



وزارت کشور

معاونت عمرانی

دفتر حمل و نقل و دبیرخانه شورای عالی هماهنگی

ترافیک شهرهای کشور

راهنما و ضوابط نصب و تنظیم چراغهای راهنمایی در تقاطع‌های شهری

۱- هدف استفاده از چراغهای راهنمایی در تقاطعها

یکی از مهمترین و مؤثرترین روشهای کنترل ترافیک در تقاطع، استفاده از چراغهای راهنمایی است. چراغ راهنمایی دستگاهی با زمانبندی الکتریکی است که حق تقدم را به یک یا چند جریان ترافیکی تخصیص می دهد به نحوی که جریانهای متداخل بتوانند به طور مؤثر و به صورت ایمن از تقاطع عبور کنند. کاربرد چراغهای راهنمایی برای به حداقل رساندن موارد زیر مناسب است.

۱- تأخیر در تقاطع (در صورتیکه چراغ راهنمایی برای کنترل تقاطع درست انتخاب شده باشد).

۲- تداخل حرکات مختلف در تقاطع

۳- احتمال تصادف در تقاطع (به ویژه برخوردهای ۹۰ درجه و زاویه دار)

با توجه به اینکه یکی از روشهای رایج برای کنترل تقاطعها، چراغهای راهنمایی می باشد، در این راهنما، ضوابط نصب و تنظیم چراغهای راهنمایی در تقاطعهای شهری تشریح می گردد. به طور کلی، چراغ راهنمایی در تقاطع برای مقاصد زیر نصب می شود:

- بهبود ایمنی تقاطع
- کاهش میانگین زمان عبور از تقاطع و در نتیجه افزایش ظرفیت
- یکسان سازی کیفیت سرویس (سطح سرویس^۱) برای همه یا بیشتر جریانهای ترافیکی و رویکردهای تقاطع

• ایجاد نظم و تنظیم حرکات عابران پیاده در تقاطع

اگرچه چراغهای راهنمایی بر اساس معیارهای معینی نصب می شود، توجیه نصب آنها باید بر اساس ایمنی، شرایط ترافیکی، عدالت اجتماعی، آلودگی هوا و سایر موارد باشد.

یکی از مزایای اصلی چراغهای راهنمایی نسبت به تابلوها، نقشی است که در راهنمایی رانندگان و عابران پیاده بر عهده دارند، به نحوی که جایی برای تشخیص نادرست راننده باقی نمی ماند.

¹ Level Of Service

کنترل تقاطع توسط چراغهای راهنمایی بر اساس تخصیص حق تقدم و زمان عبور براساس حجم جریان ترافیکی و ظرفیت معابر منتهی به تقاطع صورت گیرد. قابلیت تخصیص حق تقدم به برخی حرکتها یا وسایل نقلیه، امکان کنترل هماهنگ در طول خیابان، تسهیلات لازم برای پیوستگی جریان ترافیک از طریق هماهنگسازی مناسب برای یک سرعت معین در طول یک مسیر، از دیگر مزایای چراغ راهنمایی است.

از طرف دیگر، مشاهده می شود که چراغهای راهنمایی با طراحی نامناسب می توانند موجب افزایش تصادفها، تأخیر بیش از حد وسایل نقلیه در برخی رویکردها، مجبور کردن رانندگان به انتخاب مسیرهای انحرافی و سردرگمی رانندگان شود. برای نصب چراغهای راهنمایی در تقاطعات لازم است مطالعات ترافیکی صورت پذیرد و در صورتی که کنترل تقاطع توسط چراغ راهنمایی نسبت به سایر روشهای کنترل در اولویت قرار گیرد، از چراغ راهنمایی استفاده شود.

۲- تعاریف مربوط به نحوه کنترل تقاطعها توسط چراغهای راهنمایی

در این قسمت به برخی از تعاریف مربوط به تقاطعها و چراغهای راهنمایی پرداخته می‌شود:

الف- چرخه (زمان چرخه یا طول چرخه): یک دوره کامل علامت‌دهی چراغ راهنمایی می‌باشد که

شامل شروع زمان سبز یک فاز تا شروع زمان سبز بعدی همان فاز می‌باشد.

ب- فاز (فاز چراغ راهنما): به بخشی از یک چرخه که به ترکیبی از حرکات (به طور معمول حرکات

غیر متداخل) به طور همزمان حق تقدم تعلق می‌گیرد، گفته می‌شود.

پ- زمان فاز: به مدت زمانی که توسط چراغ راهنمایی به یک فاز، علامت سبز و عبور تعلق می‌گیرد و

حرکات موجود در آن فاز اجازه حرکت پیدا می‌نمایند، زمان فاز گفته می‌شود.

ت- اختلاف دوره: فاصله زمانی (ثانیه) بین شروع یک فاز سبز در تقاطع برای یک حرکت و شروع یک

فاز سبز در تقاطع بعدی برای همان حرکت گفته می‌شود که معمولاً برای هماهنگ‌سازی تقاطعهای چراغدار

در طول یک معبر کاربرد دارد.

ث- زمان بین دو سبز: به فاصله زمانی بین پایان علامت سبز برای یک فاز و شروع علامت سبز برای

فاز بعدی در یک تقاطع گفته می‌شود.

ج- زمان تمام قرمز: به مدت زمانی اطلاق می‌شود که علامت قرمز برای همه رویکردهای تقاطع (معايير

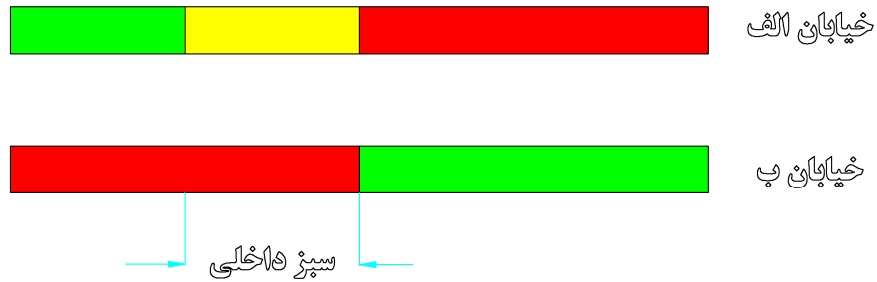
منتهی به تقاطع) نمایش داده می‌شود. در برخی موارد یک زمان تمام قرمز منحصراً برای عابرین پیاده‌ای

بکار می‌رود که از تقاطعات بسیار عریض عبور می‌کنند. در این حالت کلیه فازهای مربوط به وسایل نقلیه در

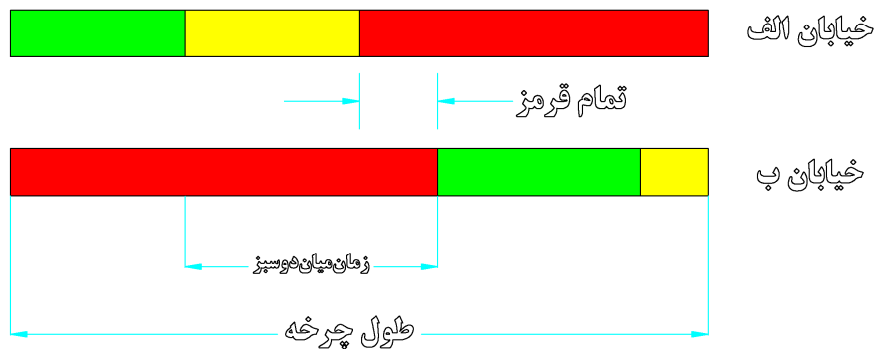
تقاطع علامت قرمز را نشان می‌دهند و در این حالت تنها عابرین پیاده مجاز به عبور از تقاطع می‌باشند.

در اشکال (۱) و (۲) به ترتیب نمونه‌ای از زمان‌بندی و فازبندی در یک تقاطع دو فازه و قسمتهای

مختلف طول چرخه در یک تقاطع چراغدار نشان داده شده است.



شکل (۱): نمونه‌ای از زمان‌بندی و فازبندی در یک تقاطع دو فاز



شکل (۲): طول چرخه در یک تقاطع چراغدار

چ - متوسط سرفاصله‌های زمانی وسایل نقلیه خروجی: در صورتی که در پشت تقاطع‌های چراغدار، صف ممتدی از وسایل نقلیه وجود داشته باشد، متوسط سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه در هنگام خروج از تقاطع تقریباً $2/5$ ثانیه می‌باشد.

ح - ضرایب هم‌ارز برای تبدیل به خودروی سواری (1PCU): برای از بین بردن آثار نامطلوب ناشی از وسایل نقلیه مختلف از ضرایب هم‌ارز استفاده می‌شود و کلیه وسایل نقلیه تبدیل به سواری می‌گردند، بدین منظور ضریب هم‌ارز برای سواری (۱) در نظر گرفته می‌شود و برای وسایل نقلیه سنگین (کامیون، اتوبوس و ...) بیش از (۱) و برای وسایل نقلیه سبک (دوچرخه و موتورسیکلت) کمتر از (۱) اعمال می‌گردد. اطلاعات

¹ Per Car Unit

کامل در خصوص ضرایب هم ارز در دستورالعمل راهنمای پارامترهای ترافیکی که توسط دفتر حمل و نقل وزارت کشور تهیه شده، به طور کامل توضیح داده شده است.

خ- رویکرد: بخشی از راه منتهی به تقاطع است که جریان ترافیک داخل آن در حال نزدیک شدن به تقاطع مورد نظر می‌باشند.

د- ظرفیت: به حداکثر تعداد وسایل نقلیه‌ای که انتظار می‌رود تحت شرایط مشخص از تقاطع معینی عبور نماید، اطلاق می‌گردد.

ذ- زمان تأخیر: تأخیر در هر تقاطع عبارت است از زمان روشن شدن چراغ ترمز هر وسیله نقلیه در تقاطع تا زمانی که وسیله نقلیه از تقاطع عبور نماید. (از خط‌کشی عابرپیاده رویکرد مخالف عبور کند)

ر- زمان سبز موثر: عبارت است از مدت زمانی که هر وسیله نقلیه در هر فاز قادر به عبور از تقاطع می‌باشد. (معمولاً هنگامی که در یک فاز چراغ راهنمایی سبز می‌شود، مدت زمانی طول می‌کشد تا وسایل نقلیه شروع به حرکت نمایند. از زمان شروع حرکت وسایل نقلیه در آن فاز تا زمان خاتمه حرکت آنها در همان فاز، زمان سبز موثر گویند. وسایل نقلیه قسمتی از زمان زرد فاز را نیز از تقاطع عبور می‌نمایند که این زمان نیز جزء زمان سبز موثر می‌باشد).

ز- نسبت سبز: به نسبت زمان سبز موثر به طول چرخه (در چراغ راهنمایی) در هر فاز اطلاق می‌گردد.

س- حجم ساعتی هر حرکت: به تعداد وسایل نقلیه عبوری از تقاطع برای هر حرکت در مدت زمان یک ساعت اطلاق می‌گردد.

ش- سطح سرویس (خدمت‌دهی): معیاری برای ارزیابی تقاطع است که با استفاده از تأخیر هر وسیله نقلیه در تقاطع و نسبت حجم به ظرفیت تقاطع تعیین می‌شود. معمولاً سطح سرویس از A تا F متغیر است. سطح سرویس A ایده‌آل‌ترین حالت و سطح سرویس F بحرانی‌ترین حالت می‌باشد.

ص- حجم سواری‌ها: به حجم وسایل نقلیه بر حسب سواری که پس از اعمال ضریب هم ارز سواری بر حجم وسایل نقلیه مختلف به دست می‌آید، اطلاق می‌شود.

ض- اتوبوس محلی: به اتوبوسی اطلاق می‌شود که دارای برنامه زمان‌بندی توقف در محدوده تقاطع (محدوده ۷۵ متری تقاطع) می‌باشد.

ط- اتوبوس عبوری: اتوبوسی که برای آن در محدوده تقاطع مورد بررسی توقفی طراحی نشده است.

۳- اجزا و نحوه نصب چراغ‌های راهنمایی

به منظور کارایی هرچه بیشتر چراغ‌های راهنمایی در کنترل تقاطع‌ها باید محل نصب و عملکرد آنها صحیح، واضح و روشن باشد. طراحی چراغ‌های راهنمایی باید به گونه‌ای صورت گیرد که رانندگان و عابرین پیاده را به شکلی ایمن و مطمئن کنترل نموده و موجب سردرگمی آنها نگردد.

در طراحی و نصب چراغ‌های راهنمایی باید اصول زیر مدنظر قرار گیرد:

- فازبندی و زمان‌بندی مناسب (به طور کلی کنترل مناسب تقاطع)
- ارائه قوانین و مقررات کنترل ترافیک به صورت ساده، منطقی و بدون ابهام
- یکسان بودن و یکنواختی در طرح و شکل چراغ‌های راهنمایی
- محل مناسب نصب پایه‌های چراغ‌های راهنمایی (به طوری که فرامین صادره توسط چراغ‌های راهنمایی به راحتی توسط رانندگان قابل تشخیص باشد).
- صحیح بودن توالی و ترکیب عدسی‌ها

۳-۱- اجزای سیستم چراغ‌های راهنمایی

چراغ راهنمایی شامل یک سیستم روشن کننده و یک سیستم کنترل کننده است و ممکن است همچنین دستگاه‌های شناسایی وسیله نقلیه (در تقاطع‌های هوشمند^۱) را شامل شود که بر حسب تقاضا فعال می‌شوند. فانوس‌های قرار گرفته بر روی یک پایه چراغ راهنمایی در هر جهت معمولاً، یک یا چند جریان ترافیکی را که از یک جهت می‌آیند کنترل می‌کنند.

علامت‌های صادره توسط هر فانوس از نظر رنگ، شکل و پیوستگی متفاوت هستند. رنگ‌های مورد استفاده عبارت است از: سبز، برای نشان دادن حق تقدم به جریان ترافیکی معین یا ترکیبی از جریان‌های ترافیکی (غالباً غیرمتداخل)، قرمز برای جلوگیری از حرکت یا ضرورت توقف، زرد برای تنظیم تعویض حق تقدم از

^۱ استفاده از شناساگرها در تقاطع‌های هوشمند هنگامی که زمان‌بندی تقاطع بر اساس حضور وسایل نقلیه و به صورت متغیر تنظیم می‌شود کاربرد دارد.

برخی جریانها به جریانهای دیگر ترافیکی یا برای هشدار دادن در صورتی که چراغ راهنمایی ویژه‌ای برای عابران پیاده نصب شده باشد. علامت‌های چراغ راهنمایی می‌تواند بسته به محل و لزوم نصب آنها دائمی یا چشمک‌زن باشند.

چراغ چشمک‌زن قرمز همان معنای تابلوی توقف را می‌دهد، در حالی که چراغ چشمک‌زن زرد به اشخاص اجازه می‌دهد حرکت خود را با احتیاط ادامه دهند.

کنترل کننده‌ها دستگاه‌هایی الکترو مکانیکی یا الکترونیکی هستند که طول زمان و توالی علامتها را در تقاطع (زمان بندی و فاز بندی تقاطع) تنظیم می‌کنند. کنترل کننده‌های ثابت برای حرکت‌های خاص ترافیکی، زمان ثابت را با توالی ثابتی در نظر می‌گیرند و زمان بندی بر اساس الگوهای جریان ترافیک تقاطع و به صورت پیش تنظیم شده صورت می‌گیرد.

کنترل کننده‌های قابل تنظیم (هوشمند) قادر به دریافت اطلاعات درباره الگوهای جریان ترافیک (مانند حجم ترافیک) از طریق شناساگر نصب شده در قبل از تقاطع می‌باشند و زمان بندی مناسب تقاطع را از میان چند برنامه زمان بندی که در حافظه کنترل کننده قرار دارد، استخراج نموده و بر تقاطع اعمال می‌نمایند.

کنترل کننده‌های متغیر نیز از تعدادی شناسگر که در فواصل مشخصی از تقاطع نصب شده‌اند استفاده می‌نمایند. اما بر خلاف کنترل کننده‌های قابل تنظیم، آنها نسبت به ورود هر وسیله نقلیه به تقاطع عکس العمل نشان می‌دهند. عملکرد این گونه چراغهای راهنمایی بدین شکل است که حداقل زمان بندی برای هر فاز چراغ راهنمایی بسته به زمانی که عابران پیاده نیاز دارند از تقاطع عبور نمایند، تنظیم می‌شود. همواره حداقل زمان سبز در فاز مربوطه اعمال می‌گردد بعد از اتمام حداقل زمان سبز، در صورتی که وسیله نقلیه‌ای توسط شناساگرها شناسایی شود به میزان مشخصی زمان سبز مربوط به آن فاز تمدید می‌گردد و با عبور وسایل نقلیه آن زمان سبز می‌تواند تا زمان سبز حداکثر که برای فاز مربوطه در دستگاه کنترل چراغ راهنمایی تنظیم شده است ادامه یابد پس زمان سبز هر فاز می‌تواند بین زمان سبز حداقل و زمان سبز حداکثر که در دستگاه کنترل چراغ راهنمایی تنظیم شده، متغیر باشد.

شناسگرها از طریق عبور یا حضور وسیله نقلیه فعال می‌شوند. برای شناسایی، اصول فیزیکی متنوعی به کار می‌رود؛ مانند: فشار، انحراف در میدان مغناطیسی، قطع اشعه نوری، تغییر در فرکانس امواج رادار، تغییر در خاصیت خود القایی حلقه هادی، شناسایی ویدئویی و غیره. شناسگرها معمولاً بر روی سطح معبر قبل از تقاطع نصب می‌شوند. فاصله نصب شناسگرها از تقاطع باید طوری باشد که با توجه به زمان تمدید که با حضور وسایل نقلیه به زمان سبز فاز مربوطه می‌دهند، وسیله نقلیه بتواند از تقاطع به شکل ایمن عبور نماید.

۳-۲- اجزاء چراغ راهنمایی

بطور کلی اجزاء اصلی چراغ‌های راهنمایی عبارتند از فانوس، عدسی، لامپ، نقاب، تیغه و صفحه پشت چراغ

فانوس: فانوس جعبه‌ای است که در آن تعدادی عدسی چراغ راهنمایی به تناسب نیاز نصب می‌شود. معمولاً در هر فانوس ۳ عدسی قرار می‌گیرد.

عدسی: علائم چراغ‌های راهنمایی از طریق عدسی‌ها صادر می‌گردد. عدسی چراغ‌های راهنمایی وسایل نقلیه، دایره‌ای شکل و به قطر ۲۰ یا ۳۰ سانتی متر هستند در شرایط زیر کاربرد عدسی ۳۰ سانتی متری توصیه می‌شود.

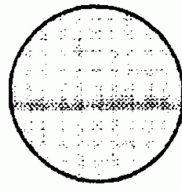
- در صورتی که سرعت ۸۵ درصد وسایل نقلیه ورودی به تقاطع از رویکرد مورد نظر بیش از ۶۰ کیلومتر در ساعت باشد.
- در چراغ‌های راهنمایی پیکانی
- در تقاطع‌هایی که رانندگان انتظار وجود چراغ راهنمایی را ندارند و یا مسافت دید چراغ راهنمایی توسط رانندگان کم باشد (تقاطع بعد از قوس افقی یا قائم واقع شده باشد).
- در محل‌هایی که باید علائم چراغ راهنما از فاصله حدود ۱۵۰ متری خط ایست مشاهده شود.

باید توجه داشت که گرچه امکان استفاده توأم عدسی‌های ۲۰ و ۳۰ سانتی متری در چراغ‌های راهنمایی یک تقاطع وجود دارد اما ضروری است که کلیه عدسی‌های یک فانوس چراغ راهنمایی اندازه یکسانی داشته باشد.

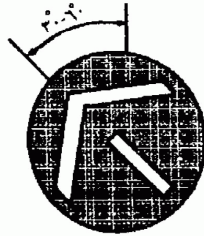
عدسی‌های چراغ‌های راهنمایی وسایل نقلیه از نظر نماد به دو دسته ساده و پیکانی تقسیم می‌شوند. عدسی‌های ساده از نظر کاربرد دارای اولویت هستند زیرا به راحتی قابل تشخیص بوده و بیشترین میزان دید را تأمین می‌کنند. استفاده از عدسی‌های پیکانی بصورت جایگزین عدسی‌های ساده در موارد زیر توصیه می‌گردد:

- چراغ راهنمایی مسیری که با یک خیابان یک طرفه تلاقی دارد.
- تقاطع‌هایی که برخی حرکات گردش در آنها ممنوع است
- در تقاطع‌هایی که در آنها برای برخی حرکات گردش، خطوط عبوری مجزا و یا فازبندی جداگانه منظور شده است. (حرکات گردش به صورت محافظت شده و بدون تداخل با حرکت مستقیم رویکرد مقابل از تقاطع عبور می‌نمایند).
- مواقعی که دید فانوس چراغ راهنمایی یک رویکرد توسط رانندگان وسایل نقلیه سایر رویکردها امکان‌پذیر باشد.

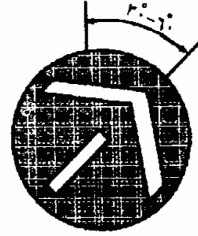
انواع نماد عدسی‌های چراغ راهنمایی در شکل (۳) نشان داده شده است.



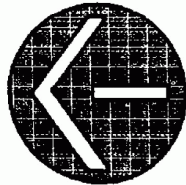
نماد ساده



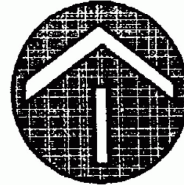
گردش به چپ مایل



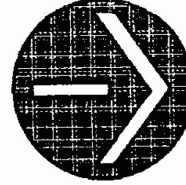
گردش به راست مایل



گردش به چپ قائمه



عبور مستقیم



گردش به راست قائمه

نمادهای پیکانی

شکل (۳): انواع نماد عدسی‌های چراغ‌های راهنمایی وسایل نقلیه

ترتیب قرارگیری عدسی‌های یک فانوس چراغ راهنمایی نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ردیف عدسی‌های فانوس چراغ راهنمایی را می‌توان به دو صورت عمودی یا افقی قرار داد. فانوس‌های عمودی بر روی پایه نصب می‌شوند و فانوس‌های افقی معمولاً توسط سیم آویزان می‌گردند. توصیه می‌شود حتی الامکان از حالت قرارگیری عمودی عدسی‌ها استفاده شود و تنها در شرایط خاص فانوس‌های چراغ‌های راهنمایی به صورت افقی قرار گیرند.

مهمترین نکاتی که در ترتیب قرارگیری عمودی عدسی‌ها باید مورد توجه قرار گیرد عبارتند از:

- عدسی‌های هم‌رنگ باید در تراز افقی یکسان قرار داده شوند. (در صورتی که چند فانوس بر روی طره پایه چراغ راهنمایی نصب شده باشند).

- عدسی‌ها با شکل و جهت مشابه باید در ردیف عمودی یکسان قرار گیرند.
 - عدسی‌های پیکانی گردش به چپ در سمت چپ عدسی‌های ساده و عدسی‌های پیکانی گردش به راست در سمت راست آنها قرار داده شوند.
 - در هیچ ردیف عمودی نباید بیش از ۳ عدسی قرار گیرد و فقط یک عدسی از هر رنگ در هر ردیف عمودی مجاز است.
 - در هر لحظه فقط باید یک عدسی در هر ردیف عمودی روشن باشد.
 - استفاده بیش از سه ردیف عمودی در یک پایه چراغ راهنمایی (قرارگیری بیش از ۳ فانوس بر روی یک پایه چراغ راهنمایی در یک جهت) به علت امکان بروز خطا در تشخیص جهت‌ها و رنگ‌ها توصیه نمی‌شود.
- مهمترین نکاتی که در ترتیب قرارگیری افقی باید موردتوجه قرار گیرد عبارتند از:
- عدسی‌های هم‌رنگ باید در تراز عمودی یکسان قرار داده شوند.
 - عدسی‌ها با شکل و جهت مشابه باید در ردیف افقی یکسان قرار گیرند
 - عدسی‌های پیکانی گردش به چپ در پایین عدسی‌های ساده و عدسی‌های پیکانی گردش به راست در بالای آنها قرار داده شوند.
 - در هیچ ردیف افقی نباید بیش از ۳ عدسی قرار گیرد و فقط یک عدسی از هر رنگ در هر ردیف افقی مجاز است.
 - در هر لحظه فقط باید یک عدسی در هر ردیف افقی روشن باشد.
 - استفاده بیش از سه ردیف افقی در یک سیستم کنترل (قرارگیری بیش از ۳ فانوس بر روی یک پایه چراغ راهنمایی در یک جهت) به علت امکان بروز خطا در تشخیص جهت‌ها و رنگ‌ها توصیه نمی‌شود.
- * توصیه می‌شود حتی الامکان از فانوس‌ها به صورت افقی در تقاطع‌های شهری استفاده نشود.

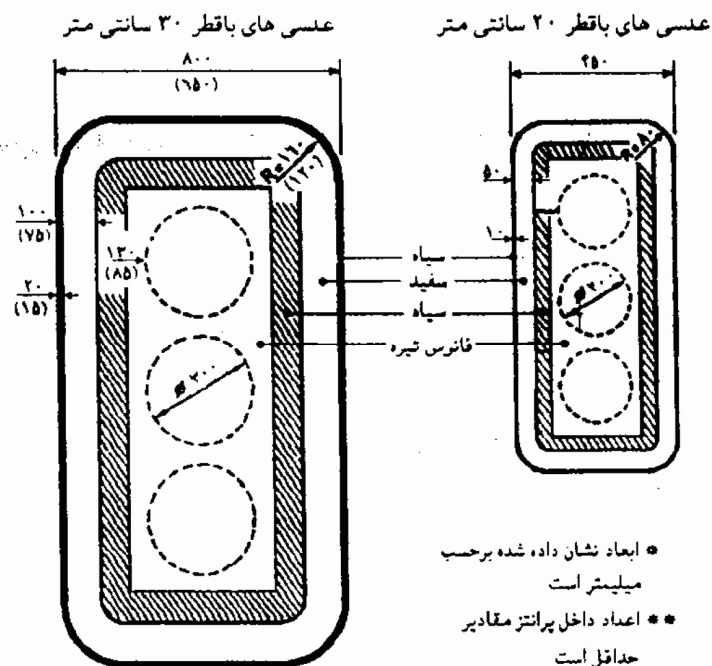
نقاب: به منظور حفاظت از سیستم‌های نوری عدسی در مقابل تابش آفتاب و سایر عوامل محیطی و همچنین جلوگیری از دیده شدن فانوس یک رویکرد خاص توسط رانندگان سایر رویکردها از نقاب استفاده می‌شود. بر حسب میزان محدودیت دید مورد نیاز، نقاب ممکن است بصورت بسته، جانبی و یا باز باشد.

تیغه: اگر امکان دیده شدن فانوس چراغ‌های راهنمایی توسط رانندگان سایر رویکردها در حدی باشد که نتوان با استفاده از نقاب آن را برطرف نمود و شرایط محیطی نیز اجازه تغییر محل پایه چراغ راهنمایی را ندهد، می‌توان از تیغه (عمودی یا افقی) استفاده نمود. شرایط و محدودیت‌های زیر برای استفاده از تیغه‌ها باید مورد توجه قرار گیرد:

- به علت کاهش بازده سیستم نوری و تشکیل تصاویر بازتابی باید حتی‌الامکان از بکارگیری آنها خودداری گردد.

- استفاده از تیغه در عدسی‌های دارای علائم نمادی (فانوس‌های مربوط به حرکات گردش به چپ و راست) مجاز نیست.

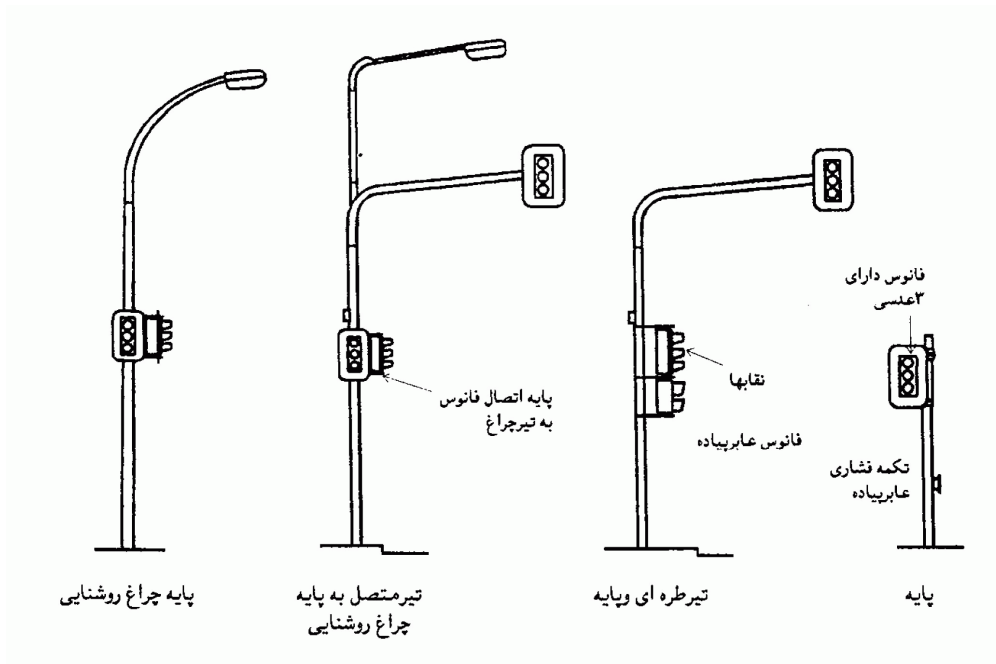
صفحه پشت چراغ: از این صفحه عمدتاً به منظور افزایش قابلیت دید چراغ راهنمایی در مقابل محیط اطراف بخصوص در هنگامی که زمینه پشت چراغ به سبب نور خورشید بسیار روشن است و یا در هنگام شب که نور تابلوهای تبلیغاتی باعث ایجاد مزاحمت در دید نور عدسی می‌گردد استفاده می‌شود. بهتر است این صفحه با حاشیه داخلی سیاه، حاشیه خارجی سفید و لبه سیاه رنگ طراحی شود تا تشخیص چراغ در محیط روشن اطراف، راحت‌تر شود. در شکل (۴) نمونه‌هایی از صفحه پشت چراغ ارائه شده است.



شکل (۴): نمونه صفحه پشت چراغ برای دو نوع عدسی با قطرهای ۲۰ و ۳۰ سانتیمتر

عوامل نگهدارنده چراغ

نصب چراغ‌های راهنمایی معمولاً در مجاورت سواره‌رو و بر روی پایه‌های عمودی صورت می‌گیرد. در شرایطی که به دلیل محدودیت دید، لازم باشد چراغ‌ها در بالای سطح سواره‌رو نصب شوند، می‌توان از تیر طره‌ای استفاده نمود. همچنین به منظور ایجاد زیبایی منظر و رعایت مسائل اقتصادی، در صورتی که دید مناسب تأمین گردد، می‌توان فانوس‌های چراغ راهنمایی را بر روی تیرهای چراغ برق روشنایی معابر و حتی دکل‌های مربوط به تجهیزات قطارهای برقی و شهری نصب نمود. به طور کلی لازم است چراغ‌های راهنمایی طوری و در مکان‌هایی نصب شوند، که هم توسط وسایل نقلیه متوقف در پشت خط‌کشی عابرپیاده و هم توسط وسایل نقلیه داخل صف از فاصله‌ای مشخص قابل رویت باشند. در شکل (۵) نمونه‌هایی از روش نصب چراغ‌های راهنمایی و انواع عوامل نگهدارنده آنها نشان داده شده است.



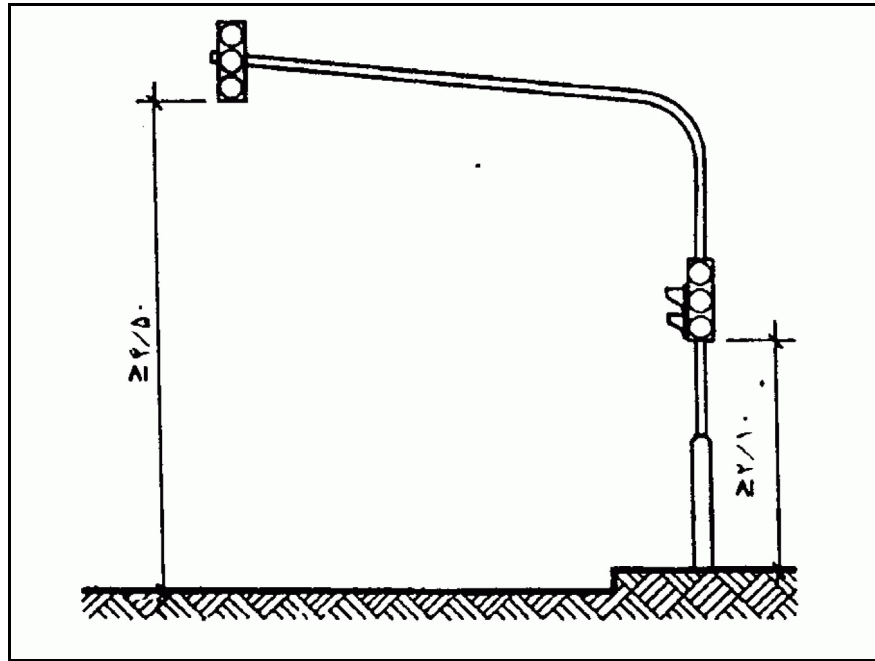
شکل (۵): نمونه‌هایی از عوامل نگهدارنده چراغ‌های راهنمایی

جزئیات نصب چراغ

ارتفاع نصب

حداقل ارتفاع مجاز برای قسمت تحتانی جعبه فانوس چراغ راهنمایی نسبت به سطح پیاده‌رو برابر $۲/۱$ متر

و نسبت به سطح سواره‌رو $۴/۵$ متر است این فواصل در شکل (۶) نشان داده شده‌اند.



شکل (۶): ارتفاع نصب فانوس چراغ راهنمایی

پایه نصب چراغهای راهنمایی: برای آنکه چراغهای راهنمایی بتوانند اهداف کاربردی مورد نظر را تامین کنند، پیامهای صادر شده از طرف چراغ راهنمایی باید به وضوح قابل درک و به طور دقیق قابل مشاهده باشند. برای رسیدن به این اهداف، چراغهای راهنمایی باید یکنواخت، پایه نصب آنها قابل اعتماد و از لحاظ قانونی و مطالعات ترافیکی قابل توجیه باشند. به همین دلیل در کشورهای مختلف برای نصب و بهره‌برداری از چراغهای راهنمایی، استانداردهای ملی تهیه و بر اساس ضوابط ترافیکی مشخص اقدام به نصب چراغهای راهنمایی در تقاطع‌ها می‌شود.

در صورتی که نصب چراغ راهنمایی بر اساس مطالعات ترافیکی موجه بوده و به طور مناسبی طراحی شده باشد، در نصب باید یک یا چند هدف زیر تامین شود. با انجام مطالعات، پس از نصب چراغ راهنمایی در تقاطع می‌توان کارایی آن را ارزیابی نمود و پارامترهای ترافیکی (مانند تأخیر، تعداد تصادف، طول صف و ...) را در قبل و بعد از نصب چراغهای راهنمایی با یکدیگر مقایسه نمود.

- کاهش فراوانی انواع تصادفات به ویژه از نوع برخورد از پهلو
- تاثیر بر حرکت منظم ترافیک و کاهش تأخیر و تداخل در تقاطع نسبت به سایر روشهای کنترل

- تامین جریان مداوم پیوسته یک دسته از وسایل نقلیه از طریق هماهنگ سازی مناسب برای یک سرعت معین در امتداد مسیری مشخص (می توان در معابر شهری برای ایجاد موج سبز در تقاطع های چراغدار استفاده نمود).

- اجازه دادن به سایر وسایل نقلیه و عابران پیاده برای عبور از جریان سنگین ترافیک (به ویژه جریان ترافیک معابر فرعی با حجم کم که با نصب چراغ راهنمایی فرصت عبور از تقاطع را پیدا نمایند).

در صورت استفاده از چراغهای راهنمایی به طور نامناسب در تقاطعها، ممکن است مشکلات زیر بوجود آید:

- افزایش آمار تصادفات

- تاخیر بیش از حد نسبت به سایر روشهای کنترل

- بی توجهی به علائم چراغ راهنمایی توسط رانندگان و عابران پیاده

- تداخل حرکتهای مختلف با یکدیگر در صورتی که فازبندی تقاطع مناسب طراحی نشده باشد.

بر خلاف عقیده رایج، چراغهای راهنمایی همواره موجب افزایش ایمنی و کاهش تأخیر نمی شوند. تجربه نشان داده است اگر چه نصب چراغهای راهنمایی ممکن است موجب کاهش تعداد برخوردهای زاویه دار در تقاطع شوند، در بسیاری موارد، موجب تصادفات جلو به عقب می شود (مهم آن است که با نصب چراغ راهنمایی شدت تصادفات کاهش یابد). بعلاوه نصب چراغهای راهنمایی نه فقط ممکن است موجب افزایش تاخیر کلی شود بلکه ظرفیت تقاطع را نیز کاهش دهد. بنابراین این اصل اهمیتی حیاتی دارد که نصب چراغ راهنمایی و انتخاب تجهیزات، باید پس از یک بررسی همه جانبه شرایط ترافیکی توسط مهندسان متخصص صورت پذیرد و لازم است روشهای دیگر کنترل ترافیک، اصلاح هندسی تقاطع و سایر روشهای ایمن سازی که در دستورالعمل های جداگانه توسط دفتر حمل و نقل وزارت کشور تهیه شده است مورد بررسی قرار گیرد و از میان کلیه روشها، کنترل تقاطع توسط چراغ راهنمایی انتخاب گردد.

به طور کلی هنگامی از چراغ راهنمایی در کنترل تقاطع استفاده می شود که علاوه بر بهبود وضعیت ترافیک خود تقاطع، اثر نامطلوبی بر شبکه ترافیک اطراف به وجود نیاورد. به طور مثال با نصب چراغ

راهنمایی ممکن است تقاطع از لحاظ ایمنی بهبود یابد ولی پس‌زدگی صف ناشی از کنترل تقاطع توسط چراغ راهنمایی به سایر تقاطع‌های مجاور برسد و باعث ایجاد مشکل برای تقاطع دیگری گردد. در این حالت باید از سایر روشهای کنترل و ایمن‌سازی تقاطع استفاده نمود.

فواصل جانبی نصب

حداقل و حداکثر فاصله پایه چراغ راهنمایی از لبه جدول حاشیه خیابان به ترتیب برابر ۶۰ سانتی‌متر و یک متر است چنانچه پایه چراغ‌های راهنمایی در پیاده‌رو استقرار یابد، لازم است حداقل فاصله‌ای معادل ۱/۲ متر در یک طرف پایه چراغ راهنمایی برای عبور عابرین فراهم گردد.

تعداد و محل نصب

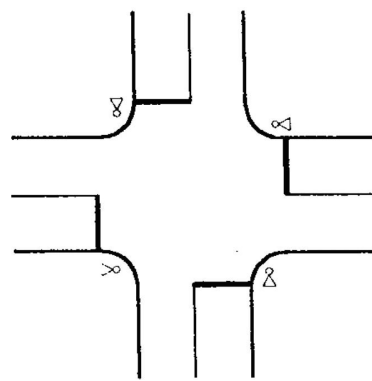
تعداد چراغ‌های راهنمایی مورد نیاز در هر تقاطع بستگی به طرح هندسی تقاطع، تعداد حرکت‌های مجاز در تقاطع و فازبندی چراغ دارد. در شکل (۷) نمونه‌هایی از نحوه نصب چراغ در تقاطع‌ها نشان داده شده است. در رویکردهای یک خطه، نصب یک چراغ در سمت راست رویکرد ورودی تقاطع و به فاصله حداقل ۲/۵ متر از خط ایست کفایت می‌کند. در ورودی‌های دو خطه و بیشتر، یک چراغ اضافی نیز در سمت چپ رویکرد خروجی تقاطع برای جهت مورد نظر لازم است نصب شود. در صورت وجود حفاظ میانی می‌توان چراغ دوم را بر روی حفاظ میانی رویکرد خروجی تقاطع نیز قرار داد.

اگر فازبندی چراغ تقاطع به گونه‌ای باشد که وسایل نقلیه گردش (به ویژه وسایل نقلیه گردش به چپ) دارای فاز جداگانه‌ای باشند، باید برای این حرکت نیز چراغ جداگانه‌ای در نظر گرفته شود. برای حرکت گردش به چپ یک چراغ پیکانی بر روی حفاظ میانی رویکرد ورودی تقاطع قرار می‌گیرد. در صورت لزوم می‌توان چراغ اضافی دیگری نیز در سمت چپ خروجی تقاطع (در سمت راست رویکردی که حرکت گردش به چپ به آن انجام می‌شود)، نصب نمود.

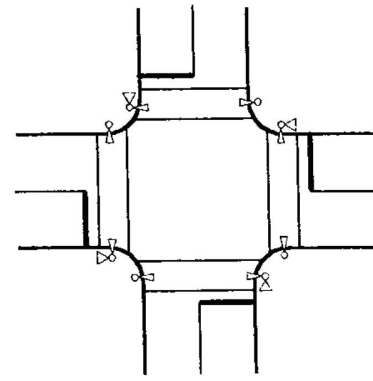
استفاده از چراغ‌های بالاسری باید به دلایل اقتصادی در حداقل ممکن نگه داشته شود. به کارگیری این گونه چراغ‌ها فقط در مواردی توصیه می‌شود که به واسطه موانعی از قبیل درختان و یا سایر شرایط خاص

طراحی تقاطع، دید چراغهای راهنمایی معمولی کاهش یابد. در صورتی که فاصله دو تقاطع کمتر از ۱۵۰ متر باشد استفاده از چراغهای بالای سری در تقاطع پایین دست توصیه نمی‌شود.

به طور کلی در نصب چراغهای راهنمایی در تقاطع‌ها باید این نکته را رعایت کرد که تعداد بیش از حد چراغهای راهنمایی باعث سردرگمی رانندگان نگردد و تعداد کمتر از حد نیاز نیز باعث عدم بی‌توجهی رانندگان به رعایت قوانین صادره توسط چراغهای راهنمایی نشود.

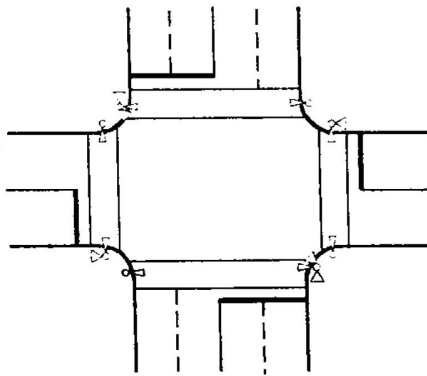


بدون گذرگاه پیاده

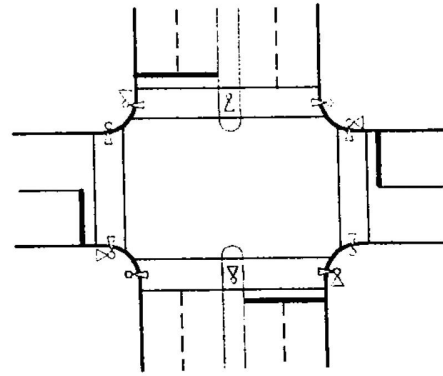


با گذرگاه پیاده

تقاطع دو خیابان دو خطه

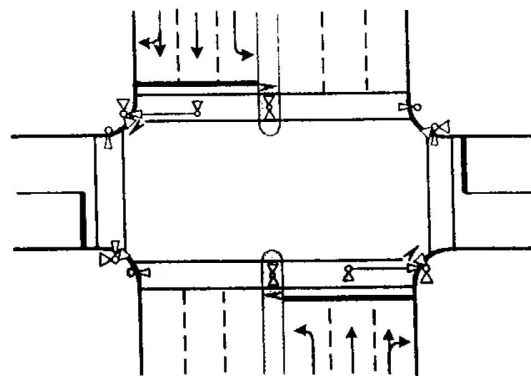


بدون حفاظ میانی



با حفاظ میانی

تقاطع خیابان های دو خطه و چهار خطه



تقاطع دارای فاز گردش به چپ خروجی

توضیح:

◁○ چراغ عابر پیاده

▷○ چراغ وسایل نقلیه

شکل (۷): تعداد و محل نصب چراغ های راهنمایی در تقاطع

۴- چراغ راهنمایی پیاده

بطور کلی از چراغ‌های راهنمایی ویژه عابرپیاده باید هنگامی استفاده شود که افزایش کنترل بر تردد عابرین ضروری باشد، این مسأله هنگامی اتفاق می‌افتد که حجم عابرین پیاده در تقاطع چشمگیر باشد و یا در خارج از تقاطعها هنگامی که افزایش ایمنی عابرین پیاده در خیابانهای عریض مدنظر باشد می‌توان چراغ راهنمایی تنها مختص عابرین پیاده در معبر نصب نمود.

این چراغ‌ها در هر دو انتهای گذرگاه‌های خط‌کشی شده عابرین پیاده در محل تقاطعها نصب می‌گردند. فاصله جانبی این چراغ‌ها تا لبه سواره‌رو، مشابه سایر چراغ‌های راهنمایی (برابر $0/6$ تا ۱ متر) است چنانچه عرض گذرگاه عابرپیاده بیشتر از ۱۰ متر باشد باید در هر انتهای آن از ۲ چراغ راهنمایی ویژه عابرپیاده استفاده شود. اگر طول گذرگاه عابرپیاده بیش از ۳۶ متر باشد، نصب چراغ‌های اضافی ویژه عابرین پیاده در حفاظ‌های میانی (جزایر میانی) الزامی است. با توجه به ملاحظات ایمنی، زیبایی و اقتصادی توصیه می‌شود که فانوس‌های چراغ‌های ویژه عابرین بطور مشترک بر روی پایه چراغ‌های راهنمایی وسایل نقلیه نصب شوند. نمونه‌ای از عدسی چراغ‌های عابرین پیاده به شکل مربع می‌باشد. از عدسی‌های دایره‌ای شکل نیز به قطر ۲۰ سانتی‌متر ویژه عابرین پیاده استفاده می‌شود. در روی این چراغ‌ها باید از نماد آدمک پیاده در حال حرکت در زمینه سبز و ایستاده در زمینه قرمز به منظور نمایش مجاز بودن عبور یا الزامی بودن توقف برای عابرین پیاده استفاده شود.



چراغ سبز



چراغ قرمز

شکل (۸): نمادهای چراغ‌های راهنمایی پیاده

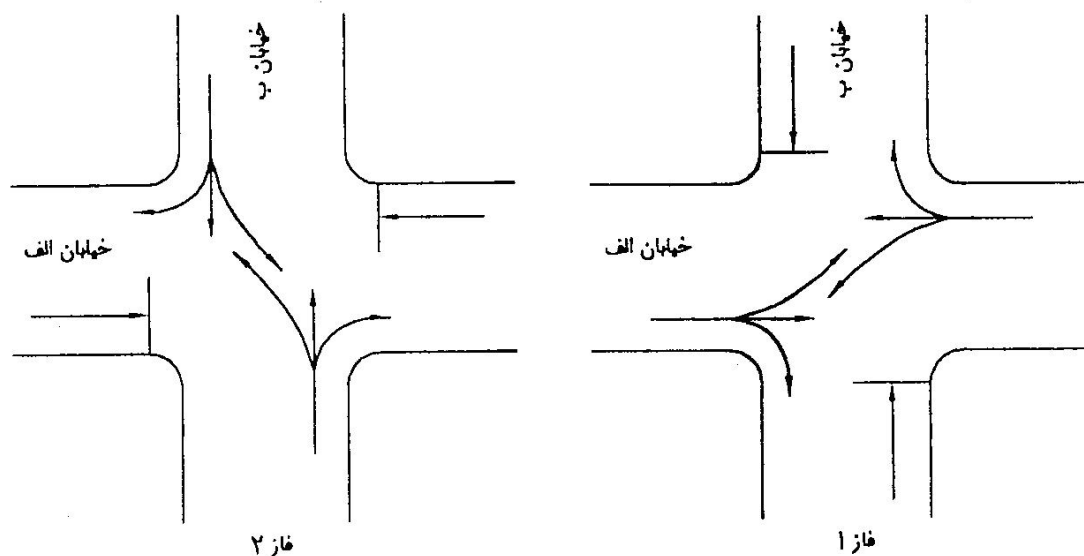
ارتفاع نصب چراغ‌های راهنمایی ویژه عابرین از زیر جعبه تا روی سطح پیاده‌رو، حداقل برابر $2/2$ متر و حداکثر 3 متر است.

در شرایطی که تردد عابرین پیاده در تقاطع بسیار کم باشد و تردد وسایل نقلیه در تقاطع به حدی زیاد باشد که فرصت کافی برای عبور عابرین وجود نداشته باشد باید از دکمه‌های فشاری درخواست عبور عابر پیاده استفاده شود. این دکمه‌ها در ارتفاع $1/0$ تا $1/2$ متر بالاتر از سطح پیاده‌رو و روی پایه‌های چراغ‌های راهنمایی نصب می‌گردند. همچنین در معابر عریض نیز که عبور عابرین پیاده از عرض خیابان با مشکل مواجه است می‌توان از چراغ‌های ویژه عابرین پیاده با دکمه‌های فشاری استفاده نمود. در این حالت پس از مدتی از فشار دادن دکمه توسط عابر پیاده چراغ راهنمایی مخصوص وسایل نقلیه قرمز شده و عابرین پیاده اجازه عبور از عرض معبر را پیدا می‌نمایند همچنین در تقاطع‌هایی نیز که حجم عابرین پیاده در همه رویکردهای آن زیاد می‌باشد، می‌توان فاز مخصوصی را برای عابرین پیاده اختصاص داد در این حالت چراغ راهنمایی در کلیه رویکردها برای وسایل نقلیه قرمز می‌شوند و عابران پیاده اجازه عبور از عرض معبر را پیدا می‌نمایند.

۵- فازبندی چراغ راهنمایی

هدف از فازبندی چراغ‌های راهنمایی، افزایش ایمنی تردد از طریق جداسازی حرکت‌های متداخل وسایل نقلیه از یکدیگر و از عابرین پیاده و کاهش اثرات منفی ناشی از آن در ظرفیت و تأخیر تقاطع است. تعداد فازهای چراغ راهنمایی بستگی به طرح هندسی تقاطع (مانند تعداد ورودی‌ها، مشخصات خطوط عبور، وجود یا عدم وجود خطوط مخصوص گردش)، حجم و جهت حرکت ترافیک وسایل نقلیه در حرکات مختلف، تعداد حرکات مجاز در تقاطع و نیازهای عابرین پیاده دارد. در صورت ضرورت نصب چراغ راهنمایی در تقاطع، باید سعی نمود که چراغ مورد نظر، با حداقل تعداد فاز، پاسخگوی حجم ترافیک موجود و آینده تقاطع باشد. به طور کلی فازبندی تقاطع لازم است طوری طراحی گردد که تأخیر و تعداد حرکات متداخل در تقاطع کاهش یابد و به ایمنی تقاطع افزوده شود و این نکته حائز اهمیت است که تا حد امکان از فازبندی‌های پیچیده به منظور جلوگیری از سردرگمی رانندگان پرهیز گردد.

در تقاطع‌های چراغ‌دار، به برخی جریان‌های ترافیکی به طور همزمان حق تقدم داده می‌شود، در حالی که سایر جریانها متوقف می‌شوند. فاز چراغ دوره‌ای است که طی آن برای یک یا چند حرکت همزمان، چراغ سبز نشان داده می‌شود. شکل (۹) نمودار فازبندی را برای تقاطع دو خیابان نشان می‌دهد. همانطور که در شکل (۹) مشاهده می‌شود تقاطع مذکور از دو فاز تشکیل شده است که در یک فاز حرکات مربوط به معابر شمالی- جنوبی و در فاز دیگر حرکات مربوط به معابر شرقی- غربی انجام می‌شوند.



شکل (۹): فازبندی چراغ راهنمایی در یک تقاطع نمونه

ملاحظات ایمنی حکم می‌کند در هر فاز فقط جریان‌هایی سهمیم باشند که مسیرهای آنها یکدیگر را قطع نمی‌کنند اما در عمل از برخی برخوردها چشم‌پوشی می‌شود. در شکل بالا حرکات گردش به چپ می‌توانند از سرفاصله‌های زمانی حرکت جریان مستقیم رویکرد مقابل استفاده نمایند و اغلب زمانی که سرفاصله کافی بین حرکات مستقیم رویکرد مقابل وجود داشته باشد و حجم حرکت گردش به چپ کم باشد، اجازه عبور وسایل نقلیه گردش به چپ همراه با حرکت مستقیم رویکرد مقابل داده می‌شود و زمانی که حجم حرکت گردش به چپ زیاد بوده و یا سرفاصله زمانی کافی برای عبور وسایل نقلیه گردش به چپ کننده از میان وسایل نقلیه حرکت مستقیم رویکرد مقابل وجود نداشته باشد، به حرکت گردش به چپ فاز جداگانه‌ای اختصاص داده می‌شود و حرکت گردش به چپ به صورت محافظت شده انجام می‌شود.

در بعضی تقاطعها که در آنها تعداد عابران پیاده و همچنین تعداد وسایل نقلیه گردش کننده (گردش به چپ و راست) بسیار زیاد است در نظر گرفتن یک فاز مخصوص برای عابران پیاده می‌تواند مفید باشد که در این فاز به کلیه حرکات عابران پیاده اجازه عبور از تقاطع داده می‌شود در حالی که وسایل نقلیه کلیه رویکردها متوقف می‌باشند و فازهای دیگر فقط برای عبور وسایل نقلیه در نظر گرفته می‌شود.

زمان حدفاصل پایان دوره سبز برای یک فاز و شروع دوره سبز برای فاز بعدی زمان بین دو سبز یا زمان تخلیه نامیده می‌شود. در این دوره چراغ زرد نشان داده می‌شود و به دنبال آن چراغ قرمز می‌آید. در این دوره زمانی، امکان تخلیه حرکات گردش به چپ که در دوره سبز امکان عبور از سرفاصله‌های وسایل نقلیه حرکت مستقیم رویکرد مخالف را پیدا ننموده بودند، ایجاد می‌شود. این فاصله زمانی باید طوری طراحی گردد که امکان تخلیه تقاطع از وسایل نقلیه به وجود آید.

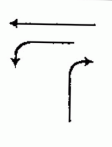

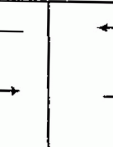
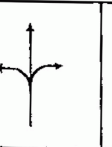
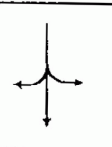
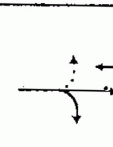
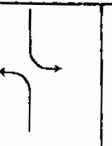
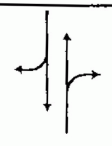


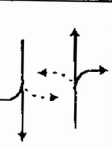
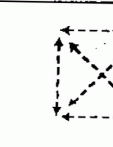
در شکل (۱۰) نمونه‌ای از انواع فازبندی در تقاطع‌های مختلف به همراه موارد استفاده از هر یک از آنها برای کنترل یک تقاطع نشان داده شده است.

شکل (۱۰): نمونه طرح‌های فازبندی تقاطع و موارد استفاده هر یک

موارد استفاده	نمونه طرح فازبندی		نوع فازبندی	
<p>- تقاطع های چهارراه معمولی با حجم ترافیک گردش کم تا متوسط و میزان تردد کم عابرین پیاده</p>			دو فازه ساده	
	فاز یک	فاز دو		
<p>تقدمی یا تأخری:</p> <p>- در جهت ترافیک سنگین تر، در تقاطع هایی که خیابان اصلی دارای جریان نامتعادل است. چنانچه بتوان خطوط گردش به چپ مجزا در تقاطع ایجاد کرد، این طرح کارآتر می گردد.</p>				دو فازه تقدمی
	فاز یک - الف (زود سبز شونده)	فاز یک - ب	فاز دو	
	<p>تقدمی - تأخری (توام):</p> <p>- در تقاطع هایی که در هر دو جهت خیابان اصلی، ترافیک گردش به چپ سنگین در خلال ساعات مختلف روز وجود دارد. در سیستم های سازگار با ترافیک عملکرد بسیار مناسبی دارد. در سیستم های هماهنگ چراغ های راهنمایی، سودمند است. وجود خطوط مخصوص گردش به چپ در این طرح توصیه می شود. از این طرح باید با احتیاط استفاده شود زیرا عملکرد آن ممکن است برای رانندگان و عابرین پیاده سردرگمی ایجاد کند.</p>			
فاز یک - الف		فاز یک - ب (دیر قرمز شونده)	فاز دو	
<p>دو فازه تقدمی - تأخری</p>				
	فاز یک - الف (سبز تقدمی)	فاز یک - ب	فازیک - ج (سبز تأخری)	
	فاز دو			

* پیکان نقطه چین مربوط به حرکت گردش حمایت نشده و پیکان توپر مربوط به حرکت گردش حمایت شده است.

ادامه شکل (۱۰): نمونه طرح‌های فازبندی تقاطع و موارد استفاده هر یک

موارد استفاده	نمونه طرح فازبندی			نوع فازبندی
<p>- در سه راهی‌هایی که حجم ترافیک در کلیه جهات زیاد باشد.</p>				سه فاز سه راهی
	فاز یک	فاز دو	فاز سه	
<p>- در تقاطع‌هایی که ترافیک چپگرد خیابان اصلی در یک یا هر دو جهت آن قابل توجه بوده و پهنای سواره رو کافی برای احداث خط گردش به چپ وجود ندارد.</p> <p>- در شرایطی که تقسیم ورودیهای تقاطع به چند بخش مجزا، منجر به کاهش ظرفیت و افزایش تأخیر تقاطع شود.</p>				سه فاز چهارراهی با فازهای جداگانه برای ورودی‌های اصلی
	فاز یک	فاز دو	فاز سه	
<p>- در تقاطع‌هایی که امکان ایجاد خطوط مخصوص گردش به چپ در ورودی‌های (بحرانی) آن فراهم است.</p> <p>- در تقاطع‌هایی که حجم جریان‌های ترافیک گردش به چپ متقابل تقریباً مساوی باشند.</p> <p>- در تقاطع‌هایی که حجم ترافیک گردش به چپ در یک جهت آن از ۱۵۰ وسیله نقلیه در ساعت بیشتر باشد.</p>				سه فاز چهارراهی با فاز جداگانه (حمایت شده) برای گردش بچپ اصلی
	فاز یک	فاز دو	فاز سه	
<p>- در تقاطع‌های واقع در نواحی تجاری پرتراکم شهر با حجم زیاد عابرین پیاده</p> <p>- در تقاطع‌هایی که جریان عبور عابرین پیاده از عرض تقاطع، حداقل برابر ۱۰۰۰ عابر در ساعت باشد.</p> <p>- خیابان‌های یک طرفه یا دو طرفه باریک با حجم زیاد عابرین پیاده</p>				سه فاز با فاز مخصوص عبور عابرین پیاده
	فاز یک	فاز دو	فاز سه (مخصوص عبور عابرین)	

ادامه شکل (۱۰): نمونه طرح‌های فازبندی تقاطع و موارد استفاده هر یک

نوع فازبندی	نمونه طرح فازبندی	موارد استفاده
چهارفازه چهارراهی با فازهای جداگانه برای گردش به چپ‌های اصلی و فرعی		<p>در تقاطع مسیرهای چندخطه اصلی که حجم ترافیک گردش در هر دو مسیر اصلی و فرعی قابل توجه می‌باشد و فضای لازم برای تعبیه خطوط مخصوص گردش به چپ وجود دارد.</p>
هشت فازه		<p>در تقاطع‌هایی که کنترل بصورت سازگار با ترافیک انجام گرفته و نوسانات حجم ترافیک در جهات مختلف قابل توجه باشد. توانایی فازها در این حالت متغیر است.</p>

نکات اساسی در طرح فازبندی تقاطع‌های چراغدار:

- به طور کلی حجم حرکات گردش به چپ در رویکردهای تقاطع نقش مهمی در تعیین فازبندی تقاطع خواهد داشت. هرچه حجم گردش به چپ در رویکردهای تقاطع زیادتر باشد و امکان ایجاد خطوط اختصاصی گردش نیز وجود داشته باشد امکان طراحی انجام حرکات گردش به چپ در فازهای مجزا بیشتر به وجود خواهد آمد.

۲- به منظور تعیین فازبندی بهینه برای هر تقاطع ابتدا باید فازبندی‌های مختلف برای تقاطع طراحی گردد. سپس با استفاده از نرم‌افزارهای مخصوص فازبندی که تأخیر را در تقاطع به حداقل می‌رساند و باعث افزایش ایمنی در تقاطع می‌شود، فازبندی بهینه انتخاب گردد.

۳- در فازبندی تقاطع‌های چراغدار باید حتی‌الامکان تعداد فازها را در تقاطع حداقل نمود و از فازبندی پیچیده در تقاطع‌ها اجتناب کرد.

۴- استفاده از تقاطع‌های هشت فازه نشان داده شده در شکل (۹) تنها تحت شرایطی که تقاطع به صورت هوشمند و با استفاده از نرم‌افزارهای مخصوص کنترل گردد امکان‌پذیر است در این حالت با مقایسه میان حجم و تردد حرکات مختلف، زمان سبز مناسب به هر حرکت اختصاص داده می‌شود.

هماهنگ سازی چراغ‌های راهنمایی

چراغ‌های راهنمایی در خیابانهای اصلی با تعداد زیاد تقاطع و با فاصله‌های بین ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ متر، به منظور تداوم جریان بدون توقف وسایل نقلیه، مناسب است با یکدیگر هماهنگ شوند.

در هماهنگ‌سازی چراغ‌های راهنمایی معمولاً یک فرجه زمانی بین زمان سبز تقاطع‌های چراغدار متوالی در نظر گرفته می‌شود که در صورتی که هر وسیله نقلیه با سرعت مشخصی از معبر عبور نماید با موج سبز برخورد کند. این در حالی است که اگر وسیله نقلیه با سرعتی بیشتر یا کمتر از مقدار مشخص شده حرکت نماید با موج سبز مواجه نمی‌شود. در هماهنگ‌سازی تقاطع‌های چراغدار، طول چرخه هر یک از تقاطع‌ها مضربی از یکدیگر باید باشد و در هماهنگ‌سازی تقاطع‌های چراغدار اولویت عبور به مسیر اصلی داده می‌شود و زمان سبز مسیرهای فرعی با توجه به جریان بدون توقف در مسیر اصلی تعیین می‌شود. معمولاً هماهنگ‌سازی چراغ‌های راهنمایی در معابر اصلی یکطرفه آسانتر می‌باشد و در معبر دو طرفه هماهنگ‌سازی چراغ‌های راهنمایی پیچیده‌تر می‌شود. هماهنگ‌سازی چراغ‌های راهنمایی در معابری مناسب است که معابر فرعی و وارد کننده حجم بین دو تقاطع چراغدار حداقل باشد و عواملی که باعث ایجاد وقفه در جریان ترافیک هستند، وجود نداشته باشد.

۶- ضوابط پیشنهادی استفاده از چراغهای راهنمایی زماندار در تقاطعها

به دلیل پیچیدگی تصمیم‌گیری درباره زمان و محل نصب چراغ راهنمایی زماندار، در ادامه ارائه ضوابطی پیشنهادی که بتواند در خصوص تصمیم‌گیری نصب چراغهای راهنمایی زماندار کمک نماید، ضروری است. ضوابط نصب چراغ راهنمایی از راهنمای وسایل یکنواخت کنترل ترافیک برای معابر شهری (MUTCD¹) استخراج شده است، که در این قسمت ارائه می‌گردد. این ضوابط باید بیشتر به عنوان راهنمایی برای تعیین نیاز به چراغهای راهنمایی در تقاطعهای شهری مورد توجه قرار گیرد تا به عنوان معیارهایی مطلق؛ و کاربرد آنها باید با تشخیص حرفه‌ای بر اساس تجربه و با در نظر گرفتن تمامی عوامل وابسته تعدیل شود. به طور کلی با استفاده از ضوابط مذکور و دید کارشناسی می‌توان نسبت به نصب چراغهای راهنمایی زماندار در تقاطعهای شهری اقدام نمود.

ضابطه (۱): حداقل حجم وسایل نقلیه

ضابطه حداقل حجم در صورتی تحقق می‌یابد که برای هر ۸ ساعت از روز میان هفته، حجمهای ترافیکی داده شده در جدول (۱) در رویکردهای خیابان اصلی و خیابان فرعی تقاطع با حجم بالاتری موجود باشند. حجمهای نشان داده شده در خیابان اصلی و فرعی جدول (۱) مربوط به یک ساعت است و حجم رویکردهای اصلی و فرعی در طی ۸ ساعت از روز در تقاطع مورد بررسی باید بیشتر از مقادیر نشان داده شده در جدول (۱) باشند.

¹ Manual On Uniform Traffic Control Device

جدول (۱): حداقل حجم وسایل نقلیه (ضابطه ۱)

تعداد وسایل نقلیه در هر ساعت با حجم بالاتر در رویکرد فرعی خیابان ^۱ (فقط یک جهت)		تعداد وسایل نقلیه در هر ساعت در خیابان اصلی (مجموع دو رویکرد)		تعداد خطوط عبور برای حرکت ترافیک در هر رویکرد	
روستایی	شهری	روستایی	شهری	خیابان فرعی	خیابان اصلی
۱۰۵	۱۵۰	۳۵۰	۵۰۰	۱	۱
۱۰۵	۱۵۰	۴۲۰	۶۰۰	۱	۲ یا بیشتر
۱۴۰	۲۰۰	۴۲۰	۶۰۰	۲ یا بیشتر	۲ یا بیشتر
۱۴۰	۲۰۰	۳۵۰	۵۰۰	۲ یا بیشتر	۱

ضابطه (۲): انقطاع در پیوستگی ترافیک

ضابطه گسیختگی ترافیک پیوسته در صورتی تحقق می‌یابد، که برای هر ۸ ساعت از روز میان هفته، حجمهای ترافیکی داده شده در جدول (۲) در رویکردهای خیابان اصلی و خیابان فرعی تقاطع با حجم بالاتری موجود باشند. در این صورت چراغ راهنمایی به منظور هماهنگ‌سازی با چراغ راهنمایی تقاطع‌های دیگر و جلوگیری از اختلال به وجود آمده ناشی از تداخل حرکات معابر اصلی و فرعی تقاطع نصب می‌گردد. حجمهای نشان داده شده در خیابان اصلی و خیابان فرعی جدول (۲) مربوط به یکساعت است و حجم رویکردهای اصلی و فرعی تقاطع مورد بررسی در طی ۸ ساعت از روز باید بیشتر از مقادیر نشان داده شده در جدول (۲) باشند.

جدول (۲): حداقل حجم وسایل نقلیه (ضابطه ۲)

تعداد وسایل نقلیه در هر ساعت در رویکرد فرعی خیابان با حجم بالاتر (فقط یک جهت)		تعداد وسایل نقلیه در هر ساعت در خیابان اصلی (مجموع دو رویکرد)		تعداد خطوط عبور برای حرکت ترافیک در هر رویکرد	
روستایی	شهری	روستایی	شهری	خیابان فرعی	خیابان اصلی
۵۳	۷۵	۵۲۵	۷۵۰	۱	۱
۵۳	۷۵	۶۳۰	۹۰۰	۱	۲ یا بیشتر
۷۰	۱۰۰	۶۳۰	۹۰۰	۲ یا بیشتر	۲ یا بیشتر
۷۰	۱۰۰	۵۲۵	۷۵۰	۲ یا بیشتر	۱

^۱ منظور آن رویکرد فرعی از تقاطع است که دارای حجم عبوری بیشتری داشته باشد.

ضابطه (۳): حداقل حجم عابر پیاده

این ضابطه حجم عابرین پیاده و سرفاصله‌های زمانی موجود در جریان ترافیک وسایل نقلیه در محل تقاطع یا در نقاط میانی معبر را با یکدیگر ترکیب می‌کند. این ضابطه زمانی تحقق می‌یابد که در روز میانی هفته ۴ ساعت با تعداد عابر پیاده حداقل ۱۰۰ نفر در ساعت، یا یک ساعت با تعداد عابر پیاده ۱۹۰ نفر وجود داشته باشد. این مقادیر را در صورتی می‌توان تا ۵۰ درصد کاهش داد که سرعت عبور غالب عابران پیاده کمتر از ۱ متر در ثانیه باشد. بعلاوه طی دوره‌ای که ضابطه تعداد عابرین پیاده تحقق یافته باشد، باید کمتر از ۶۰ سرفاصله زمانی میان وسایل نقلیه با طول کافی برای عبور عابران پیاده در ساعت وجود داشته باشد. این شرط در یک خیابان دوباندی با عرض میانه کافی برای انتظار عابرین پیاده برای هر جهت جداگانه به کار می‌رود. این ضابطه فقط در محل‌هایی به کار می‌رود که از نزدیکترین تقاطع چراغدار بیشتر از ۹۰ متر فاصله دارد و نصب چراغ جدید، جریان پیش رونده را بیش از اندازه تحت تاثیر قرار نمی‌دهد. در نقاط میانی معبر در صورتی که چراغ راهنمایی عابر پیاده نصب گردد، پارک کردن کنار خیابان باید حداقل ۳۰ متر قبل از خط‌کشی عابر پیاده و حداقل ۶ متر پس از آن ممنوع شود. در صورتی که از این چراغ راهنمایی نیز در شب استفاده می‌شود (در جلوی بیمارستان)، روشنایی خیابان باید مورد توجه قرار گیرد. بر طبق این ضابطه باید علائم عادی چراغ راهنمایی برای عابران پیاده، نصب و از یک کنترل کننده متغیر چراغ راهنمایی و شناسگرهای عابر پیاده (با دکمه فشاری) استفاده شود.

ضابطه (۴): گذرگاه دانش آموزان

چهارمین ضابطه، مشکلات منحصر به فرد مربوط به عبور دانش‌آموزان از خیابان اصلی در راه مدرسه و برگشت را مورد توجه قرار می‌دهد (به ویژه نزدیک به مدرسه) و می‌توان آن را به عنوان یک مورد ویژه از ضابطه عابر پیاده در نظر گرفت. نصب چراغ راهنمایی در گذرگاه مدرسه می‌تواند موجه باشد، اگر مطالعه مهندسی آمار ترافیک و فراوانی و تناسب سرفاصله‌های زمانی در جریان ترافیک - تا جایی که به تعداد و اندازه

گروههای دانش آموزان در گذرگاه مدرسه مربوط می‌شود. نشان دهد که تعداد شکافهای مناسب در جریان ترافیک طی دوره‌ای که دانش‌آموزان از گذرگاه استفاده می‌کنند، کمتر از مورد نیاز است و دانش‌آموزان با مشکل ایمنی مواجه هستند. همچنین چراغ راهنمایی ویژه دانش‌آموزان می‌تواند طوری برنامه‌ریزی گردد که تنها در هنگام شروع و پایان کار مدارس، اقدام به کنترل نماید.

ضابطه (۵): حرکت پیش رونده

ضابطه حرکت پیش رونده به ضرورت نگاه داشتن ترافیک در دسته‌ای فشرده مربوط می‌شود. این ضابطه زمانی به کار می‌رود که چراغهای راهنمایی مجاور به اندازه‌ای دور از یکدیگر باشند (بیش از ۱۲۰۰ متر) که نتوانند دسته بندی و کنترل سرعت مورد نیاز در خیابان یکطرفه یا دو طرفه را تأمین کنند. بدین منظور در صورت امکان برای هماهنگ‌سازی چراغهای راهنمایی در طول معبر تقاطعی حداقل دو تقاطع دیگر که دارای فاصله‌ای بیش از ۱۲۰۰ متر هستند را می‌توان با چراغ راهنمایی زماندار کنترل نمود تا امکان هماهنگ سازی چراغهای راهنمایی در طول معبر بوجود آید. بر طبق این ضابطه، نصب چراغ راهنمایی نباید در جایی که فاصله بین چراغها کمتر از ۳۰۰ متر می‌شود، در نظر گرفته شود. کلاً قرارگیری دو تقاطع با چراغ زماندار با فاصله کمتر از ۳۰۰ متر توصیه نمی‌گردد به این علت که صف ناشی از یک تقاطع بر عملکرد دیگری تأثیرگذار می‌باشد.

ضابطه (۶): تجربه تصادفات

ضابطه تجربه تصادفات برای نصب چراغ راهنمایی زماندار زمانی تحقق می‌یابد که:

۱. سایر روشهای کنترل ترافیک و اصلاح هندسی در تقاطع مورد نظر، کارآیی لازم را در کاهش تعداد و شدت تصادفات نداشته باشند.

۲. حداقل پنج تصادف در یک دوره ۱۲ ماهه در تقاطع مورد بررسی رخ داده باشد و با نصب چراغ راهنمایی بتوان از وقوع چنین تصادفاتی جلوگیری به عمل آورد.

۳. حجم ترافیک وسایل نقلیه در رویکردهای تقاطع مورد بررسی کمتر از ۸۰ درصد شرایط تعیین شده در ضابطه ۱ یا ۲ نباشد.

۴. نصب چراغ راهنمایی، جریان ترافیک پیش رونده را به طور جدی مختل ننماید.

ضابطه (۷): سیستم‌ها

این ضابطه هنگامی تحقق می‌یابد، که باید به هر دو خیابان در تقاطع به عنوان مسیرهایی اصلی توجه یکسانی معطوف شود. این ضوابط هنگامی قابل کاربرد است که دو مسیر اصلی یا بیشتر در یک تقاطع به یکدیگر می‌رسند و کل حجم موجود یا پیش بینی شده وسایل نقلیه که در حال وارد شدن به تقاطع است، در مدت ساعت اوج یک روز معمولی هفته یا هر ۵ ساعت دلخواه از یک روز پنجشنبه یا جمعه، حداقل ۱۰۰۰ وسیله نقلیه باشد.

ضابطه (۸): ترکیب ضابطه‌ها

در موارد استثنایی، وقتی هیچ ضابطه‌ای به تنهایی برای چراغدار نمودن تقاطع تحقق نمی‌یابد، اما ضوابط ۱ و ۲ تا حد ۸۰ درصد یا بیشتر از مقادیر اعلام شده تحقق داشته باشند، ممکن است استفاده از چراغهای راهنمایی موجه باشند.

در این ضابطه استفاده از سایر روش‌های کنترل ترافیک و یا اصلاح طرح هندسی تقاطع باید مقدم بر استفاده از چراغ راهنمایی باشد.

ضابطه (۹): تاخیر ساعت اوج

برای تحقق این ضابطه برای نصب چراغ راهنمایی زماندار تامین شرایط زیر الزامی است:

۱. کل تأخیر تحمیل شده بر جریان ترافیک در خیابان فرعی به وسیله سایر روشهای کنترل ترافیک برابر یا بزرگتر از ۵ برابر تأخیر یک وسیله نقلیه در رویکرد دو خطی اصلی و ۴ برابر تأخیر یک وسیله نقلیه در رویکرد یک خطی اصلی باشد.
۲. حجم ترافیک در هر رویکرد خیابان فرعی برابر یا بزرگتر از ۱۵۰ خودرو در ساعت برای یک رویکرد دو خطی یا ۱۰۰ خودرو در ساعت برای یک رویکرد یک خطی باشد.
۳. کل حجم ترافیک ورودی به تقاطع در ساعت اوج برابر یا بزرگتر از ۸۰۰ خودرو در ساعت برای تقاطعهای با ۴ رویکرد یا بیشتر، یا ۶۵۰ خودرو در ساعت برای تقاطعهای با ۳ رویکرد باشد.

۷- نتیجه‌گیری

به طور کلی استفاده از چراغ‌های راهنمایی زمان‌دار یکی از مهمترین روش‌های کنترل ترافیک در تقاطع‌های شهری می‌باشد. به همین منظور لازم است بر اساس ضوابطی که در دستورالعمل تهیه شده توسط دفتر حمل و نقل وزارت کشور ارائه شده است، اقدام به کنترل تقاطع‌ها توسط چراغ راهنمایی زمان‌دار نمود. همچنین در کنار ضوابط ارائه شده در این دستورالعمل، دید کارشناسی نیز از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد تا کنترل تقاطع به بهترین نحو ممکن صورت پذیرد. نکته حائز اهمیت دیگر این است که در تقاطع‌های چراغدار لازم است محل نصب پایه‌های چراغ طوری صورت گیرد که دید کافی و فرصت عکس‌العمل لازم را برای رانندگان فراهم نماید و پیشنهاد می‌شود برای نصب پایه‌های چراغ راهنمایی در تقاطع‌های چراغدار از ضوابط موجود در این دستورالعمل استفاده گردد. به طور کلی استفاده درست از چراغ‌های راهنمایی در کنار این مسأله که می‌تواند مزایای فراوانی در کاهش تأخیر و افزایش ایمنی تقاطعات داشته باشد، در صورتی که به شکل مناسبی طراحی و نصب نشده باشد، مشکلات فراوانی را برای تقاطع ایجاد می‌نماید.