

## ارائه مدل دوسطحی برای حمل بار در بخش ریلی بر پایه مفاهیم مدیریت درآمد

حمید فرورش<sup>۱</sup>، اکبر اسماعیلی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>حمید فرورش، عضو هیات علمی گروه مهندسی صنایع، دانشگاه کردستان؛ farvaresh@uok.ac.ir  
<sup>۲</sup>اکبر اسماعیلی، دانشجوی دکتری مهندسی صنایع، دانشگاه کردستان، esmaeli.akbar@gmail.com

### چکیده

در این مقاله با در نظر گرفتن رقابت ایستا بین بخش ریلی و جاده‌ای، با هدف بهبود درآمد و برنامه‌ریزی تاکتیکی اپراتورهای راه‌آهن، یک مدل برنامه‌ریزی دوسطحی برای حمل بار ارائه شده است. در این مدل، اپراتور ریلی تصمیم‌گیر سطح اول و صاحبان کالا در سطح دوم مدل دو سطحی قرار دارند. بنابراین مدل شامل دو تصمیم‌گیر مستقل در ساختاری سلسله‌مراتبی است. در مدل ارائه شده هدف بخش ریلی بیشینه نمودن سود و هدف صاحبان کالا انتخاب کم هزینه‌ترین شیوه حمل‌ونقل است. رفتار صاحبان کالا برای انتخاب شیوه حمل توسط یک مدل انتخاب فرموله شده است. با اثبات چند قضیه و لم بر اساس روابط اولیه-دوگان و بکارگیری شرایط کان-تاکر، مدل دوسطحی به مدل تک سطحی غیرخطی تبدیل شده است. سپس با روش تقریب قطعه‌قطعه خطی، مدل غیرخطی تفکیک‌ناپذیر با یک مدل عدد صحیح خطی با دقت قابل قبولی تقریب زده شد. نهایتاً، کفایت مدل ارائه شده بوسیله مجموعه‌ای از مسائل آزمایشی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

### کلمات کلیدی

برنامه‌ریزی دوسطحی، مدیریت درآمد، حمل‌ونقل ریلی بار، حمل‌ونقل جاده‌ای بار، مدل انتخاب

## A bi-level Model for Rail Freight Transportation Based on Revenue Management Concepts

Hamid Farvaresh<sup>1</sup>, Akbar esmaili<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor of Industrial Engineering, University of Kurdistan, farvaresh@uok.ac.ir

<sup>2</sup> PhD student of Department of Industrial Engineering, University of Kurdistan, esmaeli.akbar@gmail.com

### ABSTRACT

In this paper, considering the static competition between road and rail sectors and aiming at improving the revenue and tactical planning of the rail operators, a bi-level programming model for freight transportation has been proposed. In the proposed model, rail operator and shippers are in the first and second level of the bi-level model, respectively. Therefore, the model has two independent decision makers in a hierarchical structure. In the proposed model, rail sector is seeking to maximize its profit while shippers try to minimize their costs by adopting the least cost transportation mode. Shippers' behavior in choosing transportation mode has been formulated by a choice model. By proving some theorems and lemmas based on primal-dual relationships and employing Kuhn-Tucker conditions, the bi-level model is converted to a non-linear single-level model. Then, by using a piecewise linear approximation, the non-separable non-linear model is approximated by a linear integer model. Finally, the efficacy of the proposed model is evaluated by a set of test problems.

### KEYWORDS

Bi-level programming, revenue management, rail freight transportation, road freight transportation, choice model.

<sup>□</sup> نویسنده مسئول: سنندج، دانشگاه کردستان، دانشکده مهندسی، گروه مهندسی صنایع، دکتر حمید فرورش.