

وزارت راه و ترابری

راهنمای بکارگیری سامانه‌های هوشمند کنترل سرعت
در جاده‌ها

معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری
شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل

پژوهشکده حمل و نقل

راهنمای بکارگیری سامانه‌های هوشمند کنترل سرعت در جاده‌ها

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۱	۱- تعیین مقاطع بحرانی
۳	۲- تعیین روش کنترل سرعت در هر مقطع
۵	۳- نصب، علامت‌گذاری و بهره‌برداری از دوربین‌های کنترل سرعت
۵	۳-۱- ضوابط نصب و راه‌اندازی
۵	۳-۱-۱- دوربین‌های ثابت
۸	۳-۱-۲- دوربین‌های متحرک
۱۲	۳-۱-۳- سنسورهای سطح جاده (لوپها)
۱۴	۳-۲- ضوابط علامت‌گذاری و رویت دوربین
۱۵	۳-۳- ضوابط بهره‌برداری از دوربین‌های کنترل سرعت
۱۵	۳-۳-۱- ضوابط ثبت تصویر
۱۸	۳-۳-۲- ضوابط پردازش تصویر
۱۸	۳-۳-۳- ضوابط تشکیل بانک اطلاعاتی
۲۰	پیوست ۱- مدل انتخاب روش کنترل سرعت در هر مقطع
۲۵	پیوست ۲- مدل عددی برای تعیین ابعاد لوپ
۲۷	پیوست ۳- کاربرد تعیین موقعیت دوربین‌های کنترل سرعت
	پیوست ۴- ارزیابی راهنما و ضوابط انتخاب محل نصب دوربین‌های کنترل سرعت با استفاده از مطالعات موردی در یک نمونه
۳۱	
۶۳	پیوست ۵- جداول مشخصات محور مورد مطالعه

فهرست جداول

عنوان

صفحه

پیوست ۴

جدول ۱- آمار تصادفات در بازه‌های ۵ کیلومتری در ۵ سال برای محور کرج- چالوس (از میدان امیرکبیر تا تونل کندوان)	۳۳
جدول ۲- مقاطع بحرانی و آمار وقوع تصادفات در آنها	۳۵
جدول ۳- آمار حجم تردد وسایل نقلیه در مقاطع تصادف‌خیز	۳۶
جدول ۴- زیر مقاطع مربوط به مقطع ۰ الی ۵ کیلومتری	۳۷
جدول ۵- زیر مقاطع مربوط به مقطع ۵ الی ۱۰ کیلومتری	۳۸
جدول ۶- زیر مقاطع مربوط به مقطع ۱۰ الی ۱۵ کیلومتری	۳۹
جدول ۷- زیر مقاطع مربوط به مقطع ۱۵ الی ۲۰ کیلومتری	۴۰
جدول ۸- زیر مقاطع مربوط به مقطع ۲۰ الی ۲۵ کیلومتری	۴۱
جدول ۹- زیر مقاطع مربوط به مقطع ۲۵ الی ۳۰ کیلومتری	۴۲
جدول ۱۰- زیر مقاطع مربوط به مقطع ۳۰ الی ۳۵ کیلومتری	۴۳
جدول ۱۱- محاسبه عملکرد دوربین‌های کنترل سرعت و هزینه استفاده از هرگزین در مقطع ۰ الی ۵ کیلومتر	۴۷
جدول ۱۲- محاسبه عملکرد دوربین‌های کنترل سرعت و هزینه استفاده از هرگزین در مقطع ۵ الی ۱۰ کیلومتر	۴۸
جدول ۱۳- محاسبه عملکرد دوربین‌های کنترل سرعت و هزینه استفاده از هرگزین در مقطع ۱۰ الی ۱۵ کیلومتر	۴۹
جدول ۱۴- محاسبه عملکرد دوربین‌های کنترل سرعت و هزینه استفاده از هرگزین در مقطع ۱۵ الی ۲۰ کیلومتر	۵۰
جدول ۱۵- محاسبه عملکرد دوربین‌های کنترل سرعت و هزینه استفاده از هرگزین در مقطع ۲۰ الی ۲۵ کیلومتر	۵۱

- جدول ۱۶- محاسبه عملکرد دوربین‌های کنترل سرعت و هزینه استفاده از هرگزینه در مقطع ۲۵ الی ۳۰ کیلومتر ۵۲
- جدول ۱۷- محاسبه عملکرد دوربین‌های کنترل سرعت و هزینه استفاده از هرگزینه در مقطع ۳۰ الی ۳۵ کیلومتر ۵۳
- جدول ۱۸- ضرایب ساخت مدل در مقاطع هفت‌گانه برای دو گزینه تعریف شده ۳۱
- جدول ۱۹- مقادیر I در مقاطع هفت‌گانه ۵۶
- جدول ۲۰- محاسبه گرادیان مؤثر برای تکرار اول ۵۷
- جدول ۲۱- محاسبه گرادیان مؤثر در تکرار دوم ۵۸
- جدول ۲۲- محاسبه گرادیان مؤثر در تکرار سوم ۵۹
- جدول ۲۳- محاسبه گرادیان مؤثر در تکرار چهارم ۵۹
- جدول ۲۴- جواب اولیه امکان‌پذیر برای مساله در پایان مرحله اول ۶۰

پیوست ۵

- جدول ۱- وضعیت کناره محور و کد مربوط به آن ۵۸
- جدول ۲- نوع کاربریهای و کد مربوط به آن ۶۱
- جدول ۳- نوع حفاظ کناره محور و کد مربوط به آن ۶۱
- جدول ۴- وضعیت روسازی و کد مربوط به آن ۶۲

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

- شکل ۱- نمایش شماتیک موقعیت نصب دوربین‌های ثابت در کناره راه ۷
- شکل ۲- نمایش محفظه داخلی تجهیزات راداری کنترل سرعت ۹
- شکل ۳- نمایش فاصله طولی و عرضی ۱۰
- شکل ۴- نمایش شماتیک موقعیت نصب دوربین‌های لیزری در کناره راه ۱۱
- شکل ۵- مشخص کردن فواصل لوپ‌ها در هنگام نصب ۱۲
- شکل ۶- بریدگی گوشه‌های لوپ ۱۳
- شکل ۷- نحوه قرارگیری فلاش نسبت به دوربین کنترل سرعت ۱۶
- شکل ۸- نمایش مشخصات خودروی متخلف بر روی تصویر خودروی متخلف ۱۷

پیوست ۲

- شکل ۱- نمایش راه با سه خط عبوری با عرضهای خط متفاوت ۲۵
- شکل ۲- نمایش ابعاد لوپ‌های طراحی شده با توجه به تعداد و عرض خطوط ۲۶

پیوست ۴

- شکل ۱- منحنی توزیع تصادفات و شاخص تصادفات در ۷۵ کیلومتری ابتدایی محور کرج- چالوس ۳۴

مقدمه

برای اجرای قوانین و مقررات تخلف از سرعت مجاز توسط رانندگان و کاهش تصادفات ناشی از سرعت استفاده از دوربین‌های کنترل سرعت توصیه می‌شود. راهنمای مذکور سعی دارد روشی برای مکانیابی نصب دوربین‌های کنترل سرعت ارائه کند. برای رسیدن به این هدف از آمار تصادفات ناشی از سرعت برای تعیین مقاطع بحرانی استفاده شده و سپس با استفاده از یک مدل ریاضی، مقاطع مناسب برای نصب دوربین‌های کنترل سرعت با در نظر گرفتن محدودیتهای پیش‌رو انتخاب می‌شوند. موقعیت نصب این دوربین‌ها در هر مقطع نیز با استفاده از کاربرگهایی که در پیوست (۳) ارائه شده است تعیین می‌گردد.

بنابراین به طور خلاصه می‌توان گفت که در این راهنما برای تعیین مقاطع بحرانی، روش کنترل سرعت در آنها و الگوی عملیاتی نصب، راه‌اندازی و بهره‌برداری باید سه مرحله زیر طی شود:

- ۱- تعیین مقاطع بحرانی
- ۲- تعیین روش کنترل سرعت در هر مقطع با توجه به سناریوهای پیشنهادی
- ۳- نصب، علامت‌گذاری و بهره‌برداری از دوربین‌های کنترل سرعت

۱- تعیین مقاطع بحرانی

برای تعیین مقاطع بحرانی باید بر اساس روشی که در زیر ارائه می‌شود عمل نمود.

الف- تعیین حوزه مورد نظر برای انجام عملیات کنترل سرعت: در ابتدا لازم است حوزه برنامه‌ریزی مشخص شود. بدین منظور مجری پروژه کنترل سرعت باید محورهایی که سرعت باید در آنها کنترل شود را تعیین کند.

ب- جمع‌آوری آمار تصادفات ناشی از سرعت: برای تعیین مقاطع بحرانی لازم است آمار تصادفات پنج سال اخیر محورهای مورد نظر با توجه به بانک اطلاعاتی آمار تصادفات فرماندهی پلیس‌راه کشور و یا فرمهای تصادفات که در پاسگاههای پلیس‌راه محور تهیه و

تنظیم شده، جمع‌آوری گردد. آمار مذکور باید تمام تصادفات ناشی از سرعت را پوشش دهد. در صورت عدم وجود آمار تصادفات ناشی از سرعت، می‌توان از آمار کل تصادفات نیز استفاده کرد. لازم به ذکر است آمار مذکور باید موقعیت وقوع تصادفات را نیز مشخص نمایند تا بتوان از آنها در مراحل بعدی راهنما استفاده نمود.

تبصره: برای تهیه آمار تصادفات ناشی از سرعت، می‌توان با تحلیل علل تصادفات بوسیله فرمهای ثبت تصادفات، عللی که سرعت در آنها هیچ نقش نداشته را شناسایی کرده و آن تصادفات را از مجموعه آمارها حذف نمود. بدین ترتیب می‌توان تصادفاتی که سرعت در آنها نقش اولیه و یا ثانویه را داشته شناسایی کرد.

پ- مقطع بندی محور و محاسبه تعداد تصادفات: برای تعیین مقاطع بحرانی باید محورهای مورد نظر را به مقاطع یک کیلومتری تقسیم نموده و بر اساس آمار تصادفات که در بند ب جمع‌آوری شده، تعداد تصادفات واقع شده در هر مقطع از محورها را محاسبه نمود. بر این اساس در پایان این مرحله تعداد تصادفات در هر مقطع از محورهای مورد نظر باید تعیین شده باشد.

تبصره: استفاده از مقاطع یک کیلومتری دقت انتخاب مقطع و تعیین روش کنترل سرعت را افزایش می‌دهد. توصیه می‌شود در مواردی که اطلاعات موقعیت وقوع تصادفات با استفاده از تجهیزات موقعیت‌یاب پیشرفته تعیین نشده است از مقاطع پنج کیلومتری استفاده گردد تا خطای ثبت تاثیر کمتری در تعیین مقاطع بحرانی داشته باشد.

ت- رسم منحنی توزیع تصادفات: بر اساس اطلاعاتی که در بند پ به دست آمده است منحنی توزیع تصادفات ترسیم می‌شود. این منحنی باید بر روی نمودار که محور طول آن مقاطع یک کیلومتری را نشان می‌دهد و محور عرضی آن تعداد تصادفات ناشی از سرعت را نشان می‌دهد ترسیم گردد.

ث- تعیین شاخص متوسط تعداد تصادفات: بر اساس کل تصادفات ناشی از سرعت که در محورهای مورد نظر رخ داده است لازم است که شاخص متوسط تصادفات تعیین

شود. این شاخص از تقسیم تعداد کل تصادفات ناشی از سرعت بر تعداد مقاطع یک کیلومتری در محورهای مورد نظر تعیین می‌شود.

تبصره: در صورتیکه از کل تعداد تصادفات استفاده شده باشد برای تعیین شاخص متوسط تعداد تصادفات باید از کل تعداد تصادفات استفاده کرد. همچنین اگر مقاطع پنج کیلومتری برای مقطع بندی محور استفاده شوند تعداد این مقاطع برای تعیین شاخص متوسط تصادفات استفاده می‌شود.

ج- تعیین مقاطع بحرانی: شاخص متوسط تعداد تصادفات باید به صورت خطی موازی محور طولها بر روی منحنی توزیع تصادفات که در بند ت رسم شد، ترسیم گردد. تمام مقاطعی که بالای این خط شاخص قرار دارند به عنوان مقاطع بحرانی نامزد نصب دوربین کنترل سرعت می‌گردند. لازم است مقاطع بحرانی به ترتیب شماره گذاری شوند و در مراحل بعد با شماره‌هایی که در این مرحله برای آنها تعیین شده است، شناخته شوند.

۲- تعیین روش کنترل سرعت در هر مقطع با توجه به سناریوهای پیشنهادی

الف- شناسایی سناریوهای کنترل سرعت و محاسبه هزینه‌های آنها: در ابتدا لازم است سناریوهای کنترل سرعت که مورد نظر مجری برای کنترل سرعت در محورهای مورد نظر است، تعیین شوند. هزینه‌های بکارگیری این سناریوهای شامل هزینه‌های خرید، نصب و راه‌اندازی و بهره‌برداری، باید برای هر یک به صورت جداگانه محاسبه شوند.

تبصره: در محاسبه هزینه‌ها باید دقت شود که ارزش زمانی پول در نظر گرفته شود. بدین منظور واحد زمانی هزینه باید لحاظ گردد. هزینه‌های تعمیر و نگهداری و بهره‌برداری عمدتاً به صورت سالیانه می‌باشند، از این رو برای جمع زدن این هزینه‌ها با هزینه‌های خرید، نصب و راه‌اندازی باید ارزش فعلی آنها محاسبه گردد.

ب- تعیین راهبردهای کنترل سرعت در هر مقطع: راهبرد کنترل سرعت باید یکی از سناریوهای کنترل سرعت را شامل شود. این فناوریها در بند الف تعیین شده‌اند. به عنوان

ورودی مدل تعیین روش کنترل سرعت در هر مقطع، هر یک از راهبردها باید در مقاطعی که به عنوان نامزد کنترل سرعت در بند ج از مرحله اول انتخاب شده‌اند، استفاده شوند.

پ- جمع‌آوری آمار تردد در مقاطع نامزد نصب دوربین کنترل سرعت: لازم است حجم تردد سالیانه به صورت معادل سواری برای هر محور محاسبه گردد. این آمار باید به محل قرارگیری دسترس‌های ورودی و خروجی از محور حساس باشند.

تبصره: اندازه‌گیری حجم تردد در تمام مقاطع به صورت جداگانه لازم نمی‌باشد، تنها مقاطعی که به علت وجود دسترس‌های خاص حجم تردد در آنها نسبت به حجم تردد محور تغییر می‌کند حجم تردد در آنها باید به صورت مجزا از دیگر مقاطع محاسبه شود.

ت- محاسبه منفعت بکارگیری هر راهبرد در هر مقطع: منفعت بکارگیری هر راهبرد در هر مقطع باید با ضرب کردن تردد وسایل نقلیه در هر مقطع در طولی که با استفاده از آن راهبرد کنترل می‌شود، محاسبه شود.

ث- محاسبه تاثیر تعداد تصادفات ناشی از سرعت در منفعت بکارگیری هر راهبرد در هر مقطع: ضریبی نیز که نشان دهنده تاثیر تصادفات ناشی از سرعت است باید منفعت را تعدیل کند. برای این منظور لازم است ضریب تصادفات برای هر مقطع محاسبه شود. این ضریب از تقسیم حداکثر تعداد تصادفات در هر مقطع به شاخص متوسط تعداد تصادفات به دست می‌آید.

تبصره: ضریب تاثیر تصادفات در هر مقطع زمانی که تصادفات ناشی از سرعت استفاده شوند در منفعت تاثیر داده می‌شوند.

ج- تعیین تابع هدف: مجموع مسافت- وسیله نقلیه کنترل شده به وسیله دوربین، که در آن ضرایب تاثیر تصادفات اثر داده شده است به عنوان تابع هدف انتخاب محل دوربین‌های کنترل سرعت در نظر گرفته می‌شود. راهبرد برای هر مقطع باید به نحوی انتخاب شود که این تابع هدف بیشینه مقدار خود را داشته باشد.

چ- تعریف محدودیتها: برای بکارگیری روشهای کنترل سرعت محدودیتهایی باید لحاظ شود. بر اساس مسأله‌ای که مجری با آن روبرو است این محدودیتها متفاوت می‌باشند. محدودیت بودجه، نیروی انسانی و دسترسی به فناوری باید در نظر گرفته شوند.

ح- مدل پیشنهادی برای انتخاب روش کنترل سرعت در هر مقطع: مدل برنامه‌ریزی عدد صحیحی که در پیوست ۱ راهنما به آن اشاره شده برای انتخاب روش بهینه کنترل سرعت در هر مقطع باید بکار گرفته شود. این مدل بر اساس روش بسیار ساده و ابتکاری که در همان پیوست به آن اشاره شده حل می‌گردد.

۳- نصب، علامت‌گذاری و بهره‌برداری از دوربین‌های کنترل سرعت

ضوابط فوق‌الذکر در سه بخش کلی دسته‌بندی شده است:

بخش اول - ضوابط نصب و راه‌اندازی،

بخش دوم - علامت‌گذاری و رویت دوربین، و

بخش سوم - ضوابط بهره‌برداری از دوربین‌های کنترل سرعت می‌باشد.

۳-۱- ضوابط نصب و راه‌اندازی

برای سهولت و شفافیت راهنما در بیان ضوابط نصب و راه‌اندازی، تجهیزات کنترل سرعت به سه دسته شامل دوربین‌های ثابت، سیار و لوپها تقسیم‌بندی می‌شوند.

۳-۱-۱- دوربین‌های ثابت

• فاصله دوربین از کناره محور

الف- برای نصب دوربین‌های کنترل سرعت ثابت لازم است از وجود حاشیه ایمن برای نصب دوربین در کناره راه اطمینان حاصل شود.

ب- فاصله دوربین تا کنار محور بر مبنای مشخصات فنی دستگاه تامین‌کننده پوشش خط و یا خطوط مورد نظر باید انتخاب شود.

پ- از آنجا که پوش عملکردی دوربین‌های ثابت ۱ به فاصله تجهیزات اندازه‌گیری سرعت از مسیر وابسته است، از این رو لازم است بعد از نصب تجهیزات، توانایی آنها در اندازه‌گیری سرعت کنترل شود و در صورت وجود هر گونه مشکلی در تجهیزات، فاصله آن تا راه مورد بازبینی قرار گیرد.

• موقعیت بکارگیری دوربین

ت- برای اندازه‌گیری سرعت بر روی پل‌ها، به دلیل وجود حریم مناسب برای آنها، باید از نصب دروازه‌ای دوربین استفاده کرد.

ث- از دوربین ثابت کنترل سرعت نباید برای کنترل سرعت در زیر عرشه پلها و داخل تونلها استفاده نمود.

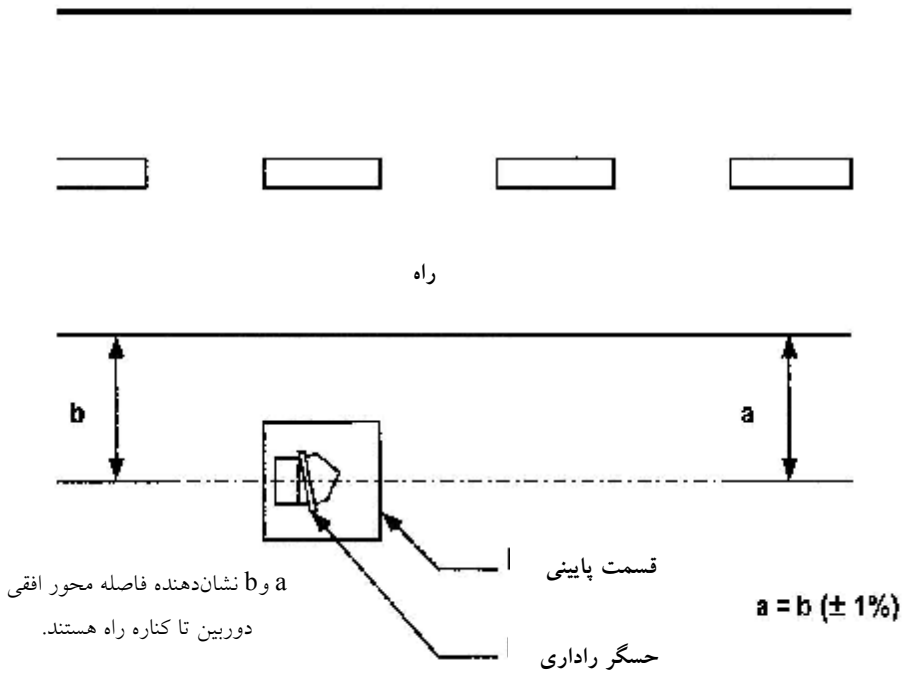
ج- برای افزایش دقت دوربین ثابت باید حتی‌المقدور این دوربین‌ها در راستای حرکت وسیله نقلیه قرار گرفته و یا به نحوی نصب شوند که حداقل زاویه را با راستای تردد وسایل نقلیه داشته باشد. مقدار این زاویه باید کمتر از ۱۵ درجه باشد. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است.

چ- برای جلوگیری از ایجاد خطا در اندازه‌گیری سرعت ناشی از انعکاس تداخل امواج بازگشتی در اثر برخورد با اجسام ساکن کنار راه، ضروری است محل قرارگیری منابع انتشار امواج دور از هرگونه جسم ساکن در جاده از قبیل علائم راهنمایی و رانندگی، دیوارهای موقتی و غیره انتخاب شوند.

ح- مقاطع نصب دوربین ثابت باید طوری انتخاب شوند که جریان ترافیک در حال نزدیک شدن به و یا دور شدن از آنها باشد. استفاده از دوربین ثابت برای اندازه‌گیری سرعت حرکت در دوجهد، به صورت همزمان کارایی تجهیزات را کاهش می‌دهد.

خ- با توجه به مشخصات دوربین‌های ثابت، توصیه می‌شود برای میانه راههای دارای خطوط رفت و برگشت از این تجهیزات استفاده نشود.

۱- محدوده‌ای با طول و عرض مشخص که در آن محدوده، رادار قادر است سرعت وسایل نقلیه را اندازه‌گیری کند.



شکل ۱- نمایش شماتیک موقعیت نصب دوربین‌های ثابت در کناره راه

د- برای کاهش اثرات نامطلوب تداخل امواج لازم است گیرنده امواج در نزدیکی فرستنده امواج قرار نگیرد.

تبصره: لازم به ذکر است فاصله بین منبع گیرنده موج و فرستنده بر اساس توان ارسال و دریافت امواج متفاوت است که در راهنماهای دستگاهها به آن اشاره می‌شود.

ز- دوربین‌های ثابت نباید برای کنترل سرعت در بیش از سه خط به کار گرفته شوند. این تجهیزات عموماً توانایی اندازه‌گیری سرعت وسایل نقلیه در یک یا دو جهت حداکثر سه خطه را دارند.

- تعمیر و نگهداری

ذ- دوربین ثابت حداقل در بازه‌های یک ساله باید کالیبره شود و نصب برچسب نشان‌دهنده تاریخ کالیبراسیون بر روی آن ضروری است.

- محفظه فرارگیری

ر- دوربین ثابت در تمام ساعات شبانه‌روز و در شرایط آب و هوایی گوناگون برای اندازه‌گیری سرعت استفاده می‌شود. دقت شود تغییر شرایط آب و هوایی نباید بر عملکرد رادار موثر باشد، برای این منظور محفظه‌هایی که برای فرارگیری دوربین تهیه می‌شوند باید در برابر تغییر شرایط آب و هوایی مقاوم بوده و دارای تهویه مناسبی برای تنظیم درجه حرارت داخل محفظه باشند.

س- محفظه فرارگیری سیستم‌های راداری دارای دو بخش می‌باشد. لازم است قسمت پایینی برای نصب تجهیزات راداری استفاده شده و قسمت بالایی دوربین عکسبرداری و یا فیلمبرداری قرار گیرد. شکل زیر نمونه‌ای از این محفظه را نمایش می‌دهد.

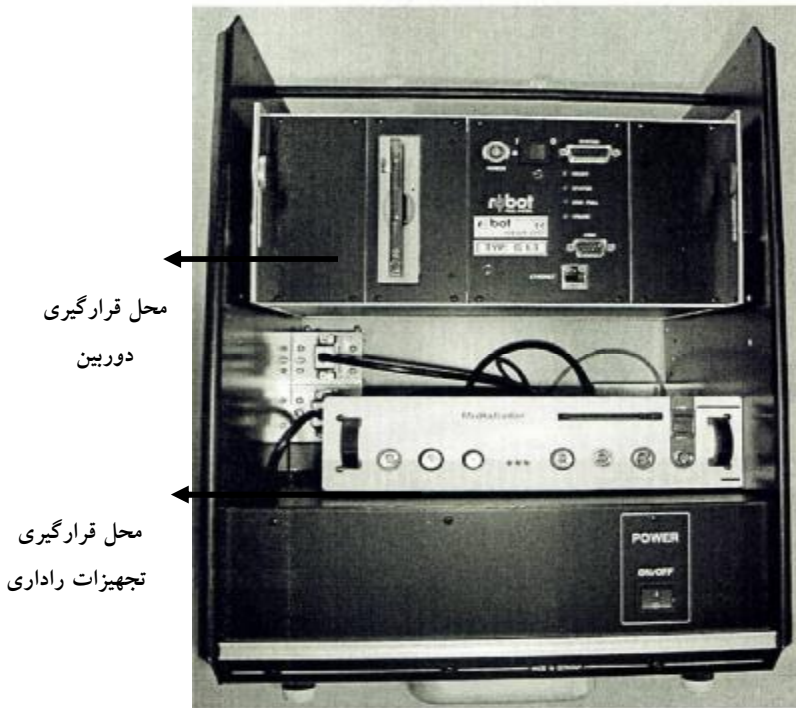
ش - تجهیزات فرستنده امواج که در قسمت پایینی محفظه نگهدارنده استفاده می‌شوند، باید به صورت موازی با راستای جاده به گونه‌ای که در شکل ۲ به صورت شماتیک نشان داده شده است، قرار گیرند.

۳-۱-۲- دوربین‌های متحرک

- فاصله دوربین از کناره محور

الف- برای نصب دوربین‌های کنترل سرعت ثابت لازم است از وجود حاشیه ایمن برای نصب دوربین در کناره راه اطمینان حاصل شود.

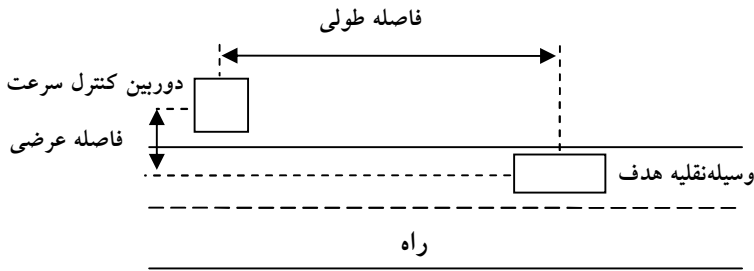
ب- فاصله دوربین تا کنار محور بر مبنای مشخصات فنی دستگاه تامین کننده پوشش خط و یا خطوط مورد نظر باید انتخاب شود.



شکل ۲- نمایش محفظه داخلی تجهیزات راداری کنترل سرعت

• نحوه استفاده توسط اپراتور

- الف- ثابت نگه داشتن دوربین‌های متحرک در هنگام اندازه‌گیری سرعت برای جلوگیری از وقوع هرگونه خطایی در اندازه‌گیری الزامی است.
- ب- از آنجا که سرعت وسایل نقلیه در دو حالت دور و نزدیک شدن به دستگاه قابل اندازه‌گیری بوده و دستگاه آن دو را از هم تمیز می‌دهد، بنابراین اپراتور باید با این خصوصیت دستگاه آشنا باشد تا سرعت مناسب را برای هر خودرو ثبت کند.
- پ- هدف‌گیری وسایل نقلیه با دوربین متحرک نباید از پشت شیشه اتومبیل انجام شود.
- چ- باید توجه داشت که فاصله طولی و عرضی دوربین‌های متحرک با وسایل نقلیه هدف بر سرعت و قابلیت عملکرد این ابزارها در اندازه‌گیری سرعت تأثیر دارد، اما بر دقت آنها اثری نخواهد داشت، یعنی با افزایش محدوده تحت پوشش دوربین متحرک در دقت این وسیله خللی ایجاد نمی‌شود.



شکل ۳- نمایش فاصله طولی و عرضی

ح- لازم به توجه است که بارندگی سنگین و مه آلودگی هوا محدوده عملکرد دوربین‌های متحرک را کاهش می‌دهد اما بر کیفیت و دقت در اندازه‌گیری سرعت آنها اثری نخواهد داشت.

• موقعیت بکارگیری دوربین متحرک

ت- از آنجا که دوربین متحرک عمدتاً قادر با اندازه‌گیری سرعت وسایل نقلیه در محدوده حداقل ۱۵ تا حداکثر ۶۰۰ متری است بنابراین موقعیت آن باید بر اساس شرایط مقطعی مورد نظر برای کنترل تعیین گردد.

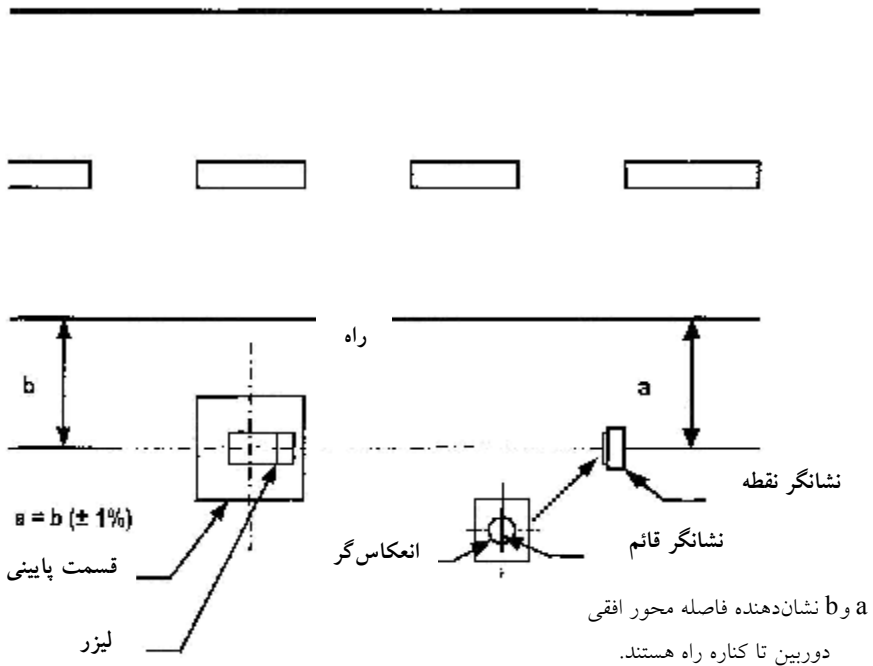
خ- تنها زمانی که دوربین‌های لیزری در راستای حرکت وسیله نقلیه هدف قرار گیرند، سرعت واقعی وسیله نقلیه را ثبت می‌کنند؛ در حالیکه هر گونه زاویه در راستای قرارگیری دوربین با راستای حرکت جریان ترافیک، موجب اندازه‌گیری سرعت کمتر از مقدار واقعی خواهد شد. از این رو باید حداقل زاویه بین راستای اندازه‌گیری دوربین و مسیر مورد نظر وجود داشته باشد.

د- در هنگام استفاده از دوربین متحرک در کنار جاده، برای حفظ ایمنی، اپراتور دستگاه باید حداقل در فاصله ۳ متری از لبه جاده قرار گیرد.

• تعمیر و نگهداری

ر- جهت مراقبت و نگهداری دوربین متحرک اندازه‌گیری سرعت که با فناوری لیزر کار می‌کنند، لازم است سطح خارجی دریافت کننده نور در صورت ایجاد آلودگی تمیز شود.

ز- دوربین متحرک مبتنی بر فناوری لیزر را نباید در معرض نور شدید قرار داد، زیرا حساسیت دریافت کننده اشعه لیزر برای این دستگاهها کاهش پیدا می‌کند.
ش- محفظه قرارگیری دوربین متحرک به صورت آنچه در شکل ۴ نشان داده شده است، قرار می‌گیرد. لازم است، نشانگر نقطه که برای تنظیم موقعیت قرارگیری دوربین متحرک به کار می‌رود، در فاصله ۱۰ متری از دوربین قرار گیرد.



شکل ۴- نمایش شماتیک موقعیت نصب دوربین‌های لیزری در کناره راه

۳-۱-۳- سنسورهای سطح جاده (لوپها)

• ابعاد و فاصله نصب

الف- لازم است حداقل طول مستقیم مسیر با توجه به مشخصات فنی تجهیزات برای اندازه‌گیری و کنترل سرعت تامین می‌شود.

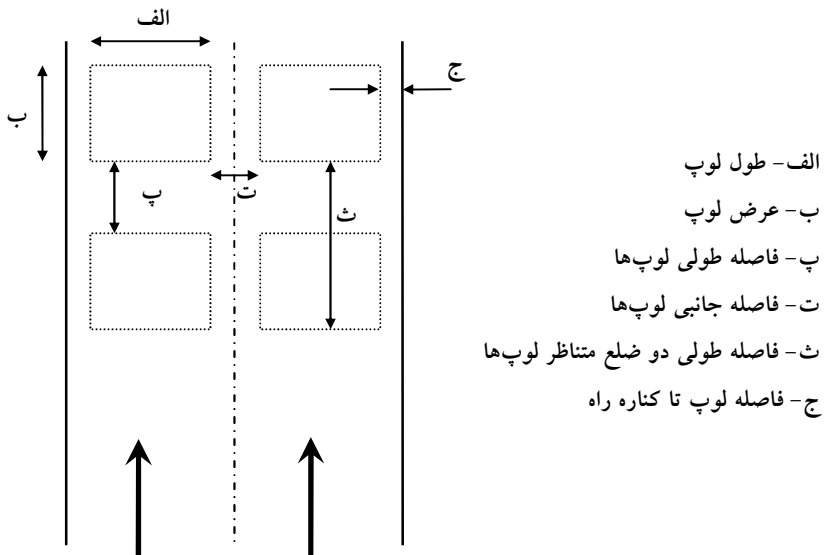
ب- لازم است حداقل عرض مسیر با توجه به مشخصات فنی تجهیزات برای شناسایی وسیله‌نقلیه کافی می‌باشد.

پ- زاویه نصب لوپ با کناره راه باید قائمه می‌باشد.

ت- بهتر است عرض هر لوپ حداقل یک متر باشد.

ث- لازم است، فاصله طولی لوپها از یکدیگر حداقل ۷۰٪ عرض لوپها و ۵۰٪ درصد طول لوپها باشد.

ج- لازم است، فاصله لوپ تا کناره راه نصف فاصله جانبی لوپها از یکدیگر باشد.

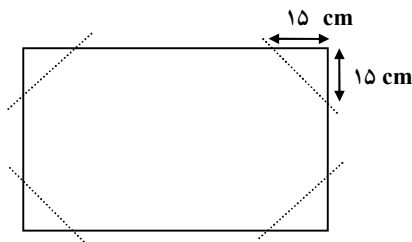


شکل ۵- مشخص کردن فواصل لوپها در هنگام نصب

چ- فاصله طولی بین دو ضلع متناظر برای دو لوپ پشت سرهم بین ۱/۵ تا ۴ متر متغیر بوده و معمولاً ۲/۵ متر پیشنهاد می‌شود.

ح- به طور کلی ابعاد لوپ‌ها بسته به عرض و تعداد خط باید تعیین می‌شود. (برای نمونه محاسبه ابعاد لوپ برای یک راه در پیوست (۲) ارائه شده است).

خ- لازم است همانطور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، گوشه‌های شیاری که لوپ در آن نصب می‌شود با زاویه ۴۵ درجه بریده شده باشد تا به سیم آسیبی وارد نگردد.



شکل ۶- بریدگی گوشه‌های لوپ

• مشخصات موقعیت نصب

د- سرعت وسیله نقلیه در فاصله‌ای که برای نصب سنسورها انتخاب شده است نباید تغییرات زیادی داشته باشد. سنسورها نباید در محل‌هایی نصب شوند که سرعت وسیله نقلیه به علت شرایط خاص هندسی و یا ترافیکی تغییر زیاد دارد.^۱

• قرار گرفتن لوپ در روسازی

ذ- سطح روسازی از نظر نوع خرابی‌ها (انواع ترکها) برای نصب لوپ باید مناسب باشد.

۱- منظور از سرعت در این قسمت، آن بخشی از سرعت می‌باشد که بر اثر تغییرات شرایط هندسی ایجاد می‌شود. برای نمونه افزایش عرض راه و یا اضافه شده تعداد خط در صورتیکه تغییر حجمی در جریان ایجاد نکند باعث افزایش سرعت بوده و بنابراین توصیه می‌شود برای جلوگیری از کاهش کارایی لوپها در چنین نقاطی نصب نشوند.

ر- عمق تقریبی حفره‌ای که در آن سیم قرار می‌گیرد می‌بایستی ۶۰ میلیمتر و عرض آن ۵ میلیمتر باشد.

ز- لازم است سنسورها در زیر سطح روسازی دفن شوند.

ژ- برای پر کردن حفره، باید از مایعاتی همچون قیر داغ، سرد و یا مواد پرکننده پلاستیکی که حرارتی بیش از ۲۰۰ درجه سانتیگراد نداشته باشد، استفاده گردد.

• موقعیت و زاویه قرارگیری دوربین ثبت تصویر

س- باید از نصب دوربین ثبت تصویر در زیر عرشه پلها و داخل تونلها پرهیز شود.

ش- دوربین باید در ارتفاع حداقل ۳ متر قرار گیرد.

ص- برای اندازه‌گیری سرعت بر روی پلها، باید از نصب دروازه‌ای دوربین استفاده شود.

ض- برق و تسهیلات ارتباطی باید در محل نصب دوربین وجود داشته باشد.

ط- نصب دوربین نباید باعث ایجاد مشکلات ایمنی در مسیر و خلل در عملکرد تابلوها و علائم گردد.

ظ- موانع طبیعی از قبیل شاخ و برگ درختان، کوه و صخره نباید مانع دید دوربین شوند.

ع- نباید مشکل دید، برای رانندگان در اثر فلاش دوربین وجود داشته باشد.

غ- انجام عملیات تخلیه اطلاعات و تعمیر و نگهداری دوربین باید به صورت ایمن انجام گیرد.

۲-۳- ضوابط علامت‌گذاری و رویت دوربین

الف- برای مقاطعی که به وسیله دوربین‌های ثابت کنترل می‌شود، نصب تابلوهای هشدار دهنده به رانندگان در فاصله‌ای کمتر از یک کیلومتر قبل از محل نصب دوربین لازم است.

ب- برای مقاطعی که کنترل سرعت با استفاده از دوربین‌های سیار انجام می‌گیرد، لازم است علائم هشداردهنده در نقطه شروع مقطع تحت کنترل قرار گیرد.

پ- علائم هشدار دهنده باید به صورت قائم در کنار شانه راه نصب شوند. در صورتیکه راه دارای میانه مناسبی باشد، می‌توان علائم مذکور را در میانه راه که دارای عرض کافی است، نصب کرد.

ت- تابلوهای هشدار دهنده دوربین‌های سرعت باید به نحوی در کنار راه نصب شوند که تمام رانندگان به سادگی آنها را رویت کنند.

ث- برای افزایش پدیداری دوربین‌های کنترل سرعت، لازم است رنگ‌آمیزی پوشش دوربین‌های ثابت کنترل سرعت با رنگ زرد و با صفحات درخشانده بازتاباننده نور انجام گیرد.

ج- پوشش دوربین‌های متحرک کنترل سرعت و مکان این دوربین‌ها باید به نحوی انجام گیرد که رانندگان به راحتی آنها را رویت کنند.

چ- حداقل فاصله دیده شدن دوربین‌های کنترل سرعت برای رانندگان در مقطعی که محدودیت سرعت ۶۵ کیلومتر بر ساعت (۴۰ مایل بر ساعت) و یا کمتر باشد، برابر با ۶۰ متر و در غیر اینصورت برابر با ۱۰۰ متر می‌باشد.

ح- لازم است از هر مقطع در بازه‌های زمانی شش ماهه بازدید به عمل آمده تا در زمینه قابلیت رویت و پدیداری دوربین کنترل سرعت مشکلی پیش نیاید.

۳-۳- ضوابط بهره‌برداری از دوربین‌های کنترل سرعت

۳-۳-۱- ضوابط ثبت تصویر

الف- برای ثبت تخلفات وسایل نقلیه در دوربینهای ثابت باید از سیستم عکسبرداری و در سیستمهای متحرک از فیلمبرداری و یا عکسبرداری استفاده شود.

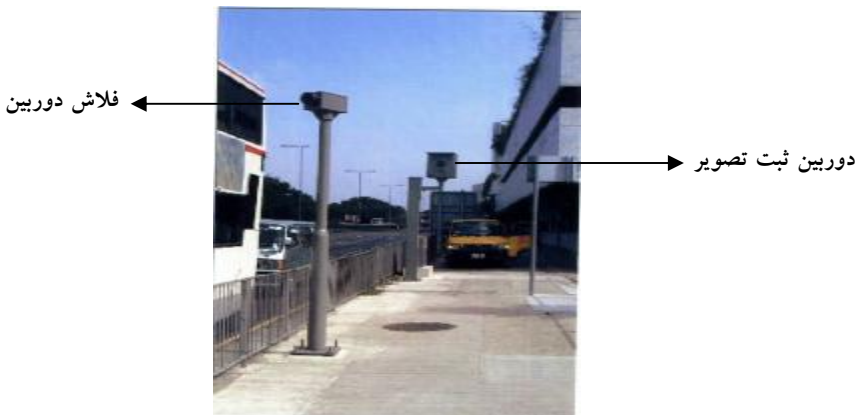
ب- در سیستمهای عکسبرداری که به صورت دائمی (در طول تمام شبانه‌روز) استفاده می‌شوند باید فلاشی برای افزایش وضوح تصویر در موقعیت مناسب استفاده کرد.

پ- فلاش بکار رفته باید حداقل بتواند برای یک راه چهار خطه و در یک جهت نور کافی برای عکسبرداری تامین کند.

ت- فلاش باید بتواند برای شرایط آب و هوایی مختلف، نور لازم برای عکسبرداری را تامین کند.

ث- برای کاهش اثرات منفی نور فلاش بر رانندگان بهتر است از پوشش قرمز بر روی آن استفاده کرد.

ج- لازم است فلاش در محفظه‌ای مجزا از دوربین و تجهیزات اندازه‌گیری سرعت قرار گیرد. همانطور که در شکل ۷ نشان داده شده است.



شکل ۷- نحوه قرارگیری فلاش نسبت به دوربین کنترل سرعت

چ- زاویه نصب دوربین با راستای جاده برای یک مرتبه عکسبرداری ۱۹ درجه و برای دو مرتبه عکسبرداری از وسیله نقلیه متخلف ۱۲ درجه باید تنظیم شود. در حالت اول تنها یک عکس از وسیله نقلیه متخلف ثبت خواهد شد و در حالت دوم دو عکس از وسیله نقلیه ثبت می‌شود.

خ- طول لنز دوربین‌هایی که برای عکسبرداری از پلاک جلوی خودرو استفاده می‌شوند، معمولاً برابر با ۹۰ میلی‌متر و طول لنز دوربین‌هایی که برای عکسبرداری از پلاک عقب خودرو نصب می‌شوند، برابر با ۱۵۰ میلی‌متر باید انتخاب شوند.

د- عکسهایی که توسط دوربین‌ها تهیه می‌شود، می‌بایست حاوی اطلاعات زیر باشد:

- صحنه وقوع تخلف
 - تاریخ وقوع تخلف به تفکیک سال، ماه و روز
 - زمان وقوع تخلف به تفکیک ساعت، دقیقه و ثانیه
 - سرعت وسیله نقلیه بر حسب کیلومتر بر ساعت
 - شماره شناسایی اپراتور و یا مقطع کنترل سرعت
 - نام موقعیت وقوع تخلف
 - محدودیت سرعت در آن موقعیت
 - تصویر وسیله نقلیه متخلف به تنهایی
 - شماره عکس برداشت شده توسط دوربین
- ذ- اطلاعات باید به نحوی در عکس منعکس شود که مانعی برای مشاهده و شناسایی تصویر وسیله نقلیه نباشد. توصیه می‌شود این اطلاعات در نواری با زمینه متفاوت از عکس در بالای عکس و یا فیلم نشان داده شود. همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۸- نمایش مشخصات خودروی متخلف بر روی تصویر خودروی متخلف

۳-۳-۲- ضوابط پردازش تصویر

الف- در صورتیکه پردازش به صورت دستی انجام می‌پذیرد (فیلم و یا عکس توسط اپراتور ماهر بررسی می‌شود) باید فرمهایی مخصوصی تهیه شده که تمام اطلاعات لازم توسط اپراتور از عکسها برداشت و در این فرمها ثبت گردد. در نهایت لازم است این فرمها به صورت منظمی بایگانی گردد و یا اطلاعات آنها در بانکهای اطلاعاتی رایانه‌ای ثبت شود.

ب- در مواردی که دوربین‌ها به کارتهای حافظه مجهز باشد در پردازش دستی تنها لازم است شماره پلاک خودرو متخلف از طریق مشاهده فیلم و یا عکس برداشت شود.

پ- در صورتیکه از نرم‌افزارهای پردازش تصویر استفاده می‌شود لازم است که اطلاعاتی که نرم‌افزار از فیلم و یا عکس برداشت می‌کند به صورت مستقیم به بانک اطلاعاتی ثبت تخلفات وارد شود.

۳-۳-۳- ضوابط تشکیل بانک اطلاعاتی

الف- برای اعمال مناسب قانون، کاهش خطا، یکسان‌نگری لازم است تا پایگاهی از اطلاعات برای ثبت انواع تخلفات ایجاد گردد.

ب- اطلاعاتی که در این پایگاه استفاده می‌شود، شامل موارد زیر است:

- تعداد تخلفات سرعت در مسیر
- زمان و تاریخ وقوع تخلف
- تعداد تصادفات ناشی از تخلفات سرعت
- موقعیت وقوع تخلف سرعت
- موقعیت وقوع تصادفات ناشی از سرعت
- سرعت ۸۵ درصد مسیر
- حجم ترافیک مسیر

- پ- پایگاه ثبت تخلفات سرعت می بایست در محیط ویندوز پایهریزی شود.
- ت- این پایگاه باید قابلیت اتصال به شبکه جهانی را داشته باشد.
- ث- اطلاعات درج شده در پایگاه ثبت تخلفات باید بر اساس اطلاعات جدیدی که به صورت خودکار و یا دستی استخراج شده است، بطور دائم و در بازه‌های زمانی کوتاه به روز شود.
- ج- امکان جستجوی کلیه شاخصهای اطلاعاتی می‌بایست در پایگاه مورد نظر فراهم شود.

پیوست ۱- مدل انتخاب روش کنترل سرعت در هر مقطع

$$\text{تابع هدف} \quad \text{Max } Z^k = \sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^n (\alpha_i) b_{ij} \cdot X_{ij}^k$$

Subject to:

$$(۱) \quad \sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^n C_{ij} \cdot X_{ij}^k \leq B^k \quad \text{محدودیت بودجه}$$

$$(۲) \quad \sum_{i=1}^n p_i \cdot X_{ij}^k \leq P^k \quad J = ۱, ۲, \dots, I \quad \text{محدودیت نیروی انسانی کار آزموده}$$

$$(۳) \quad \sum_{i=1}^n m_i \cdot X_{ij}^k \leq M^k \quad J = ۱, ۲, \dots, I \quad \text{محدودیت تعداد دوربین ثابت (و یا متحرک)}$$

$$(۴) \quad X_{ij} = ۱ \text{ یا } ۰, \quad J = ۱, ۲, \dots, I \quad I = ۱, \dots, n \quad \text{محدودیت غیر منفی بودن}$$

که در این مدل:

$$\left. \begin{array}{l} ۱ = \text{اگر راهبرد } J \text{ در مقطع } I \text{ از حوزه استحفاظی پاسگاه } k \text{ اجرا شود.} \\ ۰ = \text{اگر راهبرد } J \text{ در مقطع } I \text{ از حوزه استحفاظی پلیس راه } k \text{ اجرا نشود.} \end{array} \right\} = X_{ij}^k$$

$$b_{ij} = \text{وسیله نقلیه - کیلومتر کنترل شده در مقطع } I \text{ توسط راهبرد } J.$$

$$Z^k = \text{کل وسیله نقلیه - کیلومتر کنترل شده در حوزه استحفاظی پاسگاه } k.$$

$$B^k = \text{بودجه اختصاص یافته به پاسگاه } k.$$

$$C_{ij} = \text{هزینه اجرای راهبرد } J \text{ در مقطع } I.$$

$$P^k = \text{تعداد نیروی انسانی کار آزموده در حوزه استحفاظی پاسگاه } k.$$

$$p_i = \text{تعداد نیروی انسانی به کار گرفته شده در راهبرد دوم برای مقطع } I.$$

$$M^k = \text{تعداد کل دوربین های کنترل سرعت ثابت در پاسگاه } k.$$

$$m_i = \text{تعداد دوربین ثابت (و یا متحرک) کنترل سرعت به کار گرفته شده در مقطع } I.$$

$$\alpha_i = \text{نسبت ماکزیمم تعداد تصادفات ناشی از سرعت در مقطع } I \text{ نسبت به شاخص}$$

میانگین تصادفات ناشی از سرعت.

T = تعداد راهبردها.

n = تعداد مقاطع نامزد نصب دوربین کنترل سرعت.

• الگوریتم حل مدل

در الگوریتم حل مدل مطرح شده، سه مرحله اساسی باید طی شود. سه مرحله مذکور عبارتند از:

مرحله ۱- روش اولیه کنترل سرعت در مقاطع براساس مفهوم گرادیان موثر انتخاب می‌گردد.

مرحله ۲- انتخاب روش کنترل سرعت با توجه به مازاد منابع برای مقاطعی که روشی از روش‌های موجود کنترل سرعت برای آنها انتخاب نشده است.

مرحله ۳- روش‌های کاراتر و مناسب‌تر کنترل برای جایگزینی با روشی که در

مرحله ۲ با توجه به مازاد منابع برای کنترل مقاطع انتخاب گردید، جستجو می‌شود.

برای تعیین جواب اولیه امکان‌پذیر به روش گرادیان موثر به صورت زیر

عمل می‌شود.

فرض کنید:

R = بردار سطری کل منابع مورد نیاز همه پروژه‌ها.

T_i = بردار سطری نیاز به منابع پروژه i .

بنابراین می‌توان نوشت:

$$R(i) = \sum_i T_i \quad (1)$$

و همچنین فرض کنید:

L = بردار سطری کل منابع در دسترس.

S = بردار سطری کمبود منابع.

$$S = R - L \quad (2)$$

با توجه به فرضیات صورت گرفته می‌توان نوشت:

$$P_i = r_i \cdot S \quad (۳)$$

$P_i =$ تصویر r_i روی S (S' : ترانهاد بردار سطری S)

هر چه این تصویر بزرگتر باشد، پروژه 1 در بکارگیری منابع نقش بیشتری خواهد داشت.

گرایان موثر به صورت زیر تعریف می شود:

$$E_i = \text{گرایان موثر برای پروژه 1.}$$

$$B_i = \text{منافع پروژه 1.}$$

$$E_i \triangleq \frac{b_i}{P_i} \quad (۴)$$

لازم به توضیح است که هرچه تصویر منابع مورد نیاز پروژه 1 روی بردار کمبود منابع بیشتر و منافع آن کمتر باشد، E_i کمتر خواهد بود. پروژهها براساس کاهش E_i مرتب می شوند. پروژهها با حداقل E_i حذف شده تا از این طریق محدودیت کمبود منابع جبران شود.

روش گرایان موثر جواب امکان پذیر اولیه را به گونه ای که به جواب نهایی مدل نزدیکتر است، تعیین کرده و از این رو روش مناسبی در تعیین جواب امکان پذیر اولیه محسوب می گردد.

برای فهم بهتر روش گرایان موثر به مثالی که در ضمیمه ۲ آورده شده است، توجه کنید. در این مثال اطلاعات استفاده شده فرضی می باشد.

با توجه به توضیحات فوق الذکر، روش حل مدل در قالب فرآیند زیر ارائه می شود:

مرحله ۱- تعیین جواب امکان پذیر براساس مفهوم گرایان موثر

گام (۱)- در هر مقطع 1 راهبرد 1 با بیشینه b_{ij} را برگزینید.

- بررسی کنید که محدودیت منابع نقض شده است.

○ اگر همه محدودیتها ارضا شده باشد، به گام (۱۲) بروید.

○ وگرنه به گام (۲) بروید.

گام (۲)- راهبردهای هر پروژه را بر اساس مقدار $r_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sum_{k=1}^m a_{ijk}}$ به طور کاهشی

مرتب کنید. که در رابطه مذکور:

b_{ij} = کارایی استفاده از راهبرد j در مقطع ۱.

a_{ijk} = درصد منبع k مورد نیاز برای راهبرد j در مقطع ۱.

m = تعداد منابع مورد نیاز اجرای برنامه‌های کنترل سرعت.

گام (۳)- راهبرد با r_{ij} بیشینه را برای هر مقطع برگزینید.

گام (۴)- منابع مورد نیاز راهبردهای برگزیده را برای بررسی ارضای محدودیتها

جمع کنید.

○ اگر همه محدودیتها ارضا شده باشد، به گام (۸) بروید.

○ اگر دست کم یک محدودیت ارضا نشده باشد، به گام (۵) بروید.

گام (۵)- برای راهبردهای برگزیده از مقاطع گرادیان موثر (E_i) را محاسبه کرده، و

آنها را به ترتیب افزایشی مرتب کنید و سپس به گام (۶) بروید.

گام (۶)- مقطع با کمترین مقدار گرادیان موثر را برگزینید.

- راهبرد برگزیده موجود را با بهترین راهبرد بعدی این مقطع که دارای r_{ij}

با مقدار بیشتر بعدی است، تغییر دهید.

○ اگر همه راهبردهای این مقطع بررسی شده است، به گام (۷) بروید.

○ وگرنه، مقطع با راهبرد تغییر یافته را با دیگر مقاطع با راهبردهای

پیشین در نظر گرفته و به گام (۴) بروید.

گام (۷) - این مقطع را از مجموعه مقاطع حذف کنید و به گام (۴) بروید.

مرحله ۲- افزودن دیگر پروژه‌ها

گام (۸)- اگر همه مقاطع در جواب موجودند، به گام (۱۰) بروید. وگرنه، آن مقطع

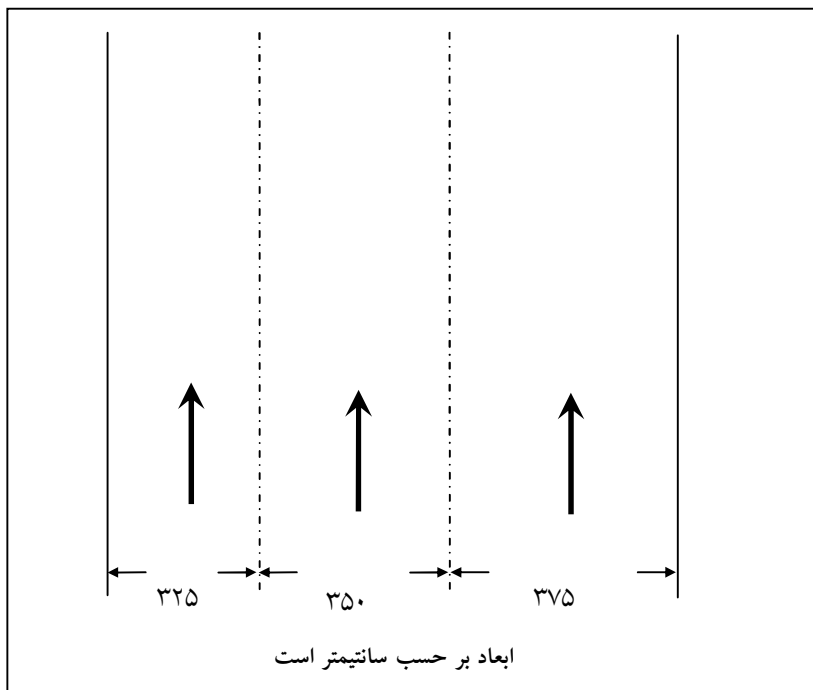
که در جواب بدست آمده وجود ندارد را با راهبرد که نسبت به مازاد منابع موجود

امکان‌پذیر است، وارد مجموعه جواب کنید.

- اگر چنین راهبرد برای هیچیک از مقاطع یاد شده وجود ندارد، به گام (۱۰) بروید.
- وگرنه به گام (۹) بروید.
- گام (۹)- راهبردهای امکان‌پذیر در مقاطع مورد نظر (مشخص شده در گام ۸) را براساس ضابطه ارائه شده در گام ۲ به ترتیب افزایشی مرتب کنید. مقطع دارای راهبرد با بیشترین رتبه را به مجموعه مقاطع جواب بازگردانید و به گام (۸) بروید.
- مرحله ۳ - جستجوی راهبردهای بهتر برای مقاطع برگزیده
- گام (۱۰)- برای هر یک از مقاطع موجود در جواب، راهبرد دیگری را بیابید که دارای کارایی (b_{ij}) بیشتری نسبت به راهبرد برگزیده جاری آن مقطع بوده و در مجموعه محدودیت‌ها می‌گنجد.
- اگر چنین راهبرد امکان‌پذیری برای دست کم یکی از این مقاطع وجود دارد، به گام (۱۱) بروید.
- وگرنه به گام (۱۲) بروید.
- گام (۱۱)- برای هر مقطعی که برای آن راهبرد امکان‌پذیر بهتری (در گام ۱۰) پیدا شده است، تفاوت کارایی راهبرد جاری و راهبرد بهتر را بیابید، و سپس راهبرد دارای بیشترین مقدار این تفاوت را به عنوان راهبرد جایگزین برای راهبرد موجود برگزینید و به گام (۱۰) بروید.
- گام (۱۲)- جواب نهایی بدست آمده است.

پیوست ۲- مدل عددی برای تعیین ابعاد لوپ

مثال: راهی با سه خط به صورت شکل زیر با عرض‌های مختلف مورد نظر است.



شکل ۱- نمایش راه با سه خط عبوری با عرضهای خط متفاوت

مراحل تعیین ابعاد لوپ‌ها با توجه به راهنمایی‌هایی که در بالا انجام گرفته است به صورت زیر خواهد بود:

الف- مجموع عرض خطوط که عرض کل راه در یک طرف می‌باشد، محاسبه می‌شود:

$$۳/۲۵+۳/۵۰+۳/۷۵=۱۰/۵۰ \quad \text{متر}$$

ب- عرض لوپ برای هر خط مساوی در نظر گرفته می‌شود. با توجه به حداقل عرض لوپ که یک متر پیشنهاد شده است، عرض لوپ‌ها یک متر در نظر گرفته می‌شود. با توجه به عرض یک متر و توصیه‌های ارائه شده، فاصله جانبی لوپ‌ها برابر ۰/۷۰ متر خواهد شد.

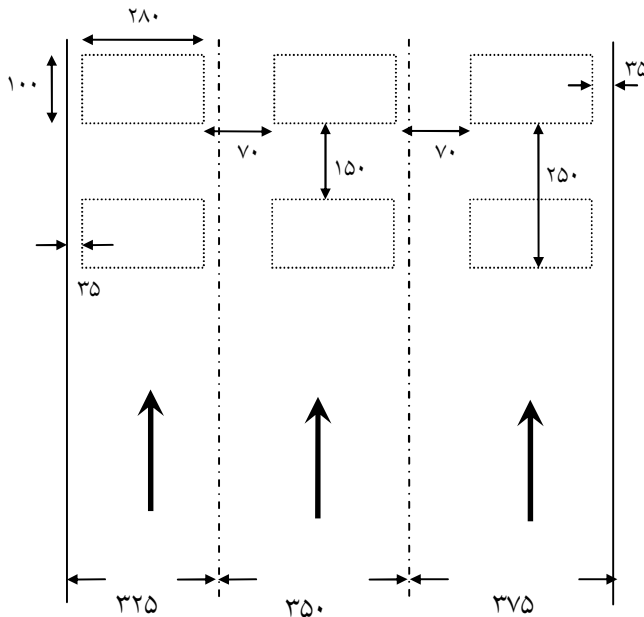
پ- طول لوپ‌ها به صورت زیر محاسبه می‌شود:

مجموع عرض خطوط	۱۰/۵۰ (متر)
۲- فاصله جانبی لوپ‌ها	۱/۴۰ (متر)
۲- فاصله لوپ‌ها از کناره راه	۰/۷۰ (متر)

مجموع طول لوپ‌ها	۸/۴۰ (متر)
تعداد خط ÷	۳

طول هر لوپ (متر) ۲/۸۰

ت- لوپ‌ها به صورت زیر باید بین خطوط نصب شوند:



ابعاد بر حسب سانتیمتر است

شکل ۲- نمایش ابعاد لوپ‌های طراحی شده با توجه به تعداد و عرض خطوط

پیوست ۳- کاربرد تعیین موقعیت دوربین‌های کنترل سرعت

کاربرگ ۱- تعیین موقعیت دوربین ثابت*

تعیین موقعیت دوربین ثابت کنترل سرعت	
شماره مقطع بر روی محور: -----	کروکی محل مورد بررسی (پشت صفحه):
کیلومتر پیشنهادی: -----	
فاصله از کناره محور	
۱- حاشیه ایمن برای نصب دوربین کنترل سرعت در کناره راه وجود دارد.	
۲- فاصله دوربین تا کنار محور بر مبنای مشخصات فنی دستگاه تامین کننده پوشش خط و یا خطوط مورد نظر می‌باشد	
موقعیت و زاویه نصب دوربین	
۱- دوربین ثابت زیر عرشه پلها و داخل تونلها استفاده نمی‌شود.	
۲- امکان نصب دوربین در ارتفاع حداقلی ۳ متری وجود دارد.	
۳- برای اندازه‌گیری سرعت بر روی پل‌ها و یا مسیرها بدون حاشیه ایمن، از نصب دروازه‌ای دوربین استفاده می‌شود.	
۴- دوربین در قوس استفاده می‌شود.	
۵- برق و تسهیلات ارتباطی در محل نصب وجود دارد.	
۶- نصب دوربین باعث ایجاد مشکلات ایمنی در مسیر و خلل عملکردی تابلوها و علائم نمی‌گردد.	
۷- موانع طبیعی از قبیل شاخ و برگ درختان، کوه و صخره، که مانع دید دوربین است، وجود ندارد.	
۸- امکان انجام عملیات تخلیه اطلاعات و تعمیر و نگهداری دوربین به صورت ایمن وجود دارد.	
۹- امکان ایجاد مشکل دید برای رانندگان در اثر فلاش دوربین وجود ندارد.	
۱۰- زاویه فرارگیری دوربین با مسیر کمتر از ۱۵ درجه می‌باشد.	
حوزه تحت پوشش	
۱- منابع انتشار و دریافت امواج در تجهیزات راداری، بر اساس قدرت موج، باید با فاصله مناسبی از اجسام ساکن کنار راه از قبیل علائم راهنمایی و رانندگی، حفاظهای کناره مسیر، موانع طبیعی و ... قرار گیرند.	
۲- از تجهیزات راداری برای کنترل سرعت وسایل نقلیه در یک جهت تردد استفاده می‌شود.	
۳- شرایط طرح هندسی راه در محل بکارگیری دوربین، حداکثر مسافت قابل اندازه‌گیری را تامین می‌کند.	

*توضیحات: در صورت تامین هر یک از موارد فوق برای محل نصب دوربین در خانه مقابل آن علامت ✓ و در غیر اینصورت علامت × استفاده شود.

کاربرد ۲- تعیین موقعیت دوربین متحرک*

تعیین موقعیت دوربین متحرک کنترل سرعت	
شماره مقطع بر روی محور: -----	کروکی محل مورد بررسی (پشت صفحه):
کیلومتر پیشنهادی: -----	
فاصله از کناره محور	
۱- حاشیه ایمن برای نصب دوربین کنترل سرعت در کناره راه وجود دارد.	
۲- فاصله دوربین تا کنار محور بر مبنای مشخصات فنی دستگاه تامین کننده پوشش خط و یا خطوط مورد نظر می‌باشد	
موقعیت و زاویه بکارگیری دوربین	
۱- دوربین متحرک در مکانهای بسته استفاده نشود.	
۲- حاشیه ایمن در حریم راه برای بکارگیری دوربین متحرک وجود دارد.	
۳- بکارگیری دوربین توسط اپراتور باعث مشکلات ایمنی در مسیر و خلل در عملکرد تابلوها و علائم نمی‌شود.	
۴- موانع طبیعی از قبیل شاخ و برگ درختان، کوه و صخره مانع دید اپراتور دوربین نمی‌شود.	
۵- زاویه قرارگیری دوربین با مسیر کمتر از ۱۵ درجه می‌باشد.	
حوزه تحت پوشش	
۱- منابع انتشار و دریافت امواج در دوربین متحرک کنترل سرعت، بر اساس قدرت موج، باید با فاصله مناسبی از اجسام ساکن کنار راه از قبیل علائم راهنمایی و رانندگی، حفاظهای کناره مسیر، موانع طبیعی و ... قرار گیرند.	
۲- شرایط طرح هندسی راه در محل بکارگیری دوربین، حداکثر مسافت قابل اندازه‌گیری را تامین می‌کند.	

* توضیحات: در صورت تامین هر یک از موارد فوق برای محل نصب دوربین در خانه مقابل آن علامت ✓ و در غیر اینصورت علامت x استفاده شود.

کاربرگ ۳- تعیین موقعیت لوپ و دوربین ثبت تصویر آن*

تعیین موقعیت لوپ برای کنترل سرعت	
شماره مقطع بر روی محور: ----- کیلومتر پیشنهادی: -----	کروکی محل مورد بررسی (پشت صفحه):
مشخصات موقعیت نصب	
۱- سرعت وسایل نقلیه بین دو نقطه مرجع تغییر زیادی نباید داشته باشد.	
ابعاد و فواصل نصب	
۱- حداقل طول مستقیم مسیر با توجه به مشخصات فنی تجهیزات برای اندازه‌گیری و کنترل سرعت تامین می‌شود.	
۲- حداقل عرض مسیر با توجه به مشخصات فنی تجهیزات برای شناسایی وسیله‌نقلیه کافی می‌باشد.	
۳- زاویه نصب لوپ با کناره راه قائمه می‌باشد.	
قرار گرفتن لوپ در روسازی	
۱- سطح روسازی از نظر نوع خرابی‌ها (انواع ترکها) برای نصب لوپ مناسب می‌باشد.	
۲- عمق تقریبی حفره‌ای که در آن سیم قرار می‌گیرد ۶۰ میلیمتر و عرض آن ۵ میلیمتر می‌باشد.	
۳- برای پر کردن حفره از مایعاتی همچون قیر داغ، سرد و یا مواد پرکننده پلاستیکی که حرارتی بیش از ۲۰۰ درجه سانتیگراد نداشته باشد، استفاده گردد.	
موقعیت و زاویه قرارگیری دوربین ثبت تصویر	
۱- دوربین ثبت تصویر در زیر عرشه پلها و داخل تونلها نصب نمی‌شود.	
۲- امکان نصب دوربین در ارتفاع حداقلی ۳ متر وجود دارد.	
۳- برای اندازه‌گیری سرعت بر روی پل‌ها، از نصب دروازه‌ای دوربین استفاده می‌شود.	
۴- برق و تسهیلات ارتباطی در محل نصب وجود دارد.	
۵- نصب دوربین باعث ایجاد مشکلات ایمنی در مسیر و خلل عملکردی تابلوها و علائم نمی‌گردد.	
۶- موانع طبیعی از قبیل شاخ و برگ درختان، کوه و صخره مانع دید دوربین نمی‌شوند.	
۷- امکان ایجاد مشکل دید، برای رانندگان در اثر فلاش دوربین وجود ندارد.	
۸- امکان انجام عملیات تخلیه اطلاعات و تعمیر و نگهداری دوربین به صورت ایمن وجود دارد.	

*توضیحات: در صورت تامین هر یک از موارد فوق برای محل نصب دوربین در خانه مقابل آن علامت ✓ و در غیر اینصورت علامت × استفاده شود.

کاربرگ ۴- نحوه اطلاع‌رسانی و رویت دوربین در مقاطع کنترل سرعت*

اطلاع‌رسانی مقاطع کنترل سرعت	
شماره مقطع بر روی محور: -----	کروکی محل مورد بررسی (پشت صفحه):
کیلومتر پیشنهادی: -----	
<p>۱- امکان نصب تابلوهای اطلاع‌رسانی به رانندگان در مورد کنترل سرعت حداقل در فاصله یک کیلومتری از محل نصب دوربین‌ها وجود دارد.</p> <p>۲- علائم اطلاع‌رسانی به صورت قائم در شانه راه و یا در میانه آن (در صورت عرض کافی راه) نصب می‌شوند.</p>	
رویت و پدیداری دوربین‌های کنترل سرعت	
<p>۱- رنگ پوشش دوربین ثابت کنترل سرعت زرد بوده و دارای قابلیت بازتابندگی مناسب می‌باشد.</p> <p>۲- حداقل فاصله دیده شدن دوربین کنترل سرعت برای رانندگان، در مقطعی که محدودیت سرعت ۶۵ کیلومتر بر ساعت و یا کمتر است، برابر ۶۰ متر بوده و در غیر اینصورت برابر با ۱۰۰ متر می‌باشد.</p> <p>۳- موقعیت قرارگیری اپراتور دوربین متحرک کنترل سرعت بنحوی که اپراتور برای رانندگان قابل رویت باشد، تعیین می‌شود.</p>	

*توضیحات: در صورت تامین هر یک از موارد فوق برای محل نصب دوربین در خانه مقابل آن علامت ✓ و در غیر اینصورت علامت × استفاده شود.

پیوست ۴- ارزیابی راهنما و ضوابط انتخاب محل نصب دوربین‌های کنترل سرعت با استفاده از مطالعات موردی در یک نمونه

۱- مقدمه

برای بررسی و ارزیابی راهنما و روش ارائه شده برای انتخاب محل نصب دوربین‌های کنترل سرعت، در این فصل مقاطع نصب و بکارگیری دوربین‌های کنترل سرعت در مطالعه موردی با توجه به راهنما تعیین می‌شوند.

برای حل مساله مفروضاتی در نظر گرفته شده است که به شرح زیر می‌باشند:

الف- دو روش کنترل سرعت برای ایمن‌سازی مقاطع بحرانی در نظر گرفته شده است. روش اول استفاده از دوربین‌های متحرک کنترل سرعت و روش دوم استفاده از دوربین‌های ثابت کنترل سرعت می‌باشد.

ب- برای ایمن‌سازی مقاطع ۵ کیلومتری، هر یک از این مقاطع بر اساس طرح هندسی مسیر به زیرمقاطع تقسیم شده‌اند که امکان نصب دوربین در آنها وجود داشته است.

پ- برای ایجاد شرایط نزدیک به واقعیت در هر مساله برنامه‌ریزی ریاضی لازم است محدودیت‌هایی که در شرایط واقعی برقرار است در مساله نیز لحاظ شوند. در این مساله برای تحقق شرایط واقعی، یکی از محدودیت‌هایی که برای حل مساله می‌توان در نظر گرفت، محدودیت بودجه می‌باشد. هدف از تعریف یک محدودیت ساده‌سازی مساله برای حل دستی آن، و علت انتخاب این نوع محدودیت، اهمیت بودجه در برنامه‌ریزی‌ها است. اساساً یکی از ویژگی‌های مدل ارائه شده، انعطاف‌پذیری در تعداد و نوع محدودیت‌ها است. از این رو هر نوع محدودیت دیگری نیز می‌توان در کنار محدودیت بودجه استفاده کرد. از آن‌جا که اطلاع خاصی برای سقف محدودیت بودجه در این مساله وجود ندارد، از این رو سقف این محدودیت ۲۰ واحد هزینه ۱ فرض شده است.

۱- منظور از واحد هزینه، هر واحد پولی از قبیل یک میلیون ریال، صد دلار و ... می‌تواند باشد.

ت- گزینه‌هایی برای تعیین روش ایمن‌سازی هر مقطع بر اساس شرایط طرح هندسی و متوسط تردد روزانه برای ارائه به مدل تعریف شده است. در این گزینه‌ها از روشهای مختلف کنترل سرعت در زیر مقاطع استفاده می‌شود.

ث- هزینه نصب و بکارگیری دوربین‌های کنترل سرعت ثابت، چهار برابر هزینه بکارگیری دوربین‌های متحرک فرض شده است.

۲- طرح مساله

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، ۷۵ کیلومتر ابتدایی محور کرج- چالوس به عنوان مسیر مورد نظر برای ارزیابی راهنما و ضوابط انتخاب محل نصب دوربین‌های کنترل سرعت انتخاب شد. آمار تصادفات این محور بر اساس اطلاعات استخراج شده از فرمهای نیروی انتظامی در جدول ۱ ارائه شده است. در این آمارها، تعداد تصادفاتی که در بازه‌های ۵ کیلومتری و در مدت ۵ سال به وقوع پیوسته، محاسبه شده و منحنی توزیع تصادفات ترسیم گردید. علت انتخاب بازه‌هایی با طول ۵ کیلومتر، فقدان ابزار مناسب برای ثبت دقیق کیلومتر وقوع تصادفات توسط نیروهای پلیس راه می‌باشد، از این رو معمولاً مقادیر با دقت ۵ کیلومتر ثبت می‌شود و برای افزایش دقت و کاهش خطای ناشی از ثبت تقریبی محل وقوع تصادف، بازه‌های ۵ کیلومتری در نظر گرفته شده است. علت استفاده از آمار تعداد تصادفات در مدت ۵ سال، کاهش خطاهایی است که بر اثر نقص احتمالی و کاستی در آمار موجود به علت عدم وجود نظام مدون ثبت اطلاعات تصادفات وجود دارد. برای محور کرج- چالوس آمار تصادفات برای سالهای ۱۳۷۸ و ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۳ موجود می‌باشد و آمار سال ۱۳۷۹ ثبت نشده است. ۱. از آنجا که تفکیک تصادفات که در فرمهای ثبت تصادفات انجام شده، دقیق و کارشناسی نمی‌باشد و از طرف دیگر سرعت به صورت مستقیم و

۱- اطلاعات تصادفات بر اساس آمار ثبت شده در دفاتر ثبت تصادفات پاسگاههای پلیس راه واقع در محور کرج - چالوس تهیه شده است. این آمار در سال ۱۳۸۴ توسط شرکت ارگ جمع‌آوری و تقسیم‌بندی شده است.

غیرمستقیم در بسیاری از تصادفات دخیل می‌باشد، بنابراین از آمار کل تصادفات برای تعیین مقاطع بحرانی استفاده شده است.

جدول ۱- آمار تصادفات در بازه‌های ۵ کیلومتری در ۵ سال برای محور کرج- چالوس (از میدان امیرکبیر تا تونل کندوان)

مجموع تصادفات	آمار تصادفات در سال ۷۸ و سالهای ۸۰ تا ۸۳					کیلومتر از مقطع	شماره مقطع
	۱۳۸۳	۱۳۸۲	۱۳۸۱	۱۳۸۰	۱۳۷۸		
۷۴۸	۱۸۷	۱۱۸	۲۰۹	۱۵۸	۷۶	۰-۵	۱
۵۴۸	۱۷۱	۱۴۱	۱۱۱	۹۱	۳۴	۵-۱۰	۲
۴۱۲	۱۱۷	۹۳	۹۷	۵۷	۴۸	۱۰-۱۵	۳
۴۰۲	۱۳۱	۱۱۷	۸۰	۵۳	۲۱	۱۵-۲۰	۴
۴۰۱	۱۱۴	۱۲۰	۸۹	۵۰	۲۸	۲۰-۲۵	۵
۶۶۱	۱۷۴	۱۸۲	۱۵۰	۹۷	۵۸	۲۵-۳۰	۶
۳۸۶	۸۹	۹۲	۷۸	۶۳	۶۴	۳۰-۳۵	۷
۳۲۰	۱۰۱	۹۹	۵۰	۵۲	۱۸	۳۵-۴۰	۸
۱۸۶	۷۱	۵۴	۳۱	۱۳	۱۷	۴۰-۴۵	۹
۱۷۰	۳۴	۶۱	۳۴	۲۶	۱۵	۴۵-۵۰	۱۰
۱۵۸	۳۷	۴۵	۲۹	۲۸	۱۹	۵۰-۵۵	۱۱
۱۶۱	۳۸	۵۲	۴۲	۲۰	۹	۵۵-۶۰	۱۲
۱۷۴	۸	۵۹	۴۶	۳۶	۲۵	۶۰-۶۵	۱۳
۱۳۳	۵۹	۳۴	۲۲	۱۵	۳	۶۵-۷۰	۱۴
۱۹۷	۴۴	۴۰	۵۹	۴۰	۱۴	۷۰-۷۵	۱۵
۵۰۵۷	۱۳۷۵	۱۳۰۷	۱۱۲۷	۷۹۹	۴۴۹	مجموع	

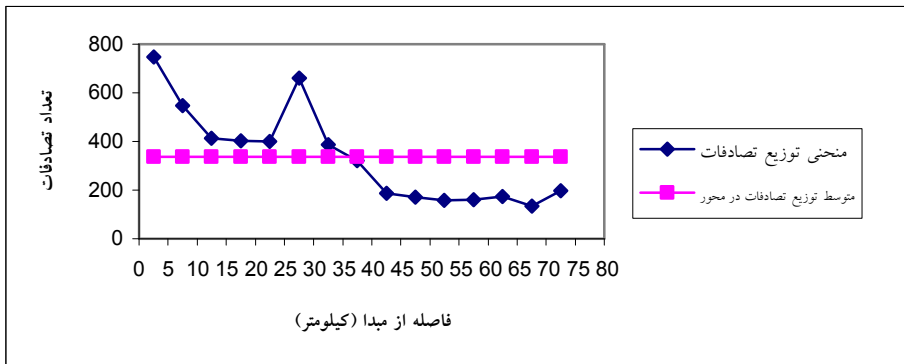
با داشتن کل تصادفات در مقاطع ۵ کیلومتری برای ۵ سال، منحنی توزیع تصادفات ترسیم می‌شود. در منحنی توزیع تصادفات محور طولی نشانگر طول مسیر و محور عرضی نمایشگر تعداد تصادفات در بازه‌های ۵ ساله می‌باشد. خط شاخصی که موازی با محور

طولها رسم شده نشان‌دهنده متوسط تعداد تصادفات در طول محور است. از آنجا که برای ایمن‌سازی محور لازم است ابتدا نقاط تصادف‌خیز ایمن گردد و نقاط تصادف‌خیز، نقاطی هستند که تعداد تصادفات در آنها از متوسط وقوع تصادفات در محور بیشتر است، بنابراین از شاخص متوسط تعداد تصادفات ۱ در محور استفاده می‌شود. این شاخص بر اساس آمار موجود و به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\text{تعداد بازه‌های } ۵ \text{ کیلومتری} \div \text{مجموع کل تصادفات} = \text{متوسط توزیع تصادفات در محور}$$

$$۵۰۵۷ \div ۱۳ = ۳۳۷/۱۳$$

مقاطع در منحنی توزیع تصادفات که در بالای خط شاخص قرار می‌گیرند، مقاطع تصادف‌خیز (بحرانی) نامیده می‌شوند. منحنی توزیع تصادفات و خط شاخص در شکل ۱ نشان داده شده است. بر اساس شکل مذکور مقاطع تصادف‌خیز و تعداد تصادفات آن‌ها در جدول ۲ ارائه شده است.



شکل ۱- منحنی توزیع تصادفات و شاخص تصادفات در ۷۵ کیلومتری ابتدایی محور کرج- چالوس

۱- استفاده از دوربینهای ثابت و متحرک در مقاطع مختلف از راه بر اساس آمار کشته‌های تصادفات است. برای نمونه در کشور انگلستان برای مقاطع ۱ کیلومتری که حداقل ۴ کشته در طی سه سال داشته است از دوربینهای ثابت و در مقطعی که حداقل ۲ کشته داشته از دوربینهای متحرک استفاده می‌کنند. در کشور ما، از آنجا که آمار تعداد کشته‌ها با محل وقوع آن، به درستی ثبت نشده از آمار تصادفات و متوسط وقوع تصادفات استفاده می‌شود. در آینده با اندازه‌گیری مناسب آمار کشته‌های تصادفات می‌توان از این آمار نیز در تعیین موقعیت دوربینهای کنترل سرعت استفاده کرد.

برای تعیین مقاطع تصادف‌خیز و نحوه کنترل سرعت در آنها، پارامترهای موثر به صورت مرحله‌ای در نظر گرفته می‌شوند. در مرحله قبل، تصادفات به عنوان یکی از پارامترهای موثر، برای تعیین مقاطع تصادف‌خیز استفاده شد. در مراحل بعدی از حجم تردد وسایل نقلیه و شرایط هندسی مسیر، به عنوان دیگر پارامترهای موثر در تعیین روش کنترل سرعت در هر مقطع، استفاده خواهد شد.

جدول ۲- مقاطع بحرانی و آمار وقوع تصادفات در آنها

شماره مقطع	کیلومتر از مقطع	آمار تصادفات در سال ۷۸ و سالهای ۸۰ تا ۸۳					مجموع تصادفات
		۱۳۷۸	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	
۱	۰-۵	۷۶	۱۵۸	۲۰۹	۱۱۸	۱۸۷	۷۴۸
۲	۵-۱۰	۳۴	۹۱	۱۱۱	۱۴۱	۱۷۱	۵۴۸
۳	۱۰-۱۵	۴۸	۵۷	۹۷	۹۳	۱۱۷	۴۱۲
۴	۱۵-۲۰	۲۱	۵۳	۸۰	۱۱۷	۱۳۱	۴۰۲
۵	۲۰-۲۵	۲۸	۵۰	۸۹	۱۲۰	۱۱۴	۴۰۱
۶	۲۵-۳۰	۵۸	۹۷	۱۵۰	۱۸۲	۱۷۴	۶۶۱
۷	۳۰-۳۵	۶۴	۶۳	۷۸	۹۲	۸۹	۳۸۶

با توجه به اینکه حجم تردد وسایل نقلیه، یکی دیگر از پارامترهای موثر در تعیین روش کنترل سرعت در مقاطع است، از این رو استفاده از آمار حجم تردد وسایل نقلیه، برای تعیین روش کنترل سرعت در مقاطع تصادف‌خیز لازم است. با توجه به بررسی‌های میدانی و برداشت‌هایی که از محور صورت گرفته است، مقاطع تصادف‌خیز را بر اساس آمار تردد در سه گروه زیر می‌توان دسته‌بندی کرد:

الف- مقاطع حد فاصل کرج و آدران، به طول تقریبی ۱۵ کیلومتر که از کیلومتر ۰+۰۰ آغاز شده و در کیلومتر ۱۵+۰۰ به پایان می‌رسد.

ب- مقاطع حد فاصل آدران تا سد امیر کبیر به طول ۱۰ کیلومتر که از کیلومتر ۱۵+۰۰ آغاز شده و در کیلومتر ۲۵+۰۰ به پایان می‌رسد.

پ- مقاطع حد فاصل سد امیرکبیر و آسارا به طول تقریبی ۱۵ کیلومتر که از کیلومتر ۲۵+۰۰ آغاز شده و در کیلومتر ۴۰+۰۰ پایان می‌پذیرد.
برای مقاطع، به تفکیکی که در بالا ذکر شد، آمار تردد به صورت متوسط تردد روزانه سواری در دو جهت حرکت در جدول ۳ بیان شده است ۱.

جدول ۳- آمار حجم تردد وسایل نقلیه در مقاطع تصادف‌خیز

حجم تردد (معادل سواری روزانه)	کیلومتراژ	ردیف
۱۲۳۴۳	۰+۰۰-۱۵+۰۰	۱
۲۴۳۳۷	۱۵+۰۰-۲۵+۰۰	۲
۹۰۲۴	۲۵+۰۰-۳۵+۰۰	۳

از آنجا که مقاطع مورد نظر برای کنترل سرعت، ۵ کیلومتر طول دارند و هیچ سیستم کنترل سرعتی قادر نیست به تنهایی طول ۵ کیلومتر را پوشش دهد، از این رو برای کنترل سرعت در هر مقطع، لازم است این مقاطع به زیر مقطع‌هایی تقسیم شوند که بتوان در آن زیر مقطع‌ها، از دوربین‌های کنترل سرعت استفاده نمود. براساس برداشتهای میدانی و فیلم‌هایی که از این محور تهیه شد و بازدیدهایی که از مقاطع تصادف‌خیز انجام گرفت، مقاطع ۵ کیلومتری بر اساس مشخصات طرح هندسی، به عنوان یکی از پارامترهای موثر در تعیین روش کنترل سرعت در هر مقطع، به تعدادی زیر مقطع تقسیم شدند. این تقسیم‌بندی بر اساس طولی از جاده صورت می‌گیرد که مسیر در آن زیر مقطع، در دید دوربین قرار گیرد. در این زیر مقطع، هیچ محدودیتی از قبیل طرح هندسی و یا عوارض موجود در کناره راه نباید مانعی برای دید دوربین باشند. با توجه به توضیحات مذکور، مشخصات زیر مقاطع در جداول ۴ تا ۱۰ ارائه شده است. لازم به ذکر است در برداشتهای و بازدیدهای

۱- آمار تردد به وسیله دستگاههای تردد شماری که توسط شرکت ارگ در این مقاطع نصب شده، تهیه گردیده است.

میدانی، مشخصات طرح هندسی و کاربری حریم راه در مقاطع تصادف‌خیز نیز برداشت شده است که در پیوست ۱ به صورت فرم‌های مشخصات طولی مسیر ارائه می‌شوند.

جدول ۴- زیر مقاطع مربوط به مقطع ۰ الی ۵ کیلومتری

۰-۵				
ردیف	بازه زمانی (دقیقه)	طول زمانی (ثانیه)	طول زیر مقطع (متر)	توضیحات
۱	۰/۲۱-۰/۳۲	۱۲	۱۸۳	
۲	۰/۳۲-۰/۴۵	۱۳	۱۹۹	
۳	۰/۴۵-۱/۰۵	۲۰	۳۰۶	
۴	۱/۰۵-۱/۱۵	۱۰	۱۵۳	
۵	۱/۱۵-۱/۳۰	۱۵	۲۲۹	
۶	۱/۳۰-۱/۳۹	۹	۱۳۸	
۷	۱/۳۹-۱/۵۴	۱۵	۲۲۹	
۸	۱/۵۴-۲/۰۲	۸	۱۲۲	
۹	۲/۰۲-۲/۱۳	۱۱	۱۶۸	
۱۰	۲/۱۳-۲/۳۰	۱۷	۲۶۰	
۱۱	۲/۳۰-۲/۴۴	۱۴	۲۱۴	
۱۲	۲/۴۴-۲/۵۵	۱۱	۱۶۸	
۱۳	۲/۵۵-۳/۰۵	۱۰	۱۵۳	
۱۴	۳/۰۵-۳/۲۵	۲۰	۳۰۶	
۱۵	۳/۲۵-۳/۳۴	۹	۱۳۸	
۱۶	۳/۳۴-۳/۴۵	۱۱	۱۶۸	
۱۷	۳/۴۵-۳/۵۲	۷	۱۰۷	
۱۸	۳/۵۲-۳/۵۹	۷	۱۰۷	
۱۹	۳/۵۹-۴/۰۸	۹	۱۳۸	
۲۰	۴/۰۸-۴/۱۶	۸	۱۲۲	
۲۱	۴/۱۶-۴/۲۳	۷	۱۰۷	
۲۲	۴/۲۳-۴/۴۷	۲۴	۳۶۷	
۲۳	۴/۴۷-۴/۵۵	۸	۱۲۲	
۲۴	۴/۵۵-۵/۰۵	۱۰	۱۵۳	
۲۵	۵/۰۵-۵/۳۲	۲۷	۴۱۳	
۲۶	۵/۳۲-۵/۴۱	۹	۱۳۸	

جدول ۵- زیر مقاطع مربوط به مقطع ۵ الی ۱۰ کیلومتری

۵-۱۰				
ردیف	بازه زمانی (دقیقه)	طول زمانی (ثانیه)	طول زیر مقطع (متر)	توضیحات
۱	۰/۰۰-۰/۱۷	۱۷	۳۳۱	
۲	۰/۱۷-۰/۳۲	۵	۹۷	
۳	۰/۳۲-۰/۴۵	۱۳	۲۵۳	
۴	۰/۴۵-۰/۵۳	۸	۱۵۶	
۵	۰/۵۳-۱/۰۶	۱۳	۲۵۳	
۶	۱/۰۶-۱/۱۷	۱۱	۲۱۴	
۷	۱/۱۷-۱/۴۳	۲۶	۵۰۶	
۸	۱/۴۳-۱/۵۷	۱۴	۲۷۲	
۹	۱/۵۷-۲/۰۸	۱۱	۲۱۴	
۱۰	۲/۰۸-۲/۱۴	۶	۱۱۷	
۱۱	۲/۱۴-۲/۲۸	۱۴	۲۷۲	
۱۲	۲/۲۸-۲/۳۴	۶	۱۱۷	
۱۳	۲/۳۴-۲/۴۰	۶	۱۱۷	
۱۴	۲/۴۰-۲/۵۳	۱۳	۲۵۳	
۱۵	۲/۵۳-۳/۰۹	۱۶	۳۱۱	
۱۶	۳/۰۹-۳/۱۷	۸	۱۵۶	
۱۷	۳/۱۷-۳/۲۸	۱۱	۲۱۴	
۱۸	۳/۲۸-۳/۳۳	۵	۹۷	
۱۹	۳/۳۳-۳/۴۲	۹	۱۷۵	
۲۰	۳/۴۲-۳/۵۸	۱۶	۳۱۱	

جدول ۶- زیر مقاطع مربوط به مقطع ۱۰ الی ۱۵ کیلومتری

۱۰-۱۵				
ردیف	بازه زمانی (دقیقه)	طول زمانی (ثانیه)	طول زیر مقطع (متر)	توضیحات
۱	۰-۰/۲۰	۲۰	۳۳۳	
۲	۰/۲۰-۰/۳۰	۱۰	۱۶۷	
۳	۰/۳۰-۰/۴۰	۱۰	۱۶۷	
۴	۰/۴۰-۰/۵۲	۱۲	۲۰۰	
۵	۰/۵۲-۱/۰۱	۹	۱۵۰	
۶	۱/۰۱-۱/۰۵	۴	۶۷	
۷	۱/۰۵-۱/۱۷	۱۲	۲۰۰	
۸	۱/۱۷-۱/۲۷	۱۰	۱۶۷	
۹	۱/۲۷-۱/۳۷	۱۰	۱۶۷	
۱۰	۱/۳۷-۱/۴۶	۹	۱۵۰	
۱۱	۱/۴۶-۲/۱۷	۳۱	۵۱۷	
۱۲	۲/۱۷-۲/۲۸	۱۱	۱۸۳	
۱۳	۲/۲۸-۲/۳۸	۱۰	۱۶۷	
۱۴	۲/۳۸-۲/۴۴	۶	۱۰۰	
۱۵	۲/۴۴-۳/۰۷	۲۳	۳۸۳	
۱۶	۳/۰۷-۳/۱۷	۱۰	۱۶۷	
۱۷	۳/۱۷-۳/۳۳	۱۶	۲۶۷	
۱۸	۳/۳۳-۳/۴۷	۱۴	۲۳۳	
۱۹	۳/۴۷-۳/۵۶	۹	۱۵۰	
۲۰	۳/۵۶-۴/۰۶	۱۰	۱۶۷	
۲۱	۴/۰۶-۴/۱۳	۷	۱۱۷	
۲۲	۴/۱۳-۴/۲۳	۱۰	۱۶۷	
۲۳	۴/۲۳-۴/۳۶	۳	۵۰	
۲۴	۴/۳۶-۴/۴۴	۸	۱۳۳	

جدول ۷- زیر مقاطع مربوط به مقطع ۱۵ الی ۲۰ کیلومتری

۱۵-۲۰				
ردیف	بازه زمانی (دقیقه)	طول زمانی (ثانیه)	طول زیر مقطع (متر)	توضیحات
۱	۰/۳۰-۰/۴۹	۱۹	۲۶۴	
۲	۰/۴۹-۱/۰۸	۱۹	۲۶۴	
۳	۱/۰۸-۱/۲۷	۱۹	۲۶۴	
۴	۱/۲۷-۱/۳۵	۸	۱۱۱	
۵	۱/۳۵-۱/۵۴	۱۹	۲۶۴	
۶	۱/۵۴-۲/۱۵	۲۱	۲۹۲	
۷	۲/۱۸-۲/۳۳	۱۵	۲۰۸	
۸	۲/۳۳-۲/۵۹	۲۶	۳۶۱	
۹	۲/۵۹-۳/۱۹	۲۰	۲۷۸	
۱۰	۳/۱۹-۳/۲۶	۷	۹۷	
۱۱	۳/۲۶-۴/۰۱	۳۵	۴۸۶	
۱۲	۴/۰۱-۴/۱۵	۱۴	۱۹۴	
۱۳	۴/۱۵-۴/۲۹	۱۴	۱۹۴	
۱۴	۴/۲۹-۴/۳۷	۸	۱۱۱	
۱۵	۴/۳۷-۴/۴۵	۸	۱۱۱	
۱۶	۴/۴۵-۴/۴۹	۴	۵۶	
۱۷	۴/۴۹-۴/۵۵	۶	۸۳	
۱۸	۴/۵۵-۵/۱۶	۲۱	۲۹۲	
۱۹	۵/۱۶-۵/۲۹	۱۳	۱۸۱	
۲۰	۵/۲۹-۵/۳۷	۸	۱۱۱	
۲۱	۵/۳۷-۵/۵۰	۱۳	۱۸۱	
۲۲	۵/۵۵-۶/۰۰	۵	۶۹	تونل
۲۳	۶/۰۰-۶/۰۹	۹	۱۲۵	
۲۴	۶/۰۹-۶/۱۹	۱۰	۱۳۹	
۲۵	۶/۱۹-۶/۳۳	۴	۵۶	

جدول ۸- زیر مقاطع مربوط به مقطع ۲۰ الی ۲۵ کیلومتری

۲۰-۲۵				
ردیف	بازه زمانی (دقیقه)	طول زمانی (ثانیه)	طول زیر مقطع (متر)	توضیحات
۱	۰-۰/۱۴	۱۴	۲۱۴	
۲	۰/۱۴-۰/۲۳	۹	۱۳۸	
۳	۰/۲۳-۰/۳۶	۱۳	۱۹۹	
۴	۰/۳۶-۱/۲۷	۵۱	۷۷۹	تونل
۵	۱/۲۷-۱/۴۱	۱۴	۲۱۴	
۶	۱/۴۱-۱/۵۱	۱۰	۱۵۳	تونل
۷	۱/۵۱-۲/۰۰	۹	۱۳۸	
۸	۲/۰۰-۲/۰۷	۷	۱۰۷	
۹	۲/۰۷-۲/۲۰	۱۳	۱۹۹	
۱۰	۲/۲۰-۲/۲۹	۹	۱۳۸	
۱۱	۲/۲۹-۲/۴۰	۱۱	۱۶۸	
۱۲	۲/۴۰-۲/۴۶	۶	۹۲	
۱۳	۲/۴۶-۲/۵۵	۹	۱۳۸	
۱۴	۲/۵۵-۳/۰۴	۹	۱۳۸	
۱۵	۳/۰۴-۳/۱۷	۱۳	۱۹۹	
۱۶	۳/۱۷-۳/۲۶	۹	۱۳۸	
۱۷	۳/۲۶-۳/۴۰	۱۴	۲۱۴	
۱۸	۳/۴۰-۳/۵۰	۱۰	۱۵۳	
۱۹	۳/۵۰-۴/۰۰	۱۰	۱۵۳	
۲۰	۴/۰۰-۴/۰۸	۸	۱۲۲	
۲۱	۴/۰۸-۴/۲۰	۱۲	۱۸۳	
۲۲	۴/۲۰-۴/۳۵	۱۵	۲۲۹	تونل
۲۳	۴/۳۵-۴/۴۲	۷	۱۰۷	
۲۴	۴/۴۲-۴/۵۳	۱۱	۱۶۸	بهمن گیر
۲۵	۴/۵۳-۵/۰۶	۱۳	۱۹۹	
۲۶	۵/۰۶-۵/۱۹	۱۳	۱۹۹	
۲۷	۵/۱۹-۵/۲۷	۸	۱۲۲	تونل

جدول ۹- زیر مقاطع مربوط به مقطع ۲۵ الی ۳۰ کیلومتری

۲۵-۳۰				
ردیف	بازه زمانی (دقیقه)	طول زمانی (ثانیه)	طول زیر مقطع (متر)	توضیحات
۱	۰ - ۱/۴۴	۱۰۴	۱۷۳۳	تونل
۲	۱/۴۴ - ۱/۵۳	۹	۱۵۰	
۳	۱/۵۳ - ۲/۰۷	۱۴	۲۳۳	
۴	۲/۰۷ - ۲/۱۹	۱۲	۲۰۰	
۵	۲/۱۹ - ۲/۲۸	۹	۱۵۰	
۶	۲/۲۸ - ۲/۳۵	۷	۱۱۷	
۷	۲/۳۵ - ۲/۴۲	۷	۱۱۷	بهمن گیر
۸	۲/۴۲ - ۲/۵۲	۱۰	۱۶۷	
۹	۲/۵۲ - ۲/۵۹	۷	۱۱۷	
۱۰	۲/۵۹ - ۳/۱۱	۱۲	۲۰۰	
۱۱	۳/۱۱ - ۳/۲۳	۱۲	۲۰۰	
۱۲	۳/۲۳ - ۳/۳۶	۱۳	۲۰۰	
۱۳	۳/۳۶ - ۳/۴۸	۱۲	۱۸۳	
۱۴	۳/۴۸ - ۳/۵۹	۱۱	۱۱۷	
۱۵	۳/۵۹ - ۴/۰۶	۷	۲۱۷	تونل
۱۶	۴/۰۶ - ۴/۱۲	۱۳	۱۱۷	
۱۷	۴/۱۲ - ۴/۱۹	۷	۱۱۷	بهمن گیر
۱۸	۴/۱۹ - ۴/۳۲	۱۳	۲۱۷	
۱۹	۴/۳۲ - ۴/۳۸	۶	۱۰۰	تونل
۲۰	۴/۳۸ - ۴/۵۸	۲۰	۳۳۳	
۲۱	۴/۵۸ - ۵/۰۶	۸	۱۳۳	

جدول ۱۰- زیر مقاطع مربوط به مقطع ۳۰ الی ۳۵ کیلومتری

۳۰-۳۵				
ردیف	بازه زمانی (دقیقه)	طول زمانی (ثانیه)	طول زیر مقطع (متر)	توضیحات
۱	۰/۰۵-۰/۲۵	۲۰	۳۳۳	
۲	۰/۲۵-۰/۴۹	۲۴	۴۰۰	
۳	۰/۴۹-۱/۳۰	۴۱	۶۸۳	
۴	۱/۳۸-۱/۴۶	۸	۱۳۳	
۵	۱/۴۶-۱/۵۶	۱۰	۱۶۷	
۶	۱/۵۶-۲/۰۴	۸	۱۳۳	
۷	۲/۰۴-۲/۱۵	۱۱	۱۶۷	
۸	۲/۱۵-۲/۲۷	۱۷	۲۰۰	
۹	۲/۲۷-۲/۳۴	۷	۱۶۷	
۱۰	۲/۳۴-۲/۴۳	۹	۱۳۳	
۱۱	۲/۴۳-۲/۵۳	۱۰	۱۶۷	
۱۲	۲/۵۳-۳/۰۵	۱۲	۲۰۰	
۱۳	۳/۰۵-۳/۱۵	۱۰	۱۶۷	
۱۴	۳/۱۵-۳/۲۳	۸	۱۳۳	
۱۵	۳/۲۳-۳/۳۳	۱۰	۱۶۷	
۱۶	۳/۳۳-۳/۵۵	۲۲	۳۶۷	
۱۷	۳/۵۵-۴/۰۴	۹	۱۵۰	
۱۸	۴/۰۴-۴/۱۱	۷	۱۱۷	
۱۹	۴/۱۱-۴/۲۹	۱۸	۳۰۰	
۲۰	۴/۲۹-۴/۴۰	۱۱	۱۸۳	

برای تعیین روش کنترل سرعت در هر یک از این زیرمقاطع، گزینه‌های مختلفی بر اساس شرایط مقاطع که در برداشت‌های میدانی ارزیابی شد، و فناوریهای مختلف برای کنترل سرعت می‌توان ارائه کرد. همانطور که اشاره شد، در این مساله استفاده از دو روش دوربین ثابت و متحرک، به عنوان دو فناوری عمومی برای کنترل سرعت مورد نظر است. همانطور که در قسمتهای پیشین اشاره شد، سه پارامتر اثرگذار شامل: تاریخچه وقوع تصادفات، حجم تردد وسایل نقلیه و طرح هندسی مسیر به صورت مرحله‌ای برای جایابی استفاده از این فناوریها در نظر گرفته شدند. در مرحله قبل، تاریخچه تصادفات در تعیین مقاطع تصادف‌خیز استفاده شد. دو پارامتر عمده اثرگذار دیگر یعنی شرایط هندسی مسیر (مانند: مسافت دید دوربین، تعداد خط و غیره) و جریان ترافیک (مانند: حجم تردد، نوع وسایل نقلیه در حال تردد و غیره) در تعیین ضرایب مدل و ضرایب تابع هدف (وسیله‌نقلیه - کیلومتر کنترل شده) تاثیر داده می‌شوند. نحوه تاثیر این پارامترهای اثرگذار بر اساس محدودیتهایی است که برای تعیین گزینه‌های کنترل سرعت در زیر مقاطع استفاده می‌شود. بطور کلی این محدودیت‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند. محدودیت (یا محدودیت‌های) نوع اول که بر تمام گزینه‌های پیشنهادی تاثیر می‌گذارد و محدودیت نوع دوم که تنها در گزینه‌ها، به صورت خاص موثرند و به آنها اصطلاحاً راهبرد گویند. محدودیت‌های نوع اول که در این مساله مورد استفاده قرار گرفته شامل موارد زیر است:

الف- فاصله بکارگیری دوربین‌ها از هم در هر مقطع: بر اساس بازدیدهای میدانی از ۷۵ کیلومتر ابتدایی محور کرج- چالوس و ارزیابی مقاطع انتخاب شده، پیشنهاد می‌شود که در هر مقطع ۵ کیلومتری، حداقل فاصله دوربین‌ها ۱/۰ کیلومتر باشد تا از تجمع دوربین‌های کنترل سرعت در نواحی خاص از هر مقطع و کنترل سرعت در زیر مقاطع متوالی جلوگیری شود.

ب- حداقل طول مقاطع برای نصب و بکارگیری تجهیزات کنترل سرعت: بر اساس شرایط خاص زیر مقاطع در این محور و یافته‌های حاصل از برداشت‌های میدانی پیشنهاد می‌شود که حداقل طول زیر مقطع برای کنترل سرعت ۱۰۰ متر باشد.

اولین راهبرد برای تعیین گزینه - در این گزینه، هدف گرداننده سیستم، یکسان‌نگاری در نصب و بکارگیری تجهیزات و دوربین‌های کنترل سرعت در مقاطع ۵ کیلومتری است، زیرا بر اساس تعاریف ارائه شده از مقاطع تصادف‌خیز، مقاطع انتخاب شده دارای وضعیت بحرانی از لحاظ وقوع تصادفات می‌باشند^۱. اساس تفکر گرداننده سیستم در این گزینه آن است که با توجه به بحرانی بودن وضعیت ایمنی در این مقاطع، تجهیزات و بودجه لازم به صورت برابر بین مقاطع تقسیم شود. برای این منظور یک دوربین ثابت و دو دوربین متحرک برای کنترل هر مقطع استفاده می‌شود. تعداد دوربین‌ها با توجه به محدودیت بودجه و یا تعداد دوربین‌های موجود انتخاب می‌شود.

دومین راهبرد برای تعیین گزینه - در این منطق، گرداننده سیستم در نظر دارد به نحوی میزان تردد جریان ترافیک را در انتخاب گزینه تأثیر دهد. لازم به ذکر است که معمولاً در راههای برون‌شهری، تغییرات حجم تردد برای راههایی که بین دو نقطه عمده جذب و تولید سفر قرار گرفته و دسترسی عمده‌ای در آنها وجود ندارد، ناچیز است. ولی با توجه به مسیر مورد مطالعه در این پروژه که دارای دسترسی‌هایی عمده در طول مسیر می‌باشد، در نظر گرفتن محدودیت حجم تردد وسایل نقلیه، ضروری به نظر می‌رسد. برای این منظور، در مقاطع بحرانی بر اساس حجم تردد رتبه‌بندی شده و مقاطعی که دارای حداکثر جریان تردد می‌باشند، از دو دوربین ثابت و در بقیه مقاطع از سه دوربین متحرک استفاده می‌شود. علت استفاده از دوربین ثابت برای مقاطع با حجم تردد بیشینه، عدم توانایی دوربین‌های متحرک در کنترل سرعت در مسیرهای با حجم تردد زیاد می‌باشد؛ زیرا این دوربین‌ها معمولاً توسط یک کاربر استفاده شده و این کاربر قادر به کنترل سرعت برای حجم‌های زیاد نیست.

۱- تعداد تصادفات در این مقاطع بیش از متوسط تعداد تصادفات در محور است، بنابراین تمام این مقاطع دارای وضعیت بحرانی هستند.

۳- تعیین ضرایب مدل انتخاب روش کنترل سرعت

بعد از انتخاب گزینه برای هر مقطع ۵ کیلومتری، بر اساس محدودیت‌های تعریف شده نوع اول و دوم، لازم است عملکرد هر گزینه در هر مقطع محاسبه شود، بدین منظور طول زیر مقطعی که کنترل می‌شود، در حجم ترافیک عبوری از آن مقطع ضرب شده و عملکرد اجرای هر گزینه در هر مقطع بر حسب هزار وسیله نقلیه-کیلومتر کنترل شده، محاسبه می‌شود. با توجه به آمار تردد که در جدول ۳ ارائه شده و طول زیرمقاطع که در جداول ۴ الی ۱۰ تعیین شده است، می‌توان معیار مذکور را برای اجرای هرگزینه در هر مقطع بدست آورد.

در مرحله بعد هزینه اجرای هر گزینه در هر مقطع محاسبه می‌شود. این هزینه مجموع هزینه بکارگیری دوربین متحرک و ثابت در هر مقطع بر اساس گزینه مورد نظر در آن مقطع می‌باشد^۱. با توجه به بررسی‌های انجام شده در خصوص قیمت تجهیزات کنترل سرعت و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری، می‌توان گفت هزینه خرید، نصب و بکارگیری دوربین‌های ثابت تقریباً ۴ برابر این هزینه در دوربین‌های متحرک است. میزان عملکرد هر گزینه و هزینه آن بر حسب هزار وسیله نقلیه-کیلومتر کنترل شده و واحد هزینه در جداول ۱۱ الی ۱۷ ارائه شده است. در این جداول مقادیر فوق‌الذکر برای اجرای هر گزینه در مقطع مورد نظر محاسبه شده است.

نکته‌ای که در این جا لازم به ذکر است، نحوه محاسبه مسافت کنترل شده توسط دوربین‌های متحرک است. از آنجا که دوربین‌های متحرک کنترل سرعت، تنها در ساعاتی از شبانه‌روز که هوا روشن باشد، استفاده می‌شوند، لذا طول کنترل شده توسط این دوربین‌ها در ضریب ۰/۵ ضرب می‌شود. به این ترتیب مسافت حاصله برای جمع شدن با مسافت کنترل شده توسط دوربین‌های ثابت که طولی از راه را به صورت دائمی کنترل می‌کنند، متعادل می‌گردد.

۱- برای نمونه اگر در مقطعی از یک دوربین ثابت و دو دوربین متحرک استفاده شود، بر اساس هزینه‌های مفروض که به نسبت ۱ به ۴ به ترتیب بین دوربین متحرک و ثابت در نظر گرفته شده است، مجموع هزینه برابر ۶ محاسبه می‌شود.

جدول ۱۱- محاسبه عملکرد دوربین‌های کنترل سرعت و هزینه استفاده از هرگزین در مقطع ۰ الی ۵ کیلومتر

گزینه‌ها			طول زیرمقطع (متر)	ردیف
راهبرد ۲	راهبرد ۱			
			۱۸۳	۱
			۱۹۹	۲
m	m *		۳۰۶	۳
			۱۵۳	۴
			۲۲۹	۵
			۱۳۸	۶
			۲۲۹	۷
			۱۲۲	۸
			۱۶۸	۹
			۲۶۰	۱۰
			۲۱۴	۱۱
			۱۶۸	۱۲
			۱۵۳	۱۳
m	m		۳۰۶	۱۴
			۱۳۸	۱۵
			۱۶۸	۱۶
			۱۰۷	۱۷
			۱۰۷	۱۸
			۱۳۸	۱۹
			۱۲۲	۲۰
			۱۰۷	۲۱
			۳۶۷	۲۲
			۱۲۲	۲۳
			۱۵۳	۲۴
m	f*		۴۱۳	۲۵
			۱۳۸	۲۶
۵۱۲/۵	۷۱۹	مسافت کنترل شده (متر)		
۶/۳۲	۸/۸۷	وسیله‌نقلیه - مسافت کنترل شده (هزار وسیله‌نقلیه-کیلومتر)		
۳	۶	هزینه (واحد هزینه)		

* m = دوربین‌های متحرک کنترل سرعت

* f = دوربین‌های ثابت کنترل سرعت

جدول ۱۲- محاسبه عملکرد دوربین‌های کنترل سرعت و هزینه استفاده از هرگزینه در مقطع ۵ الی ۱۰ کیلومتر

۵-۱۰			ردیف
گزینه‌ها		طول زیرمقطع (متر)	
راهبرد ۲	راهبرد ۱		
	m	۳۳۱	۱
		۹۷	۲
		۲۵۳	۳
		۱۵۶	۴
		۲۵۳	۵
		۲۱۴	۶
m	f	۵۰۶	۷
		۲۷۲	۸
		۲۱۴	۹
		۱۱۷	۱۰
		۲۷۲	۱۱
		۱۱۷	۱۲
		۱۱۷	۱۳
		۲۵۳	۱۴
m		۳۱۱	۱۵
		۱۵۶	۱۶
		۲۱۴	۱۷
		۹۷	۱۸
		۱۷۵	۱۹
	m	۳۱۱	۲۰
۴۰۸/۵	۸۲۷	مسافت کنترل شده (متر)	
۵/۰۴	۱۰/۲۰	وسيله نقلیه-مسافت کنترل شده (هزار وسيله نقلیه-کیلومتر)	
۲	۶	هزینه (واحد هزینه)	

جدول ۱۳- محاسبه عملکرد دوربین‌های کنترل سرعت و هزینه استفاده از هرگزینه در مقطع ۱۰ الی ۱۵ کیلومتر

۱۰-۱۵			ردیف
گزینه‌ها		طول زیرمقطع (متر)	
راهبرد ۲	راهبرد ۱		
m	m	۳۳۳	۱
		۱۶۷	۲
		۱۶۷	۳
		۲۰۰	۴
		۱۵۰	۵
		۶۷	۶
		۲۰۰	۷
		۱۶۷	۸
		۱۶۷	۹
		۱۵۰	۱۰
m	f	۵۱۷	۱۱
		۱۸۳	۱۲
		۱۶۷	۱۳
		۱۰۰	۱۴
		۳۸۳	۱۵
		۱۶۷	۱۶
		۲۶۷	۱۷
		۲۳۳	۱۸
	m	۱۵۰	۱۹
		۱۶۷	۲۰
		۱۱۷	۲۱
m		۱۶۷	۲۲
		۵۰	۲۳
		۱۳۳	۲۴
۵۰۸/۵	۷۵۸/۵	مسافت کنترل شده (متر)	
۶/۲۸	۹/۳۶	وسیله‌نقلیه - مسافت کنترل شده (هزار وسیله‌نقلیه - کیلومتر)	
۳	۶	هزینه (واحد هزینه)	

جدول ۱۴- محاسبه عملکرد دوربین‌های کنترل سرعت و هزینه استفاده از هرگزینه در مقطع ۱۵ الی ۲۰ کیلومتر

۱۵-۲۰			
گزینه‌ها		طول زیرمقطع (متر)	ردیف
راهبرد ۲	راهبرد ۱		
f		۲۶۴	۱
	m	۲۶۴	۲
		۲۶۴	۳
		۱۱۱	۴
		۲۶۴	۵
		۲۹۲	۶
		۲۰۸	۷
		۳۶۱	۸
		۲۷۸	۹
		۹۷	۱۰
f	f	۴۸۶	۱۱
		۱۹۴	۱۲
		۱۹۴	۱۳
		۱۱۱	۱۴
		۱۱۱	۱۵
		۵۶	۱۶
		۸۳	۱۷
		۲۹۲	۱۸
		۱۸۱	۱۹
		۱۱۱	۲۰
		۱۸۱	۲۱
		۶۹	۲۲
		۱۲۵	۲۳
	m	۱۳۹	۲۴
		۵۶	۲۵
۷۵۰	۶۸۷/۵	مسافت کنترل شده (متر)	
۱۸/۲۵	۱۶/۷۳	وسیله نقلیه- مسافت کنترل شده (هزار وسیله نقلیه-کیلومتر)	
۸	۶	هزینه (واحد هزینه)	

جدول ۱۵- محاسبه عملکرد دوربین‌های کنترل سرعت و هزینه استفاده از هرگزین در مقطع ۲۰ الی ۲۵ کیلومتر

۲۰-۲۵			
گزین‌ها		طول زیرمقطع (متر)	ردیف
راهبرد ۲	راهبرد ۱		
f	f	۲۱۴	۱
		۱۳۸	۲
		۱۹۹	۳
		۷۷۹	۴
		۲۱۴	۵
		۱۵۳	۶
		۱۳۸	۷
		۱۰۷	۸
		۱۹۹	۹
		۱۳۸	۱۰
	m	۱۶۸	۱۱
		۹۲	۱۲
		۱۳۸	۱۳
		۱۳۸	۱۴
		۱۹۹	۱۵
		۱۳۸	۱۶
f		۲۱۴	۱۷
		۱۵۳	۱۸
		۱۵۳	۱۹
		۱۲۲	۲۰
		۱۸۳	۲۱
		۲۲۹	۲۲
		۱۰۷	۲۳
		۱۶۸	۲۴
	m	۱۹۹	۲۵
		۱۹۹	۲۶
		۱۲۲	۲۷
۴۲۸	۳۹۷/۵	مسافت کنترل شده (متر)	
۱۰/۴۲	۹/۶۷	وسیله نقلیه-مسافت کنترل شده (هزار وسیله نقلیه-کیلومتر)	
۸	۶	هزینه (واحد هزینه)	

جدول ۱۶- محاسبه عملکرد دوربین‌های کنترل سرعت و هزینه استفاده از هرگزینه در مقطع ۲۵ الی ۳۰ کیلومتر

۲۵-۳۰			ردیف
گزینه‌ها		طول زیرمقطع (متر)	
راهبرد ۲	راهبرد ۱		
		۱۷۳۳	۱
		۱۵۰	۲
m	m	۲۳۳	۳
		۲۰۰	۴
		۱۵۰	۵
		۱۱۷	۶
		۱۱۷	۷
		۱۶۷	۸
		۱۱۷	۹
		۲۰۰	۱۰
		۲۰۰	۱۱
m	m	۲۰۰	۱۲
		۱۸۳	۱۳
		۱۱۷	۱۴
		۲۱۷	۱۵
		۱۱۷	۱۶
		۱۱۷	۱۷
		۲۱۷	۱۸
		۱۰۰	۱۹
m	f	۳۳۳	۲۰
		۱۳۳	۲۱
۳۸۳	۵۴۹/۵	مسافت کنترل شده (متر)	
۳/۴۶	۴/۹۶	وسیله نقلیه - مسافت کنترل شده (هزار وسیله نقلیه - کیلومتر)	
۳	۶	هزینه (واحد هزینه)	

جدول ۱۷- محاسبه عملکرد دوربین‌های کنترل سرعت و هزینه استفاده از هرگزینه در مقطع ۳۰ الی ۳۵ کیلومتر

۳۰-۳۵			
گزینه‌ها		طول زیرمقطع (متر)	ردیف
راهبرد ۲	راهبرد ۱		
		۳۳۳	۱
		۴۰۰	۲
m	f	۶۸۳	۳
		۱۳۳	۴
		۱۶۷	۵
		۱۳۳	۶
		۱۶۷	۷
		۲۰۰	۸
		۱۶۷	۹
m		۱۳۳	۱۰
		۱۶۷	۱۱
	m	۲۰۰	۱۲
		۱۶۷	۱۳
		۱۳۳	۱۴
		۱۶۷	۱۵
		۳۶۷	۱۶
		۱۵۰	۱۷
		۱۱۷	۱۸
m		۳۰۰	۱۹
	m	۱۸۳	۲۰
۵۵۸	۸۷۴/۵	مسافت کنترل شده (متر)	
۵/۰۳	۷/۸۹	وسیله‌نقلیه - مسافت کنترل شده (هزار وسیله‌نقلیه-کیلومتر)	
۳	۶	هزینه (واحد هزینه)	

۴- حل مسأله

فرضیاتی که در این مساله از آن استفاده شده است، به شرح زیر می‌باشد:

- مقدار بودجه ۲۰ واحد پول فرض شده و بودجه به عنوان تنها محدودیت منیع مساله لحاظ شده است.
- هزینه دوربین‌های ثابت و متحرک به ترتیب ۴ و ۱ واحد پول در نظر گرفته شده است.
- راهبرد اول و دوم بر اساس تجارب مشاور، قضاوت مهندسی و نزدیک کردن شرایط مساله به حالت واقعی ارائه شده است.
- فرض شده است که فاصله دوربین‌های در دو زیر مقطع مجاور نباید کمتر از ۱ کیلومتر بوده و در زیر مقاطع با طول کمتر از ۱۰۰ متر، از دوربین کنترل سرعت استفاده نشود.

- در این مساله نقاط اجباری برای نصب دوربین‌ها در نظر گرفته نشده است^۱.

برای شروع لازم است براساس اطلاعات و محاسباتی که در بخش‌های قبلی انجام شد، ضرایب مدل و ضرایب تابع هدف که بیان‌کننده وسیله‌نقلیه کنترل شده با اجرای هر گزینه کنترل سرعت در مقطع است و نهایتاً ضرایب محدودیت بودجه که میزان مصرف بودجه با اجرای هر گزینه در هر مقطع را نشان می‌دهند، در یک جدول واحد و در کنار هم ارائه شوند. گزینه اول، گزینه ایجاد شده بر اساس اولین راهبرد و گزینه دوم نیز گزینه‌ای بر مبنای دومین راهبرد می‌باشد. بر این اساس، جدول ۱۸ نشان‌دهنده ضرایب مدل تعیین مقاطع نصب دوربین‌های کنترل سرعت می‌باشد.

۱- برخی از مقاطع و نقاط در جاده‌ها مانند تقاطع‌ها، شبیهای تند، نقاط دور از پاسگاه‌ها و ... طبق نظر نیروهای پلیس راه، نیاز به نصب دوربین کنترل سرعت دارد که به آنها نقاط اجباری گویند.

جدول ۱۸- ضرایب ساخت مدل در مقاطع هفت‌گانه برای دو گزینه تعریف شده

مقطع / گزینه	۰-۵	۵-۱۰	۱۰-۱۵	۱۵-۲۰	۲۰-۲۵	۲۵-۳۰	۳۰-۳۵
(۱)	* ۸/۸۷	۱۰/۲۰	۹/۳۶	۱۶/۷۳	۹/۶۷	۴/۹۶	۷/۸۹
	* ۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶
(۲)	۶/۳۲	۵/۰۴	۶/۲۸	۱۸/۲۵	۱۰/۴۲	۳/۴۶	۵/۰۳
	۳	۲	۳	۸	۸	۳	۳

* منافع نصب دوربین کنترل سرعت در هر مقطع بر حسب هزار وسیله‌نقلیه-کیلومتر مسافت کنترل شده

* هزینه نصب دوربین کنترل سرعت در هر مقطع بر حسب واحد هزینه

مرحله اول - تعیین جواب اولیه به کمک روش گرادیان موثر

گام اول (انتخاب راهبرد بر اساس کارایی بیشینه)- در هر مقطع، گزینه‌ای که بیشترین کارایی و منفعت را دارا می‌باشد، برگزیده می‌شود. با توجه به این دیدگاه بردار راهبرد کنترل سرعت در هر مقطع به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$X1 = (1, 1, 1, 1, 1, 1, 1)$$

در قدم اول، به علت بیشینه بودن کارایی اجرای گزینه اول در همه مقاطع، از این گزینه برای کنترل سرعت در تمام مقاطع استفاده می‌شود. بر این اساس، همانطور که در محاسبات زیر نشان داده شده است، مجموع هزینه‌های اجرای بردار $X1$ از محدودیت بودجه بیشتر است، بنابراین $X1$ جواب امکان‌پذیر مساله نیست.

$$20 > 42 = 6+6+6+6+6+6+6 = \text{مجموع هزینه‌ها}$$

محدودیت بودجه نقض می‌شود.

گام دوم (تعیین rij) - برای گزینه j در مقطع i، مقدار r محاسبه می‌شود. مقدار r

از حاصل تقسیم کارایی در هر گزینه به درصد استفاده آن گزینه از منابع بدست می‌آید. برای نمونه و به منظور نشان دادن نحوه محاسبات، r_{11} در زیر محاسبه شده است.

$$r_{11} = \frac{8.87}{100 \cdot \left(\frac{6}{20}\right)} = 0.29$$

بنابراین مقدار r برای اجرای گزینه‌های دوگانه در هر مقطع در جدول ۱۹ ارائه شده است.

جدول ۱۹- مقادیر r در مقاطع هفت‌گانه

مقطع گزینه	۰-۵	۵-۱۰	۱۰-۱۵	۱۵-۲۰	۲۰-۲۵	۲۵-۳۰	۳۰-۳۵
(۱)	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۳۱	۰/۵۶	۰/۳۲	۰/۱۶	۰/۲۶
(۲)	۰/۴۲	۰/۵۰	۰/۴۲	۰/۴۶	۰/۲۶	۰/۲۳	۰/۳۴

گام سوم (تعیین راهبرد کنترل سرعت بر اساس (r_{ij}) - با توجه به محاسبه مقادیر r در جدول ۷-۱۹، گزینه کنترل سرعت برای هر مقطع براساس بیشینه r انتخاب می‌شود. از این رو بردار راهبردی (X_2) به صورت زیر خواهد بود.

$$X_2 = (2, 2, 2, 1, 1, 2, 2)$$

گام چهارم (کنترل محدودیت‌ها) - محدودیت مسأله در این گام باید کنترل شود. به دلیل اینکه در این مسأله محدودیت بودجه تنها محدودیت تعریف شده می‌باشد، بنابراین داریم:

$$20 < 26 = 3+2+3+6+6+3+3 = \text{مجموع هزینه‌ها}$$

بنابراین محدودیت بودجه نقض می‌شود، بنابراین بردار X_2 نیز جواب امکان‌پذیر مسأله نیست.

گام پنجم (بهبود جواب مسأله به کمک گرادیان موثر) - در این گام، برای تعیین یک جواب اولیه امکان‌پذیر، از مفهوم گرادیان موثر که در فصل پنجم به صورت کامل تشریح شد، استفاده می‌شود. بر اساس این مفهوم، نسبت کارایی استفاده از هر گزینه در هر

مقطع (منافع)، به میزان تاثیر اجرای آن گزینه در آن مقطع در کاهش منابع موثر، یعنی r.S محاسبه می‌شود. حداقل مقدار گرادیان موثر در یک مقطع، نشان‌دهنده عدم کارایی^۱ نسبی اجرای گزینه مورد نظر در آن مقطع نسبت به دیگر مقاطع بوده و بنابراین باید در صورت وجود گزینه دیگری برای کنترل سرعت در آن مقطع، آن گزینه جایگزین گزینه موجود شود. در صورتیکه گزینه‌ای وجود نداشته باشد، باید مقطع بدون گزینه کنترل سرعت در نظر گرفته شود. این فرآیند تکراری تا رسیدن به یک جواب امکان‌پذیر^۲ ادامه خواهد داشت.

در جدول ۲۰ در تکرار اول، گرادیان موثر برای راهبرد تعیین شده در گام قبل محاسبه می‌شود.

جدول ۲۰- محاسبه گرادیان موثر برای تکرار اول

گرادیان مؤثر	r.S	منافع	منابع (r)		مقطع
			بودجه	کنترل سرعت	
۰/۳۵	۱۸	۶/۳۲	۳	۲	۰-۵
۰/۴۲	۱۲	۵/۰۴	۲	۲	۵-۱۰
۰/۳۵	۱۸	۶/۲۸	۳	۲	۱۰-۱۵
۰/۴۶	۳۶	۱۶/۷۳	۶	۱	۱۵-۲۰
۰/۲۷	۳۶	۹/۶۷	۶	۱	۲۰-۲۵
۰/۱۹	۱۸	۳/۴۶	۳	۲	۲۵-۳۰
۰/۲۸	۱۸	۵/۰۳	۳	۲	۳۰-۳۵
			۲۶	منابع مورد نیاز	
			۲۰	منابع در دسترس	
			$S = 26 - 20 = 6$ کمبود منابع		

۱- مفهوم کارایی، یک مفهوم مرکب است که به معنای مفهومی میزان عملکرد بر واحد هزینه می‌باشد.

۲- منظور از جواب امکان‌پذیر، جوابی است که تمام محدودیت‌های مساله را ارضا کند.

از آنجا که اجرای گزینه ۲ در مقطع ۳۰-۲۵، دارای حداقل گرادیان موثر است، بنابراین گزینه کنترل سرعت در این مقطع، به ۱ تغییر داده شده و گرادیان موثر در تکرار دوم محاسبه می‌شود.

جدول ۲۱- محاسبه گرادیان مؤثر در تکرار دوم

مقطع	گزینه کنترل سرعت	منابع (r)		r.s	گرادیان مؤثر
		منافع	بودجه		
۰-۵	۲	۶/۳۲	۳	۲۷	۰/۲۳
۵-۱۰	۲	۵/۰۴	۲	۱۸	۰/۲۸
۱۰-۱۵	۲	۶/۲۸	۳	۲۷	۰/۲۳
۱۵-۲۰	۱	۱۶/۷۳	۶	۵۴	۰/۳۱
۲۰-۲۵	۱	۹/۶۷	۶	۵۴	۰/۱۸
۲۵-۳۰	۲	۴/۹۶	۳	۲۷	۰/۱۷
۳۰-۳۵	۲	۵/۰۳	۳	۲۷	۰/۱۹
		منابع مورد نیاز ۲۹			
		منابع در دسترس ۲۰			
		کمبود منابع $S = 29 - 20 = 9$			

در فرآیند مربوط به تکرار دوم، اجرای گزینه ۱ نیز در مقطع ۳۰-۲۵ دارای کمترین گرادیان موثر است، بنابراین در این مقطع به علت عدم وجود گزینه دیگری برای تغییر گزینه کنترل سرعت، عملیات کنترلی انجام نمی‌شود. لذا گرادیان موثر مجدداً در تکرار سوم در جدول ۷-۲۲ محاسبه می‌شود که در این مرحله گزینه‌ای برای کنترل سرعت در مقطع ۳۰-۲۵ در نظر گرفته نمی‌شود.

جدول ۲۲- محاسبه گرادیان مؤثر در تکرار سوم

گرادیان مؤثر	r.s	منافع	منابع (۲)		مقطع
			بودجه	گزینه کنترل سرعت	
۰/۷۰	۹	۶/۳۲	۳	۲	۰-۵
۰/۸۴	۶	۵/۰۴	۲	۲	۵-۱۰
۰/۷۰	۹	۶/۲۸	۳	۲	۱۰-۱۵
۰/۹۳	۱۸	۱۶/۷۳	۶	۱	۱۵-۲۰
۰/۵۴	۱۸	۹/۶۷	۶	۱	۲۰-۲۵
-	-	-	-	-	۲۵-۳۰
۰/۵۶	۹	۵/۰۳	۳	۲	۳۰-۳۵
			۲۳	منابع مورد نیاز	
			۲۰	منابع در دسترس	
			$S = 23 - 20 = 3$ کمبود منابع		

با توجه به کمینه بودن گرادیان مؤثر برای اجرای گزینه ۱ در مقطع ۲۵-۲۰، گزینه پیشنهادی در این مقطع می‌بایست به گزینه ۲ تغییر پیدا کند. از این‌رو از گزینه ۲ برای کنترل سرعت در آن مقطع استفاده می‌شود که گرادیان مؤثر برای تکرار چهارم در جدول ۲۳ و براساس این تغییر محاسبه خواهد شد.

جدول ۲۳- محاسبه گرادیان مؤثر در تکرار چهارم

گرادیان مؤثر	r.s	منافع	منابع (۲)		مقطع
			بودجه	گزینه کنترل سرعت	
۰/۴۲	۱۵	۶/۳۲	۳	۲	۰-۵
۰/۵۰	۱۰	۵/۰۴	۲	۲	۵-۱۰
۰/۴۲	۱۵	۶/۲۸	۳	۲	۱۰-۱۵
۰/۵۶	۳۰	۱۶/۷۳	۶	۱	۱۵-۲۰
۰/۲۶	۴۰	۱۰/۴۲	۸	۲	۲۰-۲۵
-	-	-	-	-	۲۵-۳۰
۰/۳۴	۱۵	۵/۰۳	۳	۲	۳۰-۳۵
			۲۵	منابع مورد نیاز	
			۲۰	منابع در دسترس	
			$S = 25 - 20 = 5$ کمبود منابع		

اجرای گزینه ۲ نیز در مقطع ۲۵-۲۰ دارای کمینه گرادیان مؤثر در مقایسه با دیگر مقاطع است و از آنجا که گزینه دیگری برای تغییر کنترل سرعت در این مقطع وجود ندارد، بنابراین این مقطع نیز بدون روش کنترلی خواهد بود. با حذف گزینه کنترل سرعت برای این مقطع، یک جواب اولیه امکان‌پذیر برای مساله به دست می‌آید. این جواب در جدول ۲۴ نشان داده شده است.

جدول ۷-۲۴- جواب اولیه امکان‌پذیر برای مساله در پایان مرحله اول

مقطع	گزینه کنترل سرعت	منابع (۲)	
		بودجه	منافع
۰-۵	۲	۳	۹/۴۹
۵-۱۰	۲	۲	۷/۵۶
۱۰-۱۵	۲	۳	۹/۴۱
۱۵-۲۰	۱	۶	۱۹/۱۸
۲۰-۲۵	-	-	-
۲۵-۳۰	-	-	-
۳۰-۳۵	۲	۳	۷/۵۵
منابع مورد نیاز		۱۷	
منابع در دسترس		۲۰	
کمبود منابع		$S=0$	

همانطور که در جدول ۷-۲۴ مشاهده می‌شود، گزینه‌هایی که برای مقاطع هفت‌گانه ارائه شده است، محدودیت بودجه را ارضا می‌کند. بنابراین در پایان مرحله اول یک جواب امکان‌پذیر که به روش گرادیان مؤثر تعیین شده است، به دست می‌آید که به صورت بردار زیر می‌باشد:

$$X3 = (2, 2, 2, 1, -, -, 2)$$

مرحله دوم - بهبود جواب اولیه با انتخاب گزینه کنترل سرعت برای مقاطع بدون گزینه کنترل سرعت بر اساس مازاد منابع

در این مرحله مقاطعی که روش کنترلی مشخصی در مرحله اول برای آنها به دست نیامده است، در صورتیکه محدودیت منابع اجازه دهد، روش کنترلی برای آنها انتخاب از آنجا که اجرای گزینه ۲ در مقطع ۳۰-۲۵، دارای حداقل گرادیان موثر است، بنابراین گزینه کنترل سرعت در این مقطع، به ۱ تغییر داده شده و گرادیان موثر در تکرار دوم محاسبه می‌شود.

مقاطعی که گزینه کنترل سرعتی در مرحله اول برای آنها تعیین نشده، شامل مقاطع ۲۵-۲۰ و ۳۰-۲۵ می‌باشد. مازاد منابعی که برای جواب اولیه مسأله (X3) در مرحله اول به دست آمده است، نیز ۳ واحد هزینه (۳=۱۷-۲۰) می‌باشد. با توجه به مازاد منابع (بودجه) و هزینه اجرای هر یک از این گزینه‌ها در مقاطع ۲۵-۲۰ و ۳۰-۲۵ که در جدول ۱۸ به تفکیک برای استفاده از یکی از دو گزینه در این دو مقطع ارائه شده، می‌توان اجرای گزینه دوم را برای مقطع ۳۰-۲۵ پیشنهاد کرد، زیرا بکارگیری گزینه‌های اول و دوم برای مقطع ۲۵-۲۰ و گزینه اول برای مقطع ۳۰-۲۵ دارای هزینه‌ای فراتر از مازاد منابع است. بنابراین جواب به دست آمده در مرحله اول به صورت زیر تغییر می‌کند:

$$X4 = (2, 2, 2, 1, -, 2, 2)$$

مرحله سوم - بهبود جواب اولیه با تغییر گزینه کنترل سرعت برای مقاطع بر اساس مازاد منابع

در واقع در این مرحله گزینه‌های کنترل سرعت در مقاطع در صورت وجود مازاد منابع کافی و به منظور افزایش کارایی عملیات کنترل سرعت، تغییر می‌کند. بر اساس جواب امکان‌پذیر به دست آمده در مرحله دوم (X4)، مازاد منابعی وجود نداشته، بنابراین نمی‌توان تغییری در گزینه‌های کنترل سرعت در مقاطع داد و جواب نهایی به صورت زیر خواهد بود.

جواب نهایی: $X_4 = (2, 2, 2, 1, -, 2, 2)$

بر این اساس و نهایتاً تعداد دوربین‌های متحرک مورد نیاز ۱۶ عدد تعداد دوربین‌های ثابت ۱ عدد بدست می‌آید. کل مسافت- وسیله‌نقلیه کنترل شده با استفاده از این روش و با این تعداد دوربین نصب شده در محل‌های انتخابی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{کل مسافت- وسیله‌نقلیه کنترل شده} = 6/32 + 5/04 + 6/28 + 16/73 + 0 + 3/46 + 5/03 = 42/86 = \text{هزار وسیله‌نقلیه-کیلومتر}$$

در پیوست ۲ فرم‌های طولی که مقاطع نصب دوربین‌های کنترل سرعت را نشان می‌دهد، با اطلاعات جمع‌آوری شده در برداشت‌های صورت گرفته از محور، ارائه می‌شود.

پیوست ۵- جداول مشخصات محور مطالعه

براساس مطالعات و برداشت‌های میدانی که به منظور بررسی و ارزیابی شرایط محور مورد مطالعه صورت گرفت، اطلاعات و مشخصاتی از محور که می‌تواند در نصب و بکارگیری تجهیزات و دوربین‌های کنترل سرعت موثر باشد، تهیه شد و به صورتی که در جداول ۱ الی ۴ مشاهده می‌شود، گزارش گردید. اطلاعات و مشخصات شامل موارد زیر است:

موقعیت بکارگیری تجهیزات کنترل سرعت: موقعیت بکارگیری تجهیزات کنترل سرعت با استفاده از هاشورهای خاص که در هر جدول راهنمای آن آورده شده، ارائه گردیده است.

وضعیت کناره محور: وضعیت و حالت کناری محور از موارد بسیار مهم برای نصب و بکارگیری تجهیزات کنترل سرعت است. وجود کوه، دره، پوشش گیاهی و کاربری، برای برنامه‌ریزی جهت استفاده از تجهیزات کنترل سرعت و هزینه‌هایی که نصب و بکارگیری این تجهیزات، به علت شرایط کناره محور، برای نصب‌کننده دارد، حائز اهمیت است. از این رو در این برداشت وضعیت کناره محور به صورت کلی مورد توجه قرار گرفته است.

جدول ۱ وضعیت کناره محور و کدهای مربوط به آن را نشان می‌دهد.

جدول ۱- وضعیت کناره محور و کد مربوط به آن

کد وضعیت	وضعیت کناره محور
۱	کوه
۲	دره
۳	پوشش گیاهی
۴	کاربری

اطلاعات کاربری: نوع کاربری که در کناره راه وجود دارد به لحاظ عملکردی در نصب و بکارگیری تجهیزات کنترل سرعت حائز اهمیت است. برای نمونه، کناره‌هایی از راه که مجهز به تاسیسات برق و تجهیزات مخابراتی باشند، برای استفاده از دوربین‌ها به صورت On-Line مناسب‌ترند و هزینه‌های بکارگیری دوربین‌ها را کاهش می‌دهند، و یا مقاطعی که به پاسگاه‌های پلیس راه نزدیک‌ترند، می‌توان از گشت‌های کنترل سرعت استفاده کرد. دیگر انواع اطلاعات از کاربری نیز، به نحوی که در دو نمونه بالا توضیح داده شد، می‌توانند موثر باشند.

جدول ۲ نشان‌دهنده کدهای کاربری به‌کار رفته در فرمهای مشخصات کاربریهای موجود در کنار محور می‌باشد.

جدول ۲- نوع کاربریهای و کد مربوط به آن

نوع کاربری	کد کاربری	نوع کاربری	کد کاربری
آبادی	۱	ایستگاه هواشناسی	۱۱
مجتمع خدماتی رفاهی	۲	مراکز تفریحی تاریخی	۱۲
پمپ بنزین	۳	خدمات فنی و تعمیرگاه	۱۳
پاسگاه پلیس	۴	مراکز درمانی و امداد	۱۴
دریاچه	۵	راهدارخانه	۱۵
رستوران	۶	تونل	۱۶
مسجد	۷	پل	۱۷
تاسیسات برق	۸	بهم‌گیر	۱۸
تاسیسات و واحدهای مخابرات	۹	مسکونی	۱۹
تاسیسات گاز	۱۰	سازمانها و مراکز دولتی	۲۰

حفاظ کناره محور: از دیگر اطلاعاتی که می‌تواند برای نصب و بکارگیری دوربین‌های کنترل سرعت موثر باشد، وجود و یا عدم وجود حفاظ‌های کناره محور است.

معمولاً در جاهایی که حفاظ وجود دارد، استفاده از گشت‌های پلیس و یا دوربین‌های متحرک، که عمدتاً به وسیله یک کاربر استفاده می‌شوند، برای کنترل سرعت، از لحاظ ایمنی مسئله ساز است.

جدول ۳ کدهای مربوط به حفاظ کناری راه ارائه شده است. در محور کرج-چالوس عمدتاً سه وضعیت مربوط به حفاظ کناری، شامل عدم وجود حفاظ، حفاظ بتنی و گاردریل، می‌توان مشاهده کرد.

جدول ۳- نوع حفاظ کناره محور و کد مربوط به آن

وضعیت حفاظ کناره محور	ندارد	بتنی	گاردریل
کد	۰	۱	۲

نوع رویه: از آنجا که بعضی از ابزارهای اندازه‌گیری سرعت در تجهیزات کنترل سرعت، از سنسورهایی که در رویه راه نصب می‌شوند، استفاده می‌کنند، از این رو دانستن نوع رویه راه نیز نقش مهمی در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی برای نصب تجهیزات تعیین شده در هر مقطع دارد. به همین دلیل وضعیت روسازی از لحاظ کیفی، مناسب یا نامناسب بودن، نیز مهم ارزیابی می‌شود.

در جدول ۴ به ترتیب کدهای مربوط به نوع رویه و وضعیت آن، که در نقشه‌ها استفاده شده، ارائه شده است.

جدول ۴- وضعیت روسازی و کد مربوط به آن

وضعیت روسازی	مناسب	نامناسب
کد	۱	۲
نوع رویه	آسفالته	خاکی
کد	۱	۲

اطلاعات دیگر: اطلاعات دیگر که هر کدام به نحوی در استفاده از تجهیزات کنترل سرعت موثر بوده، مانند: وضعیت تاسیسات راه (روشنی، پل و ...)، علامتگذاریه‌های کناره

راه و وسط مسیر (شامل: خط کشی و چشم گربه‌ای)، شرایط مسیر از لحاظ مه‌گیر بودن، ریزش سنگ و بهمن، تعداد خطوط و شیب تقریبی مقطع (بر حسب درصد)، در این جداول اشاره شده است.