

## نقش مهندسي ارزش در افزايش ايمني سازه ها در مناطق زلزله خيز

محمد نيكوكار<sup>۱</sup>، سهراب عبدالله زاده<sup>۲</sup>، محسن بختياري پور<sup>۳</sup>

دانشگاه صنعتي اروميه، گروه مهندسي صنايع، اروميه، ايران

[Milad.Nikoukar@gmail.com](mailto:Milad.Nikoukar@gmail.com)

inassa@uut.ac.ir

### چکیده:

مجموعه اي از فنون سازمان يافته و خلاق که در جهت تحليل کارکردهاي محصول هدايت و به راهکارهايي توسعه داده مي شوند را مهندسي ارزش مي نامند.

به دليل اين که اين رويکرد خواسته و قيود پروژه را جستجو و ضرورت آن ها را ارزيابي مي نمايد، لذا در اين مقاله به مقوله ايمني در يك سازه به عنوان کارکردی که منجر به ايجاد ارزش مي شود، نگريسته شده است. بنابر اين به شناسايي علل بروز سوانح مختلف و ايد هايي خلاق در جهت جلوگیری از بروز آن ها و در نهايت ارتقاء ارزش طراحي سازه ها با بهره جویی از مهندسي ارزش پرداخته شده است. بطوریکه در کارگاه مهندسي ارزش، ايمني به عنوان يك کارکرد اصلی در هر سازه قلمداد و از طريق تحليل کارکردها و بهره جویی از مدل FAST، سعی در ارتقاء ارزش طراحي اوليه پروژه مي شود. سپس ايد هاي خلاق در جهت ارتقاء ايمني به راهکار هاي عملي که هزینه ي کل دوره عمر (LCC) را کاهش مي دهند، توسعه داده شده است. آنچه از مدل حاصل مي شود، پيشنهادات عملي تيم مهندسي ارزش است که در اختيار تيم طراح در جهت انجام اصلاحات لارم در طرح اوليه و افزايش ضريب ايمني مي گذارد.

### کلمات کلیدی:

FAST، مهندسي ارزش، ايمني

<sup>1</sup> دانشجوي کارشناسي مهندسي صنايع دانشگاه صنعتي اروميه  
<sup>2</sup> دانشجوي کارشناسي مهندسي صنايع دانشگاه صنعتي اروميه  
<sup>3</sup> دانشجوي کارشناسي مهندسي صنايع دانشگاه صنعتي اروميه

## ۱- مقدمه :

طبق تعریف آقای مایلز ، مهندس ارشد شرکت جنرال الکتریک ، مهندسی ارزش ، دیدگاهی خلاق سازمان یافته با هدف شناخت کار آمد هزینه های غیر ضروری است ، هزینه هایی که به کیفیت ، به عمر مفید ، به زیبایی ظاهری به بهره برداری و به مشخصات در خواستی کارفرما مربوط نمی شود [۱].

مهندسی ارزش به عنوان یک روش مدیریتی بسیار قدرتمند مطرح است که برای اصلاح و بهبود سیستم ها مورد استفاده قرار می گیرد . بهبود در کلیه امور ، در کلیه موارد ، در تمامی بخش ها و در تمامی جنبه ها مطرح است ولی تا امروز کمتر به مقوله ایمنی در مهندسی ارزش پرداخته شده است .

اساس فرآیند ایمنی در یک سازه این است که سازه در بدترین شرایط بخصوص در زمان وقوع زلزله، آسیبی نبیند ولی چون برآورده ساختن این خواسته معمولاً موجب غیر اقتصادی شدن پروژه می گردد، لذا دو نکته ی زیر در طراحی سازه ها در برابر زلزله مد نظر قرار می گیرد:

۱- پیشگیری از فرو ریختن اعضای سازه ای ساختمان در هنگام وقوع بدترین حالت زلزله البته آسیب دیدن بعضی از اعضا قابل قبول است .

۲- جلوگیری از آسیب دیدن اعضای سازه ای و محدود کردن خسارت وارده به اعضای غیر سازه ای در زلزله هایی که وقوع آنها یک یا دو مورد در طول عمر مفید سازه قابل قبول است.

بنابراین در کارگاه مهندسی ارزش ، ایمنی به عنوان یک کارکرد قلمداد و از طریق تحلیل کارکردها و بهره جویی از مدل FAST سعی در ارتقاء ارزش طراحی اولیه پروژه می شود . سپس ایده های خلاق در جهت ارتقاء ایمنی به راهکارهای عملی که هزینه ی کل دوره عمر (LCC)<sup>4</sup> را کاهش می دهند، توسعه داده می شود .

## ۲- ایمنی سازه ها و مهندسی ارزش:

اصولاً مهم ترین اصل در ایمنی سازه ها پیش گیری از تخریب سازه ها در حین زمین لرزه و خسارات مالی و جانی ناشی از آن هاست. در مهندسی ارزش این وظیفه بر عهده ی گروهی است که در کارگاه مهندسی ارزش به بررسی همه جانبه ی این کارکرد می پردازند. از جمله مهمترین موارد مورد بررسی می توان به استفاده از مواد و مصالح مرغوب و متناسب با نوع ساختمان و سازه و نیز محیط پیرامون آن در غالب انجام تحقیقات فنی، اشاره کرد.

## ۳- پیامدهای منفی یک سازه ی غیر ایمن:

پیامد اصلی زلزله از حرکات شدید زمین به وجود می آید. تکان خوردن به خودی خود تهدید کننده زندگی ها نیست بلکه فرو ریختن سازه ها علت اصلی مرگ و میر، صدمات و ضرر اقتصادی است که مواردی از آن عبارتند از :

۱- فروریختن ساختمانها و سایر سازه ها همانطور که قبلاً ذکر شد، عامل اصلی مرگ و میر و صدمات می باشد.

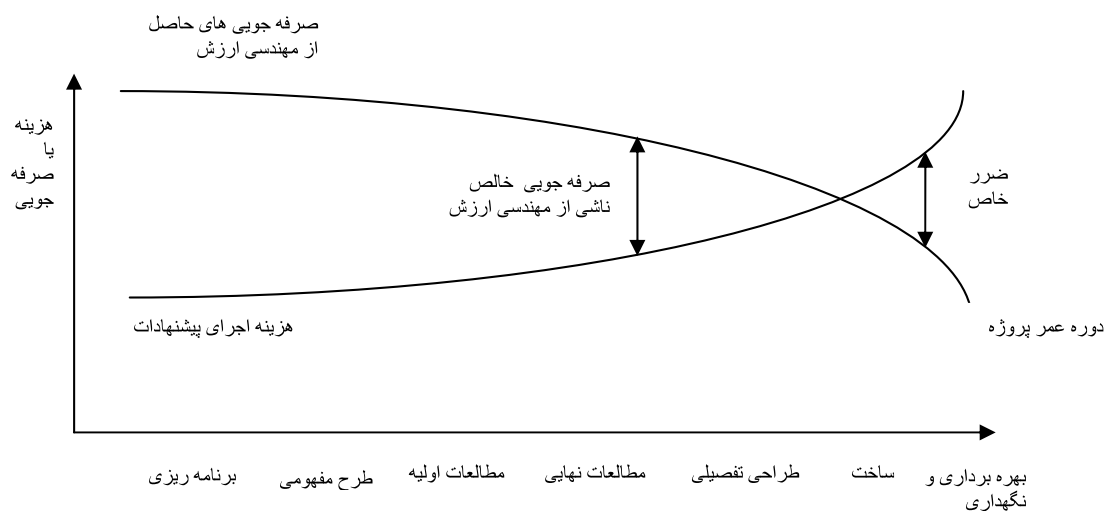
۲- ریزش بخش های داخلی ساختمان، نما، تزئینات هم می تواند موجب مرگ شود.

<sup>4</sup> Life Cycle Cost

- ۳- وقوع سیل هایی سهمگین که در اثر شکستن سد ها به وجود می آید، بر اثر نوعی تخریب سازه است.
- ۴- آتش سوزی هایی که در اثر تخریب ساختمان ها و خرابی های الکتریکی ناشی از ان به وجود می آید و همین خرابی ها معمولاً موجب نقص در خطوط لوله آب و نهایتاً کمبود آب برای خاموش کردن آتش میشود.
- ۵- ترک خوردن لوله ها و انفجار مخازن نفت و گاز و نیل و سایر مواد شیمیایی
- ۶- تراوش کردن مواد رادیواکتیو از ایستگاههای هسته ای که خوشبختانه تا کنون اتفاق نیافتاده است.
- نکته ی قابل توجه این است که هزینه ی ایمن سازی در مقابل زلزله حدود کمتر ۱۰ درصد هزینه ی سازه و بسیار کمتر از هزینه ی کل ساختمان می باشد [۱].

#### ۴- بهترین موقع اعمال مهندسی ارزش در کارکرد ایمنی

همواره باید سعی شود که مهندسی ارزش در دوران ابتدائی طرح ها انجام پذیرد. همانگونه که در شکل شماره ۱ نیز مشاهده می شود، پتانسیل صرفه جویی های اولیه با کمک مهندسی ارزش خیلی بیشتر از صرفه جویی هایی است که بعدها با پیشرفت طرح از طریق مهندسی ارزش حاصل می شود [5].



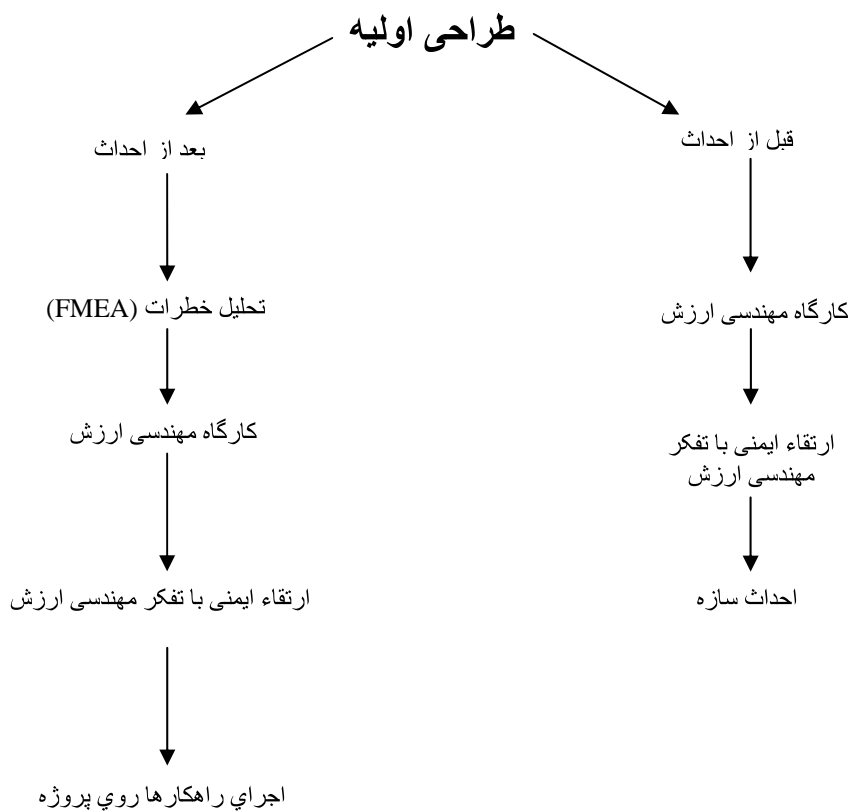
شکل ۱

اما در مورد ایمنی شاید کمتر این نمودار صادق باشد چرا که ایمنی از لحاظ ارزش با کارکردهای دیگر کمی متفاوت می باشد. در کارکردهای دیگر ارزش از فرمول:

$$\text{کیفیت} + \text{کارکرد} = \frac{\text{ارزش}}{\text{هزینه}}$$

به دست می آید [2]. ولی در مقوله ایمنی صورت کسر آنقدر بزرگ است که جبران مخرج را می کند. کارکرد ایمنی آنقدر ارزش دارد که حتی بعد از احداث ساختمان نیز می توان آن را به کارگاه ارزش برده و مورد بررسی قرار داد .

مالکان ساختمانها که افراد خبره ای نیز هستند، در پاره ای از موارد حتی اگر هزینه ها کاهش نیابد ( که البته کاهش هزینه ها بیشترین تأکید در مهندسی ارزش است ) حاضر به خرید ساختمان های ایمن تر هستند. آنچه در شکل شماره ۲ آمده، نشانگر ساختار کلی مراحل انجام کار مهندسی ارزش در قبل یا بعد از احداث سازه را مشخص می کند.



شکل شماره ۲

ذیلاً جزئیات هر یک از حالات دوگانه قبل و بعد از احداث سازه، تشریح می گردد.

#### ۵- قبل از احداث سازه:

کارلوس فالون بیان می دارد که فقط دانستن این که هزینه یک محصول یا کالا چقدر است، ۵ درصد صرفه جویی را می تواند به همراه داشته باشد و تغییر در مواد و مصالح، حداکثر ۱۰ درصد صرفه جویی را به دنبال خواهد داشت. این در حالی است که یافتن یک راهکار برتر، می تواند ۳۰ درصد صرفه جویی را به ارمغان آورد [۱].

این اهمیت مهندسی ارزش را نشان می دهد که بهترین زمان انجام آن قبل ساخت و بلافاصله بعد از طراحی اولیه است که شامل مراحل زیر خواهد بود [3]:

الف) سازگار کردن افکار :

یعنی احساس و درک روشنی از ایمنی .

ب) طرح کار :

سازماندهی مهندسی ارزش در قالب طرح کار ، در واقع به کارگیری يك سیستم حل مسئله بی نظیر است .

ج) پیش مطالعه :

که شامل جمع آوری اطلاعات مهمی پیرامون ایمنی سازه و آنچه برای ایمن شدن بهتر نیاز دارد.

د) کارگاه مهندسی ارزش :

که با برگزاری این مرحله که شامل فازهای اطلاعات تحلیل ایمنی ، خلاقیت ، ارزیابی ، توسعه و ارائه می باشد کار گروه مهندسی ارزش به پایان می رسد .

برای ارتقاء ضریب ایمنی، کارگاه مهندسی ارزش به مواردی مانند زیر می پردازد :

- سازه حد اکثر ایمنی را دارا باشد تا اگر در کارگذاری آن در ساختمان نقصی بود، مقاومت خوبی از خود نسبت به زلزله نشان دهد .

- خطوط لوله ی آب، گاز ، سیم های برق و منبع های سوخت و مواد شیمیایی حتی الامکان از ایمن ترین و مستحکم ترین مناطق ساختمان عبور کنند تا کمترین آسیب را در هنگام زمین لرزه ببینند .

- قسمت های تزئینی ساختمان، نما، نرده ها و... بالا ترین ضریب ایمنی ممکن را دارا باشند و در قسمت هایی کار گذاشته شوند که در صورت تخریب، کمترین صدمه را به افراد برسانند.

- جعبه ی کمک های اولیه، مواد غذایی و آب برای مواقع حوادث در ساختمان پیش بینی شده و در محلی قرار گیرند که در هنگام حوادث به راحتی قابل دسترسی باشند .

- شیشه های بزرگ برای شکستن و آسیب رساندن در حوادث مستعد ترند در نتیجه حتی الامکان از به کار بردن شیشه در ابعاد بزرگ در سازه ها پرهیز شود.

- از شیرفلکه ها و فیوز های خودکار به منظور قطع خودکار جریان برق و سیالات در زمان وقوع حوادث، در سازه ها استفاده گردد.

#### ۶- بعد از احداث ساختمان :

استاندارد های طراحی مدام بهبود می یابند. یکی از پارامترهای تاثیر گذار در تغییر سطح استاندارد های سازه ها، تامین ایمنی بیشتر در آنهاست. در نتیجه سازه ها بعد از احداث می بایست به صورت موردی یا ادواری مورد بازنگری قرار گرفته و با جدیدترین استانداردها تطابق یابند. همچنین همانند سیستم های دیگر ضروری است که سیستم های ایمنی سازه ها نیز مورد بازنگری قرار گیرند و در صورت مشاهده خطرات جدید آن ها را ترمیم ساخت. در هر مورد کارگاه مهندسی ارزش بهترین راهکار ارتقاء ایمنی با کمترین هزینه خواهد بود. ذیلاً به برخی از سؤالاتی که در این برهه زمانی مطرح هستند، مانند پرداخته می شود .

\* آیا مصالح و سازه های مورد استفاده از نظر ایمنی ، کیفیت و ساخت مناسب ساختمان و قسمت مورد نظر می باشد ؟

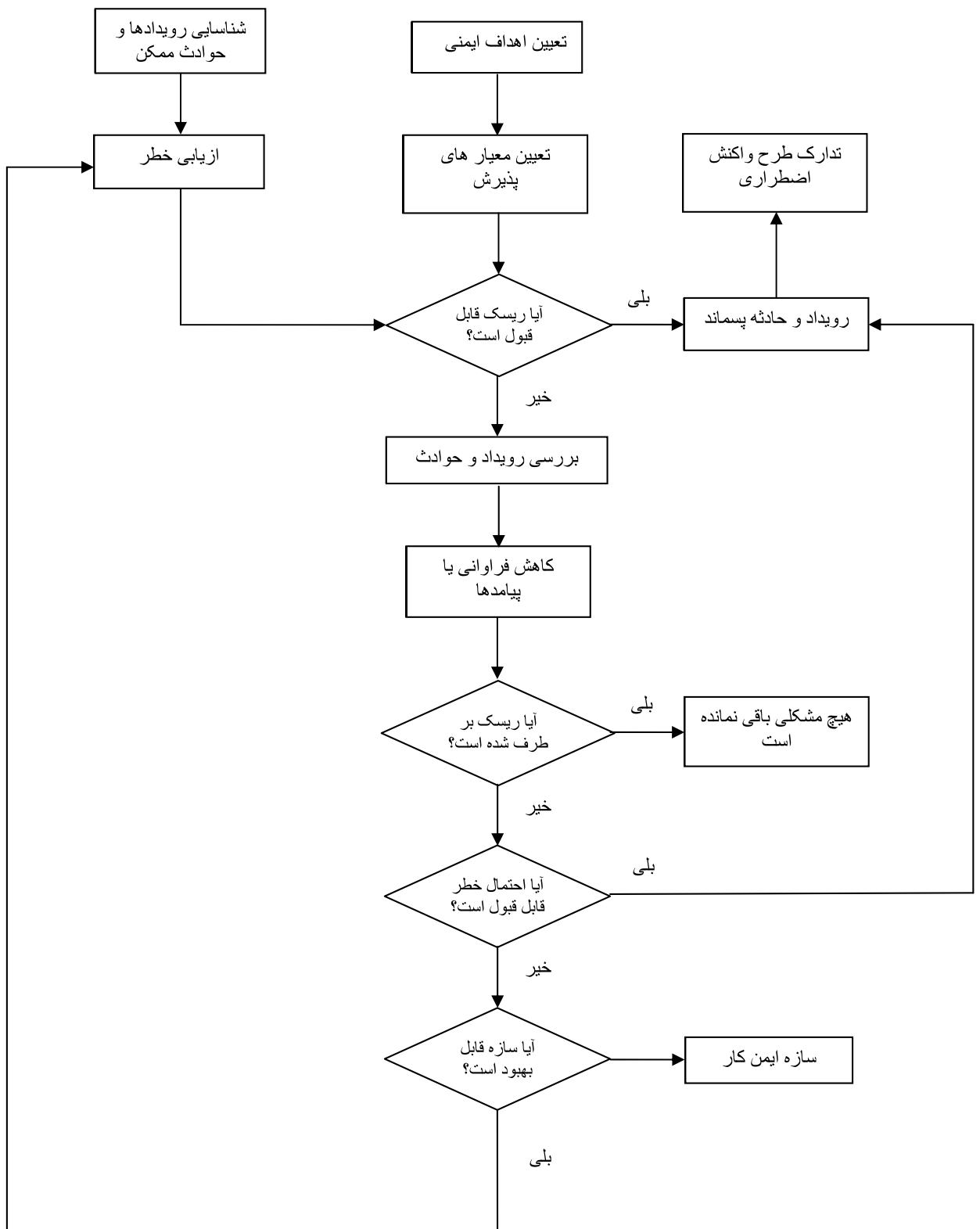
\* آیا سازه ی کم هزینه تری یافت می شود که کار مورد نظر را به طرز صحیحی انجام دهد؟

\* آیا قسمتی در سازه وجود دارد که برای ایجاد ایمنی غیر ضروری باشد ؟

\* چه چیزی را در سازه می توان تغییر داد که شرایط عمومی ایمنی را بهبود بخشد ؟

و سؤالاتی از این دست.

شکل ۳ نحوه باز نگری در يك سازه را مشخص می کند .



شکل شماره ۳

در کارگاه مهندسی ارزش در پایان با استفاده از خلاقیت و روش های دیگر ایمنی به چالش طلبیده شده و بهبود بخشیده می شود .

#### ۵- نتیجه گیری :

اگر مهندسی ارزش مورد قبول يك سیستم واقع شود و با شکیبایی تعقیب شود آنگاه قابلیت آن به عنوان ابزاری قدرتمند برای حل مسئله به اثبات می رسد [4]. لذا در جایی که حتی امیدی به بهبود ایمنی در يك سازه نیست تیم مهندسی ارزش می تواند این کار را انجام دهد . این دقیقاً همان چیزی است که امروزه در دیدگاه برخی مدیران دیده می شود یعنی عدم امید به بهبود ایمنی سازه ساخته شده که خود ناشی از موارد ذیل می باشد:

۱. نبودن اطلاعات کافی

۲. نبودن ایده های خلاق

۳. عقاید صادقانه ولی نادرست

۴. عادت ها ، طرز تلقی ها و تعصب ها

۵. ارتباط ضعیف با دیگر مراکز

۶. يك جواب داشتن برای مسئله

که همه آنها در کارگاه مهندسی ارزش به چالش کشیده خواهد شد و قابل بهبود خواهد بود.

#### منابع و مأخذ:

- 1-D.Krik, "the integration of value management and risk management" save proceeding,1995.
- ۲- Dell ISOLA,A."value engineering the constraction industry",R.S.Means,co1997.
- ۳-S.S.lyear,"value engineering a how to manual "second edition.
- ۴- sandarass.T.G Kasi,M, "function anaysis:the stepping stone to go value"university of Wissconsin ,1986.

۵- یعقوب قلی پورو حمید بیرقی ، مبانی مهندسی ارزش، ۱۳۸۳.