روشي نوين براي مدلسازي و برنامه ريزي فعاليت هاي گروهي بشري در فضا – زمان

علي رضا وفائي نژاد[i]; علي اصغر آل شيخ[ii]; محمدرضا ملک[iii]; روزبه شاد[iv]؛ مهدي نشاط[v]

چكيده

انسان موجودي اجتماعي است كه بسياري از فعاليت هايش در همكاري با ساير افراد و به صورت گروهي انجام مي‌شود. انجام اين فعاليت ها هم به مكان و هم به زمان وابسته مي باشند. بنابراين براي تمامي عملكردها و ساير مواردي كه در چرخه مديريت بهينه فعاليت هاي گروهي بشري و چگونگي همكاري بين آنها بكار گرفته مي‌شوند، بايد هر دو جنبه مكان و زمان را با هم در نظر داشت. در اين پژوهش تلاش شده كه با مدلسازي مكاني - زماني فعاليت هاي گروهي بشري راهي براي افزايش راندمان انجام فعاليت هاي دسته جمعي انسانها ارائه نمايد. بدين منظور تئوري هاگرستراند را به عنوان مبناي مدلسازي در نظر گرفته و آنرا با استفاده از برنامه ريزي ابتكاري گسترش داده و در پايان، مدلي جديد براي مدلسازي فعاليت هاي گروهي بشري در بستر مكان و زمان ارائه كرده است. مدل پيشنهادي قابل پياده سازي در سيستمهاي اطلاعات مكاني بوده و باعث حل مسائل چندبعدي در فضاي متناسب خود مي‌شود. براي مشخص شدن كارايي مدل، فعاليت هاي دو گروه زنده يابي و آواربرداري از گروه هاي كاري امداد و نجات زلزله به دو صورت معمولي و در قالب مدل، شبيه سازي و ارزيابي شد. ميانگين نتايج، بهبود ۱۸/۸۳ درصدي كارايي گروه ها در صورت استفاده از مدل را نشان مي‌دهند.

كلمات كليدي

مدلسازي فضا زمان - فعاليت هاي گروهي - نظريه هاگرستراند – سيستمهاي اطلاعات مكاني.

New Approach for Modeling and Planning Team Activities in Space-Time

A.R. Vafaeinezhad.; A.A. Alesheikh.; M.R. Malek.; R. Shad.; M. Nesht

ABSTRACT

Humans are social creatures who interact with others in doing their activities. The social activities occur in space and time. Therefore, a proper model of human activities must consider the two dimensions of space and time simultaneously. This paper attempts to model human activities in spatio-temporal domain to improve the efficiency of group activities. For this purpose, Hagerstrand theory is evaluated and extended for managing human team activities in space and time. The suggested model can be implemented in a Geospatial Information System and helps resolving multidimensional problem in their proper environment. To assess the proposed model, activities of two teams: life-detection and collapse lifting in two forms of normal and simulation were assessed. The proposed strategy improved the activities by a factor of 18.83.

[i] دانشجوي دكتري GIS دانشكده مهندسي نقشه برداري - دانشگاه صنعتي خواجه نصيرالدين طوسي- Email: vafaei@alborz.kntu.ac.ir
[ii] دانشيار دانشكده مهندسي نقشه برداري - دانشگاه صنعتي خواجه نصيرالدين طوسي- Email: alesheikh@kntu.ac.ir
[iii] استاديار دانشكده مهندسي نقشه برداري - دانشگاه صنعتي خواجه نصيرالدين طوسي- Email: mrmalek@kntu.ac.ir
[iv] دانشجوي دكتري GIS دانشكده مهندسي نقشه برداري - دانشگاه صنعتي خواجه نصيرالدين طوسي- Email: rouzbeh_shad@yahoo.com
[v] كارشناس ارشد كامپيوتر - دانشگاه آزاد اسلامي مشهد- Email: neshat_mehdi@yahoo.com

KEYWORDS

Spatio-Temporal modeling, Group activities, Hagerstrand theory, Geospatial Information System.

۱- مقدمه

زندگي انسانها از فعاليت هاي مختلفي مانند كار، روابط خانوادگي، معاشرت هاي اجتماعي، خريد، سرگرمي، مسافرت و فعاليت هاي دسته جمعي تشكيل شده است. اين فعاليت ها را مي‌توان از ديدگاه هاي متفاوتي مورد بررسي قرار داده و آنها را به اشكال مختلفي تقسيم بندي نمود. تقسيم بندي فعاليت ها به فعاليت هاي ثابت و انعطاف پذير و يا تقسيم بندي آنها به فعاليت هاي فيزيكي و مجازي مي‌توانند نمونه‌اي از اين قبيل تقسيم بندي ها بشمار آيند [۲۰]. به هر شكل كه فعاليت هاي انسانها دسته بندي شوند دريافته خواهد شد كه تمامي آنها در مكانهايي مشخص و زمانهايي خاص انجام مي‌شوند. به عبارت ديگر فعاليت هاي بشري را مي‌توان فعاليت هايي مكاني-زماني محسوب كرد [۱۵]. بنابراين مدلسازي فعاليت هاي انسانها بايد هر دو جنبه مكان و زمان را شامل شود.

تاكنون تحقيقات فراواني در زمينه مدلسازي فعاليت هاي بشري در زمان و مكان انجام شده اما گستردگي بسيار زياد موضوع نياز به تحقيقات بيشتر در اين زمينه را محسوس كرده است [۲۰]. علاوه بر اين، اغلب تحقيقات انجام شده، فعاليت هاي انسانها را بصورت منفرد مورد بررسي قرار داده اند [۸][۱۲][۱۴][۱۵]، در حاليكه انسان موجودي اجتماعي بوده و برخلاف اينكه برخي از فعاليت هايش جنبه فردي و خصوصي دارد بسياري ديگر از فعاليت هايش در همكاري با ساير افراد صورت خواهد پذيرفت. موارد ياد شده باعث گرديده است تا نحوه تعامل بين فعاليت هاي بشري در قالب يک يا چند گروه و مديريت بهينه آنها در زمان - مكان همچنان به عنوان يک موضوع باز براي انجام تحقيقات آتي باقي مانده و نيازمند توسعه و ارائه مدلهايي جديد باشد.

در تحقيق حاضر تلاش گرديده است تا پس از بررسي روشهاي موجود، فعاليت هاي افرادي كه در قالب يک يا چند تيم با همديگر همكاري مي‌كنند تا به اهداف خود دست يابند بصورت زماني و مكاني مدلسازي گرديده، چارچوبي جديد و چندبعدي براي مديريت بهينه آنها ارائه شود. بدين منظور روشهايي كه مي‌توانستند براي مدلسازي فعاليت ها مورد استفاده قرار گيرند از قبيل؛ جداول و درختهاي تصميم گيري [۶]، نظريه بازيها [۱۷]، مدلهاي شبكه [۱۰]، برنامه ريزي خطي و برنامه ريزي غير خطي [۱۹]، برنامه ريزي پويا [۱۹]، زنجيره هاي ماركف [۱۱]، مدلهاي زمانمند [۱۶]، تئوري صف [۱۳]، مدلهاي شبيه سازي [۵] (هوش مصنوعي، برنامه ريزي ابتكاري، شبيه سازي سيستم ها و شبيه سازي مونت كارلو)، سيستم هاي پشتيبان تصميم گيري [۱۸]، سيستم هاي خبره [۷] و تئوري هاگرستراند [۸] مورد مطالعه قرار گرفتند.

در بين مدلهاي گفته شده قابليت هاي مكاني - زماني تئوري هاگرستراند به همراه امكان نمايش گرافيكي فعاليت ها بصورت ساده و كاربردي باعث شد تا اين تئوري به عنوان مبناي مدلسازي در تحقيق مورد استفاده قرار گرفته و با توسعه آن مدلي جديد براي برنامه ريزي و مدلسازي در فضا – زمان فعاليت هاي گروهي انسانها بصورت پويا پيشنهاد شود. كارايي مدل با شبيه سازي فعاليت هاي دو گروه زنده ياب و آواربردار از تيم هاي امداد و نجات زمين لرزه، مورد ارزيابي و تاييد قرار گرفت. پياده سازي مدل روي دو گروه ياد شده بدليل قرار داشتن ايران روي كمربند زمين لرزه آلپ - هيماليا و خسارات ناشي از وقوع آن قابل درک است.

۱-۱- مدلسازي فعاليت ها در فضا-زمان

مدل موجود در پژوهش حاضر نمايشي از واقعيت و صورت ساده شده آن است. مدلها را مي‌توان به چهار گروه مدلهاي شمايلي، مدلهاي قياسي، مدلهاي رياضي و مدلهاي توصيفي تقسيم بندي كرد[۹] . مدل شمايلي مدلي است كه از حداقل نمايش برخوردار بوده و داراي مقياسي متفاوت از سيستم اصلي مي‌باشد. سيستم اتومبيل يا خط توليد نمونه هايي از مدلسازي شمايلي هستند. مدلهاي قياسي مانند نمودارها يا ماكت يک ساختمان خود واقعيت نيستند ولي مشابه آن رفتار مي‌كنند. مدلهاي رياضي با استفاده از معادلات، نامعادلات و فرمولهاي رياضي واقعيت را خلاصه مي‌كنند. مدلهاي توصيفي نيز موارد را آنگونه كه بوده تشريح مي‌كنند [۴].

مدير گروه براي مديريت افراد تحت فرمان خود با ديدن فعاليت‌هاي آنها بصورت گرافيكي (مدلسازي قياسي) بهتر خواهد توانست تصميم گيري هاي لازم را انجام دهد. اما بسياري از مواقع پيچيدگي ارتباطات موجود بين افراد را نمي‌توان بصورت قياسي نمايش داده و تنها با استفاده از علايم و مدلهاي رياضي يا با روشهاي ابتكاري مي‌توان تجزيه و تحليلهاي لازم را به عمل آورد. بنابراين در تحقيق حاضر و

براي مدلسازي فعاليت هاي گروهي افراد در زمان و مكان، تصميم گرفته شد تا از هر دو نوع مدل قياسي و ابتكاري بصورت تركيبي استفاده شود.

در سال ۱۹۷۰، تورستن هاگرستراند تئوري را ارايه نمود كه امكان مدلسازي فعاليت هاي بشري بصورت مكاني - زماني همچون مدلسازي قياسي و همچنين، قابليت نمايش گرافيكي فعاليت ها بر روي محورهاي زمان و مكان را دارا بود [۸]. بسياري از محققين از آن زمان تاكنون از تئوري ياد شده براي مدلسازي فعاليت هاي مختلف بشري در مكان و زمان استفاده كرده اند. با دقت در اين تحقيقات نگرش متفاوت به نوع و جنبه فعاليت هاي بشري و چگونگي استفاده از اين تئوري جهت مدلسازي آشكار خواهد بود [۱۲] [۱۴] [۱۵] [۲۰].

اما اين تئوري در رويارويي با پديده هاي پويا دچار مشكل مي‌شود. به عنوان نمونه در صورتيكه تعداد افراد گروه در زمانهاي مختلف تغيير كند تئوري گفته شده امكان مدلسازي آنها را نخواهد داشت. اينجاست كه نياز به مدلهاي رياضي يا برنامه ريزيهاي ابتكاري بيشتر نمايان خواهد شد. در تحقيق حاضر نيز تلاش شده كه علاوه بر نمايش گرافيكي فعاليت هاي افراد در زمان و مكان، پويايي مدلسازي حفظ شود.

۱-۲- تئوري هاگرستراند

در تئوري هاگرستراند به همان اندازه كه مكان انجام فعاليت‌ها در مدلسازي مورد توجه گرفته زمان انجام فعاليت ها نيز مورد توجه قرار مي‌گيرد. با استفاده از اين تئوري مي‌توان فعاليت هاي افراد را بر روي محورهاي مكان و زمان به صورت گرافيكي نمايش داد. اين نمايش علاوه بر سادگي، انعطاف پذير بوده و به راحتي قابل فهم خواهد بود[۸].

هاگرستراند براي اين منظور دو محور عمود بر هم پيشنهاد نمود به نحوي كه محور x مكان و موقعيت فعاليت را نشان مي‌داد و محور y زمان انجام فعاليت را به نمايش مي‌گذاشت. اين تئوري علاوه بر استفاده در تحقيقات مختلف، توسط محققين گسترش يافته است. آنان به اين تئوري مفاهيم جديدي اضافه كرده و باعث تكميل تر شدن آن گرديدند كه از جمله مهمترين آنها مي‌توان به مسير فضا-زمان، ايستگاه در فضا-زمان، مجموعه مسيرهاي فضا-زمان، مخروط (منشور) فضا-زمان (Space Time Prism) و ستونهاي عمودي اشاره كرد [۱۵][۱۴][۱۲].

۲- چارچوبي در فضا – زمان براي مديريت امداد و نجات

در اين قسمت از تئوري هاگراسترند استفاده شده و آن را براي كمك به مديريت فعاليت هاي امداد و نجات پس از حادثه زمين لرزه توسعه مي‌دهد. از آنجا كه فعاليت هاي تيم هاي امداد و نجات زمين لرزه وسيع بوده و نمي‌توان جزئيات همه فعاليت هاي مرتبط با آن را در اين تحقيق مورد بررسي قرار داد، بنابراين با توجه به اهميت فوق العاده فعاليت هاي دو تيم زنده يابي و آواربرداري، چارچوبي در فضا و زمان براي كمك به مديريت فعاليت هاي اين دو تيم ارائه مي‌شود.

فعاليت‌هاي تيم زنده ياب را مي‌توان در سه گروه جستجوي زنده يابي، نشانه گذاري و نجات افراد زير آوارمانده تقسيم بندي نمود [۲]. سرفصلهايي كه در زمان ورود يک تيم آوار بردار به آنها توجه مي‌شود نيز به ترتيب تهيه كروكي اوليه، تعيين ذخيره گاه براي آوارهاي برداشت شده، تعيين مكاني خاص براي نگهداري اجساد، تعيين مكاني خاص براي نگهداري مجروحان، ايمن سازي منطقه عملياتي با قطع برق و آب و گاز، ثبت تعداد مجروحين و اجساد و آواربرداري مي-باشند. [۳].

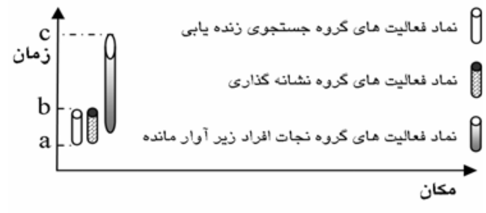
۲-۱- بهبود عملكرد تيم هاي امدادگر در فضا-زمان

همكاري بين فعاليت هاي تيم هاي امداد و نجات در مكان و زمان براي دستيابي به مديريت بهينه تيم ها الزامي است. بنابراين علاوه بر درنظر گرفتن پارامتر زمان، نقشه منطقه آسيب ديده (پارامتر مكان) نيز بايد وجود داشته باشد. در عمليات امداد و نجات تهيه نقشه منطقه آسيب ديده بعنوان يكي از اقدامات قبل از سانحه (مرحله پيشگيري و آمادگي) محسوب مي‌شود [۱]. بنابراين در اينجا فرض بر اين است كه نقشه ياد شده قبل از وقوع حادثه تهيه شده و وجود دارد. همچنين فرض شده كه منطقه داراي نقشه آسيب پذيري مانند نگاره ۱ است كه در آن؛ منطقه به سه قسمت تخريب بالا، متوسط و كم تقسيم بندي شده است.

نگاره (۱): نقشه آسيب پذيري منطقه شبيه سازي شده

پس از مشخص شدن مكان انجام عمليات و ميزان تخريب هر منطقه، بايد انواع فعاليت هاي تيم هاي امداد و نجات

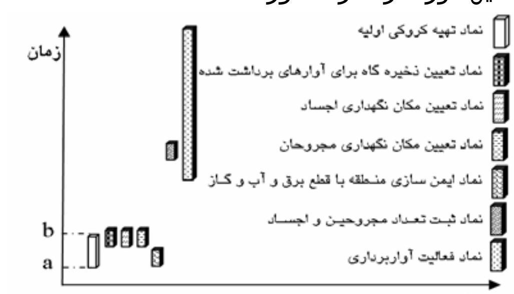
براساس درجه اهميت و ميزان انعطاف پذيري مورد بررسي قرار گرفته و پس از آن بر روي نگاره هاي مكان و زمان مدلسازي شوند. در اين راستا و به عنوان اولين مرحله، سه فعاليت تيم زنده ياب با استفاده از مدلسازي ستونهاي عمودي تئوري هاگرستراند بر روي دو محور زمان و مكان تقسيم بندي شده و نمايش داده شده اند (نگاره ۲).



نگاره (۲): بررسي فعاليت هاي تيم زنده ياب در زمان و مكان

در مدل گفته شده مدت زمان a طول كشيده است تا گروه جستجو زنده يابي با توجه به شرايط خاص منطقه به محل رسيده و فعاليت خود را شروع كند. حال اين گروه با توجه به ميزان تخريب منطقه تا مدت زمان b فرصت خواهد داشت تا جستجوي زنده يابي را انجام دهد. همزمان با عمل كاوش زنده يابي نشانه گذاري نيز بايد انجام شود و پس از شروع مرحله نشانه گذاري نجات افراد زير آوار مانده اولويت بعدي خواهد بود. در صورتيكه فعاليت هاي تيم زنده ياب بصورت معمولي انجام پذيرد سه گروه مجزا كه هر كدام از آنها تنها يک وظيفه به عهده داشته و در حين انجام وظيفه خود نخواهند توانست به كمک ساير گروه ها بروند مورد نياز خواهند بود. اما با استفاده از مدلي كه در نگاره فوق آورده شده، افراد در حين انجام وظيفه خود و يا پس از اتمام آن خواهند توانست به كمک ساير گروه ها رفته و به پايان فعاليت آنان كمک كنند.

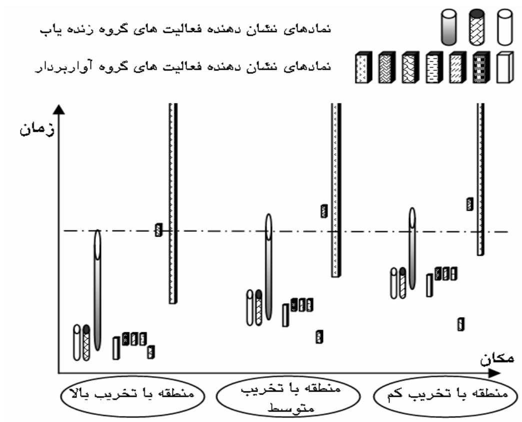
دومين تيمي كه فعاليت هاي اعضاي آن مورد بررسي قرار خواهد گرفت تيم آواربردار است كه بر روي دو محور زمان و مكان بنحوي مدل مي شوند كه اولويت هاي فعاليت ها حفظ شود. اين مورد در نگاره ۳ آورده شده است.



نگاره (۳): بررسي فعاليت هاي تيم آواربردار در زمان و مكان

در اين نگاره مدت زمان a طول كشيده است تا اعضاي گروه تهيه كروكي اوليه با توجه به شرايط خاص منطقه در محل حاضر شده و فعاليت خود را شروع كنند. اين گروه تا مدت زمان b فرصت خواهد داشت تا فعاليت خود را به اتمام برساند. همزمان با عمل تهيه كروكي بايد ايمن سازي منطقه عملياتي با قطع برق، آب و گاز نيز انجام شود. فعاليت هاي بعدي كه بايد انجام شوند تعيين ذخيره گاه براي آوارهاي برداشت شده، تعيين مكاني خاص براي نگهداري اجساد و تعيين مكاني خاص براي نگهداري مجروحان خواهند بود كه براي انجام آنها براساس مدل، از نفراتي كه ايمن سازي منطقه عملياتي را انجام داده اند نيز مي‌توان استفاده كرد.

مدلهاي مكاني - زماني ارائه شده، زماني به واقعيت نزديكتر خواهند بود كه بتوان فعاليت هاي تيم ها را بصورت با هم در مناطق مختلف آسيب ديده مدلسازي نمود. (نگاره ۴).



نگاره (۴): مديريت گروه هاي زنده ياب و آواربردار، در مكان-زمان

در مدل ياد شده، اگر تعداد كارهاي موجود در لحظه t با J(t) نشان داده شود و به ازاي فاصله زماني داده شده [a,b] تعداد متوسط كارها $\bar{J}$ تعريف گردد رابطه (۱) برقرار خواهد بود:

$$\bar{J} = \frac{1}{b-a}\int_a^b J(t)dt \qquad (۱)$$

به عبارت ديگر $\bar{J}$ متوسط زماني تابع $J(t)$ است. بر اين اساس، در زمان صفر n كار موجود بوده و $J_{(۰)} = n$ خواهد بود. در اينحالت تا زمان $F_{(۱)} = t_{(۱)}$ كه اولين كار توالي تكميل مي‌شود هيچ تغييري در $J(t)$ بوجود نمي آيد. در اين لحظه $J(t)$ به $n-۱$ كاهش يافته و تا تكميل دومين كار موجود در توالي كه در زمان $F_{(۲)} = t_{(۱)} + t_{(۲)}$ رخ مي‌دهد، $J(t)$ در همين سطح باقي خواهد ماند. اگر اين روش ادامه داده شود مشاهده مي‌شود كه $J(t)$ تابعي با كاهش گام به گام در فاصله $[۰, t_۱+t_۲+...+t_n]$ خواهد بود. البته بايد توجه داشت كه $F_{max} = t_۱ + t_۲ + ... + t_n$ است كه مستقل از ترتيب انجام كارها مي‌باشد. شايان گفتن است كه در انجام كارها بايد اولويت آنها

نيز در نظرگرفته شود. از اين رو در فاصله $[\cdot, F_{max}]$ رابطه (۲) درست خواهد بود:

$$\bar{J} = \frac{1}{F_{\max}}\{nt_{[1]} + (n-1)t_{[2]} + ... + 2t_{[n-1]} + t_{[n]}\} \qquad (۲)$$

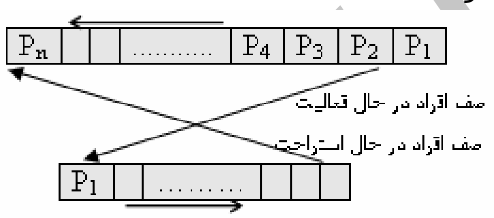
در رابطه (۲) مجموع مقادير داخل آكولاد سطح زيرمنحني تابع $J(t)$ است كه به صورت نوارهاي عمودي نشان داده مي‌شود. از اين رو $\bar{J} = A / F_{\max}$ خواهد بود.

بر اساس مدل گفته شده اولين فعاليت تيم زنده ياب به گروه‌هاي جستجوي زنده يابي و نشانه گذاري در منطقه با تخريب بالا تعلق گرفته است. در حين اجرا و يا پس از اتمام فعاليت اين گروه ها، اعضاي آنها خواهند توانست با توجه به شرايط منطقه، نوع تخصص و اهميت فعاليت هاي باقيمانده، به هر كدام از فعاليت هايي كه در جريان بوده و بالاي خط ترسيم شده باشند ملحق شده و در اتمام سريعتر آن فعاليت ها نقش موثري ايفا كنند.

در مدل حاضر از انتهاي فعاليت گروهي كه وظيفه آنها نجات افراد زيرآوار مانده در منطقه تخريب بالا مي‌باشد خطي ترسيم شده است. اين خط بيانگر آن است كه با اتمام فعاليت گروه نجات افراد زير آوار مانده در منطقه تخريب بالا، اعضاي آن خواهند توانست بسته به ميزان خستگي از انجام فعاليت قبلي خود، ميزان انرژي مورد نياز فعاليت هاي باقيمانده، نوع تخصص، سوابق دوره هاي آموزشي و نياز منطقه ها در فعاليت هايي كه بالاي خط قرار دارند شركت كرده و در اتمام سريعتر آنها ايفاي نقش نمايند. تشخيص چگونگي تقسيم بندي افراد براساس مدل بر عهده مدير تيم امداد و نجات حاضر در منطقه است كه با اعضاي تشكيل دهنده گروه هاي ياد شده و تخصص هاي هر كدام از آنها آشنايي دارد.

مدل حاضر مي‌تواند بستر مفيدي جهت مديريت فعاليت هاي تيم هاي امداد و نجات زلزله محسوب شود. اين مدل، علاوه بر نمايش نحوه چيدمان فعاليت هاي افراد در مكان و زمان، امكان تغيير و جابجايي بهينه افراد بين گروه هاي مختلف را نيز ميسر مي‌سازد. به عنوان مثال نجات افراد زير آوار مانده عملياتي دشوار بوده كه با گذشت ساعاتي از انجام آن انرژي اعضاي گروه تحليل خواهد رفت. در اين حالت مدير تيم با استفاده از مدل و با ترسيم خطي عبوري از محور زمان در ساعت مورد نظر، براحتي خواهد توانست نفراتي از گروه هاي ديگر را جايگزين آنها نمايد. همچنين خواهد توانست ايشان را در فعاليت هاي ديگري كه بالاي خط ترسيمي بوده و انجام آنها نيازمند صرف انرژي زياد نيست تقسيم نمايد. اينكار باعث افزايش راندمان نفرات و بهبودي مديريت امداد و نجات خواهد شد.

مدل گفته شده در صورتي داراي كارايي مناسب خواهد بود كه شرح انجام كارها از پيش مشخص بوده و در حين انجام آنها فعاليت هاي پيش بيني نشده رخ ندهد و تعداد نفرات براي انجام فعاليت هاي گروه ها از قبل مشخص بوده و با گذشت زمان فرد يا افراد جديدي از بيرون به گروه هاي موجود اضافه نشوند. همچنين اضافه شدن نفرات به گروه ها با كاسته شدن آنها از گروه هاي ديگر به شكل جابجايي نفرات بين گروه ها ميسر خواهد بود. هر چند اين شرايط براي برخي فعاليت هاي گروهي بشري مهيا است اما برخي ديگر از فعاليت هاي گروهي انسانها به گونه اي انجام مي شوند كه تعداد افراد گروه ها از آغاز مشخص نبوده و با گذشت زمان نفرات جديدي به گروه ها اضافه خواهند شد. در اينحالت مدل حاضر دچار مشكل و بي نظمي مي‌شود. در اين تحقيق با استفاده از برنامه ريزي ابتكاري و دادن يک متغيير زماني به هر شخص مشكل اشاره شده برطرف شد. متغيير زماني فوق با توجه به نوع هر فعاليت بايد متفاوت درنظر گرفته شود، بنحوي كه فعاليت هايي كه انجام آنها مستلزم صرف انرژي زياد هستند مقدار كمتر و فعاليت هايي كه انجام آنها مستلزم صرف انرژي و دقت زياد نمي‌باشند مقدار بيشتري داشته باشند. در اينحالت با اتمام مدت زمان هر متغيير، فرد جديدي جايگزين نفر فعلي شده و نفر قبلي وارد صف استراحت كنندگان شده و يا با تشخيص مدير گروه فعاليت هاي ديگري كه مستلزم صرف انرژي زياد نيست را انجام خواهد داد.



نگاره (۵): الگوريتم مديريت ورود افراد بصورت پويا

۲-۲- ارزيابي عملي

با توجه به ماهيت تحقيق حاضر و نبودن امكان قرارگيري نگارندگان در شرايط واقعي امداد و نجات پس از زلزله، جهت ارزيابي عملي مدل ارائه شده، منطقه‌اي انتخاب و عملياتي مشابه شرايط واقعي در آن انجام شد. منطقه مورد مطالعه در محدوده اي به وسعت تقريبي نه كيلومتر مربع در فاصله پنج كيلومتري شهر مشهد در مسير شانديز انتخاب و به سه قسمت تخريب بالا، تخريب متوسط و تخريب كم تقسيم بندي گرديد. پس از وقوع زمين لرزه، پهنه بندي ميزان تخريب به صورت فازي

خواهد بود. اما به علت همگوني با پهنه بنديهاي رايج در تهيه نقشه هاي آسيب پذيري، مرزبندي پهنه ها بصورت شفاف و دقيق انجام شد.

در هر منطقه آوارهاي فرضي با توجه به ميزان تخريب به گونه اي ايجاد شدند كه بدون استفاده از ابزارهاي متداول آواربرداري و تنها توسط گروه آواربردار قابل جابجايي باشند. افراد شركت كننده در اين شبيه سازي نيز در قالب دو تيم زنده ياب و آواربردار سازماندهي شده و فعاليت هاي ايشان ارزيابي شد.

در عمليات نجات، فرض شد كه شرح انجام كارها از پيش مشخص بوده و در حين انجام آنها فعاليت هاي پيش بيني نشده رخ نخواهد داد. همچنين بعلت امكان پذير نبودن استفاده از افراد واقعي زير آوارمانده، از شش حيوان اهلي (گربه) بدين منظور استفاده شد كه از ميان اين حيوانات سه حيوان در منطقه تخريب بالا، دو حيوان در منطقه تخريب متوسط و يک حيوان در منطقه تخريب كم به گونه اي قرار گرفتند كه براي حيوانات خطري ايجاد نشده و همچنين اعضاي گروه جستجوي زنده يابي از مكان آنها اطلاعي نداشته باشند.

با توجه به شرايط مفروض و طي مرحله اول، امدادرساني به صورت معمولي صورت پذيرفت. در اين مرحله كليه نفرات براي انجام عمليات امداد و نجات به كار گرفته شدند. اين نفرات همزمان با هم بين مناطق تخريب بالا، متوسط و كم پخش شده و عمليات امداد و نجات در كل منطقه و بصورت همزمان با هم شروع شد. در اين مرحله نوع هر فعاليت، تعداد افراد مورد نياز براي انجام هر فعاليت، زمان شروع و خاتمه هر فعاليت، مدت زماني كه انجام هر فعاليت بطول انجاميده، مكاني كه هر فعاليت در آن انجام شده و نيز مسافت طي شده توسط افراد براي انجام هر فعاليت (بصورت كيفي) ثبت گرديد.

در مرحله دوم نحوه انجام فعاليت ها و چيدمان آنها براساس مدل ارائه شده در مقاله صورت پذيرفت. اطلاعات مربوط به انجام هر فعاليت مانند مرحله قبل ثبت شد تا بتوان بين اين دو حالت مقايسه هاي لازم را بعمل آورد. جدول هاي ۳ و ۴ ضميمه، تعداد افراد شركت كننده در هر مرحله و اعداد بدست آمده از انجام ارزيابي عملي در منطقه شبيه سازي شده را در خود جاي داده اند كه براساس آنها مي‌توان مقايسه هاي كمي لازم را بين دو حالت معمولي و پيشنهادي انجام داد. به عنوان نمونه اگر هدف مقايسه بين تعداد افراد شركت كننده در عمليات جستجوي زنده يابي باشد، با مراجعه به جدول ۳ مشخص مي‌شود كه انجام اين مرحله بصورت معمولي در هركدام از منطقه هاي تخريب بالا، متوسط و كم با ۳ نفر امدادگر كه هيچكدام از آنها تاكنون در انجام فعاليت ديگري شركت نداشته اند انجام شده است. اما با مراجعه به جدول ۴ مشخص مي‌شود كه جستجوي زنده يابي با همان تعداد امدادگر (۳ نفر براي هر منطقه) انجام شده اما افراد مورد نياز آن با توجه به تخصص از ميان تيمهايي كه فعاليتشان تمام شده يا با جابجايي بين گروهها، تأمين شده اند. اينكار باعث كاهش افراد مورد نياز در عمليات امداد و نجات شده و باعث افزايش كارايي فعاليت هاي گروهي خواهد شد. به همين ترتيب مي‌توان مقايسه هاي ديگري به عنوان نمونه در ارتباط با زمان انجام فعاليت ها بعمل آورد.

در ادامه مقايسه هاي لازم بين مدل پيشنهادي و روش معمولي امداد نجات، در سه وضعيت مختلف در مساحتي ثابت انجام گرفته است. وضعيت اول در حالتي شكل گرفت كه هر تيم با تعداد افراد ثابت مشغول به فعاليت شده و تا انتها اين تعداد تغيير نكردند. در اين حالت مديريت افراد هر تيم راحت تر بوده و نظارت ريزتري بر عملكرد تيمها وجود داشت. اما به دليل خستگي و كار در شرايط سخت كارايي عملكرد افراد پس از مدتي كاهش پيدا نموده و راندمان كلي سيستم پايين آمد. البته در اينحالت نيز مدل پيشنهادي نسبت به روش معمولي به ترتيب تيم ها (زنده يابي و آوار برداري) ۱۷% و ۱۳% بهبود داشته است (جدول هاي ۱ و ۲).

وضعيت دوم جهت ارزيابي كارايي مدل در حالتي كه مدت زماني مشخص و ثابت براي انجام فعاليت ها در اختيار است شكل گرفت. در اين تحقيق عملكردهاي گروه ها براساس دو روش معمولي و مدل پيشنهادي در مدت زماني ۵ ساعت مورد ارزيابي قرار گرفتند. در اين حالت استفاده از مدل پيشنهادي به ترتيب بهبودي ۱۷ و ۱۴ درصدي را براي مديريت فعاليت هاي گروه هاي زنده يابي و آواربرداري نشان داد (جداول ۱و ۲).

وضعيت سوم كه بيشترين تاكيد اين تحقيق برآن قرار گرفته، زماني بود كه تعداد افراد در هر تيم متغير بوده و مدير گروه مي توانست از افراد تازه وارد استفاده نمايد. در اين وضعيت روش معمولي با هرج و مرج مواجه شده، دچار بي نظمي گرديده و باعث اختلال در سيستم مي شد. اما مدل پيشنهادي به ترتيب با ۲۹% و ۲۴% بهبود روبرو شد (جدول هاي ۱ و ۲).

با توجه به ارزيابي هاي انجام شده، با استفاده از مدل پيشنهادي ميانگين عملكرد تيمها در وضعيت اول با ۱۵% ، در وضعيت دوم با ۱۵,۵% و در وضعيت سوم با ۲۶,۵% بهبود روبرو شد. با ميانگين گيري از نتايج حاصله، ۱۸,۸۳% بهبود كلي كارايي عملكرد گروه ها با استفاده از مدل پيشنهادي

حاصل گرديد. جدول هاي ۱ و ۲ چکيده اي آماري از نتايج عمليات امداد و نجات در سه وضعيت يادشده را ارائه مي‌دهند.

جدول (۱): نتايج عمليات زنده يابي و آواربرداري بصورت معمولي در منطقه شبيه سازي شده

	روش معمولي		
	تعداد افرادمتغير	زمان ثابت	تعداد افراد ثابت
تيم زنده يابي	۴۹%	۴۴%	۵۱%
تيم آوار برداري	۳۷%	۳۵%	۴۰%

جدول (۲): نتايج عمليات زنده يابي و آواربرداري با استفاده از مدل ارائه شده، در منطقه شبيه سازي شده

	مدل پيشنهادي		
	تعداد افرادمتغير	زمان ثابت	تعداد افراد ثابت
تيم زنده يابي	۷۸%	۶۱%	۶۸%
تيم آوار برداري	۶۱%	۴۹%	۵۳%

در جدول ۱ اعداد درون ستون ها بيانگر ميانگين عملکرد روش معمولي و در جدول ۲ اعداد ستون ها مبين ميانگين عملکرد مدل پيشنهادي در کل نواحي مي‌باشند.

۳- نتيجه گيري

در اين تحقيق فعاليت هاي افرادي که در قالب يک يا چند تيم با همديگر همکاري مي‌کنند تا به اهداف خود دست يابند بصورت زماني و مکاني مدلسازي گرديده، چارچوبي جديد و چندبعدي براي مديريت بهينه آنها ارائه شده است. از آنجا که فعاليت هاي تيمي افراد در مکانهايي مشخص و زمانهايي خاص انجام مي‌شوند، رويکرد مدل پيشنهادي که فعاليت هاي افراد را بسان يک عملکرد در فضا و زمان لحاظ مي کند باعث حل مسائل در فضاي متناسب خود شده و اين امر منجر به جواب هايي با قابليت اطمينان بالاتر و نتايج واقعي تر مي‌گردد.

در مدل ياد شده، نحوه همکاري بهينه و چيدمان مناسب فعاليت ها در فضا و زمان براساس هدف پاياني فعاليت هر يک از اعضاي گروه و ارتباط و برهم کنشي که اين فعاليت با فعاليت هاي ساير نفرات گروه خواهد داشت، به گونه اي ارائه گرديده است که در پايان اعضاي گروه تندتر و کاراتر به هدف از پيش تعيين شده خود دست يابند.

به اين دليل و با استفاده از تئوري هاگرستراند نحوه ارائه عملکردهاي مرتبط با فعاليت هاي گروهي انسانها در فضا و زمان بررسي شده، با استفاده از برنامه ريزي ابتکاري توسعه يافته و مدلي جديد براي کمک به چيدمان بهينه فعاليت هاي گروهي بشري ارائه گرديده است. در اين سيستم عملکردها در فضا و زمان بهينه مي‌شوند.

در تحقيق حاضر، فعاليت هاي دو تيم زنده ياب و آواربردار از گروه هاي امداد و نجات زلزله به دو صورت معمولي و در قالب مدل پيشنهادي پياده سازي شده و مورد بررسي و ارزيابي قرار گرفتند. چکيده آماري نتايج نشان دادند که در صورت استفاده از مدل پيشنهادي، بهره وري و کارايي در مقايسه با روشهاي معمولي و رايج شده بطور ميانگين تا هجده و نيم درصد افزايش خواهديافت. در اين راستا، توسعه مدل با مفاهيم تئوري صف و زمانبندي پويا به همراه استفاده از مخروط مکان - زمان که قدرت پيش بيني را به آن اضافه خواهد نمود، جزو برنامه هاي آتي در اين زمينه مي‌باشند.

۴- ضمائم

– جداول عميات امداد و نجات به صورت معمولي و در قالب مدل پيشنهادي.

جدول (۳): انجام عمليات امداد و نجات بصورت معمولي در منطقه

مسافت طي شده (هرتيم)			زمان انجام فعاليت			زمان خاتمه			زمان شروع			مكان			تعداد نفرات مورد نياز			نوع فعاليت
سطح تخريب			سطح تخريب			سطح تخريب			سطح تخريب			سطح تخريب			سطح تخريب			
كم	متوسط	بالا	كم	متوسط	بالا	كم	متوسط	بالا	كم	متوسط	بالا	كم	متوسط	بالا	كم	متوسط	بالا	
كل منطقه	كل منطقه	كل منطقه	۱/۰۰	۱/۱۰	۱/۳۰	۸/۰۰	۸/۱۰	۸/۳۰	۷/۰۰	۷/۰۰	۷/۰۰	الف	الف	الف	۳	۳	۳	جستجوي زنده يابي
كل منطقه	كل منطقه	كل منطقه	۱/۰۰	۱/۱۰	۱/۳۰	۸/۰۰	۸/۱۰	۸/۳۰	۷/۰۰	۷/۰۰	۷/۰۰	الف	الف	الف	۳	۳	۳	نشانه گذاري
كل منطقه	كل منطقه	كل منطقه	۳/۳۰	۵/۰۰	۶/۳۰	۱۰/۳۰	۱۲/۰۰	۱۳/۳۰	۷/۰۰	۷/۰۰	۷/۰۰	الف	الف	الف	۶	۶	۶	نجات افراد زير آوار مانده
كل منطقه	كل منطقه	كل منطقه	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۱۰	۷/۵۰	۸/۰۰	۸/۱۰	۷/۰۰	۷/۰۰	۷/۰۰	الف	الف	الف	۲	۲	۲	تهيه كروكي اوليه
كل منطقه	كل منطقه	كل منطقه	۰/۳۰	۰/۴۰	۰/۵۰	۷/۳۰	۷/۴۰	۷/۵۰	۷/۰۰	۷/۰۰	۷/۰۰	الف	الف	الف	۱	۱	۱	تعيين ذخيره گاه براي آوارهاي برداشت شده
كل منطقه	كل منطقه	كل منطقه	۰/۳۰	۰/۴۰	۰/۵۰	۷/۳۰	۷/۴۰	۷/۵۰	۷/۰۰	۷/۰۰	۷/۰۰	الف	الف	الف	۱	۱	۱	تعيين مكاني خاص براي نگهداري اجساد
كل منطقه	كل منطقه	كل منطقه	۰/۳۰	۰/۴۰	۰/۵۰	۷/۳۰	۷/۴۰	۷/۵۰	۷/۰۰	۷/۰۰	۷/۰۰	الف	الف	الف	۱	۱	۱	تعيين مكاني خاص براي نگهداري مجروحان
كل منطقه	كل منطقه	كل منطقه	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۳۰	۷/۲۰	۷/۲۵	۷/۳۰	۷/۰۰	۷/۰۰	۷/۰۰	الف	الف	الف	۱	۱	۱	ايمن سازي منطقه عملياتي با قطع برق و آب و گاز
كل منطقه	كل منطقه	كل منطقه	۴/۰۰	۵/۳۰	۷/۰۰	۱۱/۰۰	۱۲/۳۰	۱۴/۰۰	۷/۰۰	۷/۰۰	۷/۰۰	الف	الف	الف	۱	۱	۱	ثبت تعداد مجروحين
كل منطقه	كل منطقه	كل منطقه	۴/۰۰	۵/۳۰	۷/۰۰	۱۳/۰۰	۱۴/۳۰	۱۶/۰۰	۹/۰۰	۹/۰۰	۹/۰۰	الف	الف	الف	۹	۹	۹	آواربرداري از منطقه

جدول (۴): انجام عمليات امداد و نجات با استفاده از مدل پيشنهادي در منطقه

مسافت طي شده (هر تيم)			زمان انجام فعاليت			زمان خاتمه			زمان شروع			مكان			تعداد نفرات مورد نياز			نوع فعاليت
سطح تخريب			سطح تخريب			سطح تخريب			سطح تخريب			سطح تخريب			سطح تخريب			
كم	متوسط	بالا	كم	متوسط	بالا	كم	متوسط	بالا	كم	متوسط	بالا	كم	متوسط	بالا	كم	متوسط	بالا	
بخشي از منطقه	بخشي از منطقه	كل منطقه	۱/۰۰	۱/۱۰	۱/۳۰	۱۰/۴۰	۹/۴۰	۸/۳۰	۹/۴۰	۸/۳۰	۷/۰۰	ج (اولويت سوم مكان انجام عمليات گروه)	ب (اولويت دوم مكان انجام عمليات گروه)	الف (اولويت اول مكان انجام عمليات گروه)	به تعداد ستون قبل (با توجه به تخصص از ميان تيمهايي كه فعاليتشان تمام شده)	به تعداد ستون قبل (با توجه به تخصص از ميان تيمهايي كه فعاليتشان تمام شده)	۳	جستجوي زنده يابي
بخشي از منطقه	بخشي از منطقه	كل منطقه	۱/۰۰	۱/۱۰	۱/۳۰	۱۰/۴۰	۹/۴۰	۸/۳۰	۹/۴۰	۸/۳۰	۷/۰۰	ج	ب	الف	"	"	۳	نشانه گذاري
بخشي از منطقه	بخشي از منطقه	بخشي از منطقه	۵/۲۰	۵/۵۰	۶/۳۰	۱۵/۱۰	۱۴/۳۰	۱۳/۴۰	۹/۵۰	۸/۴۰	۷/۱۰	ج	ب	الف	"	"	۶	نجات افراد زير آوار مانده
بخشي از منطقه	بخشي از منطقه	كل منطقه	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۱۰	۱۰/۳۰	۹/۳۰	۸/۱۰	۹/۴۰	۸/۳۰	۷/۰۰	ج	ب	الف	"	"	۲	تهيه كروكي اوليه
بخشي از منطقه	بخشي از منطقه	كل منطقه	۰/۳۰	۰/۴۰	۰/۵۰	۱۰/۴۰	۹/۳۰	۸/۲۰	۱۰/۱۰	۸/۵۰	۷/۳۰	ج	ب	الف	"	"	۱	تعيين ذخيره گاه براي آوارهاي برداشت شده
بخشي از منطقه	بخشي از منطقه	كل منطقه	۰/۳۰	۰/۴۰	۰/۵۰	۱۰/۴۰	۹/۳۰	۸/۲۰	۱۰/۱۰	۸/۵۰	۷/۳۰	ج	ب	الف	"	"	۱	تعيين مكاني خاص براي نگهداري اجساد
بخشي از منطقه	بخشي از منطقه	كل منطقه	۰/۳۰	۰/۴۰	۰/۵۰	۱۰/۴۰	۹/۳۰	۸/۲۰	۱۰/۱۰	۸/۵۰	۷/۳۰	ج	ب	الف	"	"	۱	تعيين مكاني خاص براي نگهداري مجروحان
بخشي از منطقه	بخشي از منطقه	كل منطقه	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۳۰	۸/۱۵	۷/۵۵	۷/۳۰	۷/۵۵	۷/۳۰	۷/۰۰	ج	ب	الف	"	"	۱	ايمن سازي منطقه عملياتي با قطع برق و آب و گاز
بخشي از منطقه	بخشي از منطقه	بخشي از منطقه	۰/۳۰	۰/۴۰	۰/۵۰	۱۵/۳۰	۱۴/۳۰	۱۴/۰۰	۱۵/۰۰	۱۳/۵۰	۱۳/۱۰	ج	ب	الف	"	"	۱	ثبت تعداد مجروحين
بخشي از منطقه	بخشي از منطقه	بخشي از منطقه	۵/۱۵	۵/۵۰	۶/۳۰	۱۶/۰۰	۱۵/۵۰	۱۵/۳۰	۱۰/۴۵	۱۰/۰۰	۹	ج	ب	الف	"	"	۹	آواربرداري از منطقه

۵- مراجع

[۱] جمعيت هلال احمر جمهوري اسلامي ايران- جمعيت هلال احمر خراسان، ۱۳۸۱، آئين نامه امداد و نجات، چاپ ايرانچاپ بجنورد.

[۲] سعيدي، عليرضا؛ آشنايي با اصول زنده يابي، مقالات برگزيده در سايت گروه نجات موج پيشرو، ۱۳۸۵. "www.mojepishro.net"

[۳] سعيدي، عليرضا؛ آشنايي با وظايف تيم آواربرداري در زمان ورود به منطقه عملياتي، مقالات برگزيده در سايت گروه نجات موج پيشرو، ۱۳۸۵. "www.mojepishro.net"

[۴] مهرگان، محمدرضا؛ دري، بهروز؛ صارمي، محمود؛ تحقيق در عمليات، (جلد اول: چاپ سوم)، چاپ و صحافي دانشگاه الزهراء، ۱۳۸۱.

[۵] Boros E.; Hammer P. L.; Discrete Optimization. 11, Elsevier Science & Technology Books, 2003.

[۶] Daellenbach H. J.; George J. A.; Mcnickle D. C.; Introduction to Operations Research Techniques, Second Edition, Allyn and Bacon, 1983.

[۷] Durkin J.; Expert Systems: Design and Development, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1994.

[۸] Hagerstrand T.; What about People in Regional Science, Papers of the Regional Science Association, 24, pp: 1-12, 1970.

[۹] Hilier F.; Liberman G.; Introduction to Management Science, Maxwell Macmillan International Edition, 1992.

[۱۰] Hoare H. R.; Project Management Using Network Analysis, McGraw Hill, London, 1973.

[۱۱] Lee S. M.; Moore L. J.; Taylor B. W.; Management Science, Third Edition, Allyn and Bacon, 1990.

[۱۲] McBride S.; Ma D.; Escobar F.; Management and Visualization of Spatiotemporal information in GIS, SIRC 2002 –The 14th Annual Colloquium of the Spatial Information Research Centre, University of Otago, Dunedin, New Zealand, 2002.

[۱۳] Medhi J.; Stochastic Models in Queuing Theory, Second Edition, Elsevier Science & Technology Books, 2002.

[۱۴] Miller H. J.; What about people in Geographic Information Science, Computers, Environment and Urban Systems, 27, 447-453, 2003.

[۱۵] Miller, H.J., Activities in Space and Time, Handbook of Transport 5: Transport Geography and Spatial Systems, Pergamon / Elsevier Science, 2004.

[۱۶] Randy A.; Ken K.; Optimization Compilers for Modern Architecture, Elsevier Science & Technology Books, 2001.

[۱۷] Osborne M. J.; Rubinstein A.; A Course in Game Theory, MIT Press, 1994.

[۱۸] Turban E.; Aronson J. E.; Decission Support Systems and Intelligent Systems, Fifth Edition, Prentice Hall College Div, 1997.

[۱۹] Wagner P. M.; Principles of Operations Research, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1985.

[۲۰] Yu H.; Shaw S. L.; Exploring Potential Human Activities in Physical and Virtual Spaces: A Spjatio-temporal GIS Approach, International Journal of Geographic Information Science, 2006.