

شبیه سازی دینامیک حرکت افراد

سمیه بلباسی^۱

^۱ دانشگاه زنجان

چکیده

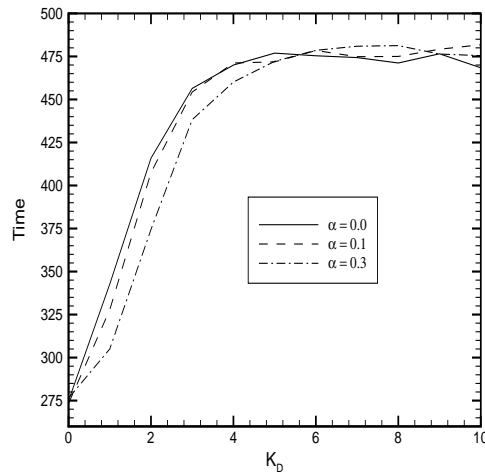
موقعیت هایی پیش می آید که شمار زیادی از افراد در یک مکان برای رویدادهای بزرگ مربوط به مسابقات ورزشی، رویدادهای فرهنگی و مذهبی گردهم می آیند و این نیازمند تامین جدی امنیت افراد در موقعیتهای بحرانی و خطرناک است که باید افراد به سرعت از مکان موردنظر خارج شوند. درک دینامیک خروج موضوع مهمی است که به دلیل شمار زیاد افراد و برهم کنش آنها، عوامل بیرونی مثل آتش سوزی، هندسه پیچیده ساختمانها و غیره بسیار پیچیده است. دینامیک مورد بحث میتواند از جنبه های مختلف مانند فیزیک، فیزیولوژی، روانشناسی و جامعه شناسی مورد بررسی قرار گیرد.

برای مدل سازی میتوان از مدل های فیزیکی مانند مکانیک شاره ها [1]، نظریه جنبشی گازها [2] و مدل های نیروهای اجتماعی بهره جست در تمام این مدلها با کمیتهای پیوسته سروکار داریم. در حالیکه برای شبیه سازی نیاز به گسسته سازی کمیات داریم بنابراین مدل هایی بوجود آمد که کمیات آن از پایه گسسته هستند یک دسته از این مدلها، مدل هایی هستند که بعنوان مدل گسترش یافته ASEP معرفی می شوند که در آنها هر خانه شبکه یا خالی است یا تنها توسط یک فرد اشغال میشود و در هر گام زمانی احتمال گذار به خانه های اطراف توسط دو کمیت S و D مشخص میشود بگونه ای که حرکت ذرات در جهت میدان بیشتر باشد. کمیت S میدان استاتیک نامیده میشود مستقل از زمان و حضور افراد است و برای مشخص کردن خروجی های اضطراری مانند درها و پنجره ها بکار میرود و به صورت کوتاهترین مسافت تا خروجی تعریف میشود. و به این ترتیب بیشترین مقدار میدان استاتیک برای خانه هایی از شبکه است که خروجی را تعریف میکنند. کمیت D میدان دینامیک نامیده میشود و مربوط به مسیر حرکت به جامانده از حرکت افراد است و این میدان دینامیک دارای ویژگیهای پخش و واپاشی می باشد. این کمیت برای مدل سازی برهم کنش ربایشی بین افراد بکار میرود. در زمان $t=0$ برای تمام خانه های شبکه مقدار کمیت D صفر میباشد. فقط هنگامی که یک دره از یک خانه به خانه دیگر می رود مقدار کمیت D مربوط به آن خانه آغاز حرکت یک واحد افزایش می یابد. بنابراین مقادیر این کمیت مثبت و درست می باشند. این کمیت وابسته به زمان است. در هر گام زمانی احتمال واپاشی با $\delta \in [0,1]$ و احتمال پخش با $\alpha \in [0,1]$ نشان داده میشود. احتمالهای گذار، $p_{i,j}$ ، توسط کمیتهای S و D با ثابتهای جفتدگی k_p و k_D به صورت زیر بیان میشود:

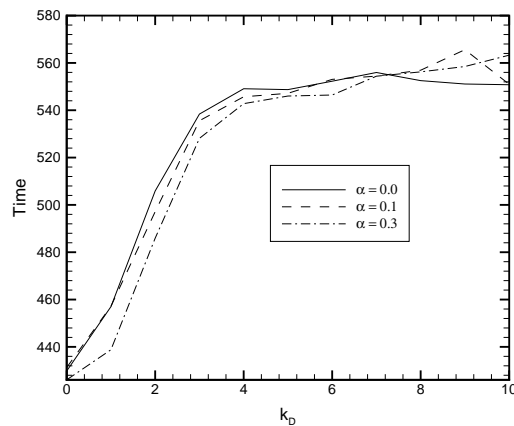
$$p_{i,j} = N \exp(k_D D_{ij}) \exp(k_S S_{ij}) (1 - n_{ij}) \xi_{ij} \quad (1)$$

کمیت $n_{i,j}$ صفر است اگر خانه مربوطه خالی باشد و در صورت اشغال خانه مقدار یک را میگیرد. $\xi_{i,j}$ برای خانه های ممنوع شبکه مثل دیواره ها صفر است و در غیر اینصورت مقدار یک را می پذیرد. N ضریب بهنجارش می باشد. مقدار جفتدگی میدان استاتیک معیاری از آگاهی افراد از محل خروجی هاست. بنابراین مقدار کوچک این کمیت نشان دهنده یک گشت کاتوره ای برای پیدا کردن خروجی است. در مساله مورد بررسی حالتی را در نظر گرفته ایم که دو خروجی که روبروی هم قرار دارند برای یک اتاق تعبیه شده است. مساله در دو حالت بررسی شده است یکی اینکه افراد به صورت تصادفی یک خروجی را انتخاب میکنند و دیگری اینکه افراد به سمت نزدیکترین خروجی

حرکت میکنند. پهنای هر خروجی برابر با یک خانه شبکه است در شکل ۱ و ۲ زمان خروج متوسط برای هر دو حالت کشیده شده است. همانطور که می بینید نمودارها یک روند افزایشی دارند که بعد از رسیدن به حالت بیشینه تقریباً ثابت است و نقطه ای که در آن خمها تغییر رفتار میدهند در ثابتهای جفتدگی بالا رخ میدهد.

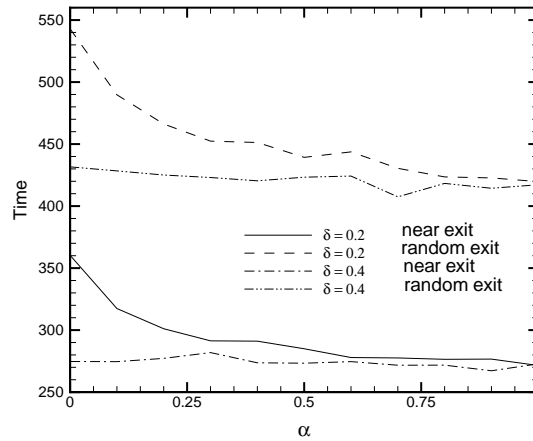


شکل ۱: میانگین زمان خروج برای چگالی آغازین **0.003** مربوط به افراد با ثابت جفتدگی استاتیکی ۰,۴ و ضریب واپاشی ۰,۴ برای حالت انتخاب نزدیکترین خروجی

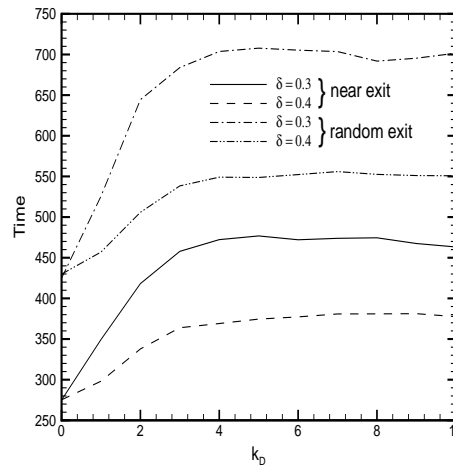


شکل ۲: میانگین زمان خروج برای چگالی آغازین **0.003** مربوط به افراد با ثابت جفتدگی استاتیکی ۰,۴ و ضریب واپاشی ۰,۴ برای حالت انتخاب تصادفی خروجی

در شکل ۳ می بینید برای هر دو حالت خروج، زمان خروج با افزایش ضریب واپاشی کاهش می یابد زیرا افرادی که در حال خروج از اتاق هستند کمتر مسیر افراد قبلی را دنبال میکنند برای همین زمان کمتری را برای انتظار و خروج میگذرانند.



شکل ۳: میانگین زمان خروج برای چگالی آغازین **0.003** مربوط به افراد با ثابت جفت‌دگی استاتیکی و دینامیکی ۰٫۴. در شکل ۴ زمان خروج برحسب ثابت جفت‌دگی دینامیکی رسم شده است. در این شکل برای یک ضریب واپاشی ثابت بعد از یک روند افزایشی، تغییرات محسوسی در زمان خروج دیده نمی‌شود. نکته مهم در نمودارهای رسم شده این است که در همه آنها زمان خروج برای حالتی که افراد نزدیکترین خروجی را برمی‌گزینند کمتر از حالتی است که افراد به صورت کاتوره ای به سوی یکی از خروجی‌ها حرکت می‌کنند.



شکل ۴: میانگین زمان خروج برای چگالی آغازین **0.003** مربوط به افراد با ثابت جفت‌دگی استاتیکی ۰٫۴ و ضریب پخش صفر.

نتیجه گیری

مساله خروج افراد مساله بسیار پیچیده ای است که به پارامترهای زیادی وابسته است. برای مساله مورد بررسی انتخاب نزدیکترین خروجی همانگونه که انتظار داشتیم به زمان کمتری برای خروج افراد نیاز دارد.

مرجع‌ها

۱. M. J. Kerner, Traffic and Granular flow (1997)
۲. I. Prigogine and R. Herman, Kinetic Theory of vehicular traffic (Elsevier, Amsterdam, 1971)