

بهینه سازی تکنیک Gate برای محاسبه فیلتراسیون گلومرولی (GFR) همزمان با انجام اسکن کلیه

دکتر سید رسول زکوی * مهدی مومن نژاد ** ، دکتر کوروش سلیمانی

*متخصص پزشکی هسته ای ، استادیار دانشگاه علوم پزشکی مشهد
** کارشناس ارشد فیزیک پزشکی ، بخش پزشکی هسته ای ، بیمارستان امام رضا (ع) مشهد

خلاصه

مقدمه: محاسبه GFR با تکنیک Gate بدون نیاز به نمونه خونی و با تزریق مقدار ۳ تا ۵ میلی کوری Tc-99m-DTPA انجام می شود. تهیه اسکن کلیه مناسب با اکتیویته فوق مقدور نیست. این مطالعه سعی دارد با بهینه سازی تکنیک فوق ، امکان محاسبه GFR همزمان با اسکن کلیه (با تجویز ۱۰ تا ۱۵ میلی کوری) را فراهم کند.

روش کار : در این مطالعه اکتیویته های مختلف از ۳ تا ۱۸ میلی کوری از Tc- 99m-DTPA در زمان ۶۰ ثانیه و درفاصله ۳۰ سانتیمتری از دکتور تصویربرداری شدند. همچنین اکتیویته ۱۲ میلی کوری در زمانهای مختلف (از ۵ تا ۳۰ ثانیه) و نیز در فواصل متفاوت از ۱۰ تا ۴۰ سانتیمتری تصویربرداری شدند و هر کدام از تصویربرداری ها ده بار تکرار شد. با استفاده از منطقه مطلوب (ROI) یکسان مقدار شمارش کلی و حداکثر شمارش در پیکسل، برای هر کدام از تصاویر بدست آمد.

نتایج و بحث: تجزیه و تحلیل تصاویر بدست آمده نشان داد که در تصویربرداری به مدت ۶۰ ثانیه، شمارش کلی در اکتیویته های بیش از ۱۵ میلی کوری کاهش می یابد که نشان از فلج دستگاه دارد. همچنین در تمام تصاویر بدست آمده از اکتیویته های بیش از ۳ میلی کوری، حداکثر شمارش در پیکسل های مساوی ۳۲۷۶۷ (دو به توان ۱۵ منهای یک) بود که نشان از اشباع پیکسل داشت. اندازه گیری اکتیویته ۱۲ میلی کوری نیز، در زمانهای مختلف نشان داد که فقط در زمانهای ۵ تا ۱۵ ثانیه اشباع پیکسل ها صورت نمی گیرد و در تصویر برداریهای با زمان بیشتر این پدیده اتفاق می افتد. بررسی اثر فاصله نیز نشان داد که درفاصله ۱۰ سانتیمتری پدیده اشباع دیده می شود، ولی در فواصل ۲۰ تا ۴۰ سانتیمتری این مشکل وجود ندارد.

نتیجه گیری: با استفاده از تکنیک Gate و بهینه سازی این تکنیک میتوان همزمان با انجام اسکن کلیه ، مقدار GFR را نیز محاسبه کرد. برای این کار مقدار اکتیویته تجویزی بین ۱۰ تا ۱۵ میلی کوری ، فاصله سرنگ نادکتور ۲۰ تا ۴۰ سانتیمتر و زمان تصویربرداری از سرنگ قبل از تزریق ۵ تا ۱۵ ثانیه باید باشد. تکنیک پیشنهادی ما ضریب همبستگی مناسبی را با روش کلیرانس کراتینین نشان می دهد.

واژه های کلیدی : فیلتراسیون گلومرولی ، تکنیک Gate ، Tc-99m-DTPA ، اسکن کلیه

مقدمه

این روش نیاز به جمع آوری ادرار ۲۴ ساعته دارد که عموماً بدستی انجام نمی شود و نیز زمان زیادی را طلب می کند. روشهای مختلف رادیو ایزوتوپیک برای محاسبه (GFR) پیشنهاد شده است. اغلب این روشها نیاز به نمونه گیری خونی همراه با تصویر برداری دارند. آقای (Gate) تکنیکی را ارائه کرده اند که بدون نیاز به خونگیری و فقط

محاسبه مقدار فیلتراسیون گلومرولی (GFR) در تشخیص بیماریهای کلیوی و نیز ارزیابی نتایج درمانهای انجام شده، حائز اهمیت فراوان است. روشهای مختلفی برای اندازه گیری مقدار (GFR) پیشنهاد شده است. روش رایج محاسبه (GFR) ، اندازه گیری حجم ادرار ۲۴ ساعته و مقدار کراتینین ادرار و سرم بیمار می باشد.

قرار گرفتند و مقدار شمارش کلی و همچنین مقدار حداکثر شمارش در پیکسل (Max count / pixel) برای هر کدام از تصاویر فوق ثبت گردید.

نتایج

شمارش اکتیویته های مختلف در فاصله ۳۰ سانتیمتری بمدت ۶۰ ثانیه نتایج زیر را بدست داد: شمارش اکتیویته ۳ میلی کوری از ^{99m}Tc تا ۳۹۳۹۲۹ تا ۴۰۱۱۶۲ متفاوت بود و متوسط شمارش آن معادل $397497/8$ بود. همچنین حداکثر شمارش در هر پیکسل 26202 تا 269222 متفاوت و مقدار متوسط آن 26577 بود. شمارش اکتیویته ۹ میلی کوری نیز از 892650 تا 899533 متغیر و متوسط آن $895962/6$ بود. تصاویر حاصل از سرنگ حاوی ۱۲ میلی کوری نیز محدوده شمارش 1029500 تا 1037193 و متوسط شمارش $1033902/7$ را نشان میداد. محدوده شمارش اکتیویته ۱۵ میلی کوری از 1118578 تا 1124245 و شمارش متوسط آن $1131202/1$ بود. همچنین محدوده شمارش اکتیویته ۱۸ میلی کوری از 1122281 تا 1131875 متغیر و میانگین شمارش آن $1126232/5$ بود.

حداکثر شمارش در پیکسل نیز در اکتیویته های $150, 120, 9$ و 18 میلی کوری تماماً مساوی و معادل 32767 بود. (نمودار ۱)

برای ارزیابی اثر زمان در تصویر برداری اکتیویته ۱۲ میلی کوری در فاصله ۳۰ سانتیمتری و در زمانهای مختلف تصویر برداری شد. در شمارش بمدت ۵ ثانیه محدوده شمارش از 130620 تا 131441 و میانگین شمارش معادل $130995/1$ بود. حداکثر شمارش در پیکسل نیز محدوده 8884 تا 9149 و میانگین $8996/2$ داشت. در شمارش به مدت $10, 15, 20$ و 30 ثانیه متوسط شمارش به ترتیب معادل $2583810/9$ ، $284558/1$ ، $504695/7$ و $682848/9$ بود و متوسط حداکثر شمارش در پیکسل نیز در تصاویر فوق به ترتیب $17690, 26407/5, 32767$ و 32767 بود. (جدول ۱).

برای بررسی اثر فاصله سرنگ تا دکتور اکتیویته ۱۲ میلی کوری به مدت ۱۰ ثانیه در فواصل مختلف تصویر برداری شد: در فاصله ۱۰ سانتیمتری، محدوده شمارش از 257711 تا 259256 متفاوت و متوسط شمارش نیز 258446 بود. حداکثر شمارش در پیکسل نیز در تمام تصاویر یکسان معادل 32767 بدست آمد. در فاصله $20, 30$ و 40 سانتیمتری متوسط شمارش کلی به ترتیب $255094/3, 250931/1$ و 248792 بود. حداکثر شمارش

از طریق تصویر برداری از کلیه ها توسط گاما کمرا امکان محاسبه (GFR) را فراهم می کند. در این روش از مقدار کمی ماده رادیواکتیو (^{99m}Tc تا 5 میلی کوری) (DTPA) استفاده می شود، به این جهت امکان تصویر برداری از خونرسانی به کلیه ها (مرحله پرفیوژن) مقدور نیست و لذا انجام اسکن کلیه همزمان با محاسبه (GFR) (امکان پذیر نیست. از طرفی استفاده از دوز معمول رادیو دارو در اسکن کلیه (20 میلی کوری) باعث اشتباه در محاسبه GFR می شود.

در یک مطالعه مقدماتی، ۳ بیمار تحت اسکن کلیه با تزریق 20 میلی کوری ^{99m}Tc -DTPA قرار گرفتند. شمارش سرنگ قبل و بعد از تزریق به مدت 60 ثانیه ثبت گردید و مقدار (GFR) مطابق با روش پیشنهادی آقای (Gate) محاسبه گردید. همچنین با استفاده از جمع آوری ادرار 24 ساعته کلیرانس کراتینین محاسبه گردید. مقادیر حاصل توسط اسکن در این سه بیمار معادل $186, 162, 301$ میلی لیتر بود و مقادیر حاصل از روش آزمایشگاهی به ترتیب معادل $115, 108, 121$ میلی لیتر بود که اختلاف فاحشی با نتایج قبلی نشان میداد. یافته فوق امکان فلج شدن گاما کمرا را در شمارش بالا مطرح می کرد. این مطالعه بر آن است تا با بهینه سازی تکنیک (Gate) امکان محاسبه صحیح GFR همزمان با انجام اسکن کلیه را فراهم کند.

روش کار

برای آزمون فرضیه فلج دستگاه گاما کمرا در اکتیویته های بالا، مقادیر اکتیویته $3, 9, 12, 15, 18$ میلی کوری ^{99m}Tc در حجم 0.5 سی سی و در یک سرنگ 2 سی سی یا استفاده از دوز کالیبراتور (Capintec - CRC15R) اندازه گیری گردید و سپس در فاصله ۳۰ سانتیمتری از دکتور گاما کمرا هر کدام 10 بار و هر بار به مدت 60 ثانیه تصویر برداری شدند. در این مطالعه از یک گاما کمرای (SMV) مدل (DSX) یا میدان دید وسیع استفاده گردید و تمام تصویر در ماتریس 256×256 و به روش Word ثبت گردید. همچنین یک سرنگ حاوی مقدار اکتیویته 12 میلی کوری ^{99m}Tc در زمانهای $5, 10, 15, 20, 30$ ثانیه و هر کدام 10 بار تصویر برداری شدند. در سومین آزمایش سرنگ حاوی اکتیویته 12 میلی کوری در فواصل $10, 20, 30$ و 40 سانتیمتری از دکتور، هر کدام 10 بار و هر بار بمدت 10 ثانیه تصویر برداری گردید. تمام تصاویر با استفاده از یک منطقه مطلوب (ROI) مربعی یکسان مورد بررسی کمی

با توجه به نتایج حاصله مقدار اکتیویته ۱۲ میلی کوری به عنوان مقدار انتخابی برای محاسبه GFR همزمان با انجام اسکن در نظر گرفته شد و در فاصله ۳۰ سانتیمتری از کولیماتور بمدت ۱۰ ثانیه قبل از تزریق شمارش گردید. سپس دوز فوق به بیماران تزریق و اسکن روتین کلیه (با ماتریس ۱۲۸×۱۲۸) بمدت ۳۲ دقیقه انجام شد. در پایان، سرنگ تزریق شده و نیز محل تزریق به مدت ۳۰ ثانیه و در فاصله ۳۰ سانتیمتری، تصویر برداری شد. ماتریس انتخابی برای تصاویر سرنگ (قبل و بعد از تزریق) و محل تزریق ۲۵۶×۲۵۶ بود.

برای ارزیابی کلینیکی تکنیک فوق، تعداد ۹ بیمار با روش فوق تحت اسکن کلیه و محاسبه GFR قرار گرفتند و باروش آزمایشگاهی نیز کلیترانس کرانتینین مورد محاسبه قرار گرفت. مقدار GFR این بیماران باروش اسکن بطور متوسط ۸۲/۳۴ میلی لیتر در دقیقه بود و محدوده آن از ۳۰/۳۹ تا ۱۳۴ میلی لیتر محاسبه گردید. مقدار GFR این بیماران در روش آزمایشگاهی در محدوده ۲۰/۸ تا ۱۶۵ میلی لیتر در دقیقه با میانگین ۸۴/۸۸ میلی لیتر در دقیقه بود. مقادیر بدست آمده در این دو روش ضریب همبستگی معنی داری را نشان داد. ($R = 0/883$ و $P = 0/005$)

نتیجه گیری

این مطالعه نشان داد که محاسبه GFR همزمان با انجام اسکن کلیه امکان پذیر است و درمقایسه با روش آزمایشگاهی ضریب همبستگی خوبی را نشان میدهد. برای استفاده از این تکنیک رعایت موارد ذیل پیشنهاد می شود:

- ۱- مقدار ماده رادیو اکتیو تجویزی $Tc-99m$ (DTPA) برای بیماران بین ۱۰ تا ۱۵ میلی کوری باشد.
- ۲- زمان شمارش سرنگ قبل از تزریق باید بین ۵ تا ۱۵ ثانیه باشد.
- ۳- فاصله سرنگ تا دکتکتور نیز باید بین ۲۰ تا ۴۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود.
- ۴- پس از تزریق، اسکن کلیه بمدت ۳۲ دقیقه و در دو مرحله (مرحله اول ۶۰ تصویر ۲ ثانیه ای و مرحله دوم ۶۰ تصویر ۳۰ ثانیه ای) انجام شود.
- ۵- پس از اتمام اسکن، شمارش سرنگ بعد از تزریق و شمارش محل تزریق به مدت ۳۰ ثانیه انجام گیرد.

در پیکسل نیز در تصاویر به ترتیب معادل ۲۴۹۵۰، ۱۶۴۶۵/۶ و ۱۱۰۱۴/۳ بدست آمد. (جدول ۲)

بحث و آنالیز نتایج

بررسی نتایج حاصل از تصویربرداری از اکتیویته های مختلف در زمان ۶۰ ثانیه نشان داد که شمارش کلی بدست آمده از مقدار ۳ تا ۱۵ میلی کوری افزایش می یابد. اما از ۱۵ میلی کوری به بالا کاهش پیدا می کند که نشان دهنده فلج شدن دستگاه در شمارش های بالا است. پس مقدار اکتیویته تجویزی باید از ۱۵ میلی کوری کمتر باشد تا از فلج دستگاه جلوگیری شود. بررسی حداکثر شمارش در هر پیکسل در تصاویر بدست آمده نیز نشان داد که بحر تصویر اکتیویته ۳ میلی کوری که متوسط حداکثر شمارش در هر پیکسل معادل ۲۶۵۷۷ بود، در اکتیویته های بالاتر (۹ تا ۱۸ میلی کوری) حداکثر شمارش در هر پیکسل در تمام تصاویر مساوی و معادل ۳۲۷۶۷ می باشد، که همان دو به توان ۱۵ منهای یک می باشد. این یافته نشان از اشباع شدن پیکسل ها در اکتیویته های ۹ تا ۱۸ میلی کوری می باشد. همچنان که از نمودار شماره یک استنباط می شود، افزایش شمارش کلی متناسب با افزایش اکتیویته می باشد، اما این تناسب یک به یک نیست که این مسئله بعلت پدیده اشباع می باشد. برای کاهش پدیده اشباع پیکسل ها باید زمان تصویر برداری کاهش یابد. تصویر برداری در زمانهای مختلف از اکتیویته ۱۲ میلی کوری و در فاصله ۳۰ سانتیمتری نشان داد که حداکثر شمارش در هر پیکسل در زمانهای ۵، ۱۰ و ۱۵ ثانیه کمتر از حد اشباع می باشد (جدول ۱). اما در تصاویر ۲۰ و ۳۰ ثانیه ای دوباره با پدیده اشباع روبرو هستیم. پس زمان تصویر برداری نیز باید بین ۵ تا ۱۵ ثانیه در نظر گرفته شود تا از اشباع پیکسل ها جلوگیری شود.

شمارش انجام شده از اکتیویته ۱۲ میلی کوری در زمان ۱۰ ثانیه در فواصل مختلف نیز نشان داد که در فاصله ۱۰ سانتیمتری اشباع پیکسل ها صورت می گیرد، ولی در فواصل ۲۰ تا ۴۰ سانتیمتری پدیده اشباع وجود ندارد. (جدول ۲)

با افزایش فاصله از ۲۰ تا ۴۰ سانتیمتری کاهش شمارش قابل توجهی صورت می گیرد (۳/۹۴-۲۵۵۰ تا ۲۴۸۷۹۲، $P = 0/0001$) اما همچنانکه میدانیم شمارش متناسب با عکس مجذور فاصله کاهش می یابد، اما عدم کاهش توانی شمارش با افزایش فاصله در این تصاویر با افزایش میدان دید سوراخهای کولیماتور توجیه می شود.

مشخص را در محدوده های فوق استفاده کند تا نتایج حاصل تکرارپذیر باشد.

۹- ما در بخش پزشکی هسته ای بیمارستان اما رضا(ع) ، تکنیک فوق را با اکتیویته ۱۲ میلی کوری ، فاصله ۳۰ سانتیمتری تا دتکتور، زمان تصویر برداری ۱۰ ثانیه ای برای سرنگ قبل از تزریق و زمان تصویر برداری ۳۰ ثانیه ای برای سرنگ بعد از تزریق و محل تزریق ، استفاده می کنیم .

۶- ماتریس انتخابی برای تصاویر سرنگ (قبل و بعد از تزریق) و محل تزریق 256×256 و برای اسکن 128×128 می باشد.

۷- با استفاده از فرمول پیشنهادی آقای Gate محاسبه GFR انجام میشود.

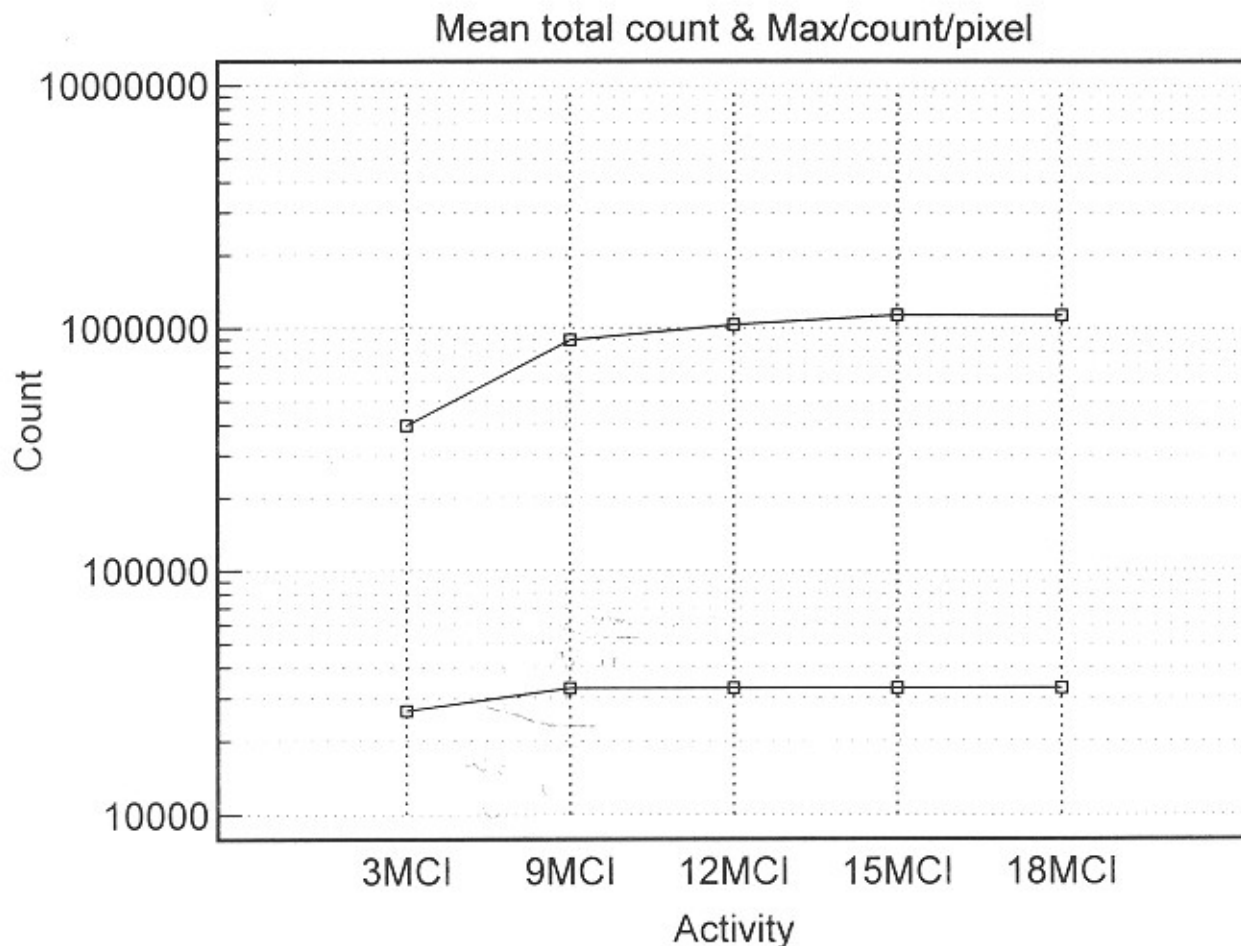
۸- اگر چه در این مطالعه درمورد دوز رادیودارو، فاصله و زمان تصویربرداری محدوده ای ارائه شده است اما هر بخش پزشکی هسته ای ، همواره باید یک عدد

زمان تصویربرداری	۵ ثانیه	۱۰ ثانیه	۱۵ ثانیه	۲۰ ثانیه	۳۰ ثانیه
متوسط شمارش کل	۱۳۰۹۹۵/۱	۲۵۸۳۸۱/۹	۳۸۴۵۵۸/۱	۵۰۴۶۹۵/۷	۶۸۳۸۴۸/۹
متوسط حداکثر شمارش در پیکسل	۸۹۹۶/۲	۱۷۶۹۰	۲۶۴۰۷/۵	۳۲۷۶۷	۳۲۷۶۷

جدول ۱- متوسط شمارش کل و حداکثر شمارش در پیکسل در تصویربرداری از سرنگ ۱۲ میلی کوری در فاصله ۳۰ سانتی متری از دتکتور گاما کمرا و در زمانهای مختلف

فاصله سرنگ از کولیماتور	۱۰ ثانیه	۲۰ ثانیه	۳۰ ثانیه	۴۰ ثانیه
متوسط شمارش کل	۲۵۸۴۴۶	۲۵۵۰۹۴/۳	۲۵۰۹۳۱/۱	۲۴۸۷۹۲
متوسط حداکثر شمارش در پیکسل	۳۲۷۶۷	۲۴۹۵۰	۱۶۴۶۵/۶	۱۱۰۱۴/۳

جدول ۲- متوسط شمارش کل و حداکثر شمارش در پیکسل ، در تصویر برداری از سرنگ ۱۲ میلی کوری به مدت ۱۰ ثانیه و در فواصل مختلف از دتکتور گاما کمرا



نمودار ۱- نمودار نیمه لگاریتمی شمارش در مقابل اکتیویته. منحنی بالا نشان‌دهنده تغییرات شمارش کل در اکتیویته های مختلف می باشد. منحنی پایین تغییرات حداکثر شمارش در پیکسل را نشان می دهد.

منابع

- 1- Gates GF. Split renal function testing using Tc-99m-DPTA. A rapid technique for determining differential glomerular filtration. Clin Nucl Med. 1983(8): 400-407
- 2- Russel CD, Thorstad BD, Yester MV, Stutzman M and Dubovsky EV. Quantitation of renal function with Technetium -99m MAG3. J Nucl Med 1988; 29:1931-1933.
- 3- Gates GF: Use of filtration fraction in radionuclide renography. Radiology. 1994; 193: 272
- 4- Gates GF. Glumerular Filtration. In : Henkin RE: Nuclear Medicine , Mosby- year book Inc. 1996.
- 5- Awdej M, Kouris K, Hassan IM, et al: factors affecting the gates GFR measurement. J Nucl Med. 1989; 30: 842

- 6- Beytas EM, Hamblen SM, Hanson MW et al: GFR determination by a modification of Gates method: The conventional renal examination with a semiautomated GFR measurement. J Nucl Med. 1990; 18:225-260.
- 7- Brown SCW, O' Reilly PH: Glomerular filtration rete measurment: A neglected test in urological practice, Brit J Urol. 1995; 75: 296-300.
- 8- Gates GF: A dose - attenuation shield for use in glomerular filtration rate computations: a method for combined renal scintiangiography and functional quantification. Clin Nucl Med. 1991; 16: 73-78

۹- مقایسه روش کلاسیک تعیین GFR با روش رادیونوکلئیدها ، پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک پزشکی ، آقای حسین صفرنیا به راهنمایی آقای دکتر محمد افخاری ، دانشکده پزشکی - دانشگاه تربیت مدرس -