



دستورالعمل نگهداشت تجهیزات تصویربرداری در بحران جنگی

نسخه ۱-۱ فروردین ماه ۱۴۰۵

مدیریت تجهیزات و ملزومات پزشکی دانشگاه علوم پزشکی استان اصفهان

تهیه کنندگان	تایید کنندگان	ابلاغ کنندگان
احسان جمشیدی	مهندس ریحانه فرخی مهندس حمیدرضا سورانی	دکتر محسن مصلحی دکتر محمود اعتباری

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴	۱-مقدمه
۴	۱-۱: تاسیسات زیربنایی و حیاتی در تجهیزات تصویربرداری پزشکی
۵	۱-۲: برق ورودی دستگاه ها
۷	۱-۳: تاسیسات حرارتی و برودتی شامل انواع چیلر، اسپلیت، فن کویل
۷	۱-۴: سازه‌های ساختمانی
۸	۱-۵: نظافت دستگاه ها
۱۰	۲-دستگاه MRI
۱۳	۳- دستگاه سی تی اسکن (CT Scan)
۱۶	۴-دستگاه‌های گروه رادیوگرافی
۱۸	۵-دستگاه آنژیوگرافی، C.Arm، فلوروسکوپی
۲۰	۶- دستگاه‌های گروه آلتراسونیک شامل سونوگرافی، اکو کاردیوگرافی
۲۲	۷- سخن پایانی
۲۳	

۱- مقدمه

با توجه به رخداد شرایط جنگی در کشور و نیاز مراکز به آگاهی از نحوه نگهداشت، سرویس روزانه، و کاربری بهینه در دستگاه‌های تصویربرداری؛ مازاد بر نکات کاربری و نگهداشت اصولی ابلاغ شده از سوی تولید کننده یا نمایندگی مجاز در استفاده از دستگاه‌ها توسط مراکز بیمارستانی، این دستورالعمل کاربری در شرایط بحران توسط مدیریت تجهیزات پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان تدوین شد. دستورالعمل در سه سطح مقدماتی و نکات اولیه- کاربری نیمه تخصصی- کاربری پیشرفته و تعمیرات؛ در زمان‌های قبل بحران، حین بحران، پس از بحران، تدوین شده و با در نظر گرفتن بازخورد از مراکز و نتایج بکارگیری و میزان اثر موارد دستورالعمل با اعمال اصلاحیه‌های لازم در طی دوره‌های آتی اعلام خواهد شد. جهت دسترسی بهتر و سریعتر به متخصصان هر حوزه حتما جدول تلفن‌های ضروری را تهیه و در معرض دید نصب کنید.

۱-۱: تاسیسات زیربنایی و حیاتی در تجهیزات تصویربرداری پزشکی

تجهیزات تصویربرداری با برق تک فاز یا سه فاز راه اندازی می‌شوند و برای سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی نیازمند تاسیسات زیربنایی هستند پس تعامل سازنده و هماهنگی واحد تجهیزات پزشکی با کاربران محترم شامل پزشکان رادیولوژیست، تکنولوژیست‌ها، خدمات و بیماربر و... همچنین نیروهای تاسیسات مقیم می‌تواند در رسیدن به مقاصد نگهداشت اصولی و موثر نقشی بسزا داشته باشد.

در زمان قبل از بحران، اطمینان از آماده بکار بودن و حفظ شرایط کاملاً ایمن برای کارکرد دستگاه الزامی است و در صورت وجود مشکل می‌بایست به سرعت نسبت به اعلام و رفع نقص آن اطلاع رسانی شود.

در زمان بحران بسته به شرایط پیش آمده و میزان اثر آن بر بیمار و دستگاه، تمامی دست‌اندرکاران در وهله اول با حفظ خونسردی و آرامش می‌بایست نسبت به مدیریت بحران ایجاد شده با اولویت جان بیمار و سپس نگهداشت دستگاه اقدام فوری را انجام دهند. اثر حملات هوایی بر برق ورودی بصورت قضیه جمع آثار است.

جنگنده‌ها با سرعت مافوق صوت پرواز کرده و موجب فشردگی لایه‌های هوا می‌شوند و از طرفی سیستم‌های راداری دارای امواج الکترومغناطیس با فرکانس بالا و انرژی فراوان هستند پس با ایجاد نویزهایی با دامنه فرکانسی پهن می‌توانند بر شبکه برق شهری اثرگذار باشند. نامتعادل کردن بار شبکه، بهم ریختگی فرکانس کاری، افزایش ناگهانی بار با اعمال هارمونیک‌های غیر خطی، ایجاد اتصال در شبکه کابل‌های هوایی و ... می‌تواند از آثار حمله هوایی باشد. از آنجا که قطع ناگهانی شبکه ورودی موجبات ایجاد تابع ضربه را در ترانسفورماتورها و تابلوهای برق و دستگاه‌های تصویربرداری ایجاد می‌کند پس جریان و ولتاژ ورودی ناگهان به سمت بینهایت میل کرده و بنا بر مدل بار شبکه (امپدانس سلفی یا خازنی یا مقاومتی) می‌تواند آسیب‌زا باشد. مدارات حفاظتی مانند انواع فیوزها یوپی‌اس و ... بنا بر سرعت سوئیچینگ خود می‌توانند به تغییرات ورودی حساس باشند پس **احتمال آسیب بسیار بالاست** و نویز حاصل از بمباران را می‌توان دقیقاً یک فرآیند تصادفی با دامنه فرکانسی بسیار پهن باند شبیه سازی کرد.

در زمان پس از بحران بازیابی، تعمیرات، اورهال، جایگزینی و ... جهت آماده بکار بودن دستگاه‌ها در اولویت اول قرار خواهد گرفت بنحوی که تمامی تجهیزات مورد نیاز برای تشخیص یا درمان بتوانند در بحران احتمالی مجدد پیش رو بکارگیری شوند.

آموزش بهترین و امن‌ترین و کم هزینه‌ترین راه کارهای حل بحران را از نمایندگان مجاز بسته به برند و مدل دستگاه، تا قبل از بروز سانحه جویا شوید و به همکاران خود آموزش دهید.

۲-۱: برق ورودی دستگاه‌ها

✓ از سیستم روشنایی اضطراری در اتاق‌های مهم اطمینان حاصل کنید و بهتر است یک چراغ قوه دستی شارژ شده همراه داشته باشید.

✓ کارکرد یوپی‌اس بصورت روزانه از لحاظ میزان شارژ باتری، کیفیت برق خروجی، دمای کاری و ... کنترل شده و طبق چک لیست‌های ابلاغی دفتر فنی محترم با نظارت واحد تجهیزات پزشکی تکمیل شود.

✓ بسته به سرعت سوئیچینگ (قطع و وصل جریان و ولتاژ خروجی با رهگیری و مقایسه تغییرات ورودی) دستگاه‌های یوپی‌اس در برندهای مختلف و توان‌های متفاوت با تغییرات ولتاژی در ورودی یا اعمال هارمونیک‌های غیرخطی یا اثر امواج الکترومغناطیسی و نویز و ... ؛ واکنش خروجی یوپی‌اس می‌تواند متفاوت باشد. پس ملاک کارکرد ایمن و صحیح، دقیق دستگاه یوپی‌اس در تجهیزات تصویربرداری می‌تواند نبود اعلام خطا یا هشدار در دستگاه‌های متصل در زمان

رخداد بحران قلمداد شود. در صورتی که به هر دلیل با نوسانات ورودی تجهیزات تصویربرداری دچار خطا یا هشدار یا عدم کارکرد شوند اقدامات ایمنی بسته به نوع و مدل دستگاه مورد نیاز است.

✓ ژنراتورهای تامین برق اضطراری در بیمارستان‌ها می‌بایست آماده بکار بوده و سوخت مورد نیاز آن‌ها در محلی امن با رعایت مسائل اعلام و اطفاء حریق تامین و نگهداری شود.

✓ در زمان بحران دستگاه‌های یوپی‌اس با شارژ کامل حدود یک روز بسته به توان نامی و نوع دستگاه و ... می‌توانند برق ایمن را فراهم کرده و در موارد قطعی طولانی‌تر نقش یوپی‌اس می‌تواند رگولاتور (حفاظت) از برق ورودی باشد. لذا کارکرد صحیح ژنراتورها بسیار حائز اهمیت است.

✓ اولویت بندی استفاده از برق اضطراری و رعایت پروتکل‌های پدافند غیرعامل می‌بایست اجرا شود. بطور مثال دستگاه ام آر آی هرگز نباید بدون برق مانده و خاموش شود اما دستگاه رادیوگرافی را می‌توان در موارد کاربرد روشن و پس از استفاده خاموش کرد.

✓ در تمامی تابلوهای پست برق ورودی بخش‌های تصویربرداری می‌بایست فیوزهای متناسب با جریان کاری و سرج ارستر متناسب با حمله‌های ولتاژی نصب شده باشد تا از بروز مشکلات بسیار عمده در دستگاه‌ها جلوگیری شود.

✓ انجام مانور آماده بکار بودن ژنراتور و برق ورودی تجهیزات تصویربرداری در صورتی پیشنهاد می‌گردد که حصول از کارکرد ایمن ژنراتور بیش از هفتاد درصد باشد و در صورت نبود یقین، این مانور می‌تواند آسیب‌های جدی به تجهیزات تصویربرداری وارد نماید لذا با درک اهمیت موضوع نسبت به تست اقدام نمایید.

✓ ایده‌آل‌ترین شرایط کارکرد به ترتیب اهمیت و احتمال کمترین خسارت به دستگاه: ۱- خاموشی کل سیستم در زمان بمباران یا حمله هوایی ۲- روشن بودن دستگاه بدون اخذ تصویر از بیمار (Stand By) ۳- روشن بودن دستگاه و کارکرد آن ضمن تصویربرداری (بدترین شرایط و پر ریسک‌ترین حالت کارکرد)

✓ سلامت و تست چاه‌های ارت مراکز می‌تواند در شرایط مختلف اضافه بار در کارکرد دستگاه‌های تصویربرداری با امپدانس‌های متفاوت نقش بسیار موثری را ایفا کند. لذا حتماً از نگهداشت و کارکرد صحیح سیستم ارت اطمینان حاصل کنید.

✓ تامین برق ورودی بیمارستان از دو فیدر مجزا می‌تواند در زمان خاموشی‌های موقت راهگشا باشد.

۳-۱: تاسیسات حرارتی و برودتی شامل انواع چیلر، اسپلیت، فن کویل...

✓ قبل از رخداد بحران؛ در تمامی دستگاه‌ها مانند MRI، Angiography، CT، Angiography، CB، Accelerator، CT با سیستم کولینگ، سیمولاتورها با سیستم کولینگ و کنترل روزانه طبق چک لیست نمایندگی مجاز از نظر فشار گیج های کابینت کولینگ، دمای فن‌ها، دمای اتاق‌های تکنیک، دمای اتاق نصب دستگاه، دمای داخلی دستگاه و انجام پذیرد. در صورت وجود مشکل با رعایت اولویت، اطلاع رسانی و تعمیر شود.

✓ در چیلرهای آبی؛ کنترل کارکرد پمپ‌ها، برق ورودی، دبی آب، کندانسورها، پمپ‌های سیرکولاسیون، مایعات درون سیستم، کابینت های کولینگ و ... حداقل ۴ مرتبه در طول شبانه روز انجام شده و مرکز مجهز به سیستم کنترل هوشمند حفاظتی (دستگاه MRI) باشد.

✓ در سیستم‌های هواخنک؛ کارکرد کابینت‌های خنک کننده و تست مسیر سیرکولاسیون هوا، اسپلیت‌های خنک ساز، و ... مخصوصا در کابینت گرادیان دستگاه ام آر آی برند GE بسیار حائز اهمیت بوده و باید بطور مستمر کنترل شود.

✓ در زمان بحران؛ در صورت آسیب به سیستم های خنک کننده اولین اقدام خاموشی سخت‌افزاری و نرم‌افزاری دستگاه اصلی می‌باشد. در تمامی دستگاه‌ها بجز MRI عدم کارکرد دستگاه موجب خنک‌تر ماندن سیستم کولینگ اصلی می‌شود. در دستگاه MRI سیستم خنک کننده شامل کولینگ اکسترنال (چیلر آبی یا هواخنک ...) می‌بایست بطور مداوم مشغول بکار باشد و خاموشی بیش از چند ساعت بسته به برند و مدل دستگاه می‌تواند موجب کویچ یا دیسشارژ مگنت دستگاه شود. در نتیجه در صورت ایراد در سیستم خنک‌سازی سریعاً نسبت به ریکاوری چیلرها (حتی با اتصال به آب شهر یا استقرار اسپلیت های پرتابل) و روشن ماندن کمپرسور و کارکرد صحیح کلدهد (قلب تپنده) در اتاق مگنت، اطمینان حاصل شود. این مهم جهت جلوگیری از افزایش فشار هلیوم و آسیب به مگنت الزامی است. شایان ذکر است در دستگاه‌های MRI هلیوم فری اصطلاح دیسشارژ مگنت معادل کویچ در دستگاه‌های هلیوم دار بوده و موجب آسیب جدی به مگنت دستگاه می‌شود.

✓ در تمامی بخش‌های تصویربرداری سیستم اعلام و اطفاء حریق می‌بایست نصب شده و آماده بکار باشد. در صورت بروز آتش سوزی به سرعت نسبت به مهار آتش و حفاظت از اجزاء دستگاه اقدام نمایید. برای تست این مهم لازم است مانور تست کارکرد برگزار شود.

۴-۱: سازه‌های ساختمانی

- ✓ آموزش بهترین و امن ترین و کم هزینه ترین راه کارهای حل بحران را از نمایندگان مجاز تا قبل از بروز سانحه جویا شوید و به همکاران خود آموزش دهید.
- ✓ خراب شدن سازه اتاق ها می تواند موجب خسارت فیزیکی به دستگاه ها شود. لذا از قبل نسبت به مقاوم سازی محیط و انتخاب محل مناسب بکارگیری دستگاه ها مخصوصا **تجهیزات پرتابل** (سونو اکو رادیوگرافی و ...) اقدام کنید. حفاظت دستگاه در زمان انفجار بمب و شکستن شیشه ها یا ریزش آوار و ... می تواند بسیار اثربخش باشد.
- ✓ در زمان بحران در صورت تخریب یا آسیب به سازه های اصلی اتاق های تصویربرداری مهمترین اقدام **حفظ جان بیمار** می باشد. با توجه به اینکه در زمان بمباران درب های اتاق های تصویربرداری ممکن است گیر افتاده و باز نشود لذا تمهیدات لازم با اولویت مدیریت بحران با کمترین آسیب می بایست در دستور کار قرار گیرد.
- ✓ در درب های ریلی: آزاد سازی چرخ دنده موتورهای مکانیکی و خلاصی قفل درب و باز کردن آن با اهرم های پیش بینی شده پیشنهاد می گردد.
- ✓ در درب های چارچوبی: برش یا درآوردن لولای خارجی و آزاد سازی درب پیشنهاد می گردد.
- ✓ در درب اتاق مگنت دستگاه MRI در صورت باز نشدن نسبت به رهاسازی لولای بیرونی و سپس بکارگیری اهرم و آزادسازی درب اقدام کنید.
- ✓ در صورت تخریب سازه و بهم ریختن مکان سینی سیم و کابل و تابلوهای برق و ... خطر برق گرفتگی به میزان زیادی افزایش می یابد.

۵-۱: نظافت دستگاه ها

- یکی از مهمترین و کاربردی ترین موضوعات در بحران ها حفظ تمیزی و نگهداری دستگاه از گردو خاک یا مایعات سیال و می باشد. تمامی دستگاه ها در صورت داشتن کاور مناسب، می بایست در زمان استراحت پوشیده باشند. در صورت عدم دسترسی به کاور مناسب از نایلون های ضخیم استفاده کرده و پوشش دستگاه در زمان های استراحت الزامی است. جهت دستگاه های پر حجم مانند سی تی اسکن و گرافی ثابت و قطعا حفاظ مناسب را تعبیه کنید. ممکن است در اثر آسیب به لوله های زیر سقفی ریزش آب یا فاضلاب و در اثر ترکیب لوله ها رخ دهد. در دستگاه MRI با توجه به روشن ماندن دستگاه در زمان خواب و خاموشی، کاور مناسب نباید موجب گرم شدن دستگاه و گرفتگی مسیر چرخش هوا شود.

- تخت بیمار در دستگاه‌های تصویربرداری آسیب پذیرترین جزء دستگاه است. در بحران‌ها دستپاچگی بیماربر یا وضعیت ناپایدار بیمار از نظر خونریزی یا انجام پروتکل‌های باتریق ماده حاجب و ... می‌تواند موجب آسیب به تخت شود. حتماً از کاورهای مناسب از پیش تعبیه شده استفاده کنید.
- وجود گرد و غبار محیطی و آوار ساختمانی می‌تواند با نشستن بر بردهای الکترونیکی داخلی دستگاه و ایجاد گرمای مضاعف در قطعات نیمه‌هادی خسارت‌های جبران ناپذیری مانند سوختن بردها یا عدم کارکرد خطی قطعات و... را ایجاد کند لذا روزانه چندین بار نسبت به نظافت و گردگیری اقدام نمایید.

۲- دستگاه MRI

یکی از حساس‌ترین و پرهزینه‌ترین دستگاه‌های تصویربرداری دستگاه MRI است.

- قبل از بحران؛ نگهداشت دستگاه می‌بایست بر اساس پروتکل و دستورالعمل‌های سازنده بطور مرتب انجام شده و با سرویس دوره‌ای منظم آماده بکار بودن دستگاه تضمین شود. کاور دستگاه را تهیه کرده و مسیر لوله کشی تاسیسات زیر سقفی با دقت بررسی شود.
- با توجه به حساسیت دستگاه به زمان خواب طولانی، مخصوصا در دستگاه‌هایی که یکبار دچار کویچ شده‌اند. حداقل در طول یک روز یکبار فرآیند تصویربرداری انجام شود و در صورت نداشتن بیمار واقعی این عملیات با فانتوم‌های ساده دستگاه صورت پذیرد.
- در زمان بحران: اگر دستگاه در زمان بحران خاموش سخت افزاری باشد، کمترین آسیب محتمل را خواهد داشت و رعایت اصول کلی پیشگفت کفایت می‌کند.
- در صورتی که دستگاه استندبای (در حالت آماده بکار) بوده و حمله هوایی اتفاق بیفتد احتمال آسیب به منابع تغذیه ورودی دستگاه و تخت موجود بوده و اگر دستگاه دارای خطای ماندگاری شده است حتما با شرکت نمایندگی تماس بگیرید و راهنمایی لازم را جویا شوید. در صورت عدم پاسخگویی یا دسترسی به افراد، در ابتدا یکبار دستگاه را بصورت نرم‌افزاری خاموش و روشن کنید و در صورت عدم رفع خطا یکبار بصورت سخت‌افزاری این کار را انجام دهید. اگر خطای ماندگار باز هم مشاهده شد قطعا وارد فاز نگهداری دستگاه بصورت مراقبت از دمای مگنت، چیلر، فشار هیلیوم، کارکرد کمپرسور و کلدهد (قلب تپنده) و ... شده و از دستگاه نمی‌توان استفاده کرد. در اولین فرصت با متخصصان فنی تماس حاصل فرمایید.
- در صورتی که بیمار درون گانتری مگنت بوده و ضمن تصویربرداری بحران رخ دهد. اولویت با حفظ جان بیمار است. در ابتدا با حفظ خونسردی نسبت به خروج بیمار از دستگاه اقدام کنید. اگر دستگاه روشن است که با هدایت تخت به خارج اینکار را انجام دهید و اگر برق دستگاه قطع شده باشد بیمار را به آرامی از داخل دستگاه خارج کنید. از زدن دکمه کویچ اضطراری خودداری کرده و تنها در شرایطی مجاز به زدن این دکمه خواهید بود که جان مریض در حد مرگ یا قطع عضو یا خفگی و ... در خطر باشد و در صورتی که می‌توانید بیمار را بدون خطر خارج کنید هرگز این دکمه را فشار ندهید.

پس از خروج بیمار و پایداری شرایط، برق دستگاه را وصل کنید و در وهله اول مراقب کارکرد کمپرسور و چیلر و کلدهد(قلب تپنده) و دما و فشار هلیوم دستگاه باشید و پس از آن با دقت خطاها را بررسی کنید. اگر تخت در داخل گانتری تغییر پوزیشن نمی دهد یکبار بصورت دستی تخت را در امتداد محور(Z) تا انتها برده و سپس بازگردانید که سنسورهای موقعیت مکانی تخت بروزرسانی شود و سپس اقدام به راه اندازی سخت افزاری و سپس نرم افزاری کنید. در صورت عدم راه اندازی دستگاه و ماندگاری خطا، الباقی مراحل را با شرکت نمایندگی هماهنگ کنید.

■ در صورتی که دستگاه شما بسته به برند و مدل و سری ساخت دچار افزایش فشار هلیوم مگنت شده است در ابتدا با راهنمایی از شرکت و کنترل سوپاپ های خروج هلیوم، فشار گاز را کنترل کنید و در صورت افزایش ناگهانی جهت جلوگیری از کوینچ مگنت؛ کمی شیر خروج و نشت هلیوم را باز کرده تا دستگاه به فشار نرمال خود بازگردد و از پاره شدن دیافراگم و رخداد کوینچ جلوگیری بعمل آید.

■ در صورت خرابی و عیب چیلر آبی: دستگاه را به جریان آب شهر متصل کرده و بطور مداوم دمای آن را مانیتور کنید تا نسبت به تعمیر و بازایی سریع چیلر اقدام شود.

■ اگر کمپرسور شما در اثر قطعی برق خاموش شده و صدای کلدهد(قلب تپنده) از اتاق مگنت قطع شده است. حتما با سرویسکار تماس گرفته و نسبت به راه اندازی مجدد کمپرسور اقدام نمایید. این فرآیند می تواند بسته به نوع و مدل دستگاه از یک تا شش ساعت بطول انجامد اما در صورت خاموشی بیشتر احتمالا دستگاه دچار افزایش دما و فشار هلیوم خواهد شد.

■ در صورتی که بیمار شما دچار تروما در اثر اصابت ترکش(قطعات فلزی بمب) شده است سعی کنید از مدالیتی های جایگزین تصویربرداری استفاده کنید و اگر تنها راه استفاده از تصاویر MRI است باید از پروتکل نویسی تخصصی مبتنی بر کنترل مگنت فیلد بهره گرفته تا جلوی آسیب به بیمار و دستگاه گرفته شود.

■ اگر به هر دلیلی کاور(پوشش فایبر گلاس) دستگاه باز شده و مونتاژ نشده است حتما آنرا مونتاژ کنید و درب تمامی کابینت های اتاق تکنیک را ببندید. زیرا در هنگام تخریب سازه این کاورها و جعبه کابینت ها بهترین محافظ دستگاه خواهند بود.

■ در صورت افزایش بار کاری دستگاه، با تریاژ مناسب بیماران نسبت به استراحت دستگاه پس از هر بیمار حداقل به مدت ده دقیقه اقدام کنید و در پروتکل های سنگین حتما دستگاه را برای خنک سازی و استراحت برنامه ریزی کنید.

■ محل نگهداری کویل های دستگاه را امن و به دور از آسیب بحران احتمالی انتخاب کنید.

- در زمان نصب کویل‌ها و انجام تصویربرداری مراقب کانکتورها و گیرافتادن سیم کویل بین تخت و دیواره دستگاه باشید.
- حرکت جگنده‌ها و بمباران می‌تواند باعث ایجاد نویز موقت بر تصاویر دریافتی از دستگاه شود، در صورت مشاهده و رفع بحران تصویربرداری را تکرار کنید.
- پس از بحران: حتماً کل اجزاء دستگاه از نظر صحت، دقت، ایمنی تست شده و در صورت نیاز برای آماده بکار بودن سرویس شود.

۳- دستگاه سی تی اسکن (CT Scan)

✓ قبل از بحران: نسبت به سرویس دوره‌ای و کارکرد ایمن و سلامت دستگاه اقدام کنید. کاور دستگاه را تهیه کرده و مسیر لوله کشی تاسیسات زیر سقفی با دقت بررسی شود.

✓ در زمان بحران: در صورتی که دستگاه خاموش سخت افزاری باشد (قطع بودن تابلوی برق دستگاه) خطری شامل دستگاه نخواهد شد.

- در صورتی که دستگاه در حالت استندبای (در حالت آماده بکار) بوده و حمله هوایی اتفاق بیفتد احتمال آسیب به منابع تغذیه ورودی دستگاه و تخت موجود بوده و اگر دستگاه دارای خطای ماندگاری شده است حتما با شرکت نمایندگی تماس بگیرید.

- در صورت گیر افتادن بیمار ضمن تصویربرداری در داخل گانتری و قطع برق ورودی یا ایجاد خطا در اثر قطع و وصل برق ورودی (خطای کارکرد یوپی‌اس) و از کار افتادن دستگاه؛ در ابتدا با حفظ خونسردی نسبت به خارج کردن بیمار از دستگاه اقدام کرده و سپس اقدام به راه اندازی سخت افزاری و نرم‌افزاری دستگاه کنید. کمی صبر کنید تا برنامه PLC تخت اجرا شود و سپس یکبار تخت را تا انتها به داخل گانتری فرستاده و برگردانید که سنسورهای موقعیت‌یاب تخت کاملاً کالیبره شود. در صورتی که فرمان کلیدهای اتوماتیک کار نمی‌کند این عملیات را بصورت کنترل دستی انجام دهید.

- با دستپاچگی همراهان بیمار یا بیمار و ... هرگز وارم‌آپ اصولی دستگاه را در ابتدای راه اندازی پس از استراحت دستگاه فراموش نکنید این کار موجب کاهش عمر مفید تیوب اشعه ایکس خواهد شد.

- سعی کنید از سبک‌ترین پروتکل استاندارد کمپانی برای گرفتن تصاویر و توپوگرام استفاده کنید. - پس از خاتمه تصویربرداری و خروج بیمار از اتاق هرگز درب اتاق سی تی را باز رها نکنید زیرا نحوه خنک سازی تیوب و اجزاء داخلی در بسیاری از دستگاه‌های سی تی اسکن تا ۶۴ اسلایس براساس جریان همرفتی هوا و کولینگ اینترنال است در نتیجه با باز ماندن درب، چرخش و جریان هوا مختل شده و دستگاه خنک نمی‌شود.

گرم شدن رادیاتور داخلی دستگاه در اثر دمای بالای محیط می‌تواند موجب آسیب به آند و ترانس های ولتاژ داخلی شده و خسارات زیادی را ایجاد کند (قفل شدن آند یا سوختن تانک های ولتاژ)

در نتیجه با روشن گذاشتن اسپلیت‌ها و کنترل مداوم مانیتورینگ دمای محیط می‌توان عمر قطعات داخلی دستگاه را افزایش داد. دمای ایده‌آل کاری بازه ۱۶-۲۴ درجه سانتیگراد می‌باشد.

- در دمای پایین و رطوبت بالا نیز خطر کارکرد نادرست اجزاء داخلی دستگاه (نیاز به وارم‌آپ متعدد- آرک زنی مداوم تیوب و ...) رخ می‌دهد.

- در دستگاه‌های سی تی آنژیو دارای چیلر اکسترنال، بررسی و کنترل دمای دستگاه و چیلر بسیار مهم بوده و در صورت آسیب دیدن سیستم کولینگ دستگاه پس از اقدام به خاموشی سخت افزاری با سرویس‌کاران تماس حاصل نمایید. دمای غیر مجاز تاثیر بسیار بسزایی در دستگاه‌های سی تی آنژیو داشته و حتی می‌تواند موجب انفجار داخلی در تیوب اشعه ایکس شود.

- در پروتکل‌های با تزریق ماده حاجب، از نشت مایع به داخل دستگاه (بر روی دتکتور و کولیماتور...) جلوگیری کنید زیرا موجب خسارت به دستگاه و ایجاد پدیده اسکترینگ در نوار هلیکس (طلق شفاف رینگ داخلی گانتری) خواهد شد.

- جهت نظافت تخت و جلوگیری از آسیب احتمالی به آن از کاورهای استاندارد بهره بگیرید.

- در صورت بروز بحران و افزایش ناگهانی تعداد بیماران در مراکزی که دو دستگاه سی تی اسکن فعال دارند، بصورت نوبتی و یک در میان دستگاه‌ها را بکار گیرند و در مراکزی که یک دستگاه سی تی اسکن موجود است با تریاژ اصولی بیماران نسبت به انجام تصویربرداری اقدام کنند. در برخی از برندها نشانگر دمای داخلی موجود بوده و در برخی دیگر عدد دمای داخلی نمایش داده می‌شود. بطور معمول دمای کاری نباید بیش از ۷۵ درجه سانتیگراد باشد. شایان ذکر است پروتکل‌های سنگین مانند فول اسپاین و... می‌تواند دمای تیوب را تا ۱۲۰ درجه سانتیگراد بالا ببرد. جهت زمان استراحت دستگاه بهترین روش خاموشی برنامه ریزی شده و هماهنگ با مسئول اوزانس است که در بازه زمانی کم باری (معمولا نیمه شب) که تعداد بیماران بدحال کم است رخداد منطقی به شمار می‌رود.

- تمامی دستگاه‌های مرتبط با اشعه ایکس پس از ایراد **خسارت سازه‌ای** می‌بایست تحت کنترل مجدد دوزیمتری قرار گرفته و نشستی اشعه در اتاق‌ها با دقت بررسی شود.

- در صورت ایجاد حوادث غیرمترقبه که جان بیمار در خطر است مانند گیرفتادن سر بیمار در حالت تیلد دادن؛ زدن دکمه قرمز قطع اضطراری مجاز بوده و در بقیه شرایط به دلیل قطع ناگهانی برق ورودی سیستم و اثرات تابع ضربه (ایمپالس فانکشن) این عمل موجب خسارات زیادی به دستگاه خواهد شد.

- تمامی قسمت‌های بخش تصویربرداری می‌بایست مجهز به سیستم اعلام و اطفاء حریق بوده و در صورت خرابی سازه و برهنه شدن کابل‌ها و ... خطر برق گرفتگی موجود است.

- جابجایی بیمار از تخت بیماربر به تخت دستگاه میبایست طبق پروتکل‌های استاندارد انجام پذیرد.
پس از بحران: نسبت به کنترل و تست تمامی اجزاء دستگاه و صحت، دقت، ایمنی اقدام لازم انجام پذیرفته و دستگاه برای کاربردهای آتی آماده بکار باشد.

۴- دستگاه‌های گروه رادیوگرافی

➤ **قبل از بحران:** نسبت به سرویس دوره‌ای و کارکرد ایمن و سلامت دستگاه اقدام کنید. کاور دستگاه را تهیه کرده و مسیر لوله کشی تاسیسات زیر سقفی با دقت بررسی شود. برق ورودی و ترانس ولتاژ بالای دستگاه از نظر قرارگیری در محل امن بررسی و کنترل شود.

➤ **در زمان بحران:** در صورتی که دستگاه خاموش سخت افزاری باشد (قطع بودن تابلوی برق دستگاه) خطری شامل دستگاه نخواهد شد. شایان ذکر است بسیاری از دستگاه‌های رادیوگرافی مخصوصا آنالوگ یا DR در برق ورودی به دلیل نیاز به ولتاژ و جریان بالا، به دستگاه یوپی‌اس متصل نبوده و این موضوع نگهداشت اصولی تر دستگاه را می‌طلبد.

-در صورتی که دستگاه در حالت استندبای (در حالت آماده بکار) بوده و حمله هوایی اتفاق بیفتد احتمال آسیب به منابع تغذیه ورودی دستگاه و تخت و ترانس ولتاژ بالا موجود بوده و اگر دستگاه دارای خطای ماندگاری شده است حتما با شرکت نمایندگی تماس بگیرید.

-با دستپاچگی همراهان بیمار یا بیمار بر و... هرگز وارم‌آپ اصولی دستگاه را در ابتدای راه اندازی (بسته به برند و مدل دستگاه مانند فشردن کورس اول کلید اکسپوز) پس از استراحت دستگاه فراموش نکنید این کار موجب کاهش عمر تیوب اشعه ایکس خواهد شد.

-پس از خاتمه تصویربرداری و خروج بیمار از اتاق هرگز درب اتاق را باز رها نکنید زیرا نحوه خنک سازی تیوب و اجزاء داخلی در بسیاری از دستگاه‌های رادیوگرافی براساس جریان همرفتی هوا است در نتیجه با باز ماندن درب، چرخش و جریان هوا مختل شده و دستگاه خنک نمی‌شود.

-گرم شدن تیوب اشعه ایکس دستگاه در اثر دمای بالای محیط می‌تواند موجب آسیب به آند و دیگر اجزاء شده و خسارات زیادی را ایجاد کند. در نتیجه با روشن گذاشتن اسپلیت‌ها و کنترل مداوم مانیتورینگ دمای محیط می‌توان عمر قطعات داخلی دستگاه را افزایش داد. دمای ایده‌آل کاری بازه ۱۶-۲۴ درجه سانتیگراد می‌باشد.

-جهت نظافت تخت و جلوگیری از آسیب احتمالی به آن از کاورهای استاندارد بهره بگیرید.

-در صورت بروز بحران و افزایش ناگهانی تعداد بیماران در مراکزی که دو دستگاه رادیوگرافی فعال دارند، بصورت نوبتی و یک در میان دستگاه‌ها را بکار گیرند و در مراکزی که یک دستگاه رادیوگرافی موجود است با تریاژ اصولی بیماران نسبت به انجام تصویربرداری اقدام کنند.

- جهت زمان استراحت دستگاه بهترین روش، خاموشی برنامه ریزی شده و هماهنگ با مسئول اورژانس است که در بازه زمانی کم باری (معمولاً نیمه شب) که تعداد بیماران بدحال کم است رخداد منطقی به شمار می‌رود.

- تمامی دستگاه‌های مرتبط با اشعه ایکس پس از ایراد خسارت سازه‌ای می‌بایست تحت کنترل مجدد دوزیمتری قرار گرفته و نشتی اشعه در اتاق‌ها با دقت بررسی شود.

- در صورت ایجاد حوادث غیرمترقبه که جان بیمار در خطر است مانند گیرفتادن بیمار بین تخت و کولیماتور و ... زدن دکمه قرمز قطع اضطراری مجاز است.

- تمامی قسمت‌های بخش تصویربرداری می‌بایست مجهز به سیستم اعلام و اطفاء حریق بوده و در صورت خرابی سازه و برهنه شدن کابل‌ها و ... خطر برق گرفتگی موجود است.

- در تصویربرداری با رادیوگرافی پرتابل در اتاق‌های عمل یا اورژانس، پروتکل حفاظت پرتویی باید به نحوی انجام پذیرد که **تمامی پرسنل و بیماران نزدیک به دستگاه** از خطر تابش پرتو و تنفس هوای یونیزه در امان باشند. پیشنهاد می‌شود با پاراوان سربی تمامی اطراف بیمار پوشیده شده و سپس اقدام به تصویربرداری نمایید.

- در رادیوگرافی ستون سقفی در صورت خسارت سازه‌ای و احتمال سقوط تیوب دستگاه را تا مقاوم سازی کامل سازه غیرفعال کنید.

- داشتن گارد تخت برای جلوگیری از برخورد تخت بیمار به تخت دستگاه الزامی است.

- جابجایی بیمار از تخت بیماربر به تخت دستگاه میبایست طبق پروتکل‌های استاندارد انجام پذیرد.

➤ **پس از بحران:** نسبت به کنترل و تست تمامی اجزاء دستگاه و صحت، دقت، ایمنی اقدام لازم

انجام پذیرفته و دستگاه برای کاربردهای آتی آماده بکار باشد.

۵- دستگاه آنژیوگرافی، CArm، فلوروسکوپی

- ✓ قبل از بحران: نسبت به سرویس دوره‌ای و کارکرد ایمن با صحت و دقت و کالیبراسیون دستگاه اقدام کنید. کاور دستگاه را تهیه کرده و مسیر لوله کشی تاسیسات زیر سقفی با دقت بررسی شود.
- ✓ در زمان بحران: در صورتی که دستگاه خاموش سخت افزاری باشد (قطع بودن تابلوی برق دستگاه) خطری شامل دستگاه نخواهد شد.
- در صورتی که دستگاه در حالت استندبای (در حالت آماده بکار) بوده و حمله هوایی اتفاق بیفتد احتمال آسیب به منابع تغذیه ورودی دستگاه و تخت و چیلر موجود بوده و اگر دستگاه دارای خطای ماندگاری شده است حتماً با شرکت نمایندگی تماس بگیرید.
- در دستگاه سی آرم در صورت گیر افتادن بیمار ضمن تصویربرداری و قطع برق ورودی یا ایجاد خطا در اثر قطع و وصل برق ورودی (خطای کارکرد یوپی‌اس) و از کار افتادن دستگاه؛ در ابتدا با حفظ خونسردی نسبت به خارج کردن بیمار از دستگاه اقدام کرده و سپس اقدام به راه اندازی سخت افزاری و نرم افزاری دستگاه کنید. در صورت عدم کارکرد دستگاه با شرکت نمایندگی تماس بگیرید.
- در دستگاه سی آرم با توجه به دوتکه بودن دستگاه، می‌بایست بسیار مراقب کانکتورهای مانیتورینگ دستگاه به قسمت داخلی بازو باشیم. همچنین پدال‌های اکسپوز در قسمت کانکتورها بسیار آسیب پذیرند.
- در دستگاه آنژیوگرافی و فلوروسکوپی با توجه به بیهوشی بیمار حساسیت موضوع در صورت قطع برق ورودی یا ایجاد خطا در اثر قطع و وصل برق ورودی (خطای کارکرد یوپی‌اس) و از کار افتادن دستگاه بسیار بالاتر است؛ در ابتدا با حفظ خونسردی نسبت به خاتمه پروسیجر اقدام نموده و پس از خارج کردن بیمار از دستگاه اقدام به راه اندازی سخت افزاری و نرم افزاری دستگاه کنید. در صورت عدم کارکرد دستگاه یا مواجهه با خطاهای ماندگار با شرکت نمایندگی تماس بگیرید.
- در صورت خواب بیش از یک روز دستگاه‌ها حتماً قبل از راه اندازی وضعیت چیلر دستگاه آنژیوگرافی تست شده و پس از آن اقدام به اکسپوز (مد فلوروسکوپی) نموده و حداقل یکبار در روز این عملیات را انجام دهید. در صورت عدم استفاده از دستگاه به مدت بیش از یک ماه دستگاه و

چیلر و متعلقات را کاملاً خاموش سخت‌افزاری کرده و برای راه اندازی مجدد جهت انجام تیون‌آپ با شرکت نماینده تماس بگیرید.

- جهت استفاده بهینه از دستگاه همواره مراقب بالارفتن دمای تیوب در اثر اکسپوزهای متوالی باشید.
- جهت نظافت تخت و جلوگیری از آسیب احتمالی به آن از کاورهای استاندارد بهره بگیرید.
- در صورت بروز بحران و افزایش ناگهانی تعداد بیماران با تریاژ اصولی بیماران نسبت به انجام تصویربرداری اقدام کنید. پس از انجام هر عمل آنژیوگرافی مدتی را برای ریکاوری و خنک سازی دستگاه در نظر بگیرید. جهت زمان استراحت دستگاه بهترین روش خاموشی برنامه ریزی شده که در بازه زمانی کم باری که تعداد بیماران بدحال کم است رخداد منطقی به شمار می‌رود.
- تمامی دستگاه‌های مرتبط با اشعه ایکس پس از ایراد **خسارت سازه‌ای** می‌بایست تحت کنترل مجدد دوزیمتری قرار گرفته و نشتی اشعه در اتاق‌ها با دقت بررسی شود.
- در صورت ایجاد حوادث غیرمترقبه که جان بیمار در خطر است زدن دکمه قرمز قطع اضطراری مجاز است.
- تمامی قسمت‌های بخش تصویربرداری می‌بایست مجهز به سیستم اعلام و اطفاء حریق بوده و در صورت خرابی سازه و برهنه شدن کابل‌ها و ... خطر برق گرفتگی موجود است.
- جابجایی بیمار از تخت بیماربر به تخت دستگاه می‌بایست طبق پروتکل‌های استاندارد انجام پذیرد.
- در صورت ایراد خسارت سازه‌ای و گیر افتادن بیمار بین تخت و دتکتور دستگاه آنژیوگرافی یا فلوروسکوپی با حفظ خونسردی و خلاص کردن اجزاء مکانیکی نسبت به رهاسازی بیمار اقدام نمایید.

پس از بحران: نسبت به کنترل و تست تمامی اجزاء دستگاه و صحت، دقت، ایمنی اقدام لازم انجام پذیرفته و دستگاه برای کاربردهای آتی آماده بکار باشد.

۶- دستگاه‌های گروه آلتراسونیک شامل سونوگرافی،

اکو کاردیوگرافی

- این گروه از دستگاه‌ها با برق ورودی تک‌فاز کار کرده و احتمال آسیب پذیری کمتری دارند.
- قبل از بحران: سرویس دوره ای و نظافت کلی دستگاه همچنین محل امن برای کاربری پیشنهاد می‌شود.
- در زمان بحران: بیشترین تاثیر پذیری این گروه دستگاهی از نویز محیطی و برق ورودی است.
- در این دستگاه‌ها استفاده از یوپی‌اس آنلاین یا استابلایزر بنا به پیشنهاد سازنده الزامی است.
 - در صورت قطع برق ورودی بصورت ناگهانی و نداشتن باتری داخلی یا عدم کارکرد صحیح مدار حفاظتی برق ورودی احتمالاً دستگاه دچار خطای لحظه ای شده و با یک بار راه اندازی مجدد و تست کلی مشکل برطرف می‌شود.
 - در صورت استفاده مداوم از دستگاه و گرم شدن آن می‌توان از فن‌های پرتابل (مانند پنکه) استفاده کرد.
 - برای نگهداشت اصولی دستگاه حتماً از کاور مناسب در زمان غیرفعال بودن دستگاه استفاده کنید.
 - یکی از رایج‌ترین آسیب‌ها در این دستگاه‌ها گیرافتادن سیم پروب در زیر چرخ‌ها و کشیدگی بیش از حد توسط پزشکان محترم است.
 - جهت حفظ کیفیت تصویر و جلوگیری از آسیب به لنزهای اکوستیک حتماً پس از استفاده از ژل و خاتمه تصویربرداری، پروب‌ها را با دستمال خشک کرده و در پایان شیفت با دستمال نرم و آب معمولی نظافت کنید.
 - به دلیل راست دست بودن اکثر پزشکان رادیولوژیست و کاردیولوژیست، بیشتر پروب‌های دستگاه در انتهای کانکتور دچار خمیدگی در کابل می‌شود و در دراز مدت موجب افت کیفیت تصویر و حتی قطعی کابل خواهد شد. راهکار جلوگیری به دو صورت استفاده از محافظ نواری (شبیه به سیم مارپیچ تلفن) یا استفاده از مدالیتی اینورت در تنظیمات داخلی برخی از برندهاست که جهت پروب معکوس شده و تولید تصویر (بیم فورمینگ) معکوس می‌شود.
 - یوپی‌اس یا استابلایزر آنلاین در ورودی این دستگاه‌ها الزامی بوده و سلامت آن بسیار حائز اهمیت است.

- هنگام جابجایی و حمل به آرامی و با مراقبت کامل انجام پذیرد. محافظت از کابل‌ها بسیار مهم است.
- در صورت عدم استفاده از دستگاه در طول روز و بیش از یک ساعت اقدام به خاموشی نرم‌افزاری و سپس سخت‌افزاری کنید. در صورت طولانی شدن زمان استندبای، هارد و رم داخلی دستگاه آسیب می‌بیند. همچنین با راه‌اندازی مجدد دستگاه بصورت روزانه و تست تمامی قطعات سخت‌افزاری داخلی و پاس کردن تست‌های نرم‌افزاری عمر دستگاه افزایش می‌یابد.
- در زمان استفاده از دستگاه در اینترنشن‌های رادیولوژی، از نشت مایعات به داخل پروب و دستگاه جلوگیری بعمل آید. از کاور مناسب برای پروب‌ها استفاده شود.
- بیشترین آسیب در این دستگاه‌ها مربوط به سقوط پروب‌ها و خرابی کریستال‌های داخلی است.
- در بسیاری از برندها هر ساله ارتقاء نرم‌افزاری توسط نمایندگی پیشنهاد می‌شود.
- مانند تمامی تجهیزات‌های تک که در آن‌ها قطعات نیمه‌هادی بکار رفته است، گرم شدن دستگاه بر اثر نشست گرد و خاک بر سطوح بردهای الکترونیکی و خروج منحنی مشخصه المان‌ها از حالت خطی به غیر خطی؛ قطعاً آسیب‌های جبران ناپذیری به دستگاه وارد می‌کند پس در نظافت کلی باید بسیار کوشا و دقیق عمل کرد.

۷- سخن پایانی

با توجه به شرایط کنونی کشور و نیاز مبرم مراکز به دستگاه‌های با تکنولوژی بالا و مشکلات ترانزیت قطعات از خارج به داخل از تمامی عزیزان خواهشمندیم در موضوع نگهداشت دستگاه‌های تصویربرداری جدیدت بیشتری به‌خرج داده و برای افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری به نکات بسیار ساده و عملی شرح داده شده با دقت عمل کنند. لازم بذکر است در اکثر تجهیزات تصویربرداری اتفاقات و رخداد‌های دستگاه بصورت کاملاً مستند در دیتالاگ یا ایونت‌لاگ دستگاه ثبت و نگهداری شده و قابلیت پیگیری دارد.

همه با هم دوست باشیم و به رشد هم کمک کنیم.

