

## بررسی نتایج درمانی سندرم کمپارتمان در مصدومین زلزله بم ۱۳۸۲- ایران

ایرج نجفی<sup>۱</sup>، مصطفی حسینی<sup>۲</sup>، سعید صفری<sup>۳</sup>، عباس شجاعی<sup>۴</sup>، علی شریفی<sup>۵</sup>، مهدی مهرانی<sup>۶</sup>، رسول بابایی<sup>۷</sup>

<sup>۱</sup> دانشیار، مرکز تحقیقات اورولوژی بیمارستان سینا و نفروولوژی بیمارستان شریعتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران

<sup>۲</sup> دانشیار، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران

<sup>۳</sup> دستیار طب اورژانس، بخش اورژانس بیمارستان امام حسین (ع)، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، ایران

<sup>۴</sup> پزشک عمومی، پژوهشگر، مرکز تحقیقات دیالیز صفاقی شفا، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران

<sup>۵</sup> دستیار جراحی عمومی، پژوهشگر، مرکز تحقیقات دیالیز صفاقی شفا، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران

نویسنده رابط: سعید صفری، نشانی: تهران، بیمارستان امام حسین، خیابان شهید مدنی، بخش اورژانس، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. تلفن: ۰۲۱-۷۷۵۵۸۰۸۱، پست الکترونیک:

saeed\_safari\_2004@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۲/۷؛ پذیرش: ۱۳۸۸/۶/۷

**مقدمه و اهداف:** از مشکلات جدی مصدومین زلزله، سندرم کمپارتمان ناشی از آسیب له شدگی (crush injury) است که می‌تواند حیات

عضو را به خطر اندازد. در درمان این سندرم، بین شیوه جراحی (فاشیوتومی) و نگهدارنده، اختلاف نظر وجود دارد. این مطالعه به ارزیابی تأثیرات انجام فاشیوتومی بر مرگ و میر و ابتلای مصدومین زلزله بم در سال ۱۳۸۲ خواهد پرداخت.

**روش کار:** پرسشنامه‌ای مشتمل بر اطلاعات دموگرافیک، بالینی و آزمایشگاهی طراحی شد و برای مصدومین بستری شده تکمیل گردید. در ابتدا اطلاعات مصدومین فاشیوتومی شده مورد آنالیز قرار گرفت. در ادامه، از بین بیماران فاشیوتومی نشده، گروهی با حداکثر فاکتورهای مشابه ممکن انتخاب و به مقایسه مرگ و میر و ابتلای دو گروه پرداخته شد.

**نتایج:** ۲۹۶۲ نفر بررسی شده بودند. فاشیوتومی در (۳/۶۱٪) ۱۰۷ بیمار انجام شده بود (۴/۶٪ خانم). متوسط سن بیماران فاشیوتومی شده (۹/۷۹ ± ۲۷/۴۶ سال بود (حداقل=۱۰ و حداکثر=۶۵). آنها به طور متوسط برای ۰/۷ ± ۵/۰۶ ساعت زیر آوار محبوس شده بودند (حداقل=۱ و حداکثر=۱۵). تفاوت معنی‌داری در مرگ و میر و ابتلای نهایی مصدومین فاشیوتومی شده نسبت به گروه انتخابی فاشیوتومی نشده که از نظر سطح آنزیم‌های عضلانی، زمان زیر آوار، سن، جنس و میزان مایع دریافتی در وضعیت مشابه بودند وجود نداشت.

**نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد که انجام فاشیوتومی در افزایش مرگ و میر و ابتلا در مصدومین، تأثیر چشم‌گیری نداشته باشد؛ البته اظهار نظر قطعی در این مورد منوط به انجام مطالعات قوی‌تر است.

**واژگان کلیدی:** فاشیوتومی، سندرم کمپارتمان، سندرم کراش، مرگ و میر، زلزله، بم

### مقدمه

نمک و آب (گاه تا ۱۰ لیتر و بیشتر) به عضلات آسیب دیده سرازیر شده و موجب تورم اندام می‌گردد (۱،۲،۳). از طرفی کلسیم در تبادل با سدیم وارد سلول شده و موجب انقباض مداوم سلولی و در نتیجه تحلیل رفتن انرژی و مرگ سلولی می‌شود. همچنین کلسیم با فعال کردن آنزیم‌های فسفولیپاز A2، پروتئازها و غیره موجب تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌گردد. به دنبال این موضوع، هجوم نوتروفیل‌های فعال شده و رهاسازی پروتئازها و

تحت فشار قرار گرفتن توده‌های عضلانی (Crush injury) و ایسکمی ناشی از آن در اندام زیر آوار مانده، موجب نکروز میوسیت‌ها یا Rhabdomyolysis می‌شود. این پدیده به همراه عوارض موضعی و سیستمیک آن به دنبال بلاهای طبیعی می‌تواند حیات عضو و گاه فرد را به خطر اندازد. با از بین رفتن تداوم (integrity) غشاء سلول عضلانی، به علت ایسکمی، توازن الکترولیتی طرفین غشاء به هم می‌خورد و مقادیر بسیار بالای

همکاری انجمن بین المللی نفرولوژی اقدام به طراحی پرسشنامه‌ای جامع جهت بررسی ابعاد مختلف مشکلات پزشکی قربانیان زلزله نمود. این پرسشنامه مشتمل بر اطلاعات دموگرافیک، بالینی و آزمایشگاهی بود و به بیمارستان‌هایی که در سراسر کشور اقدام به بستری مصدومین زلزله کرده بودند ارسال گردید (۱۵ مرکز در ۷ شهر). پرسشنامه مذکور در هر مرکز توسط یک پزشک مسئول تکمیل شد و مجدداً توسط تیم مرکزی پژوهش در تهران مورد ارزیابی و تأیید نهایی قرار گرفت. پس از ورود اطلاعات به کامپیوتر در ابتدا داده‌های به دست آمده از مصدومین فاشیوتومی شده مورد آنالیز قرار گرفت. سپس برای بررسی تأثیرات انجام فاشیوتومی بر مرگ و میر و ابتلای این مصدومین، از بین کل بیماران فاشیوتومی نشده، گروهی با حداکثر شرایط همسان با بیماران فاشیوتومی شده انتخاب شد و به مقایسه این دو گروه پرداخته شد. لازم به ذکر است که گروه مذکور از نظر متوسط سطح کراتین فسفوکیناز (CPK) (به عنوان شاخص آزمایشگاهی شدت تروما)، متوسط مدت زمان احتباس زیر آوار (به عنوان شاخص بالینی شدت تروما)، جنس و متوسط سن (به عنوان شاخص‌های دموگرافیک)، متوسط مدت زمان تاخیر در درمان و در نهایت متوسط میزان مایع دریافتی در ۲۴ ساعت اول با بیماران فاشیوتومی شده همسان سازی گردیدند.

لزوم فاشیوتومی با توجه به صلاحدید جراحان و در اکثر موارد با توجه به علائم بالینی سندرم کمپارتمان مطرح شده و توسط جراحان عمومی و یا متخصصین ارتوپدی صورت گرفته بود.

اطلاعات جمع‌آوری شده به وسیله نرم افزار STATA (8.0) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و از آزمون‌های Chi-square و t-test استفاده شده. همچنین خاطر نشان می‌سازد که یافته‌های این مطالعه بر اساس حداکثر اطلاعات به دست آمده است و البته اطلاعات مصدومین بستری شده در شهر شیراز به دلیل عدم همکاری آن مرکز قابل دسترس نبوده است. از طرفی با توجه به شرایط بحرانی زمان زلزله و ضعف‌های موجود در مستندسازی، به طور اجتناب ناپذیر با کمبود اطلاعات مواجه بودیم که در مقاله‌ای با عنوان "راهکارهای استراتژیک برای کاهش میزان مرگ و میر در بلایای طبیعی" به تفصیل به آن پرداخته‌ایم (۱۴).

### یافته‌ها

تعداد کل مصدومین مورد ارزیابی در این مطالعه ۲۹۶۲ نفر بود که فاشیوتومی در (۳/۶۱٪) ۱۰۷ بیمار انجام شده بود (۴۶٪ زن). متوسط سن بیماران فاشیوتومی شده  $27/46 \pm 9/79$  سال بود (

رادیکال‌های آزاد آن‌ها موجب تشدید تورم و نکروز می‌شوند. از عوارض موضعی چنین پدیده‌ای، می‌توان به تورم توده‌های عضلانی، بالارفتن فشار داخل کمپارتمان و در نتیجه سندرم کمپارتمان و عوارض عروقی و عصبی ناشی از آن که موضوع اصلی بحث است اشاره کرد. فشار داخل کمپارتمان در حالت عادی حدود صفر تا ۲۰ میلی‌متر جیوه است. به دنبال تورم سلول‌های عضلانی، فشار داخل کمپارتمان شروع به افزایش می‌کند و جریان خون وریدی و در ادامه جریان خون شریانی را متوقف می‌سازد که این امر با قطع خون‌رسانی دیستال به محل ضایعه، موجب ضایعات عصبی و عروقی می‌شود که می‌تواند موجب نکروز کامل اندام و لزوم قطع عضو گردد. راه معمول کاهش چنین فشاری، فاشیوتومی به طریقه جراحی و رها ساختن توده‌های عضلانی از داخل کمپارتمان است (۴)؛ ولی در مصدومین زلزله وضع کمی متفاوت است. به طور تئوریک بکار بردن فاشیوتومی به دلایل زیر می‌تواند موجب بدتر شدن پیش آگهی این مصدومین شود. به دنبال جراحی، بافت‌های نکروتیک در معرض هوا قرار می‌گیرند و محل بسیار مناسبی را برای رشد انواع میکروارگانیزم‌ها فراهم می‌کنند و نتیجه آن عفونت‌های شدید و به دنبال آن سپتی سمی و نهایتاً شوک سپتیک به عنوان مهم‌ترین و بدترین عارضه فاشیوتومی خواهد بود. خونریزی ناشی از برش، خود می‌تواند به دهیدراتاسیون زمینه‌ای دامن بزند و موجب تشدید ازوتمی پره رنال شود. همچنین به دنبال فاشیوتومی فرد برای مدت طولانی‌تری بستری می‌شود و تحت فشار بودن قسمت‌هایی از بدن برای مدت طولانی خود می‌تواند باعث رابدومیولیز گردد و در این میان اضافه شدن زخم‌های بستر نیز می‌تواند در دروساز شود. در یک مطالعه، فاشیوتومی فقط در ۱۳ درصد از بیمارانی که با Foot drop ناشی از سندرم کمپارتمان مراجعه کرده بودند موجب بهبودی شده است (۵). مطالعات ایران (۶)، ژاپن (۷) و ترکیه (۸) نیز در این زمینه مخالف انجام فاشیوتومی به عنوان خط اول درمان سندرم کمپارتمان هستند. در نقطه مقابل، مطالعات دیگری (۹-۱۳) انجام فاشیوتومی به محض تشخیص بالینی سندرم کمپارتمان را درمان انتخابی می‌دانند.

با توجه به اختلاف نظرهای گفته شده تصمیم گرفته شد تا در مطالعه‌ای به ارزیابی تأثیرات انجام فاشیوتومی بر مرگ و میر و ابتلای مصدومین زلزله بم در سال ۱۳۸۲ ایران بپردازیم.

### روش کار

در روزهای اول بعد از وقوع زلزله بم، انجمن نفرولوژی ایران با

جدول شماره ۱- متغیرهای همسان سازی شده (Matched) بین گروه فاشیوتومی شده و گروه انتخابی فاشیوتومی نشده

P value	فاشیوتومی نشده N=۱۳۲	فاشیوتومی شده N=۳۹	متغیر
۵۲/۰	۲۶/۳±۱/۶	۲۹/۱۶±۳/۳	سن
۵۷/۰	۴۱/۶۱ (۸۱)	۲۲/۵۶ (۵۶)	مرد
۱۸/۰	۳/۷±۰/۵۶	۵/۰۶±۰/۷	مدت زمان زیر آوار
۶۴/۰	۰/۸۳±۰/۰۶	۰/۸۹±۰/۱۲	تاخیر در درمان
۴۷/۰	۱/۶۲±۰/۲۲	۱/۳۴±۰/۳۲	مایع ۲۴ ساعت اول
۱۴/۰	۱۴۱۸۴±۱۶۹۲	۱۹۴۱۶±۲۹۷۵	CPK

جدول شماره ۲- مقایسه مرگ و میر و ابتلا بین گروه فاشیوتومی شده و نشده

P value	فاشیوتومی نشده	فاشیوتومی شده	ابتلا
۱۳/۰	۲/۲(۳)	۶/۷(۳)	سپسیس
۰۰/۱	۷/۲(۳)	۹/۲(۱)	انعقاد منتشر داخل عروقی
۰۰/۱	۰/۳(۳)	۵۶/۲(۱)	سندرم دیسترس تنفسی حاد
۳۲/۰	۳/۳(۳)	۸۵/۴(۵)	قطع عضو
۴۴/۰	۷/۲(۱)	۷/۷(۸)	مرگ

مدت بستری در بیماران فاشیوتومی شده  $۱۷/۹ \pm ۲/۴$  روز و در گروه دیگر  $۱۲/۲ \pm ۱/۳$  بود ( $P=۰/۰۴۶$ ).

## بحث

واقع شدن مناطق مستعد زلزله در نقاط پر جمعیت دنیا (تهران - ایران، استانبول - ترکیه) از یک طرف و افزایش فراوانی بلایای مشابهی چون سونامی، طوفان و جنگ‌ها از طرف دیگر، موجب افزایش مواجهه روز افزون ما با موارد سندرم کراش شده است. بنابراین بحث در مورد نحوه مواجهه با چنین مصدومینی و شفاف‌سازی برنامه گروه‌های امداد در چنین شرایطی موجب کاهش اشتباهات گذشته و افزایش اثر بخشی اقدامات درمانی می‌شود.

در مورد نحوه برخورد با سندرم کمپارتمان در جریان زلزله، نظرات متفاوتی وجود دارد. گروهی از فاشیوتومی به عنوان خط اول درمان به محض تایید بالینی سندرم کمپارتمان استفاده می‌کنند. این در حالی است که گروه دیگر معتقد به اقدامات نگهدارنده و تاخیر در انجام فاشیوتومی تا زمان تایید قطعی این عارضه هستند. از اقدامات تشخیصی کمک کننده برای تشخیص قطعی سندرم کمپارتمان، اندازه‌گیری فشار داخل کمپارتمان با ابزارهای بسیار ساده، قبل از انجام فاشیوتومی است. بر اساس یک سری از مطالعات، فشار داخل کمپارتمان بالای  $۴۰ \text{ mmHg}$  (یا  $۳۰ \text{ mmHg}$  کمتر از فشار دیاستولی خود فرد) برای بیش از ۸

حداقل ۱۰ و حداکثر ۶۵). آن‌ها به طور متوسط برای  $۵/۰۶ \pm ۰/۷$  ساعت زیر آوار محبوس شده بودند (حداقل ۱ و حداکثر ۱۵ ساعت). ۸۵ نفر (۷۹٪) یک برش جراحی، ۱۸ نفر (۱۶٪) دو برش، ۴ نفر (۳٪) سه برش و ۵ نفر (۹٪) ۵ برش جراحی داشتند. طول مدت بستری در بیمارستان به طور متوسط  $۱۲/۵ \pm ۸/۲$  روز بود. این گروه در ۲۴ ساعت اول بعد از زلزله به طور متوسط  $۰/۸ \pm ۱/۸$  لیتر مایع وریدی دریافت کرده بودند. همچنین متوسط آنزیم‌های عضلانی آن‌ها از این قرار بود: کراتین فسفو کیناز CPK (IU/L)  $۲۹۷۵ \pm ۱۹۴۱۶$ ، آسپاراتات گلوتامیک ترانسفراز SGOT (IU/L)  $۸۷/۸ \pm ۵۱۲/۳$  و لاکتات دهیدروژناز LDH (IU/L)  $۳۵۶ \pm ۳۲۱۷$ . ۷۰ (۶۵٪) نفر از این مصدومین دچار نارسایی حاد کلیه شده بودند. جدول شماره (۱) متغیرهای همسان سازی شده (matched) بین گروه فاشیوتومی شده و گروه منتخب فاشیوتومی نشده را نشان می‌دهد (خاطر نشان می‌سازد که از بین بیماران فاشیوتومی شده تنها ۳۹ نفر تمام اطلاعات فاکتورهای مورد نیاز جهت مقایسه را داشتند). همچنین جدول شماره (۲) به مقایسه مرگ و میر و ابتلا بین گروه فاشیوتومی شده و فاشیوتومی نشده پرداخته است. در حالی که دو گروه از جهت مدت زمان زیر آوار، سطح CPK، سن، جنس و مایع دریافتی مشابه بوده‌اند؛ مرگ و میر، سپتی سمی، انعقاد منتشر داخل عروقی، سندرم دیسترس تنفسی حاد و قطع عضو در گروه فاشیوتومی شده نسبت به گروه انتخابی فاشیوتومی نشده افزایش معنی داری نداشته است. طول

سازی دو گروه با استفاده از درجه تروما (Trauma score) بود؛ اما با توجه به محدودیت اطلاعات چنین کاری مقدور نبود. با توجه به این موضوع، مقایسه مرگ و میر و ابتلای دو گروه مذکور حاکی از آن است که در مصدومینی که تحت فاشیوتومی قرار گرفته بودند میزان عوارضی چون سپسیس، انعقاد منتشر داخل عروقی، سندرم نارسایی حاد تنفسی، قطع عضو و مرگ افزایش معنی‌داری نداشته است. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه به نظر می‌رسد که اگر فاشیوتومی با اندیکاسیون قطعی (فشار داخل کمپارتمان بالای ۴۰ میلی متر جیوه و یا اندام بدون نبض) در این مصدومین انجام شود، تأثیر چشم‌گیری در افزایش مرگ و میر و ابتلای آن‌ها نداشته باشد. گفتنی است که اظهار نظر قطعی در این مورد منوط به انجام پژوهش‌های قوی‌تر و با گروه کنترل مناسب‌تر خواهد بود؛ اما از آنجا که اطلاعات ما از چنین مصدومینی در جریان بلایا اندک است، مطالعه فعلی و مطالعات مشابه آن می‌تواند به عنوان فتح بابی در جهت‌گیری پژوهش‌های بعدی باشند.

### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از مطالعه حاضر، به نظر می‌رسد که انجام فاشیوتومی تأثیر چشم‌گیری در بدتر شدن پیش‌آگهی و افزایش مرگ و میر و ابتلا در مصدومین با سطح ترومای برابر در جریان زلزله نداشته است و لذا در صورت وجود اندیکاسیون بالینی، می‌توان اقدام به انجام فاشیوتومی در مبتلایان به سندرم کمپارتمان نمود.

### تشریح و قدردانی

از مرکز تحقیقات اورولوژی بیمارستان سینا و تمامی دوستانی که در گردآوری و تدوین مجموعه حاضر ما را یاری کردند سپاسگذاری می‌شود.

ساعت به عنوان اندیکاسیون قطعی فاشیوتومی محسوب می‌شود (۱۵،۱۶). گروه دیگری از مطالعات نیز مانیتول را از چند جهت برای این بیماران توصیه می‌کنند؛ چرا که از یک طرف با شیفیت آب داخل سلولی به داخل جریان خون و جمع‌آوری رادیکال‌های آزاد، تورم سلولی و در نتیجه فشار کمپارتمان را کاهش می‌دهد و از طرفی با کاهش دهیدراتاسیون، احتمال نارسایی حاد کلیه را کاهش می‌دهد (۱۷،۱۸،۱۹).

همانطور که گفته شد، استدلال گروهی که با فاشیوتومی تاخیری موافق هستند این است که فاشیوتومی با افزایش احتمال خونریزی، عفونت و سپسیس از یک طرف و افزایش تخریب عضلانی از طرف دیگر، ضمن دامن زدن به پاتولوژی زمین‌های، موجب افزایش مرگ و میر و ابتلای این مصدومین می‌شود. البته نتایج موافق و مخالف این تئوری در مطالعات متفاوتی که به بعضی از آن‌ها اشاره شد آمده است. در مطالعه حاضر فاشیوتومی در اکثر موارد با توجه به نظر جراح و بر اساس علائم بالینی سندرم کمپارتمان (۲۰) (Pulselessness, Paresthesia, Paresis, ۵P) (Pain, Pallor) صورت گرفته بود. متوسط CPK معادل (IU/L)  $3969 \pm 24433$  مؤید رابدومیولیز شدید در ۱۰۷ بیمار فاشیوتومی شده است. اگر چه از نظر تئوری به نظر می‌رسد که افزایش تعداد برش‌های فاشیوتومی بتواند باعث بدتر شدن پیش‌آگهی مصدومین شود؛ اما به علت نقص اطلاعات موجود بررسی احتمال فوق در این مطالعه امکان‌پذیر نگردید. ۷۰ نفر از فاشیوتومی شده‌ها دچار نارسایی حاد کلیه شده بودند که این تعداد ۳۵٪ از کل مبتلایان به نارسایی حاد کلیه و ۶۵٪ از کل فاشیوتومی شده‌ها در جریان زلزله بم را شامل می‌شود. بین دو گروه مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری از جهت مقدار آنزیم‌های عضلانی و مدت زمان زیر آوار ماندن به ترتیب به عنوان شاخص آزمایشگاهی و بالینی تروما وجود نداشت. از جهت سن و جنس و همچنین میزان مایع دریافتی، دو گروه در وضعیت کاملاً مشابهی قرار داشتند. البته بدیهی است که روش بهتر و علمی‌تر مشابه

### منابع

- 1- Abassi ZA, Hoffman A, Better OS. Acute renal failure complicating muscle crush injury. *Semin Nephrol.* 1998; 18: 558-65.
- 2- Rubinstein I, Abassi Z, Coleman R, et al. Involvement of nitric oxide system in experimental muscle crush injury. *J Clin Invest.* 1998; 101: 1325-33.
- 3- Better OS, Abassi Z, Rubinstein I, et al. The mechanism of muscle injury in crush syndrome: ischemic versus pressure stretch myopathy. *Miner Electrolyte Metab.* 1990; 16: 181-4.
- 4- Elliott KGB, Johnstone AJ. Diagnosing acute compartment syndrome. *J Bone Joint Surg.* 2003;85-B: 625-32.
- 5- Bradley E. The anterior compartment syndrome. *Surg Gynecol ob ster.* 1973; 136: 289.
- 6- Nadjafi I, Atef MR, Boroumand B, et al. Suggested guidelines for treatment of acute renal failure in earthquake victims. *Ren Fail.* 1997; 19: 655-64.
- 7- Matsuoka T, Yoshioka T, Tanaka H, et al. Long-term physical outcome of patients who suffered crush syndrome after the 1995 Hanshin-Awaji earthquake: Prognostic indicators in retrospect. *J Trauma.* 2002; 52: 33-9.
- 8- Sever MS, Erek E, Vanholder R, et al. Clinical finding in the renal victims of a catastrophic disaster: the Marmara

- earthquake. *Nephrol Dial Transplant*. 200; 17: 1942-9.
- 9- Duman H, Kulahci Y, Sengezer M. Fasciotomy in crush injury resulting from prolonged pressure in an earthquake in Turkey. *Emerg Med J*. 2003 May; 20: 251-2.
- 10- Oda Y, Shindoh M, Yukioka H, et al. Crush syndrome sustained in the 1995 Kobe, Japan, earthquake: treatment and outcome. *Ann Emerg Med*. 1997; 30: 507-12.
- 11- Shaw AD, Sjolín SU, McQueen MM. Crush syndrome following unconsciousness: need for urgent orthopedic referral. *BMJ*. 1994; 309: 857-9.
- 12- Schmalzried TP, Neal WC, Eckardt JJ. Gluteal compartment and crush syndromes. *Clin Orthop*. 1992; 277:161-5.
- 13- Von Schroneder HP, Botte MJ. Crush syndrome of the upper extremity. *Hand Clin*. 1998; 14: 451-6.
- 14- Najafi I, Safari S, Sharifi A, Sanadgol H, et al. Practical Strategies to Reduce Morbidity and Mortality of Natural Catastrophes: A Retrospective Study Based on Bam Earthquake Experience. *Arch Iranian Med* 2009; 12: 347 – 52.
- 15- Whitesides TE, Haney TC, Morimoto K, Harada H. Tissue pressure measurement as a determinant for the need of fasciotomy. *Clin Orthop*. 1975; 113: 43-51.
- 16- Slater MS, Mullins RJ. Rhabdomyolysis and myoglobinuric renal failure in trauma and surgical patients: A review. *J AM Coll Surg*. 1998; 186: 693-716.
- 17- Better OS. Rescue and salvage of casualties suffering from the crush syndrome after mass disasters. *Mil Med*. 1999; 164: 366-9.
- 18- Better OS, Zinman C, Reis ND, et al. Hypertonic manitol ameliorates intracompartmental tamponade in model compartment syndrome in the dig. *Nephron*. 1991; 58: 344-6.
- 19- Gold BS, Barish RA, Dart RC, et al. Resolution of compartment syndrome rattlesnake envenomation utilizing non invasive methods. *J Emerg Med*. 2003; 24: 285-8.
- 20- Owens CA. Clinical diagnosis of acute compartment syndrome, in compartment syndrome and Volkman's contracture, edited by Mubarak SJ and et al. 1981; 98-105.