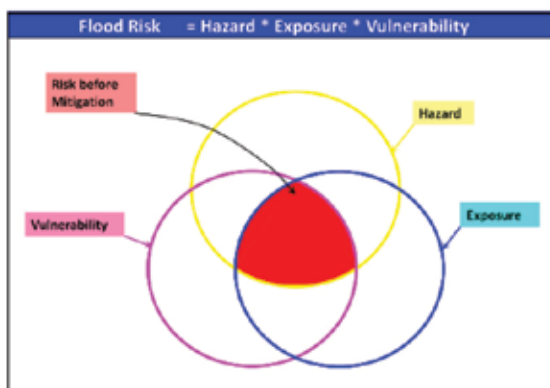


مدیریت جامع و پشتیبانی برای تصمیم‌گیری در مدیریت



حمید میرفندرسک

دانشیار افتخاری دانشگاه گریفیث استرالیا



شکل ۱

مؤلفه‌ی خطر)، به تنهایی در اغلب اوقات غیرممکن یا به طور غیرقابل قبولی پرهزینه خواهد بود. مدیریتی مبتنی بر کاستن هر سه مؤلفه‌ی ریسک، هزینه‌ی مدیریت سیلاب را در اغلب موارد کمینه می‌کند.

(۱) پیش‌گفتار

ریسک سیلاب مانند هر ریسکی ساخته‌ای از ۳ مؤلفه‌ی اصلی ریسک به شرح زیر است:

۱. خطر (Hazard)؛

۲. در معرض خطر بودن (exposure)؛

۳. آسیب‌پذیری (vulnerability).

ریسک زمانی محقق می‌شود که این سه مؤلفه هم‌پوشانی داشته باشند (شکل ۱).

در شکل ۱ هر مؤلفه‌ی ریسک با یک دایره نشان داده شده است و کمیت این مؤلفه متناسب با مساحت دایره می‌تواند فرض شود. هرچه میزان هم‌پوشانی این دوایر (سطح نشان داده شده به رنگ قرمز در شکل ۱) کمتر شود، میزان ریسک سیل نیز کاهش می‌یابد. کاهش سطح هم‌پوشانی با کاهش سطح این دوایر یا به عبارتی کاهش کمیت‌های خطر، در معرض خطر بودن و آسیب‌پذیری حاصل می‌شود. روش بهینه‌ی مدیریت سیلاب توجهش به کاهش هر سه مؤلفه‌ی ریسک است. به صفر رساندن یک مؤلفه (مثلاً

کاهش خطر (**Hazard**) معمولاً توسط تغییر دادن هیدروگراف سیل به وسیله‌ی کارهای مهندسی صورت می‌گیرد، کارهایی از قبیل ساخت سد یا لایروبی و کوتاه کردن مسیر سیلاب‌ها.

کاهش در معرض خطر بودن (**exposure**) معمولاً با شهرسازی آگاه از ریسک سیل قابل دستیابی است. به عنوان مثال، کاربری زمین بایستی متناسب با ریسکی که آن زمین در معرض است، تعیین گردد. زمینی که دائماً در معرض سیل قرار دارد، نبایستی برای اسکان مردم استفاده شود؛ بلکه می‌تواند به عنوان فضای سبز استفاده شود. از طرفی، همه‌ی اماکن و تأسیسات زیربنایی بایستی در ترازى بالاتر از سیل طراحی احداث شوند.

کاهش آسیب‌پذیری از طریق آموزش و توان‌مندی جامعه و ایجاد مدیریت قوی بحران، قابل دستیابی است. توانمند کردن جامعه و مدیریت بحران به نوبه‌ی خود نیازمند به یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری برای مدیریت بحران سیل است. این سیستم، مدیران و جامعه را قادر خواهد ساخت تا وقوع سیل و عواقب احتمالی آن را پیش‌بینی کنند و اطلاعات لازم را قبل، در حین و بعد از وقوع سیل از مدل‌های شبیه‌ساز کامپیوتری استخراج کنند. داشتن یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری، یک ضرورت در مدیریت ریسک باقی مانده (**residual risk**) است.

در استرالیا شهرها در ترازى بالاتر از سیل طراحی (سیل با دوره بازگشت ۱۰۰ سال) ساخته میشوند. این سیاست به طور ضمنی اشاره به این می‌کند که اگر سیلی با دوره‌ی بازگشت بیش از ۱۰۰ سال رخ دهد، شهرها آسیب خواهند دید. این ریسک، ریسک باقی مانده نامیده می‌شود. ما این ریسک را می‌پذیریم و پاسخ‌مان به این ریسک، مدیریت بحران جهت کاهش آسیب‌پذیری شهر و جامعه خواهد بود. این ریسک به نحوی مدیریت می‌شود که پس از سیل، شهر و مردم جامعه قادر باشند روی پای خود بایستند، خرابی‌ها را جبران و به زندگی خویش ادامه دهند.

تمرکز این مقاله بر روی یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری به نام **Wise Flood** است.

این سیستم، جدیدترین تکنولوژی محاسباتی و ارتباطات را مورد استفاده قرار می‌دهد و اطلاعات لازم برای مدیریت بحران و کاهش آسیب‌پذیری جامعه و مردم را در مدتی بسیار کوتاه فراهم کرده و به زبانی ساده، در اختیار مدیران و جامعه قرار می‌دهد.

۲) سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری مدیریت سیلاب

در این جا یک سیستم تصمیم‌گیری به عنوان یک سیستم کامپیوتری تعریف می‌شود که توسط مدیر بحران می‌تواند مورد استفاده واقع شود و او را در گرفتن تصمیم‌های تاکتیکی و استراتژیکی کمک کند. مدیر بحران قادر خواهد بود با کامپیوتر تعامل و مکالمه داشته باشد و جواب‌های سؤالات خود را از کامپیوتر بگیرد.

برای ساخت چنین سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری، لازم است که فهمی درست از نیازهای تکنیکی یک مدیر بحران داشته باشیم. این نیازها می‌تواند به شرح زیر توصیف شود.

۲-۱) دسترسی به اطلاعات مربوط به پیش‌بینی سیل و عواقب سیل
این اطلاعات و هشدارها بایستی سر موقع و محدود به منطقه‌ی موردنظر باشد و در زمانی داده شود که انجام عمل اجرایی لزوم پیدا میکند. هشدارهای بی‌مورد و بی‌موقع باعث خستگی ذهنی و فکری

مدیران و دست‌اندرکاران خواهد شد و همچنین، باعث سلب اعتماد دست‌اندرکاران و عموم مردم از سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری می‌شود؛

۲-۲) کامل بودن اطلاعات

اطلاعاتی که به مدیران بحران می‌رسد، بایستی کامل باشد. کامل بودن اطلاعات می‌تواند از طریق توانایی جوابگویی‌اش به سه سؤال اساسی زیر سنجیده شود:

* چه کسی نیاز به کمک دارد؛

* چه مقدار زمان برای فراهم ساختن کمک داریم؛

* کمک چگونه و از چه راهی قابل ارائه به نیازمندان است؛

جواب دادن به سؤالات بالا تولید و دسترسی به اطلاعات زیر را ایجاد می‌کند:

* مکان‌یابی بناها و تأسیساتی که دچار سیل خواهند شد؛

* هیدروگراف سیل در مکان‌های بالا و در راه‌های ارتباطی به آن‌ها؛

* توانایی انجام «چه خواهد شد، اگر» سناریو «**what, scenario, if**»؛

۲-۳) دقت

بدیهی است که اطلاعات داده شده به مدیران بحران بایستی از یک دقت نسبی برخوردار باشد. اطلاعاتی که **over estimate** باشند، باعث از دست رفتن اعتماد جامعه به عملیات مدیریت سیل می‌شود. اطلاعاتی که **under estimate** باشند، موجب ایجاد خطرات مالی و جانی خواهد شد؛

۲-۴) سرعت دسترسی به اطلاعات

مدیریت بحران نسبت به زمان بسیار حساس است؛ به عبارتی فرصتی برای از دست دادن وجود ندارد. سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری بایستی به سرعت اطلاعات لازم را تهیه و در اختیار مدیریت بحران قرار دهد؛

۲-۵) انعطاف‌پذیری

سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری بایستی امکان آزمایش کردن سناریوهای مختلف برای مدیریت بحران را فراهم سازد. به عنوان مثال، مدیر بحران ممکن است نیاز به آنالیز حساسیت شهر و جامعه به عواقب سیل ناشی از تغییرات ناگهانی در بارش‌های پیش‌بینی شده داشته باشد. سیستم بایستی این اطلاعات را به سرعت تهیه و در اختیار مدیریت بحران قرار دهد؛

۲-۶) سهولت ساخت، راه‌اندازی و نگهداری

سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری بایستی به سهولت قابل نگهداری و عملیات باشد. پیچیدگی سیستم به این معنا خواهد بود که نیاز به نیروهای متخصص و هزینه‌ی بالا به وجود خواهد آمد. در نتیجه، نفع کلی سیستم ممکن است به زیر سؤال برود؛

۲-۷) سهولت تماس با سیستم و انتقال اطلاعات

سیستم بایستی اطلاعاتش را به شکلی ساده و ترجیحاً گرافیک تهیه کند تا به سادگی توسط مدیران و افراد غیرفنی قابل درک باشد. همچنین، اطلاعات بایستی مختصر و مفید باشد تا به راحتی و به سرعت توسط اینترنت به طیفی وسیع از مسئولین ذی‌نفع و اجرایی انتقال یابد. به عبارتی، ترافیک سنگین وسائط ارتباط جمعی در مواقع نبایستی مانعی قابل توجه در انتقال اطلاعات تولید شده توسط سیستم به دیگران باشد.

۳) سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری Wise-Flood

گسترش‌های اخیر در تکنولوژی، به خصوص در زمینه‌های سخت‌افزار کامپیوتر و ارتباطات، امکان طرح و توسعه سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری پیشرفته و پیچیده را فراهم ساخته‌اند.

سیستم‌های محاسباتی مبتنی بر استفاده از «cloud» هم یکی از این پیشرفت‌های مبتنی بر اینترنت هستند که می‌توانند به مؤثرتر بودن سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری کمک‌های شایانی کنند. **Wise-Flood** یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری مدیریت سیلاب است که بر اساس این تفکر و بر اساس نیازهای مدیریت سیلاب (چنانچه در قسمت قبل توضیح داده شد)، ساخته و توسعه یافته است. در ادامه‌ی این مقاله، توصیفی از این سیستم ارائه می‌شود.

سیستم Wise-Flood:

* قابل دسترسی توسط اینترنت است. بنابراین، توانایی فراهم آوردن و انتقال اطلاعات مربوط به سیل را به مدیران بحران در هر جایی که باشند، دارد. به عبارتی سیلاب می‌تواند از محلی کاملاً دور از منطقه سیل زده مدیریت شود؛

* به خاطر استفاده از «cloud» از قدرت محاسبات کامپیوتری بالایی برخوردار است؛

* مدل‌های پیچیده‌ی هیدرولیک و هیدرولوژی را در «cloud» اجرا میکند؛

* حجم عظیمی از خروجی‌های مدل‌های کامپیوتری را در زمانی بسیار کوتاه آنالیز و عواقب سیل را تخمین می‌زند؛

* اطلاعات پیش‌بینی عواقب سیل را به شکلی ساده و گرافیک، ارائه و امکان انتقال آن‌ها را به طیفی وسیع از افراد ذی‌نفع از طریق اینترنت فراهم می‌سازد؛

* مقیاس‌پذیر است و بنابراین، از نظر اقتصادی بهینه است. به خاطر مقیاس‌پذیری سیستم، نیازی به سرمایه‌گذاری عظیم جهت تهیه‌ی مقادیر زیادی سخت‌افزار و نرم‌افزار (که فقط در زمان سیل مورد استفاده است)، نمی‌باشد. نیازهای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری توسط مراکز داده‌ای «cloud» قابل تأمین خواهند بود. مقدار ناچیزی سخت‌افزار و نرم‌افزار برای نگهداری سیستم در اکثر اوقات که سیلی در کار نیست، کافی خواهد بود. در نتیجه، هزینه‌ی کلی سیستم به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد؛

* مدل‌های هیدرولوژیک و هیدرولیک به صورت «near real time» اجرا می‌شوند؛

* از مدل‌های دو بعدی در پیش‌بینی عواقب سیل استفاده می‌کند. بدین وسیله اطلاعات فضایی «spatial» مربوط به سیل را

می‌تواند تولید کند. خروجی مدل‌های دو بعدی شامل اطلاعاتی است که برای مدیریت سیلاب حیاتی است. به عنوان مثال، پروسه‌ی زمانی سیلاب، زمان قطع راه‌ها، زمان بازگشایی آن‌ها و غیره؛

* از تکنولوژی GPU استفاده می‌کند و به این ترتیب، مدل‌های پیچیده‌ی دو بعدی را در زمانی بسیار کوتاه و «near real time» اجرا می‌کند؛ * دارای انعطاف‌پذیری بالا است. استفاده کننده

از سیستم می‌تواند توسط (Graphic User Interface GUI) با سیستم تعامل داشته باشد و با کلیک کردن روی صفحه کامپیوتر اطلاعات موردنظر را دریافت کند؛

* قابلیت سناریوسازی و اجرای (what, if) سناریو را دارد. قابلیت سناریوسازی، آن را بسیار مناسب برای اجرای تمرین و برنامه‌ریزی بحران می‌کند؛

* قابلیت کالیبراسیون مدل هیدرولوژیک در حین سیلاب را دارد. بدین ترتیب، دقت پیش‌بینی سیستم به مقدار قابل توجهی می‌تواند افزایش یابد.

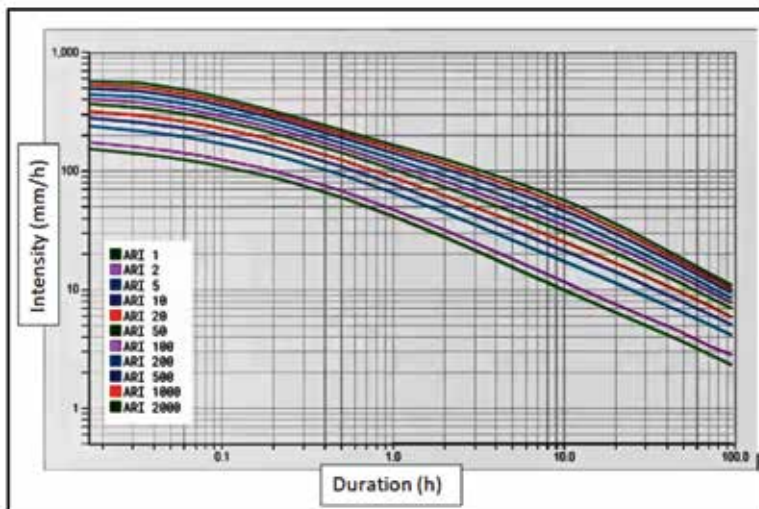
Wise-Flood مجموعه‌ای از سه ماژول است. عملیات در هر ماژول توسط خروجی ماژول قبلی و به طور اتوماتیک راه‌اندازی می‌شود. اطلاعات تولید شده در هر ماژول به طور پیوسته کامل‌تر می‌شود. در ادامه‌ی مطلب، این سه ماژول توضیح داده می‌شوند.

ماژول ۱: آنالیز داده

در این ماژول، داده‌های بارندگی از وب سایت اداره‌ی هواشناسی یا مستقیماً از ایستگاه‌های باران‌سنجی دانلود می‌شوند. داده‌ها به طور اتوماتیک آنالیز می‌شوند و دوره‌ی بازگشت بارندگی پیش‌بینی می‌شود. این اطلاعات که ظرف کمتر از چند ثانیه تولید می‌شوند، به طور اتوماتیک به مدیران بحران از طریق ایمیل و SMS فرستاده می‌شود. این داده‌ها مدیران را قادر می‌سازند تا تخمین اولیه‌ای از میزان خطر بالقوه‌ی سیل داشته باشند. شکل شماره‌ی ۲، نمایی از منحنی‌های Intensity frequency duration که برای هر ایستگاه هواشناسی تولید می‌شود را برای یک ایستگاه به عنوان مثال نشان می‌دهد.

ماژول ۲

در این ماژول مدل هیدرولوژیک منطقه‌ی موردنظر اجرا می‌شود. در این مرحله تراز سیل در مکان‌هایی که rating curve دارند، تخمین زده می‌شود. هم‌چنین، دبی سیل در تمام نودهای مدل هیدرولوژیک تخمین زده می‌شود و در دسترس مدیران بحران قرار می‌گیرد. مزیت این ماژول این است که اطلاعات مربوط به سیل در نقاط حساس و استراتژیک در مدتی کمتر از ۲ دقیقه در اختیار مدیران قرار بگیرد. این ماژول یک (GUI) دارد که از طریق آن پارامترهای



شکل ۲

استفاده کننده‌ی سیستم قرار می‌گیرد. استفاده کننده‌ی سیستم می‌تواند با یک کلیک روی صفحه‌ی کامپیوتر تمام اطلاعات تولید شده در این ماژول را به صورت یک گزارش یا فایل‌های تصویری دانلود کند و آن‌ها را از طریق ایمیل به افراد ذی‌نفع دیگر ارسال کند.

نتیجه

سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری نقشی اساسی در کاهش آسیب‌پذیری شهرها و جوامع در برابر ریسک سیلاب دارند. پیشرفت تکنولوژی اجازه داده است که مدل‌های پیچیده‌ی شبیه‌سازی کامپیوتری به صورت «near real time» در درون این سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری اجرا شوند و اطلاعاتی نسبتاً جامع و کامل در اختیار مدیران بحران قرار بدهند.

Wise-Flood یک سیستم مدرن پشتیبانی تصمیم‌گیری در مدیریت سیلاب است که از جدیدترین تکنولوژی محاسبات کامپیوتری و ارتباطات بهره می‌برد. این سیستم قادر به مبادله‌ی اطلاعات مربوط به پیش‌بینی عواقب سیل توسط نرم‌افزارهای مبتنی بر اینترنت است. اطلاعات تولید شده توسط این سیستم شامل نقشه‌های سیل به طور انیمیشن و گزارش‌های کمی راجع به عواقب سیل است که به صورت گزارش یا فایل‌های تصویری تولید شده و به راحتی قابل ارسال به مسئولان ذی‌نفع از طریق اینترنت است. استفاده از مدل‌های جامع دو بعدی هیدرودینامیک، دقت و سود ورزی اطلاعات تولید شده توسط این سیستم را دو چندان می‌کند.

مدل هیدرولوژیک قابل دسترسی و تغییر دادن هستند. از طریق **GUI (Graphic User Interface)** مقایسه‌ای بین هیدروگراف سیل پیش‌بینی شده و هیدروگراف اندازه‌گیری شده امکان‌پذیر است. این مقایسه اجازه می‌دهد که توسط تغییر دادن پارامترهای مدل، مدل هیدرولوژیک را به صورت **real time** کالیبره کرد.

خروجی این ماژول به عنوان ورودی ماژول سوم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شکل ۳ نمایی از هیدروگراف سیل در یک ایستگاه هیدرومتری را، چنانچه در **GU** این ماژول دیده می‌شود، نشان می‌دهد. در این ماژول می‌توان مدل را برای بارش‌های متفاوت در زمان آینده اجرا کرد و به این ترتیب، یک آنالیز حساسیت انجام داد.

ماژول ۳

این ماژول پیچیده‌ترین و مهم‌ترین خروجی‌های سیستم را تولید می‌کند. یک انیمیشن کامپیوتری از وضعیت آینده‌ی سیل در منطقه‌ی موردنظر اولین خروجی این ماژول است. اطلاعات این ماژول توسط اجرای مدل دو بعدی هیدرودینامیک ایجاد می‌شود.

استفاده کننده از سیستم می‌تواند از یک ابزار کنترل زمان در **GUI** استفاده کرده و با جلو و عقب بردن زمان، وضعیت سیل آینده در منطقه را مورد بررسی قرار دهد.

در این ماژول تعداد اماکن و محل‌های آن‌ها که دچار سیل می‌شوند و عمق سیل در یکایک آن‌ها تخمین زده شده و در اختیار



شکل ۳

