# ارزیابی اثر فوتوالکترون تراپی بر روی بیماران مبتلا به هپاتوسلولار کارسینوما

بهرام مفید[1]، مجتبی نواب پور[2]
1- استادیار، گروه رادیوتراپی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه، علوم پزشکی شهید بهشتی
2- مربی، گروه تکنولوژی پرتو شناسی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه، علوم پزشکی شهید بهشتی

یافته / دوره نهم / شماره 3 / پاییز 86 / مسلسل 33

## چکیده

***دریافت مقاله***: 86/1/18، ***پذیرش مقاله***: 86/4/27

**Ø مقدمه** : روش جدید فوتو الکترون تراپی قبلاً بر روی فانتوم، محیط های کشت سلولهای سرطانی و حیوانات آزمایشگاهی با موفقیت اجرا گردیده است. در این روش ابتدا داروهای حاوی مواد حاجب پرتو ایکس که عدد اتمی بالایی دارند به بدن بیماران تزریق می شود و پس از تجمع حداقل ده درصد از دارو در محل تومور در یک جلسه تابش پرتو ایکس 200 تا 300 کیلوولت بصورت لوکال به ناحیه تومور انجام می شود. کمیته اخلاق پزشکی اولین گروه بیماران کاندید درمان با روش فوتوالکترون تراپی را هپاتوسلولار کارسینوما تعیین نمود.

هپاتوسلولار کارسینوما یکی از بدخیمی های شایع ناحیه کبد می باشد. طولانی کردن عمر هدف اصلی برای بیشتر این بیماران است و در اغلب موارد این هدف با روشهای غیر جراحی قابل وصول است. این روشها شامل شیمی درمانی، رادیوتراپی، استفاده از امواج **RF** ( **Radio Frequency** )، ( **TACE** ) **Trans Artepical Chemo Embolization** و ( **PEI** ) **Percutaneous Ethanol Injection** هستند. میزان پاسخ این روشها به تنهایی و به صورت توأم 10% تا 47% گزارش شده است.

**Ø مواد و روش‌ها**: این تحقیق به صورت کارآزمایی بالینی اجرا گردید. در این روش ابتدا داروی لیپیدول که یک ماده حاجب پرتو ایکس با عدد اتمی بالا است از طریق آنژیو کاتتر به شریان مشروب کننده تومور منتقل شده، سپس در یک جلسه پرتو ایکس 200 تا 250 کیلوالکترون ولت بصورت موضعی به محل تومور تابیده می شود. دوز دارو متناسب با حجم تومور بین 20 تا 60 سانتیمتر مکعب و مقدار پرتو بین 400 تا 600 سانتی گری بوده است. مقدار جذب پرتو در این دارو نسبت به بافت سالم بدن دهها برابر بیشتر است در نتیجه موجب جذب انرژی پرتو در ناحیه تومور و نهایتاً آسیب خیلی شدید به این ناحیه می شود.

**Ø یافته‌ها**: تصاویر سی تی اسکن شش ماه پس از درمان یک جلسه ای هر شش بیماری که فوتوالکترون تراپی شدند نشان دهنده آسیب قابل توجه و اختصاصی به سلولهای تومور بودند.

**بحث و نتیجه گیری**: اندزه گیریها کاهش اندازه تومور بین 40 تا 80 درصد را نشان می دادند که بطور قطع ناشی از آسیب کشنده به سلولهای تومور بوده است. با توجه باینکه بیماران این تحقیق از سیروز و هپاتیت **B** نیز رنج می بردند امکان استفاده از تست های کبدی برای ارزیابی وجود نداشت ولی تا همین حد نشان دهنده آسیب رساندن به ناحیه تومور بصورت هوشمند و لوکالیزه بوده اند.

**Ø کلید واژه‌ها**: پرتودرمانی، هپاتوسل کارسینوما، فوتوالکترون تراپی، سرطان

**آدرس مکاتبه**: تهران - تجریش - خ دربند - دانشکده پیراپزشکی شهید بهشتی

**پست الکترونیک**: M_Navabpoor@yahoo.com

[ Downloaded from yafte.lums.ac.ir on 2026-11-25 ]

## مقدمه

اساسی ترین مشکل درمان بیماری سرطان، عود مجدد بیماری است. مهمترین علت عود، درمان ناقص است و متأسفانه به دلیل انتشار متاستاز به اندام های دیگر بدن معمولاً شانس درمان مجدد با گذشت زمان مرتباً کمتر می شود. بنابراین یافتن روشی که اولین درمان را با قاطعیت بیشتری انجام دهد، گام بزرگی در جهت حل این مشکل خواهد بود (1). رادیوتراپی یکی از روش های اصلی درمان سرطان است. در این روش از پرتوهای یونیزان برای از بین بردن تومورها استفاده می شود. در واقع جذب انرژی این پرتوها موجب آسیب رساندن به سلولهای نئوپلاسم می شود. نزدیکی انرژی جذب شده (دوز جذبی) در بافت سالم به دوز جذبی تومور یا به عبارت دیگر پایین بودن بازدهی مهمترین مشکل این روش درمانی است. این امر موجب عدم انتقال دوز نکروز به تومور می گردد. درنتیجه درمان ناقص و موجب عود مجدد بیماری می گردد (3-1). روش جدید فوتوالکترون تراپی قبلاً بر روی فانتوم، محیط های کشت سلولهای سرطانی و حیوانات آزمایشگاهی با موفقیت اجرا گردیده است (4). در این روش ابتدا داروهای حاوی مواد حاجب پرتو ایکس که عدد اتمی بالایی دارند به بدن بیماران تزریق می شود، پس از تجمع حداقل ده درصد از دارو در محل تومور در یک جلسه، 200 تا 300 کیلو ولت پرتو ایکس بصورت موضعی به ناحیه تومور تابیده می شود. کمیته اخلاق پزشکی اولین گروه بیماران کاندید درمان با روش فوتوالکترون تراپی را هپاتوسلولار کارسینوما تعیین نمود. هپاتوسلولار کارسینوما (HCC) یکی از شایعترین بدخیمی هاست که منشاء آن از سلولهای اپی تلیال می باشد. عامل به وجود آورنده آن شامل سیروز، الکل، هپاتیت B و C است (5).

سالانه 16200 نفر به این بیماری و مجاری صفراوی داخل کبدی در آمریکا مبتلا می شوند. این بیماری در آفریقا و خاور دور نیز بسیار شایع است (5).

درمان آن شامل جراحی و دیگر روش های معمول مانند پرتودرمانی و شیمی درمانی است (5). اما شرایط محدود کننده مانند تومورهای مرکزی کبد، درگیری هر دو لوب یا ورید های کبدی، سیروز و باقیمانده کم بافت فعال کبدی باعث کاهش تعداد افراد کاندید برای جراحی شده اند (30%-20) همچنین طول عمر 5 ساله بیماران بعد از جراحی کامل توده حدود 33% بوده است (6).

پیوند کبد از سالها قبل انجام شده و طبق بعضی گزارش ها نتایج آن مانند جراحی در حدود 20 تا 30% می باشد (6). ازدیاد طول عمر هدف اصلی برای بیشتر این بیماران است که در اغلب موارد می تواند با روشهای غیر جراحی حاصل شود (5).

افزون بر شیمی درمانی، برای درمان این بیماری روشهای غیر جراحی، شیمی درمانی، رادیوتراپی، RFA[1]، PEI[2] و TACE[3] را می توان نام برد (6).

شیمی درمانی یکی از روشهای معمول درمان است. انواع گوناکونی از داروهای شیمی درمانی که بر روی HCC موثر می باشد گزارش شده اند ولی متأسفانه هیچکدام از آنها میزان پاسخ بیشتر از 15-10% ندارند، بعلاوه شیمی درمانی ترکیبی نتوانسته اثری روی افزایش طول عمر داشته باشد. برای افزایش اثر داروهای شیمی درمانی از روش تزریق دارو از طریق شریان کبدی استفاده شده است ولی این روش هم اثر چندانی روی افزایش طول عمر نداشته (6).

در روش TACE ماده لیپیدول را با داروی شیمی درمانی و gelfoam ترکیب کرده و با آنژیوگرافی به نزدیکترین آرتریول تغذیه کننده تومور تزریق می کنند. این روش معمولاً در بیماران با توده بزرگ غیر قابل عمل و توده های متعدد بکار

1. Radio frequency ablation
2. Percutaneous Ethanol Injection
3. Embolization Trans Arterial Chemo

[ Downloaded from yafte.lums.ac.ir on 2026-11-25 ]

می رود و میزان اثر آن برای طول عمر سه ساله حدود 20% است که البته به مرحله (Stage) بیماری بستگی دارد (6، 7).

بیماران با مراحل پایین تر ( یک یا دو ندول کمتر از 3 cm) می توانند کاندید انجام PEI شوند که در بعضی اوقات با TACE ترکیب می شود و باعث طول عمر سه ساله 47%-35 می شود. ولی در مراحل(Stage) بالای بیماری انجام TACE و PEI باعث افزایش طول عمر نمی شود و نباید انجام شود (6، 7).

روش دیگر درمانی RFA می باشد که روشی با تهاجم کم می باشد و از روشهای درمانی جدید است. این روش بطور محدود مورد استفاده قرار گرفته و نتایج نسبتاً خوبی (در حدود 40%) داشته و در بیمارانی که توده غیر قابل عمل با عملکرد محدود بافت باقیمانده کبد دارند بکار می رود (7).

روش درمانی دیگر رادیوتراپی با روش معمول می باشد که متأسفانه حتی در ترکیب با شیمی درمانی میزان پاسخ نسبی 15% داشته (8) و دارای مشکلات زیراست:

الف : پائین بودن بازدهی درمان (پایین بودن نسبت دوز تومور به دوز بافت سالم )

ب : تکیه بر پدیده کمپتون که علاوه بر مستقل بودن این پدیده از انرژی و عدد اتمی بیشترین سهم پرتوهای پراکنده ناشی از آن بوده که موجب افزایش دوز در بافت سالم می گردد.

ج : عدم امکان ایجاد افتراق بین دوز تومور و دوز بافت سالم.

د : عدم امکان رساندن دوز کشنده به سلولهای بدخیم و در نتیجه افزایش احتمال عود بیماری، افزایش احتمال متاستاز و افزایش مرحله بیماری و در نتیجه کاهش پیش آگهی درمان (8).

با توجه به نکات بالا هیچکدام از روشها تاثیر قابل توجهی در درمان HCC ندارند و تفاوت بین آنها قابل ملاحظه نمی باشد. این امر باعث مطالعه بر روی روش درمانی جدید بر پایه رادیوتراپی شد (8). در این تحقیق مبنای رادیوتراپی پدیده فوتوالکتریک بوده است. استفاده از این پدیده در انرژیهای نسبی پایین اتفاق می افتد که معمولاً در پرتودرمانی استفاده نمی شود، احتمال وقوع این پدیده با توان سوم عدد اتمی و با احتساب اینکه تمام مواد با عدد اتمی بالا چگالی بیشتر نیز دارند در مجموع با توان چهارم عدد اتمی همراه با چگالی متناسب است. ارتباط انرژی با احتمال وقوع این پدیده نیز تابع دومی از عدد اتمی است، به همین دلیل با ایجاد اختلاف در عدد اتمی موثر بافتها می توان افتراق جذب فوق العاده ای را فراهم نمود (9).

دراین نوع واکنش فوتونهای ایکس وگاما با الکترون های وابسته اتمهای محیط مادی برخورد می کنند. به طور خلاصه با استفاده از این پدیده می توان نسبت دوز تومور به دوز بافت سالم را تا ده ها برابر افزایش داد. در این تحقیق از همین روش کاربردی استفاده شده است.

بطور کلی محاسبات دقیق و نتایج آزمونهای متعدد بر روی فانتوم، سلولهای محیط کشت و حیوانات آزمایشگاهی نشان داده بودند که استفاد از این روش و سیستم جدید می تواند نتایج زیر را در بر داشته باشد: (4و9)

1- افزایش بازدهی درمان تا بیش از دو هزار درصد نسبت به پرتودرمانی معمول.

2- کاهش تعداد جلسات درمان به یک تا سه جلسه.

3- امکان انتقال دوز کشنده به تومور و در عین حال انتقال دوز جزئی به بافت سالم اطراف آن.

4- کاهش دوز بافت سالم نسبت به روشهای معمول پرتودرمانی حداقل به نسبت یک دهم. (4و9).

## مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت کارآزمایی بالینی اجرا گردید. بیماران مبتلا به هپاتوسلولار کارسینوما که بطور کامل قطع درمان شده بودند و فقط مسکن دریافت می کردند از طرف پزشکان معالج معرفی می شدند. شرط ورود به این ارزیابی

[ Downloaded from yafte.lums.ac.ir on 2026-11-25 ]

بالینی تنها این مورد و رضایت بیمار و بستگان ایشان بوده است.

با توجه باینکه تمام بیماران کاندید، مبتلا به هپاتیت B و سیروز مزمن و پیشرفته نیز بودند، استناد به تست های آزمایشگاهی کبدی بعنوان یکی از ملاک های ارزیابی امکان پذیر نبود. تنها آزمون مطمئن برای ارزیابی میزان اثر این روش درمانی سی تی اسکن تشخیص داده شد. بهمین دلیل سی تی ناحیه شکم این بیماران قبل از فوتو الکترون تراپی تهیه می شد و این تصاویر با سی تی های بعد از درمان مقایسه می شدند.

بیماران پس از امضای رضایت نامه برای سی تی اسکن معرفی می شدند، سپس بصورت سرپایی در بخش آنژیوگرافی تحت آنژیوی سلکتیو قرار می گرفتند. بدین ترتیب که ماده حاجب با روش کاتتریسم به نزدیکترین شریان مشروب کننده تومور انتقال می یافت، ماده حاجب مورد استفاده لیپودول بود، این دارو بعنوان ماده مؤثر فوتو الکترون تراپی برای این نوع تومور بکار می رفت، زیرا لیپودول حاوی ید با عدد اتمی 53 است و بدلیل همین عدد اتمی بالا بعنوان ماده حاجب در رادیولوژی تشخیصی نیز بکار می رفته، نسبت ید آن 30/7 درصد و ویسکوزتیه آن در 15 درجه سانتی گراد در حدود 20 می باشد. این دارو 40% بیشتر از سلول های کبد قابلیت جذب در سلول های هپاتوسل کارسینوما را دارد و پس از جذب این دارو در این سلول ها در حدود 7 تا 10 روز در آن سلول ها باقی می ماند (15).

همچنین لیپودول قادر به مونیتورینگ تشخیصی ناحیه تومور نیز می باشد، به این ترتیب بیماران پس از آنژیو تحت کنترل مونیتورینگ پرتو ایکس تشخیصی قرار می گرفتند تا ماگزیمم تجمع ماده حاجب تزریق شده در تومور و شسته شدن دارو از ناحیه کبد مشاهده شود. لیپودول دارویی محلول در چربی است ولی بدلیل خاصیت صابونی وقتی مقدار دوز آن کمتر از 40 سانتیمتر مکعب باشد براحتی در خون پراکنده شده و با نیمه عمری در حدود چهار ساعت از بدن دفع می شود. فقط همان مقداری که جذب سلول های تومور شده است تا حدود 7 تا 10 روز در سلول ها باقی می مانند و این شرایط را برای جذب انتخابی انرژی پرتو فراهم می نماید. مقدار داروی تزریق شده به بیماران با توجه به حجم تومور آنان بین 10 تا 20 سانتیمتر معکب بود.

پس از آن بیماران به بخش رادیوتراپی منتقل می شدند. در آنجا با توجه به کلیشه های سی تی اسکن محل تومور از روی پوست تعیین می گردید(سیمولیتینگ) سپس با توجه به عمق تومور و انرژی پرتو که عملاً پرتو ایکس 180 کیلوولت بود، زمان درمان محاسبه می گردید (طراحی و محاسبات درمان). میزان دوز پرتو با توجه به اندزه و عمق تومور بین 400 تا 600 سانتی گری تعیین می شد. این مقدار پرتو از طریق دو میدان متقابل توسط مولد پرتو ایکس مستقر در بخش رادیوتراپی بیمارستان امام حسین (ع) بصورت کاملاً لوکال به ناحیه تومور تابیده می شد.

با توجه باینکه عدد اتمی مؤثر استخوان در حدود 13 می باشد و میزان جذب پرتو در آن بیشتر از بافت نرم است برای میدان قدامی که استخوان دنده در مسیر درمان قرار می گرفت مقدار دوز پرتو 10% افزایش داده می شد تا مقدار جذب شده در استخوان جبران شود.

تابش ها در یک جلسه صورت می گرفتند، پس از تابش بیماران مرخص می شدند. سپس بطور منظم با مراجعه به بیمارستان و یا حضور پزشک مجری یا همکار طرح در منزل آنان تحت نظر بودند. غیر از موارد معمول برای این بیماران مانند تجویز مسکن و داروهای ضد التهاب مورد خاص دیگری وجود نداشت. مهمترین اقدام پس از درمان یک جلسه ای فوتوالکترون تراپی انجام سی تی اسکن این بیماران بود. بر اساس تجربه های مشابه معمولاً اگر توموری به درمان پاسخ دهد علائم تصویری آن بعد از سه ماه قابل ارزیابی و پی گیری می باشد. باین ترتیب با توجه به وضعیت نامناسب بالینی این

[ Downloaded from yafte.lums.ac.ir on 2026-11-25 ]

بیماران که ناشی از هپاتیب B و سیروز مزمن بود این بیماران در حدود پنج تا شش ماه پس از درمان یک جلسه ای سی تی شدند. حجم تومورها قبل و بعد از درمان با دقت اندازه گیری شده و ارزیابی بر اساس این تغییر اندازه که برای این بیماران مناسبترین شاخص میزان اثر این روش درمانی است، انجام پذیرفت.

## یافته‌ها

در طول اجرای طرح بیست و شش بیمار توسط پزشکان همکار در بخش های گوارش و مراکز تحقیقات بیماری های گوارش و کبد معرفی شدند. علیرغم اینکه این بیماران به هیچیک از روش های درمانی پاسخ نداده بودند با وجود این از بین این بیماران تنها ده نفر حاضر به امضای رضایت نامه شدند. چهار نفر از این بیماران بدلیل عدم امکان آنژیوگرافی موفق به ادامه درمان نشدند. بیشترین علت عدم موفقیت همکاران رادیولوژیست طرح در آنژیوگرافی این بیماران شکنندگی عروق آنان بر اثر شیمی درمانی طولانی بود. این بیماران بدلیل عدم امکان انتقال ماده مؤثر فوتوالکترون تراپی از ادامه طرح خارج شدند. شش بیمار دیگر بین 52 تا 71 سال سن داشتند و سابقه بیماری آنان بین سه تا پنج سال بود. وضعیت بالینی هر شش بیمار وخیم بوده و تمام آنان از هپاتیت B و سیروز مزمن رنج می بردند. هر شش بیمار قادر به حرکت بطور عادی نبودند. چهار بیمار تومور منفرد داشتند، اندازه گیری ها با استفاده از تصاویر سی تی نشان دهنده حجمی بین 500 تا 850 سانتیمتر مکعب و دو بیمار دیگر یکی دو توده ویکی سه توده با حجمهای 650 و 700 سانتیمتر مکعب داشتند. با توجه به وضعیت نامساعد بالینی بیماران که ناشی از هپاتیت و سیروز پیشرفته و مزمن بود از انجام سی تی اسکن در دو مرحله پس از اجرای درمان صرفنظر شد. بین پنج تا شش ماه پس از درمان یک جلسه ای بیماران سی تی اسکن انجام شده و حجم تومورهای آنان پس از درمان از روی این تصاویر تعیین گردید (تصاویر ۱-الف تا 3-ب). تمام تصاویر نشان دهنده کاهش حجم تومورها بین 40% تا 65% بودند. این پدیده نشان دهنده اثر تخریبی این روش در یک جلسه بر روی سلول های تومور و در عین حال نشان دهنده عدم آسیب جدی به بافت سالم کبد است. این در صورتی است که درصد کمی از بافت کبد بیماران در طول چندین سال ابتلا به هپاتیت و سیروز سالم مانده باشد. با توجه به ابتلای این بیماران به عوارض جانبی متعدد ارزیابی میزان اثر روش درمانی طرح از روی تست های کبدی کاملاً ناممکن بود، به همین دلیل مطمئن ترین روش ارزیابی در اینگونه موارد یعنی تصاویر سی تی اسکن و اندازه گیری تغییرات حجم تومور از روی آنها بعنوان بهترین روش ارزیابی تعیین و اجرا گردید.




**شکل1- الف- برش مرکزی سی تی آنژیوی سوپر سلکتیو بیمار 52 ساله مبتلا به هپاتوسلولار کارسینوما، سه توده با حجم تقریبی 650 سانتیمترمکعب در کبد دیده می شود(تصویر قبل از درمان فوتوالکترون تراپی)**




**شکل 1- ب: سی تی اسکن همان بیمار شش ماه پس از درمان یک جلسه ای فوتوالکترون تراپی، علائم نکروز درکلیه توده ها مشهود است(بالغ بر 65% از حجم تومورها کاسته شده).**

[ Downloaded from yafte.lums.ac.ir on 2026-11-25 ]



**شکل 2- الف: برش مرکزی سی تی آنژیوی سوپر سلکتیو بیمار 60 ساله مبتلا به هپاتوسلولار کارسینوما، یک توده با حجم تقریبی 850 سانتیمتر مکعب در کبد دیده می شود( تصویر قبل از درمان فوتوالکترون تراپی).**



**شکل 2- ب: سی تی اسکن همان بیمار شش ماه پس از درمان یک جلسه ای فوتوالکترون تراپی، بیش از 60% توده از بین رفته است، این علامت نشان دهنده اثر قطعی این روش درمانی در همان یک جلسه می باشد.**



**شکل 3- الف: سی تی اسکن بیمار 63 ساله مبتلا به هپاتوسلولار کارسینومادر آخرین مراحل پیشرفت بیماری( End Stage)، حجم تومور در حدود 500 سانتیمتر مکعب است( قبل از درمان)**



**شکل 3- ب: سی تی اسکن همان بیمار شش ماه پس از درمان یک جلسه ای فوتوالکترون تراپی(در حدود 45% از حجم تومور کاسته شده و تومور همچنان در حال تحلیل رفتن است).**

## بحث

در این تحقیق چند نکته قابل بحث و بررسی است:

1- این تحقیق در شرایطی اجرا گردید که بیماران کاندید وضعیت بالینی بسیار دشواری داشتند، علاوه بر این از عوارض و بیماری های جانبی سختی رنج می بردند. با این حال و با وجود محدودیت های اجرایی متعدد که بطور معمول در اینگونه موارد وجود دارد چنین یافته ای بیشتر از حد انتظار بوده است. بدیهی است اگر بیماران در مراحل اولیه یا میانی بیماری باشند نتایج بمراتب بهتر و به درمان قطعی نزدیکتر می باشد.

2- مهمترین ویژگی درمان با فوتوالکترون که این تحقیق نشان دهنده آن بود، ایجاد افتراق قابل توجه بین آسیب ناحیه سرطانی و بافت سالم اطراف آن است. این ویژگی منحصربفرد ناشی از مبانی فیزیکی پدیده فوتوالکتریک است که یک قانون در واکنش متقابل پرتوهای ایکس و گاما با محیط مادی است (10). این ویژگی موجب گردید که امکان درمان یک جلسه ای فراهم گردد. در رادیوتراپی تأثیر پرتو در یک جلسه به مراتب بیشتر از زمانی است که درمان به چندین جلسه تقسیم شود. بعنوان مثال اگر برای وارد نمودن آسیب کشنده به یک تومور در بیست جلسه درمان 120 گری پرتو ایکس یا گاما لازم باشد، همین آسیب را در یک جلسه می توان با سی گری به تومور

[ Downloaded from yafte.lums.ac.ir on 2026-11-25 ]

وارد نمود (11-10). زیرا در روش فوتوالکترون تراپی دوز بافت سالم به مراتب کمتر از دوز تومور است(کمتر از یک دهم) و امکان انتقال دوز کشنده بدون آسیب جدی به بافت سالم فراهم می شود، در حالیکه در رادیوتراپی معمول به هیچ وجه چنین امکانی وجود ندارد.

3- در این تحقیق برای انتقال ماده مؤثر( مواد حاجب اشعه ایکس) به داخل تومور به آنژیوگرافی نیاز داشتیم، با توجه به وضعیت بالینی و بخصوص شکنندگی عروق این بیماران انتقال کاتتر به شریان مشروب کننده تومور بسیار مشکل و در بعضی موارد ناممکن بود. به همین دلیل تعدادی از بیماران کاندید به واسطه عدم امکان آنژیوگرافی از ادامه تحقیق حذف شدند. با توجه به این واقعیت به موازات اجرای مراحل فنی و آزمونها بر روی حیوانات آزمایشگاهی و سلولهای محیط کشت، چندین طرح تحقیقاتی پزشکی هسته ای و شیمی دارویی توسط مجریان این طرح با همکاری متخصصین شیمی دارویی از سه سال پیش اجرا گردیدند.

نتیجه این طرحها سنتز سه نوع از داروهای مخصوص فوتوالکترون تراپی بوده که هر کدام برای گروه خاصی از تومورها ساخته شده اند (12، 13، 14). این داروها حاوی ید بوده و عدد اتمی بالایی دارند و پس از تزریق وریدی مانند کیت های پزشکی هسته ای درصد قابل توجهی از آنها در ناحیه تومور تجمع می یابند، بهمین دلیل داروهای مخصوص فوتوالکترون تراپی نامیده می شوند. استفاده از این داروها تمام مشکلات مربوط به آنژیوگرافی را حل می کنند، در صد مفیدی از این داروها طی مدت نسبتاً کوتاهی پس از تزریق( یک تا سه ساعت) در تومور تجمع می یابند و پس از آن تابش صورت می گیرد. این داروها اکنون آماده هستند ولی مجوز بالینی آنها هنوز صادر نشده است، بدیهی است پس از کسب مجوز مربوطه اجرای درمان با سهولت بیشتری صورت می پذیرد، همچنین با استفاده از این داروها می توان متاستازها را نیز تحت درمان قرار داد زیرا این داروها بر حسب خواص بیوشیمیایی و فیزیولوژیک بدن به کلیه سلولهای نئوپلاسم با منشأ تومور اولیه منتقل می شوند و در همان یک جلسه درمان می توان متاستازها را نیز تحت تابش و درمان قرار داد، با توجه به حصول اطمینان از عدم سمیت این داروها در آزمونهای حیوانات آزمایشگاهی مجوز کاربرد بالینی این داروها نیز بزودی صادر می شود.

## نتیجه‌گیری

آزمون های سی تی اسکن قبل و بعد از درمان هر شش بیماری که تحت درمان آزمایشی با روش فوتوالکترون تراپی قرار گرفتند با وجود ابتلای بیماران به بیماریهای جانبی و محدودیتهای فنی و اجرایی متعدد و عدم وجود استثناء در این تصاویر سی تی اسکن، نشان دهنده این نتیجه قطعی است که در روش فوتوالکترون تراپی امکان ایجاد افتراق دوز پرتو یا افتراق آسیب بین سلول های تومور و بافت سالم بدن در حد بالایی وجود دارد. به این ترتیب در این روش یا سیستم می توان در یک جلسه درمان با انتقال دوز نستاً کمی از پرتو ایکس یا گاما به بافت سالم، دوزی در حد آسیب کشنده به سلول های تومور انتقال داد و از این طریق امکان درمان قطعی را فراهم نموده و از عود مجدد بیماری جلوگیری نماییم.

[ Downloaded from yafte.lums.ac.ir on 2026-11-25 ]

## References


1. Abraham Jame, Carmen J Allegra. Clinical Oncology Bethesda Handbook. USA:. Williams & Wilkins. 2005; P: 87-92.
2. Khan M Faiz.The physics of Radiation Therapy. 5th edition.USA: Williams & Wilkins. 2004; P P: 80 – 150.
3. Hall J. Eric. Radiobiology for radiologist. 4th edition. USA: Williams & Wilkins. 2005; P P: 56-68, 97-109.

4- نواب پور م، مفید ب. مطالعهٔ آثار فوتوالکترون تراپی بر روی شش نوع از سلول های سرطانی انسانی و حیوانات آزمایشگاهی، طرح تحقیقاتی، معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، بهار 1382.

5. Allgaier HP, Galandi D. Non surgical Treatment of Hepatocellular Carcinoma. Germany: Praxis J Oct 2004; P: 20-28.
6. Sturm JW, Keese M. Multimodal Treatment of Hepatocellular carcinoma. Germany: Onkology 2004; 294: 27-31
7. Goke B Prof. Nonsurgical Therapies for Hepatocellular and cholangiocellular Carcinoma. Electronic Journals Swiss Surgery; 2003; P: 32-39
8. Cox DJ, Kian. Ang. Radiation Oncology.volume 1. 3rd edition. USA: Mosby. 2005; P: 208-215, 225-327.

9- نواب پور م، مفید ب." معرفی سیستم جدید درمان تومورهای توده ای سرطانی( فوتوالکترون تراپی) " نشریه علوم پیراپزشکی، شماره چهارم، زمستان 1382، 219-211.

10. Mesa AV, Norman A, Solberg TD. Dose distributions using kilovoltage X-rays. UK: Phys.Med.Bio J 1999; 44: 29 – 35.
11. Santos Mello, Callisen R. Radiation dose enhancement in tumors with iodine. Medical Physics J 2005; 33: 75-82.

12- نواب پور م، پورخوشبخت ی. بررسی روشهای اتصال شیمیایی مواد حاجب اشعه ایکس با گالیوم 67 و 69. طرح تحقیقاتی، علوم پزشکی شهید بهشتی، 1382.

13- نواب پور م، پورخوشبخت ی. بررسی روشهای اتصال شیمیایی مواد حاجب اشعه ایکس با کیتهای شیمیایی مخصوص اندامهای پزشکی هسته ای. طرح تحقیقاتی، علوم پزشکی شهید بهشتی، 1383.

14- نواب پور م، پورخوشبخت ی. بررسی روش های ساخت رادیو رادیوژنراتورهای مخصوص استئوسارکوما. طرح تحقیقاتی، علوم پزشکی شهید بهشتی، 1383.

15- داغستانی ب. مواد کنتراست در رادیولوژی. چاپ اول. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تبریز، 1379. صفحات 121 تا 125


[ Downloaded from yafte.lums.ac.ir on 2026-11-25 ]