تحلیلی بر کاربرد داده‌های عظیم، رایانش ابری، شبکه‌های حس‌گر بی‌سیم و وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین در امدادرسانی

مهرداد نیازی:دانشجوی دکتری ، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
جواد بهنامیان*: دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
تاریخ دریافت:۱۳۹۸/۰۷/۵ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۹/۱

چکیده

در هنگام وقوع یک بحران، جمع‌آوری و به‌اشتراک‌گذاری اطلاعات مربوط به فاجعه در مورد مناطق آسیب‌دیده یکی از مهم‌ترین فعالیت‌ها برای تصمیم‌گیری بهینه و مناسب در فرایندهای امدادرسانی است. همچنین ازآنجایی‌که پس از وقوع یک فاجعه زیرساخت‌ها از بین رفته و یا مختل می‌شوند، برای دریافت داده‌های آنلاین از مناطق آسیب‌دیده می‌توان از شبکه‌های حسگر بی‌سیم (WSN) و وسایل نقلیه‌ی هوایی بدون سرنشین (UAV[۲]) استفاده کرد. این کار باعث می‌شود که داده‌های بسیاری و با نرخ تولید بالایی از طریق شبکه‌های اجتماعی و همچنین تلفن همراه افراد آسیب‌دیده در مناطق آسیب‌دیده و همچنین WSNها و UAVها تولید شود که نیاز به موضوع داده‌های عظیم و تجزیه‌وتحلیل آن‌ها را بسیار ضروری می‌کند. از سوی دیگر رایانش ابری سرویسی مستقل از دستگاه و مکان است که می‌توان با کمک آن محاسبات را با سرعت بالایی انجام داد که نیاز به رایانش ابری در هنگام وقوع بحران نیز نمایان می‌شود. به‌عبارت‌دیگر این دو فناوری با یکدیگر قابلیت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در زمان واقعی را نه‌تنها برای شناسایی شرایط اضطراری در مناطق آسیب‌دیده بلکه برای نجات افراد آسیب‌دیده فراهم می‌کنند. ازاین‌رو در این مقاله با بررسی مقالات سعی کردیم که تحلیل جامعی را در به‌کارگیری رایانش ابری، داده‌های عظیم، شبکه‌های حسگر بی‌سیم و وسایل نقلیه‌ی هوایی بدون سرنشین در مسئله‌ی امدادرسانی داشته باشیم.

واژه‌های کلیدی: فاجعه، امدادرسانی، رایانش ابری، داده‌های عظیم، شبکه‌های حسگر بی‌سیم، وسایل نقلیه‌ی هوایی بدون سرنشین

Application of Big Data, Cloud Computing, Wireless Sensor Networks and Unmanned Aerial Vehicles in Disasters: An Analysis

Mehrdad Niyazi [1]- Javad Behnamian *[2]

Abstract

When a disaster occurs, collecting and sharing disaster information about affected areas is one of the most important activities in order to optimal decision making for relief operations. Also because the infrastructures are destroyed or damaged after a disaster, WSNs and UAVs can be used to receive online data from the affected areas. This results in making a lot of data with high rates of production through social networks as well as mobile phones of affected people in affected areas as well as WSNs and UAVs which indicates the necessity of Big Data. On the other hand cloud computing is a service, independent of device and location where computing can be performed at high speed and this shows the need for cloud computing as well. In other words these two technologies provide real-time data analysis not just for emergency situation identification in the affected areas but also to rescue the affected people. In this paper we try to provide a comprehensive analysis of application of Big Data, Cloud Computing, Wireless Sensor Networks (WSN) and Unmanned Aerial Vehicles (UAV) in relief problems.

Keywords: Disaster, Relief, Cloud Computing, Big Data, Wireless Sensor Networks (WSN) and Unmanned Aerial Vehicles (UAV)

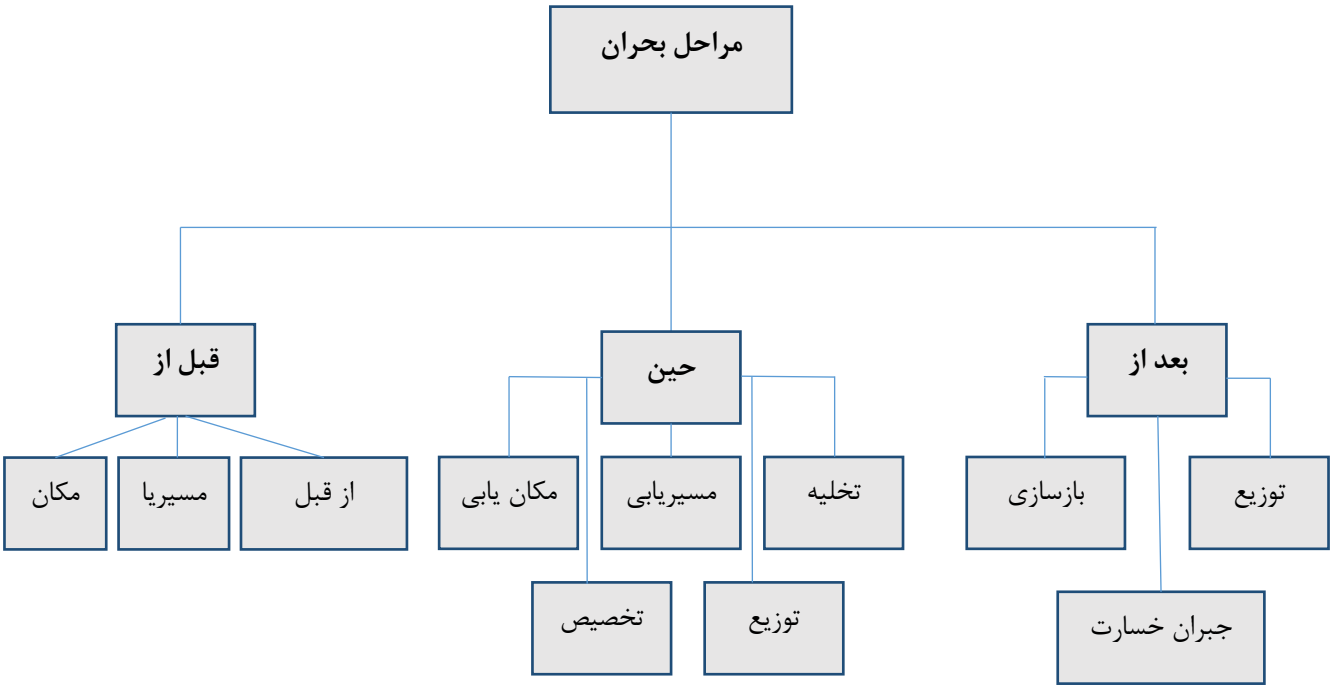
Ph.D. Candidate, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan,
Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

مقدمه

اصطلاح بحران معمولاً به اختلال در عملکرد طبیعی یک جامعه اطلاق می‌شود که تأثیر نامطلوب قابل‌توجهی بر مردم، کار آن‌ها و محیط‌زیست دارد. این وضعیت ممکن است درنتیجه‌ی یک حادثه‌ی طبیعی مانند زلزله، سونامی، طوفان، شیوع بیماری‌های مسری، خشک‌سالی، قحطی و یا درنتیجه فعالیت‌های انسانی مانند جنگ و حملات تروریستی باشد [۱]. در سال‌های اخیر، خسارات و تلفات ناشی از بحران‌های طبیعی و انسانی به طور چشمگیری افزایش‌یافته است، به‌طوری‌که هرساله در سراسر جهان حدود ۷۰ هزار نفر از مردم کشته شده و نزدیک به ۲۰۰ میلیون نفر تحت‌تأثیر این بلایا قرار می‌گیرند [۲]. جدا از علت وقوع یک بحران، واکنش و پاسخ سریع به نیازهای فوری امدادی در مناطق آسیب‌دیده دقیقاً پس از وقوع حادثه یک مسئله‌ی حیاتی است. لجستیک عبارت است از فرایند برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل کارای جریان و انبارش کالاها، مواد و همچنین اطلاعات مربوطه از نقطه‌ی مبدأ تا نقطه‌ی مصرف باهدف ارتباط با خواسته‌های ذی‌نفع نهایی [۳]. در لجستیک واکنش به بلایای طبیعی، توزیع کمک‌های امدادی و تخلیه‌ی افراد آسیب‌دیده دو فعالیت مهم هستند. در درجه‌ی اول تخلیه مجروحان انجام می‌گیرد، درحالی‌که توزیع اقلام امدادی برای مدت‌زمان بیشتری ادامه خواهد داشت. برنامه‌ریزی لجستیکی امدادرسانی برای اثربخشی و تسریع پاسخ در برنامه‌ی توزیع کمک‌ها، ازجمله غذا، لباس، دارو، تجهیزات پزشکی، ماشین‌آلات و کارکنان، بسیار مهم است. هنگام وقوع یک بحران، سازمان‌های امدادی مختلف، اغلب با مشکلات قابل‌توجهی برای انتقال حجم زیادی از کالاهای مختلف از چندین نقطه‌ی مبدأ به مناطق آسیب‌دیده روبرو هستند. در هنگام وقوع یک بحران اغلب کمک‌های ارسالی به مناطق آسیب‌دیده توسط کمک‌های مردمی و سازمان‌های غیردولتی انجام می‌شود که پیچیدگی مسئله را بیشتر می‌کند، زیرا زنجیره‌های تأمین و لجستیک بشردوستانه[۴] با زنجیره‌های تأمین تجاری کاملاً متفاوت است. زنجیره‌ها و لجستیک تجاری سعی در حداکثرسازی سود دارند، درحالی‌که لجستیک بشردوستانه سعی در به حداکثر رساندن رضایت ذی‌نفعان دارند [۴].

موضوعات مختلفی در مسئله‌ی مدیریت بحران وجود دارد که می‌توان دسته‌بندی ارائه شده در تصویر ۱ را برای آن ارائه کرد.

در این مقاله سعی داریم که به تحلیل مسئله‌ی امدادرسانی در هنگام وقوع فجایع با تمرکز بر مفاهیم رایانش ابری و داده‌های عظیم و کاربرد WSN[۲] و UAV[۳] بپردازیم. در ادامه‌ی این مقاله به تفکیک، به‌مرور ادبیات در موضوعات ذکرشده خواهیم پرداخت.



تصویر ۱- دسته‌بندی موضوعات مختلف در مسئله‌ی مدیریت بحران

مرور ادبیات

مرور ادبیات انجام شده در این بخش از سه جز داده‌های عظیم، رایانش ابری، شبکه‌های حس‌گر بی‌سیم و وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین در هنگام وقوع بحران است که به تفکیک در ادامه مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

رایانش ابری

۱- رایانش ابری یک مدل سرویس فن آوری اطلاعات است که در آن خدمات ابری رایانش (هم سخت‌افزار و هم نرم‌افزار)، مستقل از دستگاه و مکان به مشتریان بر روی وب (به‌اصطلاح ابر) نرم‌افزار به‌عنوان خدمات (SaaS): ارائه‌دهندگان سرویس ابر مجموعه‌ای از نرم‌افزارها و داده‌های مربوط به کسب‌وکار به وجود می‌آورند و دسترسی کاربران به این نرم‌افزارها و داده‌ها را از طریق مرورگر وب مهیا می‌سازند. انواع نرم‌افزارهایی که از این راه ارائه می‌شوند شامل نرم‌افزارهای حسابداری، مدیریت ارتباط با مشتری، برنامه‌ریزی منابع سازمانی، صورت‌حساب، مدیریت منابع انسانی، مدیریت محتوا و مدیریت پشتیبانی خدمات است [۱۱].

۲- بستر اجرایی به‌عنوان خدمات (PaaS): در این مدل ارائه‌دهندگان سرویس ابری، بستر کاملی را برای برنامه‌های کاربردی، واسط‌های کاربری، توسعه پایگاه‌های داده، ذخیره‌سازی و آزمون پیشنهاد می‌کنند. این مدل به کسب‌وکارها اجازه‌ی توسعه، نگهداری و پشتیبانی از برنامه‌های کاربردی شخصی‌سازی‌شده را داده و درعین‌حال کاهش هزینه‌های فناوری اطلاعات و کم نمودن نیازمندی‌های سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و محیط‌های میزبانی را نیز فراهم می‌آورد [۱۲].

۳-زیرساخت به‌عنوان خدمات (IaaS): این مدل به کسب‌وکارها اجازه می‌دهد که منابع موردنیاز از قبیل سرویس‌دهنده‌ها، نرم‌افزارها، فضای موردنیاز مرکز داده یا تجهیزات شبکه را مانند سرویس‌های برون‌سپاری شده خریداری نمایند [۱۳].

تحویل داده می‌شود [۱۰]. رایانش ابری را می‌توان بر اساس ماهیت سرویسی که تأمین‌کنندگان آن ارائه می‌دهند، به سه گروه ذیل دسته‌بندی کرد:

۱-ابرهای خصوصی: در این مدل برای هر شرکت خاص، زیرساخت‌های ابری مجزا تخصیص داده می‌شود به‌طوری‌که این زیرساخت‌ها یا توسط شرکت یا توسط شخص ثالث مدیریت خواهند شد و ممکن است زیرساخت‌های تأمین‌کننده ابرخصوصی در ساختمان شرکت و یا خارج از آن وجود داشته باشند. مدل طراحی ابر خصوصی امن‌ترین روش در بین تمامی مدل‌های پیاده‌سازی ابر است [۱۴].

۲-ابرهای عمومی: در این مدل پیاده‌سازی زیرساخت‌های تأمین‌کننده ابر به‌صورت عمومی قابل‌دسترس هستند و سرویس‌های ابری توسط این تأمین‌کنندگان به شرکت‌ها و یا سازمان‌ها ارائه خواهند شد [۱۱].

۳-ابرهای ترکیبی: زیرساخت‌های ابر ترکیبی از دو یا چند ابر (خصوصی یا عمومی) هستند [۱۱].

در فهرست گارتنر، رایانش ابری جزء ۱۰ فناوری برتر سال‌های آینده قرار دارد [۱۵]. استفاده از مفهوم زنجیره تأمین در زمینه‌ی رایانش ابری موضوعی نو است و زمینه‌ی تحقیق جدیدی را ایجاد می‌کند به‌طوری‌که تعریف زیر یک تعریف پایه‌ای برای این مفهوم ارائه می‌دهد: *یک زنجیره تأمین ابری، متشکل از دو یا چند عضو (عنصر) است که توسط ابر، اطلاعات مربوطه و بودجه با یکدیگر در ارتباط هستند.*

استفاده از رایانش ابری برای مدیریت بلایای طبیعی ابتدا توسط حبیبا و اختر [۱۶] ارائه شد. آن‌ها اظهار داشتند که‌رایانش ابری بهترین راه‌حل برای مدیریت شرایط فاجعه است؛ زیرا توانایی مدیریت مقدار قابل‌توجهی از اطلاعات فاجعه را دارد. آن‌ها یک سیستم مدیریت با استفاده از وب آمازون (خدمات وب) را پیشنهاد دادند. پاتریاژ و همکاران [۱۷] اهمیت به‌اشتراک‌گذاری دانش و اطمینان از دسترسی و قابلیت اطمینان اطلاعات مربوط به فاجعه را موردبحث قرار داده‌اند. آن‌ها بر ضرورت به‌اشتراک‌گذاری دانش در مدیریت بلایا (طبیعی و به دست انسان) اشاره نمودند و خاطرنشان کردند که این امر می‌تواند علاوه بر ارائه‌ی هشدارهای بهتر در آمادگی و کاهش تأثیرات فاجعه کمک کند.

علی و لبیب [۱۸] نتیجه گرفتند که باتوجه‌به افزایش وقوع بلایای طبیعی و به دست انسان در سراسر جهان، نیاز به توسعه‌ی روش‌های مدیریت بحران بر اساس جدیدترین و نوآورانه‌ترین راه‌حل‌های فناوری اطلاعات (IT) هست.

سیدی و همکاران [۱۹] یک سرویس GIS تحت وب برای مرحله‌ی پاسخ در شهر تهران طراحی و اجرا کردند. این سرویس برای کاهش خسارات مربوط به زمین‌لرزه در منطقه‌ی مرکزی تهران طراحی شده است.

برای این منظور، آن‌ها یک مدل برآورد تخریب ساختمان برای بهینه‌سازی زمان پاسخ و هزینه در برابر زلزله ایجاد کرده‌اند. یک روش بهبودیافته بر اساس مدل ابر و درجه اطمینان فازی در [۲۰] ارائه‌شده است. در این مقاله نویسندگان ادعا کرده‌اند که این روش بهبودیافته‌ی ابر یک روش قابل‌اعتماد برای ارزیابی سریع فاجعه است. بر اساس این واقعیت که انتظار می‌رود تعداد بلایای طبیعی در آینده افزایش یابد، مقاله‌ی [۲۱] استفاده از محاسبات ابری را به‌عنوان یک جزء ادغامی ممکن در مدیریت اضطراری تحلیل می‌کند. در اینجا هدف از تحقیق آن بود که در صورت وقوع فاجعه، پشتیبانی لازم برای تداوم کسب‌وکار فراهم شود. مطالعه‌ای که از سوی آلازاوی و همکاران [۲۲] ارائه‌شده است، استفاده از رایانش ابری را برای توسعه‌ی یک سیستم پاسخ اضطراری به فاجعه‌ی سیار را پیشنهاد می‌کند. این کار با جمع‌آوری داده‌ها از منابع مختلف و ارائه‌ی آن به افراد در وسایل نقلیه و دیگر بازیگران سیستم انجام‌شده است. ولو و زلاتوا [۲۳] نیز اصول اصلی رایانش ابری و نیاز به بررسی آن را در یک سیستم مدیریت بحران موردبحث قرار دادند. آن‌ها با بیان اینکه تنها اتصال اینترنت به سرورهای ابر کافی است به بیان مزیت‌های رایانش ابری در کاهش هزینه‌های بازیابی داده‌ها پس از فاجعه پرداختند.

شرکت هیتاچی نیز راه‌حلی را برای پاسخگویی و پیشگیری از فاجعه بر اساس اطلاعات جمع‌آوری‌شده از سرویس‌های شبکه اجتماعی (SNS[۱۰]) مانند توییتر و وبلاگ‌ها، ارائه کرده است. اگرچه، نویسندگان اهمیت استفاده از داده‌های SNS در تصمیم‌گیری را موردبحث قرار دادند، اما آن‌ها به امکان گزارش‌های اشتباه و شایعات نیز اشاره کردند [۲۴]. یک سیستم پشتیبانی کامپیوتری یکپارچه برای فرایندهای مراقبت‌های اضطراری با ایجاد و پیوند سامانه‌های مراقبت‌های بهداشتی نیز در [۲۵] ارائه‌شده است. نویسندگان یک ساختار EMS[۱۱] یکپارچه‌ی مبتنی بر ابر را توسعه دادند که به کاربران مجاز اجازه دسترسی به اطلاعات اضطراری را در فرم سند استاندارد می‌دهد.

مقاله	سال	موضوع
لیندنر و همکاران [۳۰]	۲۰۱۰	رایانش ابری و زنجیره تأمین
ایرنی و همکاران [۳۱]	۲۰۱۲	
علی [۳۲]	۲۰۱۲	
بهویر و پرینسیپال [۳۳]	۲۰۱۴	
آویلز [۳۴]	۲۰۱۵	
جد و توتبرگ [۳۵]	۲۰۱۶	
سینق و همکاران [۳۶]	۲۰۱۸	
شرام و همکاران [۳۷] ایرینی و همکاران [۳۸]	۲۰۱۱	رایانش ابری و لجستیک
آویلز و همکاران [۳۴]	۲۰۱۱	
گانتزیا و اسکلاتینیوتی [۳۹]	۲۰۱۴	
پوتال و همکاران [۴۰]	۲۰۱۶	رایانش ابری و بحران
جانگید و شارما [۴۱]	۲۰۱۶	
زونگ و همکاران [۲۶]	۲۰۱۶	
هوانگ و سروون [۴۲]	۲۰۱۶	
الدهش و همکاران [۳۵]	۲۰۱۷	
هیروهارا و همکاران [۴۴]	۲۰۱۷	
زو [۲۷]	۲۰۱۷	

جدول ۱- برخی تحقیقات در زمینه‌ی زنجیره تأمین و رایانش ابری از سال ۲۰۱۰

زونگ و همکاران [۲۶] استفاده از رایانش ابری برای مدیریت بلایای طبیعی در چین را پیشنهاد کردند. اگرچه نویسندگان درباره بلایای طبیعی بحث کردند، اما بلایای به دست انسان و به‌ویژه تروریسم را نیز موردبحث قرار دادند. آن‌ها همچنین این واقعیت را بیان می‌کنند که تلفن‌ها در زمان وقوع فاجعه دارای بار بیش‌ازحد هستند و درنتیجه استفاده از ابر می‌تواند به بهبود مدیریت بحران کمک کند. آن‌ها نتیجه گرفتند که محاسبات ابری یک راه‌حل مناسب برای مدیریت بحران است. مطالعه‌ی ارائه‌شده توسط زو [۲۷] نیز در مورداستفاده از رایانش ابری برای مدیریت اطلاعات جمع‌آوری‌شده از حسگرهای مختلف برای نظارت بر فاجعه است. در این مقاله به نیاز به راه‌حل سریع و خودکار برای مدیریت بحران و جمع‌آوری داده‌ها از حسگرهای مختلف قبل از استخراج اطلاعات موردنیاز با استفاده از رایانش ابری اشاره می‌شود.

یک موضوع مهم در استفاده از رایانش ابری، قابلیت اطمینان این روش است. در طی سال‌های گذشته، برخی تحقیقات به بررسی مسائل مربوط به قابلیت اطمینان در سامانه‌های رایانش ابری پرداخته‌اند. لانگ و همکاران [۲۸] یک رویکرد برای تجزیه‌وتحلیل دسترس‌پذیری سامانه‌های رایانش ابری را باتوجه‌به شبکه‌های پتری و زنجیره‌های مارکوف[۱۲] پیشنهاد کردند. تجزیه‌وتحلیل قابلیت اجرا برای سامانه‌های ابر نیز توسط قوش و همکاران [۲۹] ارائه‌شده است. آن‌ها اثرات تغییرات در حجم کار، میزان شکست (خرابی) و ظرفیت سیستم در کیفیت خدمات را به‌صورت کمی درآوردند.

در جدول ۱ نیز برخی از تحقیقات انجام‌شده در زمینه‌ی رایانش ابری و زنجیره‌ی تأمین از سال ۲۰۱۰ نشان‌داده‌شده است.

داده‌های عظیم

داده‌های بزرگ یا عظیم معمولاً به مجموعه‌ای از داده‌ها اطلاق می‌شود که اندازه‌ی آن‌ها فراتر از حدی است که با نرم‌افزارهای معمول بتوان آن‌ها را در یک‌زمان معقول اخذ، دقیق‌سازی، مدیریت و پردازش کرد. مفهوم اندازه در داده‌های بزرگ به طور مستمر در حال تغییر است و به‌مرور بزرگ‌تر می‌شود. داده‌های عظیم مجموعه‌ای از روش‌ها و تاکتیک‌هایی است که نیازمند شکل جدیدی از یکپارچگی هستند تا بتوانند ارزش‌های بزرگی را که در مجموعه‌های بزرگ، وسیع، پیچیده و متنوع داده پنهان شده‌اند، آشکار سازند. ازاین‌رو با رشد روزافزون داده‌ها و نیاز به بهره‌برداری و تحلیل از این داده‌ها، به‌کارگیری زیرساخت‌های داده‌های عظیم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده است. مفهوم داده‌های بزرگ ابتدا توسط کاکس و السورث در اکتبر ۱۹۹۷ معرفی شد [۴۵] و از آن زمان تاکنون توجه زیادی را هم ازلحاظ علمی و هم عملی به خود جلب کرده است.

داده‌های عظیم می‌توانند بر اساس مشخصات زیر تعریف شوند:

۱-حجم: مقدار داده‌های تولیدشده در این زمینه بسیار مهم است. اندازه‌ی داده‌ها ارزش و پتانسیل داده‌های موردتوجه به آن را تعیین می‌کند تا جایی که می‌تواند تصمیم گرفت که داده عظیم محسوب می‌شود یا خیر.

۲- تنوع: جنبه‌ی بعدی در داده‌های عظیم تنوع آن است. این بدان معنی است که دسته‌بندی داده‌های عظیم به‌ضرورت نیاز شناسایی شده توسط تحلیلگران داده دارد. این به افراد کمک می‌کند تا داده‌ها و ارتباطاتشان را دقیق‌تر تحلیل کنند تا از مزایا و رعایت اهمیت داده‌های عظیم به طور مؤثر استفاده کنند.

۳-نرخ تولید: اصطلاح نرخ تولید به‌سرعت تولید داده اشاره دارد و با چگونگی سرعت تولید و پردازش داده‌ها برای پاسخگویی به خواسته و چالش‌های پیش رو در مسیر رشد و توسعه است.

در هنگام وقوع فاجعه نیز داده‌های بسیاری از مناطق آسیب‌دیده به دست می‌آید که نیازمند پالایش و استخراج اطلاعات مناسب از آن‌هاست. این داده‌ها هم دارای حجم بسیار زیادی هستند (تعداد زیاد افراد و میزان تولید داده از هر فرد بسیار زیاد است) و هم تنوع آن‌ها بسیار بالا است (انواع داده؛ مانند اقلام موردنیاز، تعداد افراد آسیب‌دیده، دما، رطوبت و ...) و همچنین نرخ تولید داده بسیار بالا است (به علت اینکه در هر لحظه ممکن است شرایط تغییر کند و داده‌های جدیدی تولید شوند). درنتیجه تجزیه‌وتحلیل داده‌های عظیم در هنگام وقوع فجایع بسیار حائز اهمیت است.

آریباس بل [۴۶]، بیان می‌کند که هر کاربر به‌عنوان یک حسگر محسوب می‌شود که اطلاعات را برای پرکردن شکاف دردسترس‌بودن اطلاعات معتبر در مورد بلایای طبیعی فراهم می‌کند [۴۷، ۴۸]. رسانه‌های اجتماعی همچنین برای هشدار اولیه در بلایا می‌توانند مورداستفاده قرار گیرند.

کارلی و همکاران [۴۹] استفاده از توییتر در اندونزی را برای هشدار و برنامه‌ریزی اولیه برای بلایای طبیعی مورد بررسی قرارداد. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که با جمع‌آوری دقیق، ارزیابی و هماهنگی با سایت رسمی توییتر، توییتر قادر به پشتیبانی از هشدار اولیه بوده و یک رهبر محلی در توییتر نقش مهمی در روند هشدار اولیه ایفا خواهد کرد.

. توریومی و همکاران [۱۶۸] بیش از ۳۰۰ میلیون توییت که قبل و بعد از زلزله بزرگ شرق ژاپن ارسال شده است را مورد تجزیه‌وتحلیل قرار دادند تا مشخص شود که مردم چگونه اطلاعات فاجعه را در توییتر به اشتراک می‌گذارند. همچنین کاربران شبکه‌های اجتماعی پس از حوادث جدی بحران سیاتل-تاکوما، رفتار و دلایل خود را برای استفاده از رسانه‌های اجتماعی تغییر دادند.

پراساد و همکاران [۵۰] کاربرد تحلیل داده‌های بزرگ برای طراحی شبکه‌های زنجیره تأمین بشردوستانه، مراقبت‌های بهداشتی، آموزش و امدادرسانی را موردمطالعه قرار دادند. ازآنجایی‌که داده‌های انسانی دارای ویژگی‌های مختلفی (حجم، تنوع، صحت، سرعت و مقداد) هستند، تجزیه‌وتحلیل داده‌های بزرگ می‌تواند نتایج فوق‌العاده را تولید کند. سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS[۱۳]) در تلفن همراه به‌عنوان وسیله‌ای مؤثر برای جمع‌آوری داده‌ها شناخته شده است زیرا می‌تواند آن را برای شناسایی تحرک و رفتار انسان در حوادث طبیعی در مقیاس بزرگ مورداستفاده قرار داد. هورانونت و همکاران [۵۱] از اطلاعات جمع‌آوری‌شده توسط GPS پس از زلزله‌ی بزرگ ژاپن در سال ۲۰۱۱ استفاده کردند و اطلاعات مفیدی را در مورد اینکه انسان‌ها در زمان فاجعه چگونه واکنش نشان می‌دهند و همچنین چگونه انجام فرایند تخلیه را می‌تواند بر اساس زمان واقعی نظارت کرد، به دست آوردند. با استفاده از GPS، می‌تواند موقعیت، اندازه و سایر جزئیات مربوط به یک زمین‌لرزه را تعیین کرد. این کار با استفاده از یک یا چند جزء اساسی GPS صورت می‌گیرد که عبارت‌اند از مکان، حرکت نسبی و زمان انتقال [۵۲].

گراهام و همکاران [۴۲] الگوی استفاده از رسانه‌های اجتماعی را در شرایط بحران موردمطالعه قرار دادند. نتایج تجزیه‌وتحلیل آن‌ها نشان داد که رسانه‌های اجتماعی می‌توانند در طول بحران به طور وسیع مورداستفاده قرار گیرند، اما تعداد ابزارهای موجود در رسانه‌های اجتماعی برای نشان‌دادن وضعیت بحرانی نسبتاً کم است. لئونگ و همکاران [۵۳] تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) را در سیل تایلند در سال ۲۰۱۱ مطالعه کرده‌اند. این مطالعه بر تحلیل راه‌هایی که از طریق آن رسانه‌های اجتماعی توانستند جامعه را از سه بعد، یعنی توانمندسازی روان‌شناختی، ساختاری و منابع، توانمند سازد، متمرکز بود. همچنین نقش رسانه‌های اجتماعی را در توانمندسازی ارتباطات در طی مرحله‌ی پاسخ به بحران نشان داد. عباسی و کومار [۵۴] استفاده از رسانه‌های اجتماعی را در یک مرحله‌ی پاسخ به بحران شبیه‌سازی‌شده مورد تجزیه‌وتحلیل قرار دادند و یک پلتفرم آموزشی برای درک راه‌های استفاده از رسانه‌های اجتماعی در طول بحران به کار گرفته شد که به پاسخ‌دهندگان کمک کرد.

نقش رسانه‌های اجتماعی در طول زلزله توهوکو[۱۴] توسط اومیهارا و نیشیکیتانی [۵۵] مورد بررسی قرار گرفت. در مقاله‌ی آن‌ها، کاربران توییتر به دودسته تقسیم شدند: کاربران تحت‌تأثیر فاجعه و کاربران که تحت‌تأثیر قرار نگرفتند. تأثیر روان‌شناختی کاربرانی که تحت‌تأثیر زلزله قرار گرفته بودند مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که اثر روان‌شناختی بر اساس جنسیت افراد متفاوت است. همچنین افرادی که تحت‌تأثیر زلزله قرار داشتند، تمایلی بیشتری به توییت در زمان زلزله داشتند. یاتس و پاکوته [۵۶] نیز استفاده از الگوی به‌اشتراک‌گذاری اطلاعات رسانه‌های اجتماعی و روش‌های استفاده از رسانه‌های اجتماعی برای تصمیم‌گیری در شرایط بحرانی در طول زلزله هائیتی را موردبررسی قرار دادند. راگینی و روبش آناد [۵۷] نیز از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای طبقه‌بندی توییت‌های مربوط به بحران استفاده کرده‌اند. همچنین راگینی و همکارن [۵۸] یک روش ترکیبی برای طبقه‌بندی و جداسازی توییت‌های مربوط به بحران از افرادی که به دام افتاده‌اند و برای زنده‌ماندن تلاش می‌کنند را پیشنهاد کرده‌اند. راگینی و همکاران [۵۹] یک رویکرد مبتنی بر داده‌های عظیم برای پاسخگویی به فاجعه را از طریق تجزیه‌وتحلیل احساسات افراد پیشنهاد داده‌اند. مدل پیشنهادی داده‌های فاجعه را از شبکه‌های اجتماعی جمع‌آوری می‌کند و آن‌ها را باتوجه‌به نیازهای افراد آسیب‌دیده تفکیک می‌کند. داده‌های تفکیک شده از طریق الگوریتم یادگیری ماشین برای تحلیل احساسات مردم طبقه‌بندی می‌شوند. ویژگی‌های مختلف مانند لحن سخن و واژگان، برای شناسایی بهترین استراتژی طبقه‌بندی برای داده‌های فاجعه تحلیل می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که رویکرد مبتنی بر واژگان برای تحلیل نیازهای مردم در حین فاجعه مناسب است.

شناخته‌شده‌ترین و بارزترین نمونه‌های استفاده از یادگیری ماشین برای کاهش بلایا، مربوط به جلوگیری از تهدیدهای مختلف ناشی از بلایای مصنوعی (ساخته‌ی دست انسان) است. به‌عنوان‌مثال شناسایی تهدیدات تروریستی از طریق تجزیه‌وتحلیل شبکه‌های رایانه‌ای [۱۵۵] و یا از طریق شبکه‌های اجتماعی [۱۵۶] نمونه‌هایی از استفاده از یادگیری ماشین هستند. همچنین همان‌طور که پیش‌تر گفته شد یکی از

مهم‌ترین فعالیت‌ها در هنگام وقوع بحران، تخلیه‌ی افراد از مناطق آسیب‌دیده است. میاه [۱۵۷] بیان می‌کند که با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی و پردازش داده‌هایی که از مناطق آسیب‌دیده به دست می‌رسند، می‌توان مکان‌های امن برای تخلیه‌ی افراد را به دست آورد.

فن و همکاران [۱۶۲] با استفاده از یادگیری ماشین به کشف روند اتفاقات مربوط به مکان‌های مختلف از داده‌های رسانه‌های اجتماعی در هنگام بلایا پرداختند. آن‌ها با استفاده از روش خوشه‌بندی مبتنی بر گراف و همچنین موقعیت مکانی داده‌هایی که در شبکه‌های اجتماعی وجود دارد به این کار پرداختند. آنبالاگان و والیامای [۱۶۳] یک سامانه‌ی پیشنهادی برای توییت‌های فاجعه بر اساس برچسب‌های فاجعه ارائه داده‌اند. سامانه‌ی آن‌ها برای شناسایی شدت فاجعه، از طبقه‌بندی بیزی ساده (چندجمله‌ای) و SSVM را روی توییت‌های جمع‌آوری‌شده استفاده می‌کند. سکاکی و همکاران [۱۶۴] نیز یک الگوریتم کارآمد برای مشاهده‌ی توییت‌ها و وقایع زلزله با درنظرگرفتن هر کاربر توییتر به‌عنوان یک حسگر، توسعه داده‌اند که می‌تواند توییت‌های مربوط به حوادث اضطراری را شناسایی کند. کریواشیو و همکاران [۱۶۵] رابطه‌ی بین توییت‌های دارای برچسب موقعیت جغرافیایی، احساسات انسانی، آسیب‌های ناشی از بلایا و مسیر طوفان را بررسی کردند. وانگ و همکاران [۱۶۶] نیز روشی را برای شناسایی رویدادهای فاجعه صرفاً بر اساس توییت‌های دارای برچسب جغرافیایی توسعه داده‌اند.

یون و جونگ [۱۶۷] روابط بین شاخص‌های آسیب‌پذیری و آسیب اقتصادی ناشی از بلایای طبیعی را بررسی کرده‌اند و

نویسنده	مرحله
موناقان و لیست [۶۰]، لیاقت و همکاران [۶۱]، رورو و اهومدا [۶۲]، کارلی و همکاران [۴۹]، گوف و کین [۶۳]، وانگ و همکاران [۶۴، ۶۵، ۶۶]، جوهال [۶۷]، رام و همکاران [۶۸]، لی و همکاران [۶۹]، رادیانتی و همکاران [۷۰]، کئون و همکاران [۷۱]، هاورث و بروس [۷۲]، شولتز [۷۳]، پرویت [۷۴]، فوسو وامبا و همکاران [۷۵]، سینامون و همکاران [۷۶]، چانگ و لو [۷۷]، زیدان و همکاران [۷۸]، دروسیو و استانک [۷۹]، آنگ و سنگ [۸۰]، جیانپینگ و همکاران [۸۱]، کوشیمورا [۸۲]، جانک و همکاران [۸۳]، موریرا و همکاران [۸۴]، شکیر و همکاران [۸۵]، کوپر و همکاران [۸۶]، دی آلبوکورکو و همکاران [۸۷]، رویلا رومرو و همکاران [۸۸]، ونکاتسان و همکاران [۸۹]، ویلنا رومان و همکاران [۹۰]، آراز [۹۱]، کراسوسکی و واسیلوسکی [۹۲]، میراندا و همکاران [۹۳]، گرانل و اوسترمن [۹۴]، چریچی و فیز [۹۵]، پراساد و همکاران [۵۰]	قبل از وقوع فاجعه (پیشگیری و آمادگی)
دوبی و همکاران [۹۶]، مولدر و همکاران [۹۷]، سوامیناتان [۹۸]، راگینی و همکاران [۵۸]، راگینی و روبش آناد [۵۷]، راگینی و همکاران [۵۹]، هورانونت و همکاران [۵۱]، گراهام و همکاران [۹۹]، لئونگ و همکاران [۵۳]، عباسی و کومار [۵۴]، یاتس و پاکوته [۵۶]، اومیهارا و نیشیکیتانی [۵۵]، قوش و گساوی [۱۰۰]، هالتکویست و سروون [۱۰۱]، پاپادوپولوس و همکاران [۱۰۲]، اردلج و همکاران [۱۰۳]، پالمیری و همکاران [۱۰۴]، تان و همکاران [۱۰۵]، گرابوسکی و همکاران [۱۰۶]، کولینز و همکاران [۱۰۷]، علمدار و همکاران [۱۰۸]، هواگ و همکاران [۱۰۹]، بوستنارو دن و آرماس [۱۱۰]، میورا و همکاران [۱۱۱]، هارا و کوواهارا [۱۱۲]، توماشوزکی و همکاران [۱۱۳]، اسکات و بچلور [۱۱۴]، برونز و لیانگ [۱۱۵]، وینکویست و همکاران [۱۱۶]	هنگام وقوع فاجعه (پاسخ)
گرینبرگر و فلسنستاین [۱۱۷]، چانگ و پارک [۱۱۸]	بعد از وقوع فاجعه (بازیابی)
اختر و وامبا [۱۱۹]، یو و همکاران [۱۲۰]، گوسوامی و همکاران [۱۲۱]	مقالات مروری

جدول ۲- مقالات مرتبط با درنظرگرفتن داده‌های عظیم بر اساس مرحله‌ی فاجعه

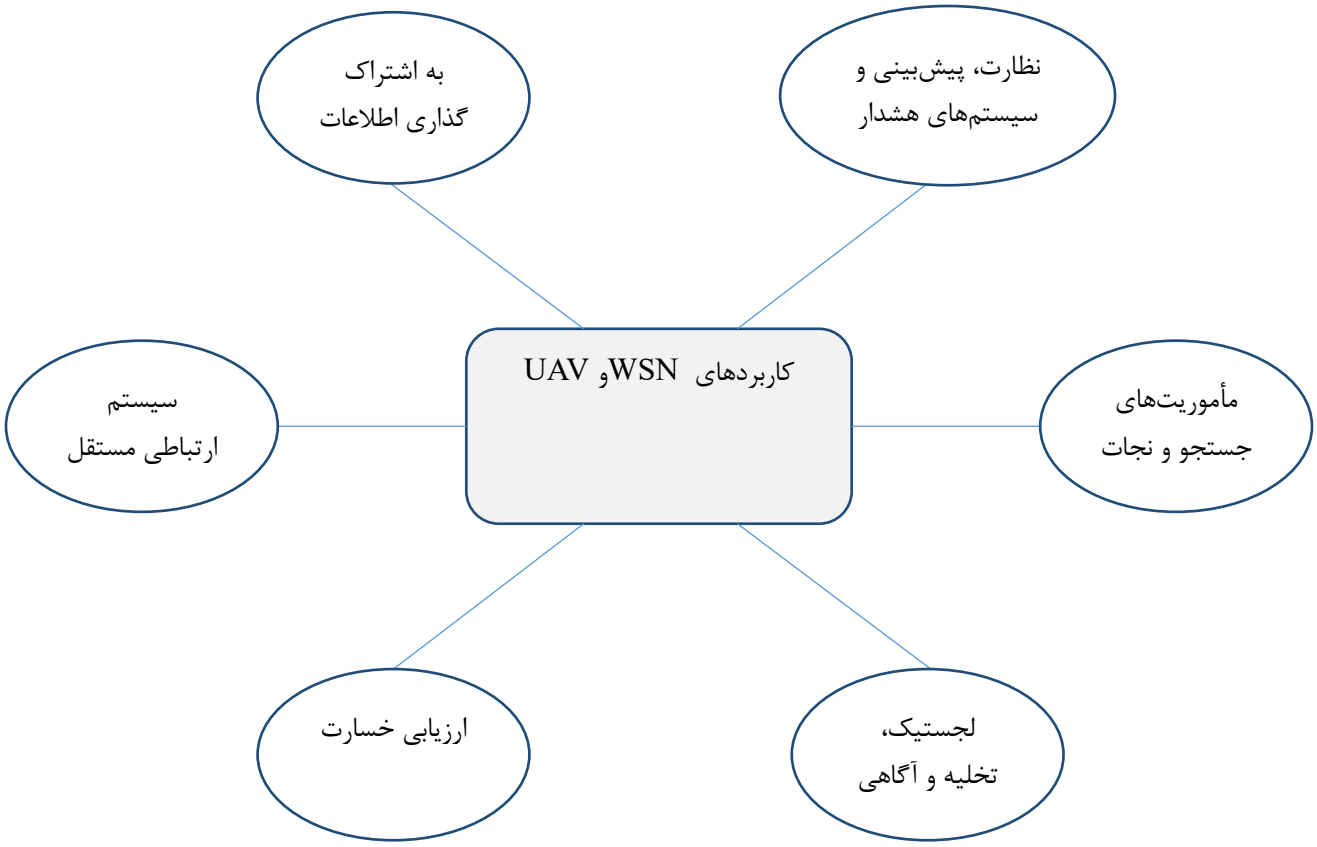
و روش‌های یادگیری ماشین ازجمله Cubist و Random Forest را برای بررسی اینکه چه شاخص‌های آسیب‌پذیری ازنظر آماری با آسیب‌های ناشی از بلایا در کره ارتباط دارند را استفاده کرده‌اند.

یکی دیگر از کاربردهای یادگیری ماشین در تهیه‌ی سامانه‌های هشدار سریع هم برای بلایای طبیعی و هم بلایای ساخته‌ی دست بشر است [۱۵۸]. به‌عنوان‌مثال می‌توان به سامانه‌های هشدار سریع برای تهدیدات شیمیایی و هسته‌ای، سیل، سونامی و غیره اشاره کرد. البته باید به این نکته دقت کرد که عدم وجود داده در مورد بلایای طبیعی با این واقعیت که هر چیز غیرطبیعی را می‌توان به‌عنوان تهدید بالقوه در نظر گرفت، جبران می‌شود؛ به‌عبارت‌دیگر هر داده‌ای که وجود نداشته باشد، به‌عنوان تهدید مورد بررسی قرار می‌گیرد.

یکی دیگر از کاربردهای یادگیری ماشین، استفاده از ربات‌ها برای عملیات امداد و نجات است و یادگیری ماشین اساساً ارتباط نزدیکی با رباتیک دارد؛ زیرا هوش ربات‌ها معمولاً از الگوریتم‌های یادگیری ماشین سرچشمه می‌گیرد [۱۵۹].

داده‌کاوی و همچنین یادگیری ماشین در مرحله‌ی بعد از وقوع بحران نیز کاربرد دارند. داده‌کاوی می‌تواند برای تخمین اثرات بهبود اقتصادی در مناطق آسیب‌دیده مورداستفاده قرار گیرد [۱۶۰] درحالی‌که یادگیری ماشین می‌تواند برای تعیین استراتژی‌های بهینه برای مدیریت آوار استفاده شود [۱۶۱].

باتوجه‌به اینکه مراحل بحران و مدیریت بحران به سه مرحله‌ی قبل، حین و بعد از وقوع بحران تقسیم‌بندی می‌شود، در جدول ۲ می‌توان مقالات مرتبط با داده‌های عظیم در مراحل مختلف بحران را مشاهده کرد. همان‌طور که در تصویر ۴ نشان‌داده‌شده است، روند تحقیقات از سال ۲۰۱۰ رشد بسیاری داشته است و به همین علت در اینجا مقالاتی که از سال ۲۰۱۰ به بعد منتشر شده‌اند را مورد بررسی قرار داده‌ایم.



تصویر ۲- کاربردهای WSN و UAV در مدیریت بحران

مقاله	نظارت، پیش‌بینی و سامانه‌های هشداردهنده‌ی زودهنگام	به‌اشتراک‌گذاری اطلاعات فاجعه	لجستیک، تخلیه و آگاهی از وضعیت	سیستم ارتباطی مستقل	مأموریت‌های جستجو و نجات	ارزیابی خسارت	WSN	UAV
[۱۲۳]	•						•	
[۱۲۴]			•				•	•
[۱۲۵]						•		•
[۱۲۶]					•			•
[۱۲۷]		•	•					•
[۱۲۸]		•	•					•
[۱۲۹]			•		•			•
[۱۳۰]		•					•	
[۱۳۱]				•	•			•
[۱۳۲]			•				•	
[۱۳۳]		•	•					•
[۱۳۴]				•				•
[۱۳۵]	•	•	•					•
[۱۳۶]	•		•					•
[۱۳۷]			•		•			•
[۱۳۸]	•	•	•				•	•
[۱۳۹]		•	•					•
[۱۴۰]						•		•
[۱۴۱]			•	•	•		•	•
[۱۴۲]			•		•			•
[۱۴۳]	•	•	•					•
[۱۴۴]				•			•	
[۱۴۵]						•		•
[۱۴۶]	•						•	
[۱۴۷]				•			•	
[۱۴۸]		•					•	•
[۱۲۳]	•	•					•	
[۱۴۹]				•				•
[۱۵۰]		•	•					•
[۱۵۱]			•					•
[۱۵۲]	•	•						•

شبکه‌های حسگر بی‌سیم و وسایل نقلیه‌ی هوایی بدون سرنشین

جمع‌آوری و به‌اشتراک‌گذاری اطلاعات مربوط به فاجعه در مورد مناطق آسیب‌دیده مهم‌ترین فعالیت برای تصمیم‌گیری بهینه و مناسب در فرایندهای امدادرسانی است. شبکه‌های حسگر بی‌سیم مجموعه‌ای از حسگرهای مستقل هستند که می‌توانند برای نظارت بر پارامترهای فیزیکی یا محیطی مانند دما، رطوبت، ارتعاش، فشار، حرکت یا آلودگی استفاده شود. در سال‌های اخیر، سامانه‌های مدیریت بحران که از شبکه‌های حسگر بی‌سیم استفاده می‌کنند موردتوجه محققان زیادی قرار گرفته است. دلیل آن هم تعداد روزافزون بلایای طبیعی در سرتاسر جهان است که موجب ازدست‌دادن تعداد زیادی زندگی شده است. با استفاده از WSNها می‌توان اطلاعاتی مانند تخمینی از تعداد قربانی‌ها با محاسبه‌ی تعداد افرادی که دارای دستگاه‌های بلوتوث هستند، مکان‌یابی سریع قربانیان، ارتباط سریع و بی‌سیم بین حسگرها، اولین پاسخ‌دهنده‌ها و مراکز فرماندهی را به دست آورد. علاوه بر این، حسگرهای چندرسانه‌ای می‌توانند عکس‌ها و ویدئوهای مفیدی از منطقه‌ی آسیب‌دیده تهیه و آن‌ها را در زمان واقعی برای کمک به پاسخ‌دهندگان و تصمیم‌گیرندگان در مورد وضعیت کنونی ارسال کنند[۱۲۲].

همچنین به دلیل امکان دسترسی سریع به مناطق آسیب‌دیده، کارآمدترین و سریع‌ترین آگاهی موقعیتی به وسیله‌ی ارزیابی هوایی به دست می‌آید و وسایل نقلیه‌ی هوایی به‌راحتی می‌توانند تصاویر و فیلم‌ها از وضعیت منطقه بگیرند. ازاین‌رو، دستگاه‌های UAV در طول چند سال گذشته توجه بیشتری را در زمینه‌ی امدادرسانی به خود جلب کرده‌اند. کاربردهای WSN و UAV در مدیریت بحران را می‌توان در تصویر ۲ مشاهده کرد [۱۲۲].

همچنین در جدول ۳ مروری از تحقیقات انجام شده در این حوزه باتوجه‌به کاربرد آن‌ها صورت‌گرفته است.

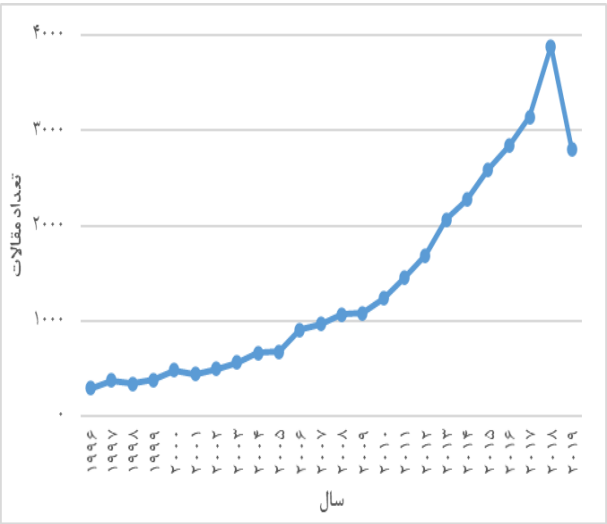
در اینجا نیز به توضیح چند تحقیق در این زمینه خواهیم پرداخت. چن و همکاران [۱۲۳] از فن‌آوری‌های موجود و در دسترس WSN برای توسعه‌ی یک سیستم هشداردهنده‌ی زودهنگام برای بلایای طبیعی استفاده کردند. فناوری‌های WSN انتقال اطلاعات را با قابلیت اطمینان بالا فراهم می‌کنند و مصرف انرژی را نیز به حداقل می‌رساند. اِرمان و همکاران [۱۲۴] دستگاه‌های ارزان‌قیمت بر پایه‌ی WSN و وسایل نقلیه‌ی هوایی بدون سرنشین مانند پهباد را برای بهبود زمان پاسخ در شرایط بحرانی، به‌حداقل‌رساندن زمان انتظار و به حداکثر رساندن میزان موفقیت تحویل را با یکدیگر ادغام کردند. همچنین زمانی که سامانه‌های ارتباطی زیرساخت‌های سنتی دچار اختلال می‌شود، WSN به طور گسترده‌ای در تسهیل برقراری ارتباط بین جمعیت آسیب‌دیده و گروه‌های نجات استفاده می‌شود [۱۴۴، ۱۵۳]. تونا و همکاران [۱۵۴] از گروهی از ربات‌ها برای کشف منطقه‌ی ناشناخته پس از وقوع یک فاجعه و همچنین از WSN برای گسترش دامنه‌ی ارتباط برای تشخیص وجود انسان استفاده کردند. پوپسکو و همکاران [۱۲۵] روشی برای تشخیص، تقسیم‌بندی و ارزیابی اندازه‌ی مناطق سیل‌زده را با استفاده از تصاویر هوایی گرفته‌شده توسط UAVها ارائه دادند. ارزیابی سیستم میزان دقت ۸۷/۹۸٪ را نشان داد.

تحلیل نتایج

در تصویر ۳ روند انجام تحقیقات در حوزه‌ی لجستیک اضطراری ارائه شده است. همان‌طور که در نمودار می‌توان مشاهده کرد روند انجام تحقیقات در این زمینه به‌صورت صعودی است که نشان‌دهنده‌ی جذابیت و به‌روز بودن مسئله دارد. همچنین تعداد مقالات مروری که در موضوع فعالیت‌های بشردوستانه در هنگام وقوع فجایع در بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸ انجام شده است در تصویر ۴ نشان‌داده‌شده است. مقاله‌های مروری در مسئله‌ی فعالیت‌های بشردوستانه دارای جنبه‌های متفاوتی هستند. برخی مقالات توصیفی هستند و اهمیت فعالیت‌های بشردوستانه را بیان می‌کنند و در مورد عوامل مهمی که کارایی فعالیت‌های بشردوستانه را تسهیل و یا تضعیف می‌کنند صحبت می‌کنند (مانند [۵]). مطالعات متعددی نیز وجود دارند که بر مدیریت بحران یا فعالیت‌های بشردوستانه به‌صورت کلی تمرکز دارند ([۷]). به‌عنوان‌مثال، بالسیک و همکاران [۸] مطالعاتی که درباره‌ی برنامه‌ریزی و مدیریت موجودی هستند را بررسی کرده‌اند. بایرام [۱۰] مدل‌های بهینه‌سازی برای برنامه‌ریزی و مدیریت تخلیه را موردمطالعه قرار داده است. به‌صورت کلی در مقالات مروری در زمینه‌ی امدادرسانی و مدیریت بحران، باتوجه‌به گستردگی موضوعات مختلف در این زمینه، هدف و موضوع خاصی مورد بررسی قرار می‌گیرد و با درنظرگرفتن آن موضوع، مقالات مرتبط مورد بررسی و مطالعه قرار می‌گیرد.

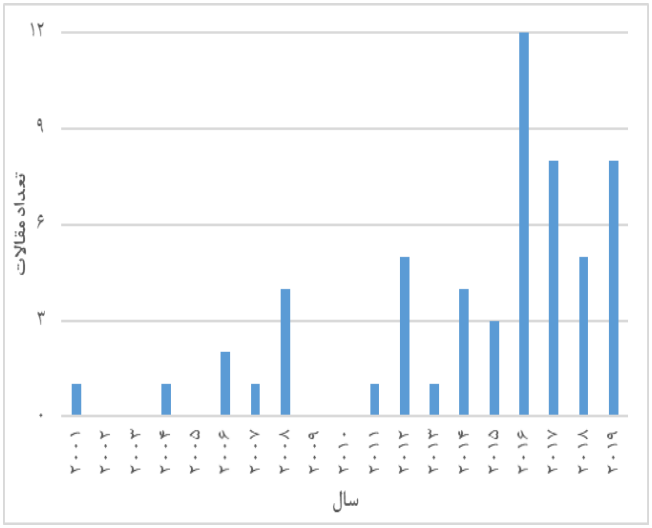
موضوع مهم دیگر، جمع‌آوری و به‌اشتراک‌گذاری اطلاعات مربوط به فاجعه در مورد مناطق آسیب‌دیده است که یکی از مهم‌ترین فعالیت‌ها برای تصمیم‌گیری بهینه و مناسب در فرایندهای امدادرسانی است. ازآنجایی‌که پس از وقوع یک فاجعه

زیرساخت‌ها از بین می‌روند یا مختل می‌شود برای دریافت اطلاعات آنلاین از مناطق آسیب‌دیده از شبکه‌های حسگر بی‌سیم و وسایل نقلیه‌ی هوایی بدون سرنشین می‌توان استفاده کرد. برای پالایش و استخراج اطلاعات مفید از این داده‌ها نیز می‌تواند از رایانش ابری و داده‌های عظیم استفاده کرد. رایانش ابری یک مدل سرویس فناوری اطلاعات است که در آن خدمات ابری رایانش (هم نرم‌افزار و هم سخت‌افزار) بنا بر تقاضا، مستقل از دستگاه و مکان به مشتریان بر روی وب (به‌اصطلاح ابر) تحویل داده می‌شود. داده‌های عظیم نیز مجموعه‌ای از روش‌ها و تاکتیک‌هایی است که نیازمند شکل جدیدی از یکپارچگی هستند تا بتوانند ارزش‌های بزرگی را که در مجموعه‌های بزرگ، وسیع، پیچیده و متنوع داده پنهان شده‌اند، آشکار سازند. در نمودار ارائه‌شده در تصویر ۵ نیز روند انجام تحقیقات بر روی موضوعات رایانش ابری و داده‌های عظیم ارائه داده شده است که در این نمودار نیز می‌توان روند صعودی انجام تحقیقات بر روی این دو موضوع را مشاهده کرد. البته تحقیقات انجام‌شده در موضوع بحران و شرایط اضطراری با به به‌کارگیری مفاهیم رایانش ابری و داده‌های عظیم در اوایل راه خود است و در حال حاضر یکی از موضوعاتی است که علاقه‌ی زیادی برای تحقیق بر روی آن‌ها وجود دارد که این موضوع را نیز می‌توان در تصویر ۵ مشاهده کرد (علت افت در سال ۲۰۱۹ نیز این است که هنوز تعداد مقالات چاپ شده در سال حاضر کامل نشده‌اند).

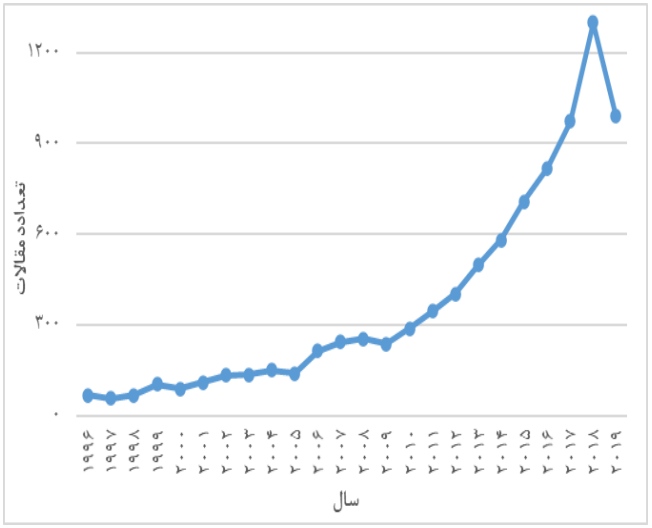


تصویر ۳- روند انجام تحقیقات در حوزه‌ی امدادرسانی

با محاسبه‌ی واریانس می‌توان به توزیع غیرهمگن



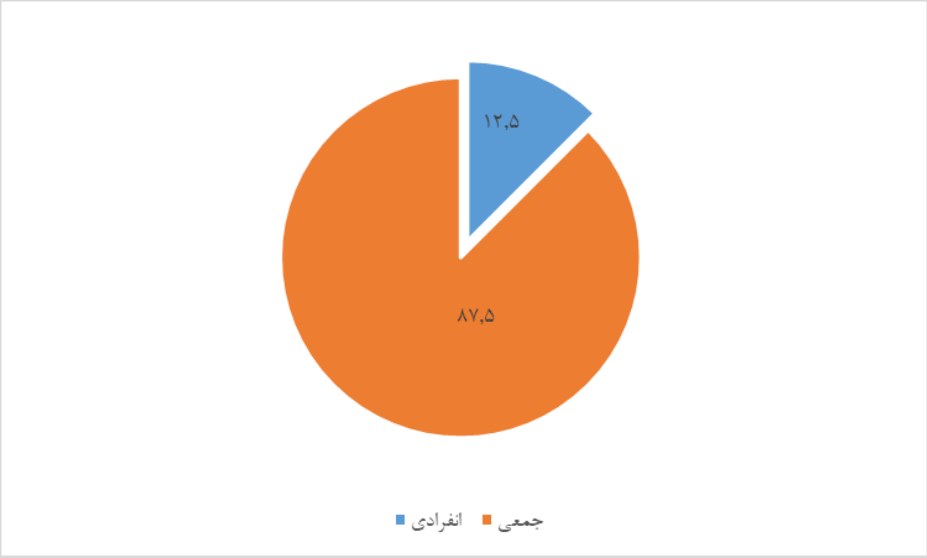
تصویر ۴- تعداد مقالات مروری در مسئله‌ی فعالیت‌های بشردوستانه در هنگام وقوع فجایع در بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸



تصویر ۵- روند انجام تحقیقات در حوزه‌ی امدادرسانی و داده‌های عظیم و رایانش ابری

پژوهش‌های انفرادی (۵/۱۲) و غیر انفرادی (۵/۸۷) پی برد. تفسیر واریانس به این نحو است که واریانس وضعیت همکاری انفرادی و غیر انفرادی میان پژوهش‌ها برابر با ۱۱/۰ است. در این فرمول، هرچه نسبت P از ۵/۰ دورتر (بزرگ‌تر یا کوچک‌تر) باشد، توزیع متغیر همگن‌تر و واریانس آن کوچک‌تر می‌شود؛ بنابراین، واریانس وضعیت همکاری پژوهش‌ها نشان‌دهنده ناهمگنی میان پژوهش‌های جمعی و انفرادی است.

$$\delta^2 = pq = 0.125 \times 0.875 = 0.11$$



تصویر ۶- درصد فراوانی پژوهش‌ها به تفکیک انفرادی یا جمعی بودن

در جدول ۴ نیز اندازه‌ی اثر کلی برای مطالعات مربوط به تعداد نویسندگان آورده شده است. بر اساس نتایج حاصل از مطالعه‌های بررسی شده در زمینه‌ی امدادرسانی میانگین اندازه اثر کلی در مدل اثرات ثابت برابر با ۷۹۵/۰ است. همچنین باتوجه‌به مقادیر به‌دست‌آمده در مدل ثابت آزمون معنی‌داری اندازه اثر کلی نشان داده است که اندازه اثر کلی در سطح ۰۰۵/۰ معنی‌دار است؛ بنابراین میانگین اندازه اثر زیاد پژوهش حاضر را می‌توان به‌عنوان اثر بالای خرد جمعی در بالابردن کیفیت پژوهش‌های مربوط به امدادرسانی تفسیر کرد.

مدل	اندازه اثر	خطای معیار	واریانس	حد بالا	حد پایین	مقدار z	سطح معناداری
اثرات ثابت	۰.۷۹۵	۰.۷۶۴	۰.۱۱	۱.۱۶۴	۱.۰۰۷	۲۷.۰۶۶	۰.۰۵

جدول ۴ - اندازه اثر کلی برای مطالعات مربوط به تعداد نویسندگان

پراکنش جغرافیایی

در جدول ۵ نیز مقالات بر اساس منطقه‌ی جغرافیایی دسته‌بندی‌شده‌اند تا بتوان به این نتیجه رسید که بیشتر مقالات بر اساس بحران‌هایی که به ترتیب در قاره‌های آسیا، آمریکا، اروپا، آفریقا و آمریکای جنوبی اتفاق افتاده‌اند انجام شده است.

قاره	فراوانی
آسیا	۶۵.۶
آمریکا	۲۲.۷
اروپا	۶.۵
آفریقا	۳.۲
آمریکای جنوبی	۲

جدول ۵ - پراکندگی تعداد پژوهش‌های انجام شده در حوزه‌ی

رویکرد کلی مسئله

در جدول ۶ نیز مقالات بر اساس اینکه بر کدام حوزه از امدادرسانی تمرکز داشته‌اند دسته بنده شده‌اند. در این جدول به این نکته باید دقت داشت که تعدادی از پژوهش‌ها وجود دارند که برخی از حوزه‌ها را هم‌زمان با هم پوشش می‌دهند. نکته‌ی قابل‌توجه این است که تعداد پژوهش‌ها در حوزه‌ی بازسازی زیرساخت‌ها به‌مراتب کمتر از دیگر حوزه‌ها است و باید بیشتر موردتوجه قرار بگیرد. زیرا یکی از مهم‌ترین مسائل این است که زیرساخت‌ها به‌سرعت مورداستفاده قرار بگیرند تا بتوان عملیات امدادرسانی را سرعت بخشید.

رویکرد مسئله	فراوانی
توزیع امداد	۳۷.۲
مکان‌یابی	۲۱.۶
مسیریابی	۱۸.۷
تخلیه‌ی مجروحان	۱۲.۸
تخصیص منابع	۷.۳
تعمیر و بازسازی زیرساخت‌ها	۲.۴

جدول ۵ - پراکندگی تعداد پژوهش‌های انجام شده در حوزه‌ی امدادرسانی

نتیجه‌گیری و مطالعات آتی

در مسئله‌ی امدادرسانی و مدیریت بحران موضوعات مختلفی وجود دارند که در این مقاله یک دسته‌بندی برای آن‌ها ارائه گردید. همچنین نشان داده شد که به‌کارگیری رایانش ابری و داده‌های عظیم در مسئله‌ی امدادرسانی بسیار موردتوجه قرار گرفته است و تحقیقات زیادی را به خود جلب کرده است. ازاین‌رو در این مقاله سعی شد که تحلیل جامعی بر استفاده از رایانش ابری و داده‌های عظیم و همچنین WSN و UAV ارائه شود. باتوجه‌به مقالات بررسی‌شده، مقاله‌ی مروری که این سه موضوع را به‌صورت هم‌زمان موردمطالعه قرار داده باشند یافت نشد. همچنین شکاف‌های تحقیقاتی زیر را می‌توان برای این مسئله بیان کرد:

۱-مدلی ریاضی برای مسئله‌ی امدادرسانی که از مفاهیم رایانش ابری و داده‌های عظیم استفاده کرده باشد وجود ندارد.تحقیقی که مسائل امدادرسانی (مکان‌یابی، مسیریابی، توزیع

۲-اقلام و تخلیه) را به‌کارگیری مفاهیم رایانش ابری و داده‌های عظیم به‌صورت هم‌زمان در نظر گرفته باشد در ادبیات وجود ندارد

۳-در تحقیقاتی که از UAV و WSN برای ارسال اطلاعات از مناطق آسیب‌دیده استفاده کرده‌اند، امکان ارسال اشتباه اطلاعات را در نظر نگرفته‌اند و فرضی دراین‌رابطه بیان نکرده‌اند.

۴-تعداد مقالات مرتبط با مرحله‌ی بعد از وقوع فاجعه (بازیابی) بسیار کمتر از سایر مراحل است که لزوم تحقیق روی این مرحله را مشخص می‌سازد

۵-توسعه‌ی یک الگوریتم برای شناسایی و دسته‌بندی کلمات کلیدی هنگام وقوع فجایع در شبکه‌های اجتماعی بومی مختص کشور ایران.

منابع

1. Kovács, G., & Spens, K. (2009). Identifying challenges in humanitarian logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39(6), 506–528.
2. Duran, S., Gutierrez, M. A., & Keskinocak, P. (2011). Pre-Positioning of Emergency Items for CARE International. *Interfaces (Providence), 41*(3), 223 237.
3. Thomas. A., & Mizushima, M. (2005). Logistics training : necessity or luxury ?. *Forced Migration Review, 22*(21), 60–61.
4. Balcik, B., Beamon, B., & Smilowitz, K. (2008). Last Mile Distribution in Humanitarian Relief. *Journal of Intelligent Transportation Systems, 12*(2), 51–63.
5. Kovács, G., & Spens, K. M. (2007). Humanitarian logistics in disaster relief operations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 37*(2), 99–114.
6. Gupta, S., Starr, M. K., Farahani, R. Z., & Matinrad, N. (2016). Disaster management from a POM perspective: Mapping a new domain. *Production and Operations Management*, *25*(10), 1611-1637.
7. Leiras, A., de Brito Jr, I., Queiroz Peres, E., Rejane Bertazzo, T., & Tsugunobu Yoshida Yoshizaki, H. (2014). Literature review of humanitarian logistics research: trends and challenges. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, *4*(1), 95-130.
8. Balçık, B. (2016). Special issue in humanitarian operations. *Surveys in Operations Research and Management Science, 21*(2), 29–30.
9. Bayram, V. (2016). Optimization models for large scale network evacuation planning and management: A literature review. *Surveys in Operations Research and Management Science, 12*(2), 63–84.
10. Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., & Ghalsasi, A. (2011). Cloud computing—The business perspective. *Decision support systems*, *51*(1), 176-189.
11. Subashini, S., & Kavitha, V. (2011). A survey on security issues in service delivery models of cloud computing. *Journal of network and computer applications*, *34*(1), 1-11.
12. Kuyoro, S. O., Ibikunle, F., & Awodele, O. (2011). Cloud computing security issues and challenges. *International Journal of Computer Networks (IJCN)*, *3*(5), 247-255.
13. Grobauer, B., Walloschek, T., & Stocker, E. (2010). Understanding cloud computing vulnerabilities. *IEEE Security & privacy*, *9*(2), 50 -57.
14. Takabi, H., Joshi, J. B., & Ahn, G. J. (2010). Security and privacy challenges in cloud computing environments. *IEEE Security & Privacy*, *8*(6), 24-31.
15. Gartner, G. E., Trends Technologies Roadshow. Identifies Top Ten Disruptive Technology. Gartnet, 2008, retrieved from www.gartner.com/en/newsroom.
16. Habiba, M., & Akhter, S. (2013, May). A cloud based natural disaster management system. In *International Conference on Grid and Pervasive Computing* (pp. 152-161). Springer, Berlin, Heidelberg.
17. Pathirage, C. P., Amaratunga, R. D. G., & Haigh, R. P. (2007). Knowledge sharing in disaster management strategies: Sri Lankan post-tsunami context. In *CIB World Building Congress: Construction for Development, 14-17 May 2007*, *Cape Town International Conference Centre*. pp. 2981-2993.
18. Aly, A. G., & Labib, N. M. (2013). Proposed model of gis-based cloud computing architecture for emergency system. *International Journal Of Computer Science*, *1*(4), 17-28.
19. Saydi, M., Zoej, M. V., & Mansourian, A. (2011, June). Design and implementation of a web-based GIS (in response phase) for earthquake disaster management in Tehran city. In *ISPRS High Resolution Earth Imaging for Geospatial Information Workshop* (pp. 14-17).
20. Cheng, J., Lukowicz, P., Henze, N., Schmidt, A., Amft, O., Salvatore, G. A., & Tröster, G. (2013). Smart textiles: From niche to mainstream. *IEEE Pervasive Computing*, *12*(3), 81-84
21. Florea, G., Dobrescu, R. A. D. U., Popescu, D., & Dobrescu, M. (2013, October). Wearable system for heat stress monitoring in firefighting applications. In *Recent Advances in Computer Science and Networking: Proceedings of the 2nd International Conference on Information Technology and Computer Networks* (pp. 129-134).
22. Alazawi, Z., Altowaijri, S., Mehmood, R., & Abdljabar, M. B. (2011, August). Intelligent disaster management system based on cloud-enabled vehicular networks. In *2011 11th International Conference on ITS Telecommunications* (pp. 361-368). IEEE.
23. Velev, D., & Zlateva, P. (2011). Principles of cloud computing application in emergency management. *IPEDR, IACSIT Press, Singapore*, *25*, 119-123.
24. Ogasawara, J., Tanimoto, K., Imaichi, O., & Yoshimoto, M. (2014). Disaster prevention and response support solutions. *Hitachi Rev*, *63*(1), 236-243.
25. Maiolino, P., Maggiali, M., Cannata, G., Metta, G., & Natale, L. (2013). A flexible and robust large scale capacitive tactile system for robots. *IEEE Sensors Journal*, *13*(10), 3910-3917.
26. Zong, X., Li, Q., Yang, Z., He, K., & Velev, D. (2016). Comprehensive Management Platform of Natural Disasters Based on Cloud Computing. *International Journal of Machine Learning and Computing*, *6*(3), 179-183.

38. Aivazidou, E., Antoniou, A., Arvanitopoulos, K., & Toka, A. (2012). Using cloud computing in supply chain management: Third-party logistics on the cloud. In 2nd International Conference on Supply Chains.
39. Gantzia, D., & Sklatinioti. M. E. (2014). Cloud computing in the 3PL industry. A profound insight into the benefits & challenges of cloud-based services: A two fold approach (Dissertation). Retrieved from http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:hj:diva-24135.
40. Puthal, D., Nepal, S., Ranjan, R., & Chen, J. (2016, December). A secure big data stream analytics framework for disaster management on the cloud. In 2016 IEEE 18th International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 14th International Conference on Smart City; IEEE 2nd International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS) (pp. 1218-1225). IEEE.
41. Jangid, N., & Sharma, B. (2016, January). Cloud computing and robotics for disaster management. In 2016 7th International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation (ISMS) (pp. 20-24). IEEE.
42. Huang, Q., & Cervone, G. (2016). Usage of social media and cloud computing during natural hazards. In Cloud computing in ocean and atmospheric sciences (pp. 297-324). Academic Press.
43. Al-Dahash, H. F., Al-Shammari, S., Kulatunga, U., & Hardman, M. D. (2017, September). Cloud computing for disaster response management stemming from terrorism in Iraq. In 13th IPGRC 2017 Full Conference Proceedings (pp. 295-306). University of Salford.
44. Hirohara, Y., Ishida, T., Uchida, N., & Shibata, Y. (2017, March). Proposal of a disaster information cloud system for disaster prevention and reduction. In 2017 31st International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA) (pp. 664-667). IEEE.
45. Cox, M., & Ellsworth, D. (1997, October). Application-controlled demand paging for out-of-core visualization. In Proceedings. Visualization'97 (Cat. No. 97CB36155) (pp. 235-244). IEEE.
46. Arribas-Bel, D. (2014). Accidental, open and everywhere: Emerging data sources for the understanding of cities. applied Geography, 49 (1), 45-53.
47. Goodchild, M. F., & Glennon, J. A. (2010). Crowdsourcing geographic information for disaster response: a research frontier. International Journal of Digital Earth, 3 (3), 231-241.
27. Zou, Q. (2017, April). Research on cloud computing for disaster monitoring using massive remote sensing data. In 2017 IEEE 2nd International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis (ICCCBDA) (pp. 29-33). IEEE
28. Longo, F., Ghosh, R., Naik, V. K., & Trivedi, K. S. (2011, June). A scalable availability model for infrastructure-as-a-service cloud. In 2011 IEEE/IFIP 41st International Conference on Dependable Systems & Networks (DSN) (pp. 335-346). IEEE.
29. Ghosh, R., Trivedi, K. S., Naik, V. K., & Kim, D. S. (2010, December). End-to-end performability analysis for infrastructure-as-a-service cloud: An interacting stochastic models approach. In 2010 IEEE 16th Pacific Rim International Symposium on Dependable Computing (pp. 125-132). IEEE.
30. Lindner, M., Galán, F., Chapman, C., Clayman, S., Henriksson, D., & Elmroth, E. (2010, October). The cloud supply chain: A framework for information, monitoring, accounting and billing. In 2nd International ICST Conference on Cloud Computing (CloudComp 2010).
31. Aivazidou, E., Antoniou, A., Arvanitopoulos, K., & Toka, A. (2012). Using cloud computing in supply chain management: Third-party logistics on the cloud. In 2nd International Conference on Supply Chains.
32. Ali, S. I. (2012). Cloud Computing and its impact on Supply Chain Performance. International Journal of Enhanced Management and Computer Applications, 1 (3), 1-5.
33. Bhoir, H., & Principal. R. P. "Cloud computing for supply chain management." International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology, 1(2), 1 -9.
34. Aviles, M. E. (2015). The impact of cloud computing in supply chain collaborative relationships, collaborative advantage and relational outcomes. Georgia Southern University, 2015.
35. Jede, A., & Teuteberg, F. (2016). Towards cloud-based supply chain processes: designing a reference model and elements of a research agenda. The International Journal of Logistics Management, 27(2), 438-462.
36. Singh, A., Kumari, S., Malekpoor, H., & Mishra, N. (2018). Big data cloud computing framework for low carbon supplier selection in the beef supply chain. Journal of cleaner production, 202, 139-149.
37. Goodchild, M. F., & Glennon, J. A. (2010). Crowdsourcing geographic information for disaster response: a research frontier. International Journal of Digital Earth, 3 (3), 231-241.

48. Cervone, G., Sava, E., Huang, Q., Schnebele, E., Harrison, J., & Waters, N. (2016). Using Twitter for tasking remote-sensing data collection and damage assessment: 2013 Boulder flood case study. International Journal of Remote Sensing, 37(1), 100-124.
49. Carley, K. M., Malik, M., Landwehr, P. M., Pfeffer, J., & Kowalchuck, M. (2016). Crowd sourcing disaster management: The complex nature of Twitter usage in Padang Indonesia. Safety science, 90, 48-61.
50. Prasad, S., Zakaria, R., & Altay, N. (2018). Big data in humanitarian supply chain networks: A resource dependence perspective. Annals of Operations Research, 270(1-2), 383-413.
51. Horanont, T., Witayangkurn, A., Sekimoto, Y., & Shibasaki, R. (2013). Large-scale auto-GPS analysis for discerning behavior change during crisis. IEEE Intelligent Systems, 28(4), 26-34.
52. Li, M., Li, W., Fang, R., Shi, C., & Zhao, Q. (2015). Real-time high-precision earthquake monitoring using single-frequency GPS receivers. GPS solutions, 19(1), 27-35.
53. Leong, C. M. L., Pan, S. L., Ractham, P., & Kaewkitipong, L. (2015). ICT-enabled community empowerment in crisis response: Social media in Thailand flooding 2011. Journal of the Association for Information Systems, 16

[54] Abbasi, M. A., Kumar, S., Andrade Filho, J. A., & Liu, H. (2012, April). Lessons learned in using social media for disaster relief-ASU crisis response game. In *International Conference on Social Computing, Behavioral-Cultural Modeling, and Prediction* (pp. 282-289). Springer, Berlin, Heidelberg.

[55] Umihara, J., & Nishikitani, M. (2013). Emergent use of Twitter in the 2011 Tohoku Earthquake. *Prehospital and disaster medicine*, *28*(5), 434-440.

[56] Yates, D., & Paquette, S. (2011). Emergency knowledge management and social media technologies: A case study of the 2010 Haitian earthquake. *International journal of information management*, *31*(1), 6-13.

[57] Ragini, J. R., & Anand, P. R. (2016, December). An empirical analysis and classification of crisis related tweets. In *2016 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICCIC)* (pp. 1-4). IEEE.

[58] Ragini, J. R., Anand, P. R., & Bhaskar, V. (2018). Mining crisis information: A strategic approach for detection of people at risk through social media analysis. *International journal of disaster risk reduction*, *27*, 556-566.

[59] Ragini, J. R., Anand, P. R., & Bhaskar, V. (2018). Big data analytics for disaster response and recovery through sentiment analysis. *International Journal of Information Management*, *42*, 13-24.

[60] Monaghan, A., & Lycett, M. (2013, October). Big data and humanitarian supply networks: Can Big Data give voice to the voiceless?. In *2013 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)* (pp. 432-437). IEEE.

[61] Liaqat, M., Chang, V., Gani, A., Ab Hamid, S. H., Toseef, M., Shoaib, U., & Ali, R. L. (2017). Federated cloud resource management: Review and discussion. *Journal of Network and Computer Applications*, *77*, 87-105.

[62] Rovero, F., & Ahumada, J. (2017). The Tropical Ecology, Assessment and Monitoring (TEAM) Network: An early warning system for tropical rain forests. *Science of the Total Environment*, *574*, 914-923.

[63] Goff, J., & Cain, G. (2016). Tsunami databases: The problems of acceptance and absence. *Geoforum*, *76*, 114-117.

[64] Wang, X., Wu, Y., Liang, L., & Huang, Z. (2016). Service outsourcing and disaster response methods in a relief supply chain. *Annals of Operations Research*, *240*(2), 471-487.

[65] Wang, Y., Chen, C., Wang, J., & Baldick, R. (2015). Research on resilience of power systems under natural disasters—A review. *IEEE Transactions on Power Systems*, *31*(2), 1604-1613.

[66] Wang, Y., Zhang, H., He, D., Guo, C., Zhu, W., & Yang, W. (2016). Function design and system architecture of disaster prevention and dispatch system in power system based on big data platform. *Dianwang Jishu/Power System Technology*, *40*(10), 3213-3219.

[67] Johal, S. (2015). Kindling kindness for compassionate disaster management. *PLoS currents*, *7*.

[68] Ram, S., Zhang, W., Williams, M., & Pengetnze, Y. (2015). Predicting asthma-related emergency department visits using big data. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, *19*(4), 1216-1223.

[69] Li, W., Song, M., Zhou, B., Cao, K., & Gao, S. (2015). Performance improvement techniques for geospatial web services in a cyberinfrastructure environment–A case study with a disaster management portal. *Computers, Environment and Urban Systems*, *54*, 314-325.

[70] Radianti, J., Lazreg, M. B., & Granmo, O. C. (2015). Fire simulation-based adaptation of SmartRescue App for serious game: Design, setup and user experience. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, *46*, 312-325.

[71] Keon, D., Pancake, C. M., & Yeh, H. (2015). Protecting our shorelines: Modeling the effects of Tsunamis and storm waves. *Computer*, *48*(11), 23-32.

[72] Haworth, B., & Bruce, E. (2015). A review of volunteered geographic information for disaster management. *Geography Compass*, *9*(5), 237-250.

[73] Schultz, C. (2012). Extreme events and natural hazards: The complexity perspective. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, *93* (44), 444.

[74] Prewitt, K. (2013). The 2012 Morris Hansen lecture: Thank you Morris, et al., for Westat, et al. *Journal of Official Statistics*, *29*(2), 223–231

[75] Wamba, S. F., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G., & Gnanzou, D. (2015). How 'big data'can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. *International Journal of Production Economics*, *165*, 234-246.

[76] Cinnamon, J., Jones, S. K., & Adger, W. N. (2016). Evidence and future potential of mobile phone data for disease disaster management. *Geoforum*, *75*, 253-264.

[77] Chang, C. I., & Lo, C. C. (2016). Planning and implementing a smart city in Taiwan. *IT Professional*, *18*(4), 42-49.

[78] Zeydan, E., Bastug, E., Bennis, M., Kader, M. A., Karatepe, I. A., Er, A. S., & Debbah, M. (2016). Big data caching for networking: Moving from cloud to edge. *IEEE Communications Magazine*, *54*(9), 36-42.

[79] Drosio, S., & Stanek, S. (2016). The big data concept as a contributor of added value to crisis decision support systems. *Journal of Decision systems*, *25*(sup1), 228-239.

[80] Ang, L. M., & Seng, K. P. (2016). Big sensor data applications in urban environments. *Big Data Research*, *4*, 1-12.

[81] Jianping, C., Jie, X., Qiao, H., Wei, Y., Zili, L., Bin, H., & Wei, W. (2016). Quantitative geoscience and geological big data development: a review. *Acta Geologica Sinica-English Edition*, *90* (4), 1490-1515.

[82] Koshimura, S. (2016). Establishing the advanced disaster reduction management system by fusion of real-time disaster simulation and big data assimilation. *Journal of disaster research*, *11*(2), 164-174.

[83] Janke, A. T., Overbeek, D. L., Kocher, K. E., & Levy, P. D. (2016). Exploring the potential of predictive analytics and big data in emergency

inclusive humanitarian response. *Big Data & Society*, *3*(2), 1-13.
[98] Swaminathan, J. M. (2018). Big data analytics for rapid, impactful, sustained, and efficient (RISE) humanitarian operations. *Production and Operations Management*, *27*(9), 1696-1700.
[99] Graham, M. W., Avery, E. J., & Park, S. (2015). The role of social media in local government crisis communications. *Public Relations Review*, *41*(3), 386-394.
[100] Ghosh, S., & Gosavi, A. (2017). A semi-Markov model for post-earthquake emergency response in a smart city. *Control Theory and Technology*, *15*(1), 13-25.
[101] Hultquist, C., & Cervone, G. (2018). Citizen monitoring during hazards: Validation of Fukushima radiation measurements. *GeoJournal*, *83* (2), 189-206.
[102] Papadopoulos, T., Gunasekaran, A., Dubey, R., Altay, N., Childe, S. J., & Fosso-Wamba, S. (2017). The role of Big Data in explaining disaster resilience in supply chains for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, *142*, 1108-1118.
[103] Erdelj, M., Natalizio, E., Chowdhury, K. R., & Akyildiz, I. F. (2017). Help from the sky: Leveraging UAVs for disaster management. *IEEE Pervasive Computing*, *16*(1), 24-32.
[104] Palmieri, F., Ficco, M., Pardi, S., & Castiglione, A. (2016). A cloud-based architecture for emergency management and first responders localization in smart city environments. *Computers & Electrical Engineering*, *56*, 810-830.
[105] Tan, X., Di, L., Deng, M., Huang, F., Ye, X., Sha, Z., ... & Huang, C. (2016). Agent-as-a-service-based geospatial service aggregation in the cloud: A case study of flood response. *Environmental modelling & software*, *84*, 210-225.
[106] Grabowski, M., Rizzo, C., & Graig, T. (2016). Data challenges in dynamic, large-scale resource allocation in remote regions. *Safety science*, *87*, 76-86.
[107] Collins, M., Neville, K., Hynes, W., & Madden, M. (2016). Communication in a disaster-the development of a crisis communication tool within the S-HELP project. *Journal of Decision systems*, *25*(sup1), 160-170.
[108] Alamdar, F., Kalantari, M., & Rajabifard, A. (2016). Towards multi-agency sensor information integration for disaster management. *Computers, Environment and Urban Systems*, *56*, 68-85.
[109] Haug, N. A., Bielenberg, J., Linder, S. H., & Lembke, A. (2016). Assessment of provider attitudes toward# naloxone on Twitter. *Substance abuse*, *37*(1), 35-41.
[110] Bostenaru Dan, M., & Armas, I. (2015). Earthquake impact on settlements: the role of urban and structural morphology. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, *15*(10), 2283-2297.
[111] Miura, A., Komori, M., Matsumura, N., & Maeda, K. (2015). Expression of negative emotional responses to the 2011 Great East Japan Earthquake: Analysis of big data from social media. *Shinrigaku kenkyu: The Japanese journal*
[84] Moreira, J. L., Ferreira Pires, L., van Sinderen, M., & Costa, P. D. (2015). Towards ontology-driven situation-aware disaster management. *Applied ontology*, *10*(3-4), 339-353.
[85] Shakir, I., Samad, S. A., Burairah, H., Ananta, G. P., & Suhailan, S. (2014). Reducing Distributed Urls Crawling Time: A Comparison Of Guids And IDS. *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, *67*(1).
[86] Cooper Jr, G. P., Yeager, V., Burkle Jr, F. M., & Subbarao, I. (2015). Twitter as a potential disaster risk reduction tool. Part I: Introduction, terminology, research and operational applications. *PLoS currents*, *7*.
[87] De Albuquerque, J. P., Herfort, B., Brenning, A., & Zipf, A. (2015). A geographic approach for combining social media and authoritative data towards identifying useful information for disaster management. *International Journal of Geographical Information Science*, *29*(4), 667-689.
[88] Revilla-Romero, B., Hirpa, F., Pozo, J., Salamon, P., Brakenridge, R., Pappenberger, F., & De Groeve, T. (2015). On the use of global flood forecasts and satellite-derived inundation maps for flood monitoring in data-sparse regions. *Remote Sensing*, *7*(11), 15702-15728.
[89] Venkatesan, M., Arunkumar, T., & Prabhavathy, P. (2015). A novel Cp-Tree-based co-located classifier for big data analysis. *International Journal of Communication Networks and Distributed Systems*, *15*(2-3), 191-211.
[90] Villena-Román, J., Cobos, A. L., & Cristóbal, J. C. G. (2014, July). TweetAlert: Semantic Analytics in Social Networks for Citizen Opinion Mining in the City of the Future. In *UMAP Workshops*.
[91] Araz, O. M., Bentley, D., & Muelleman, R. L. (2014). Using Google Flu Trends data in forecasting influenza-like–illness related ED visits in Omaha, Nebraska. *The American journal of emergency medicine*, *32*(9), 1016-1023.
[92] Krasuski, A., & Wasilewski, P. (2013). Outlier detection by interaction with domain experts. *Fundamenta Informaticae*, *127*(1-4), 529-544.
[93] Miranda, M. L., Ferranti, J., Strauss, B., Neelon, B., & Califf, R. M. (2013). Geographic health information systems: a platform to support the 'triple aim'. *Health affairs*, *32*(9), 1608-1615.
[94] Granell, C., & Ostermann, F. O. (2016). Beyond data collection: Objectives and methods of research using VGI and geo-social media for disaster management. *Computers, Environment and Urban Systems*, *59*, 231-243.
[95] Cherichi, S., & Faiz, R. (2019). Upgrading event and pattern detection to big data. *International Journal of Computational Science and Engineering*, *18*(4), 404-412.
[96] Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., Papadopoulos, T., Luo, Z., Wamba, S. F., & Roubaud, D. (2017). Can big data and predictive analytics improve social and environmental sustainability?. *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 534-545.
[97] Mulder, F., Ferguson, J., Groenewegen, P., Boersma, K., & Wolbers, J. (2016). Questioning Big Data: Crowdsourcing crisis data towards an

[112] Hara, Y., & Kuwahara, M. (2015). Traffic Monitoring immediately after a major natural disaster as revealed by probe data–A case in Ishinomaki after the Great East Japan Earthquake. *Transportation research part A: policy and practice*, *75*, 1-15.

[113] Tomaszewski, B., Judex, M., Szarzynski, J., Radestock, C., & Wirkus, L. (2015). Geographic information systems for disaster response: A review. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, *12*(3), 571-602.

[114] Scott, N., & Batchelor, S. (2013). Real time monitoring in disasters. *IDS Bulletin*, *44*(2), 122–134.

[115] Bruns, A., & Liang, Y. E. (2012). Tools and methods for capturing Twitter data during natural disasters. *First Monday*, *17*(4), 1-8.

[116] Winquist, R. J., Mullane, K., & Williams, M. (2014). The fall and rise of pharmacology–(Re-) defining the discipline?. *Biochemical Pharmacology*, *87*(1), 4-24.

[117] Grinberger, A. Y., & Felsenstein, D. (2016). Dynamic agent based simulation of welfare effects of urban disasters. *Computers, Environment and Urban Systems*, *59*, 129-141.

[118] Chung, K., & Park, R. C. (2016). P2P cloud network services for IoT based disaster situations information. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, *9*(3), 566-577.

[119] Akter, S., & Wamba, S. F. (2017). Big data and disaster management: a systematic review and agenda for future research. *Annals of Operations Research*, 1-21.

[120] Yu, M., Yang, C., & Li, Y. (2018). Big data in natural disaster management: a review. *Geosciences*, *8*(5), 165.

[121] Goswami, S., Chakraborty, S., Ghosh, S., Chakrabarti, A., & Chakraborty, B. (2018). A review on application of data mining techniques to combat natural disasters. *Ain Shams Engineering Journal*, *9*(3), 365-378.

[122] Benkhelifa, I., Nouali-Taboudjemat, N., & Moussaoui, S. (2014, May). Disaster management projects using wireless sensor networks: An overview. In *2014 28th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops* (pp. 605-610). IEEE.

[123] Chen, D., Liu, Z., Wang, L., Dou, M., Chen, J., & Li, H. (2013). Natural disaster monitoring with wireless sensor networks: A case study of data-intensive applications upon low-cost scalable systems. *Mobile Networks and Applications*, *18* (5), 651-663.

[124] Erman, A. T., van Hoesel, L., Havinga, P., & Wu, J. (2008). Enabling mobility in heterogeneous wireless sensor networks cooperating with UAVs for mission-critical management. *IEEE Wireless Communications*, *15*(6), 38-46.

[125] Popescu, D., Ichim, L., & Caramihale, T. (2015, October). Flood areas detection based on UAV surveillance system. In *2015 19th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC)* (pp. 753-758). IEEE.

[126] Bravo, R. Z. B., Leiras, A., & Cyrino Oliveira, F. L. (2019). The Use of UAV s in Humanitarian Relief: An Application of POMDP-Based Methodology for Finding Victims. *Production and Operations Management*, *28*(2), 421-440.

[127] Rosalie, M., Danoy, G., Bouvry, P., & Chaumette, S. (2016, June). UAV multilevel swarms for situation management. In *Proceedings of the 2nd Workshop on Micro Aerial Vehicle Networks, Systems, and Applications for Civilian Use* (pp. 49-52). ACM.

[128] Deruyck, M., Wyckmans, J., Joseph, W., & Martens, L. (2018). Designing UAV-aided emergency networks for large-scale disaster scenarios. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, *2018*(1), 79.

[129] Zhang, J., Xiong, J., Zhang, G., Gu, F., & He, Y. (2016, April). Flooding disaster oriented USV & UAV system development & demonstration. In *OCEANS 2016-Shanghai* (pp. 1-4). IEEE.

[130] Bartoli, G., Fantacci, R., Gei, F., Marabissi, D., & Micciullo, L. (2015). A novel emergency management platform for smart public safety. *International Journal of Communication Systems*, *28*(5), 928-943.

[131] Sánchez-García, J., García-Campos, J. M., Toral, S. L., Reina, D. G., & Barrero, F. (2016). An intelligent strategy for tactical movements of UAVs in disaster scenarios. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, *2016*, 18.

[132] Belbachir, A., Escareno, J., Rubio, E., & Sossa, H. (2015, November). Preliminary results on UAV-based forest fire localization based on decisional navigation. In *2015 Workshop on Research, Education and Development of Unmanned Aerial Systems (RED-UAS)* (pp. 377-382). IEEE.

[133] Brown, B., Wei, W., Ozburn, R., Kumar, M., & Cohen, K. (2015). Surveillance for intelligent emergency response robotic aircraft (SIERRA)-VTOL aircraft for emergency response. In *AIAA Infotech@ Aerospace* (p. 0363).

[134] Bupe, P., Haddad, R., & Rios-Gutierrez, F. (2015, April). Relief and emergency communication network based on an autonomous decentralized UAV clustering network. In *SoutheastCon 2015* (pp. 1-8). IEEE.

[135] Farfaglia, S., Lollino, G., Iaquinta, M., Sale, I., Catella, P., Martino, M., & Chiesa, S. (2015). The use of UAV to monitor and manage the territory: perspectives from the SMAT project. In *Engineering Geology for Society and Territory-Volume 5* (pp. 691-695). Springer, Cham.

[136] Feng, Q., Liu, J., & Gong, J. (2015). Urban flood mapping based on unmanned aerial vehicle remote sensing and random forest classifier—A case of Yuyao, China. *Water*, *7*(4), 1437-1455.

[137] Gutiérrez, M. A., Nair, S., Banchs, R. E., Enriquez, L. F. D. H., Niculescu, A. I., & Vijayalingam, A. (2015, December). Multi-robot collaborative platforms for humanitarian relief actions. In *2015 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)* (pp. 1-6). IEEE.

[138] Kureshi, I., Theodoropoulos, G., Mangina, E., O'Hare, G., & Roche, J. (2015, October). Towards an info-symbiotic decision support system for disaster risk management. In *2015 IEEE/ ACM 19th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications (DS -RT)* (pp. 85-91). IEEE.

Mazzenga, F. (2012, October). WiMAX networks for emergency management based on UAVs. In *2012 IEEE First AESS European Conference on Satellite Telecommunications (ESTEL)* (pp. 1-6). IEEE.

[152] Kruijff, G. J. M., Pirri, F., Gianni, M., Papadakis, P., Pizzoli, M., Sinha, A., ... & Priori, F. (2012, November). Rescue robots at earthquake-hit Mirandola, Italy: A field report. In *2012 IEEE international symposium on safety, security, and rescue robotics (SSRR)* (pp. 1-8). IEEE.

[153] Khalil, I. M., Khreishah, A., Ahmed, F., & Shuaib, K. (2014). Dependable wireless sensor networks for reliable and secure humanitarian relief applications. *Ad Hoc Networks*, *13*, 94-106.

[154] Tuna, G., Gungor, V. C., & Gulez, K. (2014). An autonomous wireless sensor network deployment system using mobile robots for human existence detection in case of disasters. *Ad Hoc Networks*, *13*, 54-68.

[155] Last, M., Markov, A., & Kandel, A. (2006, April). Multi-lingual detection of terrorist content on the web. In *International Workshop on Intelligence and Security Informatics* (pp. 16-30). Springer, Berlin, Heidelberg.

[156] Weinstein, C., Campbell, W., Delaney, B., & O'Leary, G. (2009, March). Modeling and detection techniques for counter-terror social network analysis and intent recognition. In *2009 IEEE Aerospace conference* (pp. 1-16). IEEE.

[157] Miah, M. (2011). Survey of data mining methods in emergency evacuation planning. In *Conference for Information Systems Applied Research*.

[158] Grasso, V.F. (2012) *Global Resource Information Database – Sioux Falls*, Retrieved from United Nations Environment Programme: http://na.unep.net/geas/docs/Early_Warning_System_Report.pdf

[159] Shah, B., & Choset, H. (2004). Survey on urban search and rescue robots. *Journal of the Robotics Society of Japan*, *22*(5), 582-586.

[160] Zheng, L., Shen, C., Tang, L., Li, T., Luis, S., & Chen, S. C. (2011, August). Applying data mining techniques to address disaster information management challenges on mobile devices. In *Proceedings of the 17th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining* (pp. 283-291).

[161] Hristidis, V., Chen, S. C., Li, T., Luis, S., & Deng, Y. (2010). Survey of data management and analysis in disaster situations. *Journal of Systems and Software*, *83*(10), 1701-1714.

[162] Fan, C., Wu, F., & Mostafavi, A. (2020). A Hybrid machine learning pipeline for automated mapping of events and locations from social media in disasters. *IEEE Access*, *8*, 10478-10490.

[163] Anbalagan, B., & Valliyammai, C. (2016, December). # ChennaiFloods: Leveraging Human and Machine Learning for Crisis Mapping during Disasters Using Social Media. In *2016 IEEE 23rd International Conference on High Performance Computing Workshops (HiPCW)* (pp. 50-59). IEEE.

[139] Luo, C., Nightingale, J., Asemota, E., & Grecos, C. (2015, May). A UAV-cloud system for disaster sensing applications. In *2015 IEEE 81st Vehicular Technology Conference (VTC Spring)* (pp. 1-5). IEEE.

[140] Meyer, D., Fraijo, E., Lo, E., Rissolo, D., & Kuester, F. (2015, September). Optimizing UAV systems for rapid survey and reconstruction of large scale cultural heritage sites. In *2015 Digital Heritage* (Vol. 1, pp. 151-154). IEEE.

[141] Mori, A., Okada, H., Kobayashi, K., Katayama, M., & Mase, K. (2015, January). Construction of a node-combined wireless network for large-scale disasters. In *2015 12th Annual IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC)* (pp. 219-224). IEEE.

[142] Siegwart, R., Hutter, M., Oettershagen, P., Burri, M., Gilitschenski, I., Galceran, E., & Nieto, J. (2015). Legged and flying robots for disaster response. In *World Engineering Conference and Convention (WECC)*. ETH-Zürich.

[143] Wada, A., Yamashita, T., Maruyama, M., Arai, T., Adachi, H., & Tsuji, H. (2015). A surveillance system using small unmanned aerial vehicle (UAV) related technologies. *NEC Technical Journal*, *8*(1), 68-72.

[144] Carli, M., Panzieri, S., & Pascucci, F. (2014). A joint routing and localization algorithm for emergency scenario. *Ad Hoc Networks*, *13*, 19-33.

[145] Ezequiel, C. A. F., Cua, M., Libatique, N. C., Tangonan, G. L., Alampay, R., Labuguen, R. T., ... & Loreto, A. B. (2014, May). UAV aerial imaging applications for post-disaster assessment, environmental management and infrastructure development. In *2014 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)* (pp. 274-283). IEEE.

[146] Frigerio, S., Schenato, L., Bossi, G., Cavalli, M., Mantovani, M., Marcato, G., & Pasuto, A. (2014). A web-based platform for automatic and continuous landslide monitoring: The Rotolon (Eastern Italian Alps) case study. *Computers & geosciences*, *63*, 96-105.

[147] Minh, Q. T., Nguyen, K., Borcea, C., & Yamada, S. (2014). On-the-fly establishment of multihop wireless access networks for disaster recovery. *IEEE Communications Magazine*, *52*(10), 60-66.

[148] Mosterman, P. J., Sanabria, D. E., Bilgin, E., Zhang, K., & Zander, J. (2014). A heterogeneous fleet of vehicles for automated humanitarian missions. *Computing in Science & Engineering*, *16*(3), 90.

[149] Marinho, M. A., De Freitas, E. P., da Costa, J. P. C. L., de Almeida, A. L. F., & de Sousa, R. T. (2013, January). Using cooperative MIMO techniques and UAV relay networks to support connectivity in sparse Wireless Sensor Networks. In *2013 International Conference on Computing, Management and Telecommunications (ComManTel)* (pp. 49-54). IEEE.

[150] Robinson, W. H., & Lauf, A. P. (2013, January). Resilient and efficient MANET aerial communications for search and rescue applications. In *2013 International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC)* (pp. 845-849). IEEE.

[151] Dalmasso, I., Galletti, I., Giuliano, R., &

[164] Sakaki, T., Okazaki, M., & Matsuo, Y. (2010, April). Earthquake shakes Twitter users: real-time event detection by social sensors. In *Proceedings of the 19th international conference on World wide web* (pp. 851-860).
[165] Kryvasheyeu, Y., Chen, H., Obradovich, N., Moro, E., Van Hentenryck, P., Fowler, J., & Cebrian, M. (2016). Rapid assessment of disaster damage using social media activity. *Science advances*, *2*(3), e1500779.
[166] Wang, Y., & Taylor, J. E. (2018, March). Urban crisis detection technique: A spatial and data driven approach based on latent Dirichlet allocation (LDA) topic modeling. In *Proceedings of the 2018 Construction Research Congress*.
[167] Yoon, D. K., & Jeong, S. (2016). Assessment of community vulnerability to natural disasters in Korea by using gis and machine learning techniques. In *Quantitative Regional Economic and Environmental Analysis for Sustainability in Korea* (pp. 123-140). Springer, Singapore.
[168] Toriumi, F., Sakaki, T., Shinoda, K., Kazama, K., Kurihara, S., & Noda, I. (2013, May). Information sharing on twitter during the 2011 catastrophic earthquake. In *Proceedings of the 22nd International Conference on World Wide Web* (pp. 1025-1028).