

بررسی پایداری زمانی پاسخ دزیتر ژلاتین - تریمسیک اسید

رضانعلی رمضان پور^۱ (M.Sc.)، زهره حسین پور یکتایی^۲ (M.Sc.)، مریم رهبر^۳ (M.D.)، هادی حسن زاده^۴ (Ph.D.)

۱- کمیته تحقیقات دانشجویی، دپارتمان فیزیک پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران

۲- دپارتمان رادیوتراپی، بیمارستان فیروزگر، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۳- معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران

۴- مرکز تحقیقات سرطان، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران

چکیده

سابقه و هدف: یکی از مشکلات دزیترهای شیمیایی همچون تریمسیک اسید، مایع بودن محیط فعال دزیتر است که به کارگیری آن را با مشکل مواجه می‌کند. قرارگیری دزیتر شیمیایی در بستر ژلی می‌تواند تا حدودی به فائق آمدن بر این مشکل کمک نماید. با توجه به اهمیت پایداری زمانی پاسخ دزیتر پس از تابش، در این مطالعه، این پارامتر در مورد دزیتر ژلاتین - تریمسیک اسید در گستره دزهای یک جلسه پرتودرمانی در زمان‌های یک، دو، سه و چهار روز پس از تابش‌دهی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: بعد از ساخت ژل با غلظت امیلی مولار و pH برابر ۲/۲ و قرار دادن در داخل ویال‌هایی از جنس پرسپکس، درب آن‌ها توسط پارافیلیم بسته شده و برای حذف نور، اطراف آن با فویل آلومینیومی پوشیده شده و برای تابش‌دهی با دستگاه شتاب‌دهنده خطی، به پنج گروه تقسیم شدند. پرتودهی ۲۴ ساعت بعد از ساخت ژل، با پرتو ۶ مگاولت، توسط دستگاه شتاب‌دهنده خطی انجام شد. در مرحله تابش‌دهی هر یک از ویال‌ها در ایزوسنتر شتاب‌دهنده و در SSD برابر ۱۰۰ سانتی‌متر و میدان ۱۰×۱۰ سانتی‌متر مربع قرار داده شدند. گروه‌های مورد بررسی دزهایی در گستره ۲۰۰-۰ cGy را دریافت نموده و پس از تابش‌دهی در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند. خوانش ویال‌ها توسط دستگاه اسپکتروفلورومتر JASCO 6200 در زمان‌های یک، دو، سه و چهار روز بعد از تابش‌دهی در طول موج‌های برانگیختگی ۳۷۰، ۳۸۰، ۳۹۰، ۴۱۰، ۴۲۰ و ۴۵۰ نانومتر انجام شد.

یافته‌ها: پس از رسم منحنی نشر دزیتر توسط دستگاه اسپکتروفلوریمتری، طیف نشری در طول موج‌های مورد بررسی دارای پیک در طول موج‌های ۳۷۷، ۳۸۷، ۳۹۶، ۴۱۶، ۴۲۷ و ۴۵۷ در روزهای متوالی بعد از تابش دارا بوده و در مقایسه مشخص شد بیش‌ترین پایداری پاسخ دز یک روز بعد از تابش‌دهی در دزیتر مشاهده می‌شود. نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ترکیب ژلاتین - تریمسیک اسید در روز بعد از تابش‌دهی بهترین پاسخ و بیش‌ترین پایداری را داشته است و با توجه به شرایط دزیتر، امکان به کارگیری کلینیکی آن قابل بررسی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: دزیتری شیمیایی، ژلاتین - تریمسیک اسید، پایداری زمانی، اسپکتروفلوریمتری

مقدمه

دارد و تلاش برای رسیدن به یک دزیتر خوب و ایده‌آل همواره مورد تحقیق و بررسی محققان بوده است [۱]. از جمله معیارهای لازم برای انتخاب دزیتر، داشتن توانایی لازم برای آشکارسازی چندین نوع تابش، کاربری آسان، سهولت حمل،

دزیتری تابش اندازه‌گیری دز جذب شده یا آهنگ دز ناشی از واکنش تابش یونیزان با ماده است [۱]. انتخاب یک دزیتر مناسب برای اندازه‌گیری دز در پزشکی، اهمیت فراوانی

درخشان ایجاد می‌کند [۱۵،۱۲]؛ این اسید برای چندین روز قبل و بعد از تابش پایدار بوده و هیچ اختلاف قابل توجهی میان سیگنال‌های فلورسانس اندازه‌گیری شده بلافاصله بعد از تابش یا در طی ۶ روز مشاهده نشده و محلول نگهداری شده در تاریکی افزایش بسیار کمی در فلورسانس تا ۳۴ روز بعد از تابش‌دهی نشان داده است [۱۶،۹].

انتخاب نوع ژل مورد استفاده نیز در این مطالعه به‌منظور ترکیب با محلول شیمیایی اسیدی مورد نظر به‌دلیل کاربرد کلینیکی، اهمیت دارد. آگارز به دلیل قدرت ژلی بالا در غلظت کم و غیر سمی بودن، کاربرد فراوانی در تحقیقات پزشکی داشته، ولی به‌دلیل جذب رطوبت و ناسازگاری با اسیدها و اکسندهای قوی [۱۷-۱۹]، گزینه مناسبی برای بستر محلول ترمیمیسیک اسید محسوب نمی‌شود [۲۰]. ترکیب دیگر پلی‌اکریل‌آمید است که در دما و شوری بالا رسوب کرده و گرانی خود را از دست می‌دهد [۲۱]. پلی‌اکریل‌آمید توسط نور خورشید در طول موج ۳۲۵ nm به اکریل‌آمید که یک سم عصبی است، تجزیه می‌شود [۲۲]. گزینه دیگر ژلاتین است که به‌دلیل داشتن نقطه ذوب بالا، دمای ژلی مناسب، پایداری توزیع دز ثبت شده در ژل برای مدت زمان طولانی [۲۳] و خطی بودن دز و پخش نشدن پلیمر ناشی از پرتوگیری در آن [۲۴] و قابلیت ترکیب با مونومر اکریل‌آمید و سازگاری مناسب با اسیدها و بازها و قوام مناسب در دمای اتاق [۲۳] گزینه بهتری نسبت به دیگر ژل‌های رایج کلینیکی برای انجام این تحقیق می‌باشد.

بنابراین در این تحقیق با ترکیب ژلاتین و مونومر اکریل‌آمید و محلول شیمیایی ترمیمیسیک اسید - به‌دلیل داشتن پایداری دمایی و زمانی مناسب پاسخ، قبل و بعد از تابش، خطی بودن پاسخ دز، عدم وابستگی پاسخ به انرژی و زاویه پرتو تابشی و داشتن حساسیت بالا - به‌دنبال بهینه‌سازی دزیمتری با قابلیت حمل و کاربری آسان‌تر از دزیمترهای شیمیایی بوده و پایداری زمانی پاسخ آن یک، دو، سه و چهار روز بعد از تابش‌دهی مورد بررسی قرار گرفت.

پایداری زمانی پاسخ، عدم وابستگی پاسخ به انرژی و زاویه پرتو تابشی، رزولوشن فضایی، حساسیت مناسب، داشتن پاسخ خطی و ... می‌باشد [۲،۱]. به همین دلیل روش‌های متعدد دزیمتری پرتوهای یونیزان توسعه پیدا کرده‌اند که از آن جمله می‌توان به دزیمتری فیلم، TLD، دزیمتری شیمیایی، ژل دزیمتری، کالیمتری و ... اشاره نمود که هر یک با توجه به معیارهای یک دزیمتر ایده‌ال، دارای مزایا و معایبی هستند [۸-۱].

در میان دزیمترهای شیمیایی یکی از گسترده‌ترین محلول‌ها، محلول سولفات فروس است که پاسخ دز آن در محدوده ۴۰ تا ۴۰۰ گری خطی بوده ولی دارای حساسیت کمی است [۹،۱]؛ مطالعات متعددی برای توسعه روش‌های حساس‌تر از روش فریک وجود داشته که در اغلب آن‌ها از ترکیباتی مانند ترمیمیسیک اسید، فنل استیک اسید آبی و پیرو مالیتیک اسید استفاده شده [۱۰-۱۲] و نشان داده شده که پاسخ دزیمتر وابسته به زمان و دما می‌باشد [۱۱،۱۰]. دزیمتر شیمیایی دیگر، محلول آبی FBX است که ترکیبی معادل آب بوده و پاسخ آن برای اشعه ایکس و گاما از 33keV تا 1250keV مستقل از انرژی بوده [۱۳] و به دلیل خطی نبودن منحنی دز پاسخ [۱۴،۹]، دزیمتر مناسبی محسوب نمی‌شود. محلول دیگر، دزیمتر بنزوات کلسیم است که دارای شدت فلورسانس بسیار پایینی می‌باشد [۱۲]. محلول شیمیایی حساس‌تر دیگری که قابلیت اندازه‌گیری دز در حد ۵ میلی‌گری دارد، محلول خنثی ترفتالات سدیم می‌باشد که دقتی در حدود $\pm 5\%$ در گستره دز ۰/۰۱ تا ۱۰ گری دارد [۱۴،۱۲]؛ مهم‌ترین عیب این دزیمتر، جذب دی‌اکسید کربن اتمسفر توسط محلول خنثی و مزیت آن پایداری پاسخ تا ۴ روز بعد از تابش‌دهی بوده [۱۲] و به‌دلیل معادل بافت بودن برای کاربردهای کلینیکی در محدوده دز پایین مناسب است [۱۳]. ترمیمیسیک اسید از دیگر اسیدهای کربوکسیلیک آروماتیک است که حساسیت بالایی داشته و به نظر می‌رسد حضور گروه‌های اسید کربوکسیلیک در دو اتم کربن مجاور، به اتم کربن وابسته به گروه هیدروکسیل یک فلورسانس

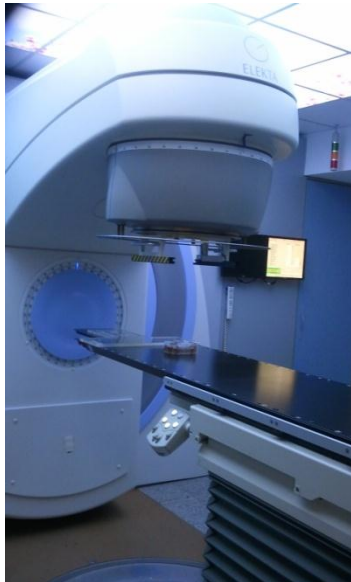
مواد و روش‌ها

مواد شیمیایی. برای ساخت دزیمتر ژلاتین-تریسیک اسید، ژلاتین (Sigma-Aldrich)، اکریل آمید (Merck)، بیس اکریل آمید (Merck)، آگارز (Sigma-Aldrich)، هیدروکینون (Merck)، سولفات مس (Merck)، اسید اسکوربیک (Merck) و تریسیک اسید (Merck) تهیه شده که در ادامه روش ساخت توضیح داده می‌شود.

ساخت دزیمتر. جهت ساخت ۲۵ گرم دزیمتر ژلاتین-تریسیک اسید، ابتدا پودر ژلاتین در ۱۲ gr آب (۷۰٪ از کل حجم) ریخته شده و با استفاده از هیتر دمای آب به آرامی تا ۴۹ درجه افزایش یافته و سپس ۳۰٪ آب باقی مانده جهت ساخت ژل را درون ظرف دیگری ریخته و دمای آب به ۵۰ درجه رسانده شده و ۰/۵٪ وزنی آگارز برای افزایش قوام به آن افزوده می‌شود و دمای آن به‌طور ملایم تا ۹۵ درجه افزایش می‌یابد؛ سپس با به هم زدن ملایم محلول تا دمای ۴۹ درجه سرد می‌شود. سپس محتویات دو ظرف مخلوط شده و پس از حل شدن کامل، ۰/۹ گرم بیس اکریل آمید، ۰/۹ گرم اکریل آمید، ۰/۴ گرم هیدروکینون و ۰/۰۰۴۲ گرم تریسیک اسید به ترتیب به محلول افزوده شده و توسط pH متر و محلول اسید سولفوریک ۹۸٪، pH محلول به ۲/۲ رسانده می‌شود. در نهایت، ژل حاصل قبل از قوام گرفتن، به درون ۱۵ ظرف آزمایشگاهی (در قالب گروه‌های سه‌تایی) با حجم ۴ سی‌سی ریخته شده و جهت جلوگیری از ورود اکسیژن و حذف نور، سر ظروف با پارافیلیم بسته و جداره آن‌ها توسط فویل آلومینیومی پوشیده می‌شود. این ظروف تا زمان تابش‌دهی در دمای ۴ درجه نگهداری شدند.

تابش‌دهی. پس از ساخت دزیمتر، برای تابش‌دهی از شتاب‌دهنده خطی Electa Compact با انرژی ۶MV استفاده گردید. پرتو دهی ۲۴ ساعت بعد از ساخت ژل انجام شد. بدین منظور هر گروه سه‌تایی از ویال‌ها پس از انتخاب به صورت تصادفی، در ایزوستر دستگاه و در فاصله چشمه از سطح (SSD) برابر ۱۰۰ سانتی‌متر و در مرکز میدان ۱۰×۱۰ سانتی‌متر مربع روی تخت دستگاه شتاب‌دهنده قرار داده شده

(شکل ۱) و هر گروه از ویال‌ها به ترتیب به میزان ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ سانتی‌گری تحت تابش قرار گرفتند. پس از تابش‌دهی، ویال‌ها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

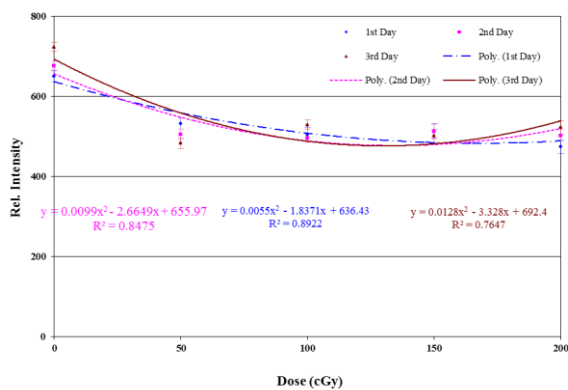


شکل ۱. ویال‌های قرار گرفته در ایزوستر دستگاه شتاب دهنده خطی جهت تابش‌دهی

خوانش ویال‌ها. برای یافتن زمان مناسب خوانش ویال‌ها پس از تابش‌دهی و هم‌چنین طول موج مناسب تحریک محلول دزیمتر، خوانش ویال‌ها در طول موج‌های برانگیختگی ۳۷۰، ۳۸۰، ۳۹۰، ۴۱۰، ۴۲۰، ۴۵۰ نانومتر و در زمان‌های ۱، ۲ و ۳ روز پس از تابش‌دهی توسط دستگاه اسپکتروفلورومتر JASCO 6200 (با قدرت تفکیک ۱ nm) صورت گرفت که نتایج آن به ترتیب در قالب شکل‌های ۲ و ۳ ارائه شده است. شایان ذکر است که به‌منظور افزایش تکرارپذیری، هر اندازه‌گیری سه بار تکرار گردید. اندازه‌گیری روی پیک‌های مشخصه برانگیختگی دزیمتر که با اسکن محدود گسترده طول موج برانگیختگی مشخص شده بود، صورت گرفت.

نتایج

در نهایت نتایج حاصل از خوانش ویال‌های تابش‌دیده به صورت میانگین و انحراف معیار به دست آمده و در قالب دو



شکل ۳. نتایج حاصل از قرائت ژل‌های تابش‌دیده (به صورت میانگین و انحراف معیار) در دزهای مختلف و قرائت شده در طول موج ۳۸۰ نانومتر به همراه توابع چندجمله‌ای برازش شده و ضرایب همبستگی مربوطه

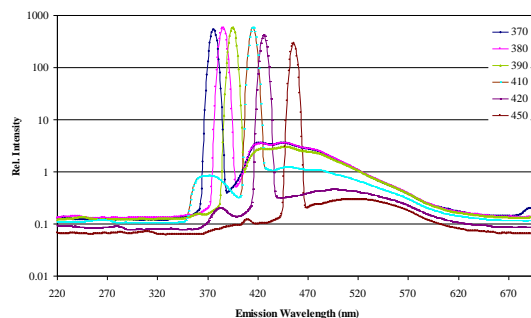
بحث و نتیجه گیری

محلول‌های مختلفی به‌عنوان دزیمتر شیمیایی، از نظر پایداری زمانی بعد از تابش و خطی بودن پاسخ دز ارائه شده و مورد مقایسه قرار گرفته‌اند [۹، ۱۲، ۱۴، ۲۹-۲۵]. تفاوت تحقیق حاضر با سایر مطالعات صورت گرفته، ترکیب محلول شیمیایی تری‌متیل‌اسید با ژلاتین و مونومرهای اکریل آمید است که هدف، بررسی پایداری زمانی این ترکیب جدید، بعد از تابش و انتخاب بهترین زمان خوانش می‌باشد. در زمینه بررسی پایداری زمانی محلول‌های مختلف شیمیایی مورد استفاده در دزیمتری، نشان داده شده که محلول اسیدی ترفتالیک در محدوده دز ۰-۱۰۰ راد، تا ۴ روز پس از تابش پایدار بوده [۹] که در مورد محلول فنل استیک نیز الگوی پایداری زمانی مشابهی گزارش شده است [۱۱] که این پایداری وابسته به pH می‌باشد [۱۰، ۱۱]. محلول اسیدی تری‌متیل‌اسید برای چندین روز قبل و بعد از تابش پایدار بوده و هیچ اختلاف قابل توجهی میان سیگنال‌های فلورسانس اندازه‌گیری شده بلافاصله بعد از تابش یا در طی ۶ روز مشاهده نشده است. به‌علاوه این محلول تا دزهای بالا در غلظت ۱۰-۳ M اثرات خطی از خود نشان داده که با کاهش ۱۰ برابری غلظت اثرات غیرخطی ظهور پیدا می‌کنند [۲۶]. همان‌گونه که از نمودارهای شکل ۳ بر می‌آید، معادلات رگرسیون منحنی‌های درجه دوم برازش شده بر داده‌های

بخش انتخاب طول موج مناسب تحریک و انتخاب زمان مناسب خوانش دزیمترها پس از تابش‌دهی ارائه شده است.

انتخاب طول موج مناسب تحریک. با توجه به نتایج به‌دست آمده در روز اول پس از تابش‌دهی، طول موج تحریک ۳۸۰ نانومتر جهت خوانش دزیمترها که دارای بیش‌ترین دامنه بود انتخاب شده و در ادامه تحقیق مورد استفاده قرار گرفت.

انتخاب زمان مناسب خوانش دزیمترها. با توجه به نتایج به‌دست آمده در روز اول پس از تابش‌دهی، خوانش دزیمترها در روزهای مختلف (تا روز سوم پس از تابش‌دهی) در طول موج تحریک ۳۸۰ نانومتر انجام گرفت که نتایج حاصل از تابش‌دهی در دزهای مختلف (۰ تا ۲۰۰ سانتی‌گری) به همراه منحنی‌های برازش شده و ضرایب همبستگی مربوطه در جدول ۱ و شکل ۳ ارائه شده است.



شکل ۲. طیف گسیلی حاصل از خوانش ویال‌ها (میانگین خوانش‌ها در هر طول‌موج) در روز بعد از تابش‌دهی در طول‌موج‌های تحریک مختلف مورد استفاده

جدول ۱. معادلات چندجمله‌ای برازش شده بر داده‌های تجربی به‌همراه ضرایب همبستگی مربوطه در روزهای مختلف (در معادلات ذکر شده در جدول X نشان‌دهنده دز جذبی و Y نمایان‌گر شدت سیگنال نسبی می‌باشد).

ضریب همبستگی	معادله چندجمله‌ای برازش شده	زمان قرائت ویال‌ها
۰/۸۹۲	$y = 0.005x^2 - 1.837x + 636.4$	روز اول
۰/۸۴۷	$y = 0.009x^2 - 2.664x + 655.9$	روز دوم
۰/۷۶۴	$y = 0.012x^2 - 3.328x + 692.4$	روز سوم

روش‌های تصویربرداری مانند MRI نیز مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نتایج این تحقیق بخشی از یافته‌های پایان‌نامه آقای رمضان‌علی رمضانپور دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک پزشکی دانشگاه علوم پزشکی استان سمنان می‌باشد که با حمایت مالی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی استان سمنان به انجام رسیده است. محققین این تحقیق بر خود لازم می‌دانند تا از حمایت و همکاری بخش پرتودرمانی بیمارستان فیروزگر و مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی دانشگاه علوم پزشکی استان سمنان در انجام این تحقیق، مراتب تشکر و سپاس را داشته باشند.

منابع

- [1] Attix FH. Introduction to radiological physics and radiation dosimetry: John Wiley & Sons; 2008.
- [2] Butson MJ, Yu PK, Cheung T, Metcalfe P. Radiochromic film for medical radiation dosimetry. Mater Sci Eng Rep 2003; 41: 61-120.
- [3] Knoll GF. Radiation detection and measurement: John Wiley & Sons; 2010.
- [4] Gelyan HN, Makhdumi Y, Nikoofar A, Hasanzadeh H. Measurement of surface dose in external radiotherapy of brain frontal lobe: A study on patient and phantom. Koomesh 2016; 17: 323-328. (Persian).
- [5] Nikoofar A, Hoseinpour Z, Mahdavi SR, Hasanzadeh H, Tavirani MR. High-dose-rate ¹⁹²Ir brachytherapy dose verification: A phantom study. Iran J Cancer Prev 2015; 8: e2330.
- [6] Rafati M, Eftekhari-Moghadam A, Mehri-Kakavand G, Hasanzadeh H, Maftoon A. Dosimetry of organ at risks in orthopantomography. Koomesh 2015; 17: 262-266. (Persian).
- [7] Nazemi-Gelyan H, Hasanzadeh H, Makhdumi Y, Abdollahi S, Akbari F, Varshoe-Tabrizi F, et al. Evaluation of organs at risk's dose in external radiotherapy of brain tumors. Iran J Cancer Prev 2015; 8: 47-52.
- [8] Hasanzadeh H, Sharafi A, Allah Verdi M, Nikoofar A. Assessment of absorbed dose to thyroid, parotid and ovaries in patients undergoing Gamma Knife radiosurgery. Phys Med Biol 2006; 51: 4375-4383.
- [9] Matthews RW, Barker NT, Sangster DF. A comparison of some aqueous chemical dosimeters for absorbed doses of less than 1000 rads. Int J Appl Radiat Isot 1978; 29: 1-8.
- [10] Khan H, Bhatti I. Aqueous phenylacetic acid as a low-dose fluorescence dosimeter. J Nucl Chem 1995; 199: 385-393.
- [11] Khan HM, McLaughlin WL. Gamma-ray dosimetry by spectrofluorimetry of phenylacetic acid solution. Int J Radiat Appl Instrum C 1992; 39: 243-249.

تجربی حاصل از تابش‌دهی از دز ۰ تا ۲۰۰ سانتی‌گری و قرائت شده از ۱ تا ۳ روز پس از تابش‌دهی دارای ضریب جمله درجه دوم (غیرخطی) بسیار ناچیز بوده و رفتار خطی منحنی برازش شده با توجه به معادلات برازش شده کاملاً مشهود می‌باشد. این مسئله در خوانش روز سوم تا حدودی کم‌رنگ‌تر شده و ضریب جمله غیرخطی در معادله افزایش یافته که البته هنوز در مقایسه با ضریب جمله خطی ناچیز می‌باشد. این امر نشان‌دهنده این مسئله است که ورود تریسیک اسید به بستر ژلی، تقریباً هیچ‌گونه اثری بر پاسخ به پرتو این ترکیب ندارد. از جمله مزایای ترکیبات ژلی بر پایه ژلاتین، این است که ژلاتین در دمای اتاق و در ظرف‌های در بسته بدون منفذ، برای دوره طولانی بدون تغییر باقی‌مانده و محلول‌های استریل ژلاتین وقتی سرد نگه داشته شوند، تقریباً به‌طور نامحدود پایدار هستند [۲۲]. این مسئله به یکی از ویژگی‌های اساسی و عمومی دزیمترها که سادگی در به‌کارگیری، حمل و نقل و نگهداری می‌باشد کمک شایانی می‌نماید. این مطالعه نشان می‌دهد که با وجود قرار دادن محلول تریسیک اسید در داخل بستر ژلی ژلاتین، دزیمتر، درست یک روز بعد از تابش‌دهی، بهترین پاسخ دز و بیش‌ترین پایداری را در این زمان داشته است.

بنابراین با توجه به نتایج مطالعه حاضر و هم‌چنین تحقیقات انجام‌شده بر روی محلول تریسیک اسید، به‌دلیل دارا بودن پایداری دمایی و زمانی پاسخ مناسب، قبل و بعد از تابش، خطی بودن پاسخ دز، گزینه مناسبی برای محدوده ۲۰۰ راد محسوب شده که قرارگیری آن در بستر ژلی، کاربری این ترکیب به‌عنوان دزیمتر در بخش‌های درمانی را به‌دلیل نبود مشکلات کار با ترکیب در فاز مایع بهبود بخشیده است. البته لازم به ذکر است که برای ارزیابی دقیق‌تر کاربرد این دزیمتر، رفتار آن در آهنگ‌های متفاوت دز، انواع مختلف پرتو از نظر کیفیت و ماهیت و هم‌چنین رفتار دمایی و وابستگی به pH دزیمتر بایستی مورد بررسی قرار بگیرد. به‌علاوه پیشنهاد می‌گردد با توجه به امکان بررسی تغییرات ایجاد شده در ساختار ژل‌ها با جذب پرتو، امکان خوانش این ژل‌ها با

- [21] Wikipedia the free encyclopedia. Acrylamide. From Wikipedia the free encyclopedia 2012.
- [22] Gelatin Manufacturers Institute of America. America: GMIA; 2012.
- [23] by Generic A. Agarose gel electrophoresis.
- [24] Azadbakht B, Adinehvand K. Investigation of the post time dependence of PAGAT gel dosimeter by electron beams using MRI technique. *Res J Appl Sci* 2012; 4: 232-235.
- [25] Matthews RW. Aqueous chemical dosimetry. *Int J Appl Rad Isotop* 1982; 33: 1159-1170.
- [26] Matthews RW, Wilson JG. Chemical dosimetry at less than 1000 rad: Aqueous trimesic acid solutions. *Int J Appl Rad Isotop* 1981; 32: 295-301.
- [27] Gupta B, Gomathy K. Consistency of ferrous sulphate-benzoic acid-xylene orange dosimeter. *Int J Appl Rad Isotop* 1974; 25: 509-513.
- [28] Baldock C, Burford R, Billingham N, Wagner G, Patval S, Badawi R, Keevil S. Experimental procedure for the manufacture and calibration of polyacrylamide gel (PAG) for magnetic resonance imaging (MRI) radiation dosimetry. *Phys Med Biol* 1998; 43: 695.
- [29] Smith E, Prues S, Oehme F. Environmental degradation of polyacrylamides. 2. Effects of environmental (outdoor) exposure. *Ecotoxicol Environ Saf* 1997; 37: 76-91.
- [12] Matthews RW. Aqueous chemical dosimetry. *Int J Appl Radiat Isot* 1982; 33: 1159-1170.
- [13] Armstrong W, Facey R, Grant D, Humphreys W. A tissue-equivalent chemical dosimeter sensitive to 1 rad. *Can J Chem* 1963; 41: 1575-1577.
- [14] Semwal MK, Bansal AK, Thakur PK, Vidyasagar PB. FBX aqueous chemical dosimeter for measurement of virtual wedge profiles. *J Appl Clin Med Phys* 2008; 9: 2809.
- [15] Serwer P. Agarose gels: Properties and use for electrophoresis. *Electrophoresis* 1983; 4: 375-382.
- [16] Wikipedia the free encyclopedia. Agarose gel Properties. 2013.
- [17] Audet C, Schreiner L. Multiple-site fast exchange model for spin-lattice relaxation in the Fricke-gelatin dosimeter. *Med Phys* 1997; 24: 201-209.
- [18] Seybold C. Polyacrylamide review: Soil conditioning and environmental fate. *Commun Soil Sci Plant Anal* 1994; 25: 2171-2185.
- [19] Smith EA, Oehme FW. Acrylamide and polyacrylamide: a review of production, use, environmental fate and neurotoxicity. *Rev Environ Health* 1991; 9: 215-228.
- [20] Armisen R, Galatas F. Production, properties and uses of agar. *FAO Fisheries Technical Paper (FAO)* 1987.

Evaluation of time-stability response of gelatin-Trimesic acid dosimeter

Ramzan Ali Ramzanpour (M.Sc)¹, Zohreh Hoseinpour Yektaei (M.Sc)², Maryam Rahbar (M.D)^{3,4}, Hadi Hasanzadeh (Ph.D)^{*1,4}

1 – Student Research Committee, Dept. of Medical Physics, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

2- Dept. of Radiotherapy, Firoozgar Hospital, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3 - Deputy of Research, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

4 - Cancer Research Center, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

(Received: 7 Feb 2016; Accepted: 2 Aug 2016)

Introduction: One of the problems in chemical dosimeters such as Trimesic acid is the liquid environment which makes it difficult to use. Chemical dosimeter merged into a bed of gel can help to partly overcome this problem. According to the importance of stability of dosimeter response after irradiation, in this study, the parameters of gelatin- Trimesic acid dosimeter in the range of doses of a one fraction of radiotherapy was assessed in days one, two, three and four after irradiation.

Materials and Methods: After the gel construction at a concentration of 1 mM and a pH of 2.2, it was poured into Perspex vials which opening was tight with parafilm and wrapped in an aluminum foil to eliminate light and was divided into 5 groups to be irradiated with 6 MV photons of linac 24h after the gel synthesis. To do so, vials were placed at the isocenter of the linac in a SSD of 100cm and field size of 10×10 cm². The delivered doses were from 0-200 cGy and vials were kept at the temperature of 4°C after the irradiation. The procedure of reading the vials were performed using a spectrofluorimeter (Jasco 6200) from one to four days after irradiation in excitation wavelengths of 370, 380, 390, 410, 420 and 450 nm.

Results: After obtaining the emission spectrum from the spectrofluorimeter, the emission spectrum was analyzed and it was found that there is a peak in the wavelengths of 377, 387, 396, 416, 427 and 457 nm seen in one day after irradiation and the most stable response belongs to the first day after irradiation.

Conclusion: The results of this study showed that the combined gelatin- Trimesic acid dosimeter in the first day after irradiation has the highest and most stable response and according to its characteristics, has the potential to be assessed as a clinical dosimeter.

Keywords: Chemical dosimetry, Gelatin- Trimesic acid, Stability, Spectrofluorimetry

* Corresponding author. Tel: +98 23 33451337

Hasanzadeh.h@semums.ac.ir