مسئله تخصیص همگانی با محدودیت ظرفیت: مقایسه کاربردی تابع جریمه و تابع تواتر مؤثر

عباس بابازاده[۱]، محمد حمید میربها[۲]

۱- استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران تلفن: ۶۱۱۱۲۱۷۶-۰۲۱، فاکس: ۶۶۴۰۳۸۰۸-۰۲۱

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد راه و ترابری، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران تلفن: ۴۴۴۲۰۵۸۱-۰۲۱

ababazadeh@ut.ac.ir

خلاصه

برای حل مسئله تخصیص همگانی با محدودیت ظرفیت ناوگان دو راهکار پیشنهاد شده است که اولی افزودن یک نوع تابع جریمه متقارن وابسته به جریان به زمان سفر ثابت کمانها و دومی استفاده از یک تابع تواتر نامقارن وابسته به جریان به جای تواتر ثابت است. در این مقاله مسئله تخصیص همگانی تعادلی متراکم برای شبکه‌ای آزمایشی با استفاده از دو تابع جریمه و تواتر موثر فوق حل و نتایج کاربرد آنها مقایسه خواهد شد. تعیین شرایطی که عملکرد دو تابع برای در نظرگیری ظرفیت وسایل نقلیه مشابه هم خواهد بود از دیگر نتایج این مقاله است.

کلید واژه‌ها: تخصیص همگانی، محدودیت ظرفیت ، شبکه‌های متراکم.

مقدمه

برنامه‌ریزی سیستمهای حمل‌ونقل همگانی شهری نیازمند استفاده از مدلهای تخصیص همگانی به منظور برآورد توزیع مسافر بین خطوط همگانی است. این مدلها در دو دهه اخیر پیشرفت چشمگیری داشته‌اند ولی در آنها به مسئله تراکم (شلوغی) ناشی از ظرفیت محدود وسایل نقلیه همگانی و اثرات آن بر روی توزیع جریان در خطوط توجه کمتری صورت گرفته‌است.

اثرات تراکم به دو روش در مسئله تخصیص در نظر گرفته شده‌است. اولین روش بر مبنای فرض افزایش زمان سفر مسافر در داخل وسیله نقلیه در اثر افزایش تراکم مسافر است. برای نمونه، تراکم در خطوط سریع‌السیر موجب افزایش سوار شدن مسافران به خطوط معمولی و در نتیجه افزایش زمان سفر داخل وسیله آنان خواهد شد. در این روش زمان سفرهای داخل وسیله به صورت تابعی صعودی از جریان مسافر در نظر گرفته می‌شوند. در روش دوم فرض می‌شود که با افزایش تراکم، ظرفیت باقیمانده وسایل نقلیه کاهش و در نتیجه زمان انتظار مسافر برای سوار شدن به وسایل نقلیه همگانی در خطوط ورودی به ایستگاه افزایش می‌یابد. در این روش تواتر ورود وسایل نقلیه هر خط به ایستگاه به صورت تابعی نزولی ازجریان تعریف می‌شود.

دیال [۱]، فرنساید و دراپر [۲] و لاکلرک [۳] نشان دادند که زمان انتظار در ایستگاههایی که با چندین خط همگانی سرویس داده می‌شود عامل مهمی در انتخاب مسیر مسافران است و راههای ابتکاری گوناگونی را برای ترکیب زمان انتظار و زمان سفر برای محاسبه کوتاهترین مسیر پیشنهاد نمودند. چریکای و روبیلارد [۴] این مفهوم را بیان کردند که در یک شبکه ساده با یک مبدأ و یک مقصد، مسافران می‌توانند زیرمجموعه‌ای از خطوط جذاب بین مبدأ و مقصد را انتخاب و به منظور کمینه کردن مجموع قابل انتظار زمان سفر و زمان انتظار، اولین وسیله متعلق به این خطوط که از مبدأ خارج می‌شود را سوار شوند. این ایده به دو طریق در شبکه‌های عمومی حمل‌ونقل گسترش یافت. اشپیز [۵] و اشپیز و فلورین [۶] ایده اخیر را با ارائه مفهوم استراتژی، که انتخاب مجموعه‌ای از خطوط جذاب در هر ایستگاه است، به شبکه‌های همگانی عمومی گسترش دادند. بر این اساس آنها مسئله تخصیص همگانی غیرمتراکم را به صورت یک مدل برنامه‌ریزی خطی با تابع هدف مقدار قابل انتظار زمان کلی سفر (شامل پیاده‌روی، انتظار و داخل وسیله) فرموله کردند. در این مدل، چون زمان سفر و تواتر کمانها مقداری ثابت هستند، محدودیت ظرفیت وسایل در نظر گرفته نمی‌شود.

اثرات تراکم به تدریج وارد مدلهای تخصیص همگانی شده است. نگوین و پالوتینو [۷] و اشپیز و فلورین [۶] از جمله اولین پژوهشگرانی هستند که مسئله تخصیص همگانی متراکم را با فرض زمان سفر وابسته به جریان مدل کردند. وو و همکاران [۸] مدل نگوین و پالوتینو را با استفاده از روش ژاکوبی خطی شده برای یک مثال در ابعاد متوسط حل کردند. بوزاینه-ایاری و همکاران [۹] و کامینیتی و کوریا [۱۰] دو فرمولبندی مختلف برای مسئله تخصیص همگانی کاملاً متراکم ارائه داده‌اند که در آنها هم زمان سفر و هم تواتر وابسته به جریان هستند ولی هیچیک روش حل مناسبی برای مسایل واقعی ارائه نداده‌اند. بابازاده و آشتیانی [۱۱] و بابازاده [۱۲] یک مدل کاملاً متراکم پیشنهاد و بر اساس آن مسئله تخصیص همگانی با زمان سفرهای وابسته به جریان و تواترهای ثابت را برای شبکه‌ای واقعی حل کردند. تابع زمان سفری که بابازاده [۱۲] از آن برای در نظرگیری محدودیت ظرفیت وسایل استفاده کرده است نوعی تابع جریمه است. پس از آن، سپدا و همکاران [۱۳] یک فرمولبندی جایگزین برای مدل کامینیتی و کوریا ارائه