

ارائه مدلی انعطاف پذیر برای تصمیم گیری در شرایط اضطراب

محمد ابراهیم شیری احمدآبادی
دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر
دانشگاه صنعتی امیرکبیر
shiri@aut.ac.ir

علی رضا نوروزی
دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر
دانشگاه صنعتی امیرکبیر
ar_nowroozi@cic.aut.ac.ir

حساسیت امر تصمیم گیری، اغلب اوقات اشتباهات باعث بروز فجایع مصیبت باری می گردند.

از زمان یونان باستان تصور بر این بود که عاطفه جایی در هوش انسان ندارد، اما داماسیو با یافته های خود به این ادعا پایان داد [۱]. بیماران تحت نظر وی از ناحیه قدامی مغز^۱ دچار آسیب دیدگی بودند. در این وضعیت، کار بخشی از غشای مغز که با دستگاه لیمبیک ارتباط برقرار می کند مختل می شود و در نتیجه این افراد برخی از توانایی های عاطفی خود را از دست می دهند. با وجود این نقصان، بیماران از نظر هوشی نرمال بنظر می رسند. این افراد در اولین برخورد بشکلی غیر عادی عاقل و خیلی سرد بنظر می رسند، عبارتی هیچ گونه عاطفه ای از خود بروز نمی دهند. با چنین ظاهری، مردم انتظار دارند این افراد بسیار باهوش باشند اما اگر نگاهی به زندگی واقعی آنها بباندازیم بی خواهیم برد که این بیماران عموماً تصمیم هایی بسیار غیر عاقلانه و وحشتناک می گیرند. هنگامی که از یکی از این بیماران تقاضا می شد درباره تصمیم بگیرد، کلیه حالات ممکن حتی غیرمنتظره ترین حالتها را نیز در نظر می گرفت و شروع به تحلیل و بررسی آنها می کرد. واضح است که با این حجم وسیع از گزینه ها، به هیچ نتیجه ای نخواهد رسید.

این یافته ها به نقش مهم عاطفه در تفکر عاقلانه اشاره می کنند. حتی قدرت عظیم پردازش موازی مغز انسان نیز نمی تواند برای هر تصمیم گیری روزانه کل فضای عظیم مساله را بطور کامل جستجو کند. باید در نظر داشت در تصمیم گیری های روزانه برای در نظر گرفتن همه چیز وقت نداریم و اینجاست که عاطفه به کمک می آید [۲].

یکی از مشکلاتی که کامپیوترها به هنگام تصمیم گیری با آن روبرو هستند، فضای وضعیت عظیم مساله است و بنظر نمی رسد هیچگاه قدرت پردازشی بتواند بر این حجم از اطلاعات غلبه کند. بنابراین نیاز به راه حلی دیگر کاملاً مشهود است. تصمیم گیری درباره بازار بورس و خرید و فروش سهام یا وضعیت آب و هوا در ۲۴ ساعت آینده به هیچ وجه دارای فضای وضعیت کوچکی نیستند و اگر بخواهیم کلیه عوامل ممکن را در نظر بگیریم و سپس آنها را آنالیز کرده و در انتها نتیجه گیری کنیم عملاً هیچ کامپیوتری را نخواهیم یافت که توانایی انجام این حجم وسیع از پردازش را در زمانی مناسب داشته باشد. از یافته های جدید

چکیده: تحقیقات صورت گرفته در حوزه تصمیم گیری طبیعی نشان داده اند، فرآیند تصمیم گیری در شرایط اضطراب با تصمیم گیری در شرایط عادی کاملاً متفاوت است. در شرایط عادی، تصمیم گیرنده ی تازه کار، گزینه های متفاوت را در نظر گرفته، نقاط قوت و ضعف هر یک را بررسی کرده و سپس تصمیم می گیرد. اما در شرایط اضطراب به علت محدودیت زمانی و عوامل دیگر، فرد مجرب در همان اولین گام بر اساس آموزش و تجربه ی خود، راه حلی راضی کننده را انتخاب می کند. در این مقاله سعی کرده ایم با الهام از این نظریه روانشناسی، مدلی عاطفی برای تصمیم گیری ماشینی ارائه کنیم. با الحاق بخش تصمیم گیری اضطرابی به سیستم قبلی، سیستم به روند عادی تصمیم گیری خود ادامه می دهد تا در زمان بروز استرس وارد بخش تصمیم گیری اضطرابی شود و بر اساس تجربه ی پیشین خود از وضعیت جاری، دست به همان کاری بزند که پیش از این در آن تجربه انجام داده است. نتایج بدست آمده از تست این مدل بر روی محیط شبیه سازی نجات، نشان داده که بدون شک این روش در مقایسه با روش پیشین کارایی بالاتری داشته و نتایج کسب شده به طور متوسط ۲/۶ امتیاز بهبود یافته اند. همچنین مدل فوق در صورت بروز مشکل، قابلیت تحمل خطا را داشته و کارایی را در حد مشخصی حفظ می کند.

کلمات کلیدی: سیستم تصمیم گیری، تصمیم گیری طبیعی، تصمیم گیری اضطرابی، مدل تصمیم مبتنی بر تشخیص، شرایط اضطراب.

۱- مقدمه

در شرایط عادی و طبیعی زندگی بعضاً با اتفاقات و وقایعی روبرو می شویم که بصورت ناگهانی و سریع رخ می دهند. همیشه چندین فرضیه ممکن در رابطه با آن مساله، پاسخهایی که به آن می توان داد و نتیجه این پاسخها در رخ دادها وجود دارد. وقایعی که به سرعت آشکار می گردند فشار زمانی جدی ای را در پی خواهند داشت و در صورت

طبیعی^۲ را بنا نهاده‌اند. تصمیم‌گیری طبیعی، استراتژی‌های واقعی تصمیم‌گیری افراد را بررسی می‌کند که در عمل از تجربه خود برای کنار آمدن با شرایط مشکل دنیای واقعی بهره می‌برند. ویژگی‌های این شرایط عبارتند از: شرایط متغیر و پویا، فشار زمانی، ریسک زیاد، چندین تصمیم‌گیرنده، اهداف مبهم، متغیر و رقابتی، حلقه‌های عمل-بازخوردی، و داده‌های غیر قطعی و ناکامل [۱۰].

تصمیم‌گیری در محیط‌ها و شرایطی چون اتاق‌های اورژانس بیمارستان‌ها، هماهنگی خدمه پروازی، قرارگاه فرماندهی و کنترل نظامی، سیستم‌های کنترل فرآیند، واحدهای پلیس و آتش‌نشانی در حوزه تصمیم‌گیری طبیعی قرار می‌گیرند.

در برابر حوزه تصمیم‌گیری طبیعی، روش تحلیلی^۳ قرار دارد که در این روش بجای سنجش وضعیت^۴ از روش تولید گزینه‌های مختلف و سپس ارزیابی آنها استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، فرآیندهای تصمیم‌گیری که در آنها افراد به کلیه جوانب گزینه‌های متفاوت وزن داده و پرمفعت‌ترین گزینه را انتخاب می‌کنند، در زمره روش‌های تحلیلی قرار می‌گیرند. نظریه پردازان سنتی حوزه تصمیم‌گیری بر این باورند که تصمیم‌گیری بهینه تنها از طریق تحلیل کامل کلیه داده‌های موجود و ارزیابی تمام فرضیات ممکن به وقوع می‌پیوندد. این روش‌ها برای رسیدن به جواب بهینه، محاسبات بسیار زیادی انجام می‌دهند و همین نیاز به زمان زیاد و وجود محاسبات ریاضی پیچیده باعث شده تا این روش‌ها برای وضعیت‌هایی که تصمیم‌گیری سریع لازمی جدا نشدنی آنهاست، روشی غیر واقعی باشند.

روش‌های تحلیلی ممکن است برای تصمیم‌گیری افراد غیرمغرب و تازه‌کار درباره کارهای جدید مناسب باشند اما به طور قطع برای افراد مجربی که باید تصمیمات خود را در زمان واقعی^۵ اتخاذ کنند روش مناسبی نیستند. عموماً در محیط‌های واقعی افراد مجرب به جای استفاده از روشهای تحلیلی کلاسیک از استدلال مبتنی بر تشخیص^۶ سود می‌برند [۳]. تصمیم‌گیرندگان مجرب، از دانش وسیع خود برای جستجوی اطلاعات، شناسایی و تفسیر مساله، فهم اهمیت آن، آگاهی از مقصود (در صورت امکان)، مدل کردن وضعیت (تا حدی که زمان اجازه می‌دهد)، انتخاب عمل، ارزیابی انتخاب صورت گرفته و پیش‌بینی نتیجه استفاده می‌کنند. این چرخه تصمیم بوضوح با مدل‌های کلاسیک که بر پایه این فرضیه استوارند که کلیه گزینه‌ها، نتایج و اولویت‌ها از پیش محاسبه شده و مشخص هستند، متفاوت است [۱۱].

۳- تصمیم‌گیری در شرایط اضطرار

تحقیقات نشان داده‌اند که فرآیند تصمیم‌گیری تحت شرایط اضطرار با تصمیم‌گیری در شرایط عادی کاملاً متفاوت است. در شرایط عادی، تصمیم‌گیرنده تازه‌کار گزینه‌های متفاوت را در نظر گرفته، نقاط قوت و ضعف هر یک را به دقت بررسی کرده و سپس تصمیم می‌گیرد. این در حالی است که در شرایط اضطرار به علت محدودیت زمانی فرد مجرب

روان‌شناسان درباره هوش عاطفی اینگونه بنظر مولفین می‌رسد که قدرت پردازشی انسان نیز تا این حد نامحدود نیست و انسان نیز با مشکل فضای وضعیت عظیم مساله روبرو است اما این مشکل را با سود جستن از عواطف خود حل می‌کند. انسان بجای بررسی کلیه حالات ممکن ترجیح می‌دهد با کمک گرفتن از تجارب قبلی مربوط به آن موضوع و دانش عمومی که در اختیار دارد گزینه‌های نامطلوب را حذف کند و بر روی گزینه‌های امیدبخش تاکید بیشتری داشته باشد. فرض کنیم فضای وضعیت مساله در پرسپکتیوی، جلوی چشمان تصمیم‌گیرنده قرار بگیرد، بدین‌سان که گزینه‌های بد و نامطلوب (که معمولاً در گذشته تجربه بدی درباره آنها داشته یا به طور کلی دانش و دیدی منفی نسبت به آنها دارد) در فاصله‌ای دور از چشمان وی قرار بگیرند، در حالیکه گزینه‌های مطلوب (که معمولاً در گذشته تجربه خوبی درباره آنها داشته یا کلاً دانش و دیدی مثبت نسبت به آنها دارد) در پیش چشمانش قرار دارند و بقیه موارد در جایی مابین این دو انتها جای بگیرند. اکنون به هنگام تصمیم‌گیری فرد تصمیم‌گیرنده عموماً در فضای جلوی چشمش (که نسبت به فضای کل مساله به مراتب کوچکتر است) به دنبال جواب می‌گردد و گهگاه به فضای دورتر نیز سرکشی می‌کند اما بندرت گزینه‌های نامطلوب را دوباره بعنوان راه حل برمی‌گزیند. به این ترتیب انسان، فضای عظیم وضعیت مساله را بسیار کوچک می‌کند طوری که به پردازش کمی برای رسیدن به پاسخ نیاز باشد، البته جواب بدست آمده ممکن است بهینه نباشد اما جواب کاملاً مطلوب و راضی‌کننده‌ای خواهد بود.

در این مقاله سعی خواهیم کرد به معرفی مدلی عاطفی برای تصمیم‌گیری در شرایط اضطرار بپردازیم که از حالت عاطفی استرس و نحوه تفکر در این حالت عاطفی سود می‌برد. در این مدل به هنگام بروز شرایط استرس‌زا، سیستم نسبت به این وضعیت بی‌تفاوت نبوده و ویژگی‌های این شرایط (مانند شکست منابع پردازشی و ذخیره‌سازی، محدودیت‌های دسترسی به حافظه و غیره) را درک می‌کند. برای تصمیم‌گیری در شرایط اضطراری، سیستم از تجارب پیشین خود استفاده کرده و با تصحیح و تعمیم آن‌ها به شرایط کنونی، راه‌حلی برای مساله جدید به دست می‌آورد. ساختار مقاله بدین ترتیب است که در ابتدای امر درباره مدل تصمیم‌گیری طبیعی و تصمیم‌گیری کلاسیک صحبت می‌کنیم. در ادامه به بیان نحوه تصمیم‌گیری در شرایط اضطرار و به طور خاص مدل تصمیم مبتنی بر تشخیص می‌پردازیم. سپس مدل پیشنهادی و پس از آن پیاده‌سازی صورت گرفته بیان می‌شود. در ادامه، نتایج به دست آمده را تحلیل کرده و درباره مدل پیشنهادی بحث می‌کنیم. در انتها نیز نتیجه‌گیری و کارهای آتی ذکر خواهند گردید.

۲- مدل‌های تصمیم‌گیری کلاسیک و طبیعی

تحقیقات زیادی بر روی نحوه تصمیم‌گیری افراد مجرب در کارهای عادی خود، متمرکز شده‌اند. بخشی از این تحقیقات حوزه تصمیم‌گیری

گردیده است. اکنون پس از اجرای این استراتژی با توجه به کوچک‌تر شدن فضای تصمیم ممکن است دیگر همین آتش‌نشان روند تصمیم‌گیری خود را به بررسی گزینه‌های متفاوت جلوی روی خود تغییر داده و با سبک و سنگین کردن هر یک از این موارد، بهترین را انتخاب و عملی سازد.

۳-۱- مدل تصمیم مبتنی بر تشخیص

مدل تصمیم مبتنی بر تشخیص^۸ یا به اختصار مدل RPD مدلی است که در آن تصمیم‌گیرنده، ویژگی‌های وضعیت کنونی را مشابه یا یکسان با ویژگی‌های یک وضعیت پیشین تشخیص می‌دهد و در صورت وجود تطابق به میزان کافی، این تطابق‌ها، اطلاعات بخاطر سپرده شده برای این نوع از وضعیت را بخاطر می‌آورند [۹]. این اطلاعات عبارتند از اهداف به ظاهر صحیح و قابل قبول، سرنخ‌ها و راهنماهای حیاتی که باید در نظر گرفته شوند، انتظارات ما از آن چیزی که باید رخ دهد، و راهکاری^۹ که در وضعیت مشابهی پاسخ داده است. مدل RPD، دو پروسه سنجش وضعیت و شبیه‌سازی ذهنی^{۱۰} را با هم ترکیب می‌کند [۷]. در توضیح کلی از این مدل می‌توان عملکرد آن را به سه حالت ذیل تقسیم کرد. در ساده‌ترین حالت، با کمک تطبیق ویژگی، وضعیت کنونی آشنا تشخیص داده می‌شود و سپس پاسخ معلوم آن از تجربه پیشین اجرا می‌گردد. در حالتی پیچیده‌تر، تصمیم‌گیرنده تعمداً با کمک شبیه‌سازی ذهنی دست به ارزیابی پاسخ می‌زند تا مشکلات احتمالی‌ای را که ممکن است در زمان انجام و اجرای پاسخ، خود را نشان دهند از پیش آشکار ساخته و از آنها آگاهی پیدا کند. در پیچیده‌ترین حالت، ارزیابی باعث می‌گردد تا نقص‌ها و کاستی‌هایی که به اصلاحات نیازمندند آشکار گردند و در نتیجه با این گزینه انتخاب گردد و یا ناکافی و نامناسب تشخیص داده شود و به منظور انتخاب نوعی‌ترین واکنش بعدی رد شده، پذیرفته نگردد و این عمل تا زمان یافتن راه‌حل ادامه یابد.

۳-۱-۱- سنجش وضعیت

به طور کلی، وظیفه پاسخ‌دهی به سناریوهایی با شرایط فوق‌الذکر (مانند آتش‌سوزی و امداد) روی هم رفته شامل دو بخش سنجش وضعیت (چه چیزی در حال رخ دادن است) و انتخاب راهکار (چه کاری باید برای آن انجام داد) می‌باشند. نظریه‌های اخیر درباره تصمیم‌گیری، بر اهمیت سنجش وضعیت در تصمیم‌گیری صحیح و خوب در شرایط طبیعی تأکید خاصی دارند. علاوه بر این، بر این نظر نیز تأکید دارند که تصمیمات مرتبط با اقداماتی که باید صورت گیرند از «آگاهی از وضعیت»^{۱۱} کمک می‌گیرند. این «آگاهی از وضعیت»، مقدم بر انتخاب راهکار^{۱۲} است. Klein در سال ۱۹۸۹ متوجه گردید که معمولاً، این خود وضعیت است که گزینه‌های پاسخ را تعیین کرده یا محدود می‌کند؛ و در نتیجه تصمیم‌گیرندگان مجرب تا ۹۰ درصد تصمیمات

ناچار است در همان اولین گام راه‌حل مناسبی را انتخاب کند. این انتخاب بر اساس تجربه‌ی وی و مطابق با شرایط موجود انجام می‌شود. در بررسی صورت گرفته در [۴] درباره نحوه تصمیم‌گیری آتش‌نشان‌های فرمانده عملیات بیان شده، این افراد نه انتخاب می‌کنند، نه گزینه‌های متفاوت را بررسی می‌کنند و نه احتمال‌های ممکن را ارزیابی می‌کنند، بلکه عقیده دارند بر اساس تجربه پیشین خود تنها عکس‌العمل نشان می‌دهند.

بحران همواره شامل وقایع و اتفاقات پیچیده، ناپایدار و غیرقطعی است و بنابراین زمان کافی برای برنامه‌ریزی وجود ندارد. به همین خاطر (فشار زمانی)، شرایط بحرانی شرایطی استرس‌زا می‌باشند. علاوه بر کار آتش‌نشانی بدست آوردن تخمینی اولیه از ریسک بسیار مهم و کاری مشکل است [۵]. در گذشته مطالعات بسیاری جهت آگاهی از نحوه تصمیم‌گیری آتش‌نشان‌ها به عنوان سمبل تصمیم‌گیری اضطراری به هنگام رویارویی با شرایط اضطرار انجام گرفته است. این فرآیند تصمیم‌گیری را تصمیم‌گیری طبیعی^۷ (یا NDM) نامیده‌اند [۳].

در حقیقت افراد کارآموزده تحت شرایطی چون فشار زمانی قادرند توجه خود را به منبع استرس و استرس‌ورهای مربوطه بر اساس اهمیت آن‌ها سازماندهی کنند. بعبارت دیگر این افراد در چنین شرایطی منبع‌های استرس و استرس‌ورهای مربوطه را اولویت‌بندی کرده و بر اساس این اولویت‌ها به آن‌ها توجه می‌کنند. سپس برای آغاز عملیات بر اساس تجربه پیشین خود، اطلاعات بالارزش‌تر را از حافظه فراخوانی می‌کنند [۳]. توجه داشته باشیم، در نظر گرفتن گزینه‌های جدید در این شرایط کار دشواری خواهد بود.

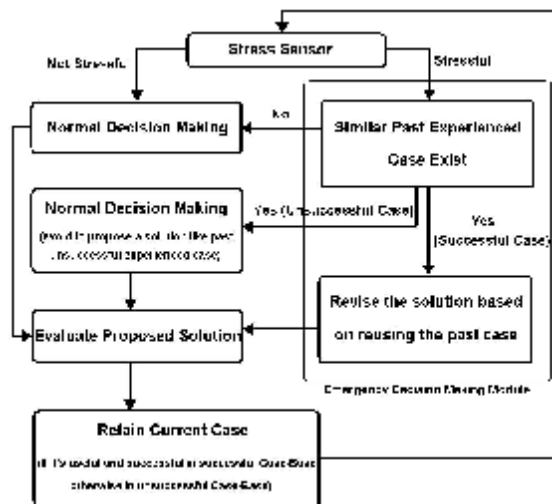
آنگونه که بنظر می‌رسد تکنیکی جامع برای حل مسائل گوناگون، از مجموعه‌ای از تکنیک‌های متفاوت در شرایط مختلف تشکیل می‌گردد. بدین ترتیب که یک تاجر تازه‌کار به هنگامی که زمانی کافی در اختیار دارد برای اتخاذ تصمیمی مالی ممکن است در ذهن خود شروع به انتخاب حوزه مناسب و بررسی گزینه‌ها و انتخاب‌های ممکن مختلف کند. در مقابل یک آتش‌نشان در مواجهه با آتش‌سوزی ساختمان می‌داند که زمان زیادی برای تصمیم‌گیری و عملی ساختن تصمیم خود ندارد و با گذشت زمان حتی اگر تصمیم بهتری نیز بگیرد فرصتی برای اجرای آن نخواهد داشت و با دیر وارد عمل شدن، فرصت امداد و نجات را از خود و مصدوم گرفته است. بنابراین وی در شرایط اضطرار گزینه‌های متفاوت را بررسی و امتیازدهی نمی‌کند بلکه بر اساس تجارب و آموزش‌های پیشین خود در مواجهه با آتش‌سوزی‌های متفاوت، سریعاً تصمیمی راضی‌کننده اتخاذ کرده و آن را عملی می‌سازد. بدین ترتیب هر چند ممکن است تصمیم اتخاذ شده بهترین تصمیم ممکن نباشد اما در شرایط موجود و با توجه به محدودیت منابع در اختیار وی (مانند حافظه و توان پردازش اطلاعات و تصمیم‌گیری)، تصمیم کلی مناسب و راضی‌کننده‌ای گرفته شده و استراتژی خوبی برای حمله به آتش برای خاموش کردن آن یا برای نجات افراد تعیین

احتمال آن زیاد نیست (این حالت ناخوشایند، زمانی اتفاق می افتد که تجربه کافی در اختیار سیستم قرار ندهد باشیم). در صورت وجود موردی مشابه که به عنوان راه‌حلی غیرموفقیت‌آمیز برچسب خورده است، دوباره سیستم به سمت تصمیم‌گیری عادی هدایت می‌شود با این تفاوت که این بار سیستم تصمیم‌گیری عادی، در روند تصمیم‌گیری خود سعی می‌کند تا راه‌حلی که ارائه می‌دهد شبیه راه‌حل آن تجربه غیرموفقیت‌آمیز نباشد و شانس نه چندان زیاد خود را برای ارائه راه‌حلی صحیح امتحان می‌کند. و اما در صورتی که مورد پیشین راه‌حلی موفقیت‌آمیز بوده باشد سیستم از این تجربه استفاده کرده و راه‌حلی برای مساله کنونی پیشنهاد می‌کند. این کار توسط "بخش تصحیح راه‌حل براساس تجربه پیشین" صورت می‌پذیرد. این بخش شرایط جاری و شرایط آن تجربه پیشین را در نظر گرفته و سپس با توجه به تفاوت‌های موجود، راه‌حل تجربه پیشین را برای مساله کنونی تعمیم می‌دهد. برای استفاده‌های آتی می‌توان راه‌حل ارائه شده را به کمک "واحد ارزیابی راه‌حل ارائه شده" ارزیابی کرده و به آن برچسب خوب و موفقیت‌آمیز یا برچسب بد و غیرموفقیت‌آمیز بزنیم. این بخش باید دقیق باشد زیرا برچسب زدن اشتباهی راه‌حل‌ها می‌تواند مشکلات بسیاری را پدید آورده، پایگاه دانش سیستم را ناسازگار ساخته و به کارکرد سیستم صدماتی جدی وارد آورد. می‌توان راه‌حل ارائه شده برای مساله کنونی را برای استفاده‌های بعدی در پایگاه موارد نگهداری کرد. البته واضح است که در صورت وجود راهی برای ارزیابی راه‌حل‌ها، چنین امری ممکن خواهد بود. در صورتیکه راه‌حل ارائه شده مفید و موفقیت‌آمیز ارزیابی شود، برای استفاده‌های آتی آن را در پایگاه موارد موفقیت‌آمیز ذخیره می‌کنیم و در غیر اینصورت برای اجتناب از ارائه راه‌حلی مشابه در آینده در پایگاه موارد غیرموفقیت‌آمیز ذخیره می‌گردد. ذخیره‌سازی تجارب به دست آمده در زمان اجرای سیستم، مشکلات و مسائل خاص خود را داراست. این کار، عملاً زمان‌بر است و بنابراین ذات مساله باید اجازه چنین امری را بدهد. البته دقت داشته باشیم که حتماً نیازی نیست تا این ذخیره‌سازی بلافاصله پس از عملی ساختن تصمیم مربوطه صورت گیرد بلکه می‌توان این کار را در زمانی مناسب که پردازنده چندان مشغول نیست انجام داد اما باز هم سیستم‌هایی وجود دارند که به علت کوتاه بودن کل زمان اجرای آن‌ها و حجم زیاد پردازش در تمام این مدت چنین کاری برای آن‌ها مناسب نیست. محیط شبیه‌سازی نجات از این دسته از سیستم‌ها است. همچنین برای این امر لازم است تا روشی برای ارزیابی راه‌حل ارائه شده داشته باشیم. بعبارت دیگر وجود "واحد ارزیابی راه‌حل ارائه شده" شرطی لازم برای استفاده از "واحد ذخیره‌سازی موارد جدید" است. این عمل یعنی ارزیابی راه‌حل را به دو صورت می‌توان انجام داد. روش آسان‌تر و مطمئن‌تر استفاده از یک ناظر خارجی است که عملکرد سیستم را پیش و پس از عملی شدن این تصمیم بررسی کرده و رای بر صحت یا سقم تصمیم اتخاذی دهد. از بیان این روش واضح است که مستلزم وجود

خود را بدون در نظر گرفتن جایگزین‌ها و مقایسه آن‌ها اتخاذ می‌کنند. اگر وضعیت کنونی مشابه چیزی باشد که تصمیم‌گیرنده پیش از این آن را تجربه کرده است، الگوی آن تشخیص داده خواهد شد و معمولاً فوراً راهکار آشکار می‌گردد. از طرف دیگر، اگر وضعیت آشنا بنظر نرسد، RPD-ی پیچیده خود را نشان می‌دهد که در آن، تصمیم‌گیرنده پس از ارزیابی گزینه با کمک شبیه‌سازی ذهنی آنرا تنظیم کرده و با شرایط جدید مطابق می‌سازد.

۴- مدل پیشنهادی

بطور خلاصه ایده روش ما در استفاده از مدل روانشناختی فوق‌الذکر، به این صورت است که واحدهایی به سیستم تصمیم‌گیری اضافه شده که سیستم را قادر می‌سازند تا در شرایط اضطرار به نحوی مطلوب و مناسب با آن شرایط، دست به تصمیم‌گیری بزند. این واحدها عبارتند از: "واحد حس‌گر استرس"^{۱۳} و "واحد تصمیم‌گیری اضطراری"^{۱۴}. واحد تصمیم‌گیری اضطراری خود دارای دو زیربخش به نام‌های "بخش بررسی وجود تجربه مشابه" و "بخش تصحیح راه‌حل براساس تجربه پیشین" است. همچنین می‌توان از واحدهای اختیاری "ارزیابی راه‌حل ارائه شده" و "ذخیره‌سازی موارد جدید" نیز سود برد. شمایی از این ساختار را در شکل ۱ مشاهده کنید.



شکل ۱: ساختار مدل پیشنهادی تصمیم‌گیری

"واحد حس‌گر استرس"، دارای تابعی داخلی است و استرس‌زا بودن شرایط کنونی را مشخص می‌کند. در صورتیکه شرایط عادی باشد سیستم از همان روال سابق تصمیم‌گیری خود در شرایط نرمال استفاده می‌کند. اما اگر شرایط استرس‌زا باشد سیستم در پایگاه موارد به جستجوی موردی مشابه می‌پردازد. اگر مورد مشابهی موجود نباشد سیستم به سمت تصمیم‌گیری عادی هدایت می‌گردد و امیدواریم در فرصت کوتاهی که در اختیار دارد پاسخ مناسبی بدهد؛ هر چند که

افزایش است اما شرایط تحت کنترل بوده و آتش مهار شده است. به عبارت دیگر، می‌توان بروز بحران را استرس‌زا دانست و بخشی در سیستم طراحی کرد که با توجه به شرایط موجود و شرایط پیشین، بروز بحران یا عدم بروز آن را تشخیص دهد.

۵- پیاده‌سازی

ساختار پیشنهادی را در محیط شبیه‌سازی نجات و تنها برای نیروهای پلیس پیاده‌سازی کرده‌ایم. عامل‌های آتش‌نشان و آمبولانس هنوز از همان روش قبلی خود برای تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند. نقشه‌های محیط نجات را به یک شبکه فرضی ۴×۴ تقسیم‌بندی کرده‌ایم و هر یک از این ۱۶ خانه را یک سلول نامیده‌ایم. اگر بخواهیم به طور خلاصه نحوه کار نیروهای پلیس‌ها را بیان کنیم باید بگوییم که به هنگام بروز استرس، ویژگی‌های هر ۱۶ سلول (از نظر احتیاج به نیروی پلیس) را تک تک و جداگانه به یک شبکه عصبی می‌دهیم. این شبکه بر اساس تجربه‌ای که از پیش با آن آموزش دیده، بدین ترتیب تصمیم می‌گیرد که الگوی متناظر وضعیت کنونی سلول را در حافظه خود پیدا کرده و سپس میزان اهمیت سلول را برای شرایط کنونی از حافظه خود بازیابی می‌کند. مقدار بازیابی شده مقداری است که پیش از این و در زمان آموزش شبکه توسط یک فرد خبره برای آن شرایط تعیین گردیده است. نتیجه استفاده از این شبکه برای کل نقشه، ۱۶ مقدار خواهد بود که هر یک نشان‌دهنده میزان اهمیت سلول متناظر (از نظر احتیاج به نیروی پلیس) است. حال این ۱۶ مقدار را به شبکه عصبی دیگری می‌دهیم. این شبکه نیز بر اساس تجربه‌ای که از فردی خبره کسب کرده بدین ترتیب تصمیم می‌گیرد که الگوی متناظر وضعیت کنونی نقشه را در حافظه خود پیدا کرده و سپس کسر اعزاز نیروی پلیس به هر سلول را برای شرایط جاری از حافظه خود بازیابی می‌کند. مقادیر بازیابی شده مقادیری هستند که پیش از این و در زمان آموزش شبکه توسط فرد خبره تیم برای آن شرایط تعیین گردیده‌اند. خروجی این شبکه ۱۶ مقدار خواهد بود که هر یک از این ۱۶ مقدار، کسر پلیس اعزامی به سلول متناظر را مشخص می‌کند. با اعزام این تعداد از نیروهای پلیس به سلول‌های مختلف، انتظار داریم نحوه‌ی عملکرد سیستم بهبود یابد. توجه داشته باشید که پلیس‌های اعزامی به نقاط مختلف تا ۲۵ سیکل بعد از دریافت فرمان اعزام در همان محدوده سلول به کار خود ادامه می‌دهند و از آن محدوده خارج نمی‌گردند. شبکه عصبی در مورد بازکردن راه خاصی در آن سلول که پلیس‌ها به آنجا اعزام گردیده‌اند، چیزی نمی‌گوید. تصمیم اضطراری اتخاذ شده تنها کلیت کار یعنی نیاز فلان منطقه به پلیس را بیان می‌کند. این مساله که پلیس در آن سلول که به آن اعزام گشته چه کاری انجام دهد و به باز کردن کدام راه بپردازد به خود وی و الگوریتم جستجو و عملش بستگی دارد.

خصایص ویژه‌ای در سیستم است. روش نسبتاً مشکل‌تر، انجام این عمل به صورت خودکار است که پیچیدگی‌های خاص خود را خواهد داشت. وجود نقص در این روش باعث خواهد گردید مواردی به اشتباه مفید و مواردی به اشتباه ناکارا برچسب خورند و در نتیجه استفاده از این موارد در آینده کارایی سیستم را پایین خواهد آورد. بنابراین باید ارزیابی تا حد ممکن دقیق انجام شود. بررسی برچسب‌گذاری‌های صورت گرفته در زمان اجرا بوسیله سیستم را می‌توان توسط یک ناظر خارجی مورد نقد قرار داد که در این حالت به اصلاح سیستم کمک شایانی خواهد شد.

۴-۱- شرایط اضطرار

در ابتدا باید بیان کرد که تاثیر استرس بر روی تصمیم‌گیری همواره منفی نیست. تاثیر منفی آن تنها درباره افراد تازه کاری صدق می‌کند که با کار آشنایی ندارند و برای افراد مجرب اینگونه نیست [۶].

بروز حالت عاطفی استرس را می‌توان نشانه‌ی اضطراری بودن شرایط دانست. برای استرس تعاریف گوناگون و بعضاً متناقضی بیان گردیده است. اما این تعاریف در خصوصیت ذیل مشترکند. رخ دادن حالت عاطفی استرس به معنی ارسال تقاضای ظهور توانایی‌های تطبیقی و وفق‌پذیری ذهن و بدن است. با این کار، انسان سعی می‌کند تا با وضعیت موجود که فوق توان وی است به نحوی کنار آید. تعریف فوق را به اشکال متفاوتی می‌توان تفسیر کرد. به عنوان مثال تاخیر در اعلام یک تصمیم به نحوی که ضرب الاجل آن گذشته باشد و این مورد بیش از یک مرتبه تکرار شده باشد خود می‌تواند نشان‌دهنده این مطلب باشد که این شرایط به دلایل متفاوتی فوق توان سیستم است و در نتیجه نیاز است تا سیستم خود را با شرایط کنونی وفق دهد. از این دلایل می‌توان به شکست منابع پردازشی و ذخیره‌سازی، حجم بالای پردازشی لازم برای تصمیم‌گیری، و افزایش نیاز پردازشی دیگر بخش‌های سیستم و در نتیجه کاهش زمان پردازنده برای بخش تصمیم‌گیری اشاره کرد.

عملکرد بد سیستم را عامل بروز حالت عاطفی استرس در نظر گرفته‌ایم. این عملکرد بد که به صورت ذیل تعریف شده است، نشان می‌دهد شرایط اضطراری است و در نتیجه تقاضا می‌گردد تا سیستم با شرایطی که فوق توان وی است خود را تطبیق دهد. برای سیستم یک تابع کارایی (یا یک تابع خطا) در نظر گرفته‌ایم که در هر لحظه کارایی (یا خطای) سیستم را نمایش می‌دهد. اکنون می‌توان کاهش‌ی بودن دنباله‌ی کارایی‌های سیستم (یا افزایشی بودن دنباله‌ی خطاهای سیستم) را استرس‌زا دانست، البته با این شرط که این دنباله از الگوی مشخصی پیروی کند. صرف کاهش بودن دنباله، نمی‌توان شرایط را استرس‌زا دانست، زیرا ممکن است اوضاع کاملاً در کنترل بوده و خرابی به صورتی کنترل شده و با سرعتی کم در حال گسترش باشد. برای مثال می‌توان به آتشی اشاره کرد که مهار گردیده است اما قابل خاموش کردن نمی‌باشد. در این وضعیت میزان سوختگی ساختمان‌ها در حال

باشد (تا کنون فاجعه رخ داده توسط عامل‌ها کنترل و مهار نگردیده باشد) استرس رخ خواهد داد و نیروهای پلیس بر اساس تجربه موجود به نواحی مختلف اعزام می‌گردند.

۵-۳- نتایج آزمایش‌ها

ساختار پیشنهادی، ساختاری الحاقی است. در اینجا نیز ساختار ارائه شده به کد تیم Impossible دانشگاه صنعتی شریف اضافه گردیده است. معیار ارزیابی عملکرد سیستم را امتیاز نهایی در نظر گرفته‌ایم. گرچه این معیار از نظرات متفاوتی من جمله مسابقه‌ای بودن محیط نجات معیار مناسبی است اما مطمئنا نخواهد توانست دو سیستم عادی و عاطفی پیاده‌سازی شده را مورد قیاسی دقیق قرار دهد. دلیل این امر این است که امتیاز به عوامل بسیاری چون کارایی عامل‌های آتش‌نشان و امداد و نجات بستگی دارد. به عنوان مثال، راه دسترسی به آتشی مهم توسط پلیس به خوبی تشخیص داده شده و باز گردیده است اما آتش‌نشان‌ها به خاموش کردن آن آتش نمی‌پردازند. شاید بهترین راه مقایسه این دو روش بررسی حرکات و تصمیمات عامل‌های پلیس در زمان اجرا و سریع‌تر باز شدن راه‌های حیاتی مسدود باشد که البته در مورد اول تقریبا غیر قابل استناد و در مورد دوم ظاهرا سلیقه‌ای است و همچنین به دلیل مهم بودن نتیجه کلی کار در انتهای مسابقه ممکن است به راهی حیاتی در این لحظه اهمیت بیشتری بدهیم اما در پایان کار نتیجه چنین چیزی را نگوید. بنابراین روش‌های دیگر ارزیابی، نشدنی به نظر می‌رسند. به همین دلیل معیار مقایسه این روش‌ها را همان امتیاز نقشه در انتهای کار در نظر گرفته‌ایم.

جدول ۱: امتیازات بدست آمده از اجرای سیستم تصمیم‌گیری عادی و

عاطفی بر روی نقشه‌های مختلف

امتیاز سیستم تصمیم‌گیری عاطفی	امتیاز سیستم تصمیم‌گیری عادی	امتیاز سیستم
۶۶/۷۵	۶۰/۳۷	نقشه VC1
۶۹/۸۶	۶۹/۸۶	نقشه VC2
۴۱/۱۵	۳۳/۰۰	نقشه VC3
۵۹/۲۹	۵۸/۴۴	نقشه VC4
۴۱/۷۰	۴۲/۶۱	نقشه VC5
۳۹/۴۲	۳۵/۱۳	نقشه VC6
۴۹/۰۵	۴۸/۰۴	نقشه VC7
۵۷/۸۲	۵۶/۸۵	نقشه VC8
۷۳/۶۷	۶۶/۱۹	نقشه VC9
۸۹/۵	۸۸/۵	نقشه Kobe1
۷۴/۸۱	۷۲/۷۲	نقشه Kobe2
۲۲/۵	۲۲/۴	نقشه تصادفی کوچک

۵-۱- استخراج ویژگی‌ها

برای ذخیره‌سازی تجربه مربوط به اهمیت سلول‌ها (از نظر نیاز به نیروی پلیس) با مشورت با افراد خبره تیم امداد اقدام به استخراج ویژگی‌های "نیاز به نیروی پلیس" کرده‌ایم. این ویژگی‌ها عبارتند از: کسر ناشناختگی سلول، تعداد عامل‌های بلوک‌شده (در راه و زیر آوار)، اهمیت و هزینه بازکردن سه مهم‌ترین سگمنت.

به دست آوردن تعداد عامل‌هایی که در راه مسدود شده گیرافتاده‌اند دارای سربار زیادی بود که متاسفانه علی‌رغم سودمندی باورنکردنی و بسیار زیاد آن، تا زمان یافتن راهی با سربار کم برای این کار از آن چشم‌پوشی کردیم. سگمنت به راهی اطلاق می‌گردد که بین دو تقاطع یا بن‌بست قرار دارد. اهمیت سگمنت مسدود شده از فرمول ذیل به دست می‌آید: "مجموع آسیب‌دیدگی شهروندان × ضریب ۱ + میزان آتش × ضریب ۲ + وجود پناهگاه × ضریب ۳".

کسر ناشناختگی سلول نیز برابر نسبت تعداد ساختمان‌های رویت نشده به تعداد کل ساختمان‌ها است. هزینه بازکردن راه، جزئی از اطلاعات نقشه است و توسط شبیه‌ساز در اختیار عامل قرار می‌گیرد.

۵-۲- تعریف استرس

استرسی که در این پیاده‌سازی می‌تواند در سیستم رخ دهد استرس سراسری بوده که در صورت برآورده شدن شرط آن برای عامل‌های پلیس اتفاق خواهد افتاد و روند تصمیم‌گیری آن‌ها را تغییر خواهد داد. عواملی که شرایط استرس‌زا را تعریف می‌کنند عبارتند از:

- ناتوانی در ارسال فرمان برای عامل (timeout) در سیکل قبلی
- شیب تغییرات اهمیت سلول
- میزان ناشناختگی سلول در زمان
- شیب تغییرات ناشناختگی سلول

برای رخ دادن استرس در سیستم و تقاضا برای تصمیم‌گیری عاطفی باید از سیکل بیستم شبیه‌سازی گذشته باشیم و از رخ دادن استرس قبلی حداقل ۲۵ سیکل گذشته باشد. دلیل جلوگیری از رخ دادن استرس در زمانی پیش از سیکل بیستم عدم وجود اطلاعات مناسب و کامل از نقشه در این خلال است. در واقعیت حتما باید در همان سیکل چهارم که عوارض مسدود شدن راه‌ها، تخریب و آتش‌سوزی ساختمان‌ها و صدمه دیدن شهروندان و عامل‌ها بر روی نقشه پدیدار می‌گردند استرس رخ دهد. اما حتی اگر با شرایط کنونی محیط نجات استرس رخ دهد، به دلیل عدم وجود تصویری نسبتا کامل از شهر، امکان تصمیم‌گیری وجود ندارد. در مدت این ۲۰ سیکل، عامل‌ها علاوه بر انجام کار خود به جستجوی محیط و کامل کردن مدل خود از دنیا می‌پردازند. امیدواریم در سیکل بیستم تصویر عامل‌ها از دنیای زلزله‌زده نسبتا شفاف و کامل باشد. اکنون اگر در سیکل بیستم، این اطلاعات به حد مطلوبی رسیده باشد و محیط هم هنوز استرس‌زا

عملکرد مناسبی داشته باشند می‌توانند تأثیری بسزا در امتیاز نهایی داشته باشند که در سیستم عاطفی نیز همین گونه می‌شود. در اجرای سیستم عاطفی بر روی این نقشه، اولویت دادن پلیس‌ها به راه‌های مسدود اطراف آتش‌های مهم و شهروندان زیر آوار باعث می‌گردد تا دو آتش‌سوزی (از چهار آتش‌سوزی نقشه) که در گوشه سمت راست پایین و سمت راست وسط نقشه قرار دارند در همان ابتدای امر به زیبایی مهار گردیده و خاموش شوند. این امر باعث می‌شود تا میزان آتش‌سوزی نقشه در انتهای کار یک سوم کمتر بوده و شهروندان بسیاری نجات یابند. نتیجه این امر بیش از ۸ امتیاز است که در سیستم عاطفی حفظ می‌گردند در حالیکه در سیستم قدیمی امتیاز ۳۳ به دست می‌آید. برای اطلاعات بیشتر به شکل ۲ و شکل ۳ مراجعه کنید.

۶- نتیجه‌گیری و کارهای آتی

در این مقاله روشی برای مدل کردن استرس و تصمیم‌گیری هوشمندانه در شرایط اضطرار معرفی گردید. در این روش که آن را تصمیم‌گیری اضطراری نامیدیم بخش تصمیم‌گیری اضطراری به سیستم تصمیم‌گیری عادی عامل اضافه می‌گردد و در شرایط استرس‌زا عامل را قادر می‌سازد تا با نحوه تفکر جدیدی که از انسان الهام گرفته شده است با روشی مطمئن‌تر (که پیش از این امتحان خود را داده است و کارایی آن تجربه شده است) تصمیم‌گیری نماید. این روش در قیاس با روش‌های عادی تصمیم‌گیری دو مزیت عمده دارد. مزیت اول در تصمیم‌گیری سریع و مطمئن در زمان‌های بروز بحران خلاصه می‌شود. به هنگام بروز بحران در سیستم نیاز داریم تا برای کاهش عمق فاجعه هر چه سریع‌تر تصمیم بگیریم. این تصمیم کلی و راضی‌کننده است ولی لزوماً بهترین تصمیم ممکن نیست. اما در عوض زمان را از دست نمی‌دهیم، فاجعه گسترش نیافته و غیر قابل مهار نمی‌گردد. همچنین تصمیم اتخاذ شده تصمیمی مطمئن است. به عبارت دیگر از نتیجه آن تا حد بسیار زیادی مطمئن هستیم. این اطمینان نقش خاص و ویژه‌ای در شرایط اضطرار دارد. در چنین شرایطی، ریسک کردن چندان عاقلانه نیست زیرا تصمیمی نادرست می‌تواند کاملاً فاجعه را غیر قابل مهار و کنترل سازد. مزیت دوم قابلیت تحمل خطای سیستم است که با اضافه کردن این بخش ایجاد شده است. بسیار محتمل است که در زمان بروز بحران، بسیاری از منابع آسیب دیده و از مدار خارج گردند. سیستم باید به گونه‌ای طراحی و پیاده‌سازی شده باشد که در چنین شرایطی متوقف نگردد و بتواند خطای رخ داده و کاستی منابع را تحمل کند. در سیستم پیشنهادی تا جایی که منابع کافی در اختیار سیستم باشند، سیستم به کار خود به صورت عادی و عاطفی ادامه می‌دهد. شکست منابع را نیز می‌توان برای سیستم استرس‌زا تعریف کرد. حال به محض شکست برخی از منابع، سیستم دچار استرس گردیده و به تصمیم‌گیری عاطفی روی می‌آورد. این امر یا به دلیل تعریف استرس‌زا بودن شکست منابع است و یا به دلیل افت کارایی سیستم و در نتیجه عملکرد بد سیستم است. واضح

جدول ۱، نتایج حاصل از اجرای هر دو سیستم تصمیم‌گیری عادی و عاطفی را بر روی نقشه‌های مختلف نشان می‌دهد. همانطور که در نتایج مشاهده می‌کنید در تمام موارد به استثنای نقشه VC5 امتیاز سیستم عاطفی از سیستم عادی بالاتر است. بطور متوسط امتیازات سیستم عاطفی بیش از ۲/۶ واحد از سیستم عادی بهتر هستند.



شکل ۲: نقشه VC3، سیستم عادی، امتیاز نهایی ۳۳



شکل ۳: نقشه VC3، سیستم عاطفی، امتیاز نهایی ۴۱/۱۵

پایین‌تر بودن امتیاز نقشه VC5 در سیستم عاطفی نسبت به سیستم عادی به دلیل عملکرد نامناسب آتش‌نشان‌ها در انتخاب آتش‌سوزی بااهمیت‌تر است. در سیستم قدیمی به علت مسدود بودن راه‌ها به سمت یکی از آتش‌سوزی‌ها، برای انفای حریق آتش‌نشان‌ها تنها یک گزینه پیش رو دارند. این در حالی است که در سیستم جدید به علت عملکرد مناسب پلیس در بازکردن راه‌های مسدود منتهی به آتش‌سوزی دیگر، اینک آتش‌نشان‌ها قادرند تا هر یک از دو آتش‌سوزی موجود را انتخاب و به خاموش کردن آن بپردازند. این حق انتخاب به دلیل اشتباه آتش‌نشان‌ها در اولویت دادن به آتش کم‌اهمیت‌تر به ضرر آن‌ها تمام شده و باعث می‌شود تا امتیاز نهایی کاهش یابد. در VC3 بهترین نتیجه را داریم. راه‌های این نقشه نسبتاً مسدود است و به دلیل وجود نیروی پلیس به میزان کافی، در صورتی که نیروهای پلیس

مراجع

- [1] Damasio, A. *Descartes's Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*, Rockefeller University Press, New York, United States. 1994..
- [2] Haratizadeh, S., Bagheri Shouraki, S. and Halavati, R., "Emotional Behavior: A Resource Management Approach", *Adaptive Behavior*, Vol. 14, No. 4, pp. 357-380, 2006.
- [3] Klein, G. *The current status of naturalistic decision making framework*. Decision Making under stress: Emerging themes and applications, R. Flin, E. Salas, M. Strub and L. Martin, (Eds.), pp. 13-25, Ashgate Publishing Ltd, United Kingdom, 1997.
- [4] Klein, G., Orasanu, J., Calderwood, R. and Zsombok C., *Decision Making in Actions: Models and Methods*, Ablex Publishing Corp., New Jersey, United States, 1993.
- [5] Sinha, R. *Impact of Experience on Decision Making in Emergency Situation*, 2005, 2005, <http://epubl.ltu.se/1402-1781/2005/15/index.html>.
- [6] Flin, R., Salas, E., Strub M. and Martin, L. *Decision Making under Stress: Emerging Themes and Applications*. Ashgate Publishing Ltd., United Kingdom, 1997.
- [7] Klein, G. *A recognition-primed decision model of rapid decision making*, In Decision Making in actions: models and methods, Klein et al. eds. Ablex Publishing Corp, United States, pp. 139-147, 1993.
- [8] Hutchins, S., "Principles for Intelligent Decision Aiding", <http://www.spawar.navy.mil/sti/publications/pubs/tr/1718/tr1718.pdf>, 1996.
- [9] Kaempf, G. L. and Militelo, L. G. "Decision Making in Emergencies", First Offshore Installation Management Conference: Emergency Command Responsibilities Collected Papers, Aberdeen, Scotland, 1992.
- [10] Orasano, J. and Connolly, T. "The Reinvention of Decision Making." In G. A. Klein, J. Orasano, R. Calderwood, and C. E. Zsombok (Eds.), *Decision Making in Action: Models and Methods*. Ablex Publishing Corporation. Norwood, NJ, 1993.
- [11] Federico, P. A. *Expert and Novice Recognition of Similar Situations*, *Human Factors*, 37 (1), pp. 105-122, 1995.

زیر نویس ها

- 1 Frontal-lobe
- 2 Naturalistic Decision Making
- 3 Analytical method
- 4 Situation assessment
- 5 Real-time
- 6 Recognition-Primed Decision model
- 7 Naturalistic Decision Making
- 8 Recognition-Primed Decision Model
- 9 Course of action
- 10 Mental simulation
- 11 Situation Awareness (SA)
- 12 Action selection
- 13 Stress Sensor
- 14 Emergency Decision Making

است که تصمیم‌گیری اضطراری به منابع پردازشی و حافظه بسیار کمتری نسبت به حالت عادی نیاز دارد. در نتیجه سیستم قادر خواهد بود با کارایی مشخصی به کار خود ادامه دهد. توجه داشته باشیم که این کارایی در حد کارایی شرایط نرمال نیست، البته منابع موجود نیز در حد منابع موجود در شرایط نرمال نیستند. اما کارایی به دست آمده با توجه به منابع موجود، کارایی مناسبی است. حتی اگر برخی شکست‌ها در سیستم پیش‌بینی نشده باشند باز هم سیستم به هنگام بروز خطا کارایی خود را تا حد مشخصی حفظ می‌کند. این عمل بدین صورت انجام می‌شود که به دلیل شکست برخی منابع، کارایی سیستم کم شده، عملکرد سیستم بد شده و در نتیجه استرس رخ می‌دهد. رخ دادن استرس باعث می‌گردد که تا زمان کنترل نسبی شرایط، سیستم به تصمیم‌گیری اضطراری روی آورد. پس از گذشت زمان و کنترل شرایط، سیستم به حالت تصمیم‌گیری نرمال برمی‌گردد که اگر شرایط شکست همچنان پابرجا باشد دوباره همین سناریو تکرار می‌شود. بدین ترتیب مشاهده می‌کنیم که سیستم پیشنهادی به خوبی خود را با شرایط محیطی تطبیق می‌دهد. البته اهمیت این تطبیق در جامع بودن و قابلیت تعمیم آن به کلیه موارد شکست است؛ حتی اگر این موارد از قبل پیش‌بینی نگردیده باشند.

اگر نتایج به طور متوسط بیش از ۲/۶ امتیاز بهبود نیافته‌اند دو دلیل وجود دارد. مهم‌تر از همه موارد اینکه در سطح شش تیم اول مسابقات شبیه‌سازی امداد و نجات افزایش ۲/۶ امتیازی افزایش قابل توجهی است. علت دوم این که تصمیم‌گیری اضطراری تنها چند مرتبه (در حدود ۴ یا ۵ مرتبه) از ۳۰۰ مرتبه کار تصمیم‌گیری را بر عهده دارد در حالیکه در بقیه این موارد این تصمیم‌گیری عادی است که کنترل سیستم را عهده‌دار است. تصمیم‌گیری عاطفی تنها در شرایط استرس‌زا و زمانی که عملکرد و کارایی سیستم افت می‌کند به کنترل سیستم می‌پردازد. دلیل سوم اینکه تصمیم‌گیری عاطفی، تصمیمات کلی می‌گیرد و برای اجرای محلی این تصمیمات دوباره این سیستم عادی است که وارد عمل می‌شود. بنابراین کارایی سیستم عادی در تصمیم‌گیری‌هایی با فضای وضعیت کوچک مستقیماً کارایی تصمیم‌گیری عاطفی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و پایین بودن این کارایی می‌تواند بهترین تصمیمات اتخاذ شده توسط سیستم عاطفی را خنثی کند.

نمونه پیاده‌سازی شده از مدل پیشنهادی، نمونه جامعی نیست و کلیه حالات مدل را پوشش نمی‌دهد. این امر به این دلیل است که این مدل برای کاربرد خاصی پیاده‌سازی گردیده و سعی در پوشش نیازمندی‌های خاص آن مساله را داشته است. بر این هستیم تا نمونه کاملی از مدل را در محیط شبیه‌سازی امداد و نجات (به طوری که غالب تفکر برای کلیه عامل‌ها از همین مدل باشد) و همچنین محیط‌های شبیه‌سازی دیگر و با استفاده از روش‌های دیگر ذخیره‌سازی و بازیابی تجربه (چون پایگاه قوانین فازی و AFIS) پیاده‌سازی کنیم.