

## کاربرد روش DANP در مکان‌یابی فرودگاه‌های جدید

### مقاله پژوهشی

محمد شاه‌وردی، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشکده عمران، معماری و هنر،

واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد، تهران، ایران

سیدمجتبی شفیع<sup>\*</sup>، استادیار، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

شهریار افندی‌زاده، استاد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Smsb1358@gmail.com

دریافت: ۹۹/۰۴/۱۸ - پذیرش: ۹۹/۱۰/۰۵

صفحه ۴۴-۳۵

### چکیده

پژوهش حاضر برحسب هدف در حیطه پژوهش‌های کاربردی جای می‌گیرد. بدین دلیل که به زمینه‌یابی برای حل یک مسئله در دنیای واقعی می‌پردازد و به سازمان‌ها در جهت سوق پیدا کردن به سوی مدیریت دانش بهتر کمک می‌کند. همچنین از نظر گردآوری اطلاعات در حیطه پژوهش‌های پیمایشی قرار می‌گیرد. پیمایش پژوهشی است که بر اساس انتخاب نمونه‌ای تصادفی و معرف از افراد جامعه پژوهش و پاسخ آن‌ها به یک مجموعه پرسش با استفاده از پرسشنامه، نظرسنجی و یا روش‌های دیگر به مطالعه وضع موجود اعم از تگرش‌ها، عقیده‌ها، رفتارها و به‌طور کلی استخراج اطلاعات درباره فرضیه‌ها، پرداخته است. در این تحقیق برای ارزیابی اعتبار ابزار سنجش (پرسشنامه) از اعتبار یابی محتوا استفاده شده است. بدین‌صورت که نخست، از یک پرسشنامه استاندارد استفاده شد و پس از آن جهت سنجش روایی پرسشنامه در تحقیق حاضر، در اختیار اساتید دانشگاه، متخصصان و خبرگان امر قرار گرفت و پس از تأیید آنان روایی محتوا به دست آمد. مقدار آلفای کرونباخ به دست آمده برای این پرسشنامه ۰/۹۱۷ است که نشان‌دهنده این است که این پرسشنامه از پایایی قابل قبول و مناسبی برخوردار است. روش تجزیه و تحلیل در این پژوهش از نوع تصمیم‌گیری چند شاخصه است. که با توجه به شرایط پژوهش از روش DANP استفاده شده است. در این روش با استفاده از ماتریس دیمتل زیرمعیارها، سوپرماتریس تحلیل شبکه‌ای تشکیل می‌شود و در نهایت وزن معیارها و زیرمعیارها به دست می‌آید. معیار رضایت‌مندی با وزن ۰/۳۳۸۷ - رتبه اول، هزینه با وزن ۰/۲۴۲۴ - رتبه دوم، خدمات با وزن ۰/۲۴۱۹ - رتبه سوم و زمان با وزن ۰/۱۷۷۰ - رتبه چهارم را کسب کرده است. همچنین در بین زیرمعیارها نیز، رضایتمندی کلی (C44) با وزن ۰/۱۳۵۸ - رتبه اول را کسب کرده است. اهمیت انتخاب سیستم حمل‌ونقل هوایی (C41) و پرداخت هزینه‌های اضافی (C23) به ترتیب رتبه‌های دوم و سوم را کسب کرده‌اند.

واژه‌های کلیدی: مکان‌یابی، فرودگاه، تقاضا، روش DANP

### ۱- مقدمه

مسلط ساخت، تا به امروز که با دستیابی به پیشرفته‌ترین و سریع‌ترین شیوه حمل‌ونقل مسافر و بار، به آرزوی دیرینه خود که همانا تسخیر آسمان‌ها بود دست‌یافته و همواره درصدد توسعه و گسترش آن، در جهت رونق و رفاه اقتصادی جامعه خود بوده است و در این راستا برنامه‌ریزی، سیاست‌گذاری و توجه به مسائل بلندمدت اقتصادی اجتناب‌ناپذیر هست؛ بنابراین پیش‌بینی تقاضای این بخش جهت برنامه‌ریزی و توسعه عرضه خدمات آن ضروری به نظر

انسان از ابتدای خلقت به دلیل تفاوت‌های مکانی در سطح زمین همواره با مسئله حمل‌ونقل دست‌به‌گریبان بوده است و نیاز به جابه‌جایی را در خود احساس می‌کرده و همین نیاز به جابه‌جایی زمینه‌ساز بروز فعالیت‌های حمل‌ونقلی او شد. صنعت حمل‌ونقل امروزی نتیجه تکامل تدریجی و تغییرات بنیادی در زندگی انسان و دگرگونی‌های اساسی در امر تولید و پیشرفت‌های فنی است که طی قرن‌های متمادی به دست آمده است به‌طوری‌که این نیاز، ابتدا او را بر چارپایان

Bettini. and A.V. Oliveira, (2016.) رولیم<sup>۴</sup> و همکاران در سال ۲۰۱۶، تحقیقی در فرودگاه بین‌المللی سائو پائولو انجام دادند و از طریق یک رگرسیون خطی به بررسی اثر واگذاری فرودگاه‌ها از بخش دولتی به بخش خصوصی بر میزان تقاضای مسافران هوایی اقدام کردند. تحقیقات نشان داده است که عمل خصوصی‌سازی منجر به مناسب شدن هزینه مسافرت‌های هوایی و به دنبال آن افزایش میزان تقاضا تا رسیدن به حداکثر تقاضا شده است. (جلیلی، م. و منطقی، م. ۱۳۹۷)، جلیلی و همکاران در سال ۱۳۹۷، تقاضای جابه‌جایی مسافر و بار از طریق هواپیما در ایران را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج حاصل نشان می‌دهد که به دلیل تفاوت‌های فراوان و توزیع نامتناسب متغیرهای اثرگذار در سطح کشور، هرگونه مدل‌سازی تقاضا برای کلان‌شهرهای ایران باید به صورت مجزا صورت پذیرد. (مرادی، م. ۱۹۳۵)، مرادی در سال ۱۳۹۵، در تحقیقی به شناخت عوامل مؤثر بر تقاضای حمل‌ونقل هوایی داخلی می‌پردازد. عوامل به‌دست‌آمده به میزان ۶۷٪ درصد در تغییرات تقاضا مسافران حمل‌ونقل هوایی داخلی مؤثر بوده‌اند که عامل هزینه با ۲۰/۴ درصد بیشترین تأثیر را داشته است. (رضایی، پ. ۱۳۹۷)، رضایی و همکاران در سال ۱۳۹۷، مطالعه‌ای با عنوان بررسی و ارائه روش‌هایی جهت ارزان کردن حمل‌ونقل‌های هوایی داخلی انجام دادند. برنامه‌ریزی هدفمند و هوشمند راهکاری برای تحقق این هدف در کشور ماست. خطوط هوایی کم‌هزینه یا ارزان‌قیمت، نوعی شرکت هواپیمایی هستند که نرخ بلیت آن‌ها و به تبع آن، راحتی سفر با آن‌ها کمتر است، این دسته از شرکت‌های هواپیمایی برای جبران مابه‌التفاوت نرخ بلیت، معمولاً بابت مواردی مانند پذیرایی، اولویت سوارشدن و حتی تخصیص صندلی خاص، از مسافران هزینه دریافت می‌کنند. در این مقاله روش‌هایی برای ارزان شدن حمل و نقل هوایی ارائه می‌گردد. (مرادی، م. ۱۹۳۵)،

### ۳- روش تحقیق

پژوهش حاضر برحسب هدف در حیطه پژوهش‌های کاربردی جای می‌گیرد. بدین دلیل که به زمینه‌یابی برای حل یک مسئله در دنیای واقعی می‌پردازند. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل کارشناسان تجربی، کارشناسان تخصصی و مدیران شرکت‌های مهندسی مشاور فعال در حوزه حمل و

می‌رسد. بر این اساس تحقیق حاضر به شناسایی عوامل مؤثر و سهم آن‌ها بر تقاضای حمل‌ونقل هوایی برحسب مسافر در فرودگاه‌ها پرداخته است. نتایج این مطالعه، می‌تواند در ارزیابی پتانسیل میزان تقاضا برای شهری که هنوز فرودگاهی ندارد، مورد استفاده قرار گیرد و توجیه ساخت یک فرودگاه جدید و یا توسعه یک فرودگاه را مورد ارزیابی قرار دهد.

### ۲- پیشینه تحقیق

ذبیحی طاری (ذبیحی طاری، م. ۱۳۹۵)، در سال ۱۳۹۵ تحقیقی با عنوان شناسایی رفتار مسافران هوایی در دودسته مسافران خریدار بلیت و بسته تور مورد توجه قرار گرفته نتایج معنادارتری را از لحاظ آماری نسبت به مدل لوجیت ترکیبی به ترتیب با بهبود ۷ و ۷/۶ درصدی لگاریتم تابع پیشینه درستیابی ارائه داده‌اند. به‌طورکلی نتایج مدل‌ها نشان از وجود ناهمگونی رفتاری متفاوت میان مسافران بلیت و تور دارد، (Hyung T. Gim T. 2011) یانگ<sup>۱</sup> و همکاران در سال ۲۰۱۱ تحقیقی در زمینه بررسی سه گروه متغیر بر حمل‌ونقل و جابه‌جایی شهری انجام داده‌اند. فرهنگ اجتماعی و رفتار شهرنشینی، خرید و اوقات فراغت افراد سه پارامتر بررسی شده توسط محققین بوده است. (Gegg, P. L. Budd. and S. Ison, 2014) لویو<sup>۲</sup> در سال ۲۰۱۴ تحقیقی در زمینه ارزیابی کیفیت خدمات‌دهی در زمینه حمل‌ونقل هوایی دریکی از فرودگاه‌های بین‌المللی سیسیل انجام داد، که به ایجاد یک مدل برای بررسی اثربخشی خدمات فرودگاهی منجر شد. نتایج نشان داد که تنها چند جنبه کلیدی خدمات‌دهی نقش اساسی در ارائه خدمات و افزایش تقاضا را بازی می‌کنند (OLiu D., 2016). الیو<sup>۳</sup> در سال ۲۰۱۶، تحقیقی در کشور چین در فرودگاه‌های پکن و شانگهای درزمینه افزایش بهره‌وری انجام داد و اثبات کرد که افزایش کیفیت خدمات فرودگاهی تأثیر مثبتی برافزایش میزان جذب تقاضا و به دنبال آن بهره‌وری اقتصادی فرودگاه‌ها داشته است. (Akai K. Aoki K. and Nishino N. A.2013) اکائی و همکاران در سال ۲۰۱۳ تحقیقی در زمینه انتخاب خدمات سفرهای هوایی انجام دادند. نتایج این تحقیق که در کشور ژاپن صورت گرفت نشان داد که مهم‌ترین عامل برای انتخاب سفرهای هوایی راحتی در سفر به‌وسیله در دسترس بودن سیستم حمل‌ونقل هوایی است. (Rolim, P.S. H.F.)

$$\max_j \sum_{i=1}^n d_{ij}, i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$$

گام سوم - محاسبه ماتریس ارتباطات کامل

زمانی که ماتریس D نرمال گشته و ماتریس N حاصل شد، ماتریس ارتباطات کامل از طریق رابطه ۴ به دست خواهد آمد. در این رابطه I بیانگر ماتریس واحد می باشد.

$$T = N + N^2 + \dots + N^h \quad (4)$$

$$= N(I - N)^{-1}, \text{ when } h \rightarrow \infty$$

ماتریس ارتباط کامل می تواند به وسیله معیارها شمرده شود که با  $T_C$  نشان داده می شود:

$$T_C = \begin{bmatrix} T_c^{11} & \dots & T_c^{1j} & \dots & T_c^{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ T_c^{i1} & \dots & T_c^{ij} & \dots & T_c^{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ T_c^{n1} & \dots & T_c^{nj} & \dots & T_c^{nn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

گام چهارم - تحلیل نتایج

در این گام مجموع سطرها و ستون های ماتریس ارتباط کامل به صورت جداگانه مطابق با رابطه ۶ و ۷ محاسبه محاسبه می گردد.

$$T = [t_{ij}], i, j \in (1, 2, \dots, n)$$

$$D = [r_i]_{n \times 1} = \left[ \sum_{j=1}^n t_{ij} \right] \quad (6)$$

$$R = [c_j]_{1 \times n} = \left[ \sum_{i=1}^n t_{ij} \right] \quad (7)$$

شاخص  $r_i$  نشان دهنده مجموع سطر  $i$  ام و  $c_j$  بیانگر مجموع ستون  $j$  ام است. شاخص  $r_i + c_j$  از حاصل جمع سطر  $i$  ام و ستون  $j$  ام بدست می آید ( $i=j$ ). این شاخص بیانگر میزان اهمیت معیار  $i$  ام می باشد. به طور مشابه شاخص  $r_i - c_j$  حاصل تفاضل جمع سطر  $i$  ام و ستون  $j$  ام بوده و نشان می باشد. در حالت کلی، چنانچه  $r_i - c_j$  مثبت باشد ( $i=j$ )، معیار  $i$  ام جز دسته معیارهای علی یا تأثیر گذار است. چنانچه  $r_i - c_j$  منفی باشد ( $i=j$ )، معیار  $i$  ام جزء گروه معیارهای تأثیر پذیر است. نمودار علی بر پایه دو شاخص مذکور قابل ترسیم بوده که به نقشه روابط شبکه معروف است. با توجه به این نقشه می توان تصمیم گرفت که چگونه ابعاد و معیارها را می توان بهبود داد.

نقل هوایی، شرکت های هواپیمایی و شرکت فرودگاه ها و ناوبری هوایی ایران است. در این پژوهش بر اساس هدف مسئله ۳۰ نفر از خبرگان به عنوان نمونه انتخاب شدند. جهت جمع آوری داده ها از پرسشنامه استفاده شده است. پرسشنامه یکی از ابزار کسب اطلاعات در پژوهش های پیمایشی است که داده ها را به طور مستقیم گردآوری می نماید. در این پژوهش از ۲ مدل پرسشنامه به شرح زیر استفاده می شود:

۱- پرسشنامه اول که جهت تأیید و غربالگری شاخص های و مؤلفه های تحقیق تهیه و در اختیار خبرگان پژوهش قرار داده می شود. روایی و پایایی این پرسشنامه بررسی خواهد شد.  
۲- پرسشنامه دوم که مقایسه زوجی شاخص ها و مؤلفه ها است تهیه می شود که برای روش DNP مورد استفاده قرار می گیرد. مراحل تشکیل ساختار روابط شبکه با استفاده از تکنیک دیمتل و تعیین اوزان مؤثر DANP بر اساس ماتریس ارتباط کامل در ادامه تشریح می گردد.

### ۳-۱- تکنیک دیمتل برای تشکیل نقشه روابط شبکه

گام نخست - محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم

ارزیابی روابط میان معیارها (تأثیر یک معیار بر معیار دیگر) بر اساس نظرات خبرگان تحقیق با استفاده از طیف رتبه بندی ۰ تا ۴ انجام می گردد که در آن ۰ به معنی عدم تأثیر گذاری، ۱ به معنی تأثیر اندک، ۲ به معنی تأثیر متوسط، ۳ به معنی تأثیر زیاد و ۴ به معنی تأثیر بسیار زیاد است. از خبرگان خواسته می شود تأثیر یک معیار بر معیار دیگر را تعیین نمایند. یعنی اگر اعتقاد داشته باشند که معیار  $i$  بر معیار  $j$  تأثیر گذار است می بایست آن را به صورت  $d_c^{ij}$  نشان دهند. بنابراین ماتریس  $D = [d_c^{ij}]$  از ارتباط مستقیم حاصل خواهد شد.

$$D = \begin{bmatrix} d_c^{11} & \dots & d_c^{1j} & \dots & d_c^{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ d_c^{i1} & \dots & d_c^{ij} & \dots & d_c^{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ d_c^{n1} & \dots & d_c^{nj} & \dots & d_c^{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

گام دوم - نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم

ماتریس ارتباط مستقیم با استفاده از رابطه ی ۳-۴ نرمال شده و ماتریس N به دست می آید.

$$(2)$$

$$N = VD;$$

$$V = \min\{1/\max_i \sum_{j=1}^n d_{ij}, 1/\} \quad (3)$$

۳-۲- تکنیک DANP برای یافتن وزن های موثر در

هر معیار

گام پنجم- نرمال سازی ماتریس ارتباط کامل ابعاد

ماتریس  $T_D$  از میانگین  $T_C^{ij}$  بدست می آید. این ماتریس مطابق با رابطه ۹ نرمال خواهد شد، به این ترتیب که حاصل جمع هر سطر محاسبه شده و هر عنصر بر مجموع عناصر سطر مربوط به خود تقسیم می گردد. ماتریس ارتباط کامل نرمال شده  $T_D$  به صورت  $T_D^\alpha$  نشان داده می شود.

$$T_D = \begin{bmatrix} t_{11}^{D11} & L & t_{1j}^{D1j} & L & t_{1m}^{D1m} \\ M & M & M & M & M \\ t_{i1}^{Di1} & L & t_{ij}^{Dij} & L & t_{im}^{Dim} \\ M & M & M & M & M \\ t_{m1}^{Dm1} & L & t_{mj}^{Dmj} & L & t_{mm}^{Dmm} \end{bmatrix} \rightarrow \begin{cases} d_1 = \sum_{j=1}^m t_{1j}^{D1j} \\ d_i = \sum_{j=1}^m t_{ij}^{Dij} \\ d_m = \sum_{j=1}^m t_{mj}^{Dmj} \end{cases} \quad (8)$$

$d_i = \sum_{j=1}^m t_{ij}^{Dij}, i = 1, \dots, m$

$$T_D^\alpha = \begin{bmatrix} t_{11}^{D11}/d_1 & L & t_{1j}^{D1j}/d_1 & L & t_{1m}^{D1m}/d_1 \\ M & M & M & M & M \\ t_{i1}^{Di1}/d_i & L & t_{ij}^{Dij}/d_i & L & t_{im}^{Dim}/d_i \\ M & M & M & M & M \\ t_{m1}^{Dm1}/d_m & L & t_{mj}^{Dmj}/d_m & L & t_{mm}^{Dmm}/d_m \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$= \begin{bmatrix} t_D^{a11} & L & t_D^{a1j} & L & t_D^{a1n} \\ M & M & M & M & M \\ t_D^{ai1} & L & t_D^{aij} & L & t_D^{ain} \\ M & M & M & M & M \\ t_D^{an1} & L & t_D^{anj} & L & t_D^{ann} \end{bmatrix}$$

گام هشتم- نرمال سازی ماتریس ارتباط کامل معیارها

نرمال سازی  $T_C$  با مجموع درجات تأثیرگذاری و تأثیرپذیری معیارها و ابعاد جهت اکتساب  $T_C^\alpha$  بر اساس رابطه ۱۰ می باشد.

(۱۰)

$$9 = T_C^a \begin{bmatrix} & D_1 & & D_i & & D_n \\ & c_{11...c_{1m_1}} & \dots & c_{j1...c_j} & \dots & c_{n1...c_{nm_n}} \\ D_1 & c_{11} & T_C^{a11} & L & T_C^{a1j} & L & T_C^{a1n} \\ & c_{12} & M & & M & & M \\ M & c_{1m_1} & M & & M & & M \\ D_i & c_{i1} & T_C^{ai1} & L & T_C^{aij} & L & T_C^{ain} \\ & c_{i2} & M & & M & & M \\ M & c_{im_1} & M & & M & & M \\ D_n & c_{n1} & T_C^{an1} & L & T_C^{anj} & L & T_C^{ann} \\ & c_{n2} & & & & & \\ & c_{nm_n} & & & & & \end{bmatrix}$$

گام هفتم- تشکیل سوپر ماتریس ناموزون

در این گام ترانهاده ماتریس ارتباط کامل نرمال شد  $T_C^\alpha$  محاسبه شده و ماتریس  $W$  حاصل می شود، چنانچه برای مثال، ماتریسی نظیر ماتریس  $W^{11}$  خالی و یا صفر باشد به این معنی است که ماتریس مربوط مستقل می باشد.

$$W = (T_c^a)' = \begin{matrix} & & D_1 & & D_i & & \dots & & D_n \\ & & c_{11} \dots c_{1m_1} & & \dots & & c_{j1} \dots c_{j} & & \dots & & c_{n1} \dots c_{nm_n} \\ D_1 & c_{11} & \left[ \begin{array}{ccc} W^{11} & L & W^{1i} \\ M & & M \\ W^{1j} & L & W^{1n} \end{array} \right. & & & & & & & & \\ M & c_{1m_1} & & & & & & & & & \\ D_j & c_{j1} & & & & & & & & & \\ M & c_{j2} & & & & & & & & & \\ M & c_{jm_j} & & & & & & & & & \\ D_n & c_{n1} & & & & & & & & & \\ & c_{n2} & & & & & & & & & \\ & c_{nm_n} & & & & & & & & & \end{matrix} \quad (11)$$

گام هشتم - تشکیل سوپرماتریس موزون

به منظور تشکیل سوپرماتریس موزون، ماتریس ارتباط کامل نرمال  $T_D^\alpha$  ترانسپوز شده و در سوپر ماتریس ناموزون ضرب می شود.

$$W^\alpha = T_D^\alpha W \quad (12)$$

جدول ۱. ارزیابی عوامل پژوهش

میانگین امتیازات	زیر معیار	معیار
۳/۶	زمان حرکت و زمان رسیدن	زمان
۴/۱	نداشتن تأخیر در پرواز	
۳/۸۵	ساعت های پرواز	
۳/۴۵	مدت زمان پرواز	
۳/۵	لغو شدن پرواز	
۳/۵	کم شدن هزینه کلی مسافرت	هزینه
۴/۰۵	کم شدن هزینه بلیت	
۳/۸۵	پرداخت هزینه های اضافی	
۳/۷	آزاد شدن نرخ بلیت هواپیما	
۳/۴	استفاده از بلیت چارتر	خدمات
۳/۲	خدمات پروازی بهتر	
۳/۴	خدمات زمینی بهتر	
۳/۴	خدمات VIP و CIP	
۳/۶۵	مناسب بودن سیستم حمل و نقل	
۳/۶	داشتن امکانات در محوطه فرودگاه	
۳/۷۵	خرید اینترنتی بلیت	
۴	اهمیت انتخاب سیستم حمل و نقل هوایی	رضایتمندی
۳/۶	احساس ایمنی در طول پرواز	
۳/۸	برخورد مناسب کارکنان	
۳/۶۵	رضایتمندی کلی	

$$W^\alpha = \begin{bmatrix} t_D^{\alpha 11} \times W^{11} & \dots & t_D^{1i1} \times W^{i1} & \dots & t_D^{\alpha n1} \times W^{n1} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{\alpha 1j} \times W^{1j} & \dots & t_D^{\alpha ij} \times W^{ij} & \dots & t_D^{\alpha nj} \times W^{nj} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{\alpha 1n} \times W^{1n} & \dots & t_D^{\alpha in} \times W^{in} & \dots & t_D^{\alpha nn} \times W^{nn} \end{bmatrix} \quad (13)$$

گام نهم - محدود کردن سوپرماتریس موزون

سوپرماتریس موزون را از طریق بتوان رسانیدن به یک عدد طبیعی محدود می نمایم، تا جایی که سوپرماتریس همگرا شود و به ثبات برسد. خروجی این گام اوزان موثر DANP خواهد بود.

$$\lim_{Z \rightarrow \infty} (W^\alpha)^Z \quad (14)$$

با توجه به مطالب گفته شده ساختار تحقیق در شکل (۱) به تصویر کشیده شده است.

شکل ۱. فرایند انجام تحقیق





شکل ۲. نمودار تاثیر گذاری و تاثیر پذیری عوامل پژوهش

با توجه به شکل معیار هزینه (C2) دارای بیشترین مقدار D+R است پس بیشترین ارتباط را با سایر عوامل سیستم دارد. همچنین معیارهایی که دارای D-R مثبت هستند یعنی در بالای محور X قرار دارند عوامل علت هستند و عواملی که دارای D-R منفی هستند یعنی در پایین محور X قرار دارند عوامل معلول هستند.

جدول ۲. ماتریس ارتباط کامل ابعاد نرمال شده

	C1	C2	C3	C4
C1	۰/۲۰۹	۰/۱۳۱	۰/۱۹۹	۰/۱۷۸
C2	۰/۲۵۲	۰/۲۷۳	۰/۲۴۹	۰/۲۱۲
C3	۰/۲۰۴	۰/۲۶۱	۰/۲۲۶	۰/۲۵۹
C4	۰/۳۳۵	۰/۳۳۵	۰/۳۲۶	۰/۳۵۲

#### ۴-۲- وزن نهایی معیارها و زیرمعیارها

وزن نهایی معیارها و زیرمعیارها از سوپر ماتریس محدود شده استخراج می شود و در جدول ۳ آورده شده است. معیار رضایت مندی با وزن ۰/۳۳۸۷ رتبه اول، هزینه با وزن ۰/۲۴۱۹ رتبه دوم، خدمات با وزن ۰/۲۴۱۹ رتبه سوم و زمان با وزن ۰/۱۷۷۰ رتبه چهارم را کسب کرده است. همچنین در بین زیرمعیارها نیز، رضایتمندی کلی (C44) با وزن ۰/۱۳۵۸ رتبه اول را کسب کرده است. اهمیت انتخاب سیستم حمل و نقل هوایی (C41) و پرداخت هزینه های اضافی (C23) به ترتیب رتبه های دوم و سوم را کسب کرده اند.



شکل ۳. وزن و رتبه نهایی معیارهای پژوهش

#### ۴- مطالعات میدانی و جمع آوری اطلاعات

بر اساس مرور ادبیات و پیشینه پژوهش ۲۰ شاخص در ۴ بعد شناسایی و استخراج شد که جهت بومی سازی این عوامل طی پرسشنامه ای از ۳۰ نفر از خبرگان خواسته شد که بر اساس طیف ۱ تا ۵ لیکرت (۱=اهمیت خیلی کم، ۲=اهمیت کم، ۳=اهمیت متوسط، ۴=اهمیت زیاد، ۵=اهمیت خیلی زیاد) به هر شاخص امتیاز دهند. سپس میانگین امتیازات هر شاخص محاسبه شد چنانچه میانگین امتیاز شاخصی از عدد ۳ کمتر باشد حذف می گردد. نتایج نشان داد که تمامی شاخص ها مورد تایید خبرگان است. یعنی میانگین تمامی شاخص ها بالاتر از عدد ۳ هست. نتایج در جدول ۱ آورده شده است.

#### ۴-۱- بررسی تاثیر گذاری و تاثیر پذیری عوامل پژوهش

با توجه به مراحل گفته شده در قسمت سوم تحقیق گام های روش دنپ در گام اول ماتریس ارتباطات مستقیم تشکیل شده است گام دوم ماتریس تصمیم نرمال شده، در گام سوم محاسبه ماتریس ارتباطات کامل تشکیل شده است. در گام بعدی تاثیر گذاری و تاثیر پذیری غیرمعیارها بررسی می شود. تاثیر گذاری و تاثیر پذیری غیرمعیارها مشخص می شود زیرمعیارهای تاثیر گذار از نوع معیارهای علی هستند و زیرمعیارهای تاثیر پذیر از نوع معلول هستند. با استفاده از جدول ۲ تاثیر گذاری و تاثیر پذیری معیارهای اصلی تعیین می شود به طریق مشابه مقادیر D و R را محاسبه می کنیم. معیار زمان (C1) دارای بیشترین مقدار D است. پس تاثیر گذارترین و رضایتمندی (C4) دارای بیشترین مقدار R است پس تاثیر پذیرترین هست.

جدول ۲. تاثیر گذاری و تاثیر پذیری عوامل اصلی پژوهش

	D	R	D+R	D-R	نوع معیار
C1	۰/۱۷۶	۰/۱۰۳	۰/۲۷۹	۰/۰۷۲	علت
C2	۰/۱۵۹	۰/۱۴۴	۰/۳۰۳	۰/۰۱۵	علت
C3	۰/۱۳۷	۰/۱۳۶	۰/۲۷۳	۰/۰۰۲	علت
C4	۰/۱۰۵	۰/۱۹۴	۰/۲۹۹	-۰/۰۸۹	معلول

محور مختصات را با مقادیر D+R و D-R تشکیل می دهیم نتایج در شکل (۲) آورده شده است.

جدول ۳. اوزان نهایی معیارها و زیر معیارها

ر	وزن نسبی	وزن نهایی	نام معیار
۴		۰/۱۷۷۰	زمان (C1)
۷	۰/۲۸۸۱	۰/۰۵۱۰	زمان حرکت و زمان رسیدن (C11)
۱۲	۰/۲۴۱۸	۰/۰۴۲۸	نداشتن تأخیر در پرواز (C12)
۱۵	۰/۱۷۶۶	۰/۰۳۱۳	ساعت‌های پرواز (C13)
۱۹	۰/۱۳۸۱	۰/۰۲۴۴	مدت‌زمان پرواز (C14)
۱۸	۰/۱۵۵۴	۰/۰۲۷۵	لغو شدن پرواز (C15)
۲		۰/۲۴۲۴	هزینه (C2)
۵	۰/۲۵۷۴	۰/۰۶۲۴	کم شدن هزینه کلی مسافرت (C21)
۹	۰/۱۸۷۶	۰/۰۴۵۵	کم شدن هزینه بلیت (C22)
۳	۰/۳۰۷۸	۰/۰۷۴۶	پرداخت هزینه‌های اضافی (C23)
۲۰	۰/۰۹۹۲	۰/۰۲۴۰	آزاد شدن نرخ بلیت هواپیما (C24)
۱۴	۰/۱۴۸۰	۰/۰۳۵۹	استفاده از بلیت چارتر (C25)
۳		۰/۲۴۱۹	خدمات (C3)
۱۱	۰/۱۷۹۶	۰/۰۴۳۴	خدمات پروازی بهتر (C31)
۱۰	۰/۱۷۹۸	۰/۰۴۳۵	خدمات زمینی بهتر (C32)
۱۳	۰/۱۶۲۰	۰/۰۳۹۲	خدمات VIP و CIP (C33)
۶	۰/۲۲۴۴	۰/۰۵۴۳	مناسب بودن سیستم حمل و نقل (C34)
۱۶	۰/۱۲۷۴	۰/۰۳۰۸	داشتن امکانات در محوطه فرودگاه (C35)
۱۷	۰/۱۲۶۹	۰/۰۳۰۷	خرید اینترنتی بلیت (C36)
۱		۰/۳۳۸۷	رضایتمندی (C4)
۲	۰/۲۴۸۴	۰/۰۸۴۱	اهمیت انتخاب سیستم حمل و نقل هوایی (C41)
۴	۰/۲۰۷۸	۰/۰۷۰۴	احساس ایمنی در طول پرواز (C42)
۸	۰/۱۴۲۷	۰/۰۴۸۳	برخورد مناسب کارکنان (C43)
۱	۰/۴۰۱۱	۰/۱۳۵۸	رضایتمندی کلی (C44)

جاده‌های، ریلی و هوایی میسر است. یکی از زیربخشهای حمل و نقل که امروزه نقش مهمی در جابه‌جایی مسافران بر عهده دارد، زیربخش حمل و نقل هوایی است. ارایه کنندگان خدمات حمل و نقل هوایی با مشکلات فراوان مالی مواجه هستند. هزینه‌های فراوان تعمیر و نگهداری ناوگان فرسوده و قیمت بالای سوخت هواپیمای حاشیه سود شرکت‌های هواپیمایی را کاهش داده است.

با توجه به هزینه‌بر بودن ایجاد بستر و زیرساخت‌های مناسب جهت احداث و بهره‌برداری از یک فرودگاه جدید و همچنین حاشیه سود اندک شرکت‌های هواپیمایی، این پژوهش با شناسایی و وزن‌دهی عوامل موثر بر تقاضای مسافر حمل و نقل هوایی می‌تواند در تصمیم‌گیری مدیران جهت احداث یک فرودگاه جدید و یا توسعه فرودگاه‌ها موجود نقش به‌سزایی داشته باشد. همچنین شرکت‌ها هواپیمایی نیز با در اختیار داشتن عوامل موثر در افزایش یا کاهش تقاضا مسافران حمل و نقل هوایی با مدیریتی بهتر و ارائه خدمات مطلوب‌تر سهم بیشتری از بازار تقاضا مسافران حمل و نقل هوایی داشته باشند.

پیشنهادهای کاربردی به عوامل فیزیکی مربوط به هواپیما و فرودگاه‌ها، به عوامل انسانی شامل استفاده کارکنان مجرب، آموزش و ارزیابی مستمر کارکنان و همچنین کیفیت کترینگ (غذاهای داخل پرواز) ایرلاین‌ها توجه ویژه‌ای شود. در حوزه بازاریابی شرکت و به‌ویژه در ایجاد تصویر ذهنی مطلوب از هواپیمایی سرمایه‌گذاری کافی صورت گیرد و بر ایجاد حس اعتماد و اطمینان به امنیت و سلامت پروازها تمرکز شود.

در این پژوهش در محیط قطعی محاسبات انجام گرفت که برای غلبه بر عدم قطعیت‌ها و ابهامات پیشنهاد می‌شود در محیط فازی صورت گیرد. در این پژوهش از روش DANP برای تعیین اوزان استفاده شد که پیشنهاد می‌شود از دیگر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیار استفاده شود.

در این تحقیق از شاخص‌های استخراج شده در ادبیات تحقیق جهت وزن دهی و رتبه‌بندی استفاده شده است، اما با توجه به گستردگی و پراکندگی شاخص‌های موثر بر تقاضا مسافر در حمل و نقل هوایی، می‌توان شاخص‌های دیگری را جایگزین کرد و تاثیر آن‌ها بر حمل و نقل هوایی را سنجید. لازم است به منظور توسعه و تکمیل شاخص‌های موجود پژوهش‌هایی انجام شود.

### ۵- نتیجه‌گیری

حمل و نقل یکی از بخشهای مهم و زیربنایی کشور می‌باشد که نقش عمده‌ای در توسعه همه‌جانبه کشور دارد. جابه‌جایی مسافر در سراسر کشور، برآورد نیازهای آموزشی، بهداشتی، پزشکی مردم، فراهم آوردن امکان مسافرت و تفریح در نقاط خوش آب و هوا از یک سو و حمل و انتقال کالا از شهری به شهر دیگر، فراهم آوردن نیروی کار مورد نیاز صنایع و کارگاههای صنعتی و تجاری، انتقال مواد اولیه مورد نیاز فعالیت‌های کشاورزی و کارخانه‌ها و ... از سوی دیگر، تنها از طریق حمل و نقل کالا و مسافر و ایجاد زیرساخت‌های مناسب

-Akai K. Aoki K. and Nishino N. A., (2013), "Choice Experiment for Air Travel Services. Advances in Production Management Systems. Competitive Manufacturing for Innovative Products and Service". IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems. State College, PA, USA, pp.9-12.

-Gegg, P. L. Budd. and S. Ison, (2014), "The market development of aviation biofuel: Drivers and constraints" Journal of Air Transport Management. Vol. 39, pp.34-40.

-Hyoung T. Gim T., (2011), "Influences on Trip Frequency According to Travel Purposes: A Structural Equation Modeling Approach in Seoul, South Korea". Environ Plann B Plann, Vol. 38, No. 3, pp.429-446.

-OLiu D., (2016), "Measuring aeronautical service efficiency and commercial service efficiency of East Asia airport companies: An application of Network Data Envelopment Analysis." Journal of Air Transport Management. Vol.52, pp. 11-22.

-Rolim, P.S. H.F. Bettini. and A.V. Oliveira, (2016), "Estimating the impact of airport privatization on airline demand: A regression-based event study", Journal of Air Transport Management, Vol.54. pp.31-41.

می‌توان تاثیر ویژگی پاسخ دهندگان پرسش نامه‌ها به لحاظ سن، جنس، تحصیلات و شغل بر روی نتایج این تحقیق را مورد بررسی قرار داد.

#### ۶- پی‌نوشت‌ها

1. Yang
2. Lopo
3. Elive
4. Rolim

#### ۷- مراجع

-جلیلی، م. و منطقی، م.، (۱۳۹۷)، "تحلیل پیش‌بینی تقاضای مسافر و بار در صنعت هوایی ایران"، فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل. دوره ۱۰، شماره ۱، ص. ۷۵-۱۰۱.

-ذبیحی‌طاری، م.، (۱۳۹۵)، "ارائه مدل پیش‌بینی رفتار مسافران هوایی برای انتخاب برنامه سفر"، رساله دکتری تخصصی، استاد راهنما: محمود صفارزاده، تهران: دانشکده فنی-مهندسی، گروه مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس.

-رضایی، پ.، (۱۳۹۷)، "بررسی و ارائه روش‌هایی جهت ارزان کردن حمل‌ونقل‌های هوایی داخلی"، دومین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در عمران، معماری، مدیریت شهری و محیط‌زیست، کرج.

-مرادی، م.، (۱۹۳۵)، "تعیین مؤلفه‌های مؤثر بر تقاضای حمل‌ونقل هوایی داخلی به روش کاهش در ساختار داده‌ها به کمک تحلیل عاملی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: محمد مهدی خبیری، دانشکده فنی، دانشگاه یزد.



# The Use of DANP Method for Locating New Airports

*Mohammad Shaverdi, M.Sc., Student, Department of Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Art, Science and Research Branch, Azad University, Tehran, Iran.*

*Seyed Mojtaba Shafiee, Assistant Professor, Faculty of Art and Architecture, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.*

*Shahriar Afandizadeh, Professor, School of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.*

*E-mail: Smsb1358@gmail.com*

Received: March 2021-Accepted: July 2021

## **ABSTRACT**

Current study is seeks to solve a real-world problem. In terms of data collection, it is also covered by survey research. Content validity was used to evaluate the validity of the questionnaire. First, a standard questionnaire was used and then to assess the validity of the questionnaire in the present study, experts were provided Content validity. The Cronbach's alpha coefficient can be obtained for the 0.917 questionnaire indicating that you receive the questionnaire from reliability. The method of testing and analysis in this research has several indications. Using DANP research methods, you can gain access to the ANP super matrix and obtain empowerment and sub-criteria in a variety of areas using the DEMP matrix. Satisfaction criteria were 0.3387 in the first rank, higher than the limit of 0.2424 in the second rank, services in the weight of 0.2419 in the third rank and time in the fourth in the weight of 0.1770. This is among the subsets, the overall satisfaction (C44) with the weight of 0.1358 ranking first. The choice of air transport system selection (C41) and restricted access rate (C23) are the second and third ranks of the user-interface, respectively.

**Keywords:** Locating, Airport, Demand, DANP