

## سنجش دفع ادراری و تنیدی دز تابشی سدیم یداید-۱۳۱ در بیماران مبتلا به کارسینوم افتراق یافته تیروئید

دکتر داود بیگی<sup>۱</sup>، دکتر ثریا شاه حسینی<sup>۲</sup>، دکتر سیمین داداش زاده<sup>۲</sup>، دکتر محمد افتخاری<sup>۱</sup>،  
خانم هدا طیبی<sup>۳</sup>، خانم گلبو موسی زاده رشتی<sup>۳</sup>

۱- موسسه تحقیقات پزشکی هسته‌ای، دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران.

۲- دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۳- دانشجوی داروسازی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

### چکیده

تجویز رادیو داروی سدیم یداید-۱۳۱ روش مطلوبی برای درمان بیماران مبتلا به پرکاری تیروئید و انواعی از سرطان تیروئید می‌باشد. مشکل عمده‌ای که در رابطه با این نوع درمان وجود دارد، آلودگی محیط اطراف بیماران و پرتوگیری افرادی است که رابطه نزدیک با آنها دارند. آلوده شدن محیط اطراف بیمار به ید رادیواکتیو از طریق خروج ید از بدن بیمار توسط تعریق و تبخیر آن، دم و بازدم بیمار، ادرار، مدفوع، بزاق دهان و شیر صورت می‌پذیرد. علاوه بر آن خود بیمار مانند یک منبع تابش اشعه، پرتودهی می‌کند و اطرافیان خود را در معرض پرتوهای یونساز قرار می‌دهد. با توجه به اثرات زیان‌آور تابش و لزوم حفاظت در برابر آن، آگاهی از میزان پرتوگیری کارکنان و سایر افراد از بیمارانی که رادیو دارو دریافت کرده‌اند، یک ضرورت محسوب می‌شود. لذا در این تحقیق نمونه‌های ادراری بیماران مبتلا به کارسینوم تیروئید بستری در موسسه تحقیقات پزشکی هسته‌ای دانشگاه علوم پزشکی تهران در فاصله زمانی صفر تا حداقل ۴۸ ساعت بعد از تجویز سدیم یداید-۱۳۱ جمع‌آوری شده و پس از اندازه‌گیری حجم نمونه ادراری، رادیواکتیویته دفع شده توسط دستگاه رادیونوکلید دز کالیبراتور اندازه‌گیری شد. در ضمن میزان تنیدی دز لحظه‌ای تابش بیماران فوق توسط اتاقک یونیزاسیون در فاصله ۳۰۰ سانتیمتری بلافاصله بعد از تجویز رادیو دارو و در فواصل ۵۰، ۱۰۰ و ۳۰۰ سانتی متری از بیمار در موقع ترخیص اندازه‌گیری شد. نتایج تحقیق نشان داد که بیشترین میزان پرتوگیری کارکنان از این بیماران روز سوم در زمان ترخیص بوده که از بیشترین دز مجاز تعیین شده توسط ICRP کمتر می‌باشد. دز دریافتی افراد خانواده بیشتر از کارکنان می‌باشد و در صورتی که فاصله و زمان در تماس رعایت شود آن هم در حد مجاز می‌باشد. بررسی الگوی دفع ادراری سدیم یداید-۱۳۱ نشان داد که نمودار سرعت دفع ادراری-زمان این رادیودارو در کلیه بیماران دارای پیکهای چند گانه می‌باشد به طوری که امکان محاسبه ثابت سرعت موثر دفع ادراری از طریق رگرسیون خطی میسر نگردید. بررسی مقدار تجمعی رادیو داروی دفع شده در ادرار نشان داد که در مدت ۶۷ ساعت بعد از تجویز سدیم یداید-۱۳۱ به طور میانگین ۷۰٪ اکتیویته تجویزی از طریق ادرار دفع می‌شود که باید تخلیه ید در سیستم فاضلاب محلی بررسی شود، ۲۸٪ به طور فیزیکی واپاشیده شده یا از راههای بیولوژیکی دیگر غیر از ادرار مثل عرق، بزاق، مدفوع و شیر دفع می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** سدیم یداید-۱۳۱، کارسینوم تیروئید، تنیدی دز لحظه‌ای، دفع ادراری

### مقدمه

برای درمان بیماران مبتلا به پرکاری تیروئید و انواعی از کارسینوم تیروئید می‌باشد. ید-۱۳۱ یکی از

رادیو داروی سدیم یداید-۱۳۱ داروی مطلوبی

عبارتند از نیمه عمر طولانی و تابش زیاد ذره بتا که سبب می‌شوند دز پرتو وارد شده در تیروئید نسبتاً بالا باشد. هر چند که دز کلی بدن رقم قابل قبولی است. آلوده شدن محیط اطراف بیمار به ید رادیواکتیو از طریق خروج ید از بدن بیمار توسط تعریق و تبخیر آن، دم و بازدم بیمار، ادرار و مدفوع، بزاق دهان و شیر صورت می‌پذیرد. در انسان مقدار زیادی از ید در شیر ترشح می‌شود. ید ( $I_2$ ) فشار بخار کمی دارد و به راحتی تصعید می‌شود. ید-۱۳۱ علاوه بر تابش بتا از خود تابش گاما نشر کرده و بنابراین خود بیمار نیز مانند یک منبع تابش اشعه پرتو دهی می‌کند و اطرافیان خود را در معرض پرتوهای یونساز قرار می‌دهد (تابش خارجی) (۷ و ۸).

تاکنون بیشترین مقدار پرتوگیری تابش یونیزان از چشمه‌های مصنوعی مربوط به عملیات پزشکی بوده است. یکی از مهمترین منابع پرتو دهی در بخش پزشکی هسته‌ای، بیماران پرتوزا (بیماران دریافت کننده رادیودارو) می‌باشند که مهمترین آن بیماران دریافت کننده سدیم یداید-۱۳۱ می‌باشد. سدیم یداید-۱۳۱ به علت تابش گامای پرتو دهی، تابش زیادی را به مردم تحمیل می‌کند. تماس نزدیک با این بیماران موجب پرتوگیری کارکنان بخش پزشکی هسته‌ای، پرستاران و سایر کارکنان بیمارستان، افراد خانواده بیمار و سایر افرادی که در تماس نزدیک با این بیماران هستند، می‌شود. همچنین ادرار دفع شده از این بیماران می‌تواند منبع پرتوگیری این افراد باشد. امروزه اثرات زیان‌آور تابش‌های یونیزان، به عنوان مشکل اصلی کاربرد رادیوداروها در پزشکی هسته‌ای، کاملاً ثابت شده است. کودکان در مقابل تشعشعات و پرتوهای یونیزان حساسیت بیشتری دارند به طوری که خردسالان، شیرخواران و جنین به ترتیب فزاینده در معرض خطر پرتوگیری ناشی از بیمارانی هستند که با سدیم یداید-۱۳۱ درمان شده‌اند. علاوه بر این خطر آلوده شدن اعضای خانواده بیمار به ید-۱۳۱ که در ادرار، مدفوع، عرق بدن، آب بزاق، ملافه و وسایل آلوده دیگر یافت می‌شود نیز وجود دارد (۷).

لزوم اطلاع از میزان دفع ادراری و دز تابشی رادیوداروها در بیماران دریافت کننده آنها جهت ارزیابی میزان پرتوگیری کارکنان بخش پزشکی هسته‌ای و سایر افراد از این بیماران کاملاً محسوس

ایزوتوپ‌های ید بوده و از طریق نشر ذرات بتا (B) همراه با تابش گاما واپاشیده شده و به زینون ۱۳۱ پایدار تبدیل می‌شود. ۹۰٪ انرژی میانگین ذره بتا keV ۱۹۲ با برد ۰/۸ میلیمتر می‌باشد. پرتو گامای اصلی آن از انرژی keV ۳۶۴ برخوردار است که به خوبی با دوربین گاما جهت تصویربرداری به کار می‌رود (۵-۱). سدیم یداید-۱۳۱ از طریق استنشاق، جذب پوستی یا خوراکی وارد بدن می‌شود و معمولاً به صورت کپسول یا محلول خوراکی تجویز می‌شود (۶). هر گاه ید به شکل خوراکی و به صورت یون یدید تجویز شود، به راحتی از دستگاه گوارش جذب و در مایع خارج سلولی منتشر می‌گردد. آنگاه در غدد بزاقی، تیروئید (۳۰٪ ید بلعیده شده) و مخاط معده تجمع می‌یابد. هر نوع بافت تیروئیدی که از قابلیت هورمون سازی برخوردار باشد، قادر به جذب و آلی نمودن ید پایدار یا ایزوتوپ‌های رادیواکتیو آن نیز خواهد بود. همین که ید رادیواکتیو توسط بافت تیروئیدی جذب شد، در اثر رها شدن اشعه یون‌ساز مخرب از مولکول‌های ید که عمدتاً به شکل تابش‌های نسبتاً پرتو دهی بتا می‌باشند، اثرات درمانی ید آغاز می‌شود و چند هفته تا چند ماه پس از آن مرگ سلولی فرا خواهد رسید. ویژگی تابش ذره بتا، ید - ۱۳۱ را به سودمندترین عامل در انهدام بافت‌های ناخواسته تیروئید تبدیل کرده است (۴). سدیم یداید-۱۳۱ توسط کلیه ها دفع می‌شود. دامنه طبیعی دفع ادراری آن ۷۵-۳۵٪ دز تجویز شده بوده که با فعالیت تیروئید و کلیه بیمار تغییر می‌کند (۲). مقداری از ید-۱۳۱ هم از طریق بزاق، عرق و مدفوع و مقدار کمتر از طریق بازدم دفع می‌شود. مقدار ید-۱۳۱ باقیمانده در بدن بیمار ناشی از عواملی مثل وجود یا عدم وجود غده تیروئید، هیدراسیون و عملکرد کلیه می‌باشد (۶). ید-۱۳۱ دارای نیمه عمر فیزیکی ۸ روز می‌باشد. نیمه عمر بیولوژیکی یدین در کل بدن ۱۰۰ روز می‌باشد اما در اعضای مختلف بدن نیمه عمر بیولوژیکی آن متفاوت است، در تیروئید ۱۰۰ روز، استخوان ۱۴ روز، کلیه، طحال و اعضای تناسلی ۷ روز می‌باشد (۱). بعد از تجویز سدیم یداید-۱۳۱ حدود ۴۰٪ دز تجویز شده نیمه عمر موثر ۰/۳۴ روز و ۶۰٪ بقیه نیمه عمر موثر ۷/۶۱ روز را دارا می‌باشد (۲). از محاسن عمده ید - ۱۳۱ قیمت ارزان و سهولت دسترسی به آن را می‌توان نام برد. عیوب اصلی آن

است. لذا در این تحقیق میزان پرتوگیری افراد از بیماران دریافت کننده سدیم یداید-۱۳۱ مبتلا به کارسینوم تیروئید اندازه گیری شده و با حدود دز مجاز مقایسه گردید. ثانياً الگوی دفع ادراری سدیم یداید-۱۳۱ در بیماران ایرانی بررسی شد. و در نهایت توصیه‌های مناسبی جهت حفاظت کارکنان بخش پزشکی هسته‌ای، بستگان بیمار، خود بیمار و سایر افراد در برخورد با این بیماران و حفظ سلامتی آنها ارائه شد.

### مواد و روش‌ها

مؤسسه تحقیقات پزشکی هسته‌ای دانشگاه علوم پزشکی تهران مستقر در بیمارستان دکتر شریعتی یکی از بزرگترین مراکز درمان سرطان تیروئید در دنیا می‌باشد. در این بخش بیماران مبتلا به پرکاری تیروئید و یا انواعی از سرطان تیروئید در روز و ساعت معین مراجعه کرده و بر اساس بیماری، میزان درگیری و ... مقداری از رادیوداروی سدیم یداید-۱۳۱ به صورت خوراکی دریافت می‌کنند. بیماران مبتلا به پرکاری تیروئید معمولاً ۲-۳۰ میلی‌کوری و بیماران مبتلا به سرطان تیروئید ۲۰۰-۳۰۰ میلی‌کوری سدیم یداید-۱۳۱ دریافت می‌کنند. بیمارانی که بیش از ۳۰ میلی‌کوری سدیم یداید-۱۳۱ دریافت می‌کنند به اتاق‌های خاصی هدایت شده و به مدت حداً قل ۲ روز بستری می‌شوند. به علت دز تابشی بالا در مدت زمان بستری کسی از کارکنان و بستگان مریض در تماس با بیمار نمی‌باشند (غیر از موارد ضروری) و مریضاها توسط دوربین مدار بسته کنترل می‌شوند. قبل از مرخص شدن بیمار مقدار سدیم یداید-۱۳۱ موجود در بدن وی کنترل می‌شود. این کار با اندازه‌گیری خارجی میزان تابش اشعه در فاصله یک متری از بدن بیمار با یک دستگاه اتاقک یونساز کالیبره شده از ناحیه بین لگن و گردن در وضعیت قائم صورت می‌گیرد. طبق مقررات NRC در صورتی که تندی دز لحظه ای تابش خارجی بدن بیماران ۱/۸ میلی‌روننگن بر ساعت در فاصله یک متری باشد ( 1.8 mR/h or 50 μSv/h or 5 mrem/h ) یا اکتیویته باقیمانده کمتر از 30mCi باشد، بیمار می‌تواند از مؤسسه ترخیص شود. البته قبل از ترک مؤسسه و با توجه به مسئولیت خانوادگی و اجتماعی احتمالی و همچنین شرایط و محل زندگی بیمار دستورات و توصیه‌هایی متناسب با مقدار ید

باقیمانده در بدن بیمار به وی داده می‌شود. ابتدا فرمهایی برای جمع آوری اطلاعات از بیماران طراحی شد. بیماران با توجه به میزان تحصیلات و توانایی همکاری در اجرای طرح از قبل انتخاب شده و آموزشهای لازم جهت جمع آوری ادرار در هر نوبت به آنها داده شد. ساعات نمونه گیری ادرار هر بیمار یادداشت شده و به بیمار داده شد تا در صورت امکان ترتیب زمانی را رعایت کند. همچنین از پرستار بخش جهت یاد آوری زمانهای نمونه گیری به بیمار در خواست همکاری شد. حجم نمونه های جمع آوری شده ادرار در هر نوبت توسط بیمار با استوانه مدرج اندازه گیری شده و حجم و زمان دقیق دفع ادرار توسط بیمار یادداشت گردید. و سپس مقداری از ادرار جهت اندازه گیری اکتیویته در لوله های یکبار مصرف سر پیچ دار منتقل شد. اکتیویته ادرار توسط یک دستگاه رادیونوکلید دز کالیبراتور اندازه گیری شد. لذا در مدت بستری هر روز در ساعات مشخصی اکتیویته ادرار جمع آوری شده بیمار در هر نوبت اندازه گیری شده و در فرمهای مربوطه وارد شد.

میزان تابش اشعه در فاصله ۳۰۰ سانتیمتری از بیمار بلافاصله بعد از تجویز رادیو دارو و در فواصل ۵۰، ۱۰۰، و ۳۰۰ سانتیمتری از بیمار در روز سوم قبل از ترک مؤسسه پزشکی هسته ای توسط آشکار ساز اتاقک یونیزاسیون از ناحیه بین لگن و گردن در وضعیت قائم اندازه گیری شد و در فرمهای مربوطه وارد شد. در ضمن علاوه بر اندازه گیری میزان تابش اشعه در هر فاصله از بیماران پرتوزا، زمان تماس نزدیک در هر فاصله هم لازم بود که اندازه گیری شده و در فرمهای مربوطه وارد شد. زمان تماس عبارت است از زمانی که طول می کشد تا پرستار تندی دز تابشی بیمار را اندازه گیری نماید، در غیر آن صورت بیماران در تماس با کارکنان نمیباشند مگر در موارد اضطراری. جهت اندازه گیری تندی دز تابشی از بدن بیماران پرتوزا، از دستگاه اتاقک یونیزاسیون ساخت کشور امریکا مدل Radiation Alert, Monitor 5 که توسط منابع داخلی  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{57}\text{Co}$  کالیبره شده بود استفاده گردید. دستگاه اتاقک مذکور توانایی اندازه گیری تندی دز تابشی در محدوده 5-500  $\mu\text{Sv}$  را دارا می باشد. بعد از جمع آوری اطلاعات، محاسبات صورت گرفت.

## یافته‌ها

در این تحقیق تندی دز لحظه ای تابش و اکتیویته ادرار ۲۹ نفر از بیماران دریافت کننده سدیم یداید-۱۳۱ اندازه گیری شد. تعداد، میانگین سنی و محدوده سنی بیماران انتخاب شده و میانگین اکتیویته تجویزی سدیم یداید-۱۳۱ در جدول ۱ آمده است. تیروئید بیماران فوق قبلا توسط عمل جراحی برداشته شده و به منظور از بین بردن بقایای تیروئید و درمان متاستاز برای اولین بار به بیماران سدیم یداید-۱۳۱ تجویز شده بود. بر اساس اسکن تمام بدن با ید-۱۳۱ متاستازها و بقایای تیروئید به جای مانده مشخص می شود. در پرونده ۳ نفر از ۲۹ بیمار اسکن موجود نبود. بقایای تیروئید در ۲ نفر No residue، ۲ نفر Small، ۳ نفر Mild، ۱۷ نفر Moderate و ۲ نفر Sizeable گزارش شده بود. در اسکن ۵ نفر از بیماران علاوه بر بقایای تیروئید، متاستاز هم مشاهده شد. تندی دز لحظه ای تابش در هر فاصله از ناحیه بین لگن و گردن در وضعیت قائم توسط یک دستگاه اتافک یونیزاسیون اندازه گیری شد.

بیشترین، کمترین و میانگین تندی دز لحظه ای تابش بر حسب میکروسیورت در ساعت ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{hr}^{-1}$ ) در فاصله ۳۰۰ سانتیمتری بلافاصله بعد از تجویز سدیم یداید-۱۳۱ (روز اول) و فواصل ۵۰، ۱۰۰ و ۳۰۰ سانتیمتری در روز سوم قبل از ترک موسسه پزشکی هسته ای در جدول ۲ آمده است. دز کل در هر فاصله از حاصل ضرب تندی دز لحظه ای در آن فاصله در مدت زمان گذرانده شده در آن فاصله (زمان تماس) بدست می آید. بیشترین دز کل در هر فاصله از حاصل ضرب بیشترین تندی دز در آن فاصله در بیشترین زمان تماس در آن فاصله بدست می آید (بدترین حالت).

معمولا در موسسه تحقیقات پزشکی هسته ای دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران در روزهای یکشنبه و چهارشنبه بیماران بستری می شوند. بیمارانی که روز یکشنبه بستری می شوند روز چهارشنبه مرخص شده و آنهایی که روز چهارشنبه بستری می شوند روز شنبه مرخص می شوند. هر بار بیش از ۸ بیمار بستری نمی شوند. در روز ترخیص فقط تندی دز لحظه ای بیماران در فاصله یک متری اندازه گیری می شود. بنابراین اگر فرض را بر ۱۶ بیمار در هفته بگذاریم، و فرض کنیم که تندی دز تابشی ۱۶

بیمار توسط یک پرستار اندازه گیری می شود، دز کل دریافتی یک پرستار از یک بیمار دریافت کننده سدیم یداید-۱۳۱ در طول مدت زمان بستری در موسسه پزشکی هسته ای معطوف به روز سوم و اندازه گیری تندی دز تابشی در فاصله یک متری میباشد که اگر بیشترین دز کل در این فاصله  $0.1\mu\text{Sv}$  باشد بنابراین بیشترین دز کل دریافتی پرستار در یک هفته معادل  $16 \times 0.1\mu\text{Sv} = 1.6\mu\text{Sv}$  و اگر این مقدار را به طور یکنواخت در ۵۰ هفته در سال ضرب کنیم، دز کل دریافتی در یک سال معادل  $80\mu\text{Sv}$  خواهد بود. تندی دز لحظه ای با زمان کاهش می یابد زیرا از یک طرف رادیو دارو به طور فیزیکی واپاشیده شده و از طرف دیگر از سیستم بیولوژیکی دفع می شود. کاهش تندی دز متناسب با نیمه عمر موثر رادیو دارو میباشد. کارکنان بخش پزشکی هسته ای با بیماران دریافت کننده سدیم یداید-۱۳۱ بستری شده، فقط در زمان ترخیص و حین اندازه گیری تندی دز در تماس می باشند، بنابراین دز کل دریافتی آنها از رابطه (دز کل = تندی دز لحظه ای  $\times$  زمان تماس) حاصل میشود. افراد خانواده بیمار زمان بیشتری را در تماس با بیمار می گذرانند و چون تندی دز لحظه ای با گذشت زمان تغییر می کند، بنابراین برای محاسبه دز کل باید به جای تندی دز لحظه ای از تندی دز متوسط در یک فاصله زمانی مشخص استفاده کرد. اگر فرض کنیم کاهش تندی دز فقط ناشی از واپاشی فیزیکی رادیو دارو است، بنابراین تندی دز متوسط در یک فاصله زمانی مشخص از رابطه (تندی دز متوسط = تندی دز لحظه ای  $\times$  فاکتور) و دز کل از رابطه (دز کل = تندی دز متوسط  $\times$  زمان تماس) حاصل میشود. واضح است که در یک روز کاری ۸ ساعته فاکتور فوق برای ید-۱۳۱ برابر  $0.985$  می باشد. بیشترین تندی دز متوسط در فواصل ۵۰، ۱۰۰ و ۳۰۰ سانتیمتری از بیماران در زمان ترخیص به ترتیب برابر  $46.3\mu\text{Sv/hr}$ ،  $24.63\mu\text{Sv/hr}$  و  $14.78\mu\text{Sv/hr}$  می باشد. اگر افراد خانواده روزی ۸ ساعت در تماس با بیمار باشند، دز کل روزانه در فواصل ۵۰، ۱۰۰ و ۳۰۰ سانتیمتری به ترتیب برابر  $370\mu\text{Sv}$ ،  $197\mu\text{Sv}$  و  $118\mu\text{Sv}$  خواهد بود. اگر روزی یکساعت در فاصله یک متری در تماس با بیمار باشند بیشترین دز کل دریافتی  $25\mu\text{Sv}$  خواهد بود.

### جدول ۱- تعداد میانگین و ممدوده سنی بیماران انتخاب شده و میانگین اکتیویته تجویز شده سدیم یداید-۱۳۱

تعداد داوطلبان				
میانگین اکتیویته تجویزی ( میلی کوری)	خانم	آقا	محدوده سنی داوطلبان (سال)	میانگین سنی داوطلبان (سال)
۱۳۳/۶۲ ± ۲۸/۵۶	۱۵	۱۴	۱۴-۵۵	۳۱/۲۴ ± ۱۰/۶۴

### جدول ۲- بیشترین، کمترین و میانگین تندی دز لحظه ای تابش در فواصل مختلف از بیماران دریافت کننده سدیم یداید-۱۳۱ در روز اول و سوم بعد از تجویز رادیو دارو

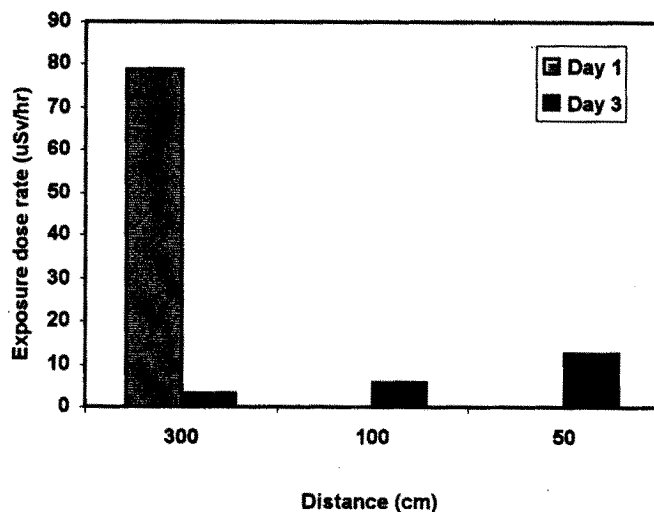
روز سوم			روز اول		
فاصله (cm)	تندی دز تابشی $\mu\text{Sv}\cdot\text{hr}^{-1}$	Mean	SD	Max	Min
۳۰۰	۷۸/۷۹	۱۲/۵۱	۱۶/۴	۱۰۰	۵۰
۱۰۰	۵/۷	۱۴/۳۴	۶/۴۸	۲۵	۱
۵۰	۲/۹۴	۴/۰۶	۱/۰	۱۵	۰

از بیماران دریافت کننده سدیم یداید-۱۳۱ در این تحقیق با فاکتور متوسط  $۰/۲۲ \pm ۰/۵۴$  در فاصله ۱ متری و  $۰/۱۶ \pm ۰/۲۴$  در فاصله ۳ متری کاهش پیدا کرد. فاکتور نامبرده نشاندهنده سرعت کاهش تندی دز تابشی با فاصله از بیمار میباشد. هر چقدر فاکتور کوچکتر باشد سرعت کاهش تندی دز تابشی با افزایش فاصله بیشتر می شود.

جهت ارزیابی دفع ادراری سدیم یداید-۱۳۱ از نمودار تجمعی دفع ادراری رادیو دارو در مقابل زمان استفاده شد. مقدار اکتیویته دفع شده در هر نوبت با اکتیویته دفع شده در نوبتهای قبلی جمع شده و مقادیر بدست آمده در جدولی برای داوطلبان نوشته شد و در نهایت میانگین دفع تجمعی اکتیویته در هر نوبت محاسبه شد که در جدول ۳ آمده است. شکل ۲ نمایانگر نمودار میانگین دفع تجمعی رادیوداروی سدیم یداید-۱۳۱ در ادرار داوطلبان میباشد. جهت محاسبه ثابت سرعت موثر دفع ادراری سدیم یداید-۱۳۱ نمودار لگاریتم (اکتیویته دفع شده ادراری  $\text{Log}\Delta x/\Delta t$ )

با اندازه گیری تندی دز لحظه ای تابش در فاصله ۳ متری از بیمار در روز اول بلافاصله بعد از تجویز سدیم یداید-۱۳۱ و روز سوم قبل از ترک موسسه پزشکی هسته ای و با استفاده از رابطه (تندی دز اولیه/میلی کوری دز تجویز شده = تندی دز بعدی/میلی کوری دز باقیمانده) میزان اکتیویته باقیمانده در بدن بیمار در زمان ترخیص محاسبه می شود (۹).

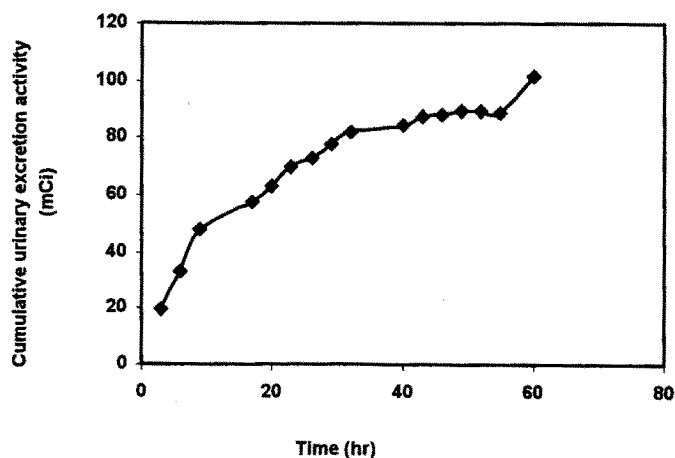
میزان تندی دز لحظه ای تابش بیماران در فاصله یک متری در روز سوم قبل از ترک موسسه پزشکی هسته ای اندازه گیری می شود که اگر کمتر از  $50\mu\text{Sv/hr}$  باشد بیمار ترخیص می شود میانگین اکتیویته باقیمانده در بدن قبل از ترک موسسه پزشکی هسته ای برابر  $۶/۲۴ \pm ۴/۷۶$  میلی کوری با بیشترین مقدار  $۲۲/۵$  میلی کوری و کمترین صفر میلی کوری بود. به علت اختلاف زیاد اکتیویته باقیمانده در بدن بیماران SD بزرگ حاصل شد. نمودار رابطه تندی دز تابشی با فاصله و زمان در شکل ۱ مشخص شده است. تندی دز تابشی بدست آمده در فاصله ۵۰ سانتی متری



شکل ۱- نمودار رابطه تندی دز تابشی با فاصله و زمان

جدول ۳- میانگین مقادیر جمع‌ی اکتیویته دفع شده در ادرار بیماران دریافت کننده سدیم یداید-۱۳۱ در زمانهای مختلف بعد از تجویز رادیودارو

اکتیویته جمع‌ی (mCi) Mean ± SD	تعداد بیماران n	زمان (ساعت)	اکتیویته جمع‌ی (mCi) Mean ± SD	تعداد بیماران n	زمان (ساعت)
۸۲/۰۹ ± ۲۷/۴۰	۲۵	۳۲	۱۹/۳۸ ± ۱۱/۲۵	۲۴	۳
۸۴/۶۶ ± ۲۸/۴۸	۱۹	۴۰	۳۳/۱۹ ± ۱۳/۹۹	۲۵	۶
۸۷/۵۶ ± ۲۷/۹۴	۲۲	۴۳	۴۷/۷۳ ± ۱۷/۹۱	۱۸	۹
۸۸/۰۳ ± ۲۹/۴۵	۲۱	۴۶	۵۷/۳۴ ± ۲۱/۱۰	۲۳	۱۷
۸۹/۳۷ ± ۲۹/۹۲	۲۳	۴۹	۶۳/۰۹ ± ۲۴/۸۵	۲۶	۲۰
۸۹/۴۴ ± ۳۱/۷۳	۲۰	۵۲	۶۹/۶۹ ± ۲۴/۵۴	۲۸	۲۳
۸۸/۶۸ ± ۲۹/۵۱	۲۱	۵۵	۷۲/۹۴ ± ۲۴/۹۴	۲۵	۲۶
۱۰۱/۳۹ ± ۲۶/۳۹	۲۲	>۶۰	۷۷/۴۶ ± ۲۵/۰۳	۲۷	۲۹



شکل ۲- نمودار میانگین دفع جمع‌ی اکتیویته ادراری سدیم یداید-۱۳۱ در زمانهای مختلف

تجویز ید رادیو اکتیو می باشد. دزهای درمانی ید-۱۳۱ معمولاً در دامنه ۲۰۰-۴ mCi قرار دارند. دزهای بالا برای ریشه کن کردن بقایای تیروئید بعد از جراحی یا درمان متاستازها در بیماران مبتلا به کارسینوم تیروئید بکار می روند. احتیاطهایی باید صورت گیرد تا پرتوهدی تابش از شخص تحت درمان به اعضای جامعه و کارکنان که در تماس نزدیک با بیمار هستند کاسته شود. احتیاطها در بین کشورهای مختلف متفاوت است اما همه بر اساس احتیاس ید در بدن یا تندی دز تابش وضع شده اند. درمان با ید-۱۳۱ در خانه هم می تواند صورت گیرد اما اغلب بیماران که دزهای بالایی از ید را دریافت می کنند در بیمارستان برای یک دوره زمانی خاص جهت حفاظت اعضای خانواده و مردم قرنطینه می شوند. منابع پرتوهدی عبارتند از تابش نشر شده از بیمار و دفع رادیو اکتیو از طریق بازدم، تعریق، ادرار و بزاق. به غیر از دفع ادراری، دفع رادیواکتیو از سایر راههای دیگر در مقایسه با تابش نشر شده از بیمار ناچیز میباشد. پرتوهدی مستقیم مردم و کارکنان یک مشکل مهم است. ICRP 1990 دز مجاز سالیانه را برای یک عضو جامعه از 5mSv به 1mSv کاهش داده است. دزی که یک فرد از بیمار دریافت می کند به توزیع ید، سرعت کلیرانس ید و زمان گذرانده شده در نزدیکی شخص بستگی دارد (۱۰).

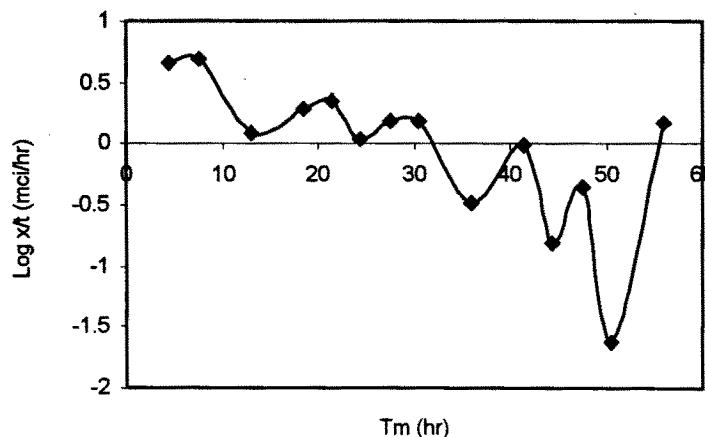
در مقابل زمان ( $t_m$ ) برای هر بیمار رسم شد.  
 $\Delta x = x_2 - x_1$     $\Delta t = t_2 - t_1$     $t_m = (t_1 + t_2) / 2$   
 $x_2$  عبارت است از اکتیویته تجمعی دفع شده در زمان  $t_2$  و  $x_1$  عبارت است از اکتیویته تجمعی دفع شده در زمان  $t_1$

شکل ۳ نمودار میانگین  $\text{Log} \Delta x / \Delta t$  در مقابل زمان را در ۲۹ بیمار نشان می دهد.

سدیم یداید-۱۳۱ غیر از ادرار از راههای دیگر مثل بزاق، مدفوع، عرق و شیر دفع می شود و در ضمن از نظر فیزیکی هم واپاشیده می شود. بنابراین اگر در زمان ترخیص مقدار اکتیویته دفع شده از طریق ادرار با مقدار اکتیویته باقیمانده در بدن بیمار جمع شده و حاصل از اکتیویته تجویزی (دز اولیه) کم شود عددی (اکتیویته) حاصل می شود که نمایانگر واپاشی فیزیکی رادیودارو و دفع آن از راههای بیولوژیکی غیر از ادرار تا زمان ترخیص میباشد که ما در اینجا از آن به عنوان اکتیویته متفرقه (واپاشی فیزیکی + دفع از راههای بیولوژیکی غیر از ادرار) نام برده ایم. به طور میانگین ۶۰/۳۳ ساعت پس از تجویز سدیم یداید-۱۳۱ مقدار ۷۰/۷۲٪ اکتیویته تجویزی از طریق ادرار دفع می شود و به طور میانگین ۶۶/۷۹ ساعت بعد از تجویز سدیم یداید-۱۳۱ مقدار ۳/۶۹٪ اکتیویته تجویزی در بدن بیمار به جای مانده و ۲۷/۷۸٪ از دز تجویزی، اکتیویته متفرقه میباشد.

### بحث و نتیجه گیری

مهمترین خطر تابش در پزشکی هسته ای ناشی از



شکل ۳- نمودار میانگین سرعت دفع اکتیویته ادراری سدیم یداید-۱۳۱ در مقابل زمان

دفع سدیم یداید-۱۳۱ از بدن نسبت به فردی که متاستاز ندارد دیرتر صورت می‌گیرد. مقدار ید باقیمانده در بدن بیمار ناشی از عواملی مثل وجود یا عدم وجود غده تیروئید، هیدراسیون و عملکرد کلیه می‌باشد (۶).

در این تحقیق میانگین دز تابشی در واحد اکتیویته تجویز شده در روز سوم در فواصل ۵۰ و ۱۰۰ سانتی متری از بیمار به ترتیب برابر ۰.۱ و  $0.04 \mu\text{Sv/hr/mCi}$  بوده که از نتایج حاصل از مطالعه Barrington و همکاران در سال ۱۹۹۶ در انگلستان (۱۰) در هر دو گروه A و FU کمتر می‌باشد.

تندی دز در روز سوم به شدت کاهش یافت (شکل ۱ و جدول ۲) به طوری که در بعضی از بیماران تندی دز لحظه‌ای در فاصله ۳ متری از حد حساسیت دستگاه کمتر بوده و قابل اندازه‌گیری نبود. نتایج حاصل با گزارشات Barrington و همکاران تطابق دارد (۱۰). کاهش سریع تندی دز تابشی با گذشت زمان ناشی از حذف بیولوژیکی سریع رادیودارو از طریق ادرار می‌باشد. تندی دز تابشی بدست آمده در فاصله ۵۰ سانتی متری از بیماران دریافت‌کننده سدیم یداید-۱۳۱ در این تحقیق با فاکتور متوسط  $0.72 \pm 0.04$  در فاصله ۱ متری و  $0.16 \pm 0.04$  در فاصله ۳ متری کاهش پیدا کرد. فاکتور نامبرده نشان‌دهنده سرعت کاهش تندی دز تابشی با فاصله از بیمار می‌باشد. هر چقدر فاکتور کوچکتر باشد سرعت کاهش تندی دز تابشی با افزایش فاصله بیشتر می‌شود. فاکتور فوق در مورد رادیوداروهایی که در یک ارگان خاص تجمع می‌یابند کوچکتر از رادیوداروهایی است که در بیشتر اعضای بدن توزیع پیدا می‌کنند. به عبارت دیگر تندی دز رادیوداروها ئی که در یک ارگان خاص تجمع می‌یابند نسبت به آنهایی که در سراسر بدن توزیع پیدا می‌کنند، با سرعت بیشتری با افزایش فاصله کاهش می‌یابد (۱۱). فاکتور بدست آمده در این تحقیق از مقداری که مانفورد و همکاران (۱۱) بدست آورده‌اند (برای رادیو داروهای حاصل از  $^{99m}\text{Tc}$  و  $^{111}\text{In}$  که در یک ارگان خاص تجمع می‌یابند و برای رادیو داروی  $^{99m}\text{Tc}$ -bone که در سراسر بدن توزیع می‌یابد)، بزرگتر بدست آمده است که ناشی از توزیع ید در سراسر بدن می‌باشد. ید-۱۳۱ از رادیو نوکلیدهایی است که در عضو خاص تیروئید تجمع می‌یابد ولی در

در این مطالعه تندی دز لحظه‌ای تابش ۲۹ بیمار مبتلا به کارسینوم تیروئید که جهت درمان ید-۱۳۱ دریافت کرده‌اند در فاصله ۳۰۰ سانتیمتری بلافاصله بعد از تجویز سدیم یداید-۱۳۱ و در فواصل ۵۰، ۱۰۰ و ۳۰۰ سانتیمتری در روز سوم قبل از ترک موسسه پزشکی هسته‌ای اندازه‌گرفته شده است. همه ۲۹ بیمار مبتلا به کارسینوم تیروئید بوده که غده تیروئید آنها با عمل جراحی خارج شده است و برای از بین بردن بقایای تیروئید یا متاستاز، برای اولین بار سدیم یداید-۱۳۱ به آنها تجویز شده است. دز بکار برده شده در هر فرد بر اساس نوع جراحی و میزان بیماری تعیین می‌شود.

در جدول ۲ بیشترین، کمترین و میانگین تندی دز تابشی در فواصل مختلف از بیماران آمده است. همانطور که از داده‌ها مشخص است تندی پرتودهی تابشی بیماران مختلف تفاوت زیادی با هم داشت، تندی دز تابشی ۶ نفر از بیماران خیلی بیشتر از بقیه بود که باعث افزایش انحراف معیار و تغییرات بین فردی بزرگ شده است. میزان اکتیویته باقیمانده در بدن داوطلبین فوق هم در زمان ترخیص بیشتر از بقیه بود. در اسکن یک نفر از ۶ نفر فوق متاستاز دیده شد، اما در بقیه فقط بقایای تیروئید به چشم می‌خورد. بقایای تیروئید یک نفر از ۶ نفر Sizeable بود و جالب اینکه در سایر بیماران با متاستاز، تندی دز معمول بود. Barrington و همکاران در مطالعه‌ای که بر روی تندی دز بیماران مبتلا به کارسینوم تیروئید دریافت‌کننده سدیم یداید-۱۳۱ انجام دادند نیز مشاهده نمودند که در بیمارانی که تیروئید به طور کامل برداشته نشده است، بقایای تیروئید Sizeable بوده و یا دارای متاستاز است تندی دز نسبت به بقیه بالاتر می‌باشد ولی در بعضی بیماران با وجود متاستاز هم تندی دز معمول بود (۱۰). اگر چه توضیح روشنی برای این پدیده وجود ندارد اما عواملی که در میزان دز تابشی تاثیر گذاشته و از یک بیمار به بیمار دیگر نیز متغیرند در این امر می‌توانند دخیل باشند. عوامل فوق عبارتند از: ۱- سیستم گوارشی (جذب و دفع) ۲- هورمونهای نشاندار شده منتشر تیروئید و جذب آنها در کبد ۳- کلیه‌ها ۴- خطاهای انسانی در تعیین و تجویز مقادیر درمانی ید-۱۳۱ ۵- وجود متاستاز (اسکن تمام بدن). به نظر می‌رسد بافت‌های متاستاتیک ید را در خود نگه می‌دارند و



کوچک می باشد. دز کل در یک فاصله زمانی مشخص از رابطه (دز کل = تندی دز متوسط × زمان پرتوگیری) و تندی دز متوسط از رابطه (تندی دز متوسط = تندی دز لحظه ای × فاکتور) حاصل می شود. فاکتور بر اساس نوع رادیونوکلید و زمان تغییر می کند. فاکتور فوق برای سدیم یداید-۱۳۱ در فاصله زمانی ۸ ساعت با نیمه عمر فیزیکی ۸ ساعت برابر ۰/۹۸۵ می باشد. در محاسبات دز کل حاصل از رادیودارو هائیکه نیمه عمر فیزیکی کوتاه دارند حتما باید از تندی دز متوسط استفاده کرد. مانفورد و همکاران (۱۱) فاکتور را در یک روز کاری ۸ ساعته برای  $^{123}\text{I}$ ،  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ،  $^{111}\text{In}$  و  $^{201}\text{Tl}$  به ترتیب برابر ۰/۶۵، ۰/۸۲، ۰/۹۶ و ۰/۹۶ محاسبه کرده اند. در محاسبه فاکتور فقط واپاشی فیزیکی رادیو نوکلید منظور شده است در حالی که رادیو دارو در بدن علاوه بر واپاشی فیزیکی از سیستم های بیولوژیکی مثل ادرار، عرق، مدفوع، شیر و غیره دفع می شود. یعنی در محاسبات باید نیمه عمر موثر رادیودارو منظور شود. نیمه عمر موثر از نیمه عمر فیزیکی و بیولوژیکی رادیو دارو کوچکتر می باشد. تعیین نیمه عمر بیولوژیکی مشکل بوده و مقدار آن در سیستم های بیولوژیکی مختلف متفاوت می باشد، لذا در محاسبه فاکتور فقط واپاشی فیزیکی منظور شده است و به این ترتیب دز کل در بدترین حالت محاسبه می شود. فاکتور فوق نمایانگر سرعت کاهش تندی دز با زمان می باشد. هر چه نیمه عمر فیزیکی طولانی تر باشد فاکتور فوق بزرگتر بوده و هر چه فاکتور بزرگتر باشد سرعت کاهش تندی دز با گذشت زمان آهسته تر می باشد. پرتوگیری و میزان دز دریافتی اعضای خانواده بیمار ید درمانی شده به عوامل مختلفی از جمله شرایط حفاظتی و میزان رعایت آنها و مقدار اکتیویته دریافتی بیمار بستگی دارد. افراد خانواده بیماران که مدت بیشتری را در منزل و کنار بیمار می گذرانند بیشتر در معرض پرتوگیری قرار دارند (۱۲). شکل ۱ نشان می دهد که مدت زمان بستری بیماران در بیمارستان تا چه اندازه در مقدار دز دریافتی اعضای خانواده تاثیر دارد. و اگر مقررات حفاظتی (فاصله و زمان) به خوبی رعایت شود هیچ زیانی به اعضای خانواده نمی رسد. در این تحقیق فقط تندی دز در دو روز اندازه گرفته شده است زیرا اغلب بیماران ساکن شهرستان بوده و امکان حضور آنها در روزهای بعد در موسسه

این بیماران غده تیروئید با عمل جراحی خارج شده بود و بنابراین ید در بقیه بدن توزیع شده است. دزی که کارکنان، اعضای خانواده و جامعه از میزان اکتیویته باقیمانده بدن بیمار دریافت می کنند بستگی به میزان فعالیت بیمار، طول و مدت تماس با بیماران دارد. در هفته ۱۶ بیمار در این موسسه بستری و تحت درمان قرار می گیرند و اگر فرض شود که تندی دز لحظه ای هر ۱۶ بیمار در روز ترخیص توسط یک پرستار اندازه گیری میشود بنابراین دز کل دریافتی پرستار در یک هفته معادل  $1.6\mu\text{Sv}$  میباشد که اگر به همین منوال ادامه دهد دز کل که در یک سال دریافت می کند برابر  $80\mu\text{Sv}$  بوده که از یک میلی سیورت حد مجاز که توسط ICRP پیشنهاد شده است تجاوز نمی کند، اما اینکه دز کل سالیانه این شخص پس از این پرتوگیری از حدود پیشنهادی تجاوز می کند یا نه بستگی به سابقه پرتوگیری او دارد. باید توجه داشت که پرتوگیری کارکنان مراکز پزشکی هسته ای فقط منحصر به بیماران پرتوزا نبوده و سایر منابع پرتو دهی مثل ویال یا سرنگ محتوی دارو در موقع سنجش اکتیویته تجویزی و حمل رادیودارو را باید مد نظر داشت که باعث افزایش پرتوگیری کارکنان می شود و اگر بیمار بستری که در قرنطینه بسر می برد نیاز به کمک داشته باشد تماس نزدیک او با کارکنان افزایش پرتوگیری کارکنان را بدنبال خواهد داشت. اگر بعد از ترخیص بیمار از بیمارستان، افراد خانواده روزانه به مدت ۸ ساعت در فاصله ۵۰ سانتیمتری در تماس با بیمار باشند، بیشترین دز کل دریافتی در یک روز  $370\mu\text{Sv}$  خواهد بود که از دز مجاز  $1\text{mSv/year or } 27\mu\text{Sv/day}$  بیشتر می باشد. اما اگر افراد در فاصله یک متری و حداکثر روزی یک ساعت در تماس با بیمار باشند دز دریافتی به  $25\mu\text{Sv}$  خواهد رسید که از حد مجاز کمتر است. و در صورتی که فاصله را افزایش دهند می توانند زمان بیشتری را در تماس با بیمار بگذرانند. با توجه به واپاشی دائم فیزیکی ید-۱۳۱ و دفع بیولوژیکی آن از بدن میزان تابش از بدن بیمار رو به کاهش می باشد. و پس از ۶ نیمه عمر موثر رادیودارو از بین رفته و خطری وجود نخواهد داشت. ICRP نیمه عمر موثر ید-۱۳۱ را در کل بدن ۷/۶ روز تعیین کرده است. کاهش تندی دز سدیم یداید-۱۳۱ ناشی از واپاشی فیزیکی در یک روز کاری ۸ ساعته

توصیه می شود حد 30mCi که فعلا جهت بستری کردن بیماران دریافت کننده سدیم یداید-۱۳۱ در ایران رعایت می شود کاهش داده شده و به 10mCi برسد و حتما اکتیویته باقیمانده بدن بیماران در زمان ترخیص محاسبه شود و در صورتی که زیر 10mCi بود بیماران ترخیص شوند. در ضمن حد تندی دز تابشی در فاصله یک متری از 50μSv/hr به 20μSv/hr بر اساس ICRP-60 کاهش یابد. به این ترتیب گامی مهم در جهت کاهش پرتوگیری مردم و اعضای خانواده بر داشته میشود.

بیماران مبتلا به هیپرتیروئیدی معمولا بین 2-30mCi ید-۱۳۱ دریافت می کنند و پس از دریافت سدیم یداید-۱۳۱ به خانه بر می گردند و تنها توصیه‌هایی در رابطه با ید باقیمانده در بدن و حفاظت افراد خانواده و مردم به آنها داده می شود. به علت عدم آگاهی بیمار و اعضای خانواده از خطرات ناشی از تابش های یونیزان معمولا توصیه های فوق جدی تلقی نشده و بیماران فوق به جای محدود بودن در خانه با وسایل عمومی رفت و آمد کرده، در مکانهای عمومی ظاهر شده و در تماس نزدیک با افراد خانواده خود به سر می برند و باعث افزایش پرتوگیری مردم و اعضای خانواده خود شده که بعضا امکان دارد از حد مجاز توصیه شده توسط سازمان های بین المللی بیشتر شود که در مورد خانمهای حامله و بچه ها خطرناک است. رفت و آمد فرد تحت درمان با ید-۱۳۱ باید حساب شده باشد. از آنجایی که غالب این بیماران قادر به رانندگی نمی باشند بهتر است به منظور کاهش پرتودهی مردم و افراد خانواده از وسیله رفت و آمد شخصی استفاده شود. هر چه وسیله رفت و آمد بزرگتر باشد بهتر است مگر اینکه مدت زمان مسافرت کوتاه باشد. مثلا راننده ای که بیمار دریافت کننده سدیم یداید-۱۳۱ با تندی دز لحظه ای 47μSv/hr در فاصله ۵۰ سانتی متری را جابجا می کند در یک اتومبیل با اندازه متوسط با فاصله تخمینی ۵۰ سانتیمتر از بیمار به مدت ۲ ساعت در مسافرت درون شهری دز تقریبی 100μSv دریافت خواهد کرد که اگر بیمار ساکن شهرستان باشد در فاصله زمانی ۶ ساعت دز دریافتی به 300μSv خواهد رسید. اگر بیمار از وسیله رفت و آمد عمومی استفاده کند امکان اینکه فاصله بیمار از سایر مسافران ۵۰ سانتیمتر یا بیشتر باشد وجود

برای اندازه گیری تندی دز فراهم نبود بنابراین امکان محاسبه ثابت سرعت واپاشی تندی دز و نیمه عمر واپاشی تندی دز وجود ندارد. اما از آنجائی که مصرف سدیم یداید-۱۳۱ در ایران به علت بیماریهای تیروئید (کارسینوم و پرکاری) بالا می باشد ضروری است که با انتخاب داوطلبان ساکن تهران اندازه گیری تندی دز در بیماران در روز های مختلف پس از تجویز سدیم یداید-۱۳۱ صورت گیرد و ثابت واپاشی تندی دز، محاسبه شده و بر اساس آن محدودیت زمانی بیماران در تماس با افراد خانواده و اعضای جامعه تعیین شده و با قرار دادن آن در اختیار بیمار و خانواده از پرتوگیری ناخواسته جلوگیری شود.

دز باقیمانده در بدن بسته به فعالیت بافت باقیمانده تیروئید و سرعت دفع کلیوی و روده ای دارد. با اندازه گیری تندی دز لحظه ای تابش در فاصله ۳۰۰ سانتیمتری از بیمار در روز اول و سوم بعد از تجویز سدیم یداید-۱۳۱ مقدار اکتیویته باقیمانده در بدن بیماران اندازه گیری شد (۹). میانگین اکتیویته باقیمانده در بدن ۴/۷۶ میلی کوری با بیشترین مقدار ۲۲/۵ و کمترین صفر میلی کوری بود که باعث ایجاد SD بزرگ شد. برابر توصیه جهانی ICRP 1983 بیمار در صورتی اجازه دارد بیمارستان را ترک نماید که مقدار رادیو داروی باقیمانده در بدن وی در زمان ترخیص زیر ۸ میلی کوری باشد. البته این حد، یک توصیه از سوی سازمان دیصلاح جهانی است، در حالی که بسیاری از کشورهای پیشرفته دنیا در مقادیر زیر این حد توصیه شده عمل می کنند (۱۱). در ایران ظاهرا حد توصیه شده 30mCi می باشد و اکتیویته باقیمانده در بدن بیمار در زمان ترخیص محاسبه نمی شود و فقط به اندازه گیری تندی دز لحظه ای تابش در فاصله یک متری اکتفا میشود. داده های حاصل تحقیق نشان داد که میزان اکتیویته باقیمانده در بدن ۲ نفر از ۲۹ بیمار معادل 22.5mCi، یک نفر 16.6mCi و یک نفر 13.3mCi بود. تندی دز لحظه ای تابش این بیماران هم بالاتر از بقیه بود که در هر دو مورد باعث ایجاد SD های بزرگ شد. اگر داده های افراد فوق را از محاسبات حذف کنیم میانگین اکتیویته باقیمانده در زمان ترخیص ۲/۲۵ ± ۲/۵۳ میلی کوری و میانگین تندی دز لحظه ای تابش در فاصله یک متری ۲/۷۲ ± ۳/۴۲ میکروسیورت بر ساعت خواهد بود. بنابر این

ندارد و در ضمن ممکن است خانم حامله یا بچه‌ها هم در نزدیکی بیمار قرار داشته باشند. بنابر این اکیدا توصیه می‌شود که بچه‌ها حتی برای مسافت کوتاه هم در نزدیکی این بیماران نباشند زیرا محدوده دز برای بچه‌ها یک دهم بزرگسالان می‌باشد از آنجائی که تندی دز تابشی بیماران مبتلا به پرکاری تیروئید با سرعت کمتر از بیماران مبتلا به کارسینوم تیروئید کاهش می‌یابد، به منظور کاهش پرتوگیری مردم و اعضای خانواده بیمار ید درمانی شده، توصیه می‌شود بیمارانی که بیش از 10mCi سدیم یداید-۱۳۱ دریافت می‌کنند بستری شوند و هرگاه میزان اکتیویته باقیمانده بدن به کمتر از 10mCi رسید ترخیص شوند.

دز تابشی که از بیمار دریافت کننده سدیم یداید-۱۳۱ به افراد دیگر می‌رسد خطر کمی در ایجاد سرطان دارد. سرطان تیروئید در نتیجه پرتودهی تابش یک خطر مهم برای نوزادان متولد نشده، بچه‌ها و اشخاص زیر ۲۰ سال می‌باشد. با توجه به حد دز 1mSv و 5mSv خطر سرطان جنین برای عموم جامعه برابر ۰۰۵٪ و ۰/۰۲۵٪ به ترتیب می‌باشد. بچه‌ها نسبت به سرطان تیروئید حساس تر هستند و برای دز موثر 1mSv احتمال ۰/۰۱۵٪ می‌باشد (۶).

هر دارویی پس از اعمال اثر در بدن باید به طریقی از بدن دفع شود. یکی از مهمترین راه‌های حذف داروها و از جمله رادیوداروها، دفع از طریق ادرار می‌باشد. ادرار بیماران دریافت کننده رادیودارو می‌تواند یکی از منابع پرتودهی برای کارکنان بخش پزشکی هسته‌ای، بیمارستان، بستگان بیمار و سایر افراد باشد. اطلاع از مقدار اکتیویته دفع شده از طریق ادرار جهت حفاظت ضروری است. در این مطالعه میزان اکتیویته دفع شده در ادرار ۲۹ بیمار مبتلا به کارسینوم تیروئید در زمانهای مختلف اندازه‌گیری شده است. نمودار میانگین تجمعی اکتیویته دفع شده در مقابل زمان (شکل ۲) و نمودار تجمعی اکتیویته در هر کدام از داوطلبان جداگانه رسم شد. با توجه به نتایج مشخص است که الگوهای دفع ادراری در داوطلبان تقریبا مشابه هم بوده ولی به دلیل اختلافات بین فردی داوطلبان (intersubject) و تفاوت در میزان حجم ادرار دفع شده، میزان تجمعی سدیم یداید-۱۳۱ دفع شده در ادرار در زمانهای مختلف در داوطلبان یکسان نمی‌باشد. زمان دفع ادرار، حجم ادرار دفع شده، دز تجویز

شده در بیماران مختلف یکسان نمی‌باشد و مقایسه مقادیر بدست آمده از بیماران مختلف مشکل می‌باشد. نمودار لگاریتم سرعت دفع ادراری اکتیویته سدیم یداید-۱۳۱ در مقابل زمان ( $t_m$ ) در بیماران رسم شد (شکل ۳). منحنی رسم شده در همه بیماران دارای پیکهای متعدد میباشد که امکان محاسبه ثابت سرعت موثر دفع ادراری سدیم یداید-۱۳۱ از داده‌های ادراری میسر نبود. منحنی از تعداد زیادی پیک تشکیل شده است که نشاندهنده افزایش و کاهش غلظت رادیودارو در خون می‌باشد. دلایل مختلفی باعث ایجاد پیک‌های متعدد در نمودار میشوند که به نظر میرسد مهمترین عبارتند از:

۱- احتباس ید در بقایای تیروئید، غدد بزاقی، متاستازها و مخاط معده و توزیع مجدد آن. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که ید در بقایای تیروئید، غدد بزاقی، متاستازها و مخاط معده تجمع می‌یابد. ید باند نشده در خون به سرعت از طریق کلیه‌ها دفع می‌شود و یدی که در سایر نقاط بدن احتباس یافته است در زمانهای مختلف وارد خون می‌شود تا از طریق ادرار دفع شود. در واقع کاهش غلظت رادیودارو در خون عامل تحریکی برای آزادسازی رادیودارو از محل احتباس میباشد که باعث ایجاد پیک‌های متعدد در نمودار شده است. Kramer و همکاران در مطالعه‌ای که برای تعیین نیمه عمر بیولوژیکی ید در اشخاص سالم و فاقد غده تیروئید در سال ۱۹۹۹ در کانادا انجام دادند بیان کرده‌اند که چرخه ید در بدن از یک مدل دو بخشی پیروی می‌کند و بر طبق این مدل از اشخاص فاقد تیروئید انتظار میرود که ید را فوراً دفع کنند یا برای یک زمان خیلی کوتاه آن را نگه دارند. احتباس کوتاه مدت ید مربوط به غدد بزاقی میباشد اما مکانیسم احتباس طولانی مدت ناشناخته می‌باشد. بر طبق ICRP نیمه عمر بیولوژیکی ید در خون ۶ ساعت می‌باشد. Nishizawa و همکاران در سال ۱۹۸۵ نیمه عمر بیولوژیکی ید را در غدد بزاقی حدود ۱۰ ساعت تعیین کردند (۱۳).

۲- چرخه کبدی-روده ای هورمونهای نشاندار با ید-۱۳۱، برای از بین بردن بقایای تیروئید و متاستاز، سدیم یداید-۱۳۱ به بیماران تجویز می‌شود. ید توسط بقایای تیروئید آپتیک شده و در آنجا اکسیده شده و در ساخت هورمونهای تیروئید بکار میرود. هورمونهای

تجویزی از طریق ادرار دفع و وارد سیستم فاضلاب می‌شود. بنابراین توصیه می‌شود که آلودگی سیستم‌های فاضلاب در موسساتی که بیماران دریافت کننده سدیم یداید-۱۳۱ بستری می‌شوند مورد بررسی قرار گیرد.

مطالعات زیادی نشان داده اند که به استثنای تماس با ادرار بیمار، خطر آلودگی با ید-۱۳۱ معمولاً کم است اما نمیتوان از آن صرف‌نظر کرد. معمولاً در مورد افراد بزرگسال خانواده دز داخلی ناشی از آلودگی کمتر از ۱۰٪ دز خارجی می‌باشد. ید از طریق بازدم، بزاق، عرق، ادرار یا شیر دفع شده و افراد خانواده و مراقبین در معرض ید قرار می‌گیرند (۶).

### نتیجه‌گیری نهایی

از آنجائی که تماس کارکنان موسسه تحقیقات پزشکی هسته‌ای با بیماران دریافت کننده سدیم یداید-۱۳۱ بستری در موسسه، محدود به روز سوم و زمان ترخیص می‌باشد، میزان دز دریافتی کارکنان از حد پیشنهادی ICRP تجاوز نمی‌کند. اما تماس افراد خانواده و اعضای جامعه با بیمار بعد از ترخیص بیشتر بوده و اگر رعایت فاصله و زمان نشود دز دریافتی از حد پیشنهادی بیشتر خواهد بود. لذا با توجه به عدم آگاهی مردم از خطر تابش‌های یونیزان، توصیه می‌شود جهت جلوگیری از پرتوگیری ناخواسته مردم و افراد خانواده حد توصیه شده اکتیویته باقیمانده در بدن بیمار جهت ترخیص از 30mCi به 10mCi و میزان تندی دز لحظه‌ای تابش در فاصله یک متری از بیمار از 50µSv/hr به 20µSv/hr کاهش یابد.

### تشکر و قدردانی

از زحمات کارکنان موسسه تحقیقات پزشکی هسته‌ای دانشگاه علوم پزشکی تهران، سرکار خانم جواهر عبدالله زاده و خانم شهناز احمدی و بیماران عزیز که با همراهی خود انجام این تحقیق را میسر نمودند تشکر و قدردانی می‌نمائیم.

نشاندن در خون آزاد شده و توسط کبد و عضلات متابولیزه می‌گردند و ید آزاد می‌شود. مقداری از هورمون‌ها هم در کبد کونژوگه شده و از صفرا به لومن روده دفع می‌شود (۲ و ۶) که از طریق مخاط روده وارد خون می‌شود که باعث افزایش غلظت ید در خون و دفع ادراری آن می‌گردد.

میزان دفع ادراری سدیم یداید-۱۳۱ در روز اول، دوم و سوم بعد از تجویز رادیودارو به طور میانگین ۵۳/۲٪ (با بیشترین مقدار ۷۹/۶۴٪)، ۱۵/۲۱٪ (با بیشترین مقدار ۲۸/۰۱٪) و ۴/۱۱٪ (با بیشترین مقدار ۸۸/۱۴٪) اکتیویته تجویزی میباشد که با نتایج حاصل از مطالعه Barrington و همکاران تطابق دارد (۱۰). همانطور که مشاهده می‌شود میزان قابل ملاحظه‌ای از اکتیویته تجویز شده در ۲۴ ساعت اول بعد از تجویز رادیودارو در ادرار دفع می‌شود بنابراین جهت افزایش دفع سدیم یداید-۱۳۱ و کاهش دز دریافتی بیمار و سایر افراد که در تماس با بیمار می‌باشند، باید با دادن مایعات بیمار را تشویق به افزایش تکرر ادرار نمود.

در ۲۴ ساعت اول درمان با ید رادیواکتیو مقدار زیادی از دز تجویزی از بدن بیمار دفع می‌شود. اغلب دفع از طریق ادرار صورت گرفته و مقادیر قابل اندازه‌گیری هم در عرق ترشح می‌شود. اما مقدار قابل ملاحظه‌ای هم از طریق دفع بزاقی و ترشح وارد دستگاه معده روده شده و مقداری از طریق مدفوع دفع میشود. در روز دوم و سوم مقادیر قابل ملاحظه‌ای از ید در کولون بزرگ دیده می‌شود. بنابراین مصرف ملین در روز دوم و یا شب سوم باعث حذف سریعتر ید و کاهش دز جذبی ارگانهای آبدومینال، thoracolumbosacral spine, pelvis میشود (۱۵).

کاهش نسبتاً سریع اکتیویته، ناشی از حذف بیولوژیکی ید-۱۳۱ از بدن می‌باشد. در نتیجه حذف مقادیر قابل ملاحظه‌ای از ید-۱۳۱ از بدن بیمار به سیستم‌های فاضلاب تخلیه می‌شود. در مدت زمان بستری که حدود ۶۷ ساعت می‌باشد به طور میانگین ۷۰٪ دز

### منابع

- 1) US Environmental Protection Agency, Radiation Information [www.epa.gov/radiation/radionuclides/iodin.htm](http://www.epa.gov/radiation/radionuclides/iodin.htm)
- 2) NDA 21-305, Kit for the preparation of sodium Iodide-131 capsules and solution USP Therapeutic-Oral.

- 3) Saha, G. B. Fundamentals of Nuclear Pharmacy. Forth edition, Chapter 13, Springer-Verlag, New York, USA. 1998; PP: 248.
- 4) Chilton, H. M., Witcofski, R. L. Nuclear Pharmacy: An introduction to the clinical applications of radiopharmaceuticals, Chapter 8, Lea & Febiger, PA, USA. 1986; PP: 66.
- 5) Chilton, H. M., Witcofski, R. L. Nuclear pharmacy: An introduction to the clinical applications of radiopharmaceuticals, Chapter 11, Lea & Febiger, PA, USA. 1986; PP:90-96.
- 6) ICRP Task Group 42,
- 7) Saha, G. B. Fundamentals of Nuclear Pharmacy. Forth edition, Chapter 14, Springer-Verlag, New York, USA. 1998; PP: 320-323.
- 8) Chilton, H. M., Witcofski, R. L. Nuclear Pharmacy: An introduction to the clinical applications of radiopharmaceuticals, Chapter 17, Lea & Febiger, PA, USA. 1986; PP: 146-149.
- ۹) هال، اریک. رادیولوژی برای رادیولوژیست‌ها. ترجمه حسین مزارانی، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران، صفحات ۵۴۵-۵۴۸، چاپ اول، ۱۳۶۹.
- 10) Barrington, S.F., Kettle, A.G., O'Doherty, M.J., Wells, C.P., Somer, E.J.R., Coakley, A.J. Radiation dose rates from patients receiving iodine-131 therapy for carcinoma of the thyroid. Eur J Nucl Med 1996; 23(2): 123-130.
- 11) Mountford, P.J., O'Doherty, M.J., Forge, N.I., Jeferies, A., Coakley, A. J. radiation dose rates from adult patients undergoing nuclear medicine investigations. Nucl Med Comm 1991; 12: 767-777.
- ۱۲) سرکار سعید، دهقانپور مهسا، ساغری محسن، غیائی نژاد مهدی. بررسی تاثیر پارامترهای مختلف بر میزان دز دریافتی توسط افراد خانواده بیمار بد درمانی شده. مجله پزشکی هسته‌ای ایران. زمستان ۱۳۷۹ و بهار ۱۳۸۰. شماره های ۱۴ و ۱۵. صفحات ۴۵-۵۴.
- 13) [www.lanl.gov/BAER-Conference/BAERCon-46p027.htm](http://www.lanl.gov/BAER-Conference/BAERCon-46p027.htm)  
(Biological half life of Iodine in normal and athyroidic persons)
- ۱۴) محمدی هوشنگ، ساغری محسن. مطالعه تحقیقی برای تعیین زمان مناسب ترخیص بیماران مبتلا به سرطان تیروئید که با ماده پرتوزای ید-۱۳۱ تحت درمان قرار گرفته اند. مجله پزشکی هسته‌ای ایران، سال یکم، شماره یکم، تابستان ۱۳۷۲، صفحات ۲۲-۱۶.
- 15) Parthasarathy KL, Crawford ES. Treatment of thyroid carcinoma: Emphasis on high-dose I-131 outpatient therapy. J Nucl Med Technol 2002; 30: 165-171.