

شناسایی و اولویت‌بندی عوامل انسانی موثر در تصادفات جاده‌ای با استفاده از روش AHP

علی اصغر گهرپور، استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد الکترونیک، تهران، ایران
جواد ظل طاعت، دانشجوی کارشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد الکترونیک، تهران، ایران
پست الکترونیکی نویسنده مسئول: javad.taati@yahoo.com

دریافت: 94/07/14 - پذیرش: 94/11/15

چکیده

حمل‌ونقل جزء لاینفک زندگی بشری محسوب می‌شود و هر جا انسانی و جامعه‌ای وجود دارد بی‌شک حمل‌ونقل نیز وجود خواهد داشت. با گسترش روزافزون جاده‌ها و سیستم‌های حمل‌ونقل و درگیر شدن تمامی انسان‌ها در این سیستم، مباحث ایمنی این مسئله اهمیت بیشتری می‌یابد. آمارهای ارائه شده، اهمیت مسئله تصادفات و تأثیر آن بر کشور بیش از پیش نشان می‌دهند. در اکثر تحقیقات بر روی تصادفات و امنیت جاده‌ها نتیجه‌گیری می‌شود که عامل اصلی تصادفات، انسان و عوامل انسانی هستند. برای اثبات این موضوع تحقیقات بسیار گسترده‌ای بر روی تصادفات به صورت تجزیه و تحلیل دقیق، صورت گرفته است. در این پژوهش عوامل انسانی تأثیرگذار در تصادفات شناسایی شده است. با روش رجحان آشکار شده، پرسش‌نامه‌ای جهت مقایسه زوجی عوامل انسانی موثر در تصادفات طراحی و توزیع گردید. در انتها تحلیل بر روی پرسش‌نامه‌ها به کمک روش تحلیل سلسله مراتب¹ AHP و نرم افزار Expert Choice انجام شده و این عوامل بر اساس میزان اهمیت رتبه‌بندی شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: تصادفات، عوامل انسانی، شناسایی، اولویت‌بندی

1- مقدمه

تصادفات یازدهمین عامل مرگ و میر در دنیا محسوب می‌شود و پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهند که تصادفات در سال 2020 دومین عامل مرگ و میر خواهند شد.

2- مروری بر ادبیات موضوع

تریت و همکاران (1979) معتقدند که حوادث رانندگی پیامد وضعیتی است که سه عامل انسان، محیط و وسیله نقلیه در آن سهیم هستند (Treat et al., 2008)

- انسان: شامل سن، جنس، مهارت، خستگی، توجه به رانندگی، تجربه و مستی.
- وسیله نقلیه: شامل طراحی، ساخت، نگهداری.
- جاده-محیط: مشخصات هندسی راه، دستگاه‌های کنترل ترافیک، علائم، اصطکاک جاده، آب‌وهوا و دید.

آمار نشان می‌دهد که روزانه در سراسر دنیا بیش از 3500 نفر جان خود را در اثر تصادف از دست می‌دهند. سالانه در حدود 1.300.000 نفر کشته شده و بیش از 50 میلیون نفر زخمی و یا دچار معلولیت می‌شوند. همچنین علت اصلی مرگ در گروه سنی 1 الی 40 سال، تصادفات جاده‌ای است. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که در صورت عدم اتخاذ تدابیر مناسب، میزان تصادفات و مجروحین در سطح دنیا تا سال 2020 نسبت به سال 2000، به میزان 65٪ افزایش خواهد یافت؛ و در کشورهای با درآمد متوسط و کم، میزان مرگ‌ومیر به میزان 80٪ افزایش خواهد یافت. 85٪ مرگ‌ومیر، 90٪ معلولیت‌ها و 96٪ مرگ و میر کودکان به علت تصادفات در کشورهای با درآمد متوسط و کم اتفاق می‌افتد. بر اساس آمار سازمان بهداشت جهانی،

اسپاینور و همکاران (2005)، با آنالیز تصادفات منجر به مرگ ثبت شده در ایالت فلوریدا آمریکا در سال 2000 به بررسی علل منجر به تصادف پرداختند. تعداد تصادفات بررسی شده در این تحقیق، 2080 مورد بود. در این تحقیق بعد از جمع آوری اطلاعات و انجام آنالیزهای مختلف، عوامل مؤثر بر تصادفات شناسایی و میزان تأثیر آنها محاسبه گردید. نتایج این تحقیق نشان می داد که عوامل انسانی در 94٪ تصادفات عامل اصلی می باشند. در 30٪ تصادفات دومین و سومین عامل تصادف، جاده، محیط و وسیله نقلیه می باشد. در بین عوامل انسانی تصادفات، مهم ترین عامل، مصرف الکل و مواد مخدر بوده که بعد از آنها حواس پرتی و تصمیم گیری غلط قرار دارند (اسپاینور و دیگران، 2005)

در پژوهش های داخلی، محمد سلمانی و همکاران به بررسی عوامل مؤثر بر تصادفات جاده ای و ارائه راه کارهایی برای کاهش آن در مطالعه موردی در منظومه روستایی جنوب خور و بیابانک پرداختند (سلمانی و همکاران، 1387). این پژوهش اعمال نایمن انسان را عامل اصلی تصادف و یکی از دلایل در بروز خطاهای انسانی، بروز خستگی به علت عدم رعایت سقف زمانی مجاز رانندگی دانسته است (سلمانی و همکاران، 1387). مصرف اپیزودیک دارو، مصرف الکل و ارتباط دوسویه آن با رفتار افراد مورد توجه مطالعات است. مصرف این مواد می تواند منتهی به نبستن کمربند و عدم کارایی مکانیسم های بازخورد در کاهش اشتباهات رانندگی شود (سلمانی و همکاران، 1387).

خیرآبادی و همکاران معتقدند الکل با برداشتن مهار مغزی، تیره سازی قدرت قضاوت و در غلظت های بالای سرمی با کند کردن پاسخ به محرک ها و کندی رفلکس ها، خطر کوتاه مدت تصادفات را افزایش می دهد. جوانان، زنان و کسانی که تجربه کمی در مصرف الکل دارند، تحمل کمتری به الکل داشته، بیشتر در معرض تصادفات مرتبط با الکل هستند (خیرآبادی و همکاران، 1390).

دینگوس و همکاران (2006) برای اولین بار با مجهز

کردن وسایل نقلیه 241 راننده داوطلب به دوربین به مدت یک سال، به ثبت اطلاعات تصادف ها پرداختند. رانندگان در این مطالعه از 18 تا 55+ سال سن داشتند و اکثر آنها در این مدت تا 9000 مایل، و 12٪ آنها بالای 21000 مایل رانندگی کردند. نتایج نشان داد که در 78٪ تصادفات و 65٪ مواقع نزدیک به تصادف، بی توجهی راننده عامل اصلی بوده است. همچنین استفاده از تلفن، حواس پرتی داخلی (مانند گفتگو با سرنشینان، چیزی را در داخل ماشین جستجو کردن) و حواس پرتی به علت عابرین، سه علت اصلی حواس پرتی منجر به تصادف بوده اند. 93٪ برخورد به وسیله جلویی به علت بی توجهی بوده که عامل اصلی استفاده از تلفن همراه بوده است (Charlotte L. Brace et al), 2008)

در پژوهشی دیگر تحلیل اثرات ارسال پیامک در حین رانندگی توسط جف. ک. کرید و همکاران مورد بررسی قرار گرفته است. در این تحلیل، اثر دو عامل خواندن و نوشتن پیامک به طور جداگانه بر روی عوامل حرکات چشم، تشخیص حرکت، زمان عکس العمل، برخوردها، جایگیری در بین خطوط، سرعت و سرفاصله زمانی بررسی شده است. 977 نفر در این تحلیل مشارکت کرده اند که در نتیجه آن مشخص شد که تایپ کردن و خواندن پیام بر روی حرکات چشم، تشخیص حرکت، زمان عکس العمل، برخوردها، جایگیری در بین خطوط، سرعت و سرفاصله زمانی اثر سوء دارد و نشان داد که خواندن پیام اثر سوء کمتری بر روی این عوامل دارد، خواندن و نوشتن پیام باهم اثر قابل توجهی بر روی توجه مناسب رانندگان به راه، عکس العمل به رویدادهای مهم ترافیکی، کنترل خودرو در بین خطوط و کنترل سرعت و سرفاصله زمانی دارد. این مقاله نشان می دهد که نوشتن و خواندن پیام سطح ایمنی راننده، عابرین و دیگر استفاده کنندگان از جاده را پایین می آورد (Jeff K. Cairda et al), 2014)

3- روش تحقیق

دنیای اطراف ما مملو از مسائل چندمعیاره است و انسان‌ها همیشه مجبور به تصمیم‌گیری در این زمینه‌ها هستند. به‌طور مثال هنگام انتخاب شغل معیارهای مختلفی مانند درآمد، موقعیت اجتماعی، خلاقیت و ابتکار و... مطرح می‌باشند که فرد تصمیم‌گیرنده گزینه‌های مختلف را باید بر طبق این معیارها بسنجد. در تصمیم‌گیری‌های کلان مانند تنظیم بودجه‌ی سالانه‌ی کشور نیز متخصصین اهداف مختلفی مانند امنیت، آموزش توسعه‌ی صنعتی و... را تعقیب نموده و مایلند که این اهداف را بهینه نمایند.

در زندگی روزمره، مثال‌های فراوانی از تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه وجود دارد. در بعضی موارد نتیجه تصمیم‌گیری به حدی مهم است که بروز خطا ممکن است ضررهای جبران‌ناپذیری را بر ما تحمیل کند از این‌رو لازم است که تکنیک یا تکنیک‌های مناسبی برای انتخاب بهینه و تصمیم‌گیری صحیح طراحی شود تا تصمیم‌گیرنده بتواند به بهترین انتخاب ممکن نزدیک‌تر شود.

روش AHP که بر اساس تحلیل مغز انسان برای مسائل پیچیده و فازی می‌باشد توسط محقق بنام «توماس ال ساعتی^۲» در دهه‌ی 1970 پیشنهاد گردیده است.

نوع مقایسه زوجی مابین معیارها و زیر معیارها به‌صورت خطی بوده و به‌عنوان مثال اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B همواره برابر n باشد ترجیح عنصر B بر عنصر A همواره برابر 1/n خواهد بود درحالی‌که در سطوح مختلف از عنصر A مطلوبیت عنصر B دستخوش تغییر است و در این تحقیق، سعی شده که بر اساس تئوری مطلوبیت که یکی از پرکاربردترین تئوری‌ها در علم اقتصاد خرد می‌باشد مقایسه‌ای دقیق‌تر مابین معیارها و زیر معیارها انجام پذیرد و وزن نسبی هر یک از معیارها با استفاده از تابع مطلوبیت بین هر دو معیار به دست می‌آید.

در یک نگاه کلی، می‌توان گفت که روش ساختن یک سلسله مراتبی به نوع تصمیمی که باید اتخاذ شود، بستگی

دارد. به‌طور مثال اگر تصمیم موردنظر، انتخاب یک گزینه باشد می‌توان از گزینه‌ها شروع کرده و در پایین‌ترین سطح هدف سلسله مراتبی که یک عنصر است قرار گیرد. گاهی اوقات خود معیارها نیز باید به‌صورت جزئی‌تر مورد تجزیه و تحلیل واقع شوند که در این‌گونه موارد یک سطح دیگر (که شامل زیر معیارها می‌شود) به سلسله مراتبی اضافه می‌گردد. البته لزومی ندارد که تمامی معیارها دارای زیر معیار باشند (قدسی‌پور، 1381)

3-1- محاسبه وزن در فرایند تحلیل سلسله مراتبی

محاسبه وزن در فرایند تحلیل سلسله مراتبی در دو قسمت جداگانه مورد بحث قرار می‌گیرد:

-وزن نسبی

-وزن نهایی

وزن نسبی از ماتریس مقایسه زوجی به دست می‌آید درحالی‌که وزن مطلق، رتبه‌ی نهایی هر گزینه می‌باشد که از تلفیق وزن‌های نسبی محاسبه می‌گردد (قدسی‌پور، 1381).

3-1-1- روش‌های محاسبه وزن نسبی

در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، ابتدا عناصر به‌صورت زوجی مقایسه شده و ماتریس مقایسه زوجی تشکیل می‌گردد سپس با استفاده از این ماتریس وزن نسبی عناصر محاسبه می‌گردد.

به‌طورکلی، یک ماتریس مقایسه زوجی به‌صورت زیر نشان داده می‌شود که در آن aij ترجیح عنصر i م به عنصر j است که با توجه به مقدار aij ها وزن عناصر یعنی wi ها به دست می‌آید.

قابل قبول ناسازگاری یک ماتریس یا سیستم بستگی به تصمیم گیرنده دارد اما ساعتی عدد 0/1 را به عنوان حد قابل قبول ارائه می نماید و معتقد است چنانچه میزان ناسازگاری بیشتر از 0/1 باشد بهتر است در قضاوت تجدیدنظر گردد (قدسی پور، 1381).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

3-2-1- ماتریس سازگار

اگر n معیار به شرح c_1, c_2, \dots, c_n داشته باشیم و ماتریس مقایسه زوجی آن ها به صورت زیر باشد:

$$A = [a_{ij}], \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

که در آن ترجیح عنصر c_i را بر c_j نشان می دهد

چنانچه در این ماتریس داشته باشیم:

$$a_{ik} * a_{kj} = a_{ij} \quad i, j, k = 1, 2, 3, \dots, n$$

آنگاه می گوئیم ماتریس A سازگار است (قدسی پور، 1381).

3-2-2- ماتریس ناسازگار

در این قسمت می خواهیم بدانیم که اگر ماتریس مقایسه زوجی ناسازگار باشد، میزان ناسازگاری ماتریس چه مقدار بوده و آن را چگونه اندازه گیری می کنیم. قبل از بیان معیار اندازه گیری ناسازگاری به چند قضیه مهم درباره هر ماتریس مقایسه زوجی اشاره می شود:

قضیه 1: اگر $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ مقادیر ویژه ماتریس مقایسه زوجی A باشد مجموع مقادیر آن برابر n است:

$$\sum \lambda_i = n$$

قضیه 2: بزرگترین مقدار ویژه (λ_{\max}) همواره بزرگتر یا مساوی n است (در این صورت برخی از λ ها منفی خواهند بود).

$$\lambda_{\max} \geq n$$

قضیه 3: اگر عناصر ماتریس مقدار کمی از حالت سازگاری فاصله بگیرند مقادیر ویژه آن نیز مقدار کمی از حالت سازگاری خود فاصله خواهند گرفت.

$$A * w = \lambda * w$$

هر ماتریس مقایسه زوجی ممکن است سازگار و یا ناسازگار باشد در حالتی که این ماتریس سازگار باشد محاسبه وزن (w_i) ساده بوده و از نرمالیزه کردن عناصر هر ستون به دست می آید.

اما در حالتی که ماتریس ناسازگار باشد محاسبه وزن ساده نبوده و برای به دست آوردن آن 4 روش عمده مطرح شده، که عبارت اند از: (قدسی پور، 1381)

- روش حداقل مربعات³
- روش حداقل مربعات لگاریتمی⁴
- روش بردار ویژه⁵
- روش های تقریبی⁶

3-1-2- محاسبه وزن نهایی

وزن نهایی هر گزینه در یک فرآیند سلسله مراتبی از مجموع حاصل ضرب اهمیت معیارها در وزن گزینه ها به دست می آید.

3-2- محاسبه نرخ ناسازگاری

همان گونه که قبلاً بیان شد یک ماتریس، ممکن است سازگار و یا ناسازگار باشد در ماتریس سازگار محاسبه وزن ساده بوده و با استفاده از نرمالیزه کردن تک تک ستون ها به دست می آید. درحالی که برای محاسبه وزن در ماتریس ناسازگار چندین روش ذکر گردید. علاوه بر محاسبه وزن در ماتریس های ناسازگار که قبلاً مورد بحث واقع شد، محاسبه مقدار ناسازگاری از اهمیت بالایی برخوردار است. در حالت کلی می توان گفت که میزان

فاصله خواهد گرفت، بنابراین تفاضل $\lambda \max$ و n ($\lambda \max - n$) به مقدار n بستگی داشته و برای رفع این وابستگی می توان مقیاس را به صورت زیر تعریف نمود که آن را شاخص ناسازگاری (I.I.) می نامیم.

$$I.I. = \lambda \max - n / n - 1$$

نکته: طبق قضیه 1 داریم که $\sum \lambda_i = n$ و یا $-\sum \lambda_i = -n$

$$\lambda \max - n \text{ یعنی } \lambda \max - n$$

مقادیر شاخص ناسازگاری (I.I.) برای ماتریس هایی که اعداد آنها کاملاً تصادفی اختیار شده باشند محاسبه کرده اند و آن را شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (I.I.R.) نام نهاده اند که مقادیر آنها برای ماتریس های n بعدی مطابق جدول 3 است.

جدول 1. شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (I.I.R.)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I.I.R	0	0	0/58	0/9	1/12	1/24	1/32	1/41	1/45	1/45

3- آیا بزرگترین مقدار ویژه ماتریس A (یعنی $\lambda \max$) مشخص است؟ اگر پاسخ مثبت است به قدم چهارم بروید در غیر این صورت با توجه به قدم های زیر مقدار آن را تخمین می زنیم.

- با ضرب بردار w در ماتریس A ، تخمین مناسبی از $\lambda \max$ به دست می آید زیرا:

$$A.w = \lambda \max . w$$

- با تقسیم مقادیر به دست آمده برای w بر $\lambda \max$ بر w مربوطه تخمین هایی از $\lambda \max$ محاسبه می شود.

- متوسط $\lambda \max$ های به دست آمده محاسبه می گردد.

4- مقدار شاخص ناسازگاری (I.I.) محاسبه می گردد.

$$I.I. = \lambda \max - n / n - 1$$

5- نرخ ناسازگاری (I.R.) محاسبه می گردد.

$$I.R. = I.I. / I.I.R.$$

3-3- انتخاب روش بهینه با توجه به شرایط

که در آن λ و w به ترتیب مقدار ویژه و بردار ویژه ماتریس A می باشند. در حالتی که ماتریس A سازگار باشد، یک مقدار ویژه برابر n بوده (بزرگترین مقدار ویژه) و بقیه آنها برابر صفر هستند. بنابراین در این حالت می توان نوشت:

$$A * w = n * w$$

در حالتی که ماتریس مقایسه زوجی A ناسازگار باشد.

طبق قضیه 3 $\lambda \max$ کمی از n فاصله می گیرد که می توان نوشت :

$$A * W = \lambda \max . w$$

دلیل استفاده از $\lambda \max$ طبق قضیه 3 این است که کمترین فاصله را از n خواهد داشت. از آنجاکه $\lambda \max$ همواره بزرگتر یا مساوی n است و چنانچه ماتریس از حالت سازگاری کمی فاصله بگیرد $\lambda \max$ از n کمی

برای هر ماتریس حاصل تقسیم شاخص ناسازگاری (I.I.) بر شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (I.I.R.) هم بعدش معیار مناسبی برای قضاوت در مورد ناسازگاری می باشد که آن را نرخ ناسازگاری (I.R.) می نامیم. چنانچه این عدد کوچک تر با مساوی $0/1$ باشد سازگاری سیستم قابل قبول است و گرنه باید در قضاوت ها تجدیدنظر نمود (قدسی پور، 1381).

الگوریتم محاسبه نرخ ناسازگاری یک ماتریس

با توجه به قضایای 1 تا 3 و نتایج آنها نرخ ناسازگاری هر ماتریس را طبق مراحل زیر می توان به دست آورد:

1- ماتریس مقایسه زوجی A را تشکیل دهید.

2- بردار وزن (w) را مشخص نمایید.

مطالعات حاضر

جهت طراحی پرسشنامه دو روش رجحان آشکار شده^۷ و رجحان بیان شده^۸ وجود دارد با توجه به بررسی‌های انجام شده مطالعه جاری با استفاده از پرسشنامه RP و به شیوه مصاحبه حضوری انجام می‌شود. در این مطالعه هدف اصلی تعیین اهمیت هر یک از عوامل انسانی تأثیرگذار در تصادفات جاده‌ای از دیدگاه پرسش‌شوندگان است. همچنین با توجه به اهمیت حضور افراد مختلف در نمونه آماری و همچنین اطمینان یافتن از درک سؤالات توسط پاسخگو، از روش مصاحبه استفاده شده است.

3-4- تعیین تعداد نمونه لازم جهت انجام نظر سنجی

اخذ تصمیم درباره حجم نمونه، از لحاظ تأمین میزان دقت نتایج نمونه‌گیری و صرفه‌جویی در وقت و هزینه، از اهمیتی خاص برخوردار است. بدیهی است که بزرگ بودن حجم نمونه موجب صرف هزینه و وقت زیاد و کوچک بودن حجم نمونه موجب عدم دقت کافی برآوردها می‌شود. سعی بر آن است که در چارچوب اطلاعات موجود و با توجه به وقت و هزینه ممکن و دقت لازم، مناسب‌ترین حجم ممکن نمونه انتخاب گردد. بدین ترتیب برای تعیین حجم نمونه از علم آمار استفاده شده و حجم نمونه با در نظر گرفتن میزان دقت و سطح اطمینان مورد نظر محاسبه می‌گردد. برای تعیین تعداد نمونه مورد نیاز جهت برآورد پارامتر مورد نظر (برای مثال نسبت یک صفت خاص در جامعه، مانند نسبت استفاده‌کنندگان از خودروی شخصی) باید میزان اشتباه مجاز در برآورد

پارامتر را در نظر گرفت. مقدار اشتباه مجاز (α) معمولاً به صورت تفاوت میان پارامتر و برآورد آن بیان می‌شود که از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\alpha = p - \bar{p}$$

از آنجاکه مقدار اشتباه نمونه‌گیری در نمونه‌های مختلف متفاوت است، می‌توان با نمونه‌گیری احتمالی و تعیین فاصله اطمینان میانگین، احتمال وقوع اشتباه را در سطح مورد نظر محاسبه کرد. مقدار خطا معمولاً 5 و 10 درصد در نظر گرفته می‌شود. بر اساس پیشنهاد کوکران، حداقل تعداد نمونه آماری مورد نیاز از رابطه زیر قابل محاسبه است (Louviere, J.J., Hensher, D.A., Swait, J.D., 2000)

$$n \geq \frac{pqn \left[\Phi^{-1} \left(1 - \frac{\alpha}{2} \right) \right]^2}{a^2(N-1) + \left[\Phi^{-1} \left(1 - \frac{\alpha}{2} \right) \right]^2 pq}$$

بر اساس این رابطه، n حجم نمونه مورد نیاز و N تعداد جامعه آماری است. در شرایطی که تعداد جامعه آماری مشخص نباشد جامعه آماری به رابطه زیر تبدیل می‌شود:

$$n \geq \frac{pq}{a^2} \left[\Phi^{-1} \left(1 - \frac{\alpha}{2} \right) \right]^2$$

3-5- تعداد نمونه مورد نیاز برای این مطالعه

با توجه به آنکه میزان صفت موجود در جامعه در اختیار نیست (مقدار p این مقدار بر اساس پیشنهاد کوکران، 0/5 در نظر گرفته شده که در این حالت، مقدار پراکنش به حداکثر مقدار خود می‌رسد. با در نظر گرفتن مقادیر درج شده در جدول 1 نشان داده شده است

جدول 3. تعداد نمونه مورد نیاز

روش	a	p	q	α	β	$\left[\Phi^{-1} \left(1 - \frac{\alpha}{2} \right) \right]$	حجم نمونه
کوکران	0.05	0.5	0.5	0.1	0.90	1.64	269

بر این اساس 269 پرسشنامه جهت گردآوری اطلاعات مورد نیاز برای مدل‌سازی توسط پاسخ‌گویان

تکمیل گردید.

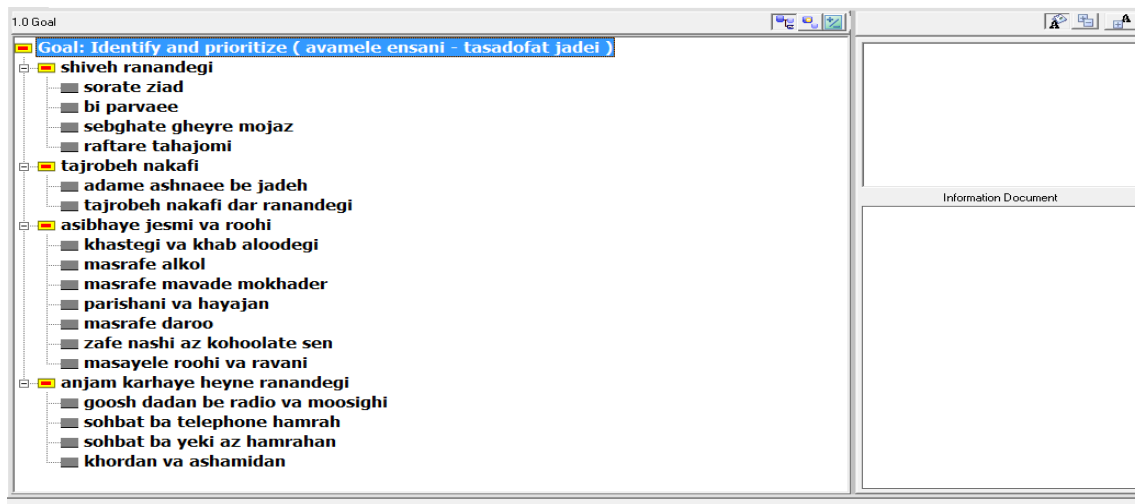
هیجان، مصرف دارو، ضعف ناشی از کهولت سن، مسائل روحی و روانی و انجام کارهای جانبی در حین رانندگی با 3 زیرشاخه گوش دادن به رادیو و موسیقی، صحبت با تلفن همراه و صحبت با یکی از همراهان که در مجموع 4 معیار و 16 شاخص می‌شود، در مرحله اول ابتدا معیارهای تأثیرگذار روی تصمیم نسبت به هدف از نظر درجه اهمیت مورد مقایسه قرار می‌گیرند تا وزن معیارها معلوم گردد و سپس شاخص‌ها، این روال را طی می‌کنند. چگونگی حل مسئله انتصاب و دید سلسله‌مراتبی در سطح دوم درخت را نشان Expert Choice تصمیم‌گیری از طریق نرم‌افزار می‌دهد. در

3-6- اجرای تکنیک تحلیل سلسله مراتبی AHP

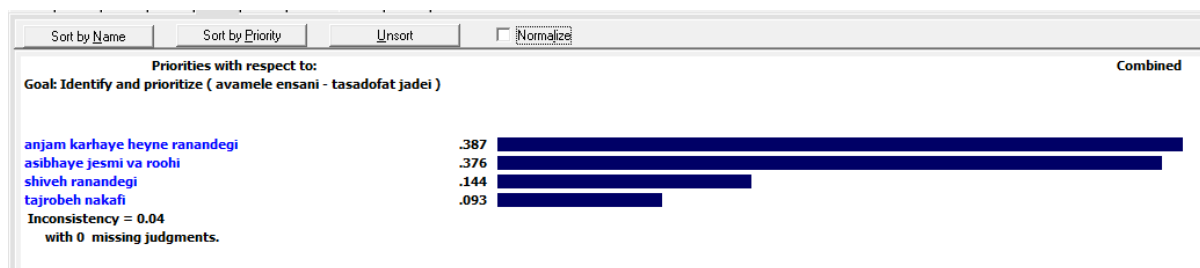
پس از تکمیل پرسش‌نامه‌ها، با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice، نظرات افراد با یکدیگر تلفیق گردید. این نرم‌افزار دارای امکانات گسترده‌ای در استفاده از روش AHP و به دست آوردن ماتریس‌های زوجی افراد و تلفیق ماتریس‌های افراد گوناگون و تبدیل به یک ماتریس واحد از طریق میانگین تک‌تک عناصر ماتریس‌های افراد را دارد. روش کار به این صورت است که پس از تکمیل پرسش‌نامه تک‌به‌تک امتیاز پرسش‌نامه‌ها به صورت انفرادی در نرم‌افزار وارد می‌شود و پس‌ازاینکه کلیه پرسش‌نامه‌ها وارد نرم‌افزار شدند، نرم‌افزار یک ماتریس تلفیقی که امتیاز تمامی افراد به صورت میانگین در آن قرار دارد ایجاد می‌کند و به همه گزینه‌ها و معیارها با در نظر گرفتن امتیاز وزن می‌دهد و به صورت انفرادی در اختیار ما می‌گذارد.

شکل 2، اولویت‌بندی معیارها با توجه به درجه اهمیت نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، انجام کارهای جانبی با سهم 0/387 مهم‌ترین معیار بوده و سپس آسیب‌های روحی و جسمی با سهم 0/376، شیوه رانندگی با سهم 0/144 و تجربه ناکافی با سهم 0/093 در مراحل بعدی قرار گرفته‌اند. همچنین شاخص ناسازگاری برابر با 0/04 می‌باشد که با توجه به کوچک‌تر یا مساوی 0/1 نشان‌دهنده‌ی سازگاری قابل قبول سیستم است.

در این تحقیق که رده‌بندی اهمیت عوامل انسانی تأثیرگذار در تصادفات در نظر گرفته شده است، این عوامل در 4 دسته شیوه رانندگی با 4 زیرشاخه سرعت زیاد، بی‌پروایی، سبقت غیرمجاز، رفتار تهاجمی، تجربه ناکافی با دو زیرشاخه عدم آشنایی به جاده و تجربه ناکافی در رانندگی، آسیب‌های جسمی و روحی با 6 زیرشاخه خستگی و خواب‌آلودگی، مصرف مواد مخدر، پریشانی و



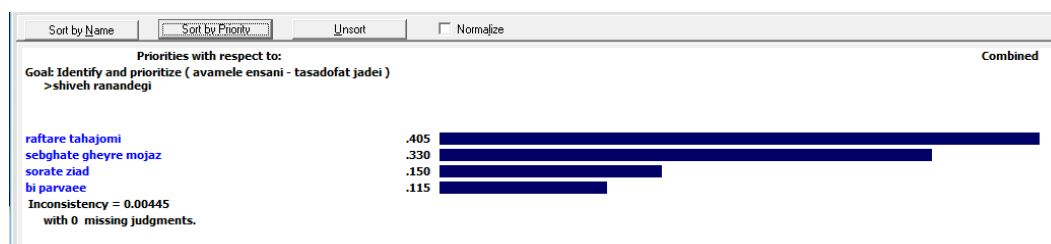
شکل 1. دید سلسله‌مراتبی در سطح دوم درخت تصمیم‌گیری



شکل 2. اولویت معیارها حاصل کل پرسش‌نامه‌ها

سبقت غیرمجاز با سهم $0/330$ ، سرعت زیاد با سهم $0/150$ و بی‌پروایی با سهم $0/115$ در مراحل بعدی قرار گرفته‌اند. همچنین شاخص ناسازگاری برابر با $0/00445$ می‌باشد که با توجه به کوچک‌تر یا مساوی $0/1$ نشان‌دهنده‌ی سازگاری قابل قبول سیستم است.

در مرحله بعد شاخص‌های، معیارها موردبررسی و مقایسه زوجی قرار گرفتند. در جداول اولویت‌بندی شاخص‌های معیار شیوه رانندگی با توجه به درجه اهمیت نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، رفتار تهاجمی با سهم $0/405$ مهم‌ترین معیار بوده و سپس



شکل 3. اولویت‌بندی شاخص‌های معیار شیوه رانندگی

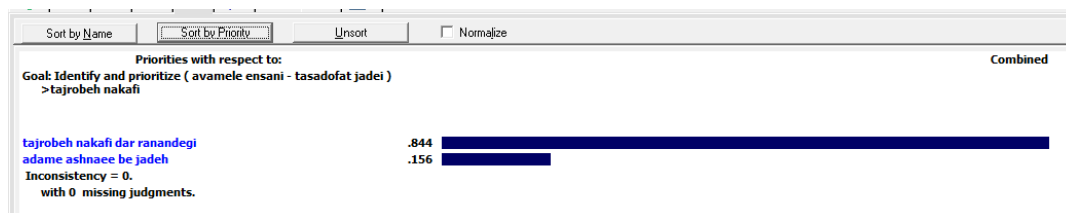
سهم $0/844$ با قاطعیت کامل مهم‌ترین معیار بوده و سپس

در شکل 4، اولویت‌بندی شاخص‌های معیار تجربه ناکافی با توجه به درجه اهمیت نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تجربه ناکافی در رانندگی با

عدم آشنایی به جاده با سهم $0/156$ در مرحله بعدی

در رانندگی نسبت به عدم آشنایی به جاده، شاخص ناسازگاری برابر با صفر بوده است.

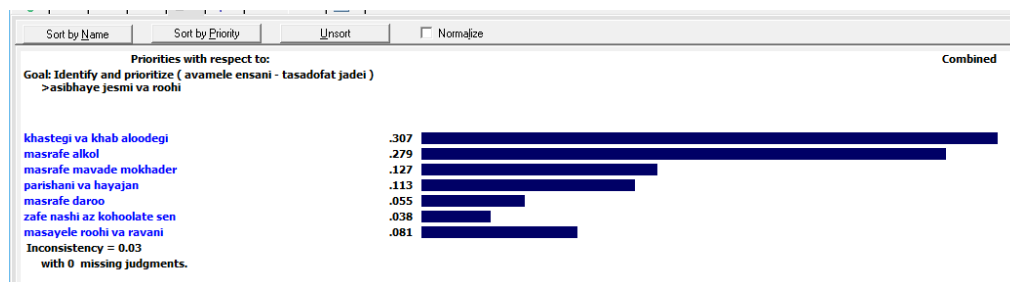
قرارگرفته است. همچنین در این قسمت با توجه به نظر اکثریت پرسش‌شوندگان بر مهم‌تر بودن عامل تجربه ناکافی



شکل 43. اولویت‌بندی شاخص‌های معیار تجربه ناکافی

مخدر با سهم 0/127 و پریشانی و هیجان با سهم 0/113 ، مسائل روحی و روانی با سهم 0/081 ، مصرف دارو با سهم 0/055 و ضعف ناشی از کهولت سن با سهم 0/038 و در مراحل بعدی قرارگرفته‌اند. همچنین شاخص ناسازگاری برابر با 0/03 می‌باشد که با توجه به کوچکتر یا مساوی 0/1 نشان‌دهنده‌ی سازگاری قابل قبول سیستم است.

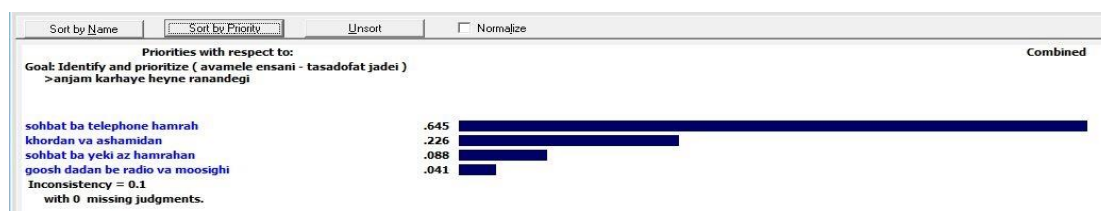
در شکل 5، اولویت‌بندی شاخص‌های معیار آسیب‌های جسمی و روحی با توجه به درجه اهمیت نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، خستگی و خواب‌آلودگی با سهم 0/307 مهم‌ترین معیار بوده و سپس مصرف مشروبات الکلی با سهم 0/279 ، مصرف مواد



شکل 5. اولویت‌بندی شاخص‌های معیار آسیب‌های جسمی و روحی

0/226 ، صحبت با همراهان با سهم 0/088 و گوش دادن به موسیقی و رادیو با سهم 0/041 در مرحله بعدی قرارگرفته‌اند. همچنین شاخص ناسازگاری برابر با 0/1 می‌باشد که با توجه به کوچک‌تر یا مساوی 0/1 نشان‌دهنده‌ی سازگاری قابل قبول سیستم است.

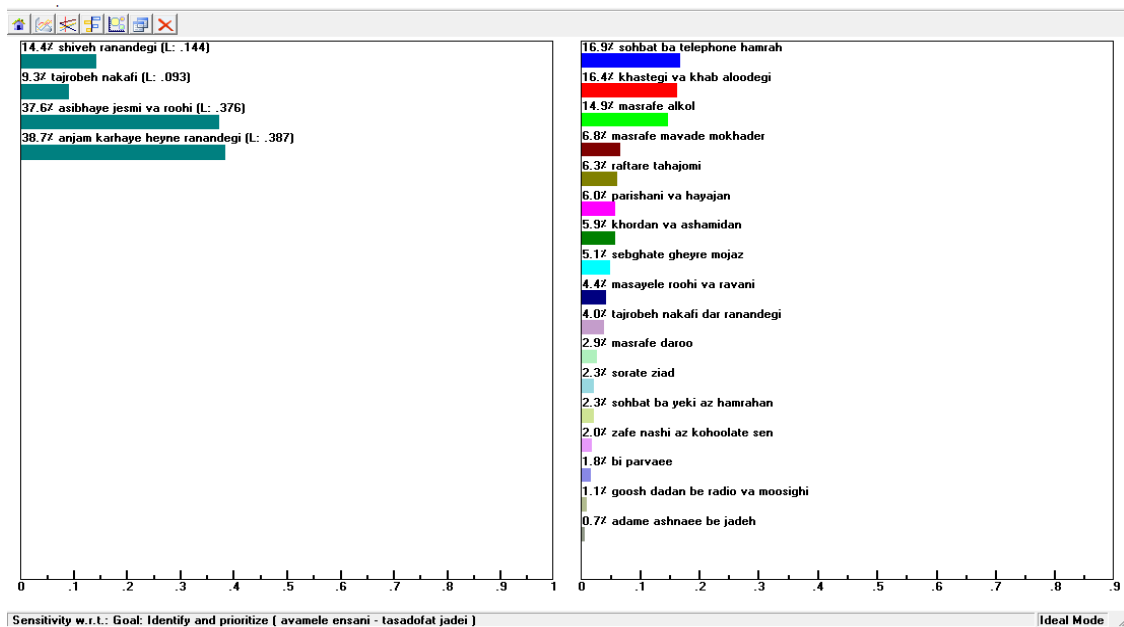
در شکل 6، اولویت‌بندی شاخص‌های معیار انجام کارهای جانبی در حین رانندگی با توجه به درجه اهمیت نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، صحبت با تلفن همراه با سهم بالای 0/645 با قاطعیت مهم‌ترین معیار بوده و سپس خوردن و آشامیدن با سهم



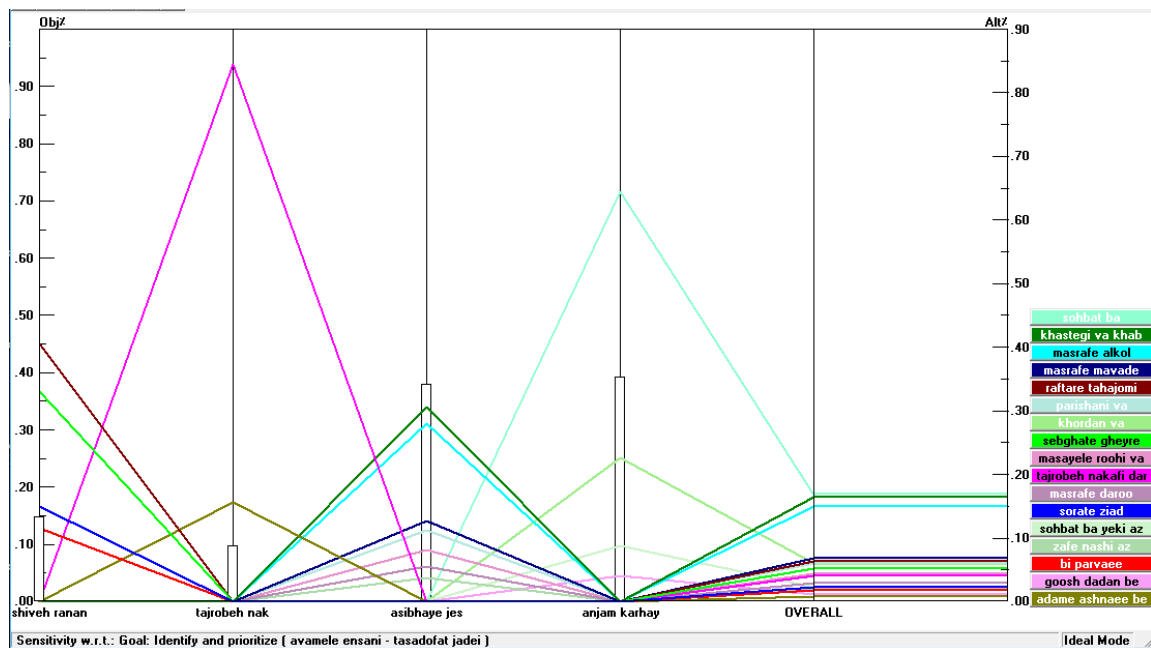
شکل 6. اولویت‌بندی شاخص‌های معیار انجام کارهای جانبی در حین رانندگی

درصد، مسائل روحی و روانی با سهم 4/4 درصد، تجربه ناکافی در رانندگی 4/0 درصد، مصرف دارو با سهم 2/9 درصد، سرعت زیاد با سهم 2/3 درصد، صحبت با همراهان در حین رانندگی با سهم 2/3 درصد، ضعف ناشی از کهورلت سن با سهم 2/0 درصد، بی‌پروایی یا سهم 1/8 درصد، گوش دادن به رادیو و موسیقی در حین رانندگی با سهم 1/1 درصد و عدم آشنایی با سهم 0/7 درصد قرار گرفتند. شکل 7 اولویت‌بندی شاخص‌ها را در برنامه Expert Choice نشان می‌دهد. همچنین شکل 8 نمودار آنالیز عملکردی را در شاخص‌ها نشان می‌دهد.

پس از بررسی مقایسه زوجی شاخص‌های هر معیار، شاخص‌ها به‌طورکلی مورد مقایسه قرار گرفتند. در این مقایسه صحبت کردن با تلفن همراه در حین رانندگی با سهم 16/9 درصد مهم‌ترین عامل تأثیرگذار در تصادفات رانندگی شناخته شده است. در اولویت‌های بعدی به ترتیب خستگی و خواب‌آلودگی با سهم 16/6 درصد، مصرف الکل با سهم 14/9 درصد، مصرف مواد مخدر با سهم 6/8 درصد، رفتار تهاجمی با سهم 6/3 درصد، پریشانی و هیجان با سهم 6/0 درصد، خوردن و آشامیدن در حین رانندگی با سهم 5/9 درصد، سبقت غیرمجاز با سهم 5/1



شکل 7. اولویت‌بندی شاخص‌های تأثیرگذار در تصادفات جاده‌ای



شکل 8. نمودار آنالیز عملکردی شاخص‌های تأثیرگذار در تصادفات جاده‌ای

سه‌م با سه‌م $6/1$ درصد، مصرف مواد مخدر با سه‌م $5/9$ درصد، سبقت غیرمجاز با سه‌م $4/6$ درصد، مسائل روحی و روانی با سه‌م $3/8$ درصد، تجربه ناکافی در رانندگی با سه‌م $3/4$ درصد، صحبت با یکی از همراهان با سه‌م $2/5$ درصد، مصرف دارو با سه‌م $2/4$ درصد، سرعت زیاد با سه‌م $2/0$ درصد، ضعف ناشی از کهنولت سن با سه‌م $1/8$ درصد، بی‌پروایی با سه‌م $1/5$ درصد، گوش دادن به رادیو و موسیقی با سه‌م $1/2$ درصد، عدم آشنایی به جاده با سه‌م $0/6$ درصد به ترتیب مهم‌ترین عوامل انسانی تأثیرگذار در تصادفات از دیدگاه رانندگان باتجربه بیشتر از 20 سال است.

در جداول مقایسه اولویت‌بندی بین همه رانندگان در مقایسه با نظر رانندگان باتجربه بیشتر از 20 سال را نشان می‌دهد. همان‌طور که در قسمت تحلیل آماری ذکر شد، نیمی از رانندگان این پژوهش دارای تجربه رانندگی بیش از 20 سال بوده‌اند. با توجه به این مقوله، نظرات این کاربران به‌طور جداگانه جهت اولویت‌بندی عوامل انسانی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که صحبت با تلفن همراه مهم‌ترین عامل تأثیرگذار در تصادفات انسانی با سه‌م $20/1$ درصد، خستگی و خواب‌آلودگی با سه‌م $16/3$ درصد، مصرف الکل با سه‌م $14/6$ درصد، خوردن و آشامیدن با سه‌م $6/7$ درصد، رفتار تهاجمی با سه‌م $6/2$ درصد، پریشانی و هیجان با

جدول 2. مقایسه اولویت‌بندی توسط همه رانندگان و رانندگان باتجربه بیشتر از 20 سال

ردیف	سه‌م (درصد)	اولویت بر اساس نظر رانندگان باتجربه بیشتر از 20 سال	سه‌م (درصد)	اولویت بر اساس کل پرسش‌نامه‌ها
1	20/1	صحبت با تلفن همراه	16/9	صحبت با تلفن همراه
2	16/3	خستگی و خواب‌آلودگی	16/6	خستگی و خواب‌آلودگی
3	14/6	مصرف الکل	14/9	مصرف الکل
4	6/7	خوردن و آشامیدن	6/8	مصرف مواد مخدر

ردیف	سهم (درصد)	اولویت بر اساس نظر رانندگان با تجربه بیش از 20 سال	اولویت بر اساس کل پرسش‌نامه‌ها	سهم (درصد)
5	6/2	رفتار تهاجمی	رفتار تهاجمی	6/3
6	6/1	پریشانی و هیجان	پریشانی و هیجان	6/0
7	5/9	مصرف مواد مخدر	خوردن و آشامیدن	5/9
8	4/6	سبقت غیرمجاز	سبقت غیرمجاز	5/1
9	3/8	مسائل روحی و روانی	مسائل روحی و روانی	4/4
10	3/4	تجربه ناکافی در رانندگی	تجربه ناکافی در رانندگی	4/0
11	2/5	صحبت با یکی از همراهان	مصرف دارو	2/9
12	2/4	مصرف دارو	سرعت زیاد	2/3
13	2/0	سرعت زیاد	صحبت با یکی از همراهان	2/3
14	1/8	ضعف ناشی از کهنولت سن	ضعف ناشی از کهنولت سن	2/0
15	1/5	بی‌پروایی	بی‌پروایی	1/8
16	1/2	گوش دادن به رادیو و موسیقی	گوش دادن به رادیو و موسیقی	1/1
17	0/6	عدم آشنایی به جاده	عدم آشنایی به جاده	0/7

4- نتیجه‌گیری

عوامل انسانی مؤثر بر تصادفات شناسایی شدند و در 4 دسته شیوه رانندگی، تجربه ناکافی، آسیب‌های جسمی و روحی، انجام کارهای جانبی در حین رانندگی مورد تحلیل قرار گرفتند. در 4 دسته عنوان شده، 16 شاخص در نظر گرفته شدند. با توجه به اهداف این تحقیق، که اولویت‌بندی عوامل انسانی تأثیرگذار در تصادفات می‌باشد، پرسش‌نامه‌ای با روش رجحان آشکارشده، طراحی گردید. این پرسش‌نامه از سه قسمت مشخصات فردی از جمله جنسیت، سن، شغل، وضعیت تأهل راننده، مشخصات رانندگی از جمله وسیله نقلیه، تعداد ساعات رانندگی در روز، میزان سال تجربه رانندگی، تعداد تصادفات در سه سال اخیر رانندگان و مقایسه زوجی عوامل انسانی تشکیل شده است. در ادامه، این پرسش‌نامه، مورد تحلیل آماری قرار گرفته و از روش تحلیل سلسله‌مراتبی AHP جهت اولویت‌بندی عوامل انسانی استفاده شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که شاخص صحبت با تلفن همراه، در حین رانندگی با سهم 16/9 درصد، مهم‌ترین عامل انسانی مؤثر در تصادفات از دید رانندگان این پژوهش شناخته شده است. سایر عوامل به ترتیب اولویت اهمیت عبارت‌اند از:

خستگی و خواب‌آلودگی با سهم 16/6 درصد، مصرف الکل با سهم 14/9 درصد، مصرف مواد مخدر با سهم 6/8 درصد، رفتار تهاجمی با سهم 6/3 درصد، پریشانی و هیجان با سهم 6/0 درصد، خوردن و آشامیدن با سهم 5/9 درصد، سبقت غیرمجاز با سهم 5/1 درصد، مسائل روحی و روانی با سهم 4/4 درصد، تجربه ناکافی در رانندگی با سهم 4/0 درصد، مصرف دارو با سهم 2/9 درصد، سرعت زیاد و صحبت با یکی از همراهان با سهم برابر 2/3 درصد، ضعف ناشی از کهنولت سن با سهم 2/0 درصد، بی‌پروایی با سهم 1/8 درصد، گوش دادن به رادیو و موسیقی با سهم 1/1 و در آخر عدم آشنایی به جاده با سهم 0/7 درصد به ترتیب مهم‌ترین عامل‌های انسانی تأثیرگذار در تصادفات بودند. همچنین جهت بررسی نظرات افراد با تجربه رانندگی بیش از 20 سال نتایج نشان

عوامل انسانی مؤثر بر تصادفات شناسایی شدند و در 4 دسته شیوه رانندگی، تجربه ناکافی، آسیب‌های جسمی و روحی، انجام کارهای جانبی در حین رانندگی مورد تحلیل قرار گرفتند. در 4 دسته عنوان شده، 16 شاخص در نظر گرفته شدند. با توجه به اهداف این تحقیق، که اولویت‌بندی عوامل انسانی تأثیرگذار در تصادفات می‌باشد، پرسش‌نامه‌ای با روش رجحان آشکارشده، طراحی گردید. این پرسش‌نامه از سه قسمت مشخصات فردی از جمله جنسیت، سن، شغل، وضعیت تأهل راننده، مشخصات رانندگی از جمله وسیله نقلیه، تعداد ساعات رانندگی در روز، میزان سال تجربه رانندگی، تعداد تصادفات در سه سال اخیر رانندگان و مقایسه زوجی عوامل انسانی تشکیل شده است. در ادامه، این پرسش‌نامه، مورد تحلیل آماری قرار گرفته و از روش تحلیل سلسله‌مراتبی AHP جهت اولویت‌بندی عوامل انسانی استفاده شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که شاخص صحبت با تلفن همراه، در حین رانندگی با سهم

- خیرآبادی، غ.ر.، (1391)، "نقش عوامل انسانی در تصادفات جاده‌ای"، تحقیقات علوم فناوری/ دوره 10/ شماره 1، ص 3.

- قدسی پور، س.ح.، (1383)، "فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP"، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران).

- Charlotte L. Brace et al., (2007), Analysis of the literature: The use of mobile phones while driving. Monash University, accident research centre.

- Jeff K. Cairda, Kate A. Johnstonb, Chelsea R. Willnessc, Mark Asbridged, Piers Steel, (2014), "A meta-analysis of the effects of texting on driving , Accident Analysis and Prevention".

- Lisa K. Spainhour, (2005), "Evaluation of traffic crash fatality causes and effects. Florida A&M university".

- Louviere, J.J., Hensher, D.A., Swait, J.D., (2000), "Stated Choice Methods". Analysis and Applications. Cambridge University Press, UK.

- Treat, J.R., N.S. Tumbas, S.T. McDonald, D. Dhinar, R.D. Hume, R.E. Mayer, R.L. Stansifer, and N.J. Castellan (1979), "Tri-level study of the causes of traffic accidents": Final report – Executive summary. Report No. DOT-HS-034-3-535-79-TAC(S), Institute for Research in Public Safety, Bloomington, IN.

داد که این افراد نیز صحبت با تلفن همراه را با سهم 20/1 درصد مهم‌ترین عامل انسانی تاثیرگذار در تصادفات دانسته‌اند. همچنین در تحلیل نظرات افراد با تجربه رانندگی بیش از 20 سال نتایج ذیل حاصل شد:

خستگی و خواب‌آلودگی با سهم 16/3 درصد، مصرف الکل با سهم 16/4 درصد، خوردن و آشامیدن با سهم 6/7 درصد، رفتار تهاجمی با سهم 6/2 درصد، پریشانی و هیجان با سهم 6/1 درصد، مصرف مواد مخدر با سهم 5/9 درصد، سبقت غیرمجاز با سهم 4/6 درصد، مسائل روحی و روانی با سهم 3/8 درصد، تجربه ناکافی در رانندگی با سهم 3/4 درصد، صحبت با یکی از همراهان در حین رانندگی با سهم 2/5 درصد، مصرف دارو با سهم 2/4 درصد، سرعت زیاد با سهم 2/0 درصد، ضعف ناشی از کهولت سن با سهم 1/8 درصد، بی‌پروایی با سهم 1/5 درصد، گوش دادن به موسیقی و رادیو در حین رانندگی با سهم 1/2 درصد و آخرین عامل عدم آشنایی به جاده با سهم 0/6 شناخته شد.

5- پی‌نوشت‌ها

- 1- Analytic hierarchy process
- 2- Thomas L. Saaty
- 3- Least Squares Method
- 4- Logarithmic Least Squares Method
- 5- Eigenvector Method
- 6- Approximation Methods
- 7- Revealed Preference
- 8- Stated preferences

6- مراجع

- سلمانی، م.، (1387)، "بررسی عوامل موثر بر تصادفات جاده‌ای و ارائه راهکارهایی برای کاهش آن"، مورد مطالعه: منظومه روستایی جنوب خور و بیابانک، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره 65، پاییز، ص 10 و 12 و 13 و 15.

Identify and Prioritize the Factors in Car Accidents with Focus on Human Factors Using AHP Method

J. zelle taat, B.Sc. Student, Faculty of Engineering, Islamic Azad Univesity E-Campus, Tehran, Iran.

A.A. Goharpour, Assistant professor, Faculty of Engineering, Islamic Azad Univesity E-Campus, Tehran, Iran.

E-mail: javad.taat@yahoo.com

ABSTRACT

Transportation is an inseparable part of human life and wherever there are human or a society, undoubtedly there will be transportation. With the increasing development of roads, transportation systems and involvement of all human in this system, safety topics of this issue will be more important. Statistics increasingly show the importance of the issue and its impact in country. Most studies about accidents and road safety concluded that the main causes of accidents are human and human factors. To improve those factors, extensive researches have been made with the accurate analysis. In this study, human factors affecting accidents have been identified. Questionnaires have been distributed to make a paired comparison between human factors that affect accidents. At the end, analysis on the questionnaires using AHP method and “Expert choice” computer software were made and these factors were ranked according to their importance.

Keywords: Accidents, Human factors, Detecting, Ranking

¹استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد الکترونیک، تهران، ایران E-mail : agoharpoor@gmail.com

¹ دانشجو، دانشگاه آزاد اسلامی واحد الکترونیک، تهران، ایران. E-mail : javad.taati@yahoo.com

¹ Analytic hierarchy process

¹ Thomas L. Saaty

1 Least Squares Method

1 Logarithmic Least Squares Method

1 Eigenvector Method

1 Aproximation Methods

¹ Revealed Preference

¹ Stated preferences

¹ Analytic hierarchy process

² Thomas L. Saaty

3 Least Squares Method

4 Logarithmic Least Squares Method

5 Eigenvector Method

6 Aproximation Methods

⁷ Revealed Preference

⁸ Stated preferences