

علل حوادث محیط کار و رابطه آنها با طراحی تجهیزات ساختمانی

Bianca Vasconcelos*, Bédabarkokébas Junior

Universidade de Pernambuco-UPE, Brasil

چکیده:

مطالعات متعددی به منظور شناسایی و تجزیه و تحلیل علل خطرات و ریسک های ایمنی در محیط کار با استفاده از روش های مختلف بازرسی حوادث انجام شده است. این مطالعه قصد دارد تا یک حادثه محیط کار در موقعیت ساختمانی را، در منطقه بازیافت مواد زاید جامد، به منظور شناسایی علل حادثه و راه حل های پیشنهادی جهت طراحی تجهیزات ساختمانی تجزیه و تحلیل نماید. تجزیه و تحلیل فنی حادثه مرگ بار بر اساس بازرسی از محل حادثه، برگزاری جلسات و جمع آوری شهود، گزارشی طبق ماهیت حادثه، توضیحات احتمالی حادثه و پیشنهاد اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه صورت گرفت. از جمله علل احتمالی این حادثه وخیم عبارتند از: خطا در طراحی تجهیزات خرد کن سیار، دستورالعمل های ناکافی سازنده در مورد استفاده از پل، روش های کار نامناسب و کمبود آموزش در تیم مدیریتی. در نهایت، اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه با تمرکز بر طراحی محصول درگیر در حادثه پیشنهاد گردید. کلمات کلیدی: پیشگیری با وجود طراحی -PtD؛ ایمنی در کار؛ ساختمان

1. سابقه:

بازرسی از حوادث اهمیت اقدامات جهت دار در ایمنی محیط کار و نرخ حوادث در سازمان ها را نشان داده است. [1]. به منظور پیشگیری از حوادث، یا حتی اثرات خطرناک آنها، ضروری است تا تمامی احتمالات جهت تعیین علل و اثرات حوادث و به دنبال آن جهت فراهم کردن وسایل پیشگیری و کنترل موثر، کاملاً مورد بازرسی قرار گیرند. [2]. به منظور پیشگیری از حوادث و صدمات ناگوار در کارگاه های ساختمانی، مطالعات متعددی جهت شناسایی و تجزیه و تحلیل علل حوادث و ریسک های ایمنی از طریق روش های مختلف بازرسی حوادث صورت گرفته است. [3، 4، 5]. در سال 2008 پژوهشگران پرتغالی 709 حادثه جدی و ناگوار را در بخش ساختمان در طی دوره زمانی سه ساله در پرتغال تجزیه و تحلیل کردند. طبق مدل تجزیه و تحلیل آنها، توصیه ها برای بهبود ایمنی کار در کارگاه های ساختمانی، به علاوه شاخص های ریسک مرتبط با احتمال رخداد حوادث منجر به مرگ در ساختمان تنظیم گردید [6].

در ایالات متحده، مطالعه ای از 269 حادثه منجر به مرگ از گزارشات سازمان ایمنی و بهداشت آمریکا (OSHA) که مربوط به عملیات حفاری از سال های 1997 تا 2001 بود، مورد بررسی قرار گرفت. دو مدل تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفت. یکی از مدل ها عللی که مربوط به نوع حادثه بود و مدل دیگر علل مرتبط با عوامل رفتاری را مدنظر قرار داد. بوسیله این تجزیه و تحلیل، نویسندگان نتیجه گیری کردند که رابطه بین نتایج هر دو مدل تجزیه و تحلیل نخستین گام در شناسایی و تجزیه و تحلیل حوادث در مکان های حفاری را نشان داده است [7].

در کره جنوبی، پژوهشگران 595 حادثه در بین کارهای جاده ای در بزرگراه ها طی سال های 2007 و 2008 را تجزیه و تحلیل کردند. با استفاده از یک روش تجزیه و تحلیل تحقیق، نویسندگان تعدادی از عوامل درگیر در انواع کار (زه کشی، تونل سازی، نصب، خاک ریزی، سنگ فرش و اسکلت بندی) را مشخص کردند. آنها نتیجه گیری کردند که تشخیص این عوامل ممکن است در شناسایی و پاسخ به این حوادث، همچنین در کاهش تعداد حوادث جاده ای دخیل باشد [8].

تجزیه و تحلیل حادثه فرصت بیشتری به عنوان ابزاری جهت پیشگیری از حوادث با توجه به اهمیت آگاهی از علل این وقایع به منظور پیشگیری موثر، همچنین در مدیریت ریسک به دست می دهد. [9]. بازرسی و تجزیه و تحلیل حوادث بایستی به عنوان ابزاری جهت بهبود عملکرد ایمنی در آینده، و نیز یک فرصت برای یادگیری سازمانی دیده شود. [10].

در این مفهوم، OHSAS 18001 اجراء، نگهداشت روش های اجرایی برای ثبت، بازرسی و تجزیه و تحلیل حوادث به منظور شناسایی ضرورت اقدامات اصلاحی و فرصت جهت اقدامات پیشگیرانه را توصیه می کند [11]. داده های آماری و تجزیه و تحلیل حوادث شغلی به عنوان ابزاری مهم و موثر جهت توسعه سیاست های اقتصادی و پیشگیرانه پذیرفته شده است. [12].

در برزیل، وزارت کار و استخدام (MTE) که دایره دولتی مسئول تجزیه و تحلیل حوادث می باشد، دریافت که بسیاری از شرکت ها عوامل واقعی مربوط به حوادث را شناسایی نمی کنند. به منظور حمایت از بازرسان، MTE یک راهنما جهت تجزیه و تحلیل حوادث شغلی گردآوری کرده که مرتبط با پروژه SIRENA می باشد. پروژه SIRENA- سیستم مرجع در تجزیه و تحلیل حادثه کاری مفاهیم و روش های مورد نیاز به منظور درک علل وقایع جانبی در محیط کار را ارائه می کند [13]. در این راهنما، الزامات ذیل جهت بازرسی حوادث برجسته شده اند:

- استانداردهای ایمنی و بهداشت
- طراحی ماشین آلات، تجهیزات و محصولات
- سیستم مدیریت شرکت
- تغییرات تکنولوژی
- شرایط کاری

قابل ذکر است که حوادث تنها نوک قله کوه یخی هستند و درک علت حوادث از اهمیت زیادی جهت پیشگیری آنها برخوردار است. بنابراین، تنها عبرت آموزی از حوادثی که به وقوع پیوسته اند کافی نیست، بلکه مطالعه رویدادها و حوادث به خیر گذشته، که به عنوان منبع دیگری از یادگیری موثر و پیشگیری از حوادث به شمار می آیند هم مطرح است [5]. علیرغم وقوع بیشتر آنها² و ایجاد منبع مهمی از اطلاعات برای مدیریت ایمنی در کارهای ساختمانی در مورد خصوصیات حوادث به خیر گذشته شناخت کمی وجود دارد. [14].

در نهایت، از دید اثرات منفی که معلول حوادث صنعتی هستند، تحقیقی در مورد علل حوادث به خیر گذشته، رویدادها و حوادث بایستی به عنوان یک فرصت جمعی برای یادگیری سازمانی تفسیر شود [15]. لذا تاکید می کنیم که ایمنی در کار بایستی به عنوان یک سرمایه گذاری و "تجارت" برای سازمان دیده شود. از لحظه ای که ایمنی در کار جلوی خسارات را می گیرد، اثرات مثبت روی جوانب شرایط کاری و به تبع آن کاهش نرخ حوادث، همراه با کاهش ضرر و زیان در تولید و (بهبود) کیفیت زندگی کارگران وجود خواهد داشت.

هرچند، ایمنی محیط های کاری هنگامی که در ابتدای چرخه عمر محصول یا فرآیند اجرا شود بسیار موثرتر است. موثرترین روش کنترل، حذف خطر، در صورت اجرا در مرحله طراحی نسبت به زمانی که خطرات ریسک واقعی برای مشتریان، استفاده کنندگان، کارکنان و کسب و کار ایجاد می کند، ارزان تر و عملی تر است. مزایای آن شامل پیشگیری از صدمات و بیماری ها؛ بهبود قابلیت استفاده از محصولات، سیستم ها و تاسیسات؛ تولید بهبود یافته؛ کاهش قیمت؛ بهبود پیش بینی و مدیریت هزینه های تولید و عملیات در طی چرخه عمر محصول؛ و انطباق با [16] قوانین می باشد.

منافع اقتصادی پیشگیری با وجود طراحی -PtD³ نیز شامل کاهش هزینه های صدمات کارگران، کاهش احتمال توقیفات و ممنوعیت ها و حذف نیاز به اصلاح آنی، تمام مواردی که می تواند در دراز مدت منجر به هزینه های قابل توجهی گردد، می شود.

یک مطالعه انجام شده در استرالیا چند موضوع پروژه مربوط به حوادث مرگ بار همراه با رایج ترین موضوعات را دریافت: مشکلات انتقال قسمت هایی از ساختارهای محافظ یا موارد مرتبط با کمربند ایمنی، گارد ریل های ناکافی، کمبود قطع کننده های اضافه جریان مدار، حفاظت ناکافی در برابر سقوط، نقص در سیستم های بالابر هیدرولیکی وسایل نقلیه و تجهیزات قابل حمل، روش های حفاظت ناکافی در واحدهای سیار خودروها [17]. در این مطالعه، قابل ذکر است که مشکلات طراحی ماشین آلات، تاسیسات و تجهیزات به طور قابل توجهی در وقوع صدمات در حوادث شغلی دخیل هستند.

در این زمینه، این مقاله قصد دارد که یک حادثه محیط کار در عملیات ساختمانی در منطقه بازیافت مواد زاید جامد (جمع آوری، حمل و نقل و خرد کردن مواد تخریب شده)، به منظور شناسایی علل حادثه و پیشنهاد راه حل هایی جهت طراحی تجهیزات ساختمانی را آنالیز نماید.

2. مواد و روش ها:

نحوه تجزیه و تحلیل فنی حوادث مرگ بار در مطالعه بر اساس مراحل ذیل می باشد:

* بازرسی از صحنه: در نتیجه بازرسی از محل حادثه، موقعیت و تجهیزات درگیر در حادثه مشخص شدند. روز بعد از حادثه مرگ بار، عکس برداری و مشاهدات عینی در محل ساختمان با توجه مقتضی به منطقه بازیافت مواد زاید جامد، به ویژه توجه به منطقه جمع آوری، حمل و نقل و خرد کردن مواد تخریب شده انجام شد.

* برگزاری جلسات و جمع آوری شهود: در دفتر شرکت جلساتی به منظور کسب اطلاعات بیشتر در مورد اظهارات و اطلاعاتی که جمع آوری شده برگزار گردید. به علاوه، اظهارات کارکنانی که در شغل مشابه به عنوان شاهد حادثه شرکت داشتند، ثبت کردیم.

* تهیه گزارش رویداد و شرح احتمالی حادثه:

بر اساس بازرسی انجام شده در جلسات و جمع آوری اظهارات شهود، گزارشی از حادثه و شرح احتمالی تنظیم و در نتیجه آن علل احتمالی حادثه مشخص شد.

* پیشنهاد اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه:

در نتیجه درک علل حادثه، اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه و توصیه ها، با تاکید بر طراحی ماشین آلات درگیر در حادثه پیشنهاد گردید.

3. نتایج:

نتایج تجزیه و تحلیل حادثه در قسمت های ذیل تنظیم شد:

ویژگی های محل ساختمان؛ شرح محل حادثه و تجهیزات درگیر در حادثه؛ گزارش حادثه؛ و شرح احتمالی از حادثه. سپس توصیه ها و راه حل ها، با تاکید بر طراحی تجهیزات درگیر در حادثه ارائه گردید.

1.3. ویژگی های محل ساختمان

محل ساختمان تحت مطالعه، ساختمان مرکز تجاری در Pernambuco, Recife در برزیل است و از جولای 2010 تا نوامبر 2012 ساخته شد. این کار پیچیده ای بود، با اقداماتی شامل ساخت منطقه ای با مساحت 295000 متر مربع، به علاوه کارهایی که روی دو پل روگذر، بازسازی سواحل یک رودخانه و محوطه سازی انجام شد. این پروژه حداکثر 6924 نیروی کار و در مجموع 409 شرکت خدماتی داشت. این نکته قابل ذکر است که شرکت مادر تخصصی یک شرکت ساختمانی است که مسئول بستن قرارداد خدمات این شرکت هاست. علاوه بر مهندس ایمنی، متخصصین ایمنی، پزشکان طب کار و پرستاران، کارگاه ساختمانی سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت در محل داشت. در طول فاز اجرای پروژه، 2 حادثه مرگ بار در شرکت هایی که خدمات آنها برون سپاری شده بود، وجود داشت. این شرکت ها خدمات ایمنی و بهداشت شغلی خود را داشتند و در مواقع لزوم کمک هایی را از شرکت های طرف قرارداد با شرکت اصلی دریافت می کردند. حادثه تحت مطالعه مربوط به واقعه ای است که در اکتبر 2010 در طول فاز پی ریزی ساختمان اتفاق افتاد.

² در اینجا: حوادثی که به خیر گذشته اند، مترجم

³ Prevention though Design

علاوه بر خدمات پی ریزی، فاز پی ریزی شامل تخریب و فعالیت های بازیافت مواد زاید نیز بود، چرا که کار تحت یک تعهد زیست محیطی در مورد بازیافت تمامی مواد زاید جامد ناشی از تخریب ساختمانی قبلی، که یک کارخانه ساخت نوشیدنی دارای سایبان ها بود، انجام می شد.

شکل 1 منطقه بازیافت مواد زاید جامد، بویژه منطقه خرد کردن مواد تخریب شده، همچنین قسمتی از سایبان های کارخانه قدیمی قبل از تخریب را نشان می دهد. شکل 2 و 3 فعالیت های مربوط به حفاری دستی و مکانیزه؛ با استفاده از مته های نمونه برداری مداوم CFA؛ تسطیح مکان های برش داده شده، با استفاده از چکش های بادی؛ و ساخت بلوک های سیمانی به منظور پوشاندن حفارات توسط کامیون های ساخت بتون (میکسر) را نشان می دهد.



شکل 1. (a) منطقه بازیافت مواد زاید جامد؛ (b) سایبان های کارخانه قدیمی قبل از تخریب



شکل 2. (a) مته های نمونه برداری مداوم؛ (b) نصب شمع ها (ی ساختمانی)



شکل 3. (a) بلوک های سیمانی برای پوشاندن شمع ها؛ (b) بلوک پوشیده شده سیمانی جهت اتصال تیرک ها (ی چوبی) به ستون

این فعالیت ها شامل مشاغل مختلفی چون نجارها، آهن کاران، آهنگران، اپراتورهای چکش بادی، آجرچین ها، نقشه برداران، اپراتورهای شمع کوبی و کامیون های ساخت بتون (میکسر) است.

به نوبه خود، این فعالیت ها و عملکردها در ارتباط با ریسک های حادثه همچون فرو رفتن در خاک، سقوط، شوک های مکانیکی و زیر گرفته شدن هستند. استفاده از چکش های بادی جهت تسطیح تیرک های (چوبی) به دلیل سروصدا و ارتعاش وارده به بدن کارگر که می تواند در کوتاه مدت و/یا دراز مدت باعث صدمات شغلی شود، مهم است.

2.3. شرح موقعیت و تجهیزات درگیر در حادثه:

حادثه در منطقه پیمانکار شخص ثالث جمع آوری، انتقال و خردکردن موادی که در محل Recife برزیل، در طول مرحله پی ریزی ساختمان تخریب شده رخ داده است. این شرکت شخص ثالث عهده دار این پیمانکار از تجهیزات سیار خردکن ICON UMB 1010-VR برای حذف باقیمانده مواد تخریب شده و خردکردن مواد استفاده می کرد (شکل 4).

دستگاه شامل 2 بخش است. قسمت بالایی دستگاه مربوط به مخروط ورودی مواد، موتورها و خردکن برای جمع آوری، انتقال و خرد کردن مواد است. در حالی که قسمت پایین دستگاه شامل سکویی است که دستگاه را جابجا و تثبیت می کند.

علیرغم قسمت های فلزی محافظ جهت ثابت کردن دستگاه دارای سیستم هیدرولیک، تجهیزات متصل به آن موجب ارتعاش قوی و شدید شده که منجر به فرسودگی قطعات فلزی محافظ می شوند. همان گونه که مدیر بازرگانی شرکت شخص ثالث گزارش داده، به منظور حل مشکل، تیم عملیاتی شرکت سه عدد سه پایه فلزی⁴ جهت تکیه گاه کامیون، که به آن پایداری بیشتری داده و از فرسودگی سریع قطعات اصلی تجهیزات محافظ جلوگیری می کند، استفاده کردند (شکل 5).



شکل 5. تجهیزات سیار برای جابجایی و خردکردن

استفاده از سه پایه ها به منظور نگهداری و تثبیت دستگاه سیار توسط سازنده دستگاه جهت افزایش عمر شاسی دستگاه، بهبود ایمنی عملکردی دستگاه و کاهش ارتعاش توصیه شده است. شرکت سازنده بیان می کند که سه پایه های فلزی ساختمانی شامل بیم فلزی به شکل « I » در ابعاد 250×120 mm فولادی چسبیده به کفی فولادی در ارتفاعی که لاستیک ها بالای زمین باشند، است.

3.3 گزارش حادثه

در روز حادثه، پیمانکار درخواست نمود که مدیر بازرگانی پیمانکار شخص ثالث، دستگاه خرد کن را به دلیل اینکه از آن مکان به عنوان دسترسی کاری مورد استفاده قرار می گیرد، از محلی که بود جابجا کند. بنابراین، در همان روز، مدیر بازرگانی ترتیب جابجایی دستگاه خردکن از جایی که بود به مکان نزدیک تر به باقیمانده موادی که باز یافت می شوند را داد.

بیشتر از یک ماه قبل از حادثه بود، و دستگاه خرد کن در موقعیت قرار داده شده بود و استقرار آن مشکلی نداشت. یک متخصص فنی از شرکت سازنده مکان سه پایه ها در زیر خردکن را بازرسی کرده بود، به گونه ای که کارگران شرکتی که خدمات به وی برون سپاری شده بود می توانستند نحوه انجام این کار را فرا گیرند. اگر چه هیچ آموزش رسمی توسط شرکت سازنده دستگاه ارائه نشده بود. طبق دستور شرکت سازنده، سه پایه آهنی خرک مانند توسط کارگران پیمانکار شخص ثالث جهت تکیه گاه دستگاه و در نتیجه بهبود عملکرد ایمن دستگاه ساخته شد.

طبق چنین تجربه ای، مدیر بازرگانی از کارگری که دستگاه خردکن را برای بار اول مستقر کرده بوده خواست تا مجدداً این کار را انجام دهد. اما، قربانی حادثه، که خم شده و به ناچار یک پای خود را در مقابل یکی از سه پایه ها گذاشته بود و به سه پایه دیگر تکیه داده بود، دچار حادثه شد. هنگامی که وی با یک پای خود یکی از سه پایه ها را نگه داشته و سه پایه دیگر را با دست خود نگه داشته بود، سه پایه شل روی وی افتاد.

کارگران دیگر نیز هنگام کمک به فرد برای نصب سه پایه ها خم شده بودند. روش کار طبق شیوه ای که قبلاً انجام می شد، صورت گرفته بود. هرچند، کارگری که حادثه دیده بود، فشار زیادی به سه پایه ای که زیر دستگاه خردکن بود، وارد کرده و سه پایه ای که با دست خود نگه داشته بود، دررفته و سپس روی وی افتاده بود.

4.3 شرح احتمالی حادثه

در روز حادثه، حدود ساعت 11 صبح، یک کارگر حادثه ای در مورد یکی از سه پایه های تکیه گاه دستگاه، که روی صورتش افتاده و منجر به له شدن صورت وی شده بود، داشت. مرگ متعاقب آن، روز بعد در بیمارستان عمومی Recife در برزیل اتفاق افتاد.

تیم کاری، متشکل از 4 کارگر مسئول جابجایی و تثبیت دستگاه سیار هنگام بروز حادثه، در زیر کامیون مشغول کار بودند. نکته حائز اهمیت اینکه، تعیین و تنظیم سه پایه ها در زیر دستگاه، با وزنی در حدود 300 کیلوگرم، به طوردستی توسط تیم متشکل از 4 کارگر انجام شده بود. هرچند، همان گونه که در شکل 6

قابل مشاهده است، یکی از سه پایه ها تکیه گاهش شکسته بود. در این حادثه، مدیر بازرگانی شرکتی که خدمات آن برون سپاری شده بود، گزارش داد که این تکیه گاه در همان محل لحیم کاری شده است.

کارگرانی که در حال تنظیم سه پایه با تکیه گاه شکسته شده جهت جوشکاری بعدی بودند، هنگامی که قربانی حادثه خم شده بود و یکی از پایه های خود را روی یکی از سه پایه ها فشار داده بود، تعادل خود را از دست داده و به سمت پشت افتاد. هنگامی که افتاد، برای اینکه تعادل خود را حفظ کرده و از افتادن جلوگیری کند، سه پایه فلزی دیگر را که شل بوده و نزدیک وی بود هل داد (شکل 6). این سه پایه با وزنی حدود 300 کیلوگرم بالای سر وی افتاد و صورتش را له کرد. در نهایت، قربانی حادثه نجات داده شد و سریعاً با آمبولانس موجود در محل ساختمان به بیمارستان عمومی منتقل شد. این اقدام طبق راهنمای پزشک محیط کار، که در زمان حادثه حضور داشت، و همراه با مسئول پاسخگویی مسایل پزشکی محیط کار بود، انجام شد. سپس تمام منطقه حادثه قرنطینه شد و ناظر کار محل⁵ (SRT)، پلیس ساختمان و اتحادیه کارگران از حادثه با خبر شدند.

4. پیشنهاد اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه

علل احتمالی که از این حادثه مرگ بار نتیجه گیری می شود شامل موارد زیر است:

- خطا در عملکرد تجهیزات دستگاه خردکن سیار هنگامی که همراه با ارتعاش بیش از حد کار می کرده است. دستگاه می بایست پایداری داشته باشد.
- راهنمایی ناکافی در بخشی از شرکت سازنده مربوط به سه پایه. سه پایه فقط یک وسیله ضمیمه، یا حقیقتاً، قطعه ای از دستگاه محافظ است.
- خطا در طراحی سه پایه، که ناپایدار بوده است. سه پایه بایستی هر چهار محافظ نگهدارنده روی زمین خود را داشته باشد.
- سه پایه یک محافظ نگهدارنده شکسته داشته است.
- روش کار نامناسب
- کمبود آموزش در بخشی از تیم مدیریتی
- بنابراین، برخی اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه عبارتند از:
- طراحی پایه های محکم برای دستگاه
- طراحی سه پایه ها به عنوان بخشی از دستگاه (نه به عنوان یک قطعه ضمیمه و اضافی)، که به معنی فی البداهه نساختن و مجبور به حمل نکردن آن است.
- توسعه روش های کاری خاص برای این کار
- آموزش / تقویت مهارت های تیم مدیریتی. با وجود ارائه آموزش فنی راجع به موضوعات زیست محیطی و عملیاتی در خصوص مواد زائد خرد کردن، تیم مدیریتی شرکتی که خدمات آن برون سپاری شده بود، دانش فنی ایمنی و بهداشت در محیط کار ناکارآمدی از خود نشان داد.

5. بحث و نتیجه گیری

علل حادثه در محیط کار می تواند بسیار زیاد باشد، اما اغلب در نتیجه کمبود یا نقص در طراحی و سازماندهی تولید، شرایط نا ایمن در محیط کار و فاکتورهای انسانی است که ممکن است ریشه روانی داشته یا بازتاب مشکلات اجتماعی و فرهنگی و/ یا آموزش سازمانی باشد. به دلیل این که رفتار انسان مرتبط با علل درونی و وابسته به طرز تفکر شخص است، کار تحقیق در مورد آنها را مشکل می کند چرا که مشکلات و/ یا بیماری های روانی ممکن است مستقیماً در ارتباط با فعالیت کاری باشند/ یا نباشند. به دلیل تنوع متغیرهایی که می توانند به یک حادثه مرتبط باشند، بازرسی یک حادثه پیچیده می شود و بایستی بر اساس اطلاعات بسیار زیادی که از شرکت جمع آوری می شوند، باشد.

این مطالعه نشان داد که حوادث محیط کار توسط عوامل سازمانی در محل کار ایجاد می شوند، که منعکس کننده فقدان و/ یا عدم کفایت و/ یا خطا در مدیریت ساختمان، روش های کاری و طراحی ها می باشد. در خصوص حادثه تحت مطالعه، چند اقدام ایمنی مربوط به ماهیت مدیریتی کار، عملیات ها، آموزش و طراحی ارائه شده است.

در صورت شکست و/ یا غفلت در برنامه ریزی پروژه با توجه به جنبه های ایمنی، تحقیقات و مطالعات در سراسر جهان شامل داده هایی است که علل حوادث صنعتی را به برنامه ریزی پروژه ها و همچنین ارائه دستورالعمل ها و روش هایی که طراحان می توانند ایمنی در کار را در پروژه های خود لحاظ نمایند، مرتبط می سازد. مشخص شده که در صورتی که تدابیری در طراحی تجهیزات به کار رود، به طور متوسط 6/9% حوادث جدی و مرگ بار در صنعت ساختمان قابل پیشگیری هستند [18].



شکل 6. (a) تکیه گاه سرهم بندی شده برای کامیون ؛ (b) قطعه فلزی که روی کارگر افتاد.

- [1] Fugas, C. (2007). Encontrar culpados ou compreender as causas dos acidentes de trabalho? (2007). In: 7º Congresso Internacional da Segurança, Higiene e Saúde do Trabalho, 2007, Porto.
- [2] Barbosa Filho, A. N. (2001). Segurança do trabalho & gestão ambiental. Atlas, São Paulo.
- [3] Cheng, C.W.; Leu, S.S.; Lin, C.C.; Fan, C. (2010). Characteristic analysis of occupational accidents at small construction enterprises. *Safety Science* 48 (6), 698–707.
- [4] Aneziris, O.N.; Papazoglou, I.A.; Kallianiotis, D. (2010). Occupational risk of tunneling construction. *Safety Science* 48 (8), 964–972.
- [5] Yang, H.; Chew, D. A. S.; Wu, W.; Zhou, Z.; Li, Q. (2012). Design and implementation of an identification system in construction site safety for proactive accident prevention. *Accident Analysis and Prevention*, v. 48 (2012) 193–203.
- [6] Soeiro, A.; Reis, C. (2008). Recommendations and precautions to prevent accidents in construction. In: 6º Congresso de Riesgos Laborales (ORP 2008). A Coruña, Galicia, Espanha.
- [7] Arboleda, C. A. & Abraham, D. M. (2004). Fatalities in trenching operations - Analysis using models of accident causation. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130, 273-280.
- [8] Kim, Y. A.; Ryoo, B. Y.; Kim, Yong-Su. (2007). Major Accident Factors for Effective Safety Management of Highway Construction Projects. *J. Constr. Eng. Manage.* 2013.139:628-640.
- [9] Almeida, I. M. Análise de Acidentes do Trabalho como Ferramenta Auxiliar do Trabalho dos Auditores Fiscais do Ministério do Trabalho e Emprego: contribuições para a definição de orientações sobre a análise de acidentes conduzida por auditores fiscais. São Paulo: Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/248341/d/43986925-Analise-de-Acidentes-do-Trabalho>>.
- [10] Soeiro, A. (2005). Segurança na construção. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- [11] OHSAS 18001 (2007). OHSAS 18001: occupational health and safety management systems – specification. British Standards Institution, London.
- [12] Jacinto, C.; Aspinwall, E. (2004). A survey on occupational accidents' reporting and registration systems in the European Union. *Safety Science*, n. 42, p. 933-960.
- [13] MTE (2010). Guia de análise acidentes de trabalho. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2010.
- [14] Cambraia, F. B.; Saurin, T. A.; Formoso, C. T. (2010). Identification, analysis and dissemination of information on near misses: A case study in the construction industry. *Safety Science*, v. 48, n. 1, p 91-99.
- [15] Binder, M. C. P.; Monteau, M.; Almeida, I. M. (1996). *Árvore de Causas: método de investigação de acidentes de trabalho*, Publisher Brasil, São Paulo.
- [16] ASCC (2006). Guidance on the principles of safe design for work. Commonwealth of Australia, Canberra. Disponível em: <http://www.safeworkaustralia.gov.au/sites/SWA/about/Publications/Documents/154/GuidanceOnThePrinciplesOfSafeDesign_2006_PDF.pdf>.
- [17] Driscoll, T. R.; Harrison, J. E.; Bradley, C.; Newson, R. S. (2008). The Role of Design Issues in Work-Related Fatal Injury in Australia. *Journal of Safety Research*, 2008, v.39, p. 209-214.
- [18] Vasconcelos, B. (2013). Segurança no Trabalho na Construção: Modelo de gestão de prevenção de acidentes para a fase de concepção. Tese de Doutorado, Universidade do Porto. Porto.