اندیس ترابري استانهاي كشور

محمد سعيد منجم استاديار دانشكدة عمران، دانشگاه خواجه نصيرالدين طوسي

مرتضي دارابي كارشناس ارشد دانشكدة عمران، دانشگاه خواجه نصيرالدين طوسي

چكيده

در اين مقاله با كمك روشهاي رياضي و دادههاي آماري انديسي جهت رتبهبندي پتانسيل ترابري هر استان كشور ارايه شده است. انديس ترابري استانها در اين مقاله عددي است بدون بعد و مقياس كه بيانگر پتانسيل و عملكرد ترابري استانهاي كشور ميباشد و ميتواند جايگزين آمارهاي متداول قرار گيرد. با توجه به تفاوت ماهيت زير مجموعههاي حمل و نقل و تنوع گسترده اجزاي تشكيل دهنده سيستم ترابري، رتبهبندي بر مبناي شاخصهاي پردازش شده انجام گرفته است و با آناليز خطي تواناييهاي ترابري ۲۸ استان در قالب انديس بالقوه ترابري، انديس بالفعل ترابري و انديس كلي بيان شده است. نكتهاي كه تاكنون به آن پرداخته نشده است. شاخصها دربرگيرنده طول آزادراهها، راههاي اصلي، راههاي فرعي، خطوط راهآهن، بنادر، فرودگاهها، پايانهها، حجم كالا و مسافر ميباشند . اين رتبهبندي ميتواند راهگشاي مديران، سرمايهگذاران، كارشناسان و برنامهريزان ارشد كشور قرار گيرد.

كلمات كليدی: انديس، ترابری، استان، رتبه بندی، ايران.

The Transportation Index of Different Provinces In the Country

M. S. Monajem and M. Darabi Department of Civil Engineering, K. N. Toosi University of Technology

Abstract

The objective of this study is to define an index for ranking the provinces (states) of our country in terms of transportation facilities. This index which is aimed to represent the potential of transportation facilities in each province , is a dimensionless number .By the potential of transportation facilities we mean factors such as length of highways and railways , number of airports and harbors , the population of vehicles , the tonnage of goods and number of passengers. A mathematical approach rather than a statistical one is suggested this index , as the transportation industry is very vast with different variations , and presentation of mere statistical figures would not be helpful .In this regards , three indices are presented , which are hoped to assist the government , investors and the planners in evaluating the transportation facilities of the provinces for their planning purposes.

Key words: Index, Transportation, Province, Ranking, Iran.

۱- مقدمه

بهينه سازي در مدلهاي كلاسيك برنامهريزي خطـي بـر پايـه يك معيار سنجش (يا يك تابع هدف) ميباشند. اما در دهه اخيـر توجـه پژوهـشگران بـه مـدلهاي تـصميمگيـري چنـد معيـاره (Multiple Criteria Decision Making) بـراي تـصميمگيريهـاي پيچيده معطوف شده است. در اين تصميمگيريها بهجاي استفاده از يك معيار (شاخص) از چندين شـاخص ممكـن ولـي در عـين حال متفاوت نسبت به يكديگر استفاده ميكنند. در ايـن مقالـه از مدلهاي تصميمگيري چند معياره بهجاي انتخاب بهترين گزينـه، براي رتبهبندي استانهاي كشور استفاده شده است. تفاوت عمـده اين كار مطالعاتي با مدلهاي تصميمگيري چنـد معيـاره در ارايـه روش رتبهبندي ميباشد كه در قالب دو انـديس بـالقوه و بالفعـل براي ۲۸ استان كشور انجام شده است. در كنار ايـن دو انـديس، انديس كلي ترابري كه از تركيب اين دو انديس اسـت نيـز ارايـه شده است. انديس ترابري استانهاي كشور كه در اين مقاله بـه آن پرداخته شده است، عددي اسـت بـدون مقيـاس كـه تواناييهـا و پتانسيل ترابري هر استان را نشان ميدهد. براسـاس ايـن انـديس ۲۸ استان كشور از ديدگاه ترابري رتبه بندي شده است.

ترابري هر كشور را ميتوان به چهار بخش اصلي (امكانات زيربنايي حمل و نقل) تقسيم نمود: ۱- مسير، ۲- ناوگان، ۳- پايانه، ۴- مديريت و ترافيك [۱]. در تعيين انديس ترابري استانهاي كشور نيز از اين تقسيمبندي پيروي شده است.

در بخش مسير، ارزيابي كاملي از طول انواع راهها، راهآهن كشورمان شده است. در بخش ناوگان، تمامي انواع خودروها (هواپيما، كشتي، قطار، كاميون و اتوبوس) مورد برآورد قرار گرفت. در بخش پايانهها، گنجايش ايستگاههاي راهآهن، ترمينالهاي مسافري، بنادر و فرودگاهها ارزيابي گرديد. در بخش مديديت و ترافيك، از آنجاييكه مديريت ترابري در استانهاي كشور دولتي هستند و تحت يك الگو از مركز پيروي مينمايند، در اين مطالعه نمره يكساني براي همه استانهاي كشور در نظر گرفته شده است.

ميزان بهرهبرداري از امكانات زيربنايي ترابري براساس حجم كالا و تردد مسافر براي حمل و نقل جادهاي، ريلي، دريايي، هوايي و لولهاي (فقط حمل كالاي مايع) مورد بررسي قرار گرفته است.

۲- تهيه آمار

براي تهيه آمار موردنياز از آمارنامههاي مركز آمار ايران، سالنامه آماري كشور، اطلس ملي راههاي ايران، آمار وزارت راه و ترابري و سالنامه آماري ۲۸ استان به طور جداگانه استفاده شده است. آمار مربوط به طول راهها، آزادراهها، خطوط راهآهن، ظرفيت بنادر و فرودگاهها در كنار مساحت و جمعيت هر استان در جدول (۱) و در جدول (۲) آمار حمل و نقل كالا و تردد مسافر براي استانهاي كشور ارايه شده است. همچنين در جدول (۳) هزينه حمل كالا و جابجايي مسافر براي پنج نوع سيستم ترابري آورده شده است. هزينه ساخت و احداث ابنيه فني راه و راهآهن در جدول (۴) و هزينه احداث بنادر و فرودگاهها نيز در جدول (۵) ارايه شده است.

آمار تهيه شده براي تعيين انديس ترابري كشور، خالي از اشكال نميباشد. با توجه به مدت زمان و تلاش زيادي كه صرف گردآوري آمار موردنياز اين مطالعه انجام پذيرفت، بخشي از آمارهاي موردنياز يا وجود ندارند و يا قابل دسترسي نبودند. كاستيهاي آماري در اين مقاله عبارتند از:

۱- در برآورد ناوگان هر استان، از تعداد خودروهاي سواري شخصي چشم پوشي گرديد. زيرا آمار دقيق در مورد شماره گذاري خودروها نميتواند در دسترس همگان قرار گيرد [۴۰]. از طرفي خودروهاي شمارهگذاري شده در يك استان به راحتي ميتوانند در ديگر استانهاي كشور تردد نمايند.

۲- آمار حمل و نقل هر استان در همه آمار نامهها فقط شامل مسافر و كالاي ورودي و خروجي ميباشند و آمار ترانزيت براي هيچ استاني وجود ندارد.

۳- براي برآورد انديس ترابري نيازمند برآورد تناژ برحسب نفر-كيلومتر و تن - كيلومتر بوديم. آمار موجود در راهآهن، هواپيمايي و كشتيراني خوشبختانه بر پايه اين واحدها تدوين شده ولي آمار حمل و نقل جادهاي فقط بر پايه نفر (براي مسافر) و تن (براي كالا) ميباشند. با توجه به حجم زياد ترابري جادهاي كشور نسبت به ديگر شاخصها، نميتوانستيم از آمار ترابري جادهاي صرفنظر نماييم. چون شاخصها براي حمل بايد يكسان باشند، مبنا را به ناچار بر پايه واحد نفر و تن قرار داديم. حتي كاوش غير رسمي (گفتگو با شركتهاي مسافربري، اتحاديه كاميونداران و بنگاههاي حمل و نقل) نيز مفيد واقع نگرديد.

جدول ۱- طول راهها، ظرفیت بنادر و فرودگاههای استانهای کشور [۹ ، ۱۰ و ۱۱]

نام استان	مساحت $[km^2]$	جمعیت *1000	ظرفیت بندر م تن در سال	ظرفیت فرودگاه میلیون نفر در سال	آزاد راه [km]	راه اصلی [km]			راه فرعی [km]			راه آهن [km]
						بزرگراه	عریض	معمولی	عریض	درجه ۱	درجه ۲	
آذربایجان ش	45481	3582	-	22.5	29	107	126	810	292	1063	321	468
آذربایجان غ	37463	2689	-	7.5	-	102	104	640	61	1790	288	88
اردبیل	17888	1258	-	15	-	36	50	494	283	264	281	-
اصفهان	107027	4226	-	22.5	78	581	149	798	2165	511	100	649
ایلام	20150	526	-	7.5	-	26	-	368	215	689	127	-
بوشهر	23168	801	16.1	30	-	46	79	160	11	1661	128	-
تهران	19196	12040	-	45	148	260	172	666	175	385	48	531
چهار محال و ب	16201	820	-	7.5	-	25	313	704	170	93	14	-
خراسان	302966	6515	-	45	-	190	238	1937	2492	2582	339	658
خوزستان	63213	4036	16.9	52.5	-	381	588	1165	920	1432	413	384
زنجان	21841	1117	-	-	110	32	205	124	255	450	169	193
سمنان	96816	5402	-	7.5	-	408	216	173	178	570	35	1034
سیستان و ب	178431	1855	1.32	37.5	-	13	609	1080	646	2596	591	96
فارس	121825	4112	-	45	-	125	352	1635	1457	2110	188	-
قزوین	15491	1043	-	7.5	165	21	145	357	50	434	145	122
قم	11237	919	-	-	139	105	69	88	95	135	13	307
کردستان	28817	1450	-	7.5	-	3	-	291	403	685	247	-
کرمان	181714	2159	-	52.5	27	170	-	1728	932	1989	188	700
کرمانشاه	24641	1916	-	15	-	178	86	335	435	959	308	-
کهکلویه و ب	15563	586	-	7.5	-	3	275	98	520	358	65	-
گلستان	20893	1536	0.55	-	-	144	454	381	210	111	21	65
گیلان	13952	2415	0.73	15	-	185	61	269	309	812	128	-
لرستان	28392	1706	-	7.5	-	164	140	550	129	488	130	215
مازندران	23833	2803	1.31	30	13	311	53	459	622	686	125	213
مرکزی	29406	1323	-	-	-	168	72	388	174	578	95	352
هرمزگان	71193	1144	14.75	7.5	8	34	100	169	474	1662	119	313
همدان	19547	1807	-	7.5	-	298	142	385	420	309	174	-
یزد	73467	808	-	15	-	151	-	635	1051	662	17	553

جدول ۲ - آمار حمل و نقل مسافر و کالای استانهای کشور برحسب ۱۰۰۰ تن و ۱۰۰۰ نفر [۱۲ الی ۳۹]

نام استان	جاده‌ای		ریلی		دریایی		هوایی		لوله‌ای
	مسافر	کالا	مسافر	کالا	مسافر	کالا	مسافر	کالا	کالا
آذربایجان ش	3775	8210	725	330	-	-	548	120	-
آذربایجان غ	3619	2310	110	550	-	-	205	120	-
اردبیل	1264	2170	-	-	-	-	103	100	-
اصفهان	6532	21440	308	10750	-	-	1023	2150	620
ایلام	424	720	-	-	-	-	13	100	-
بوشهر	1014	980	-	-	10.41	4650	438	1270	-
تهران	22574	25390	3915	3660	-	-	6824	55600	18650
چهارمحال و ب	1815	530	-	-	-	-	16	100	-
خراسان	4828	10140	4212	1450	-	-	1888	120	8850
خوزستان	2485	16520	1052	4200	7.57	34100	1318	12250	12500
زنجان	992	1470	817	520	-	-	-	-	-
سمنان	1697	5630	615	1380	-	-	-	-	8450
سیستان وب	1476	2770	98	300	2.67	3450	417	100	-
فارس	3334	13560	-	-	-	-	1239	200	-
قزوین	1972	2720	330	140	-	-	-	-	150
قم	2702	1280	118	3000	-	-	-	-	-
کردستان	2681	1820	-	-	-	-	11	100	-
کرمان	1141	5420	215	580	-	-	388	1150	-
کرمانشاه	3795	2440	-	-	-	-	318	1500	-
کهگلویه و ب	624	300	-	-	-	-	-	200	-
گلستان	1670	3550	110	100	3.11	300	25	-	1150
گیلان	2342	4190	-	-	7.81	3300	103	120	130
لرستان	2072	3540	941	300	-	-	19	100	620
مازندران	2953	4920	315	500	-	2200	42	120	-
مرکزی	2461	6180	1117	1350	-	-	-	-	-
هرمزگان	983	10780	523	4500	52.12	55000	1585	1100	-
همدان	3311	3820	-	-	-	-	30	120	-
یزد	1038	4520	309	6850	-	-	238	650	-

جدول ۳ – هزينههاي حمل به تومان [۴۱]

سيستم ترابري	دريايي	راه آهن	جاده اي	هوايي	لوله‌اي
کالا (تن کيلومتر)	4.8	4.8	10	48	1.5
مسافر(نفرکيلومتر)	20	10	4.8	24	

جدول۴- هزينه احداث راه به ميليون تومان [۱۱ ، ۴۱]

آزاد راه	راه اصلي			راه فرعي آسفالته			راه آهن
	بزرگراه	عريض	معمولي	عريض	درجه يك	درجه دو	
500	300	180	120	100	70	50	250

جدول۵- هزينه احداث بندر و فرودگاه به ميليارد تومان [۴۱، ۴۲ ، ۴۳]

فرودگاه (براي هر يك ميليون نفرظرفيت سالانه)	بندر (براي هر يك ميليون تن ظرفيت سالانه)
1.50	15

روشهاي تخميني نيز آزمايش گرديد (حاصلضرب حجم كالا و مسافر در فاصله بين استانها و يا روش تقسيم سوخت به تعداد خودرو) اما متأسفانه هيچكدام نتيجه بخش نگرديد.

۴- آمار ترابري در ايران ضعيف و در پارهاي موارد نادرست و ناقص هستند. در بعضي موارد دادههاي آمارنامههاي رسمي كشور با آمارنامههاي استانها تفاوت داشتند كه در چنين مواردي ميانگينگيري اعداد براي محاسبه انجام پذيرفت. بيشترين تفاوتها در آمار مسافر دريايي كشور ملاحظه گرديد.

۵- آمار كالا و مسافر درون شهري در تعيين انديس ترابري منظور نگرديد. علت اين امر نبود آماري در اين رابطه است. تنها شهرداري، راهنمايي و شركتهاي مشاور در تهران به اين آمار دسترسي دارند كه دسترسي به آنها ممكن نگرديد. با توجه به گستردگي انواع كالاهاي مصرفي، فروشگاهها، مراكز پخش رسمي و غير رسمي كالا و تعداد نامعلوم مسافركشها، هيچ ارگاني حتي به طور تخميني نيز آماري ندارند. از طرفي با توجه به تعداد زياد شهر در كشور دستيابي و حتي تخمين نيز برايمان ناممكن بود.

۶- هزينههاي حمل و نقل ارايه شده در جدول (۳)، به طور ميانگين ميباشند. ارقام تعرفه حمل رسمي كالا با ارقام اداره توشه راهآهن و شركت باربري راه آهن، اداره رويه و مقررات هما و شركت خطوط لوله (وابسته به وزارت نفت) تا حدودي متفاوت بودند [۴۱ و ۴۲] . احتمالاً دولت براي حمل پارهاي مواد حياتي كشور يارانه در نظر ميگيرد.

۳ – ماتريس تصميمگيري

با توجه به تعداد زياد استانها و با توجه به حجم آمار، از ماتريس (آنرا ماتريس تصميمگيري مينامیم) براي پردازش شاخصها و گزينهها استفاده گرديد. ابتدا گزينهها و شاخصها را براي ماتريس تصميمگيري انتخاب نموده و سپس بر روي آنها عمليات پردازشي انجام ميدهيم. همانگونه كه در شكل (۱) ديده ميشود ماتريس تصميمگيري در اينجا در برگيرنده اجزاء زير ميباشد:

A_j= گزينهها (Alternatives) ماتريس كه برابر تعداد استانهاي كشور ($m=28$)،

شاخصها

$$
\begin{array}{c|cccc|}
 & X_1 & X_2 & . & X_n \\
\hline
A_1 & r_{11} & r_{12} & . & r_{1n} \\
\dots & . & . & . & . \\
A_m & r_{m1} & r_{m2} & . & r_{mn}
\end{array}
$$

گزينه ها

شكل ۱- ماتريس تصميم گيري

X_i = شاخصها و معيارهاي ارزيابي (Attributes) هستند كه يكبار برابر امكانات زيربنايي ترابري استانها (دادههاي جدول (۱)) كه برابر $n=10$ (براي انديس بالقوه) ميباشد كه آنرا ماتريس امكانات مينامیم و يكبار برابر ميزان بهرهبرداري از اين امكانات زيربنايي (از جدول (۲)) كه اينبار برابر $n = 9$ (براي انديس بالفعل) هستند كه آنرا ماتريس بهرهبرداري مينامیم، r_{ij}، درايههاي

ماتريسهاي تصميمگيري است كه تشكيل دهنده مقادير خاص (دادههاي آماري) از شاخص jام براي گزينه iام ميباشند.

همانگونه كه مشاهده ميگردد واحد شاخصهاي ماتريس امكانـات و ماتـريس بهرهبرداري نسبت به يكديگر يكسان نيستند. براي يكسان نمودن مقياس شاخصها، بايد اهميت نسبي شاخصها را شناسايي و مبناي كار قرار دهيم. مدلهاي VMP (Vector Maximization Problem) در روش تصميمگيري چند معياره براي بهينه نمودن هر يك از توابع هدف (براي هر يك از شاخصها در اين مقاله) به طور همزمان به كار ميروند [۲].

پس مـيتـوان ابراز نمود كه براي مورد فوق *X يك راهحل بهينه براي VMP خواهد بود اگر و اگر: $F(x^*)>F(x)$ و $X^* \in S$ (بـه ازاي همه $X \in S$) كه اين خود نشاندهنده فضاي عملي براي متغييرهاي تصميم از مسأله چند شاخصه است.

راهحل بهينه براي تصميمگيري چند شاخصه (چند معياره) شامل مناسبترين گزينه *A خواهد بود به گونهاي كه براي آن داشته باشيم [۳]:

$$A^* \approx \{ X_1^*, X_2^*, \ldots, X_n^* \}$$
$$\rightarrow X^*_j = \text{Max}_i \; U_j(r_{ij}) \quad ; \quad i = 1, 2, \ldots, m \qquad (۱)$$

بـهگونـهاي كه U_j بيانگر مطلوبيت (ارزش) از شاخص Jام است. يعني به ازاي هر گزينه بايد برآوردي درست از تابع مطلوبيت به دست آيد. گزينه با بيشترين مطلوبيت، بهترين است و برگزيده ميشود.

بهزباني ديگر *A متشكل از ارجحترين ارزش يا مطلوبيت از هر شاخص موجود از ماتريس تصميمگيري خواهد بود. بديهي است كه در اين مقاله گزينه ايدهال (استاني با شرايط ترابري ايدهال يا مطلوب) تعريف شده نيست و بيان آن ذهني است. لذا در اين مطالعه فرض نموديم كه بهترين استان (ارجحترين مطلوبيت) از ديدگاه ترابري، استاني است كه بالاترين انديس را كسب كند. ساير استانها مطلوبيتشان (رتبه آنها) نسبت به آن سنجيده ميشوند.

واضح است كه اين رتبهبندي نسبي بوده و قابل تفسير و تغيير ميبـاشد. براي تعيين مطلوبيت، شاخصها در چندين مرحله وزانبندي ميشوند. با توجه به اينكه تصميمگيرنده (Decision Maker) بايد وزارت راه و ترابري باشد تا مطلوبيت را نسبت به اهداف وزارت تعريف كند و اوزان ماتريسها بر پايه مطلوبيتهاي آن ارگان شكلگيري شوند، ولي متأسفانه از سياستها و برنامهريزيهاي آن وزارتخانه در اين راستا نتوانستيم كسب اطلاع نماييم. بنابراين به ناچار از روش بيمقياس نمودن شاخصها به جاي همگن سازي شاخصها (مشخص نمودن اوزان w براي يك فرم جمعپذير) استفاده نموديم. پس ماتريس تصميمگيري از حالت تابع مطلوبيت چند شاخصه بيرون آمده و خروجيهاي موردنظر فقط به صورت وزين شده براي رتبهبندي ميباشند و از بحث ايدهآليابي و مشخص نمودن استان نمونه (از ديدگاه ترابري) فاصله ميگيريم.

در پردازش رتبهبندي استانها، به جاي روش متداول مقايسه دوتايي كه منجر به انتخاب استان بهينه ميگردد (روش حذفي)، آزاد بودن مبادله بين شاخصها را در نظر گرفتيم (يعني اجازه مبادله در بين شاخصها در آن مجاز است به طوريكه تغييري احتمالاً كوچك در يك شاخص ميتواند توسط تغييري مخالف در شاخص ديگر جبران شود). زيرا انديس ترابري موردنظر ميبايست يك نمره كلي و فراگير از همه امكانات ترابري استانها باشد. ضعف در يك سيستم ترابري استاني بايد اثر جبراني در ديگر سيستم ترابري همان استان كه ضعف ندارد را داشته باشد.

۴ - انديس بالقوه و بالفعل

براي به دست آوردن انديس ترابري استانهاي كشور، ابتدا دو انديس بالقوه و بالفعل تعريف گشته و سپس براساس اين دو انديس، انديس كلي ترابري استانها به دست آمده است. انديس بالقوه بيانگر تواناييها و پتانسيل موجود زير بنايي ترابري (مسير، ناوگان و پايانهها) استانهاي كشور در نظر گرفته شده است و انديس بالفعل بيانگر ميزان بهرهبرداري از اين امكانات زير بنايي ترابري ميباشد كه در قالب حجم كالا و مسافر مورد ارزيابي قرار گرفته است. سپس با تلفيق اين دو انديس، انديس كلي ترابري ۲۸ استان كشور به دست آمده است.

همانگونه كه گفته شد براي بيمقياس نمودن شاخصها يكسري اوزان ابتدايي را اعمال مينماييم. ابتدا درايههاي ماتريس تصميمگيري امكانات را برسطح استانها تقسيم مينماييم تا امكانات زير بنايي ترابري نسبت به سطح استانها ديده شود. نتيجه حاصله ماتريس بالقوه سرانه ميگردد كه در شكل (۲) نشان داده شده است. همين كار را براي ماتريس سرانه بالفعل انجام ميدهيم. بدينگونه كه درايههاي ماتريس تصميمگيري بهرهبرداري را بر سطح استانها تقسيم مينماييم كه ماتريس

سرانه بالفعل به دست میآید شکل (۳). براي نمونه r_{11} برابر با میگردد.
تقسیم طول آزادراه استان آذربایجانشرقي بر مساحت این استان

0.0006	0.0023	0.0028	0.0178	0.0064	0.0230	0.0071	0.0103	0	0.0005
0	0.0027	0.0028	0.0171	0.0016	0.0478	0.0077	0.0023	0	0.0002
0	0.0020	0.0028	0.0276	0.0158	0.0147	0.0157	0	0	0.0008
0.0007	0.0054	0.0014	0.0074	0.0202	0.0048	0.0009	0.0061	0	0.0002
0	0.0013	0	0.0183	0.0107	0.0342	0.0063	0	0	0.0004
0	0.0020	0.0034	0.0069	0.0005	0.0717	0.0055	0	0.0007	0.0013
0.0077	0.0135	0.0089	0.0347	0.0091	0.0201	0.0025	0.0276	0	0.0023
0	0.0154	0.0193	0.0434	0.0105	0.0057	0.0009	0	0	0.0005
0	0.0006	0.0008	0.0064	0.0082	0.0085	0.0011	0.0022	0	0.0001
0	0.0060	0.0093	0.0184	0.0145	0.0226	0.0065	0.0061	0.0003	0.0008
0.0050	0.0015	0.0094	0.0057	0.0117	0.0206	0.0077	0.0088	0	0
0	0.0042	0.0022	0.0018	0.0018	0.0059	0.0004	0.0107	0	0.0001
0	0.0001	0.0034	0.0061	0.0036	0.0145	0.0033	0.0005	0.00007	0.0021
0	0.0010	0.0029	0.0134	0.0119	0.0173	0.0015	0	0	0.0004
0.0106	0.0013	0.0094	0.0230	0.0032	0.0280	0.0094	0.0079	0	0.0005
0.0124	0.0093	0.0061	0.0078	0.0084	0.0120	0.0012	0.0273	0	0
0	0.0001	0	0.0101	0.0140	0.0237	0.0086	0	0	0.0003
0.0002	0.0009	0	0.0095	0.0051	0.0109	0.0010	0.0038	0	0.0003
0	0.0009	0.0004	0.0016	0.0021	0.0046	0.0015	0	0	0.0006
0	0.0002	0.0176	0.0063	0.0334	0.0230	0.0041	0	0	0.0005
0	0.0069	0.0217	0.0182	0.0101	0.0053	0.0010	0.0031	0.00003	0
0	0.0133	0.0044	0.0193	0.0221	0.0582	0.0091	0	0.00005	0.0010
0	0.0058	0.0049	0.0194	0.0045	0.0172	0.0046	0.0076	0	0.0003
0.0005	0.0131	0.0022	0.0193	0.0261	0.0287	0.0052	0.0089	000005	0.0012
0	0.0057	0.0024	0.0132	0.0059	0.0196	0.0032	0.0119	0	0
0.0001	0.0005	0.0014	0.0024	0.0066	0.0233	0.0017	0.0044	0.00021	0.0001
0	0.0152	0.0072	0.0197	0.0215	0.0158	0.0089	0	0	0.0004
0	0.0021	0	0.0086	0.0143	0.0090	0.0002	0.0075	0	0.0002

شکل ۲ – ماتریس سرانه بالقوه

0.0830	0.1805	0.0159	0.0072	0	0	0.0120	0.0026	0
0.0966	0.0616	0.0029	0.0147	0	0	0.0054	0.0032	0
0.0707	0.0121	0	0	0	0	0.0057	0.0056	0
0.0610	0.2003	0.0029	0.1004	0	0	0.0095	0.0200	0.0058
0.0210	0.0357	0	0	0	0	0.0006	0.0050	0
0.0437	0.0423	0	0	0.0449	0.0210	0.0189	0.0548	0
1.1759	1.3227	0.2040	0.1907	0	0	0.3550	2.8960	0.9715
0.1120	0.0327	0	0	0	0	0.0010	0.0061	0
0.0160	0.0334	0.0139	0.0048	0	0	0.0062	0.0004	0.0292
0.0393	0.2613	0.0166	0.0664	0.0001	0.5394	0.0069	0.0201	0
0.0454	0.0673	0.0374	0.0238	0	0	0	0	0
0.0175	0.0581	0.0063	0.0142	0	0	0	0	0.0873
0.0083	0.0155	0.0005	0.0017	0.0001	0.0193	0.0023	0.0006	0
0.0273	0.1110	0	0	0	0	0.0101	0.0016	0
0.1273	0.1756	0.0213	0.0090	0	0	0	0	0.0097
0.2404	0.1140	0.0105	0.2669	0	0	0	0	0
0.0930	0.0631	0	0	0	0	0.0004	0.0035	0
0.0063	0.0298	0.0012	0.0032	0	0	0.0021	0.0063	0
0.1540	0.0990	0	0	0	0	0.0129	0.0608	0
0.0401	0.0192	0	0	0	0	0	0.0128	0
0.0799	0.1699	0.0052	0.0048	0.0001	0.0143	0.0012	0	0.0551
0.1678	0.0301	0	0	0.0001	0.2365	0.0074	0.0086	0.0093
0.0729	0.1247	0.0105	0	0	0	0.0007	0.00352	0.0218
0.1239	0.2064	0.0132	0.0210	0	0.0923	0.0017	0.00503	0
0.0837	0.2102	0.038	0.0460	0	0	0	0	0
0.0138	0.1510	0.0073	0.0632	0.0007	0.7725	0.0222	0.0154	0
0.1694	0.1954	0	0	0	0	0.0015	0.0061	0
0.0141	0.0615	0.0042	0.0932	0	0	0.0032	0.0088	0

شکل ۳ – ماتریس سرانه بالفعل

شاخصهاي ماتريسهاي سرانه به دست آمده هنوز در حالت استقلال مقياسها ميباشند. براي مقايسهپذيري آنها نيازمند اهميت گذاري شاخصها هستيم تا شاخصها ارزشگذاري شوند. بايد يك ديدگاه را حاكم كنيم تا براساس آن ديدگاه، ارزش تعريف شود. ديدگاههاي مختلفي را ميتوان براي اهميتگذاري شاخصها مطرح نمود: اهميت راه در اقتصاد كشور، ميزان تصادفات، ميزان سرويسدهي راه يا يك فرودگاه، كيفيت روسازي راه يا باند فرودگاه، كيفيت سازه پل يا اسكله و.... كه برآورد هر يك از اين ارزشها هم پيچيده هستند و هم نسبي كه توجيه مناسب بودن آنها به ديدگاه تصميم گيرنده و مطلوبيت بيان شده توسط تصميم گيرنده دارد. با توجه به اينكه بهترين تصميم گيرنده در اين مطالعه بايد وزارت راه باشد و ما از ديدگاههاي آن تصميم گيرنده اطلاع نداريم، در اين مطالعه سرمايهگذاري انجام شده براي شاخصها (ارزش مالي) را به عنوان ديدگاه اهميتگذاري برگزيديم. علت انتخاب اين ديدگاه در زير شرح داده شده است:

- برآورد ديگر ديدگاهها برايمان ناممكن و در صورت انتخاب يك ديدگاه، پرسش برانگيز ميگرديد. به ويژه اينكه اگر ديدگاه پيشنهادي بيان كيفي از موضوع باشد .

- پارامترهاي اهميتگذاري براي ديگر ديدگاهها را نداشتيم و تخمين زدن آنها بسيار دشوار و ذهني ميگشت.

- واحد سرمايهگذاري بسيار محسوس، كمي و برابر پول كشور بوده و براي همه استانها يكسان است و چون به صورت عدد رياضي است، از قضاوت شخصي و نسبي فاصله ميگيريم.

- در ادبيات فني نيز روش ارزش سرمايهگذاري براي سنجش عملكرد مديريت (به ويژه در شاخه ترابري) بيشتر متداول است (First Generation Method) كه آنرا برگزيديم [۴].

پس در گام بعدي، ماتريس سرانه را در هزينه ساخت واحد آن امكانات ترابري ضرب ميكنيم. درايههاي ماتريس سرانه بالقوه را در هزينه احداث يك كيلومتر راه جدول (۴) و بندر و فرودگاه (جدول (۵) ضرب نموده، ماتريس ارزشي بالقوه به دست خواهد آمد شكل (۴). همچنين درايههاي ماتريس سرانه بالفعل را در هزينه حمل كالا و مسافر جدول (۳) ضرب مينماييم، ماتريس ارزشي بالفعل به دست ميآيد كه در شكل (۵) ارايه شده است.

براي تعيين ارزيابي نسبي از شاخصها بايد ارجحيت هر شاخص را نسبت به بقيه براي تصميمگيري موردنظر سنجيد. در نتيجه با بكارگيري روش آنتروپي به عنوان معياري براي ارزيابي گزينه ها، ماتريس ارزشي به دست آمده را اوزانبندي (اوزان اهميت از شاخصها) مينماييم. پس مناسبترين گزينه (ارجحترين گزينه در اين مورد) برابر است [۲و۵]:

$$A^*=\{A_i \mid \mathrm{Max}_i \frac{\sum_j w_j . r_{ij}}{\sum_j w_j} \} \qquad (۲)$$

و چنانچه $\sum_j w_j = 1$ باشد داريم:

$$A^*=\{A_i \mid \mathrm{Max}_i \sum_j w_j r_{ij}\} = 1 \qquad (۳)$$

سپس در راستاي بهبود شاخصها جهت رتبهبندي با استفاده از روابط ۲ و ۳، ماتريس ارزشي استانها را نرماليزه مينماييم سپس اوزان نرماليزه شده شاخصها را با همديگر جمع ميكنيم تا امتياز هر گزينه به دست آيد. بدينگونه كه درايههاي ماتريس ارزشي را بر ماكزيمم مقدار در ستون خود تقسيم مينماييم.

چون استقلال ارجحيت و مجزا بودن آثار شاخصها از يكديگر مبنا قرار گرفته است، پس مطلوبيت كلي از شاخصها قابل تفكيك به مطلوبيت موجود از هر يك از شاخصها فرض شده و بدينصورت از مدل جمعپذير استفاده ميگردد. از طرفي ديگر چونكه شاخصها در ماتريس ارزشي اثر تكميلي و ناجايگزين بر روي يكديگر ندارند (مثلاً امتياز بالا در يك شاخص موجب كاهش امتياز براي شاخص ديگر نميگردد)، ميتوان از مدل جمعپذير استفاده نمود.

اين عمل نرماليزه را با نرمافزار Excel براي ۲۸ استان و به تعداد شاخصها (۱۰ بار براي انديس بالقوه و ۹ بار براي انديس بالفعل) تكرار مينماييم كه حاصل آن امتياز استان يا انديس بالقوه و انديس بالفعل استانهاي كشور ميگردد كه در جدول (۶) نشان داده شده است.

براي نمونه براي راههاي آزادراههاي استان زنجان درايه ارزشي آن (2.5150) ميباشد كه آنرا به استان قم كه بالاترين وزن را در اين شاخص دارد (6.1850) تقسيم ميكنيم. با جمع كردن وزنهاي ديگر شاخصها براي گزينه زنجان، انديس بالقوه آن به دست ميآيد:

0.320	0.690	0.504	2.136	0.640	1.610	0.355	2.575	0	0.073
0	0.816	0.498	2.052	0.160	3.346	0.385	0.575	0	0.030
0	0.600	0.504	3.312	1.580	1.029	0.785	0	0	0.126
0.365	1.620	0.252	0.888	2.020	0.336	0.0465	1.550	0	0.031
0	0.390	0	2.196	1.067	2.394	0.315	0	0	0.055
0	0.594	0.612	0.829	0.050	5.019	0.275	0	1.050	0.195
3.850	4.050	1.602	4.164	0.911	1.403	0.125	6.900	0	0.345
0	0.462	3.477	5.208	1.050	0.402	0.430	0	0	0.069
0	0.189	0.140	0.767	0.822	0.596	0.056	0.550	0	0.021
0	1.809	1.674	2.211	1.450	1.582	0.325	1.525	0.450	0.124
2.515	0.438	1.688	0.680	1.167	1.442	0.385	2.200	0	0
0	1.263	0.401	0.213	0.184	0.411	0.018	2.675	0	0.011
0	0.021	0.614	0.726	0.360	1.015	0.165	0.135	0.111	0.315
0	0.300	0.520	1.610	1.196	1.212	0.077	0	0	0.055
5.325	0.405	1.685	2.765	0.322	1.960	0.468	1.975	0	0.072
6.185	2.802	1.105	0.939	0.845	0.841	0.058	6.825	0	0
0	0.031	0	1.212	1.398	1.659	0.428	0	0	0.039
0	0.279	0	1.141	0.510	0.766	0.051	0.962	0	0.045
0	0.258	0.074	0.734	0.211	0.325	0.075	0	0	0.091
0	0.060	3.170	0.756	3.340	1.610	0.205	0	0	0.072
0	2.067	3.906	2.187	1.005	0.371	0.050	0.775	0.045	0
0.074	3.978	0.786	2.316	2.214	4.074	0.458	0	0.075	0.150
0	1.731	0.887	2.324	0.454	1.203	0.228	1.900	0	0.039
0.270	3.915	0.399	2.311	2.610	2.014	0.262	2.236	0.075	0.180
0	1.713	0.441	1.583	0.591	1.375	0.162	2.992	0	0
0.055	0.141	0.252	0.284	0.660	1.634	0.083	1.100	0.315	0.015
0	4.572	1.307	2.364	2.148	1.107	0.445	0	0	0.060
0	0.615	0	1.037	1.431	0.631	0.011	1.882	0	0.030

شکل ۴ - ماتریس ارزشي بالقوه

0.398	1.805	0.159	0.034	0	0	0.288	0.012	0
0.464	0.616	0.029	0.071	0	0	0.129	0.015	0
0.339	0.121	0	0	0	0	0.137	0.027	0
0.293	2.003	0.029	0.482	0	0	0.229	0.096	0.007
0.101	0.357	0	0	0	0	0.015	0.024	0
0.209	0.423	0	0	0.898	0.096	0.454	0.263	0
5.644	13.27	2.040	0.915	0	0	8.520	13.90	1.214
0.537	0.327	0	0	0	0	0.023	0.029	0
0.077	0.334	0.139	0.023	0	0	0.149	0.002	0.036
0.188	2.613	0.166	0.318	0.002	2.589	0.166	0.965	0
0.218	0.673	0.374	0.114	0	0	0	0	0
0.084	0.581	0.063	0.068	0	0	0	0	0.109
0.039	0.155	0.006	0.008	0.001	0.092	0.055	0.003	0
0.131	1.110	0	0	0	0	0.242	0.008	0
0.611	1.756	0.213	0.043	0	0	0	0	0.012
1.154	1.140	0.105	1.281	0	0	0	0	0
0.446	0.631	0	0	0	0	0.009	0.017	0
0.030	0.298	0.012	0.015	0	0	0.050	0.030	0
0.739	0.990	0	0	0	0	0.309	0.292	0
0.192	0.192	0	0	0	0	0	0.061	0
0.383	1.699	0.052	0.023	0.001	0.068	0.028	0	0.069
0.805	0.300	0	0	0.001	1.135	0.177	0.041	0.017
0.350	1.247	0.105	0	0	0	0.016	0.017	0.027
0.595	2.064	0.132	0.101	0	0.443	0.042	0.024	0
0.401	2.101	0.380	0.221	0	0	0	0	0
0.066	1.510	0.073	0.303	0.015	3.708	0.533	0.074	0
0.813	1.954	0	0	0	0	0.037	0.029	0
0.067	0.615	0.042	0.447	0	0	0.078	0.042	0

شکل ۵ - ماتریس ارزشي بالفعل

$$\frac{2.515}{6.185}+\frac{0.438}{4.050}+\frac{1.688}{3.906}+\frac{0.680}{4.164}+....=4.0693$$

به طور متشابه براي نرماليزه نمودن و جمع وزنهاي ديگر شاخصهاي انديس بالفعل استان زنجان خواهيم داشت :

$$\frac{0.218}{5.644}+\frac{0.673}{13.227}+\frac{0.374}{2.040}+\frac{0.114}{1.281}+....=1.859$$

جدول ۶- انديس بالقوه و بالفعل استانهاي كشور

نام استان	انديس بالقوه	انديس بالفعل
آذربايجان ش	3.6646	0.8911
آذربايجان غ	3.4780	0.6932
اردبيل	2.8111	0.6302
اصفهان	2.1908	1.0205
ايللم	2.4260	0.4312
بوشهر	3.8522	1.6316
تهران	8.4386	2.4072
چهار محال و ب	2.9433	0.7336
خراسان	2.0565	1.0284
خوزستان	4.9603	2.0089
زنجان	4.0636	1.8592
سمنان	1.326	2.9599
سيستان و ب	1.8934	0.6758
فارس	3.1199	1.0637
قزوين	3.6688	1.8711
قم	4.0038	1.4337
كردستان	2.0819	0.6691
كرمان	1.2183	0.7295
كرمانشاه	4.0291	0.9764
كهگيلويه و ب	3.3819	0.4161
گلستان	3.5475	0.4641
گيلان	5.0500	0.5897
لرستان	2.8494	0.9537
مازندران	5.0948	0.7849
مركزي	3.5567	1.6177
هرمزگان	2.2446	5.0531
همدان	4.9575	0.7378
يزد	2.5365	2.5691

۵- تعيين انديس كلي

همانگونه كه پيش از اين اشاره گرديد انديس كلي فرآيند انديس بالفعل و بالقوه خواهد است. دو انديس به دست آمده از ماهيتي گوناگون ميباشند و نميتوان با انجام عمليات ساده رياضي آنرا به دست آورد. بنابراين مدلي را بايد ارايه نمود كه به صورت تركيبات خطي چندگانه بوده و تأثير هر يك از انديسها را بيان كند. شاخصهاي ماتريس انديس كلي (ويژگيهاي ترابري استانها) از نظر ارجحيت مستقل از يكديگر ميباشند ولي اثر تكميلي يا جايگزين بر روي يكديگر دارند (مثلاً امتياز عالي از يك انديس ممكن است كاهش مطلوبيت از داشتن امتياز عالي براي انديس ديگر را به همراه داشته باشد و يا برعكس). به زباني ديگر بايد ميزان تأثيرگذاري انديس بالفعل بر روي انديس بالقوه سنجيده شود (يك استان چه ميزان از امكانات زيربنايي خود بهرهبرداري ميكند).

پس با توجه به ماهيت كار، ايجاد مدل بايد در سه مرحله زير خلاصه گردد:

- ارايه يك جايگشت عملي،
- بدست آوردن محدوديتهاي الزامي از w ،
- معرفـي زوجهايي در جايگشت ايجاد شـده (بـراي تشخيص مرز w).

ايجاد جايگشت عملي بستگي به ديدگاه و نياز تصميمگيرنده دارد. در اينجا اوزان w_j بايد بتوانند برآوردي از مطلوبيت نهايي بوده و با توجه به شرايط جمعپذيري نيز يك تابع مطلوبيت خطي را در مسأله مفروض به كار برد.

به فرض صحت خطي بودن تابع مطلوبيت گزينه A_i بر A_{i+1} ارجح خواهد بود، اگر [۶]:

$$\sum_j w_j r'_{A_i j} > \sum_j w_j r'_{A_{i+1} j} \rightarrow \sum_j w_j r'_{ij} > \sum_j w_j r'_{(i+1)j} \quad (۴)$$

به صورت برداري :

$$w^t(r'_i - r'_{i+1}) > 0$$

$$w \in W = \{ w \mid \sum_j w_j = 1 \; ; \; w_j > 0 \} \quad (۵)$$

اگر α را يك جايگشت از m گزينه موجود در نظر بگيريم، در نتيجه $\alpha\,(A_1, \ldots, A_i, \ldots, A_m)$ كه به ترتيب ارجحيت آنها را نشان ميدهد و $\alpha\,(i)$ بيانگر گزينه واقع در محل iام از ترتيب موجود در جايگشت باشد، آنگاه بـراي هر زوج ازگزينهها بـه صورت زير خواهد بود [۶ و ۷]:

$$\begin{cases} w^t(r'_{\alpha(i)} - r'_{\alpha(i+1)}) > 0; i = 1,2,\ldots,m-1 \\ w \in W_\alpha ; W_\alpha = \{w | w \in W\} \end{cases} \quad (۶)$$

هر برداري از $w \in W_\alpha$ که ترتیب موجود در جایگشت α را تأمین کند (یعني به ازاي $m-1$ نامعادلات فوق صادق باشد) باید DM (تصمیم گیرنده) جایگشت را بپذیرد. او در اینجا میتواند حتي پرموتاسیون را تغییر دهد. چون DM براي ما اهداف و نیازهاي وزارت راه و ترابري میباشد و ما از چگونگي دیدگاه آن آگاهي نداریم، اولویت را به زیربناي امکانات ترابري کشور میدهیم. بنابراین اولین جایگشت عملي (α) همانند آرایش اندیسهاي بالقوه (x_1) و اندیس بالفعل (x_2) خواهد شد. بدینگونه که ستون اول ماتریس بر پایه اندیس بالقوه خواهد بود. استاني که داراي رتبه اول اندیس بالقوه ترابري است در ردیف اول و استاني که داراي رتبه آخر بالقوه است در آخرین ردیف آرایش قرار میگیرد. سپس با تفریق هر ردیف از ردیف بالایي ماتریس $A_{\alpha 1}$ ساخته میشود شکل (۶).

3.3438	1.6223
0.0448	0.1952
0.0925	- 0.1481
0.8939	- 1.1214
0.0345	0.8828
0.0253	- 0.4573
0.1927	0.9034
0.1478	- 1.3407
0.1066	1.2533
0.0092	0.1536
0.1656	0.0480
0.0297	-1.2155
0.0876	0.8405
0.0866	0.1979
0.0581	- 0.4704
0.1766	0.3301
0.0939	- 0.2201
0.1591	- 1.0552
0.1538	- 0.5902
0.1105	2.1678
0.0441	- 0.2377
0.1373	- 4.3841
0.0538	4.0325
0.1343	- 0.0079
0.1631	0.3526
0.5672	- 2.2841
0.1079	2.2304

شکل ۶ - ماتریس اندیس کلي ($A_{\alpha 1}$)

مثلاً ردیف اول این ماتریس برابر با حاصلتفریق استان مازندران از استان تهران (8.4386-5.0948 = 3.3438) میگردد. براي به دست آوردن ماتریس ضرایب به ازاي ارزشي از w مرز w_α توسط ردیفهاي الزامي (حالت تساوي در نامساوي) مشخص میشود (تشکیل زیر مجموعه {w} را بدهد). به منظور دسترسي به مرز w_α، ارزش تابع هدف در برنامهریزي خطي زیر باید حل شود [۸]:

MAX Z

$$Subjet\ to: A^t_{\alpha_1}.y + Z.1 \le A^t_{\alpha_1 i} \ ; i = 1,2,\ldots.27$$

$$y_i \ge 0$$

$$Z: \text{آزاد} \quad (۷)$$

که در آن $A^t_{\alpha_1}$ ترانهاده ماتریس A_{α_1} و $A^t_{\alpha_1 i}$ ردیف iام ماتریس A_{α_1} هستند، y یك ماتریس به صورت $\begin{vmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{vmatrix}$ است و 1 ماتریس ستوني واحد $\begin{vmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{vmatrix}$ میباشد. مثلاً براي ردیف اول ماتریس $A_{\alpha 1}$ داریم:

```
Max Z
Subjet to :
3.3438Y1+0.0448Y2+0.0925Y3+0.8939Y4+0.0345Y5
+0.0253Y6+ 0.1927Y7 +0.1478Y8 +0.1066Y9
+0.0092Y10+0.1656Y11 +0.0297Y12+ 0.0876Y13+
0.0866Y14+0.0581Y15 +0.1766Y16 +0.0939Y17
+0.1591Y18 +0.1538Y19 +0.1105Y20 +0.0441Y21
+0.1373Y22+0.0538Y23 +0.1343Y24 +0.1631Y25
+0.5672Y26+0.1079Y27+Z<=3.3438

1.6223Y1+0.1952Y2-0.1481Y3-1.1214Y4 +0.8828Y5-
0.4573Y6+0.9034Y7-1.3407Y8 +1.2532Y9 +0.1536Y10
+0.0481Y11-1.2155Y12+0.8405Y13 +0.1979Y14-
0.4704Y15+0.3301Y16-0.2200Y17-1.055Y18 -
0.5902Y19 +2.1678Y20-0.2377Y21-
4.3841Y22+4.0325Y23-0.0079Y24
+0.3526Y25+2.2841Y26 +2.2304Y27 +Z<=1.62
Y1>0 , Y2>0  , Y3>0   , Y4 >0 , Y5>0 , Y6>0  , Y7>0   ,
Y8 >0 , Y9>0 , Y10>0  , Y11>0   , Y12 >0 , Y13>0 ,
Y14>0, Y15>0   , Y16 >0 , Y17>0 , Y18>0  , Y19>0  ,
Y20 >0 , Y21>0 , Y22>0 , Y23>0  , Y24 >0 , Y25>0 ,
Y26>0, Y27>0
end.
```

خواهیم دید که: $Z = 3.3026$ و $y_{12} = 1.3843$ به دست آمده است که چون $y_{12} > 0$ است، دیگر نیازي به حل مسأله خطي

براي رديف ۱۲ام ماتريس $A_{\alpha 1}$ نيست و ترتيب استانهاي متناظر با اين رديف (كهگيلويه بوير احمد و بوشهر) الزامي ميشود. ولي چونكه اينجا $Z > 0$ است، ترتيب استانهاي مربوط به رديف اول (تهران و مازندران) الزامي نميشود. به طريق مشابه براي ۲۵ رديف ديگر هم اين برنامهريزي را حل ميكنيم (چون ديگر نيازي به حل رديف دوازدهم نيست).

در حل همه آنها ميبينيم، در مواردي كه ستون دوم ماتريس $A_{\alpha 1}$ مثبت است، Z^* بزرگتر از صفر است y براي هيچ رديفي بزرگتر از صفر نميشود و در مواردي كه درايههاي اين ستون منفي گشته، $y_{12} > 0$ است و رديف متناظر با آن در ماتريس $A_{\alpha 1}$ الزامي ميشود. بنابراين با پايان يافتن حل مسايل خطي فقط رديف ۱۲ام الزامي ميشود.

مرحله بعد حل مسله خطي زير با استفاده از رديفهاي الزامي شده ماتريس $A_{\alpha 1}$ ($A'^{-}_{\alpha 1}$) است. الزاميهاي موجود از $(m-1)$ نامعادله به ازاي هر α بايد عملي باشند. ماتريس A_α (به صورت $(m-1)*n$) از جايگشت عملي α موجود ميباشد به گونهاي كه رديف iام ($A_{\alpha(i)}$) آن توسط بردار ($r'_{\alpha(i)} - r'_{\alpha(i+1)}$) مشخص ميگردد. در اينجا مجموعه W_α حاصل از معادلات زير را در نظر ميگيريم:

$$A_\alpha . W \geq 0$$
$$\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$$
$$w_j \geq 0 \qquad (۸)$$

آنگاه مرز W_α توسط رديفهاي الزامي به ازاي ارزشي از w مشخص ميشود كه در نهايت تشكيل زير مجموعه $\{w\}$ را ميدهد :

$$\begin{cases} \begin{vmatrix} 0.0297 & -1.215 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} w_1 \\ w_2 \end{vmatrix} \geq 0 \\ w_1 + w_2 = 1 \\ w_j \geq 0 \end{cases} \qquad (۹)$$

با حل اين مسأله با نرمافزارLindo، بردار زير به عنوان جواب بـه دست ميآيد :

$$0.0297 w_1 - 1.2155 w_2 \geq 0$$
$$w = \begin{vmatrix} 0.9761 \\ 0.0239 \end{vmatrix} \qquad (۱۰)$$

كه اگر آن را به ترتيب در انديس بالقوه وبالفعل استانها جدول (۶) ضرب و سپس با هم جمع كنيم، انديس نهايي استانها به دست ميآيد جدول (۷).

جدول ۷- انديس ترابری استانهای كشور

رديف	نام استان	انديس ترابري	% از كل كشور
۱	تهران	8.294	9.03
۲	مازندران	4.991	5.44
۳	گيلان	4.943	5.38
۴	خوزستان	4.856	5.29
۵	همدان	4.011	4.37
۶	قزوين	3.956	4.31
۷	قم	3.942	4.29
۸	زنجان	3.732	4.07
۹	هرمزگان	3.621	3.94
۱۰	بوشهر	3.486	3.79
۱۱	كرمانشاه	3.474	3.78
۱۲	گلستان	3.311	3.61
۱۳	مركزي	3.311	3.60
۱۴	اذربايجان ش	3.205	3.49
۱۵	كهگيلويه و ب	3.116	3.39
۱۶	اذربايجان غ	3.071	3.34
۱۷	اردبيل	2.891	3.15
۱۸	لرستان	2.804	3.05
۱۹	فارس	2.674	2.91
۲۰	چهارمحال و ب	2.538	2.76
۲۱	يزد	2.378	2.59
۲۲	ايلام	2.341	2.55
۲۳	اصفهان	2.312	2.52
۲۴	سمنان	2.163	2.35
۲۵	كردستان	2.032	2.21
۲۶	سيستان و ب	1.863	2.03
۲۷	خراسان	1.365	1.48
۲۸	كرمان	1.207	1.31

۶- ارزيابي مدل

صحت و اعتبارسنجي روش رتبهبندي استانهاي كشور از ديگاه توانايیهاي ترابري كه در اين مقاله پيشنهاد شده است، كار پژوهشي جداگانهاي نياز دارد. رتبهبندي ارايه شده در اين مقاله حالت نسبي دارد و مطلق نميباشد. بدينگونه كه ارزشهاي ارايه شده براي اوزان نمودن ماتريسها نوعي قضاوت تصميم گيرنده

است. تصميمگيرنده ديگري ميتواند ارزشها را تغيير داده و اوزان ماتريس نيز تغيير نموده و لذا رتبهبندي استانها نيز تغيير خواهد نمود. لذا اعتبار مدل همانند ديگر مدلسازيها (مثلاً رگرسيون) انجامپذير نميباشد. تنها نكتهاي كه ميتوان صحت اينگونه مدلها را ارزيابي نمود، درست بودن نتايج است. با توجه به اينكه محاسبات با نرمافزار Lindo انجام گرفته است. ميتوان بهروي صحت محاسبات تكيه نمود.

۷- نتيجه گيري

۱ _ تهران با انديس 4.8 در صدر قرار دارد. علت اين امر تمركز امكانات و جمعيت در اين استان است. نقش ترانزيتي تهران در ارتباط با ديگر شهرها، كوچك بودن مساحت اين استان، ترافيك كرج، ايستگاه راهآهن و بينالمللي بودن فرودگاه مهرآباد در رسيدن به اين انديس نقش دارند.

۲ _ استانهاي جنوبي و ساحلي كشور نيز داراي رتبه بالايي در زمينه ترابري شدهاند. علت اين امر ميتواند وجود بنادر و اسكلههاي فعال در آنها باشد.

۳ _ استانهايي كه داراي انديس ترابري كمتري شدهاند، استانهايي هستند كه مساحتشان زياد و در حاشيه كوير هستند. تنها استاني كه قابل تأمل است، استان كردستان است. اين استان با سطح كم و بدون كوير از انديس ترابري كمتري برخوردار است كه هشداري براي دستاندركاران است.

۴ _ اين مقاله نخستين گام در ارايه انديس ترابري استانهاي كشور است. اميد ميرود كه اين روش رتبهبندي استانها الگويي باشد كه پژوهشگران، استانهاي كشور را در زمينههاي ديگر رتبهبندي نمايند (مانند انديس شهرنشيني، انديس صنعتي بودن استانها و...).

۵ - در حالت ايدهآل انديس بالقوه بايد برابر يا نزديك انديس بالفعل استانها باشد همانگونه كه ديده ميشود در پارهاي از استانها بدينگونه نميباشد. براي نمونه استانهاي گلستان، كهگيلويه، مازندران و گيلان داراي انديس بالقوه بالايي ميباشند (امكانات زيربنايي ترابري خوبي دارند) ولي انديس بالفعل اين استانها در رتبه پايينتري قرار دارند (از امكانات زيربناي موجودشان كمتر بهرهبرداري ميشود). احتمالاً اين امر به واسطه نبود كارخانجات صنعتي بزرگ، اسكله كم فعال و يا تردد كم در فرودگاههاي اين استانها ميباشد.

۶- استانهاي سمنان، هرمزگان، خراسان و يزد داراي رتبه پاييني در انديس بالقوه و رتبه بالايي در انديس بالفعل هستند. ميتوان اينگونه برداشت نمود كه اين استانها با حداقل امكانات زيربنايي ترابري، بيشترين بهرهبرداري از اين امكانات را ميكنند.

۷- نابرابري رتبه استانها در انديس بالقوه، انديس بالفعل و انديس كلي آنها ميتواند بيانگر اين موضوع باشد كه هنگام ساخت امكانات ترابري در يك استان براساس نياز كنوني و برنامه آينده نبوده است. يعني در پارهاي از مناطق كشور امكانات ترابري ساخته شده اند، ولي كمتر از آن بهرهبرداري ميشود و در پارهاي مناطق ترافيك بهرهبرداري آنقدر زياد است كه امكانات موجود پاسخگو نميباشد.

۸- ميتوان ابراز نمود كه استاني كه داراي انديس بالقوه بالا و انديس بالفعل پاييني است، نياز كمتري به سرمايهگذاري جهت ساخت امكانات ترابري جديد دارد و الويت با استانهايي است كه انديس بالفعل آن در رتبه بالاتري از انديس بالقوه آن است. برعكس، براي سرمايهگذار صنعتي، استاني كه رتبه انديس بالقوه آن بالاتر از بالفعل باشد، مناسبتر است.

۹- با مقايسه ديگر استانها به اين نتيجه ناخوشايند ميرسيم كه كمتر استاني در جايگاه مطلوب ترابري قرار دارد. تفاوت انديس ترابري بين رتبه اولين و رتبه آخر بسيار زياد است. اين امر نامطلوب بيانگر ناعادلانه بودن تقسيم امكانات ترابري در كشور ميباشد.

پيشنهادات

براي مطالعات آتي اين انديس ترابري را ميتوان در راستاي اهداف زير بهبود بخشيد:

- مشروط به تدوين آمار ترانزيت استانها، سهم ترانزيت كالا و مسافر براي هر استان مشخص گردد .

- براي انديس ترابري ميتوان شاخصهايي چون طول پلها، تونلها، ابنيه فني، تأسيسات جانبي، تقاطعهاي غير همسطح، كيفيت روسازي، ميزان تصادفات راه، مكانيزم تخليه و بارگيري در بنادر، خطوط برقي راهآهن، باند فرودگاه و .... را نيز به شاخصهاي موجود افزود تا انديس ترابري فراگيرتر گردد .

- ميتوان تاثير راههايي كه نقش ترانزيت با كشورهاي همسايه را دارند و از ديدگاه ارزآوري و موقعيت ژئوپلتيك بعنوان شاخصهاي كيفي نيز در برآورد انديس در نظر گرفت.

مراجع

[1] Robert W Stokes & James K Banks; Transportation Engineering, Oxford University Press, San Jose, 1999.

[2] Thomas. L. Saaty; “Decision Making For Leaders”, RWS Publications; 1990.

[3] Fodor; Fuzzy Preference Modeling and Multicriteria Decision Support, Kluwer Academic Publication, 1995 .

[4] Kerali H. R. et al; Data Analysis Procedures for Long-term Pavement Performance Prediction; Washington DC, National Academy Press, 1996.

[5] Y. Wu & K. Lai, “An Approach to Fuzzy Multi-objective and Multi-index Transportation Problems”, Proceedings of the 21st IASTED International Conference on Modeling, Identification, and Control, Austria, Feb, 2002

[6] Saaty Thomas; Decision Making With Dependence and Feedback, RWS Publication, Pittsburgh, 2001.

[7] Kornbluth J. S.; Analyzing Policy Effectiveness Using Cone Restricted Data Envelopment Analyzed; Journal of the Operational Research Society, 1991, 42(12), 1097-104.

[8] S. J. Chen & C. L. Hwang, “Fuzzy Multiple Attribute Decision Making” , Verlag, 1992.

[۹] "سالنامه آماري کشور ۱۳۸۱"، سازمان مديريت و برنامه‌ريزي کشور، مرکز آمار ایران.

[۱۰] "اطلس ملي ايران، جلد ششم: حمل و نقل"، سازمان نقشهبرداري کشور ۱۳۸۰.

[۱۱] مجموعه قوانين و مقررات حمل و نقل جادهاي، معاونت حمل و نقل جادهاي، دفتر استانداردها و تدوين مقررات، ۱۳۷۶.

[۱۲] "سالنامه آماري استان آذربايجان شرقي، ۱۳۸۱"، سازمان مديريت وبرنامهريزي استان آذربايجان شرقي.

[۱۳] "سالنامه آماري استان آذربايجان غربي، ۱۳۸۱"، سازمان مديريت و برنامهريزي استان آذربایجان غربی.

[۱۴] "سالنامه آماري استان اردبيل، ۱۳۸۱ "، سازمان مديريت و برنامهريزي استان اردبيل .

....

[۳۹] "سالنامه آماري استان يزد، ۱۳۸۱"، سازمان مديريت و برنامهريزي استان يزد.

[۴۰] ابوالقاسم سعيدي و سيد مرتضي ناصريان،" معيارهاي ارزشيابي طرحهاي توسعه شبكه ترابري"، نشريه راه ابريشم، وزارت راه و ترابري، سال ششم، شماره ۵۴ - خرداد ۱۳۸۱.

[۴۱] مجموعه بخشنامهها و دستورالعملها در امور قيمتهاي پايه پيمانكاران، سازمان مديريت و برنامهريزي كشور، معاونت امور فني و تدوين معيارها، جلد يازدهم - ۱۳۸۱.

[۴۲] مهندس جواد خوانساري، "موارد تعيين كننده و حساس در سرنوشت مالي پيمانكاران"، پيام آبادگران - آذر ۱۳۸۰.

[۴۳] عملكرد بنادر تجاري كشور، نشريه بندر و دريا، سال شانزدهم، شماره ۸۴ - شهريور ۱۳۸۱.