ارائه مدلی برای اولویت بندی مکانیابی روشنایی در راهها

مهندس امیر خوشکار - کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل ونقل

چکیده

تأمین روشنایی راه ها به ویژه در ساعات شب و شرایط نامناسب روشنایی از اهمیت ویژه ای در جهت حفظ ایمنی راه ها برخوردار می باشد. معمولاً به دلایلی همچون محدودیت منابع مالی ، شرایط عملکردی مسیر وسایر مواردی از این قبیل ، تأمین روشنایی در همه راه ها ویا تمام طول مسیر امکان پذیر نمی باشد. از این رو ، لازم است تا نسبت به تدوین فرآیند یا مدلی جهت اولویت بندی مکانیابی روشنایی در راه ها اقدام گردد.

در راستای موارد ذکر شده و اهمیت موضوع ، در این مقاله تلاش گردیده تا پس از مطالعه تطبیقی و بررسی اقدامات ، تحقیقات ومقایسه مطالعات انجام شده در کشور وکشور آمریکا در خصوص فرآیند اولویت بندی مکانیابی روشنایی در راه ها ، مدل و الگوی مناسبی ارائه گردد.

کلمات کلیدی: متوسط تردد روزانه در سال (ADT) ، روش AHP، سطح سرویس مسیر (LOS)

مقدمه

زندگی امروزی ایجاب می کند که با پایان گرفتن روز، فعالیت های اجتماعی پایان نیافته و تا پاسی از شب نیز ادامه پیدا کند. در شرایطی که میزان روشنایی در هنگام روز در محدوده ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ لوکس (LUX) متغیر می باشد، این مقدار در هنگام شب و تحت نور ماه در بیشترین حالت معادل ۰/۲۵ لوکس است. این تفاوت موجب تأثیر منفی بر عملکرد راننده می گردد. لازمه این امر وجود روشنایی کافی در راه ها است[۳].

افزایش روزافزون وسایل نقلیه موتوری و عبور و مرور عابرین در راه ها، روشنایی کافی را جهت افزایش دید در شب و کاهش تصادفات و تلفات انسانی ضروری می سازد. هم چنین، روشن ساختن راه ها در شب باعث افزایش امنیت اجتماعی شده و از جرائم و تخلفاتی که تاریکی شب پوششی جهت ارتکاب آنهاست، می کاهد. پس هدف از روشنایی راه ها حفظ سلامت و راحتی رانندگان و عابرین پیاده، افزایش امنیت و بهبود وضع ترافیک در شب می باشد[۲]

افزایش تصادفات شبانه در راه ها و خسارات جانی و مالی مربوطه حاکی از تبدیل این معضل به یک بحران و فاجعه ملی است و پیشگیری و مبارزه با آن به عزم ملی و بهره گیری از همه امکانات مادی و معنوی نیاز دارد. واقعیات بیانگر آن است که روش ها و راهکارهای مورد عمل و جاری موجود چندان مؤثر نبوده و با افزایش روزافزون تعداد وسایل نقلیه و بالارفتن سرعت آنها و عدم تناسب توسعه و ارتقاء سطح سرویس راه ها با آن بر نگرانی ها افزوده و موجبات رشد تصادفات شبانه را فراهم می سازد.

بررسی آمار تصادفات رانندگی در شب ها نشان دهنده این امر است که رانندگی در راه های بدون روشنایی می تواند دو برابر خطرناکتر نسبت به رانندگی در روز باشد .[۸] براساس آمار تصادفات کشور آلمان در سال ۲۰۰۵، ۲۱۴۳ نفر (در حدود ۴۰ درصد کل تصادفات راه های این کشور) در شرایط ضعیف روشنایی روی می دهد[۷]. در این خصوص، آمار گزارش شده از وزارت حمل و نقل آمریکا مؤید این مطلب است که شدت تصادفات در هنگام شب نیز می تواند به مراتب بیشتر از تصادفات در روز باشد با آنکه ۲۷ درصد تصادفات این کشور در سال ۲۰۰۳ در هنگام شب روی داده است، ولی ۴۵ درصد تلفات ناشی از تصادفات جاده ای در این کشور متعلق به تصادفات شبانه می باشد[۹].

در این راستا، راه حل موجود (یعنی تأمین شرایطی برای دیدن و دیده شدن) در نگاه اول ساده به نظر می رسد. در حالی که تأمین شرایط بینایی مناسب برای کاربران به نحوی که امکان واکنش مناسب و به موقع را برای آنها فراهم نماید، امری پیچیده است که باید در فرآیند برنامه ریزی جهت تأمین روشنایی یک راه مدنظر قرار گیرد.

تأمین روشنایی راه ها یکی از مهمترین مسائل مربوط به حفظ ایمنی راه ها است. در حال حاضر در بیشتر کشورها سیستم روشنایی یکی از اجزای لاینفک هر سیستم حمل و نقلی می باشد که به منظور تأمین روشنایی و دید کافی رانندگان تأکید ویژه ای بر طراحی، تأمین و تعمیر و نگهداری آنها وجود دارد. وجود روشنایی مناسب در شرایط ضعیف روشنایی و به خصوص شب ها می تواند موجبات ارتقای ایمنی مسیر را فراهم آورد. تحلیل آمار تصادفات در کشورهای مختلف مؤید این مطلب است که روشنایی ثابت راه ها می تواند تا ۳۰ درصد در کاهش تصادفات شبانه مؤثر باشد.[۸]

در صورت عدم تأمین روشنایی مناسب در مقاطعی از راه که نیاز به روشنایی دارد، برخی از مشکلات احتمالی عبارتند از:

- بروز تصادفات با شدت بیشتر
- کاهش ظرفیت راه ها
- عدم امدادرسانی سریع

با این حال، نباید از خاطر برد که با توجه به محدودیت های موجود امکان توسعه روشنایی در تمام مقاطع مسیر وجود ندارد. در حالی که در غالب معابر درون شهری، نوعی از روشنایی مشاهده می گردد (به دلیل شرایط مربوط به نوع کاربری های اطراف و سهم بالای سایر کاربران جاده ای)، اما بسیاری از راه های برون شهری و راه هایی که دارای سطح عملکردی پایینی می باشند، فاقد روشنایی هستند. لذا لازم است تا نسبت به تعیین مقاطعی از مسیر که از اولویت بیشتری برای تأمین روشنایی برخوردار می باشند، اقدام شود.

از طرف دیگر، موضوع انرژی در سطح ملی همواره از اهمیت خاصی برخوردار بوده است. مصرف، حفظ و بقای انرژی و هزینه های آن امروزه بخش لاین فکی از امور مهندسی و طراحی های فنی را تشکیل می دهند. اگر چه میزان مصرف انرژی در روشنایی راه ها سهم کوچکی از کل انرژی مصرفی کشور را به خود تخصیص می دهد، ولی به منظور بهره برداری مفید و محتاطانه از انرژی بایستی این نیازها در سطح ملی مدنظر قرار گیرند. در این خصوص و در جهت مدیریت مصرف انرژی می بایست الگوی مناسبی جهت الویت بندی مکانیابی روشنایی تدوین گردد تا با به کارگیری عواملی نظیر ترافیک، طرح هندسی راه، عوامل جوی، تصادفات و سایر مواردی از این قبیل در جهت استفاده بهینه از منابع اقدام نمود.

بررسی پارامترهای مؤثر در مکانیابی روشنایی در کشور

بررسی و مطالعه مستندات و ضوابط موجود در ارتباط با روشنایی معابر برون شهری در کشور مؤید این مطلب است که ضوابط مشخصی در این خصوص که به عنوان استاندارد یا آیین نامه نسبت به ارائه ضوابط مکانیابی روشنایی در راه های کشور اقدام کرده باشد، وجود ندارد و غالباً اقدامات مکانیابی در راه های کشور توسط ادارات کل راه و ترابری استان و براساس شرایط خاص محدوده تحت پوشش مربوطه انجام می پذیرد. برخی از مهمترین پارامترهایی که معمولاً توسط این ادارات مدنظر قرار می گیرد، عبارتند از[۱]:

۱- زیرساخت های جاده ای مانند تونل ها، پل های عریض و گالری ها که به دلیل مشکلات روشنایی در ساعات روز و یا به دلیل شرایط فیزیکی که ممکن است موجب افزایش ریسک بروز تصادفات گردد، برای تأمین روشنایی انتخاب می گردند.

۲- مقاطعی که شرایط خاص جوی منطقه بر شرایط تردد و ایمنی مقطع مذکور تأثیرگذار می باشد. مقاطعی که در برخی فصول سال از روزهای برفی، مه آلود و کولاکی زیادی برخوردار می باشند را می توان به عنوان نمونه هایی از این مقاطع نام برد.

۳- مقاطعی که در مسیر از تعداد تصادفات و حوادث بیشتری برخور دار می باشند و به اصطلاح به عنوان مقاطع حادثه خیز معابر شناسایی می شوند.

۴- مقاطع ورودی شهرها: بررسی تصادفات و حوادث صورت گرفته در معابر برون شهری مؤید این مطلب است که غالب تصادفات در ۲۵ کیلومتری ابتدایی شهرها صورت می پذیرد از طرفی، پارامتر ورودی شهرها نیز یکی دیگر از عواملی است که به همراه کاربری های حومه شهرها به عنوان دلایل اصلی تأمین روشنایی در ابتدای ورودی شهرها را تشکیل می دهند.

۵- تقاطع های هم سطح و غیر هم سطح برون شهری.

۶- رده عملکردی راه: معمولاً آزادراه ها و راه های شریانی اصلی در اولویت تأمین روشنایی در راهها قرار می گیرند.

۷- مقاطعی از مسیرهای برون شهری که از داخل مناطق مسکونی روستایی عبور کرده و رویکردهای غیرقابل پیش بینی دارد.

۸- محدوده ایستگاه های اخذ عوارضی

۹- ورودی و خروجی مجتمع های خدماتی ـ رفاهی، پمپ ب نزین ها، پارکینگ ها و پاسگاه های پلیس راه

۱۰- مقاطعی از مسیر که از مناطق مسکونی و یا از مجاورت مدارس حاشیه راه ها عبور می نمایند.

در ارتباط با اولویت مکان های پیشنهادی برای تأمین روشنایی در راه ها، شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل وزارت راه و ترابری کشور نسبت به ارائه پیشنهاد ذیل برای مکانیابی روشنایی راهها اقدام شده است[۴].

در صورت عدم پاسخگو بودن شرایط موجود تأمین دید مناسب در راه از طریق خط کشی، استفاده از بازتابنده ها و مسیرنماها و مطرح شدن لزوم استفاده از روشنایی در طول هر یک از انواع راه های کشور، اولویت بندی مندرج در ذیل جهت ارزیابی و انتخاب اولویت های تأمین روشنایی با لحاظ اهمیت راه تعیین می گردد.

تونل ها و گالری ها.

گردنه ها در راه های با ADT (میانگین ترافیک روزانه) بیشتر از ۱۰۰۰۰

نقاط مه گیر، کولاک گیر یا دارای طوفان شن

تقاطعهای شامل تقاطع هم سطح، غیر هم سطح و دور برگردانها

بررسی پارامترهای مکانیابی روشنایی راه ها در کشور آمریکا

به طور کلی، مرجع اصلی تعیین پارامترهای مکانیابی روشنایی در این کشور، راهنمای روشنایی راه ها از انتشارات آشتو می باشد که براساس عملکرد راه ها (ضوابط ارائه شده در آشتو غالباً مربوط به آزادراه ها می باشد) و موقعیت بخش های مختلف نسبت به تعیین ضوابط مکانیابی روشنایی در راه ها اقدام نموده است. در این ارتباط، لازم به ذکر است که براساس مطالعات انجام شده غالب فرآیندهای اتخاذ شده برای مکانیابی روشنایی، برگرفته از استانداردهای مدون شده روشنایی می باشد که در کشورهای مختلف عیناً یا با اختلاف اندکی مورد استفاده قرار می گیرد. با این حال، علاوه بر ضوابطی که آشتو برای تأمین روشنایی در مقاطع مختلف تعیین نموده است، ایالات مختلف آمریکا نسبت به تکمیل یا اصلاح این ضوابط اقدام نموده اند.

پارامترهای مکانیابی برای تأمین روشنایی راه ها در آشتو

پارامترهای تعیین شده در آشتو برای تأمین روشنایی آزادراه ها و تقاطع ها غیر هم سطح به صورت کامل یا مقطعی به شرح

ذیل است:

متوسط تردد روزانه در سال (ADT)[1]

یکی از مهمترین پارامترهایی که در تعیین ضوابط مکانیابی روشنایی در ضوابط آشتو برای بخش های مستقیم و تقاطع های آزادراه ها به چشم می خورد، متوسط تردد روزانه در مقطع مورد نظر می باشد. در این ارتباط، براساس بررسی های انجام شده هر چقدر میزان حجم متوسط تردد روزانه در مقطع مورد نظر بیشتر باشد، ریسک بروز برخوردهای احتمالی و ایجاد تراکم در مقطع افزایش و اولویت مقطع برای تأمین روشنایی افزایش پیدا خواهد نمود.

تعداد دسترسی ها در طول مشخص

براساس ضوابط راهنمای ظرفیت راه ها، هر چقدر تعداد دسترسی ها نسبت به مسیر اصلی بیشتر باشد، به دلیل تأثیرات منفی که در شاخصهای اصلی ترافیکی مسیر مانند سرعت متوسط و افزایش حرکات تداخلی[2] ایجاد می گردد، این امر منجر به کاهش محسوسی در سطح سرویس دهی مسیر می گردد. از این رو، مناطقی که از چنین شرایطی برخوردار بوده و در طول مشخصی از تعداد قابل توجهی دسترسی برخوردار می باشند از نگاه ضوابط آشتو در زمره مناطق با پتانسیل بالای ریسک تصادفات تعیین شده و نیازمند تأمین روشنایی خواهند بود. در این خصوص، آشتو با توجه به آن که غالباً موضوع روشنایی آزادراه ها را مدنظر قرار داده است، بیشتر به تعداد تقاطع های غیر هم سطح در طول مشخصی پرداخته است. به عبارت دیگر براساس ضوابط آشتو، مقاطعی که فاصله تبادلها در آن به میزانی است که می تواند موجب تداخل بین حرکات در مقطع گردد، از اولویت بیشتری برای تأمین روشنایی برخوردار می باشد.

کاربری های اطراف مسیر و نزدیکی به شهرها

با نزدیکی به شهرها علاوه بر مشکلات ایمنی که بر اثر تعدد حرکات سایر کاربران جاده ای (عابر پیاده، دوچرخه و ...) و تعدد دسترسی های پراکنده نسبت به مسیر وجود می آید و خود نیازمند تأمین روشنایی کافی برای راننده جهت تسهیل در تصمیم گیری وی در شرایط خاص می گردد. ایجاد روشنایی زیاد در اطراف مسیر نیز موجب مشکلاتی مانند خیرگی و یا منحرف نمودن توجه راننده از مسیر اصلی گردد که این عوامل می توانند موجب افزایش ریسک بروز تصادفات و کاهش ایمنی در مسیر گردد.

میزان و نرخ تصادفات شبانه در مقطع

تعداد تصادفات شبانه در مقطع مورد نظر (یا نرخ تصادفات) و نسبت آن به تعداد تصادفاتی که در ساعات روز انجام می شود، به عنوان یکی دیگر از مهمترین شاخصهایی که نشان دهنده وضعیت ایمنی و میزان ریسک بروز تصادفات شبانه در مقطع مورد نظر مطرح می گردد. حائز اهمیت زیادی است. در این خصوص ، مطالعه ضوابط آشتو و سایر ایالت های کشور آمریکا نشان دهنده این امر است که میزان کمیت این پارامتر در ایالتهای مختلف با توجه به شرایط خاص ایالت مورد نظر متفاوت بوده و مشاهده می شود که حدود مختلفی برای این پارامتر در ایالات آمریکا تعیین شده است.

البته لازم به ذکر است که علاوه بر پارامتر میزان تصادفات شبانه در مقطع، از سایر کمیتهای این پارمتر در غالب مقایسه میزان تصادفات در مقطع یا متوسط تصادفات در راه های ایالت یا بررسی وقوع تعداد مشخصی تصادفات شبانه در یک بازه زمانی مشخص (ماه یا سال) بدون مقایسه آن با تعداد تصادفاتی که در روز اتفاق افتاده است نیز اقدام می گردد.

معرفی شاخص ها و عوامل مؤثر در اولویت بندی مکانیابی روشنایی در راه ها

لازم است تا در جهت مکانیابی روشنایی در راه ها کشور نسبت به معرفی و بررسی پارامترهایی که باید در ساختار مکانیابی روشنایی راه های کشور مدنظر قرار گیرد، اقدام گردد.

هر یک از پارامترهای که در ادامه معرفی خواهد شد در قالب مدل مربوطه دارای ضرایب وزنی خاصی می باشند که این ضرایب نشان دهنده میزان تأثیر هر پارامتر در مدل خواهد بود. محاسبه این ضرایب با روش AHP انجام خواهد گرفت. رابطه بین پارامترها به صورت خطی است و در نهایت نتیجه مدل یک ضریب اهمیت برای هر قطعه خاص از راه را ارائه می دهد. ضرایب اهمیت ارائه شده مؤید میزان اولویت هر راه یا بخشی از آن نسبت به سایر راه ها یا بخش های دیگری از یک راه می باشد.

با توجه به مطالعات انجام شده در ارتباط با ساختار مکانیابی روشنایی در کشور آمریکا و شرایط کنونی کشور، پارامترهای ذیل به عنوان پارامترهای اصلی مدل مکانیابی روشنایی معرفی می گردد:

۱- سطح سرویس مسیر (LOS): این پارامتر نشان دهنده سطح سرویس بخشی از راه می باشد که در این مطالعه فقط سرویس قسمت مستقیم راه مدنظر قرار گرفته است. لازم به ذکر است که پارامتر مذکور در ساعات شب باید محاسبه گردد (ADTN) . بدیهی است، به هر میزان سطح سرویس افزایش پیدا کند. (نسبت حجم به ظرفیت به حالت اشباع نزدیکتر گردد)، ریسک برخورد افزایش پیدا خواهد کرد. دلیل انتخاب این پارامترها و استفاده آن در مدل را می توان به صورت زیر بر شمرد:

- در دسترس بودن منابع جهت آشنایی (HCM) و محاسبه آن (HICAP ۲۰۰۰).
- معتبر بودن جواب نهایی،
- جامعیت این پارامتر به طوری که این پارامتر زیر پارامترهایی نظیر ADT، عرض خط، درصد شیب، میزان فاصله آزاد جانبی، عرض شانه، درصد وسایل نقلیه سنگین و ... را در بر دارد.
- قابلیت تشخیص آسان توسط خبره و در نتیجه نمره دهی نسبتاً مناسب توسط خبره

1.Average Daily Traffic
2.Weaving Movements

۲- نسبت نرخ تصادفات شبانه به روزانه (AC): این پارامتر نشان دهنده میزان حادثه خیزی و مؤید شرایط ایمنی قطعه یا راه مورد مطالعه می باشد. با توجه به این که متوسط تردد در ساعات شبانه معمولاً کمتر از ساعات روزانه می باشد، لازم است تا از نرخ تصادفات در قالب رابطه زیر برای تعیین پارامتر استفاده گردد. بدیهی است هر چقدر میزان نسبت نرخ تصادفات شبانه به روزانه یک قطعه بیشتر باشد، اولویت قطعه برای تأمین روشنایی افزایش پیدا خواهد کرد[۵].

که در آن:

$$AC_i = \frac{AC_{iN}}{ADT_{iN}} \Big/ \frac{AC_{Di}}{ADT_{Di}}$$

AC_N : عبارت است از تعداد تصادفات شبانه قطعه مورد نظر

ADT_N : متوسط تردد شبانه در قطعه مورد نظر

تقسیم بندی های مورد نظر در قالب پارامتر تصادفات با توجه به ریسک بروز تصادفات شبانه به صورت ذیل است:

الف : خیلی زیاد: به مناطقی که نسبت نرخ تصادفات شبانه به نرخ تصادفات روزانه در آن ها بیش از ۲ باشد، اطلاق می گردد.

ب: زیاد: به مناطقی که نسبت نرخ تصادفات شبانه به نرخ تصادفات روزانه در آن ها بیش از ۱/۵ و کمتر از ۲ باشد، اطلاق می گردد.

پ : متوسط: به مناطقی که نسبت نرخ تصادفات شبانه به نرخ تصادفات روزانه در آن ها بیش از ۱/۲ و کمتر از ۱/۵ باشد، اطلاق می گردد.

ت: کم : به مناطقی که نسبت نرخ تصادفات شبانه به نرخ تصادفات روزانه در آن ها بیش از۱ و کمتر از ۱/۲ باشد، اطلاق می گردد.

ت : خیلی کم : به مناطقی که نسبت نرخ تصادفات شبانه به نرخ تصادفات روزانه در آن ها کمتر از ۱ باشد، اطلاق می گردد.

۳- وضعیت آب و هوایی راه (W): این پارامتر نشان دهنده شرایط غالب آب و هوایی مسیر و تأثیر آن بر شرایط عملکردی مسیر می باشد. با توجه به این که در شرایط آب و هوایی مختلف میزان قابلیت دید و میزان انعکاس نور از سطح روسازی متفاوت خواهد بود، در نتیجه لازم است این پارامتر مدنظر قرار گیرد. هر چقدر میزان تأثیر شرایط جوی در کاهش روشنایی اطراف راه بیشتر باشد، نیاز به تأمین روشنایی افزایش پیدا خواهد کرد. با توجه به انواع مختلف شرایط جوی، چهار حالت برف و کولاک، مه آلود، گرد و غبار، مه و برف و سایر حالات به عنوان عوامل مؤثر در این پارامتر قابل بررسی می باشند. در قالب موارد ذیل نسبت به تعریف هر یک از موارد عنوان شده اقدام شده است:

الف: برف و کولاک: به مناطقی اطلاق می گردد که حداقل ۳۰ روز در سال با ریزش شدید برف همراه با تند باد همراه باشد.

ب: مه آلود: مه آلودگی در جاده های بین شهری و بویژه در نواحی کوهستانی و ییلاقی از عوامل مؤثر در کاهش دید رانندگان می باشد. بر این اساس انواع مه گرفتگی براساس فاصله دید مطابق جدول۱ طبقه بندی شده است.

جدول ۱- مقادیر مربوط به فاصله دید براساس انواع مه گرفتگی[۵]

نوع مه گرفتگی	فاصله دید
مه غلیظ	کمتر از ۴۰ متر
مه زیاد	۴۰ تا ۲۰۰ متر
مه	۲۰۰ تا ۱۰۰۰ متر
مه ناشی از قطرات ریز آب (اگر عمدتاً ناشی از ذرات ریز آب باشد)	۱ تا ۲ کیلومتر

مناطقی که مطابق با جدول ۱ با حداقل ۲۰ روز مه غلیظ یا ۳۰ روز مه زیاد یا ۴۵ روز مه گرفتگی همراه باشند، در این تحقیق به آنها مناطق مه آلود اطلاق می گردد.

پ: گرد و غبار : به مناطقی اطلاق می گردد که در برخی روزهای سال با گرد و غبار که غالباً به صورت ذرات معلق جامد یا مایع مشاهده می گردد همراه باشند. شرایط مقاطع دارای گرد و غبار نیز مانند مقاطع مه آلود ارزیابی می گردد.

ت : مه و برف : به مناطقی که پدیده مه آلودگی معمولاً همراه با ریزش برف حداقل در ۲۰ روز در سال مشاهده می گردد، اطلاق می شود.

ث : سایر حالات: به سایر حالات جوی مانند شرایط آفتابی، ابری و بارانی که در قالب سایر شرایط جوی به آنها اشاره ای نشده، اطلاق می شود.

۴- نوع عملکرد راه (O): این پارامتر نشان دهنده درجه عملکردی راه می باشد. هر چه درجه عملکردی راه بالاتر باشد، در نتیجه میزان سرعت عملکردی و اهمیت راه بالاتر خواهد بود. بدیهی است هر چه درجه ی عملکردی یک راه بیشتر باشد اهمیت تأمین ایمنی بیشتر و اهمیت روشنایی در آنها بالاتر است. مطابق با نشریه ۱۶۱ سازمان برنامه ریزی کشور، انواع راهها عبارتند از:

الف: آزادراه: راهی با حداقل چهار خط عبور که مسیرهای رفت و برگشت از هم جدا شده و بدون تقاطع هم سطح، بدون دسترسی از حاشیه، ممنوعیت عبور پیاده و دوچرخه و سایر وسایل نقلیه غیر موتوری ، ورود و خروج با زاویه کم و در مواردی ممنوعیت عبور تمام یا بخشی از وسایل نقلیه تجاری.

ب : بزرگراه: مانند آزاد راه ولی با امکانات محدود تقاطع هم سطح و دسترسی از حاشیه

پ: راه اصلی درجه یک: راه اصلی دو طرفه با سواره رو آسفالتی به عرض حداقل ۷/۳ متر و شانه هر طرف به عرض حداقل ۱/۸۵ متر.

ت : راه اصلی درجه دو: راه اصلی دو طرفه با سواره رو آسفالتی به عرض حداقل ۷ متر و شانه هر طرف به عرض حداقل ۱ متر.

ث : راه فرعی درجه یک: راه با دو خط عبور و سواره روی روسازی شده به عرض ۶/۵ متر و شانه در هر طرف به عرض یک متر.

در ارتباط با تقاطع ها نیز رده عملکردی معابر منتهی به تقاطع حائز اهمیت بوده و بدیهی به نظر می رسد ،درتقاطع هایی که معابر از رده عملکردی بالاتر برخوردار هستند از اهمیت بیشتری برای تأمین روشنایی برخوردارند. در ارتباط با تقاطع ها ، درجه عملکردی تقاطع با استفاده از میانگین ضرایب اهمیت هر یک از بازوها تعیین می گردد.

جدول ۲- انواع رده عملکردی تقاطع ها

رده عملکردی راه	آزاد راه	بزرگراه	راه اصلی درجه یک	راه اصلی درجه دو	راه فرعی
آزاد راه					
بزرگراه					
راه اصلی درجه یک					
راه اصلی درجه دو					
راه فرعی					

۵- کاربری های اطراف راه (L): این پارامتر نشان دهنده وضعیت کاربری های اطراف راه می باشد. به طور کلی، با افزایش کاربری های اطراف راه ، امکان عبور و مرور کاربران آسیب پذیر جاده ای و همچنین پیدایش دسترسی های پراکنده در طول راه را افزایش می دهد. منظور از کاربری در این پژوهش، کاربری های مسکونی، تجاری، آموزشی و به طور کلی هر نوع کاربری که موجب تردد عابر پیاده در شب یا شرایط ضعیف روشنایی گردد، می باشد. این پارامتر براساس درصد توسعه یافتگی طول قطعه راهی که در حال مطالعه می باشد، قابل محاسبه است. به عبارت دیگر برای تعیین درصد توسعه یافتگی قطعه لازم است تا طولی از قطعه راه که دارای کاربری می باشد، بر کل طول قطعه راه تقسیم گردد. همچنین باید عنوان گردد که با توجه به این مهم که وجود کاربری در دو سمت راه علاوه بر ایجاد ریسک بالاتر تصادف به ویژه برای عابرین پیاده، تأثیر منفی بیشتری بر عملکرد رانندگان دارد، باید نسبت به در نظر گرفتن این مهم در تعیین درصد توسعه یافتگی قطعه راه اقدام گردد، با توجه به موارد عنوان شده، میزان توسعه یافتگی اطراف راه به صورت زیر تعیین می گردد: (۲)

$$L_i = \frac{K}{2}\left(\frac{L_l}{L_T} + \frac{L_r}{L_T}\right)$$

که در آن:

Li : میزان توسعه یافتگی اطراف قطعه مورد نظر،

LI : طولی از راه که در سمت چپ میانه یا خط وسط راه های جدا نشده قرار گرفته است و دارای نوعی کاربری یا توسعه یافتگی است که موجب تولید سفر می گردد.

Lr : طولی از راه که در سمت راست میانه یا خط وسط راه های جدانشده قرار گرفته است و دارای نوعی کاربری یا توسعه یافتگی است که موجب تولید سفر می گردد.

LT :طول کل قطعه مورد نظر

K : ضریب تسهیلات عابر پیاده که به صورت زیر محاسبه می شود:

K = ۰ : در شرایطی که امکان عبور عابر از عرض و طول معبر مورد نظر محدود شده باشد (از طریق ، حصار، گاردریل و سایر موانع).

K = ۰/۵ :در شرایطی که امکان عبور عابر از طول معبر وجود داشته اما امکان عبور از عرض محدود شده باشد.

K = ۱ :در شرایطی که امکان عبور عابر از عرض و طول معبر مورد نظر بدون هیچ محدودیتی امکان پذیر باشد.

با توجه به موارد عنوان شده، میزان توسعه یافتگی اطراف راه به صورت ذیل ارزیابی می گردد:

الف) مناطق تراکم: مناطقی از راه هستند که بیش از ۸۰ درصد اطراف آن ها توسعه یافته باشد.

ب) مناطق با کاربری زیاد: مناطقی از راه هستند که بیش از ۶۰ و کمتر از ۸۰ درصد اطراف آن ها توسعه یافته باشد.

پ) مناطق با کاربری متوسط: مناطقی از راه هستند که بیش از ۴۰ و کمتر از ۶۰ درصد اطراف آن ها توسعه یافته باشد.
ت) مناطق با کاربری کم: مناطقی از راه هستند که بیش از ۲۰ و کمتر از ۴۰ درصد اطراف آن ها توسعه یافته باشد.
ث) مناطق بدون کاربری: مناطقی از راه هستند که کمتر از ۲۰ درصد اطراف آن ها توسعه یافته باشد.

۶- فاصله کاربری ها از لبه سواره رو (S): این پارامتر نشان دهنده تأثیر فاصله کاربری ها از مسیر می باشد. بدیهی است با کاهش فاصله کاربری ها از لبه سواره رو، ریسک تصادفات با عابرین افزایش پیدا می کند و بر شرایط دید کاربران جاده ای تأثیر منفی بیشتری داشته باشد. این پارامتر در قالب فاصله از لبه سواره رو در حیطه حریم راه قابل بررسی است و به صورت ذیل تعریف می شود:

الف) بسیار زیاد: به فواصل کاربری هایی که خارج از حریم راه (بیش از ۷۵ متر از لبه سواره رو) قرار گرفته اند اطلاق می گردد.
ب) زیاد: به فواصل کاربری هایی که بین ۵۰ تا ۷۵ متر از لبه سواره رو قرار گرفته اند اطلاق می گردد.
پ) متوسط: به فواصل کاربری هایی که بین ۲۵ تا ۵۰ متر از لبه سواره رو قرار گرفته اند اطلاق می گردد.
ت) کم: به فواصل کاربری هایی که بین ۱۰ تا ۲۵ متر از لبه سواره رو قرار گرفته اند اطلاق می گردد.
ث) بسیار کم: به فواصل کاربری هایی که کمتر از ۱۰ متر از لبه سواره رو قرار گرفته اند اطلاق می گردد.

ارائه و تبیین مدل یا الگوی مکانیابی روشنایی در راه های کشور

ارائه الگوی مکانیابی روشنایی راه های کشور در جهت تسهیل تصمیم گیری درخصوص نصب سیستم های روشنایی در راه ها از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. در این ارتباط و با توجه به مطالب ارائه شده نسبت به معرفی برخی از مهمترین پارامترهایی که می تواند به نحوی در این فرآیند تأثیرگذار باشد اقدام می شود، که در ادامه این موضوع نسبت به ارائه مدل اولویت بندی مکانیابی روشنایی راه ها اقدام خواهد شد.

تحلیل سلسله مراتبی از کارآمدترین تکنیک ها در انجام تصمیم سازی به خصوص در مواردی است که ارتباط کمی دقیق و بر اساس روابط مشخص بین شاخص های انتخاب و هدف نهایی وجود نداشته باشد. این روش که برای اولین بار توسط توماس ال ساتی و در سال ۱۹۸۰ مطرح گردیده است. براساس مقایسه های زوجی بنا شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران ارائه می دهد. به خصوص فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به علت ماهیت ساده و در عین حال جامعی که دارد، مورد استقبال مدیران کاربران مختلف قرار گرفته است.

بطور کلی تعیین وزن های نسبی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از اهمیت بسیاری برخوردار است. همچنان که اشاره گردید، در این روش عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر بصورت زوجی مقایسه شده و وزن آن ها محاسبه می گردد. این وزن ها، وزن های نسبی خوانده می شود. سپس با تلفیق وزن های نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص می گردد که آن را وزن مطلق می نامیم. لازم به ذکر است که کلیه مقایسه ها در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به صورت زوجی انجام می گیرد. در این مقایسه ها تصمیم گیرندگان از قضاوت های شفاهی استفاده خواهند کرد. به گونه ای که اگر عنصر i با عنصر j مقایسه شود، تصمیم گیرنده خواهد گفت که اهمیت i بر j یکی از حالات زیر است:[۶]

کاملامرجح یا کاملاً مهمتر یا کاملاً مطلوبتر.
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی.
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی.
کمی مرجح یا کمی مهمتر یا کمی مطلوبتر.
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان

این قضاوت ها توسط ساتی به مقادیر کمی بین ۱ تا ۹ تبدیل شده اند که در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول۳- مقادیر کمی در مقایسه های شفاهی در روش تحلیل سلسله مراتبی [۶]

ترجیحات (قضاوت شفاهی)		مقدار عددی
کاملاً مرجح یا کاملاً مهمتر یا کاملاً مطلوبتر	Extremely prefered	۹
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	Very Stongly Prefered	۷
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی	Stongly Prefered	۵
کمی مرجح یا کمی مهمتر یا کمی مطلوبتر	Moderately Prefered	۳
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان	Equally Prefered	۱
ترجیحات بین فواصل فوق		۸و۶و۴و۲

ارائه مدل پیشنهادی مکانیابی روشنایی در راه ها

در جهت تعیین اوزان تأثیر هر یک از پارامترهای پیشنهادی که در ساختار کلی مدل معرفی شد و هم چنین ضرایب تأثیر هر یک از اجزای پارامترهای مؤثر در مدل از روش AHP استفاده شد که در این خصوص با استفاده از فرم هایی نسبت به نظرسنجی از خبرگان، کارشناسان و صاحبنظران که به نحوی در ارتباط با تعیین ضرورت تأمین روشنایی در بخش های مختلف راه از اطلاعات کافی برخوردار بودند، اقدام گردید.

مدل مکانیابی برای مقاطع مستقیم راه

با توجه به مواردی که عنوان شد، شکل کلی تابع اهمیت راه برای تأمین روشنایی قسمت های مستقیم راه به صورت رابطه ۲ است:

رابطه ۲ $T_i = LOS_i . \alpha_1 + AC_i . \alpha_2 + O_i . \alpha_3 + W_i . \alpha_4 + L_i . \alpha_5 + S_i . \alpha_6$ ضریب اهمیت راه

$$\sum_{i=1}^{4} \alpha_i = 1$$

که در آن:

T_i = ضریب اهمیت

LOS_i = متوسط حجم ترافیک شبانه ورودی راه یا قطعه ای از راه i

AC_i = نسبت نرخ تصادفات شبانه به نرخ تصادفات روزانه در راه یا قطعه ای از راه i

O_i = نوع عملکرد راه i (طبق نشریه ۱۶۱)

W_i = شرایط آب و هوایی راه یا قطعه ای از راه i

L_i = کاربریهای اطراف راه یا قطعه ای از راه i

S_i = متوسط فاصله کاربریهای از لبه سواره رو راه یا قطعه ای از راه i (متر)

A_i = ضرایب وزنی هر یک از پارامترهای معرفی شده

هر یک از پارامترهای مذکور دارای ضریبی مانند α_i می باشند که نحوه محاسبه آن ها با توجه به عدم وجود آمار مستند و جامع در این زمینه با استفاده از نظرسنجی از خبرگان صورت می پذیرند. علاوه بر این، برای هر یک از پارامترهای عنوان شده، بازه های مشخصی تعیین شده است که این امر در جهت تسهیل به کارگیری از این مدل انجام گرفته است.

با توجه به نتایج به دست آمده از فرم های نظرسنجی، ساختار مدل پیشنهادی برای بخش های مستقیم راه براساس نظرسنجی های انجام شده به شرح ذیل خواهد بود:

رابطه ۲ $T_i = ۰,۱۲LOS_i + ۰,۳۶AC_i + ۰,۱۳O_i + ۰,۱۵W_i + ۰,۱۴L_i + ۰,۱S_i$ ضریب اهمیت راه

کمیت های هر یک از ضرایب تعیین شده در مدل به شرح جداول۴ الی۹ می باشد. اکثر ضرایب مربوطه براساس نظرات و پیشنهاد صاحب نظران و با استفاده از فرم های نظرسنجی و برخی از آنها با استفاده از روابطی که پارامترها به صورت منطقی با یکدیگر برقرار می نمودند. تعیین شده است.

جدول۴- ضرایب مربوط به سطح سرویس راه (LOS)

LOS	A	B	C	D	E
امتیاز	۲/۵۲	۳/۹۶	۵/۷۶	۷/۶۵	۹

جدول ۵- ضرایب مربوط به نسبت تصادفات شبانه در راه (AC)

نسبت تصادفات شبانه به روزانه	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
امتیاز	۰/۷۳	۱/۱	۲/۵۷	۴/۹۶	۹

جدول ۶- ضرایب مربوط به نوع عملکرد راه (O)

درجه عملکردی راه	فرعی	اصلی درجه۲	اصلی درجه ۱	بزرگراه	آزاد راه
امتیاز	۰/۹۶	۱/۵۳	۲/۴۹	۵/۲	۹

جدول ۷- ضرایب مربوط به شرایط آب و هوایی راه (W)

شرایط آب و هوایی راه *	برف و کولاک	مه آلود	گرد و غبار	مه + برف	سایر شرایط
امتیاز	۷/۷۵	۶/۲۴	۴/۱	۹	۱/۷۴

*شرایط جوی غالب در راه یا قطعه راه مورد نظر

جدول ۸- ضرایب مربوط به کاربری های اطراف راه (L)

وضعیت کاربری های اطراف راه*	بدون کاربری	کاربری کم	کاربری متوسط	کاربری زیاد	متراکم
امتیاز	۱	۳	۵	۷	۹

*درصدی از حریم راه که ساخته شده است.

جدول ۹- ضرایب مربوط به فاصله متوسط کاربری ها از لبه راه (S)

فاصله کاربریها از لبه سواره رو	بسیار زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
امتیاز	۱	۳	۵	۷	۹

با توجه به ضرایب تعیین شده و همچنین وزن های پیشنهادی برای هر یک ، جدول ۱۰ حدود پیشنهادی را با توجه به ضرورت تأمین روشنایی برای مقاطع مختلف بخش های مستقیم راه نشان می دهد.

جدول ۱۰- ضرایب اهمیت تأمین روشنایی در مقاطع مختلف مستقیم راه

ردیف	محدوده ضریب اهمیت	ضرورت تأمین روشنایی
۱	۷-۹	بحرانی
۲	۵-۷	زیاد
۳	۳-۵	متوسط
۴	۱-۳	کم

امکان استفاده از الگوی پیشنهادی برای راه هایی که تاکنون تحت بهره برداری قرار نگرفته باشند و یا در مراحل طراحی قرار دارند. نیز به سادگی امکان پذیر می باشد. در این ارتباط تنها پارامتر تصادفات، به سوابق ترافیکی راه نیاز دارد که طبیعتاً برای راه هایی که تاکنون تحت بهره برداری قرار نگرفته اند، برابر صفر خواهد بود. لذا ضریب اهمیت برای راه هایی که تحت بهره برداری قرار ندارند، به شرح رابطه ذیل می باشد. تعریف و کمیت هر یک از پارامترها و همچنین میزان اهمیت ضرایب، مطابق با موارد عنوان شده در خصوص تأمین روشنایی برای بخش های مستقیم راه های تحت بهره برداری می باشد.

رابطه ۳ $T_i = ۰.۱۹LOS_i + ۰.۲۰_i + ۰.۲۳W_{i*} + ۰.۲۲L_i + ۰.۱۶S_i$ ضریب اهمیت راه

نتیجه گیری :

مدل ارائه شده در حقیقت ابزاری برای تصمیم گیری در ارتباط با تأمین روشنایی برای مقاطع خاصی است که از اولویت بیشتری نسبت به سایر مقاطع برخوردار می باشند و بنابراین مقاطعی که با توجه به شرایط خاص (مانند تقاطعات ،تونل ها و گالری ها) باید حتماً دارای روشنایی باشند را در بر نمی گیرد . با این حال، برای چنین مقاطعی نیز نسبت به ارائه ضوابطی برای تصمیم گیری اقدام خواهد شد.

در ارتباط با ساختار کلی مدل، با توجه به عوامل ذیل نسبت به انتخاب ساختار خطی برای مدل ارائه شده اقدام گردیده است:

به طور کلی، مدل ارائه شده بیش از آنکه یک مدل تحلیلی باشد، یک مدل انتخابی است. با توجه به این موضوع که قالباً مدل های خطی برای برآورده نمودن انتظار از مدل نتایج مناسبی ارائه می دهند، فرض خطی بودن مدل قابل قبول به نظر می رسد.

یکی از ملاحظاتی که در انتخاب مدل لحاظ گردیده است، سادگی و امکان قابلیت بهره برداری از آن به عنوان یک ابزار تصمیم گیری می باشد. از این رو، ساختار خطی مدل به نحو احسنت می تواند این شرایط را برآورده نماید.

با توجه به پارامترهای انتخابی می توان بیان نمود که پارامترهای انتخابی با تابع هدف نهایی مدل دارای ارتباط خطی هستند. به طوری که با افزایش کمیت هر یک میزان نیاز روشنایی قطعه نیز افزایش پیدا خواهد نمود.

منابع و مراجع

۱- ادارات کل راه و ترابری استان های کشور ، معیارها و ظوابط مکانیابی روشنایی در راه های کشور ، ۱۳۸۷ .

۲- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور ،» مشخصات فنی عمومی و اجرایی روشنایی راه های شهری« ، نشریه شماره ۱۹۵ ، ۱۳۷۹ .

۳- کلهر ، حسن ، سهامی انتشار ، «مهندسی روشنایی» ، ۱۳۶۵ .

۴- وزارت راه و ترابری ، معاونت آموزش ، تحقیقات و فن آوری ، سیاست ها تأمین روشنایی راه ها ، ۱۳۸۷ .

۵- دانشگاه تربیت مدرس – مرکز تحقیقات روسازی راه ،»راهنمای مکانیابی ، طراحی و اجرای سیستم روشنایی در راه های کشور« ، اردیبهشت ۱۳۸۸

6 -Acuity Lighting Group , « Roadway Lighting Tool Users Guide « , 2008 .

7 -Fodergemin Schaft . « Light-wisswn03» Availvble in www.LIGHT.DE , 2007 .

8 - Institution of lighting Engineers , « A manual of Road Lighting in Developing countries « , 2006 .

9 - University of Kentucky , « Roadway Lighting and Driver Safety « , may 2003 .