

## پیشنهاد یک راه عملی و ساده برای مشاوره رادیولوژی از راه دور

اعظم عسکری کرمانی<sup>۱</sup>، مهدیه خدایی جلال آبادی<sup>۲\*</sup>، احمد انحصاری<sup>۳</sup>، کامبیز بهالدین بیگی<sup>۳</sup>

### خلاصه

مقدمه: رادیولوژی از راه دور به منظور جلوگیری از انتقال غیرضروری بیماران به مراکز درمانی نیازمند تصاویری با فرمت دیجیتال است. از آنجا که هنوز در بسیاری از نقاط ایران و بسیاری از کشورهای در حال توسعه، تصویربرداری به صورت سنتی و با دستگاه‌های غیردیجیتال انجام می‌گیرد، به کارگیری روش‌های تهیه‌ی تصویر دیجیتال از کلیشه‌های رادیوگرافی می‌تواند راه‌گشا باشد. در حال حاضر روشی که برای دیجیتال کردن تصویر کلیشه‌های رادیوگرافی مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از اسکنرها می‌باشد. اما از آنجایی که دوربین‌های دیجیتال نسبت به اسکنرها در دسترس‌تر و بسیار ارزان‌تر هستند، در صورت اثبات قابل اعتماد بودن نتایج آنها، می‌توانند گزینه مناسب‌تری برای این منظور باشند.

روش: در این پژوهش ابتدا تعداد ۹۱ عکس رادیولوژی به صورت تصادفی جمع‌آوری شد. این عکس‌ها به یک متخصص رادیولوژی داده شده و از وی خواسته شد تا برای هر عکس تشخیص بگذارد. سپس با استفاده از یک دوربین دیجیتال، از هر کلیشه تصویری دیجیتال تهیه گردید. پس از گذشت ۴۰ روز، تصاویر تهیه شده توسط دوربین دیجیتال به همان متخصص نشان داده شد و از ایشان تقاضا شد تا مجدداً برای هر یک تشخیص بگذارد. سپس نتایج با استفاده از ضریب توافق کاپا مقایسه شدند.

یافته‌ها: ضریب توافق کاپای محاسبه شده معادل ۷۰۸ درصد بود که بیان‌گر توافق تشخیصی خوب میان کلیشه‌های رادیوگرافی و تصاویر دیجیتال است.

نتیجه‌گیری: این تحقیق پیشنهاد می‌کند که در شرایط نیاز به مشاوره با یک متخصص می‌توان از کلیشه‌ی رادیولوژی توسط دوربین دیجیتال معمولی یک عکس دیجیتال تهیه کرد و سپس با استفاده از خطوط اینترنت آن را برای یک متخصص رادیولوژی ارسال نمود. این روش را می‌توان ساده‌ترین و ارزان‌ترین راهکار برای مشاوره با یک پزشک متخصص رادیولوژی ساکن در یک منطقه دورتر به حساب آورد.

واژه‌های کلیدی: پزشکی از راه دور، رادیولوژی از راه دور، مشاوره رادیولوژی از راه دور

۱- دانشجوی مقطع کارشناسی رادیولوژی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان ۲- استادیار رادیولوژی تشخیصی، مرکز تحقیقات فیزیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

۳- استادیار، مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی، پژوهشکده آینده‌پژوهی در سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

\* نویسنده مسؤل، آدرس پست الکترونیک: mahdiehkodaie@yahoo.com

دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۲/۱۷ دریافت مقاله اصلاح شده: ۱۳۹۱/۵/۷ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۷/۵

## مقدمه

استان کرمان با مساحتی حدود ۱۱٪ مساحت کل کشور، پهناورترین استان ایران است که از حدود ۲۰ شهرستان و ۱۴۳ دهستان تشکیل شده است (۸). تعداد زیادی از این مناطق جزو مناطق محروم بوده به گونه‌ای که در مواردی تنها راه دسترسی به برخی از امکانات درمانی، ارجاع بیماران به مراکز بیمارستانی مرکز استان می‌باشد که از میان این خدمات بخشی در ارتباط با تفسیر کلیشه‌های رادیوگرافی می‌باشد. به دلیل مساحت بالای استان و فاصله‌ی زیاد برخی از نقاط دورافتاده تا مرکز استان، مشکلاتی در زمینه‌ی ارجاع بیماران ایجاد می‌شود. از سوی دیگر در بعضی موارد پس از اعزام بیماران به مرکز، مشخص می‌شود که به ارجاع آنها نیازی نبوده و چون متخصصی در آن ساعات خاص در مرکز مبدأ وجود نداشته، مجبور به اعزام بیمار شده‌اند.

راه حل این مشکل در بسیاری از نقاط کشور از جمله استان کرمان، استفاده از سیستم تله مدیسن ذخیره و ارسال برای انتقال تصاویر دیجیتال از کلیشه‌های رادیوگرافی به یک متخصص به منظور مشاوره و یا تفسیر می‌باشد که این امر حتی با اینترنت‌هایی با سرعت پایین آنگونه که در ایران وجود دارد، امکان‌پذیر است. از آنجا که در بسیاری از نقاط ایران هنوز تصویربرداری به صورت سنتی و با دستگاه‌های غیردیجیتال انجام می‌گیرد، تهیه‌ی تصویر دیجیتال از کلیشه‌های رادیوگرافی ضروری می‌باشد.

روش رایجی که بیشتر برای دیجیتال کردن تصاویر کلیشه‌های رادیوگرافی مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از اسکنرها می‌باشد و این در حالی است که در بسیاری از مناطق شهری، حتی امکان خرید یا دسترسی به یک اسکنر دیجیتال کننده وجود ندارد (۹).

روش پیشنهادی دیگر، استفاده از دوربین‌های دیجیتال و تلفن همراه است که نسبت به اسکنرها در دسترس‌تر و ارزان‌تر هستند. در صورت اثبات قابل اعتماد بودن نتایج، دوربین‌های دیجیتال می‌توانند روش مناسب‌تری برای این

پزشکی از راه دور، ذخیره و ارسال (store and forward Telemedicine) روش ساده‌ای است که در آن اطلاعات بیمار به همراه یک یا چند تصویر دیجیتال به صورت ضمیمه از طریق ایمیل به یک متخصص برای بررسی ارسال می‌شود.

این روش یک راه حل ارزان قیمت و راحت می‌باشد که در آن مشاوره‌ی از راه دور می‌تواند از طریق یک خط اینترنت dial up بدون تجهیزات خاصی انجام شود (۱،۲). به عنوان مثال در آفریقای جنوبی این روش به جای ارجاع بیمار از کلینیک‌های مناطق دورافتاده (۳،۴) و بین بخش‌های دانشگاه انجام می‌گیرد (۵).

رادیولوژی از راه دور (Teleradiology) که شایع‌ترین فرم این نوع تله مدیسن است، تقریباً ۱۵ برابر سایر انواع تله مدیسن‌های صوتی تصویری در آمریکا مورد استفاده قرار می‌گیرد و موارد استفاده‌ی مختلفی از جمله موارد زیر را داراست:

۱- عکس‌هایی که توسط تکنیسین رادیولوژی از بیمار گرفته می‌شوند، می‌توانند توسط این سیستم، به رایانه‌ی شخصی رادیولوژیست فرستاده شده و پاسخ دریافت گردد.

۲- پزشک عمومی که در مناطق دوردست طبابت می‌کند، می‌تواند پس از گرفتن کلیشه‌ی رادیوگرافی از بیمار، آنها را برای گزارش دقیق‌تر به رادیولوژیستی در مناطق دورتر ارسال کند.

۳- یک رادیولوژیست می‌تواند از این طریق با یک پزشک رادیولوژیست دیگر یا با یک فوق تخصص رادیولوژی که در مناطق دورتر حضور دارد، مشورت نماید.

۴- آرایه‌ی مشاوره‌های رادیولوژی به خارج از کشور امکان‌پذیر می‌شود (۶). پژوهش‌هایی که بین کشور اکوادور و ایالت ویرجینیای امریکا صورت گرفته (۷) و یا پژوهش‌هایی که در کشور هندوستان انجام شده (۶) مثال‌هایی از این موارد می‌باشند.

تصویر دیجیتال و ارسال آن از طریق شبکه‌ی اینترنت به نقطه‌ای دیگر برای مشاوره و تفسیر روشی کارا و قابل اعتماد می‌باشد یا خیر؟ و اینکه آیا کیفیت تصاویر در حدی است که بتوان از این روش در موارد کلینیکی استفاده نمود یا خیر؟

### روش بررسی

این پژوهش در تابستان سال ۱۳۹۰ در شهر کرمان انجام شد. ابتدا پس از مشورت با متخصص امار حیاتی، تعداد نمونه تعیین شد و ۹۱ کلیشه‌ی رادیوگرافی، به صورت تصادفی از بخش رادیولوژی یکی از بیمارستان‌های دانشگاهی استان کرمان، بیمارستان افضل‌پور، جمع‌آوری گردید. پس از شماره‌گذاری این کلیشه‌ها و هماهنگی با پزشک متخصص رادیولوژی از ایشان خواسته شد که در ابتدا هر کلیشه را مورد ارزیابی قرار داده و در صورت وجود یافته غیرطبیعی آن را مشخص سازد. سپس از وی خواسته شد که به این سوال نیز پاسخ دهد که با فرض حضور بیمار در یک منطقه‌ی دورافتاده و عدم حضور متخصص یا نیاز وی به مشاوره، براساس اطلاعات موجود در کلیشه‌های رادیوگرافی آیا نیاز به انتقال بیمار به مراکز تخصصی‌تر درمانی می‌باشد یا خیر؟

در مرحله‌ی بعد، پس از قرار دادن کلیشه‌های رادیوگرافی روی نگاتسکوپ، با استفاده از یک دوربین دیجیتال (Canon: PowerShot SX120IS)، در حالت خودکار (auto mode) و بدون استفاده از فلش و زوم دیجیتال از هر کلیشه‌ی رادیوگرافی یک تصویر دیجیتال تهیه شد. این تصاویر دیجیتال دارای رزولوشن  $2736 \times 3648$  و فرمت jpeg بودند و به‌طور متوسط حجمی در حدود ۱/۵ مگابایت را اشغال می‌کردند. تصاویر از فاصله‌ی ۶۳cm از روی یک نگاتسکوپ روشن تهیه شدند.

در مرحله‌ی بعد، پس از گذشت ۴۰ روز به‌منظور کاهش احتمال یادآوری تصاویر قبلی توسط رادیولوژیست،

منظور باشند. برای بررسی امکان استفاده از دوربین‌های دیجیتال و تلفن همراه در موارد کلینیکی، پژوهش‌های متعددی در جهان به شکل‌های مختلف صورت گرفته که از جمله‌ی آنها می‌توان به پژوهشی که در یک مرکز سلامت شهری در ایالت آریزونا، آمریکا صورت گرفته و به بررسی توافق تشخیصی بین کلیشه‌های رادیوگرافی و تصاویر دوربین دیجیتال پرداخته اشاره کرد. این پژوهش توافق نسبتاً بالایی میان تصاویر دوربین دیجیتال و کلیشه‌های رادیوگرافی نشان داده است (۹).

در پژوهش دیگری که در اکوادور صورت گرفته، تصاویری که با دوربین دیجیتال از روی کلیشه‌های رادیوگرافی گرفته شده بودند از طریق خطوط اینترنت به ایالت ویرجینای آمریکا فرستاده شده و نتایج مورد بررسی قرار گرفتند (۷).

همچنین می‌توان به پژوهش‌های دیگری که در آفریقای جنوبی صورت گرفته اشاره نمود که به روش‌های مختلف امکان استفاده از دوربین‌های دیجیتال برای دیجیتال کردن تصاویر رادیوگرافی را مورد بررسی قرار داده‌اند (۱۰).

از سوی دیگر در برخی پژوهش‌ها به بررسی مقایسه‌ی میان کیفیت تصاویر دیجیتال در اسکنرها و دوربین‌های دیجیتال پرداخته شده، که به‌عنوان مثال می‌توان به پژوهشی اشاره کرد که در کشور تایلند صورت گرفته، و پس از مقایسه‌ی کیفیت تصاویر دوربین دیجیتال و اسکنر، نشان داده که تفاوت قابل ملاحظه‌ای میان کیفیت تصاویر وجود ندارد و این در حالی است که قیمت یک دوربین دیجیتال حدود یک سوم یک اسکنر می‌باشد و همچنین نسبت به اسکنر در دسترس‌تر هم، می‌باشد (۱۰).

این پژوهش نیز به شکلی دیگر، به منظور بررسی امکان استفاده عملی از دوربین‌های دیجیتال در موارد کلینیکی انجام شده تا مشخص کند که آیا به‌کارگیری دوربین دیجیتال برای تبدیل یک کلیشه‌ی رادیوگرافی به یک

علاوه بر دو پرسش فوق، از متخصص سوال گردید آیا کیفیت هر یک از این تصاویر دیجیتال برای تشخیص گذاری مناسب است یا خیر؟

سپس نتایج حاصل از دو مرحله با هم مطابقت و مقایسه، و اطلاعات وارد نرم افزار SPSS شد. سپس آنالیز آماری با استفاده از تست آماری توافق کاپا (Kappa agreement) انجام گردید.

### نتایج

پس از وارد کردن داده‌ها به نرم افزار SPSS و پردازش آنها، ضریب توافق کاپا محاسبه گردید که ضریب کاپای محاسبه شده در این پژوهش معادل ۰/۷۰۸ درصد بود (جدول ۱) که در گروه خوب قرار می گیرد.

این بار تصاویری که با دوربین از روی کلیشه‌ها گرفته شده بود، به ایشان داده شد و از وی خواسته شد که این بار براساس تصاویر دیجیتال (به جای اصل کلیشه‌ها)، با ارزیابی هر تصویر نکته غیرطبیعی آن را در صورت وجود مشخص سازد. و علاوه بر این، از وی سوال شد، با فرض حضور این بیمار در یک منطقه دورافتاده و عدم حضور متخصص یا نیاز وی به مشاوره، براساس اطلاعات موجود در این تصویر دیجیتال آیا نیازی به انتقال این بیمار به مراکز تخصصی تر درمانی می باشد یا خیر؟

هدف از طرح این سوالات این بود که دریابیم آیا با استفاده از تصاویر دیجیتال به جای کلیشه‌ها، می توان در مورد انتقال یا عدم انتقال بیمار از یک منطقه محروم تصمیم گرفت یا خیر.

جدول ۱. محاسبه ضریب کاپا

عکس دیجیتال برداشته شده توسط دوربین دیجیتال از روی نگاتوسکوپ			
جمع	نیاز به ارجاع وجود دارد		جمع
	نیاز به ارجاع وجود ندارد	نیاز به ارجاع وجود دارد	
فیلم سستی رادیولوژی	۶۸	۹	۵۹
	۱۹	۱۸	۱
جمع	۸۷	۲۷	۶۰

Kappa=۰/۷۰۸ P value <۰/۰۰۰

کیفیت نامناسب تشخیص داده شده بود و در یک مورد هم پاسخی به این سوال داده نشده بود.

### بحث و نتیجه گیری

باتوجه به روند رو به رشد تعداد بیماران در دهه‌های اخیر و نیاز به ابزارهای تشخیصی برای بهبود روند درمانی، اهمیت روش‌های تصویر برداری پزشکی در روند تشخیص و درمان بیماران امری اجتناب ناپذیر است. با وجود

از میان ۹۱ نمونه‌ی جمع آوری شده به ۴ مورد (۴/۴ درصد) پاسخی داده نشده بود. در ۷۵ مورد (۸۲/۴ درصد) تشخیص‌های نوشته شده عینا شبیه هم بودند. در ۱۲ مورد (۱۳/۲ درصد) نیز تشخیص‌ها اندکی با هم متفاوت بودند.

در پاسخ به مناسب بودن یا نامناسب بودن کیفیت تصاویر دیجیتال برای تشخیص گذاری، در ۷۹ مورد (۸۶ درصد) کیفیت مناسب و در ۱۱ مورد (۱۲/۱ درصد)

است، با توجه به نبود سیستم‌های تصویر برداری دیجیتال در اکثر نقاط نیاز به روش‌هایی برای ایجاد تصاویر دیجیتال از روی کلیشه‌های رادیوگرافی مطرح می‌گردد. در حال حاضر روش شناخته شده برای دیجیتال کردن تصویر کلیشه‌های رادیوگرافی استفاده از اسکنرها می‌باشد. این در حالی است که در بسیاری از این مناطق حتی توانایی مالی تهیه‌ی یک اسکنر هم وجود ندارد.

راه حل دیگر که در سال‌های اخیر پیشنهاد شده استفاده از دوربین‌های دیجیتال می‌باشد. هدف از این پژوهش نیز بررسی توافق تشخیصی میان کلیشه‌های رادیوگرافی و تصاویر حاصل از دوربین دیجیتال بود که با توجه به هزینه پایین و دسترسی آسان می‌تواند جایگزین مناسبی برای اسکنر باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان به گونه‌ای رضایت بخش از دوربین دیجیتال مذکور، و یا از سایر دوربین‌های دیجیتال و دوربین‌های تلفن همراه در صورت مناسب بودن کیفیت و اثبات کارآمد بودن، برای تهیه تصاویر دیجیتال از روی کلیشه‌های رادیوگرافی استفاده نمود و با ارسال این تصاویر با استفاده از خطوط اینترنت حتی با پهنای باند کم، امکان ارتباط با مناطق یا مراکز دورتر و ارتباط میان پزشکان را فراهم نمود.

پیشرفت‌های متعدد در زمینه‌ی تصویربرداری پزشکی و پیدایش روش‌های جدید هنوز تصاویر رادیولوژی جایگاه خود را در این روند حفظ کرده‌اند. چنانچه اشاره شد، تله رادیولوژی امکان تفسیر و مشاوره‌ی فوری را بین افراد در مکان‌های مختلف فراهم می‌کند. این روش که راهی برای مشاوره متخصصین می‌باشد، به‌عنوان یک روش حمایت کننده از سلامت افراد به حساب می‌آید.

طبق مطالعات انجام شده به کارگیری روش‌های تله رادیولوژی می‌تواند سبب سهولت و دقت بیشتر در امر تشخیص و صرفه‌جویی در زمان و هزینه گردد. روش‌های تله رادیولوژی نیازمند پیاده کردن سیستم‌های پیشرفته (Picture Archiving and Communication System) PACS می‌باشند. ولی با توجه به هزینه‌های بالای این سیستم و عدم وجود امکانات مالی و تجهیزات مربوطه در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران پیاده سازی آن در بسیاری از نقاط میسر نمی‌باشد.

اما این مشکل نمی‌تواند مانع اجرای روش‌های تله رادیولوژی گردد. در این موارد می‌توان با استفاده از روش‌های تله مدیسین ذخیره و ارسال اطلاعات و از طریق یک ارتباط اینترنتی ساده و با ارسال تصاویر رادیولوژی از طریق خطوط اینترنت، یک مشاوره از راه دور را میسر ساخت. از آنجا که این روش نیز نیازمند تصاویر دیجیتال

## References

1. Corr P, Couper I, Beningfield S.J, Mars M. A simple telemedicine system using a digital camera. *J Telemed Telecare* 2000; 6(4): 233-6.
2. Della Mea V, Beltrami C.A. Telepathology applications of the internet multimedia electronic mail. *Med Inform (Lond)* 1998; 23(3): 237-44.
3. O' Mahony D, Banach L, Mahapa D.H, Lancaster E.W, van der Lind G.D, Williams B.H, et al. Teledermatology in a rural family practice. *S Afr Fam Pract* 2002; 25(6): 4-8.
4. Corr P, Couper I, Beningfield S, Mars M. A simple telemedicine system using a digital camera, *J telemed telecare* 2000; 6: 233-236
5. Banach L. Telemedicine in Transka, South Africa. *Elec J pathol Histol* 1998; 4: 984-1001.
6. Asadi R, Arghami A. Telemedicine: Techniques, Methods, Benefits and our strategy plan. Available at: <http://www.telehealth.ir/fa/images/telemedicine.pdf>.
7. Cone SW, Carucci LR, Yu J, Rafiq A, Doarn CR, Merrell RC. Acquisition and evaluation of radiography images by Digital Camera. *Telem J E health* 2005; 11(2):130-6
8. The free encyclopedia, wikipedia. <http://fa.wikipedia.org>
9. Krupinski E, Gonzales M, Gonzales C, Weinstein RS. Evaluation of a digital camera for acquiring radiographic images for telemedicine applications. *Telem J E Health* 2000; 6(3): 297-302
10. Javadi M, Subhannachart P, Levine S, Vijitsanguan C, Tungsagunwattana S, Dowell SF, Olsen SJ. Diagnosing pneumonia in rural Thailand: Digital Cameras Versus Film digitizer for chest radiograph teleradiology. *Int J Infect Dis* 2006; 10(2): 129-35. Epub 2005 Oct 21.

## A Proposed Simple Teleradiology System Using a Digital Camera

Askari A., B.Sc.<sup>1</sup>, Khodaie M., B.Sc.<sup>1\*</sup>, Enhesari A., M.D.<sup>2</sup>, Bahaadin Beigi K., Ph.D, M.D.<sup>3</sup>

1. B.sc Student of Diagnostic Radiology, Paramedical School, Kerman University of Medical Science, Kerman, Iran

2. Assistant Professor of Radiology, Physiology Research Center, Kerman University of Medical Science, Kerman, Iran

3. Assistant Professor of Telemedicine, Medical Informatics Research Center, Institut of Futures Studies in Health, Kerman University of Medical Science, Kerman, Iran

\* Corresponding author; e-mail: E-mail: mahdiehkhodaie@yahoo.com

(Received: 6 May 2012 Accepted: 26 Sep. 2012)

### Abstract

**Background & Aims:** Teleradiology as an efficient way for avoiding unnecessary transfer of patients to special medical centers requires the images with digital format. However, in some developing countries, including Iran, imaging is being done using non digital devices. In such cases, changing analog images into digital ones can solve the problem. The method which is nowadays used for digitalizing analog images is using digitizers. Since in some regions digitizers are not available, using digital cameras as more accessible and cost-effective devices is a good choice, provided that the reliability of digital cameras for providing digital formats of radiographs would be confirmed.

**Method:** In this study, at first, 91 radiographs were randomly selected. These images were then shown to a radiologist and he was asked to interpret them. Next, a digital image was produced from each radiograph using a digital camera. After 40 days, these digital images were shown to the same radiologist and he was asked to interpret them. The interpretations were then analyzed and compared using Kappa agreement coefficient.

**Results:** The calculated Kappa agreement coefficient indicated a “Good” diagnostic agreement ( $\kappa=0.708$ ,  $P < 0.000$ ) between diagnoses made by using radiographs and their digitalized images.

**Conclusion:** This study recommends that in cases of need for consultation with a specialist, capturing a digital image of radiograph by a digital camera and sending it to the specialist via an internet line can be a reliable solution. This method can be used as a useful and cost-effective way of consultation with a radiologist who is working in another medical center.

**Keywords:** Telemedicine, Teleradiology, Remote consultation

Journal of Kerman University of Medical Sciences, 2013; 20(1): 102-108