسیع در حوزه‌های صلح‌آمیز هسته‌ای از جمله تولید رادیو داروها و نیز انرژی، کوشیده است به این نیازها پاسخ دهد و مطابق با سند توسعه کشور و چشم‌انداز ۲۰ ساله، جزو کشورهای برتر این فناوری قرار گیرد. بعد از خروج آمریکا از برجام تمامی تحریم‌های یک‌جانبه آمریکا علیه ایران که در چارچوب برجام معلق شده بود بازگشت. علاوه بر آن، متأسفانه آمریکا در حوزه تولید رادیو داروها و ایمنی هسته‌ای تحریم‌هایی را علیه ایران اضافه کرد. این در حالی است که این بخش‌ها مرتبط با ابعاد انسانی و بشری است و هیچ‌گاه نباید طبق قوانین بین‌المللی مورد تحریم کشورها قرار گیرد.

بدون شک تحریم‌های شکل گرفته بر ضد کشورمان خصوصاً در حوزه فناوری هسته‌ای، مشکلاتی را در راه تولید رادیو داروها ایجاد کرده، اما با همت متخصصان داخلی و تکیه بر خود باوری و نیز مجهز شدن به علوم جدید، تحریم‌ها در این بخش کمترین تاثیر منفی را بر عملکرد محققان ایرانی داشته و سبب تقویت توان و افزایش دانش و کارایی آنها شده است. به گونه‌ای که می‌توان مدعی شد در این مسیر هر روز در حال بالندگی بیشتر و افزایش دانش در میان متخصصان خود هستیم که این روند توقف‌پذیر نخواهد بود.



¹. از توسعه فناوری هسته‌ای تا شکوفایی در تحریم، ایسنا، ۹۹/۱/۱۹