مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان/دوره هفدهم/بهار ۱۳۹۱/ ۸۳-۷۲

برآورد هزینه های انجام MRI ۳ تسلا در مقایسه با MRI ۱/۵ تسلا در ایران

علی اکبری ساری[۱]، سحرناز نجات[۲]، لیلا قالیچی[۳]، محمدرضا مبینی زاده[۴]، رقیه خبیری[۵]

۱- استادیار گروه مدیریت و اقتصاد سلامت، مرکز تحقیقات بهره برداری از دانش سلامت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول) تلفن:۸۸۹۸۹۱۲۸-۰۲۱ akbarisari@tums.ac.ir

۲-دانشیار گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات بهره برداری از دانش سلامت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۳- دستیار اپیدمیولوژی، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۴-کارشناس ارشد اقتصاد سلامت، اداره ارزیابی فناوری های سلامت، معاونت درمان وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی، تهران، ایران

۵- دانشجوی دکترای تخصصی مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: هدف این مطالعه محاسبه هزینه های استفاده از MRI، ۳ تسلا در ایران در مقایسه با روش MRI، ۱/۵ تسلا و ارائه مشاوره به سیاستگذاران نظام سلامت و مدیران بیمارستان ها در خصوص استفاده و تعرفه این فناوری در ایران می باشد.

روش بررسی: این پژوهش یک ارزیابی اقتصادی می باشد که با استفاده از مرور مقالات و مدل سازی اقتصادی انجام شده است. برای تخمین هزینه‌های دستگاه از مطالعات یافت شده در جستجوی اینترنتی استفاده گردید و با شرکت های اصلی عرضه کننده فناوری و نماینده آنها در ایران و همچنین سازمان ها و بیمارستان هایی که از این فناوری یا از MRI، ۱/۵ تسلا استفاده می نمایند تماس حاصل شد و اطلاعات مورد نیاز از طریق آنها جمع آوری گردید. برای انجام محاسبات، هزینه‌ها به سه دسته سرمایه‌ای (هزینه استهلاک ساختمان و تجهیزات)، هزینه کارکنان و سایر هزینه‌ها (شامل هزینه مواد مصرفی، هزینه‌های جاری، تعمیر و نگهداری) تقسیم و محاسبه شدند.

یافته ها: با فرض انجام تعداد ۱۵۰۰ آزمایش در سال (۵ آزمایش در روز) هزینه هر آزمایش MRI، ۳ تسلا حدود ۴/۵۰۰/۰۰۰ ریال و هزینه هر آزمایش ۱/۵ تسلا ۳/۵۰۰/۰۰۰ برآورد شد. با فرض انجام ۳۰۰۰ آزمایش در سال هزینه هر آزمایش ۳ تسلا معادل ۲/۴۰۰/۰۰۰ریال (۱/۹۰۰/۰۰۰ریال برای ۱/۵ تسلا) می باشد، با فرض ۶۰۰۰ آزمایش در سال این هزینه ۱/۳۵۰/۰۰۰ریال (۱/۰۵۰/۰۰۰ ریال برای ۱/۵ تسلا) و با فرض ۱۲۰۰۰ آزمایش در سال این هزینه حدود ۷۱۰/۰۰۰ (۵۶۰/۰۰۰ ریال برای ۱/۵ تسلا) ریال برآورد می گردد. در صورتیکه تعداد آزمایش ۲۴۰۰۰ عدد در سال فرض شود این هزینه ۳۷۳/۰۰۰ ریال (۳۰۰/۰۰۰ریال برای ۱/۵ تسلا) می شود .

نتیجه گیری: هزینه هر آزمایش با دستگاه MRI، ۳ تسلا در ایران، اگر تعداد آزمایش بین ۱۵۰۰ تا ۲۴۰۰۰ در یک سال فرض شود بین ۳۷۳/۰۰۰ ریال تا ۴/۵۰۰/۰۰۰ ریال متغیر خواهد بود. پیشنهاد می شود مجوز این فناوری به مراکزی داده شود که بیمار کافی تحت پوشش آن وجود دارد تا صرفه اقتصادی داشته باشد در غیر این صورت ممکن است باعث خدمات غیرضروری شود.

واژگان کلیدی: MRI ، ۳ تسلا ، تصویربرداری، هزینه

وصول مقاله: ۹۰/۰۶/۱۳ اصلاحیه نهایی:۹۰/۱۱/۱۸ پذیرش مقاله: ۹۰/۱۲/۰۶

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

مقدمه

در سال های اخیر استفاده از فناوری های پزشکی در تشخیص و درمان بیماری ها رشد چشمگیر و پرشتابی داشته است. استفاده مناسب از این فناوری ها می تواند به تشخیص و درمان بیماری ها کمک موثری نماید(۱). از طرفی با توجه به قیمت بالای این فناوری‌ها و محدود بودن منابع، خرید و استفاده از آنها باعث به وجود آمدن مشکلات بسیاری از جمله افزایش بیش از حد هزینه‌های بهداشت و درمان شده است (۲). در بسیاری از موارد این فناوری ها نسبت به فناوری های پیشین برتری ندارند و شواهدی در مورد بهبود نتایج بیمار در استفاده از آنها وجود ندارد. بنابر این در اکثر این کشورها قبل از ورود فناوری با استفاده از روش نظام مند ارزیابی فناوری سلامت با دقت و حساسیت نسبت به مجوز ورود فناوری‌های جدید و نحوه استفاده از آنها بررسی و اقدام می‌شود تا در حد امکان از منابع موجود به صورت بهینه استفاده شود (۳). یکی از فناوری‌هایی که کاربرد گسترده در تشخیص و درمان بیماری‌ها در مراحل اولیه دارد تصویر برداری پزشکی است که از انجام فرآیندهای تهاجمی تشخیصی جلوگیری می نماید (۴). MRI یک فناوری تصویر برداری پزشکی است که اولین نسخه آن درسال ۱۹۷۸ به عرصه بالینی معرفی شد و از آن زمان تا کنون به طور مستمر به سیر تکاملی پر شتاب خود ادامه داده است. از جمله پیشرفت های مهم در چند سال اخیر عرضه MRI های با قدرت مغناطیسی بسیار بالا به بازار است. بزرگترین و مهمترین بخش در سیستم MRI قدرت میدان مغناطیسی می باشدکه با واحد تسلا اندازه گیری می شود (۵). امروزه MRI غالباً دارای قدرت میدانهای ۰/۲، ۱، ۱/۵، و ۳ تسلا می‌باشند و در برخی کشورها، سیستم‌های تا ۷ تسلا نیز برای بیماران مورد استفاده قرار گرفته است. اگرچه به نظر می رسد از چهار تسلا به بالا بیشتر جنبه و کاربردهای تحقیقاتی دارد (۶). برای اولین بار در سال ۱۹۹۱، اولین دستگاه MRI وارد ایران شد و از آن زمان تاکنون توزیع این فناوری رشد بسیار سریعی در کشور داشته است، بطوری که در فاصله ۱۹۹۳ تا سال ۲۰۰۳ میلادی تعداد این فناوری به ازای هر یک میلیون نفر از جمعیت کشور ۲۰ برابر شده است (۷). استفاده از فناوری های پیشرفته تصویربرداری نظیر MRI نیازمند منابع مالی، انسانی و سرمایه ای قابل توجهی می باشد که کشورهای با درآمد سرانه پایین یا متوسط در تامین این منابع با محدودیت های فراوانی روبرو می باشند (۷). بنابراین سیاستگذاران در این کشورها نیازمند استفاده از یک رویکرد نظام مند برای تخصیص بهینه این منابع محدود برای خرید این تجهیزات گران قیمت می باشند (۸). با وجود اینکه هم اکنون در کشور تعدادی MRI ۱/۵ تسلا وجود دارد ولی اخیرا تقاضا برای ورود MRI ۳ تسلا افزایش یافته است که با توجه به پیشرفته تر بودن فناوری آن نسبت به نسخه های قبلی، به نظر می رسد این فناوری از هزینه بالاتری نیز برخوردار باشد که موضوع اصلی این پژوهش می باشد.

روش بررسی

این مطالعه یک ارزیابی اقتصادی (economic evaluation) می باشد که اطلاعات مورد نیاز به روش استاندارد، با استفاده از مرور مقالات، مدل سازی اقتصادی و مصاحبه با مدیر شرکت وارد کننده و مدیر تنها مرکز درمانی که در زمان مطالعه دارای این فناوری بود انجام گردید.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

برای محاسبه و تخمین هزینه های این فناوری شامل؛ هزینه های ساختمان، تجهیزات، نیروی انسانی و مواد مصرفی جستجوی کاملی در بانک های اطلاعاتی پز شکی MEDLINE و Google scholar انجام شد. همچنین برای محاسبه و تخمین هزینه ها با نماینده شرکت اصلی عرضه کننده فناوری در ایران و مدیر بیمارستانی که در زمان مطالعه از فناوری استفاده می کرد تماس حاصل شد و اطلاعات مورد نیاز از طریق آنها جمع آوری گردید. برای انجام محاسبات، هزینه‌ها طبق جدول شماره یک به سه دسته سرمایه‌ای (شامل هزینه خرید یا اجاره ساختمان، هزینه تجهیزات و دستگاه‌ها)، هزینه کارکنان و سایر هزینه‌ها (شامل هزینه‌های مواد مصرفی، هزینه‌های جاری، تعمیر و نگهداری) تقسیم و محاسبه شده است. در این گزارش، هزینه سالیانه به کارگیری و نگهداری یک دستگاه MRI شامل هزینه های استهلاک دستگاه، تجهیزات و ساختمان، کارکنان و هزینه های جاری بر اساس قیمت های مرداد سال ۱۳۸۸ و نرخ تبدیل یورو به ریال در مرداد ۱۳۸۸ (هر یورو ۱۴۰۰۰ ریال) و با پیش فرض اینکه این دستگاه بین ۱۵۰۰ تا ۲۴۰۰۰ آزمایش در سال انجام دهد برآورد شده است. با توجه به اینکه این فناوری در صورت ورود ممکن است در شرایط و محیط های مختلف بکار گرفته شود، در این گزارش هزینه ها با استفاده از یک الگوی یکسان برای حالت های مختلف محاسبه و تخمین زده شده است.

روش محاسبه هزینه ها:

الف)هزینه ساختمان

هزینه ساختمان بر مبنای قیمت حدودی خرید یک محل مناسب برای این فناوری در یک منطقه مناسب تهران در مرداد ماه سال ۱۳۸۸ محاسبه شده است. برای این منظور از نقشه های بدست آمده از نمایندگی شرکت PHILIPS در ایران یعنی شرکت الکترو پزشک ابزار(EPA) استفاده گردید. فضای لازم برای یک مرکز MRI در حدود ۱۸۰ متر مربع ذکر شده است. در این مطالعه ضریب استهلاک ساختمان ۲/۷ و طول عمر ساختمان ۱۰ سال فرض شد.

ب) هزینه تجهیزات

این دستگاه توسط شرکت‌های متعددی شامل GE Health Care ، Philips ، Marconi ، Siemens و Varian & Bruker عرضه و با توجه به نوع شرکت و کشور تولید کننده قیمت وکیفیت متفاوتی دارند. در اینجا سعی شده است قیمت‌های متوسط ارائه شود که متناسب با قیمت غالب تجهیزات خریداری شده است. هر چند که حداقل و حداکثر قیمت‌های موجود در بازار هم ارائه شده است.

ج) هزینه نیروی انسانی

تعداد کارکنان مورد نیاز برای انجام MRI، ۳ تسلا عبارت است از : ۲ نفر پزشک مسئول، ۲ نفر کارشناس رادیولوژی، ۲ نفر صندوقدار، ۴ نفر مسئول پذیرش، ۲ نفر مدیر داخلی و ۲ نفر خدمه، ۱ نفر حسابدار، ۴ نفر تایپیست و ۲ نفر نگهبان.

د) هزینه مواد مصرفی

تعداد و نوع هزینه های مصرفی عبارتند از : فیلم برای ذخیره اطلاعات، آب و غذا برای کارکنان، لوازم الاتحریر، بازاریابی و آموزش کارکنان، هزینه های تامین برق دستگاه و مواد شوینده بکار رفته برای شستشوی واحد تصویربرداری.

و)تخمین تعداد بیماران

با فرض آنکه انجام اسکن با MRI، ۳ تسلا از زمان آماده شدن تا تمام شدن کار تصویر برداری برای هر بیمار حدود بیست‌وپنج دقیقه تا نیم ساعت زمان ببرد، به ازای هر هشت

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

ساعت کاری (یعنی یک شیفت کاری) حدود ۱۵ اسکن قابل انجام است. با فرض این که یک مرکز تصویربرداری روزانه ۳ شیفت کار کند و در سال ۳۰۰ روز فعالیت نماید و هر روز حدود ۴۰ آزمون انجام بدهد سالیانه حدود ۱۲۰۰۰ آزمون انجام می دهد و با فرض پنج بیمار در روز سالیانه ۱۵۰۰ اسکن انجام خواهد شد.

اطلاعات جمع آوری شده مربوط به هزینه ها وارد نرم افزار اکسل گردید و با استفاده از فرمول محاسبه استهلاک سالیانه موجود در این نرم افزار (VDB)[1] مورد تحلیل حساسیت در ۱۰ حالت مختلف قرار گرفت، این حالات با توجه به شرایط الگوی موجود اقتصادی استفاده از فناوری MRI در کشور ما مورد فرض قرار گرفته اند، این حالات عبارتند از، **حالت اول** به عنوان حالت اصلی، با فرض انجام هزینه های کامل در یک واحد کامل و مجهز شده MRI، ۳ تسلا در یک بیمارستان در یک منطقه نسبتا خوب تهران که در آن سالیانه ۱۰۰۰۰ آزمایش در سال انجام شود. **حالت دوم**، در مقایسه با حالت اول، ۳۰٪ از هزینه خرید یا اجاره ساختمان کسر گردید، ضریب استهلاک دستگاه و تجهیزات ۱/۵ در نظر گرفته شد (۱۰٪ از هزینه استهلاک سالیانه دستگاه و تجهیزات کسر شد) و سایر هزینه ها ثابت نگاه داشته شد. **حالت سوم**، در مقایسه با حالت دوم، ۱۰٪ دیگر از هزینه استهلاک سالیانه دستگاه و تجهیزات کسر شد و سایر هزینه ها ثابت نگاه داشته شد. **حالت چهارم**، در مقایسه با حالت سوم، ۱۰٪ از هزینه مواد مصرفی کسر شد. **حالت پنجم**، در مقایسه با حالت چهارم، ۱۰٪ از هزینه کارکنان کسر شد. **حالت ششم**، در مقایسه با حالت اول، هزینه خرید یا اجاره ساختمان صفر در نظر گرفته شد، ضریب استهلاک دستگاه و تجهیزات ۱/۵ در نظر گرفته شد (۱۰٪ از هزینه استهلاک سالیانه دستگاه و تجهیزات کسر شد) و سایر هزینه ها ثابت نگاه داشته شد. **حالت هفتم**، برای در نظر گرفتن کمینه قیمت دستگاه و تجهیزات ضریب استهلاک آن ۱/۵ در نظر گرفته شد و ۱۰٪ دیگر نیز از قیمت MRI کسر گردید (۲۰٪ کاهش هزینه تجهیزات نسبت به حالت اول)، قیمت خرید یا اجاره ساختمان صفر در نظر گرفته شد. **حالت هشتم**، در مقایسه با حالت ۷، ۱۰٪ نیز از هزینه مواد مصرفی کسر شد. **حالت نهم**، در مقایسه با حالت ۸، ۱۰٪ نیز از هزینه کارکنان کسر شد. **حالت دهم**، همان حالت اول است، فقط هزینه تزریق ماده حاجب به آن اضافه شده است (بدون احتساب هزینه ماده حاجب که معمولا مستقیما توسط بیمار پرداخت می شود).

[1] Variable Decline Balance

یافته ها

الف) انجام تحلیل حساسیت برای محاسبه هزینه های مختلف MRI، ۳ تسلا در ۱۰ حالت مختلف

در حالت اول، هزینه استهلاک سالیانه هر دستگاه ۳/۹۱۲/۱۳۸/۶۰۰ ریال، ساختمان۷۳۷/۱۰۰/۰۰۰ ریال، کارکنان ۲/۵۴۴/۰۰۰/۰۰۰ ریال، مواد مصرفی ۱/۳۲۶/۰۰۰/۰۰۰ ریال می باشند. در مجموع در حالت اول، هزینه سالیانه دستگاه ۸/۵۱۹/۲۳۸/۶۰۰ ریال برآورد می شود که در این صورت هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه به طور متوسط برابر است با۸۵۱/۹۲۴ ریال (جدول شماره ۱). اگر در همین حالت ضریب استهلاک دستگاه بجای ۱/۷ معادل ۱/۵ در نظر گرفته شود حدود ۱۰٪ از استهلاک سالیانه دستگاه کسر می شود و در نتیجه هزینه هر آزمایش با این دستگاه به طور متوسط ۸۱۰/۰۰۰ ریال برآورد می شود. در حالت دوم، هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه برابر است با ۷۹۱/۳۴۷ ریال. در حالت سوم ، هزینه یک مورد

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

آزمایش با این دستگاه برابر است با ۷۵۶/۰۷۲ ریال. در حالت چهارم، هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه برابر است با ۷۴۲/۸۱۲ ریال. در حالت پنجم ، هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه برابر است با ۷۱۷/۳۷۲ ریال. در حالت ششم، هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه برابر است با ۷۳۹/۷۵۰ ریال. در حالت هفتم ، هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه برابر است با ۷۰۴/۴۷۵ ریال. در حالت هشتم، هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه برابر است با ۶۹۱/۲۱۵ ریال. در حالت نهم، هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه برابر است با ۶۶۵/۷۷۵ ریال. در حالت دهم، هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه برابر است با ۹۵۱/۹۲۴ ریال. همانطور که قابل مشاهده است در ۱۰ حالت محاسبه شده هزینه متوسط هر آزمایش ممکن است بین حدود ۶۵۰/۰۰۰ ریال تا ۹۵۰/۰۰۰ ریال متغیر باشد (جدول شماره۲).

جدول شماره ۱ : حالت اول به عنوان حالت اصلی، با فرض انجام هزینه های کامل برای MRI۳ تسلا

هزینه های سرمایه ای	کل هزینه ها (ریال)	تعداد سال استفاده	نرخ استهلاک	هزینه/سال (ریال)	آزمایش/ سال	هزینه/ MRI
هزینه های مرتبط با تجهیزات MRI	۲۷/۷۲۶/۰۰۰/۰۰۰	۱۰	۱/۷	۳/۹۱۲/۱۳۸/۶۰۰	۱۰۰۰۰	۳۹۱/۲۱۴
هزینه ساختمان (تهران)	۹/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰	۳۰	۲/۷	۷۳۷/۱۰۰/۰۰۰	۱۰۰۰۰	۷۳/۷۱۰
هزینه کل نگهداری	----	---	----	۱/۳۲۶/۰۰۰/۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۳۲/۶۰۰
هزینه کل کارکنان	---			۲/۵۴۴/۰۰۰/۰۰۰	۱۰۰۰۰	۲۵۴/۴۰۰
مجموع هزینه ها	---			۸/۵۱۹/۲۴۰/۰۰۰	۱۰۰۰۰	۸۵۱/۹۲۴

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

جدول ۲:جدول میزان هزینه به ازای هر آزمایش را در تمام حالت ها برای MRI ۳ تسلا

شماره حالت	هزینه ساختمان	هزینه استهلاک دستگاه	هزینه مواد مصرفی	هزینه کارکنان	هزینه به ازای هر آزمایش(ریال)
حالت ۱	کامل(جدول۱)	کامل(جدول۱)	کامل(جدول۱)	کامل(جدول)۱	۸۵۱/۹۲۴
حالت ۲	کاهش ۳۰٪	کاهش ۱۰٪	کامل	کامل	۷۹۱/۳۴۷
حالت ۳	کاهش ۳۰٪	کاهش ۲۰٪	کامل	کامل	۷۵۶/۰۷۲
حالت ۴	کاهش ۳۰٪	کاهش ۲۰٪	کاهش ۱۰٪	کامل	۷۴۲/۸۱۲
حالت ۵	کاهش ۳۰٪	کاهش ۲۰٪	کاهش ۱۰٪	کاهش ۱۰٪	۷۱۷/۳۷۲
حالت ۶	صفر	کاهش ۱۰٪	کامل	کامل	۷۳۹/۷۵۰
حالت ۷	صفر	کاهش ۲۰٪	کامل	کامل	۷۰۴/۴۷۵
حالت ۸	صفر	کاهش ۲۰٪	کاهش ۱۰٪	کامل	۶۹۱/۲۱۵
حالت ۹	صفر	کاهش ۲۰٪	کاهش ۱۰٪	کاهش ۱۰٪	۶۶۵/۷۷۵
حالت ۱۰	کامل	کامل	کامل	کامل+ تزریق ماده حاجب	۹۵۱/۹۲۴

هزینه ها در مقایسه با هزینه کامل (هزینه حالت یک) در همان ستون می باشد

ب) انجام تحلیل حساسیت برای محاسبه هزینه های مختلف MRI ۱/۵ تسلا در ۱۰ حالت مختلف

در حالت اول، هزینه استهلاک سالیانه هر دستگاه ۲/۳۵۹/۱۹۲/۰۰۰ ریال، ساختمان ۶۱۴/۲۵۰/۰۰۰ ریال، کارکنان ۱/۶۸۶/۰۰۰/۰۰۰ ریال، مواد مصرفی ۲/۵۴۴/۰۰۰/۰۰۰ ریال می باشند. در مجموع در حالت اول، هزینه سالیانه دستگاه ۷/۲۰۳/۴۴۲/۰۰۰ ریال برآورد می- شود. که در این صورت هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه به طور متوسط برابر است با ۷۲۰/۳۴۴ ریال (جدول شماره ۳). اگر در همین حالت ضریب استهلاک دستگاه بجای ۱/۷ معادل ۱/۵ در نظر گرفته شود حدود ۱۰٪ از استهلاک سالیانه دستگاه کسر می شود و در نتیجه هزینه هر آزمایش با این دستگاه به طور متوسط ۶۹۷/۶۰۵ ریال برآورد می شود. در حالت دوم، هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه برابر است با ۶۷۹/۱۷۸ ریال.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

در حالت سوم، هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه برابر است با ۶۵۷/۸۶۰ ریال . در حالت چهارم، هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه برابر است با ۶۴۱/۰۰۰ ریال. در حالت پنجم، هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه برابر است با ۶۱۵/۵۶۰ ریال. در حالت ششم، هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه برابر است با ۶۳۶/۱۸۰ ریال. در حالت هفتم، هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه برابر است با ۵۹۳/۵۴۴ ریال. در حالت هشتم، هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه برابر است با ۵۷۶/۶۸۴ ریال. در حالت نهم، هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه برابر است با ۵۵۱/۲۴۴ ریال. در حالت دهم، هزینه یک مورد آزمایش با این دستگاه برابر است با ۸۲۰/۳۴۴ ریال. همانطور که قابل مشاهده است در ۱۰ حالت محاسبه شده هزینه متوسط هر آزمایش ممکن است بین حدود ۵۵۰/۰۰۰ ریال تا ۸۲۰/۰۰۰ ریال متغیر باشد (جدول شماره ۴).

جدول شماره ۳: حالت اول به عنوان حالت اصلی، با فرض انجام هزینه های کامل برای MRI ۱/۵ تسلا

هزینه های سرمایه ای	کل هزینه ها (ریال)	تعداد سال استفاده	نرخ استهلاک	هزینه/سال (ریال)	آزمایش/ سال	هزینه/ MRI
هزینه های مرتبط با تجهیزات MRI	/۷۲۰/۰۰۰/۰۰۰ ۱۶	۱۰	۱/۷	۲/۳۵۹/۱۹۲/۰۰۰	۱۰۰۰۰	/۹۱۹ ۲۳۵
هزینه ساختمان (تهران)	۷/۵۰۰/۰۰۰/۰۰۰	۳۰	۲/۷	۶۱۴/۲۵۰/۰۰۰	۱۰۰۰۰	۶۱/۴۲۵
هزینه کل نگهداری	----	---	----	۱/۶۸۶/۰۰۰/۰۰۰	۱۰۰۰۰	/۶۰۰ ۱۶۸
هزینه کل کارکنان	---			۲/۵۴۴/۰۰۰/۰۰۰	۱۰۰۰۰	/۴۰۰ ۲۵۴
مجموع هزینه ها	---			۷/۲۰۳/۴۴۲/۰۰۰	۱۰۰۰۰	/۳۴۴ ۷۲۰

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

جدول شماره ۴:جدول میزان هزینه به ازای هر آزمایش را در تمام حالت ها برای MRI ۱/۵ تسلا

شماره حالت	هزینه ساختمان	هزینه استهلاک دستگاه	هزینه مواد مصرفی	هزینه کارکنان	هزینه به ازای هر آزمایش(ریال)
حالت ۱	کامل(جدول۱)	کامل(جدول۱)	کامل(جدول۱)	کامل(جدول۱)	۷۲۰/۳۴۴
حالت ۲	کاهش ۳۰٪	کاهش ۱۰٪	کامل	کامل	۶۷۹/۱۷۸
حالت ۳	کاهش ۳۰٪	کاهش ۲۰٪	کامل	کامل	۶۵۷/۸۶۰
حالت ۴	کاهش ۳۰٪	کاهش ۲۰٪	کاهش ۱۰٪	کامل	۶۴۱/۰۰۰
حالت ۵	کاهش ۳۰٪	کاهش ۲۰٪	کاهش ۱۰٪	کاهش ۱۰٪	۶۱۵/۵۶۰
حالت ۶	صفر	کاهش ۱۰٪	کامل	کامل	۶۳۶/۱۸۰
حالت ۷	صفر	کاهش ۲۰٪	کامل	کامل	۵۹۳/۵۴۴
حالت ۸	صفر	کاهش ۲۰٪	کاهش ۱۰٪	کامل	۵۷۶/۶۸۴
حالت ۹	صفر	کاهش ۲۰٪	کاهش ۱۰٪	کاهش ۱۰٪	۵۵۱/۲۴۴
حالت ۱۰	کامل	کامل	کامل	کامل+ تزریق ماده حاجب	۸۲۰/۳۴۴

هزینه ها در مقایسه با هزینه کامل (هزینه حالت یک) در همان ستون می باشد

ج) انجام تحلیل حساسیت برای محاسبه هزینه های مختلف MRI ۱/۵ تسلا و MRI ۳ تسلا با انجام تعداد تست های مختلف در سال

به علت شرایط کاری و محیطی مختلف و همچنین تعداد شیفت های متنوع کارکنان در مراکز استفاده از این فناوری، پژوهشگران بر آن شدند تا با استفاده از تعداد تست های مختلف فرضی انجام گرفته با این فناوری در سال، به انجام یک تحلیل حساسیت دست بزنند که نتایج زیر را در بر داشت: هزینه هر آزمایش با دستگاه MRI، ۳ تسلا و MRI ۱/۵ تسلا با تعداد ۲۴۰۰۰ عدد در سال به ترتیب برابر خواهد بود با، ۳۷۳/۰۸۴ و ۳۰۰/۱۴۳ ریال. هزینه هر آزمایش با دستگاه MRI ۳ تسلا و MRI ۱/۵ تسلا با تعداد ۱۲۰۰۰ عدد در سال به ترتیب برابر خواهد بود با، ۷۱۰/۹۱۸ و ۵۶۵/۰۳۷ ریال. هزینه هر آزمایش با دستگاه MRI ۳ تسلا و MRI ۱/۵ تسلا با تعداد ۶۰۰۰ عدد در سال به ترتیب برابر خواهد بود با، ۱/۳۵۱/۳۳۷ و ۱/۰۵۹/۵۷۴ ریال. هزینه هر آزمایش با دستگاه MRI ۳ تسلا و MRI ۱/۵ تسلا با تعداد ۳۰۰۰ عدد در سال به ترتیب برابر خواهد بود با، ۲/۴۰۴/۲۰۶ و ۱/۸۷۹/۰۳۳ ریال. هزینه هر آزمایش با دستگاه MRI ۳ تسلا و MRI ۱/۵ تسلا با تعداد ۱۵۰۰ عدد در سال به ترتیب برابر خواهد بود با، ۴/۵۲۶/۴۱۳ و ۳/۴۷۶/۰۶۵ ریال (جدول شماره ۵).

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

جدول شماره ۵: هزینه های MRI ۱/۵ تسلا و MRI۳ تسلا بر مبنای ۲۴۰۰۰ تا ۱۵۰۰ آزمایش در سال

MRI۳ تسلا	MRI ۱/۵ تسلا	هزینه های کارکنان و هزینه های نگهداری	هزینه های سرمایه ای	آزمایش/سال	هزینه های MRI
۳۷۳/۰۸۴	۳۰۰/۱۴۳	کامل	کامل	(۲۴۰۰۰ آزمایش/سال)	هزینه/آزمایش
۷۱۰/۹۱۸	۵۶۵/۰۳۷	۹۰٪ کامل	کامل	(۱۲۰۰۰ آزمایش/سال)	هزینه/آزمایش
۱/۳۵۱/۳۳۷	۱/۰۵۹/۵۷۴	۸۰٪ کامل	کامل	(۶۰۰۰ آزمایش/سال)	هزینه/آزمایش
۲/۴۰۴/۲۰۶	۱/۸۷۹/۰۳۳	۷۰٪ کامل	۹۰٪ کامل	(۳۰۰۰ آزمایش/سال)	هزینه/آزمایش
۴/۵۲۶/۴۱۳	۳/۴۷۶/۰۶۵	۶۰٪ کامل	۹۰٪ کامل	(۱۵۰۰ آزمایش/سال)	هزینه/آزمایش

بحث

هزینه هر آزمایش با دستگاه MRI ۳ تسلا در ایران به طور مستقیم به تعداد آزمایشگاهی بستگی دارد که در سال با آن دستگاه انجام می شود و اگر تعداد آزمایشات بین ۱۵۰۰ تا ۲۴۰۰۰ در یک سال فرض شود هزینه انجام هر آزمایش با این فناوری بین ۳۷۳/۰۰۰ ریال تا ۴/۵۲۷/۰۰۰ ریال متغیر خواهد بود. این عدد در شرایط مساوی برای انجام یک آزمایش با فناوری MRI ۱/۵ تسلا بین ۳۰۰/۰۰۰ ریال تا ۳/۴۷۷/۰۰۰ ریال می باشد. تعرفه موجود بخش دولتی (سال ۱۳۸۸) استفاده از MRI برای هر قسمت از بدن حدود ۸۵۰/۰۰۰ ریال است که مقدار کمی از تعرفه سی تی اسکن بالاتر است. این در حالی است که هزینه هربار آزمایش با فناوری ۳ تسلا در ایالات متحده حدود ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ دلار می باشد.

این فناوری کاربرد های مختلف دارد که مهمترین های آنها عبارتند از تشخیص بیماری های قلبی عروقی، اختلالات مغز و دستگاه عصبی مرکزی، بیماری های احشای شکمی و اختلالات مفاصل (۵). این فناوری در قلب بیشتر برای شناسایی بیماری های بافت سفت (مثل ضایعات مادرزادی) استفاده می شود (۹). این فناوری در تشخیص تنگی عروق کرونر هم کاربرد دارد که البته برتری چندانی بر سی‌تی‌اسکن ندارد، بسته به نوع استفاده، زمان انجام آزمایش تغییر نموده و در نتیجه تعداد انجام آزمایشات در روز نیز متفاوت می گردد. مثلا اگر از این فناوری برای تشخیص تنگی عروق کرونر استفاده شود ممکن است انجام هر آزمایش حدود ۳۰ تا ۴۵ دقیقه طول بکشد و در یک روز (دو شیفت کاری) حداکثر ۲۰ آزمایش انجام شود که در این صورت هزینه هر آزمایش ۱/۳۵۰/۰۰۰ ریال برآورد می شود و این موضوع لازم است در تعیین تعرفه آزمایشات مورد توجه قرار گیرد. مثلا اگر انجام یک آزمایش از مهره های گردن یا کمر حدود ۱۰ دقیقه طول بکشد تعرفه آن نیز بایستی به همین نسبت کاهش یابد. با توجه به آنکه به نظر می رسد در طول سال‌های گذشته تعرفه سی تی اسکن به تدریج افزایش یافته است اما این افزایش تعرفه در مورد MRI کمتر بوده است به همین سبب به تدریج تعرفه MRI به سی تی اسکن نزدیک شده است که ممکن است در مواقعی که انجام یک سی تی اسکن معمولی کافی می

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

باشد باعث استفاده غیر منطقی و غیر ضروری فناوری MRI گردد. بایستی این موضوع را مدنظر قرار داد که مزیت ۳ تسلا به ۱/۵ تسلا اندک است ولی با این حال مهمترین مزیت آن وجود (signal to noise ratio) SNR بالاتر است که منجر به افزایش رزولوشن تصویر در زمان ثابت و یا کاهش زمان تصویربرداری برای رزولوشن ثابت می‌گردد. اهمیت این موضوع در تصویربرداری از بیماران بدحال، تصویربرداری‌هایی که نیازمند زمان طولانی باشند و یا در مواردی که تصویربرداری عملکردی، متابولیک و ساختاری مورد نظر است و همچنین در ارزیابی روش‌های نوین ملموس تر می‌شود (۱۰). با بهره‌گیری از این فناوری، اسکن‌های بیشتر و باریک‌تری در زمان ثابت قابل دستیابی می باشد (۱۱). از نظر عوارض جانبی نیز، تحریکات حسی (شامل؛ دیدن تلالوهایی از نور توسط بیمار، سرگیجه، سردرد، وجود طعم فلزی در دهان، تغییرات در میزان درد و همچنین تاثیرات ادراکی) در دو گروه ۳ و ۱/۵ تسلا در مقایسه با گروه ۰/۶ تسلا بیشتر می باشد (۱۲). همچنین عوارض بهره‌گیری از فیلدهای پرقدرت (۳ تسلا و بالاتر) گذشته از مسایل فنی و مهندسی، انبارش انرژی در بافت‌ها و افزایش احتمال مشاهده آرتیفکت است (۱۳). در صورت وجود اجزای بیومدیکال فلزی، با افزایش قدرت فیلد، قطر آرتیفکت ایجاد شده افزایش می‌یابد. هرچند که در صورت استفاده از اجزای سرامیکی، این مشکل به حداقل می‌رسد و تغییری در بین فیلدهای مختلف مغناطیسی ایجاد نمی گردد (۱۴). در مجموع MRI ۳ تسلا ممکن است علاوه بر آن که توانایی های دستگاه های MRI۱/۵ تسلا را داشته باشد قادر به تشخیص مواردی باشد که با دستگاه های قدیمی تر قابل تشخیص نیست که از این جهت به نظر می رسد بهرگیری از MRI با قدرت‌های بالاتر میدان مغناطیسی، ارزش تشخیصی بالاتری ایجاد خواهد کرد (۱۱). همچنین کیفیت تصاویر ۳ تسلا در اغلب سطوح تصویر نسبت به ۱/۵ تسلا برتری دارد (۱۵). البته هزینه انجام هر آزمایش با MRI ۳ تسلا نسبت به MRI ۱/۵ تسلا هم حدودا ۲۰٪ بیشتر است. بنابراین در مواردی که استفاده از ۱/۵ تسلا کافی است ضرورتی ندارد از ۳ تسلا استفاده شود و از طرفی در مراکزی که فناوری ۱/۵ تسلا راه اندازی شده است نیازی به جایگزینی آن با ۳ تسلا نیست. در مراکز نسبتا بزرگ که به اندازه کافی بیمار دارند و بخشی از بیماران نیز نیاز به انجام آزمایش با فناوری ۳ تسلا دارند پیشنهاد می شود در صورت تصمیم به خرید فناوری MRI از نسخه ۳ تسلا استفاده نمایند که با کمی افزایش هزینه مزایای اندکی نیز به همراه دارد. یافته های بالا نشان می دهد هزینه هر آزمایش بر اساس تعداد آزمایشاتی که در سال انجام می شود به میزان زیادی تغییر می کند، بر این اساس به نظر می‌رسد مجوز این فناوری برای مراکزی صادر شود که در آنجا به تعداد کافی بیمار وجود داشته باشد، در غیر این صورت باعث افزایش هزینه تمام شده می شود یا اینکه ممکن است موسسات ارائه دهنده خدمت را به سمت ارائه خدمات غیر ضروری سوق دهد. همچنین لازم است از ورود بدون کنترل با تعداد نامحدود این فناوری جلوگیری شود تا باعث انجام خدمات غیر ضروری نگردد.

نتیجه گیری نهایی

هزینه هر آزمایش با دستگاه MRI ۳ تسلا در ایران، اگر تعداد آزمایش بین ۱۵۰۰ تا ۲۴۰۰۰ در یک سال فرض شود

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

بین ۳۷۳/۰۰۰ ریال تا ۴/۵۰۰/۰۰۰ ریال متغیر خواهد بود. پیشنهاد می شود مجوز این فناوری به مراکزی داده شود که خدمات غیر ضروری یا ارائه خدمات با هزینه های غیر منطقی شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی تحت عنوان ارزیابی فناوری MRI ۳ تسلا مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بیمار کافی تحت پوشش آن وجود دارد تا صرفه اقتصادی داشته باشد در غیر این صورت ممکن است باعث ارائ بهداشتی درمانی تهران در سال ۱۳۸۸ به کد ۸۸-۰۱-۷۴-۸۵۹۱ می باشد که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران و معاونت درمان وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی انجام شده است.

References

1. Bridges J,Jones C. Patient-based health technology assessment: A vision of the future. International Journal of Technology Assessment in Health Care 2007;23:30–35.
2. Garber A. Can technology assessment control health spending? Health Affairs 1994;13:115-126.
3. Mokhtari Payam M, Akbarisari A, Aye M, Mobinizadeh M, Manavi S. Safety and diagnostic performance of dual-source CT scan in comparison with single source CT and conventional angiography in coronary heart diseases. Hospital Journal 2010;9: 25-33.
4. World Health Organization [cited Sep 2011]. Diagnostic imaging. Available at: URL:http://www.who.int/diagnostic_imaging/en/ Sep 2011
5. Nedjat S, Akbarisari A, Mobinizadeh M, Khabiri R, Ghalichi L. The effect of MRI 3 Tesla in diagnosis and treatment of neurological and heart diseases: Systematic Review. Journal of Isfahan Medical School, August 2011;29 (142, 2nd week):733-744.
6. Clarke G, Rahal A, Morin R. Magnetic resonance imaging at 3 Tesla: time to begin again. Journal of the American College of Radiology 2004;1:524-6.
7. Palesh M, Fredrikson S, Jamshidi H, Tomson G,Petzold M. How is magnetic resonance imaging used in Iran? Int J Technol Assess Health Care 2008;24:452-8.
8. Palesh M, Tishelman C, Fredrikson S, Jamshidi H, Tomson G,Emami A. We noticed that suddenly the country has become full of MRI. Policy makers' views on diffusion and use of health technologies in Iran. Health Res Policy Syst 2010;6:9.
9. Ligabue G, Fiocchi F, Ferraresi S, Barbieri A,Rossi R, Modena M.G and et al. 3-Tesla MRI for the evaluation of myocardial viability: a comparative study with 1.5-Tesla MRI. Radiologia Medica 2008;113:347-62.
10. Tieleman A,Vandemaele P,Seurinck R, Deblaere K,Achten E. Comparison between functional magnetic resonance imaging at 1.5 and 3 Tesla. Investigative Radiology 2007;42:130-8.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

11. Bachmann R, Reilmann R, Schwindt W, Kugel H, Heindel W, Kramer S. Flair imaging for multiple sclerosis: a comparative MR study at 1.5 and 3.0 Tesla. European Radiology 2006;16:915-21.
12. Weintraub M, Khoury A,Cole S. Biologic effects of 3 Tesla (T) MR imaging comparing traditional 1.5 T and 0.6 T in 1023 consecutive outpatients. Journal of Neuroimaging 2007;17:241-5.
13. Briellmann R, Pell G, Wellard R, Mitchell L, Abbott D, Jackson G. MR imaging of epilepsy: state of art at 1.5 T and potential of 3 T. Epileptic Disorders 2003;5:3-20.
14. Matsuura H,Inoue T, Konno H, Sasaki M. Quantitative analysis of magnetic resonance imaging susceptibility artifacts caused by neurosurgical biomaterials: comparison of 0.5, 1.5 and 3 Tesla magnetic fields. Neurologia Medico-Chirurgica 2005;45:395-8.
15. Wieners G, Detert J, Streitparth F, Pech M, Fischbach F, Burmester G dan et al .High-resolution MRI of the wrist and finger joints in patients with rheumatoid arthritis: comparison of 1.5 Tesla and 3.0 Tesla. European Radiology 2007;17:2176-82.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]