نشریه علمی سازمان انرژی اتمی ایران
شماره ۱۸، صفحات ۳۸ - ۳۱، ۱۳۷۸

دُزیمتری استاندارد در مراکز پرتودرمانی ایران

محمد گوامی، مصطفی غفوری
مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای کرج، سازمان انرژی اتمی ایران

چکیده

آزمایشگاههای دُزیمتری استاندارد ثانویه[1] به عنوان مراجع ملی، به منظور اندازه گیری دقیق پرتوهای ایکس و گاما در دو سطح پرتودرمانی و حفاظت پرتوکاران تأسیس شده‌اند. در این مقاله، ابتدا به معرّفی آزمایشگاه دُزیمتری استاندارد ایران پرداخته شده، سپس مبانی نظری دُزیمتری پرتودرمانی خارجی[2]، نتایج حاصل از اندازه گیری پرتوهای گسیل شده از دستگاههای پرتودرمانی کشور و نتایج بررسیهای کنترل کیفی به توسّط این آزمایشگاه در مراکز پرتودرمانی مورد بحث قرار گرفته است.

۱- مقدمه

اثرهای جانبی پرتوهای یونساز بر بدن انسان، ضمن کاربرد روزافزون این پرتوها در پزشکی، صنعت، کشاورزی و تحقیقات، مورد توجّه قرار گرفته‌اند. بدیهی است برای کنترل حفاظتی این پرتوها، لازم است مقدار دقیق دُز دریافتی از آنها مشخّص شود.

در طول دههٔ ۷۰ میلادی فکر ایجاد مراکزی که بتواند به عنوان مراجع بین‌المللی، در سنجش مقدار اشعه و وسایل اندازه گیری آن، مورد استفاده قرار گیرند به توسط آژانس بین‌المللی انرژی اتمی و سازمان بهداشت جهانی مشترکاً تعقیب شد تا اینکه چنین مراکزی به عنوان مراجع اندازه گیریهای سنجش پرتو تشکیل یافتند. این مراکز یکاها و کمیّتهای مطلق فیزیکی را مستقیماً از مؤسّسه بین‌المللی اوزان و مقادیر BIPM[3] اخذ و براساس آنها اندازه گیریهای دقیق مقدار پرتوها را انجام می‌دادند. این‌گونه مراکز به نام آزمایشگاههای استاندارد اوّلیه نامیده شدند. چون تعداد این مراکز محدود بود و اجباراً دستگاههای اندازه گیری غیرقابل حمل بکار می‌بردند، مراکز فرعی دیگری نیز احداث شدند که می‌بایست با مراکز اوّلیه در ارتباط باشند و دستگاههای اندازه گیریشان، از نظر مرجع بودن، در آن‌ها سنجه‌بندی شوند. این‌گونه آزمایشگاهها به نام «آزمایشگاههای دُزیمتری استاندارد ثانویه» (SSDL) نامیده شدند و کار عملی دُزیمتری استاندارد را به عهده گرفتند. بدین ترتیب، حوزهٔ استاندارد کردن دُزیمتری پرتوها گسترده‌تر شد و با بکار بردن دستگاههای قابل حمل و نقل مرجعی، کار این مراکز استاندارد ثانویه جنبهٔ عملی پیداکرد. آزمایشگاههای SSDL در سراسر جهان به عنوان پل ارتباطی بین آزمایشگاههای دُزیمتری استاندارد اوّلیه (PSDL)[4] و بکار برندگان پرتوهای

۱- Secondary Standard Dosimetry Laboratory (SSDL)

۲- در پرتودرمانی خارجی (teletherapy) منبع پرتو در خارج از بدن بیمار قرار گرفته و در پرتودرمانی از نزدیک (Brachytherapy) منبع پرتو در تماس با بدن یا در داخل بدن بیمار قرار می‌گیرد.

۳- Bureau International des Poids et Mesures

۴- Primary Standard Dosimetry Laboratory

یونساز عمل می‌نمایند [۷].

آزمایشگاه دُزیمتری استاندارد ثانویه ایران یکی ازشعبه‌های شبکهٔ بین‌المللی SSDLها است. سنجش دقیق پرتوهای ایکس وگاما در آزمایشگاه استاندارد ثانویه در دو سطح حفاظتی و پرتو درمانی انجام می‌گیرد: در سطح حفاظتی به این ترتیب است که مونیتورهای تعیین‌کنندهٔ تابش د رمحیط کار و پرتوگیری کارکنان سنجه‌بندی می‌شوند. در سطح پرتودرمانی، این سنجش برای تعیین تابش خروجی دستگاههای پرتودرمانی مورد استفاده در درمان بیماران سرطانی بکار می‌رود. با توجّه به لزوم دقت و صحت عمل در پرتودهی به میزان لازم به بیماران در سطح پرتودرمانی، از لحاظ وظائف تعیین شده از طرف آژانس بین‌المللی انرژی اتمی وسازمان بهداشت جهانی برای شبکهٔ SSDL، دُزیمتری در این سطح دارای اهمیت اساسی است.

۲- تجهیزات و روشها

الف) تجهیزات پرتودهی

وسایل پرتودهی در سطح پرتودرمانی شامل چشمهٔ کوبالت - ۶۰ (در سیستم Picker - V9) با انرژیهای ۱/۱۷ MeV و ۱/۳۳ MeV و دستگاه مولّد اشعه ایکس (Philips RT-250)از ۷۵ تا ۲۵۰ کیلوولت است. با استفاده از این دستگاههای پرتودهی، میدان پرتو مورد لزوم در انرژی موردنظر برای سنجه‌بندی دُزیمترهای استاندارد در سطح پرتودرمانی تأمین می‌گردد.

ب) فانتومهای[۵] دُزیمتری

این فانتومها برای بدست آوردن اطّلاعات دربارهٔ توزیع دُز اوّلیه در محیط مرجع بکار می‌روند. از آب معمولاً به این دلیل استفاده می‌شود که ویژگیهای جذب و پراکندگی پرتو در آن شبیه به بافت نرم بدن بوده و محیط تابش قابل تجدید و تکرارپذیری می‌باشد که می‌توان آن را به عنوان محیط مرجع و مناسب در اندازه گیریها بکار برد. در شرایط ویژه می‌توان از فانتومهای جامد نیز استفاده کرد. برای اندازه گیری در عمق و میدان مرجع و همچنین برای تعیین مقادیر دُزهای جذبی در عمقهای مختلف، از فانتومهای استاندارد موجود در بخش دُزیمتری استاندارد استفاده شده است. این فانتومها بسته به نوع اتاقک یونش مورد استفاده وکاربردشان، با ابعاد مختلف ساخته شده‌اند.

ج) دُزیمترهای استاندارد

دُزیمترهای استاندارد موجود در بخش دُزیمتری استاندارد سازمان، الکترومترها و اتاقک‌های یونش با حجمهای مختلفی هستند که می‌توان با آنها میدان پرتوهای گاما و ایکس تولید شده در مولّدهای تابش را در نقطه‌ای مشخّص با دقت معیّن اندازه گیری کرد. این دُزیمترها در آزمایشگاههای استاندارد اوّلیه و یا در آزمایشگاه دُزیمتری آژانس بین‌المللی انرژی اتمی سنجه‌بندی شده‌اند و هر چند سال نیز سنجه‌بندی آنها تجدید می‌شود. آزمایشگاه دُزیمتری آژانس بین‌المللی انرژی اتمی نیز هر سال طی یک برنامه دُزیمتری مقایسه‌ای با استفاده از دُزیمترهای TLD، و اتاقکهای یونش، استاندارد اندازه گیری تابش گاما و پرتو ایکس پرانرژی در حدود مگاولتاژ (MV) را در سطح پرتودرمانی به توسّط اعضای شبکهٔ SSDL بررسی و ارزیابی می‌نماید.

۵- فانتوم: جرم نسبتاً بزرگی از محیط مایع یا جامد است که برای شبیه‌سازی ویژگیهای پرتو در بدن انسان (تضعیف، پراکندگی، ...)بکار می‌رود.

د- عوامل مؤثر در دُزیمتری مولّدهای ایکس سطحی[۶] و متوسّط[۷] در پرتودرمانی

عوامل اساسی مؤثّر در تعیین دُز جذبی دستگاههای مولّد ایکس پرتودرمانی عبارتند از:

صافی‌های اضافی: این صافی‌ها در مسیر پرتو قرار داده می‌شوند و به تناسب کیفیت پرتو موردنظر، مقدار و جنس آن‌ها متغیر است. دلیل کاربرد این نوع صافی حذف انرژی‌های پایین‌تر از انرژی اسمی است که سبب افزایش دُز سطحی[۸] می‌شود.

ابعاد میدان[۹]: که برحسب ضرورت و به دستور پزشک معالج تعیین می‌شود و تغییر آن در مقدار دُز تاثیر دارد.

فاصله درمانی[۱۰]: فاصله چشمه تا سطح محل درمان است که به تشخیص پزشک تعیین می‌گردد.

ضریب سنجه‌بندی: آزمایشگاه استاندارد اوّلیه دُزیمترهای آزمایشگاه ثانویه را سنجه‌بندی می‌کند و ضریب‌های تصحیحی به نام ضریب‌های سنجه‌بندی برای آن تعیین می‌نماید. این ضریب‌ها باید در مقادیر خوانده شده روی دستگاههای اندازه گیری تأثیر داده شوند تا هماهنگی با مرجع استاندارد حفظ گردد [۶].

تعیین لایهٔ نیم‌جذبی[۱۱] *(HVL)*: این عامل، به عنوان معرّف کیفیت پرتو ایکس تعیین می‌گردد. چون پرتو ایکس طیف انرژی پیوسته‌ای دارد، لایه نیم‌جذبی نمایانگر انرژی مؤثّر پرتو ایکس خواهد بود [۵]. کیفیت باریکه‌های پرتو ایکس با انرژی پائین و متوسّط را با اندازه گیری HVL پرتو برحسب ضخامتی از آلومینیوم یا مس تعیین می‌کنند.

۳- روشهای محاسباتی در دُزیمتری پرتودرمانی

این روشها برای دستگاههای مولّد پرتو ایکس و تابش گامای کوبالت - ۶۰ بکار رفته‌اند.

۳-۱- *رابطه‌های محاسباتی دُزیمتری ایکس درمانی* *($E \lesssim 300kV$)*

مقدار دُز جذبی آب D_W در شرایط SSD ثابت به روشهای مختلف از روابط زیر بدست می‌آید:

۱) به روش پرتودهی (X) [۳]:

$$D_W = 0/876\, X\, (\bar{\mu}_{en}/\rho)_{W/a}.B.P/100 \qquad (1)$$

۲) به روش کِرمای[۱۲] هوا (K_a) [۳]:

$$D_W = K_a\, (\bar{\mu}_{en}/\rho)_{W/a}.B.P/100 \qquad (2)$$
$$K_a = M_u\, .\, N_k$$

۳) به روش اندازه گیری مستقیم در آب [۲]:

$$D_W = M_u\, .\, N_k .\, (\bar{\mu}_{en}/\rho)_{W/a}\, .\, P_u \qquad (3)$$

در این روابط:

B= ضریب پس‌پراکنش پرتو

P= درصد دُز عمقی

P_u= فاکتور اختلال ناشی از وجود اتاقک یونش در محیط مرجع (آب)*

۶- Superficial

۷- Orthovoltage

۸- Surface Dose

۹- Field Size=F.S.

۱۰- Source Surface Distance=SSD

۱۱- Half Value Layer

۱۲- کرما (Kerma): انرژی جنبشی ذرات یونساز اوّلیه ایجاد شده در واحد جرم محیط در اثر برهم‌کنش پرتوهای یونساز غیرمستقیم در محیط مذکور می‌باشد.

* - مقادیر B و P و $(\bar{\mu}_{en}/\rho)_{w/a}$ و P_u در کتابهای مرجع در دسترس می‌باشد.

۰/۸۷۶= ضریب تبدیل پرتودهی به دُز جذبی در هوا

$$X=\bar{I}_{corr}\times N_x \quad , \quad \bar{I}_{corr}=\bar{I}\times F_{air} \qquad (۴)$$

X= میزان پرتودهی در محیط برحسب رونتگن

$(\bar{\mu}_{en}/\rho)_{w,a}$ =نسبت ضریب جذب جرمی انرژی آب به هوا درکیفیت موردنظر

N_k= ضریب سنجه‌بندی کِرمای هوا

N_x= ضریب سنجه‌بندی پرتودهی

$\bar{I}$ = مقدار متوسط پاسخ الکترومتر درزمان اندازه گیری مشخص

M_u= مقدار متوسّط پاسخ الکترومتر همراه با تصحیح جوی (F_{air})

در مورد مولّدهای پرتو ایکس سطحی و متوسّط، Ka، کِرمای هوا در نقطه‌ای از هواست که مربوط به سطح فانتوم می‌باشد.

۳-۲- *دستگاههای پرتودرمانی کوبالت - ۶۰*

عوامل اساسی مؤثر در تعیین دُز جذبی دستگاههای کوبالت-۶۰ عبارتند از: اندازهٔ میدان، فاصله درمانی، ضریب سنجه‌بندی، زمان پرتودهی، شرایط و عوامل جوی پیش‌گفته. فوتون‌های گامای کوبالت - ۶۰ انرژی مشخصی دارند (۱/۱۷MeV و ۱/۳۳MeV) بنابراین، کیفیت باریکه پرتو آن با تعیین لایه نیم‌جذبی مشخص شده است [۴].

۳-۳- *روابط محاسباتی دُزیمتری کوبالت درمانی*

مقدار دُز جذبی آب (Dw) برای تابش گامای کوبالت-۶۰ درشرایط SSD ثابت به روشهای مختلف از روابط زیر بدست می‌آید:

۱) به روش پرتودهی (X) [۳]:

$$D_W = ۰/۹۴۷X\ .B.P/۱۰۰ \qquad (۵)$$

۲) به روش کِرمای هوا (K_a) [۳]:

$$D_W = ۱/۰۸۱K_a.\ B.P/۱۰۰ \qquad (۶)$$

۳) به روش اندازه گیری مستقیم در آب [۲]:

$$D_W\ (P_{eff}) = M_u.N_D.P_u.S_{W,air} \qquad (۷)$$

B= ضریب پس‌پراکنش پرتو

P= درصد دُز عمقی

P_u= فاکتور اختلال ناشی از وجود اتاقک یونش در محیط مرجع (آب)

۰/۹۴۷= ضریب تبدیل پرتودهی به دُز جذبی به همراه سایر ضرایب تأثیرگذار در تعیین دُز جذبی آب

X= میزان پرتودهی در هوا برحسب رونتگن

---

* - تصحیح زمان: این تصحیح مربوط است به اختلاف زمان واقعی خروج پرتو وزمانی که زمان‌سنج دستگاه نشان می‌دهد و با رابطهٔ $\bar{I}=۲I_1-I_2$ تصحیح می‌شود. در این رابطه، I_1 پاسخ الکترومتر در زمان t_1 و I_2 پاسخ الکترومتر در زمان $t_2=۲t_1$ است [۱].

تصحیح جوی: عوامل جوّی مانند فشار، درجه حرارت ورطوبت در یونش ناشی از پرتو در هوای داخل اتاقک یونش مؤثر است. لذا شرایط جوّی در آزمایشگاه استاندارد ثانویه باید نسبت به شرایط جوی مرجع و رطوبت نسبی ۵۰٪ طبق رابطهٔ زیر تصحیح شوند [۵].

$$F_{air}=\frac{P_o}{P}\times\frac{۲۷۳/۱۶+t}{۲۷۳/۱۶+t_o}$$

در این رابطه:

P_o= فشار مرجع: $P_o=۷۶۰mmHg$

t_o= درجه حرارت مرجع: $t_o=۲۰^{\circ}C$

P= فشار هوا در آزمایشگاه (محیط اندازه گیری)

t= درجه حرارت در آزمایشگاه (محیط اندازه گیری)

$$X = \bar{I}_{corr} \times N_x \quad , \quad \bar{I}_{corr} = \bar{I} \times F_{air}$$

N_x= ضریب سنجه‌بندی پرتودهی

۱/۰۸۱= ضریب ثابت مربوط به نسبت جذب انرژی آب به هوا و ضرایب مختلف تاثیرگذار در مقدار دُز جذبی

P_{eff}= نقطهٔ مؤثّر اندازه گیری

M_u= مقدار پاسخ الکترومتر همراه با تصحیح جوی (F_{air})

N_D= ضریب سنجه‌بندی دُز جذبی هوای اتاقک یونش

$S_{w.air}$= ضریب نسبت قدرت بازدارندگی[۱۳] آب به هوا در کیفیت موردنظر *.

در مورد کوبالت - ۶۰، K_a، کِرمای هوا در نقطه‌ای از هوا مربوط به عمق ۰/۵ سانتی‌متری در فانتوم آب است.

۴- بررسی‌های دُزیمتری

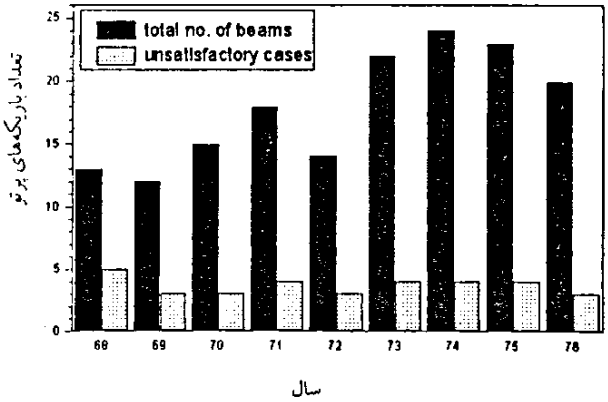
در حال حاضر ۱۸ مرکز پرتودرمانی در کشور وجود دارد که در این مراکز ۳۶ دستگاه پرتودرمانی خارجی مشتمل بر ۲۴ دستگاه کوبالت - ۶۰ و ۱۱ دستگاه مولّد اشعهٔ ایکس (سطحی و نیمه‌عمقی) و یک دستگاه شتابدهندهٔ خطی (الکترون و ایکس مگا ولتاژ) در حال کارند. طبق اطلاعات و آمار بدست آمده حدود ۱۶۰۰۰ بیمار در سال با این دستگاهها تحت درمان قرار می‌گیرند. دستگاههای پرتودرمانی کوبالت-۶۰ سهم بیشتری در پذیرش و درمان بیماران، در مقایسه با سایر دستگاهها دارند. در پرتودرمانی فرآیند «تجویز دُز تا اعمال دُز» در معرض خطاها و عدم قطعیتهائی از جمله خطای دُزیمتری، خطای تخمین دُز درمانی لازم، طراحی طریقهٔ درمان، و نحوهٔ تنظیم وضعیت بیماران به هنگام درمان قرار دارد؛ بر طبق اطلاعات گردآوری شده، مهمترین عامل ایجاد خطا در درمان بیماران، دُزیمتری و اندازه گیری خروجی این دستگاهها می‌باشد.

الف) دستگاههای پرتودرمانی کوبالت - ۶۰

دستگاههای پرتودرمانی کوبالت - ۶۰ ابزارهای عمدهٔ پرتودرمانی خارجی در کشور محسوب می‌شوند. طبق بررسیها و اندازه گیریهای به عمل آمده در سال ۱۳۷۶، حدود ۱۵٪ از مراکز پرتودرمانی خطاهائی بیش از حد مجاز در دُزیمتری دستگاههای کوبالت - ۶۰ داشته‌اند، که با مقایسه با سالهای قبل (که حدود ۲۵٪ بوده است)، بهبود نسبی نشان می‌دهد (نمودار ۱).

با توجّه به اینکه بیش از ۹۰ درصد موارد پرتودرمانی در کشور با دستگاههای کوبالت - ۶۰ انجام می‌شود لازم است توجّه خاصی به امر دُزیمتری این دستگاهها معطوف شود؛ در این مورد بخش دُزیمتری استاندارد در کاهش خطاهای

Co-60 Output Measurement Results



نمودار ۱- اندازه گیری خروجی دستگاههای پرتودرمانی Co-60 در سطح کشور توسط SSDL در طول ۹ سال متوالی و بررسی نمودار نتایج نامطلوب در مقایسه باکل نتایج

۱۳- Stopping Power

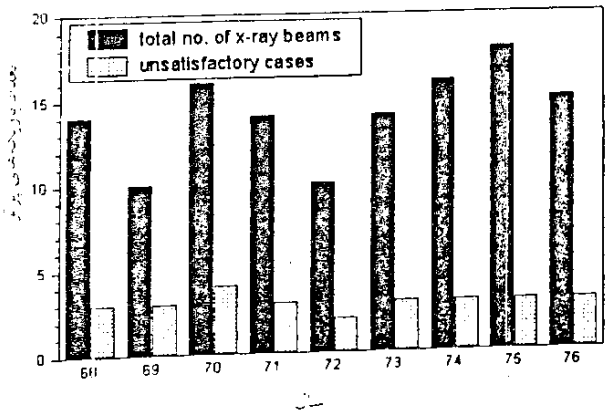
* - این ضریب در کتابهای مرجع در دسترس می‌باشد.

دُزیمتری این دستگاهها در مراکز پرتودرمانی نقش بسزائی داشته است.

ب) دستگاههای پرتودرمانی مولّد اشعهٔ ایکس سطحی ($E \leq 100kV$) و اشعهٔ ایکس متوسّط ($100kV < E \leq 300kV$)

هم‌اکنون، درمان با دستگاههای مولّد اشعه ایکس سطحی و متوسّط درکشورهای پیشرفته منسوخ شده است، ولی در حدود نیمی از مراکز پرتودرمانی کشور ما هنوز از این دستگاهها استفاده می‌شود. تعداد بیمارانی که با این دستگاهها تحت درمان قرار می‌گیرند در مقایسه با دستگاههای کوبالت-۶۰ اندک است و به مرور زمان تعداد بیماران تحت درمان با این دستگاهها کاهش می‌یابد. بدیهی است منسوخ شدن و ازکار افتادن این دستگاهها عامل اصلی کاهش درمان با آنها می‌باشد. اختلاف در دُزیمتری این دستگاهها در مقایسه با دستگاههای کوبالت بیشتر بوده و حدود ۲۰٪ از مراکز دارای اختلاف بیشتر از حد مجاز در دُزیمتری بوده‌اند (نمودار ۲).

X-Ray Output Measurement Results



نمودار۲- اندازه‌گیری خروجی دستگاههای مولّد پرتو ایکس در سطح کشور توسّط SSDL در طول ۹ سال متوالی و بررسی نتایج نامطلوب در مقایسه باکل نتایج

شتابدهنده‌های درمانی که مولّد پرتو ایکس و الکترون با انرژی بالا می‌باشند درکشورهای پیشرفته جایگزین دستگاههای مولّد پرتوهای ایکس سطحی و متوسّط و کوبالت - ۶۰ شده‌اند. این شتابدهنده‌ها بازدهی بالائی در درمان سرطان دارند و در حال حاضر درکشور ما فقط یک مرکز دارای شتابدهندهٔ درمان در حال کار می‌باشد.

پ) فیزیک بهداشت دانان

فیزیک بهداشت دانان، یا به عبارت دیگر مسئولان فیزیک پزشکی در مراکز پرتودرمانی در جهان نقش مهمی را در ارائه خدمات درمانی به بیماران سرطانی داشته و دارند. اکنون در اکثر مراکز پرتودرمانی کشور متخصّصان فیزیک پزشکی وجود دارند.

انجام امور طراحی درمان[۱۴] از مهمترین وظایف مسئولان فیزیک پزشکی مراکز پرتودرمانی است، ولی متأسّفانه در بیشتر از نیمی از مراکز پرتودرمانی، طرّاحی درمان انجام نگرفته است و تنها سه مرکز دارای سیستم کامپیوتری طرّاحی درمان می‌باشند. با بررسی کارتهای درمان که به توسّط متخصّصان رادیوتراپی و فیزیک بهداشت دانان مراکز پرتودرمانی پر می‌شود، نحوهٔ اعمال دُز به بیماران و شیوه‌ای که در درمان بیماران بکار برده می‌شود کنترل می‌گردد.

ت) دُزیمتر استاندارد

حدود نیمی از مراکز پرتودرمانی فاقد دُزیمتر استاندارد و سنجه‌بندی شده برای اندازه‌گیریهای دوره‌ای پرتوهای خروجی دستگاههای پرتودرمانی (توسّط مسئولان فیزیک پزشکی مراکز پرتودرمانی) می‌باشند. این امر یکی از دلایل

۱۴- Treatment Planning

اجرای برنامهٔ دُزیمتری و کنترل کیفی توسّط SSDL، برای مراجعهٔ مستقیم به مراکز پرتودرمانی کشور است. این نقیصه با مراجعه مستقیم کارشناسان بخش SSDL به مراکز پرتودرمانی تا حدودی برطرف شده است، ولی اصولاً متخصّصان فیزیک پزشکی مراکز پرتودرمانی باید بطور تناوبی، خروجی دستگاههای پرتودرمانی را اندازه گیری نمایند.

۵- نتایج حاصل از بررسیهای کنترل کیفی

۵-۱- قدرت چشمه

چون اکثر دستگاههای پرتودرمانی کشور را دستگاههای مجهّز به چشمهٔ کوبالت - ۶۰ تشکیل می‌دهند و با توجه به نیمه عمر کوبالت - ۶۰ (سال ۵/۲۷ = $T_{1/2}$)، بعد از چند سال بدلیل ضعیف شدن چشمه‌های مذکور، این دستگاهها فاقد کیفیت لازم برای پرتودرمانی می‌شوند و لازم است چشمه‌های کوبالت - ۶۰ آنها تعویض شوند. در حال حاضر حدود ۱۰ درصد از مراکز پرتودرمانی کشور با چشمه‌های دارای قدرت ناکافی کار می‌کنند که در مقایسه با سالهای گذشته (که طبق بررسی حدود ۳۰ درصد بوده است) بهبود قابل ملاحظه‌ای یافته است.

۵-۲- تطابق میدان نوری و میدان پرتو

یکی از مواردکه در چهارچوب برنامهٔ کنترل کیفی دستگاههای پرتودرمانی بررسی می‌شود، تطابق میدان نوری و میدان پرتو در این دستگاههای پرتودهی است. عدم تطابق مذکور باعث پرتوگیری ناخواسته (در نقاطی غیر از نقاط موردنظر و تعیین شده به توسّط پزشک متخصّص) می‌گردد.

طبق بررسیهای به عمل آمده، در حدود ۱۰ درصد از تعداد دستگاهها، میدان نوری با میدان پرتو تطابق لازم را نداشته است، و با مقایسه با سالهای گذشته (که طبق بررسی این تعداد حدود ۲۰ درصد بوده است) بهبود نسبی در این مورد مشاهده می‌شود.

۵-۳- بررسیهای حفاظتی و ایمنی

این بررسیها شامل بررسی نشت پرتو در نقاط مختلف اطراف حفاظ کوبالت دستگاههای پرتودهی، در پشت درها و شیشه‌های سربی اتاقهای درمان و در محل توقّف اپراتورها و سایر افراد پرتوکار است. بطورکلی، حدود ۲۵ درصد از این‌گونه مراکز، مسئله نشت پرتو بیش از حد مجاز را در یکی از محلهای مذکور داشته‌اند. بنابراین، توصیه‌های حفاظتی لازم از طرف بخش SSDL برای برطرف کردن نشت و حفاظت پرتوکاران و افراد دیگر در مقابل تابش ارائه شده است.

بررسی سیستمهای ایمنی و حفاظتی مانند میکروسوئیچ‌های ایمنی قطع دستگاه در موارد اضطراری و وجود تلویزیون مدار بسته و شیشه سربی برای کنترل اتاق درمان و بیمار و وجود وسائل مونیتورینگ در اتاقهای درمان و بررسی حرکتهای مکانیکی دستگاه و تخت بیمار و ... از جمله مواردی هستند که در چهارچوب برنامه کنترل کیفی دستگاههای پرتودرمانی به عمل می‌آید.

References

1. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Manual of Dosimetry in Radiotherapy, Technical Reports series No. 110, IAEA, Vienna (1970).
2. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Absorbed Dose Determination in photon and Electron Beams: An International code of practice, Technical Reports series No. 277, IAEA, Vienna (1987).
3. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Calibration of dosimeters used in Radiotherapy: A Manual Sponsored by the IAEA and WHO Thechnical Reports Series No. 374, IAEA, Vienna (1994).
4. Central Axis Depth Dose Data for use in Radiotherapy, British Journal of Radiology, Supplement No. 25, (1994).
5. H.E. Johns, J.R. Cunningham: The physics of radiology. Fourth Edition (1983).
6. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Calibration of Dose Meters Used in Radiotherapy, Technical Reports No. 185, IAEA, Vienna (1979).
7. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY/WORLD HEALTH ORGANIZATION, Draft Guidelines for setting up secondary Standard Dosimetry Laboratories Geneva, (1971).

STANDARD DOSIMETRY IN IRAN RADIOTHERAPY CENTERS

M. Gavahi, M. Ghafouri

Nuclear Research Center for Agriculture & Medicine, AEOI,

P.O. Box 31585-4395, Karaj-Iran

Abstract

The Secondary Standard Dosimetry Laboratories (SSDLs) are the national centers for accurate measurements of X and Gamma radiation, both at therapy and protection levels. In this report, we introduce the Secondary Standard Dosimetry Laboratory of Iran, and then some information regarding the fundamental theories for dosimetry in external radiotherapy is presented. Finally the results of the last annual audits of radiotherapy centers in Iran as well as some quality control considerations in theses centers (carried out by SSDL) will be introduced.