

<http://physicsweb.org/article/news/11/1/22>

2007/01/25

## تلاطم - جمعیت نتایج - مرگباری دارد

جاها ی شلوغ، وقت ی مردم بترسند خطرناک و بالقوه مرگبار اند. اما یک گروه فیزیک‌پیشه از آلمان می‌گویند اگر حرکت - مردم را بپاییم و دنبال - گذارِ فازها ی مشخص ی باشیم، می‌شود از فاجعه اجتناب کرد. این پژوهش‌گران فیلم‌ها ی حادثه ی مرگ‌بار - ژانویه ی 2006 در مراسم - حج در مکه را بررسی کرده اند و توصیه‌ها یی کرده اند که مسئولان - عربستان - سعودی آن‌ها را به کار بسته اند تا در آینده حادثه‌ها ی مشابه ی رخ ندهد. از جمله ی این‌ها نصب - یک دوربین - هش‌داردهنده است، که وقت ی گذارِ فاز رخ می‌دهد به مسئولان هش‌دار دهد [1].

در مراسم - سالانه ی حج، بیش از دو میلیون مسلمان در مسیر ی تعیین شده در اطراف - شهر - مکه حرکت می‌کنند. متأسفانه گاه ی این حرکت - جمعی به فاجعه می‌انجامد، به ویژه جاها یی که مسیر باریک است، مثل - پل - جمرات که در آن حجاج به جمرات سنگ می‌زنند.

دیرک هلبینگ [2] و آندرس یهان‌سن [3] از دانش‌گاه - صنعتی ی دُرسِلِن [4]، فیلم‌ها ی فاجعه ی ژانویه ی 2006 در پل - جمرات را (که طی - آن بیش از 300 نفر کشته شدند) تحلیل کردند. آن‌ها با استفاده از یک الگوریتم - کامپیوتری سرعت و مکان - آدم‌ها در جمعیت - بزرگ ی که به سوی پل می‌رفت را تعیین کردند. این داده‌ها 45 دقیق شامل - مرحله ی پیش از حادثه و زمان - حادثه را در برداشت و از روی آن سه فاز - مجزا تشخیص دادند.

در فاز - اول، حجاج مرتباً به سوی پل حرکت می‌کردند اما با چگال شدن - جمعیت آهنگ - جریان کم شد. بعد یک گذارِ فاز - تیز در جمعیت رخ داد، که در فاز - جدید حرکت به شکل - پایست - برویی در آمد که مثل - موج در جهت - حرکت منتشر می‌شد.

این موج‌ها حدوداً 20 دقیقه باقی بودند و مرتباً جمعیت چگال‌تر و حرکت به سوی پل کندتر شد، تا یک گذارِ فازِ ناگهانیِ دیگر رخ داد و جمعیت واردِ فازِ سه‌وم‌ی شد که بسیار خطرناک است. در این فاز خوشه‌هایی از آدم‌ها به طورِ کتره‌ای در همه‌ی جهت‌ها می‌مکن حرکت می‌کردند. هلبینگ و یُهان‌سُن به این پدیده تلاطمِ جمعیت می‌گویند.

این پژوهش‌گران معتقد اند این تلاطم ناشی از آدم‌هایی است که ترسیده اند و به هر جهت ی‌هل می‌دهند تا فضا ی‌شخصی یشان را زیاد کنند. این حرکت موج‌فشارها ی‌مهیب ی‌می‌سازد که در جمعیت منتشر می‌شوند و باعث می‌شوند آدم‌ها چندین متر پرتاب شوند، لباس ی‌شان پاره شود، و سرانجام صدها نفر زیرِ دست‌وپا بمانند.

از این بررسی معلوم شد جراحیِ جدی و مرگ حدوداً ده دقیقه پس از آغازِ تلاطم و 30 دقیقه پس از شروعِ فازِ پایست-برو شروع شده است. هلبینگ و یُهان‌سُن امیدوار اند بشود با استفاده از سیستم‌ها ی‌ویدیویی این مشخصه‌ها را به طورِ خودکار آشکار کرد و به مسئولان فرصتِ کافی داد تا اقدام‌هایی برای کنترلِ جمعیت انجام دهند.

هلبینگ و یُهان‌سُن در هم‌کاری با حبیب زین‌العابدین از وزارت کشورِ عربستانِ سعودی چندین توصیه کرده اند که در بازسازی ی‌پلِ جمرات و اطرافِ آن به کار رفته. علاوه برپایشِ خودکارِ جمعیت، پل و راه‌ها ی‌دست‌رسی به آن بازطراحی شده تا جریانِ جمعیت به‌بود یابد و تئخیرهایی که ممکن است به تجمعِ بیش‌ازحد بینجامد کم شوند. امسال در این پل حادثه ی‌مهم ی‌رخ نداد.

این اولین بار نیست که هلبینگ دینامیکِ جمعیت را بررسی کرده و امواج‌شک ی‌یافته که در جمعیت‌ها ی‌چگال منتشر می‌شوند. اما تلاطمِ جمعیتِ بسیار خطرناک‌تری که در پلِ جمرات دیده می‌شود پدیده‌ای است که تا کنون مطالعه نشده بود.

[1] physics/0701203v1

[2] Dirk Helbing

[3] Anders Johansson

[4] Dresden