Archive of SID

مقایسه و ارزیابی پیکربندی کلی چپگردها در تقاطعات غیرهمسطح به روش AHP، (مطالعه موردی: تقاطع بزرگراه امام علی (ع)- شهید زین‌الدین تهران)

محمدسعید منجم، استادیار، دانشکدهٔ مهندسی عمران، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران
میثم رازی*، دانش‌آموختهٔ کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران
میثم نعیمی، دانش‌آموختهٔ کارشناسی‌ارشد، دانشکدهٔ مهندسی راه آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

E-mail: m.razi@srbiau.ac.ir
دریافت: ۱۳۹۰/۰٤/۲۰- پذیرش: ۱۳۹۰/۰۹/۰٦

چکیده

این مقاله به مقایسه و ارزیابی پیکربندی کلی چپگردها در تقاطعات غیرهمسطح (تبادل‌ها) با توجه به معیارهای فنی، اقتصادی و معماری می‌پردازد. این سه معیار کلی، به زیرمعیارهای دیگری تقسیم می‌شوند که اجتماع آن زیرمعیارها، معیارهای کلی را تشکیل می‌دهد. در این مقاله ساختار کلی تحلیل و ارزیابی سیستم‌های چپگردها در تبادل‌ها، با استفاده از فرآیند ارزیابی مقایسه چندمعیاره (AHP) شکل گرفته است. سپس با تکیه بر مطالعه موردی تقاطع بزرگراه امام علی(ع)- شهید زین‌الدین تهران، نیازمندی‌های انجام تحلیل آماده شده تا مسئله ارزیابی چپگردها در تبادل‌ها، با تشکیل ساختار معرفی شده توسط نگارندگان مقاله، به شکل مسایل ارزیابی AHP در آید. پس از آن برای تحلیل داده‌ها به روش یاد شده، از نرم‌افزار Expert Choice استفاده شده است. اصلی‌ترین محور این مقاله و دیدگاه تازه آن، نحوه تشکیل ساختار سلسله مراتبی برای مقایسه چپگردها در تقاطعات غیر همسطح (تبدیل مسئله انتخاب چپگردها به مسئله AHP) و پس از آن حل مسئله AHP می‌باشد. این دیدگاه جدید با معرفی فرآیند کلی تصمیم‌گیری در مورد مسئله چپگردها در تقاطعات، پی‌ریزی شده و پس از آن با معرفی گزینه‌های نهایی مبتنی بر پیکربندی کلی چپگردها، نتایج ارزیابی تعیین شده و اولویت‌بندی نهایی گزینه‌ها برای یک مطالعه موردی ارایه شده است. تحلیل انجام شده روی گزینه‌های مختلف چپگردها، در مورد مطالعه موردی (تقاطع امام علی(ع)- شهید زین‌الدین) نشان داد که گزینه استفاده از الگوی رمپ‌های جهتی کامل، گزینه بهتری نسبت به گزینه‌های رمپ نیمه جهتی و پس از آن گزینه گردراهه می‌باشد. مطالعه روی برخی مثال‌های دیگر نیز نشان می‌دهد که به طور کلی، به جز در مواردی که ترافیک زیادی روی رابط‌ها وجود نداشته باشد و بحث هزینه‌های اولیه احداث تقاطع خیلی پر رنگ نباشد، طرح‌های جهتی و نیمه جهتی، معمولاً شرایط بهتری از نظر همه پارامترهای تأثیرگذار دارند.

واژه‌های کلیدی: تبادل، رابط چپگرد، معیارها، پیکربندی، AHP

۱- مقدمه

منظور از ایجاد تقاطع‌ها و یا انشعابات، ایجاد سطوحی در محل تقاطع دو راه می‌باشد، که وسایل نقلیه بتوانند با استفاده از این سطوح، در جهات مختلف و بدون برخورد با وسایل نقلیه دیگر حرکت کنند. محل تلاقی همسطح دو یا چند محور راه که بخش مهمی از شبکه معابر را تشکیل می‌دهد، تقاطع همسطح می‌گویند و مجموعه مسیرهایی که در آنها عبورهای اصلی بدون تقاطع و رابط‌ها با زاویه کم و گاهی با تقاطع همسطح از مسیری خارج و یا به مسیری می‌پیوندد، تبادل یا تقاطع غیرهمسطح می‌گویند. احداث تقاطع با ترازهای مختلف، بهترین و در عین حال گران‌ترین راه حل برای عبور ترافیک در جهات متقاطع است. به

* نویسنده مسئول

www.SID.ir

Archive of SID

علت افزایش ترافیک در محل تلاقی راه‌ها و به‌وجود آمدن سوانح رانندگی و همچنین اتلاف وقت رانندگان در این محل‌ها، احداث تبادل‌ها در محل تلاقی راه‌ها و خیابان‌ها ضروری است.

هدف اصلی این تحقیق، مطالعه در مورد تعیین نوع سیستم گردش به چپ در تقاطع‌های غیرهمسطح می‌باشد. از آنجا که امروزه به‌خصوص در شهرهای بزرگ، ساخت تبادل‌های غیرهمسطح رواج یافته و هزینه‌های احداث آنها بسیار بالا می‌باشد، بنابراین ضروری است با شناخت عوامل تأثیرگذار همچون مسایل فنی، اقتصادی، آسایش سرنشین، زیبایی و ... و همچنین ارزیابی میزان اهمیت هر یک از عوامل، مناسب‌ترین نوع سیستم گردش به چپ در تبادل انتخاب گردد. طبیعی است که همیشه ارزان‌ترین گزینه، بهترین گزینه نیست و باید با در نظر گرفتن تمامی پارامترها، مناسب‌ترین گزینه انتخاب شود (آیین‌نامه طرح هندسی راه‌ها).

محور موضوعی تحقیق حاضر به نوعی به مبحث مهندسی ارزش در تبادل‌ها، به عنوان یکی از زیرساخت‌های حمل و نقل باز می‌گردد و یافته‌های حاصل از این تحقیق، می‌تواند مورد استفاده شرکت‌های مهندسان مشاور و طراح تبادل‌ها، سازمان‌های حمل و نقل و شهرداری‌ها، پیمانکاران و مجریان پروژه‌های تقاطع قرار گیرد. همچنین نتایج به‌دست آمده از مقاله، برای تکمیل آیین‌نامه‌های طراحی موجود، قابل استفاده می‌باشد. این نتایج شامل معرفی فرایند جدیدی برای مقایسه چپگردها و ارزیابی‌های انجام شده روی یک مطالعه موردی است که منجر به ارایه توصیه‌های فنی می‌شود.

رواج ساخت تبادل‌ها، هزینه‌های احداث بالا و لزوم بهینه کردن هر چه بیشتر طرح‌های عمرانی، باعث شده است تا امروزه کارشناسان، توجه زیادی به مباحث مهندسی ارزش در طرح‌ها داشته باشند. شکل هندسی رابط‌های مورد استفاده در تبادل‌ها، تأثیر زیادی بر عملکرد تقاطع داشته و لزوم استفاده از طرح مناسب و بهینه برای رابط‌ها و پیکربندی صحیح آنها، موضوع مهمی است که محور نگارش مقاله حاضر می‌باشد.

در این مقاله، سعی بر آن است تا با ارایه روش مطلوب تصمیم‌گیری چند معیاره (AHP)، اخذ تصمیم مناسب برای انتخاب بهترین گزینه پیکربندی تقاطع‌های غیرهمسطح در بزرگراه‌های شهری آسان گردد.

منظور از پیکربندی چپگردها، حالت‌های مختلف و محتمل برای استفاده از انواع رابط‌های چپگرد در تقاطع غیرهمسطح می‌باشد که در ادامه توضیح داده می‌شود. در این مقاله پس از تعیین عوامل مؤثر بر تصمیم‌گیری، برای تعدادی از پارامترها، مقادیر کمی به دست می‌آید و برای برخی دیگر از پارامترها، با نظرسنجی از افراد متخصص در مورد پارامترهای کیفی، وزن‌دهی صورت می‌گیرد. پس از آن، تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice انجام می‌شود. همچنین در ادامه، به منظور اعتباردهی این روش به مطالعه موردی یکی از تقاطعات غیرهمسطح شهر تهران پرداخته خواهد شد.

۲- پیشینه تحقیق

مبانی نظری، تاریخچه و سوابق مطالعاتی مرتبط با این مقاله نشان می‌دهد که تاکنون محققان مختلفی روی موضوع عملکرد و مشخصات تقاطعات غیرهمسطح فعالیت داشته‌اند. همچنین برخی از تحقیقات قبلی ضمن معرفی مدل‌ها و تحلیل‌های گوناگون، وارد موضوعات مقایسه و ارزیابی انواع تقاطعات غیرهمسطح نیز شده‌اند. خلاصه‌ای از یافته‌های محققان قبلی در رابطه با موضوع مقاله حاضر، در جدول (۱) نشان داده شده است.

با توجه به مندرجات جدول (۱) و ارزیابی انجام شده روی منابع قبلی، مشخص می‌شود که هرچند تاکنون بررسی‌های مختلفی روی انواع گزینه‌های ممکن برای احداث تبادل‌ها، توسط محققان مختلف انجام گردیده است، اما مطالعات قبلی، کمتر بر موضوع چپگردها متمرکز شده‌اند. همچنین اکثر یافته‌های قبلی، حاصل از انجام آنالیزهای نظری یا تجربی روی برخی از عوامل، تأثیرگذار می‌باشد و مقایسه همه عوامل با هم، کمتر مورد توجه بوده است. با توجه به نبود مطالعه و تحقیق کافی در منابع موجود، زمینه شکل‌گیری این تحقیق ایجاد شده است. لازم به ذکر است که در این تحقیق، بر روی یک پارامتر خاص (به عنوان مثال پارامتر ظرفیت تقاطع) تمرکز نمی‌شود و در این موارد به یافته‌های سایر محققان یا نکات آیین‌نامه‌ای استناد می‌گردد.

۳- اجزای تقاطعات

تقاطعات غیرهمسطح، دارای اجزای مختلفی هستند که هر یک از این اجزا، عملکردهای مختلفی را برای سیستم تقاطع فراهم

www.SID.ir

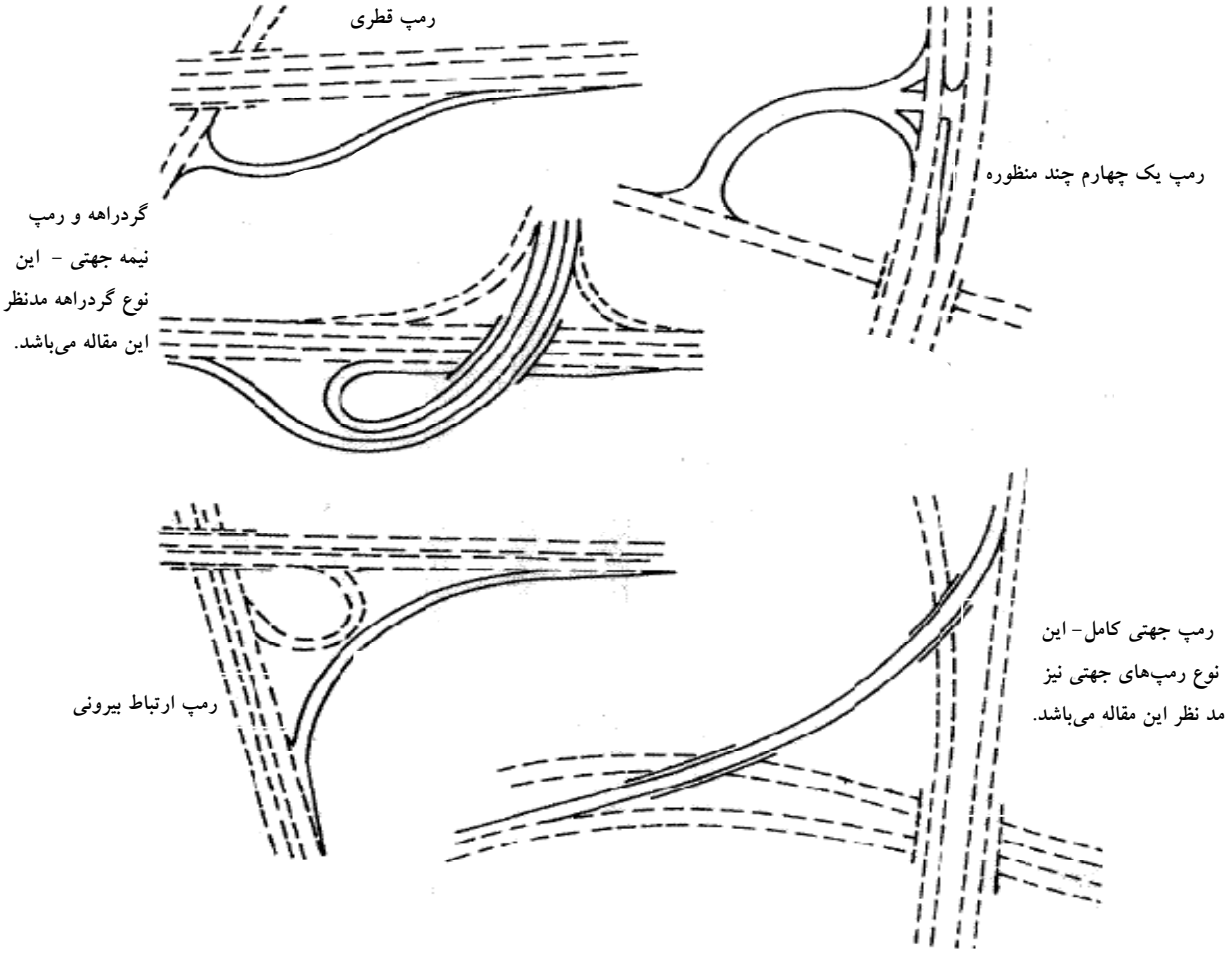
Archive of SID

می‌کنند. مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده تبادل‌ها، رابطها هستند. انواع رابطهای به‌کار رفته در طراحی یک تقاطع غیرهمسطح عبارتند از:

- شیب‌راهه راستگرد: (Ramp) شیب‌راهه راستگرد، به مسیر کوتاهی گفته می‌شود که خط اصلی بزرگراه و یا آزادراه را به مسیر دیگری که می‌تواند یک بزرگراه، راه اصلی یا فرعی و یا یک جاده محلی باشد، مرتبط می‌سازد. چون این مسیر به سمت راست گردش می‌کند، به آن راستگرد می‌گویند.
- شیب‌راهه حلقوی (گردراهه): (Loop) شیب‌راهه حلقوی، مسیر کوتاهی است که به‌صورت گردش ۳۶۰ درجه در یک ربع تقاطع غیرهمسطح، ارتباط میان دو مسیر را برقرار می‌کند. به این دلیل که ارتباط راننده با مسیر چپ به این وسیله برقرار شده و یا به نوعی حرکت به سمت چپ را در تقاطع امکان‌پذیر می‌کند، در برخی از متون به آن چپگرد نیز گفته می‌شود. در شکل زیر، نمونه‌ای از یک شیب‌راهه حلقوی، در یک تقاطع غیرهمسطح دیده می شود.

رابط یکسره (مستقیم): (Directional) رابط مستقیم، سواره رویی است که از مسیر سفر از پیش تعیین شده، انحراف زیادی ندارد. اتصالات مستقیم (یکسره) و نیمه مستقیم (نیمه یکسره) برای حرکات گردشی مهم، به‌منظور کاهش مسافت سفر، افزایش سرعت و ظرفیت، حذف حرکات تداخلی (ضربدری، همگذری) و جلوگیری از خارج شدن از مسیر در حین رانندگی در حلقه، مورد استفاده قرار می‌گیرند (آیین‌نامه طرح هندسی راه‌ها).

در ادامه، شکل (۱) نشان‌دهنده انواع رابطها در تقاطعات غیرهمسطح می‌باشد.



شکل ۱. انواع رابطها در تقاطعات غیرهمسطح (AASHTO, 2004)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. پیشینه مطالعاتی تحقیق

عنوان تحقیق- مرجع	زمینه تحقیقات گذشته	مدل ارایه شده در تحقیق	کمبود و ضرورت شکل‌گیری مقاله حاضر
ارزیابی فنی و اقتصادی ضرورت ساخت انواع تقاطعات غیرهمسطح در بزرگراه‌ها (شاکری، محمد، ۱۳۸۸).	– استفاده از معیارهای فنی- اقتصادی در ارزیابی. – پیاده‌سازی روش پیشنهادی بر روی چند مطالعه موردی. – تمرکز بر انواع مختلف تبادل‌ها (شاکری، محمد، ۱۳۸۸).	– استفاده از مدل AHP برای ارزیابی. – مقایسه انواع مختلف تقاطعات غیر همسطح (شاکری، محمد، ۱۳۸۸).	– مطالعه نکردن روی مسئله چیگردها. – استفاده نکردن از یافته‌های علمی در مقایسه‌ها و انجام مقایسه‌های کیفی (شاکری، محمد، ۱۳۸۸).
گسترش متدولوژی ارزیابی تقاطع‌های غیرهمسطح (لوپ‌ها و جهت‌دهنده‌ها)، (هادیان، مهدی ۱۳۸۷).	– معرفی معیارهای مهم برای ارزیابی نوع سیستم چیگرد. – بررسی چند تقاطع به‌عنوان مطالعه موردی. – تمرکز بر پارامتر فنی (هادیان، مهدی ۱۳۸۷).	– برخی فرمول‌ها و آنالیزهای آماری در ارزیابی‌ها مشاهده می‌شود. – از مدل خاصی برای مقایسه استفاده نشده است.	– تنها معیارهای مورد نظر به‌صورت کمی و کیفی با هم مقایسه شده است. – تأثیر همه عوامل مؤثر مطالعه نشده‌است (هادیان، مهدی ۱۳۸۷).
انتخاب طرح هندسی بهینه تقاطع با مدل‌های کامپیوتری، (شاهی و اخباری ۱۳۸۸).	– استفاده از معیارهای کمی برای سنجش و انتخاب شکل بهینه تقاطعات. – تمرکز بر پارامترهای ترافیکی. – معیارهای اصلی مقایسه: حجم ترافیک، کل زمان سفر، زمان تأخیر و میزان مصرف سوخت (شاهی و اخباری ۱۳۸۸).	– استفاده از نرم‌افزار Getram برای تحلیل پارامترهای ترافیکی و ارزیابی تقاطعات. – آنالیز ترافیکی تقاطعات – مدل‌ها اغلب به‌صورت تئوری هستند (شاهی و اخباری ۱۳۸۸).	– عدم مطالعه معیارهای اقتصادی – عدم تمرکز بر مسئله چیگردها – توجه ویژه به معیارهای ترافیکی و نحوه مدل‌سازی ترافیکی رابط‌های موجود در تقاطع (شاهی و اخباری ۱۳۸۸).
تحقیقات مبتنی بر الزامات و معیارهای آیین‌نامه‌ها و مقایسه آلترناتیوها (Leisch, Joef P., 2007) و (Stout, Tom, 2008)	– ذکر مسایل آیین‌نامه‌ای و جنبه‌های طراحی اجزای تقاطعات. – استناد به آیین‌نامه‌های طراحی موجود. – (Leisch, Joef P., 2007) و (Stout, Tom , 2008)	– عدم ارایه مدل خاص برای مقایسه تقاطعات غیر همسطح . – بررسی کیفی موضوعات. – (Leisch, Joef P., 2007) و (Stout, Tom , 2008)	– بررسی موضوع تبادل‌ها به صورت کلی. – عدم مطالعه روی چیگردها. – مطالعه روی یک تقاطع موردی خاص (Leisch, Joef P., 2007) و (Stout, Tom, 2008).
تحقیقات بر روش‌های افزایش ظرفیت تقاطعات (Stanek, David, 2009)	– معرفی مدل‌های ترافیکی پیچیده به صورت تئوری. – بررسی روش‌های افزایش ظرفیت و میزان تأثیر (Stanek, David, 2009)	– استفاده از مدل‌های تئوری ابتکاری. – مدل‌های مبتنی بر بهینه‌سازی (Stanek, David, 2009)	– عدم جامعیت در مورد معیارهای تأثیرگذار بر طراحی تقاطع. – انجام آنالیزهای صرفاً ترافیکی (Stanek, David, 2009)
تحقیقات مبتنی بر جمع‌آوری تجربیات استفاده از طرح‌های مختلف تبادل‌ها (Fletcher, Kelly (et al.) 2008 (Praveen K., Edara (et al.) 2008)	نمونه‌هایی از طرح‌های مختلف تبادل‌ها معرفی شده است و با توجه به اطلاعات آماری تصادفات، تأخیرها و ... طرح‌ها با هم مقایسه شده‌اند. (Fletcher, Kelly (et al.) 2008) (Praveen K., Edara (et al.) 2008).	– عدم استفاده از مدل تحلیلی خاص. – جمع‌آوری و مقایسه کمی و کیفی. (Fletcher, Kelly (et al.) 2008) (Praveen K., Edara (et al.) 2008)	– عدم تمرکز بر چیگردها. – لحاظ نکردن همه معیارها. (Fletcher, Kelly (et al.), 2008) (Praveen K., Edara (et al.), 2008)

٤- تصمیم‌گیری چند معیاره

تصمیم‌گیری عبارت از انتخاب بهترین راه حل از بین گزینه های موجود می‌باشد و فرآیندی را تشریح می‌کند که از طریق آن راه‌حل مسئله معینی انتخاب می‌شود. روش تصمیم‌گیری چندمعیاره، مبتنی بر فرآیندی است که به آن فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یا به طور خلاصه روش AHP (Analytical Hierarchy Process) می‌گویند.

این روش یکی از تکنیک‌های مؤثر و پراستفاده جهت تصمیم‌گیری بوده و براساس مفهوم مقایسه‌های زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به تصمیم‌گیران

www.SID.ir

Archive of SID

می‌دهد. رفع پیچیدگی معیارهای تأثیرگذار بر هدف اصلی، تعادل مناسب بین اجزای سیستم و تلفیق اطلاعات مربوط به معیارهای جزء، از دلایل انتخاب این روش برای تصمیم‌گیری در این تحقیق می‌باشد. (Saaty, Thomas L., 2001) و (اصغرپور، محمدجواد، ۱۳۷۷).

در این مقاله برای مقایسه و ارزیابی انواع چپگردهای مورد استفاده در تبادل‌ها از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شده است. در این راستا پس از تشخیص معیارهای اصلی، زیرمعیارهای آنها به‌دست آمده است و پس از آن، میزان اهمیت و وزن‌های مربوط به هر یک تعیین شده است. در مرحله بعد با تکیه بر برخی مطالعات موردی، کلیه نیازمندی‌های تحلیل AHP ارایه شده و پس از تشریح فرآیند تحلیلی مورد نظر، مسئله ارزیابی چپگردها در تبادل‌ها تحلیل شده است.

دیاگرام کلی مدل معرفی شده در این تحقیق، برای ارزیابی چپگردها به صورت شکل ۲ قابل ترسیم است.

٤-١- معیارهای مقایسه چپگردها در تبادل‌ها

در این تحقیق، مهم‌ترین عوامل مقایسه چپگردها به سه دسته کلی تقسیم شده است که شکل ۳، نشان‌دهنده معیارهای اصلی و زیرمعیارهای آنها می‌باشد.

نحوه ارزیابی معیارهای مختلف در بخش‌های بعد، ضمن معرفی مطالعه موردی تشریح شده است.

٤-٢- تشکیل ساختار سلسله مراتبی تصمیم‌گیری

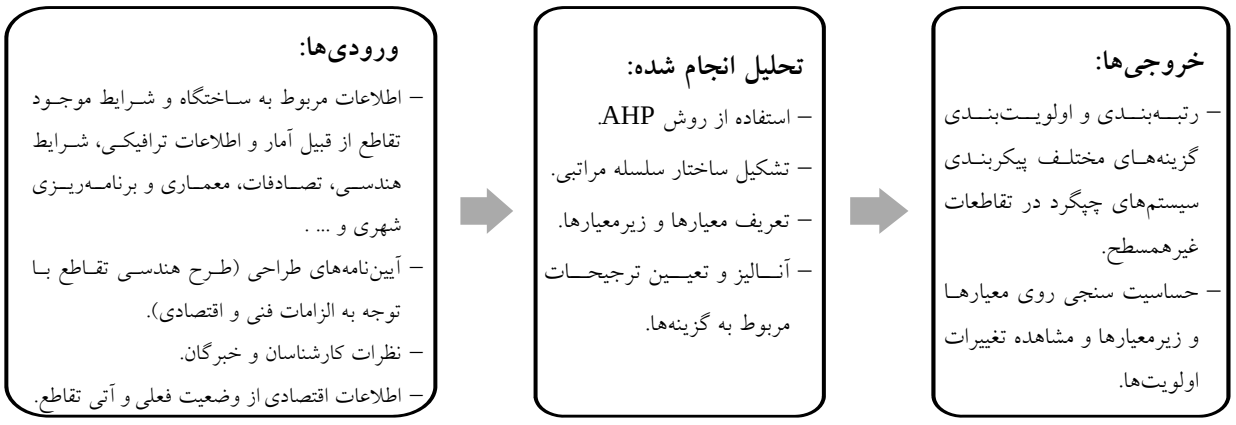
ساختار سلسله مراتبی مد نظر این تحقیق، برای ارزیابی‌گزینه‌های ممکن پیکربندی چپگردها، شامل مراحل و سطوح مختلفی است که نمودار آن در شکل ٤ نشان داده شده است.

٤-٣- تعریف و تعیین مقادیر کمّی برای عوامل تصمیم‌گیری

تعیین مقادیر کمّی برای معیارهای تصمیم‌گیری به دو صورت انجام می‌گیرد. در این مقاله، برای برخی عوامل مؤثر مانند سرعت، حجم ترافیک، مشخصات هندسی و ...، معیارها به صورت کمّی قابل اندازه‌گیری هستند. در مورد این پارامترها برای هر مطالعه موردی، مقادیر مختلفی اندازه‌گیری می‌شود. برخی عوامل دیگر مانند زیبایی، شرایط زیست‌محیطی و ... به صورت کمّی قابل ارزیابی نیستند. بنابراین، در مورد این پارامترها از روش نظرسنجی و تبدیل ترجیحات کیفی به مقادیر کمّی استفاده شده است. روش محاسبه و اولویت‌بندی گزینه‌ها با توجه به معیارها در مطالعه موردی توضیح داده شده است. برای مشاهده نحوه محاسبه هر یک از پارامترهای یاد شده، به بخش (۵-۳) مراجعه شود. کارشناسان و خبرگان استفاده شده در نظرسنجی‌ها، از شرکت‌های زیر انتخاب شده‌اند:

- کارشناسان شهرداری تهران؛
- دانشگاهیان (اساتید و دانشجویان)؛
- مهندسان مشاور هگزا، هراز راه و گسترش راه و ابنیه شرق؛
- پیمانکار پروژه‌های عمرانی شرکت رهگان.

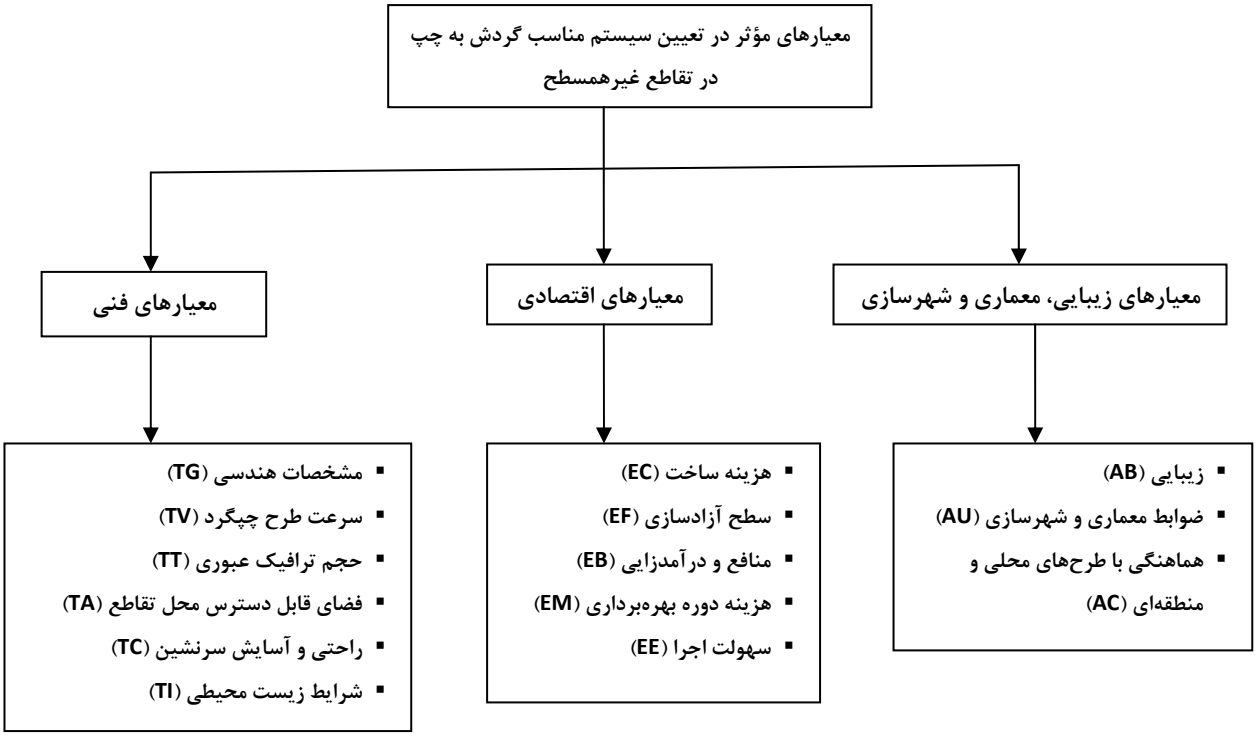
شکل ۵، ارایه‌دهنده الگوریتم پیشنهادی روش AHP در این مقاله، برای ارزیابی انواع رابط‌های چپگرد در تقاطعات غیرهمسطح می‌باشد.



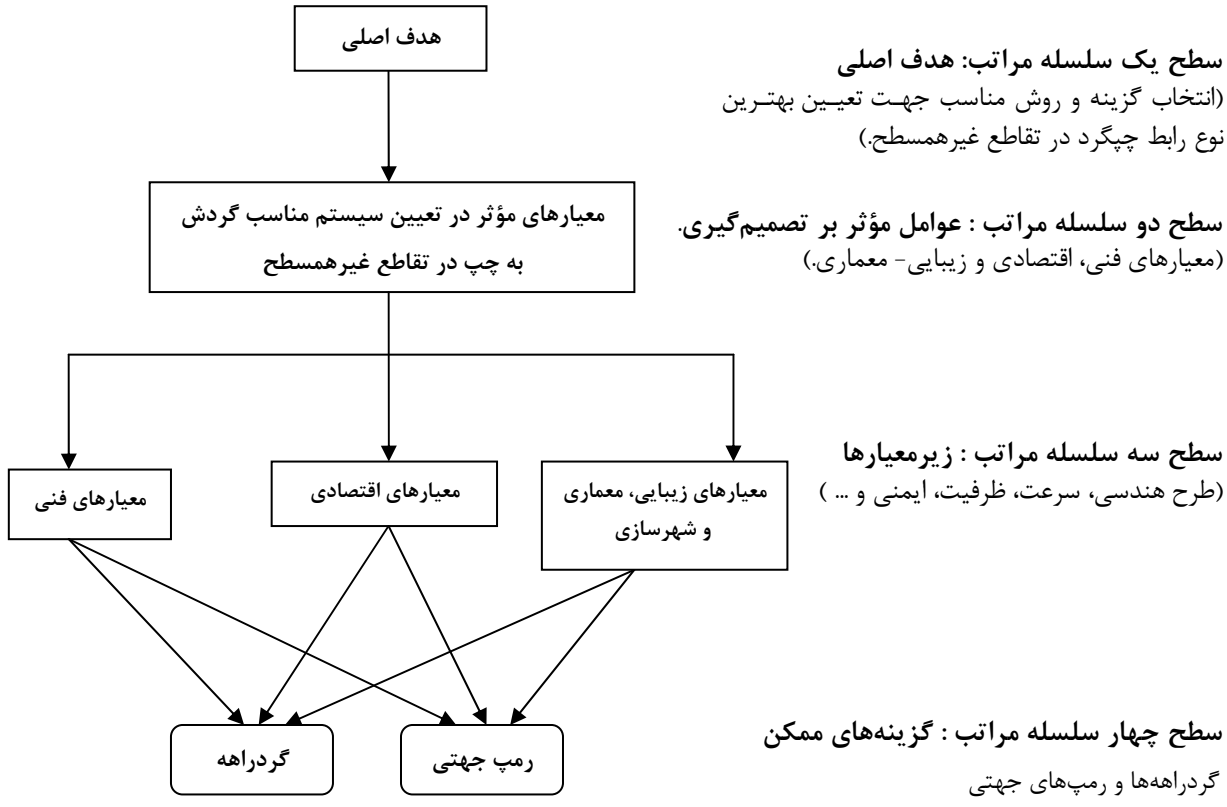
شکل ۲. دیاگرام کلی مدل معرفی شده در این تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. عوامل مهم در تعیین سیستم چپگرد برای تقاطعات غیرهمسطح



سطح یک سلسله مراتب: هدف اصلی
(انتخاب گزینه و روش مناسب جهت تعیین بهترین نوع رابط چپگرد در تقاطع غیرهمسطح.)

سطح دو سلسله مراتب : عوامل مؤثر بر تصمیم‌گیری.
(معیارهای فنی، اقتصادی و زیبایی- معماری.)

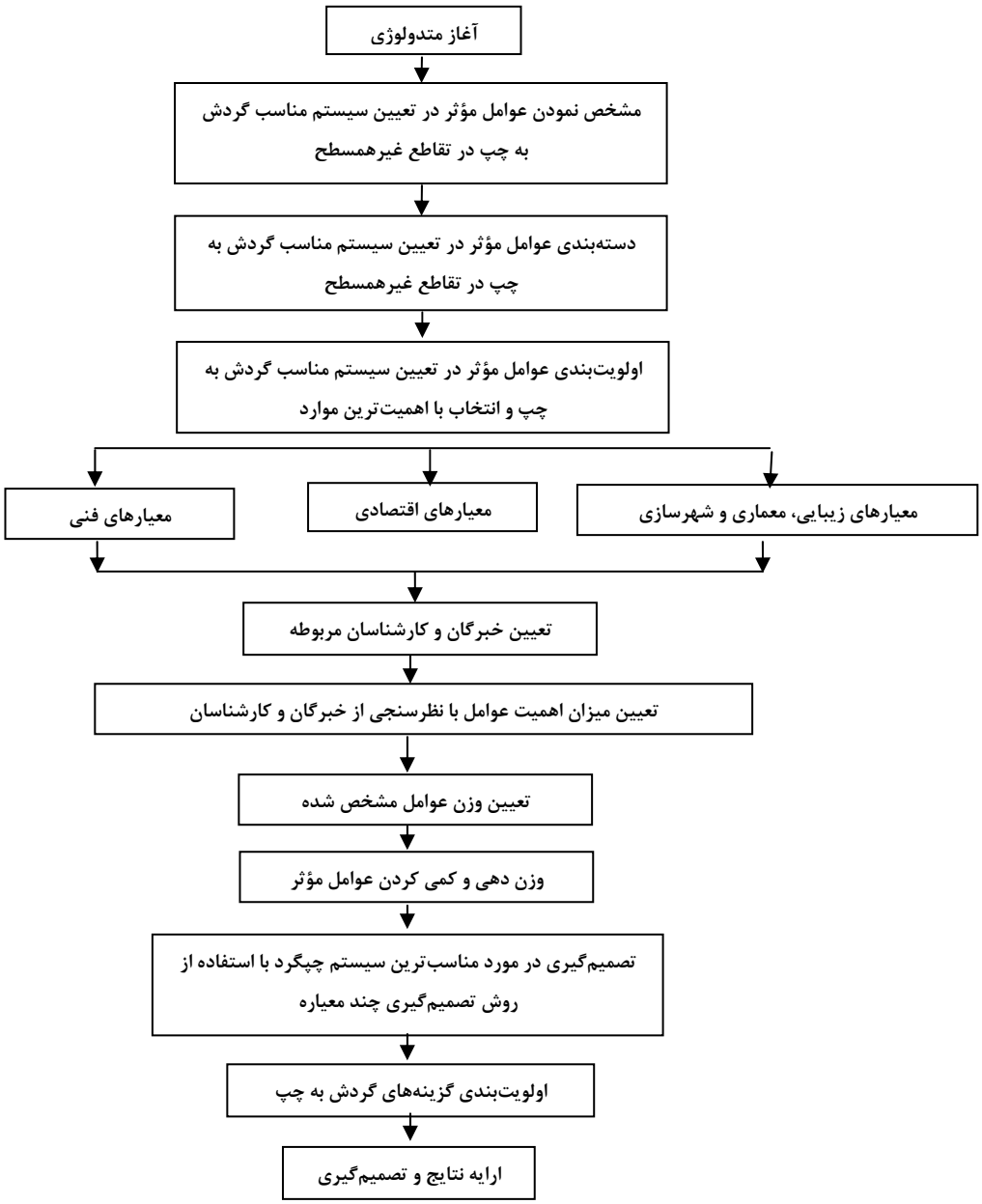
سطح سه سلسله مراتب : زیرمعیارها
(طرح هندسی، سرعت، ظرفیت، ایمنی و ...)

سطح چهار سلسله مراتب : گزینه‌های ممکن
گردراهه‌ها و رمپ‌های جهتی

شکل ٤. ساختار سلسله مراتبی مد نظر تحقیق برای ارزیابی گزینه‌های ممکن پیکربندی چپگردها

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. الگوریتم روش AHP برای ارزیابی مقاله

۵- مطالعه موردی: تقاطع بزرگراه امام علی (ع) و بزرگراه شهید زین‌الدین (بخش شرقی بزرگراه همت)

روش ارزیابی AHP باید برای موارد و مثال‌های عینی استفاده گردد تا کاربرد آن به‌صورت مشاهده‌ای مورد مطالعه قرار گیرد. (تشکیل ساختار سلسله مراتبی و ارزیابی روی گزینه‌ها باید برای هر تقاطع به‌صورت خاص ملاک عمل قرار گیرد). در این بخش برای انجام فرآیند ارزیابی معرفی شده، یک مطالعه موردی از بین تقاطعات غیرهمسطح شهر تهران انتخاب شده و مورد استفاده قرار گرفته که نتایج آن در ادامه ارایه شده است.

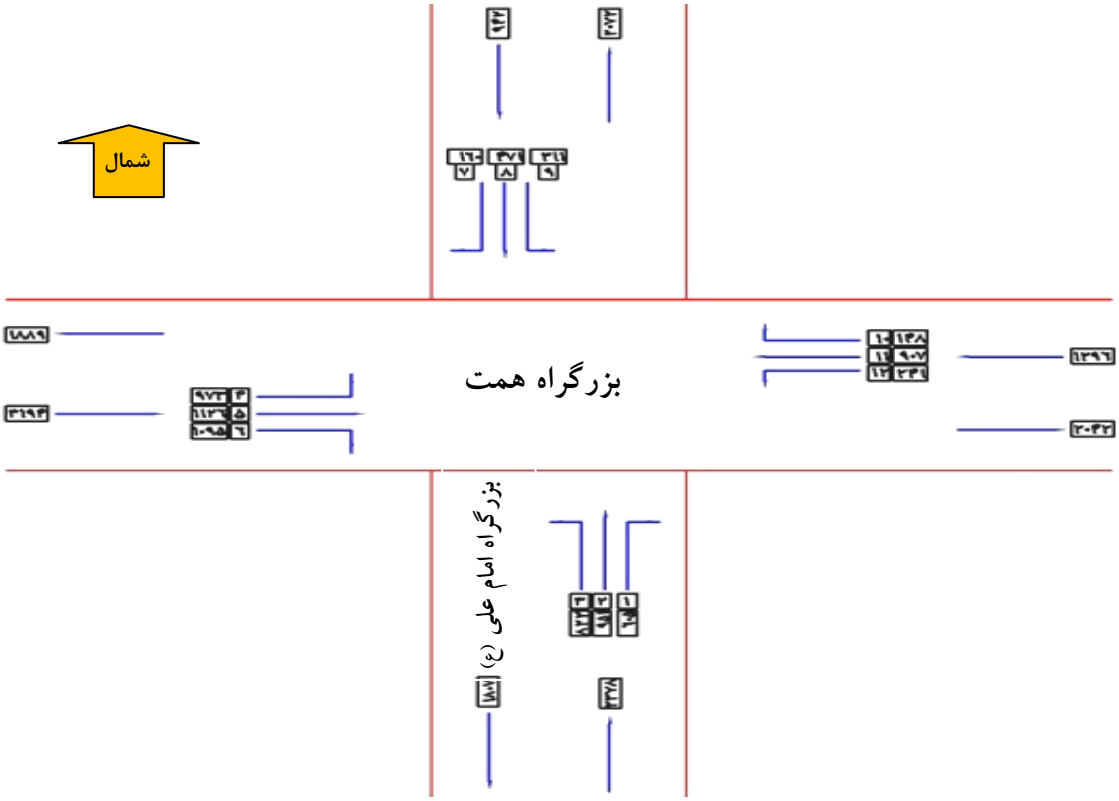
۵-۱- معرفی تقاطع

تقاطع بزرگراه امام علی (ع) و بزرگراه شهید زین‌الدین (بخش شرقی بزرگراه همت) یکی از تقاطعات غیرهمسطح در شمال شرق تهران می‌باشد، که به دلیل داشتن فضای کافی در محدوده حریم آن، امکان پیش‌بینی واریانت‌های مختلفی برای سیستم‌های چپگرد آن وجود دارد و اطلاعات کاملی از آن در اختیار نویسندگان مقاله قرار گرفته است تا امکان مطالعه روی واریانت‌های مختلف آن امکان‌پذیر باشد. آمار حجم ترافیک ساعت اوج این تقاطع، طبق اطلاعات دریافتی از شرکت مطالعات حمل و نقل ترافیک

www.SID.ir

Archive of SID

تهران، از ساعت ۷/۳۰ تا ۸/۳۰ صبح، مطابق شکل ٦ می‌باشد. (شرکت مطالعات جامع ترافیک شهرداری تهران). شکل ۷ نشان‌دهنده تصویر ماهواره‌ای محدوده طرح به همراه تصویر وضع موجود است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، طرح وضع موجود تقاطع، آرایش چهار گردراهه چپگرد و الگوی شبدری کامل است. در ادامه همین الگوی وضع موجود نیز به‌عنوان یکی از گزینه‌های آرایش چپگردها مدنظر قرار گرفته و سه گزینه دیگر هم به فرآیند مقایسه اضافه شده است.

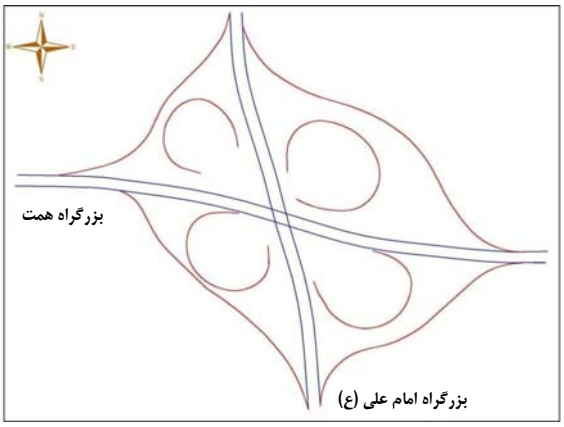


شکل ٦. نمایش آمار ترافیک ارتباطات مختلف تقاطع به صورت شماتیک (شرکت مطالعات جامع ترافیک شهرداری تهران)

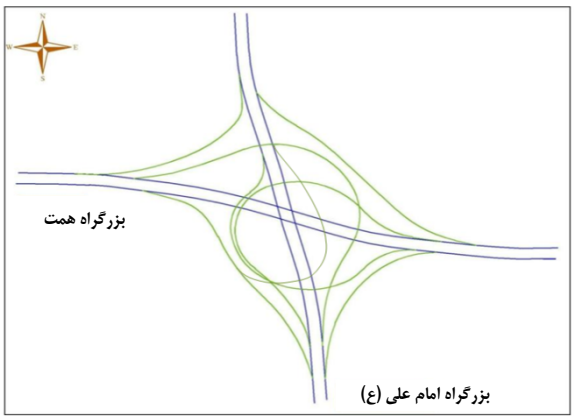
شکل ۷. تصویر ماهواره‌ای محدوده طرح (www.googleearth.com) و نمایش وضع موجود

www.SID.ir

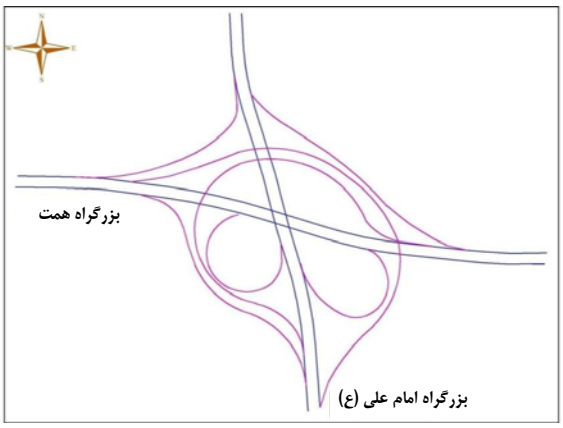
Archive of SID



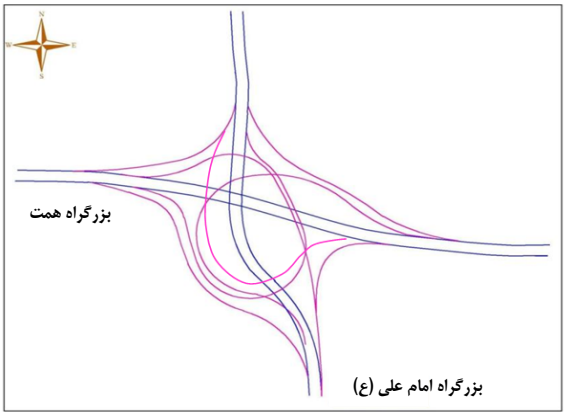
گزینه اول- استفاده از چیگردهای مشابه از نوع گردراهه (شبدری کامل)



گزینه دوم- استفاده از رمپ‌های نیمه جهتی



گزینه سوم- وضعیت نیمه شبدری (استفاده از دو لوپ و دو رمپ جهتی)



گزینه چهارم- استفاده از رمپ جهتی مستقیم برای افزایش ظرفیت

شکل ۸. گزینه‌های مختلف پیکربندی چیگردها در مطالعه موردی که توسط مؤلفان و براساس مبانی آیین‌نامه‌های مهندسی راه و ترابری پیشنهاد شده‌اند (آیین‌نامه طرح هندسی راه‌ها)، (معیارهای فنی طرح هندسی تقاطعات)، (طرح هندسی راه‌های شهری، تبادل‌ها) و (شرکت مهندسین مشاور هگزا)

۵-۲- گزینه‌های مختلف پیکربندی چیگردها

با توجه به شرایط تقاطع، گزینه‌های مختلفی که برای پیکربندی چیگردها قابل پیش‌بینی می‌باشد، مطابق شکل ۸ خواهد بود.

۵-۳- تشکیل ماتریس‌های تصمیم‌گیری سطوح مختلف

نتایج این بخش، ماتریس‌های مقایسه زوجی سطح آخر را به‌دست می‌دهد (مقایسه روی گزینه‌ها). این ارزیابی روی زیر معیارها به‌صورت زیر انجام می‌شود.

۵-۳-۱- ارزیابی نسبت به معیارهای فنی

به‌منظور تعیین اولویت‌بندی گزینه‌ها نسبت به معیارهای فنی، ابتدا باید طرح مقدماتی گزینه‌های مختلف، توسط افراد آشنا به مباحث طراحی تقاطعات تهیه شود.

در این مطالعه موردی، ضمن تهیه طرح مقدماتی چهار گزینه مطرح شده، خلاصه مشخصات فنی تقاطع برای ارزیابی زیر معیارهای فنی به صورت جدول ۲ محاسبه شده است.

ارزیابی گزینه‌ها نسبت به معیارهای فنی به‌صورت زیر می‌باشد:

- پارامتر طرح هندسی از ترکیب مسافت اضافی سفر روی رابطها و شعاع قوس افقی به‌دست آمده است. در مورد پارامتر شعاع قوس، از کلیه قوس‌های افقی به‌کار رفته در طرح گزینه مورد نظر، میانگین‌گیری شده است.
- در مورد پارامتر سرعت، با توجه به جداول ارتباط سرعت و شعاع قوس در بربلندی یکسان، میانگین سرعت رابطها به‌دست آمده است. (جداول مربوط به روابط بین سرعت، شعاع قوس و بربلندی - آیین‌نامه طرح هندسی راه‌ها).

www.SID.ir

Archive of SID

- برای محاسبه مقادیر حجم ترافیک، با استفاده از جداول و فرمول‌های نشریه شماره ۱۶۱، حجم ترافیک از روی سرعت به‌دست آمده است (آیین‌نامه طرح هندسی راه‌ها).
- برای محاسبه طول ناحیه تداخلی، از مجموع طول‌های مربوط به بخش‌های ترافیک به هم بافته تقاطع استفاده شده است.
- برای مقایسهٔ سایر معیارها از نظرسنجی استفاده شده است.

با مقایسه گزینه‌ها نسبت به زیرمعیارهای فنی و استخراج جداول مقایسهٔ زوجی، ماتریس‌های سطح سوم در رابطه با معیارهای فنی تکمیل می‌شود. یکی از جداول به‌صورت نمونه مطابق جدول ۳ آورده شده است:

به عنوان نمونه برای محاسبه درایه سطر سوم، ستون دوم از راست جدول شماره ۳، یعنی عدد ۱/۹۸٤، به ترتیب زیر عمل شده است:

$$1/5\times[116/53+68.02/46+12060/10440+1/((825/2467))+1/((153/280))]=1.984$$

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در مورد پارامترهایی که افزایش آنها تأثیر منفی بر کیفیت طرح هندسی دارند، معکوس آنها در محاسبه لحاظ می‌شود. سایر پارامترها نیز به‌طور مستقیم در میانگین‌گیری لحاظ شده‌اند. به طور مثال هر چه شعاع میانگین قوس‌ها بیشتر باشد، کیفیت هندسی بهتر است، بنابراین نسبت ۱۱٦/۵۳ مستقیم وارد می‌شود. اما این موضوع در رابطه با طول پیمایش روی رابطها برعکس است و نسبت ۸۲۵/۲٤٦۷ به طور معکوس آمده است. همچنین معکوس عدد ۱/۹۸٤، برابر با عدد ۰/۵۰٤ می‌شود که در سطر دوم، ستون سوم جدول قرار می‌گیرد. بقیه درایه‌ها نیز به همین ترتیب محاسبه می‌شوند.

۵-۳-۲- ارزیابی نسبت به معیارهای اقتصادی

ارزیابی گزینه‌ها نسبت به معیارهای اقتصادی با فرضیات و محاسبات زیر انجام شده است:

نحوه برآورد تقریبی گزینه‌ها:

فرضیات برآورد: (شرکت مهندسین مشاور هگزا)

- هزینه تقریبی ساخت و اجرای هر کیلومتر راه یک خطه حدود ۲۲۰ و راه دو خطه حدود ۳۵۰ میلیون تومان؛
- هزینه ساخت و اجرای هر متر مربع پل حدود یک میلیون تومان؛
- هزینه‌های مربوط به تعمیر و نگهداری در طول عمر مفید پروژه، حدود ٦ درصد هزینه ساخت اولیه؛
- هزینه تقریبی آزادسازی و تملک زمین در محدوده تقاطع حدود ۵۰۰ هزار تومان به ازای هر متر مربع؛

خلاصه اطلاعات برآورد گزینه‌ها مطابق جدول ٤ می‌باشد. آخرین ستون این جدول، هزینه کلی احداث تقاطع را نمایش می‌دهد. این اعداد برای مقایسه زوجی بین گزینه‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

با مقایسه گزینه‌ها نسبت به زیرمعیارهای اقتصادی و استخراج جداول مقایسهٔ زوجی، ماتریس‌های سطح سوم در رابطه با معیارهای اقتصادی تکمیل می‌شود. یکی از جداول به‌صورت نمونه مطابق جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۲. مشخصات مربوط به گزینه‌های مختلف (در رابطه با معیارهای فنی)

شماره گزینه	گزینه‌ها	شعاع قوس میانگین رابطها (متر)	سرعت طرح میانگین چپگردها (کیلومتر بر ساعت)	مجموع ترافیک چپگردها (P.C.U/h)	مسافت حرکت روی رابطها (متر)	مجموع طول ناحیه تداخلی رابطها (متر)
۱	چپگردها به صورت شبدری کامل	۵۳	٤٦	۱۰٤٤۰	۲٤٦۷	۲۸۰
۲	چپگردها به صورت رمپ‌های نیمه جهتی	۱۱٦	٦۸/۰۲	۱۲۰٦۰	۸۲۵	۱۵۳
۳	چپگردهای نیمه شبدری (دو لوپ و دو رمپ جهتی)	۹۲	٦۰/٦۸	۱۲٤٤۰	۱۱۷۳	۲۲۹
٤	چپگردها به صورت رمپ جهتی مستقیم	۱٤۵	۷٦/۰۵	۱۳٦۰۰	۷۸۵	۱٤۲

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مختلف نسبت به پارامتر مشخصات هندسی

مشخصات هندسی	گزینه ۱	گزینه ۲	گزینه ۳	گزینه ٤
گزینه ۱	۱	۰/۵۰٤	۰/۷۸۰	۰/٤۳٤
گزینه ۲	۱/۹۸٤	۱	۱/۱۱۹	۰/۸۵٤
گزینه ۳	۱/٤۹۳	۰/۸۹٤	۱	۰/۷۸۹
گزینه ٤	۲/۳۰٤	۱/۱۷۱	۱/۲٦۷	۱

جدول ٤. هزینه‌های ساخت و نگهداری گزینه‌های مختلف (در رابطه با معیارهای اقتصادی)

گزینه‌ها	هزینه تقریبی هر متر مربع پل (تومان)	هزینه هر کیلومتر رابط دو خطه (تومان)	هزینه‌های تعمیر و نگهداری (میلیون تومان)	سطح عرشه کل پل‌ها (متر مربع)	مساحت تقریبی استملاک (متر مربع)	طول کل رابط‌ها بدون طول پل‌ها (کیلومتر)	هزینه ساخت گزینه (میلیارد تومان)
چپگردها به صورت شبدری کامل	۱۰۰۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰۰۰۰	۱۳۰۰۰۰۰۰۰	۲۸۵۰	۱۳۸۵۰۰	٤/۲	۲/۹۹٤
چپگردها به صورت رمپ‌های نیمه جهتی	۱۰۰۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰۰۰۰	۱۱۱۰۰۰۰۰۰	٤۳۵۰	٦۳۰۵۰	۲/٤	٤/۵٦۸
چپگردهای نیمه شبدری (دو لوپ و دو رمپ جهتی)	۱۰۰۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰۰۰۰	۸۳۰۰۰۰۰۰	۳٤۵۰	۸۱۰۰۰	۳/۳	۳/٦۲٤
چپگردها به صورت رمپ جهتی مستقیم	۱۰۰۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰۰۰۰	٦۵۰۰۰۰۰۰	٤۱۵۰	۵۸۰۰۰	۲/۱	٤/۳۵۸

جدول ۵. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مختلف نسبت به پارامتر هزینه ساخت

هزینه ساخت	گزینه ۱	گزینه ۲	گزینه ۳	گزینه ٤
گزینه ۱	۱	۰/٦۵۵	۰/۸۲٦	۱/۰٤۸
گزینه ۲	۱/۵۲٦	۱	۰/۹۷۱	۰/۸۵٤
گزینه ۳	۱/۲۱۰	۱/۰۳۰	۱	۰/۸۳۱
گزینه ٤	۱/٤۵٦	۱/۱۷۱	۱/۲۰۳	۱

جدول ٦. ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های مختلف نسبت به پارامتر زیبایی

زیبایی	گزینه ۱	گزینه ۲	گزینه ۳	گزینه ٤
گزینه ۱	۱	۱/۱۱٦	۱/۲۰۲	۰/۸۷٤
گزینه ۲	۰/۸۹٦	۱	۰/۵۷٦	۱/۰۹۹
گزینه ۳	۰/۸۳۲	۱/۱۷٦	۱	۰/۹۸۱
گزینه ٤	۱/۱٤٤	۰/۹۱۰	۱/۰۱۹	۱

www.SID.ir

Archive of SID

به عنوان نمونه برای محاسبه درایه سطر سوم، ستون دوم از راست جدول شماره ۵، یعنی عدد ۱/۵۲۶، از نسبت ٤٥٦٨/٢٩٩٤ استفاده شده است. معکوس این عدد نیز برابر ۰/٦٥٥ می‌شود که در سطر دوم ستون سوم قرار داده شده است. بقیه درایه‌ها نیز به همین روال محاسبه شده‌اند.

۵-۳-۳- ارزیابی نسبت به معیارهای معماری

نتایج ارزیابی گزینه‌ها با زیر معیارهای زیبایی و معماری با استفاده از نظرسنجی به‌دست آمده و یکی از ماتریس‌های مربوط به آن در جدول ٦ آمده است.

برای محاسبه درایه‌های این جدول، از ارقام به دست آمده در فرم‌های نظرسنجی مربوط به هر گزینه، میانگین‌گیری و میانگین آنها در محل مورد نظر درج شده است.

برای مثال، در مورد درایه سطر سوم، ستون دوم از راست، یعنی عدد ۰/۸۹٦، میانگین نظرسنجی این‌طور بوده است که میزان ارجحیت گزینه دو نسبت به یک معادل ۸۹/٦ درصد بوده است، و برعکس میزان ارجحیت گزینه یک نسبت به دو، معادل ۱۱۱/٦ درصد به دست آمده است.

۵-۳-٤- ماتریس‌های سطوح اول تا سوم

در مورد سایر سطوح فرآیند AHP، از روش نظرسنجی استفاده شده است که ماتریس‌های مقایسه‌ای سطوح اول و دوم در جداول ۷ و ۸ آمده است.

برای محاسبه درایه‌های این جدول نیز، از ارقام فرم‌های نظرسنجی مربوط به هر معیار، میانگین‌گیری و میانگین آنها در محل مورد نظر درج شده است. به عنوان نمونه برای درایه سطر سوم، ستون دوم از راست، یعنی عدد ۰/۸۳۲، نتیجه نظرسنجی این‌طور بوده است که به طور میانگین میزان ارجحیت معیار اقتصادی نسبت به فنی، معادل ۸۳/۲ درصد بوده است و برعکس میزان ارجحیت معیار فنی نسبت به اقتصادی، معادل ۱۲۰/۲ درصد به‌دست آمده است. چگونگی انجام عمل نظرسنجی، تکمیل فرم‌ها، جمع‌بندی آنها و ... در مراجع آمده است (رازی، میثم، ۱۳۸۹).

جدول ۷. ماتریس سطح اول (معیارهای اصلی)

معیارها	فنی	اقتصادی	معماری
فنی	۱	۱/۲۰۲	۲/۲۱۷
اقتصادی	۰/۸۳۲	۱	۱/۵۸۲
معماری	۰/٤٥۱	۰/٦۳۲	۱

جدول ۸ . مقایسه زوجی مربوط به هر یک از زیر معیارها به صورت کلی (ماتریس‌های سطح دوم)

معیارها	TC	TV	TT	TA	TC	TI	EC	EF	EB	EM	EE	AB	AU	AC
TC	۱	۱/۱۵۳	۱/۰۱۹	۱/۲٦٤	۰/۷٤۳	۱/۱٦۷	–	–	–	–	–	–	–	–
TV	۰/۸٦۷	۱	۰/۸۳۳	۱/٦۱۸	۰/۹۹٥	۱/۱۰۳	–	–	–	–	–	–	–	–
TT	۰/۹۸۱	۱/۲۰۱	۱	۱/۷۱۲	۱/۰٤۸	۱/۷۰٤	–	–	–	–	–	–	–	–
TA	۰/۷۹۱	۰/٦۱۸	۰/۵۸٤	۱	۰/٦٦۱	۱/۱۱۲	–	–	–	–	–	–	–	–
TC	۱/۳٤٥	۱/۰۰٥	۰/۹٥٤	۱/۵۱٤	۱	۱/۲٥٦	–	–	–	–	–	–	–	–
TI	۰/۸۵۷	۰/۹۰۷	۰/۵۸۷	۰/۸۹۹	۰/۷۹٦	۱	–	–	–	–	–	–	–	–
EC	–	–	–	–	–	–	۱	۰/۷۹٥	۱/۸۲۷	۲/۲۲۷	۲/۸۸۲	–	–	–
EF	–	–	–	–	–	–	۱/۲۵۸	۱	٤/٦۰۸	۲/٤٥۱	٤/۰٤۹	–	–	–
EB	–	–	–	–	–	–	۰/۵٤۷	۰/۲۱۷	۱	۰/٦٤۹	۰/۹۲۰	–	–	–
EM	–	–	–	–	–	–	۰/٤٤۹	۰/٤۰۸	۱/۵٤۲	۱	۱/۹٤۲	–	–	–
EE	–	–	–	–	–	–	۰/۳٤۷	۰/۲٤۷	۱/۰۸۷	۰/۵۱٥	۱	–	–	–
AB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۱	۰/۳۲٤	۰/٤۸۷
AU	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۳/۰۸۷	۱	۱/۰۱٦
AC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۲/۰۵٤	۰/۹۸٤	۱

www.SID.ir

Archive of SID

ارقام جدول ۸ در حقیقت خلاصه جداول قبلی است که به صورت یکجا آورده شده‌اند. در این جدول از اسامی مخفف لاتین به جای معادل‌های فارسی استفاده شده است. توضیح این اصطلاحات لاتین در شکل شماره ۳ آمده است.

۵-٤- تشکیل ساختار سلسله مراتبی در نرم‌افزار Expert Choice و مشاهده نتایج

نرم‌افزار EC نرم‌افزاری است که به منظور تشکیل ساختار سلسله مراتبی AHP در تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. در این نرم‌افزار با وارد کردن کلیه اطلاعات مورد نیاز برای مقایسه گزینه‌ها نسبت به همه معیارها و زیر معیارها در نهایت درخت تصمیم‌گیری ساخته می‌شود و تأثیر همه عوامل در تصمیم‌گیری لحاظ می‌شود. به‌دست آوردن نتیجه نهایی رتبه‌بندی گزینه‌ها با نمایش نموداری، از مزیت‌های نرم‌افزار می‌باشد. در این تحقیق، برای مطالعه موردی تقاطع امام علی (ع) و شهید زین‌الدین، اطلاعات وارد نرم‌افزار شده و نتایج نهایی در آن مشاهده شده است (شکل‌های ادامه مقاله) و (Expert Choice, 2004).

نتایج به‌دست آمده از ارزیابی در این نرم‌افزار نسبت به همه معیارها و زیر معیارها قابل ارایه هستند. برخی از نتایج مقایسه نسبت به عوامل مختلف در شکل ۹ آمده‌اند. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، گزینه‌های پیش رو، همان چهار گزینه‌ای هستند که در شکل ۸ نشان داده شده‌اند. با هر بار اجرای برنامه (Run)، می‌توان اولویت‌بندی گزینه‌ها را نسبت به هر معیار یا زیرمعیار مشاهده کرد. در شکل ۹- الف، ب و ج، اولویت‌بندی گزینه‌ها نسبت به معیار فنی، اقتصادی و معماری نشان داده شده و در در شکل ۹- د، اولویت‌بندی نسبت به همه معیارها آورده شده است. در هر یک از شکل‌های ۹- الف تا د، گزینه‌ها در سمت چپ نشان داده شده‌اند و اولویت‌بندی آنها به‌صورت میله‌ای در سمت راست همان شکل آورده شده است.

مقادیر تقریبی ارجحیت و اولویت‌بندی گزینه‌های چپگردها نسبت به معیارهای مختلف، از اندازه میله اختصاص یافته به هر گزینه در شکل ۹، به‌صورت شماتیک قابل تشخیص است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، اختلاف بین اولویت‌بندی گزینه‌ها در رابطه با معیارهای فنی و زیبایی محسوس می‌باشد و اندازه میله‌های روبه‌روی گزینه‌ها اختلاف قابل توجهی با هم دارند.

این موضوع نشان می‌دهد که گزینه‌های مختلف چپگردها، از نظر این معیارها با هم اختلاف نسبی دارند. یعنی تلفیق اطلاعات پایه در خصوص ارجحیت هر یک از گزینه‌ها نسبت به زیرمعیارهای فنی و زیبایی در نهایت این الگوی نمودار میله‌ای را برای مقایسه نمایش داده است.

لازم به توضیح است که برخی از این اطلاعات پایه شامل داده‌های کمّی بوده‌اند که در جداول ۲ و ٤ نمونه‌هایی از آنها ارایه شد و برخی هم شامل تلفیق و میانگین‌گیری از فرم‌های نظرسنجی بوده‌اند که نمونه‌هایی از آنها در جداول ٦ و ۷ آورده شد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، اختلاف طول میله‌ها در مورد معیار اقتصادی از بقیه کمتر است که این موضوع در ادامه توجیه شده است. معیار اقتصادی، خود ترکیب چند زیرمعیار دیگر با عناوین هزینه ساخت (EC)، هزینه آزادسازی و تملک (EF)، هزینه نگهداری (EM)، درآمدهای طرح (EB) و سهولت اجرا (EE) می‌باشد. به غیر از گزینه اول (هزینه ساخت)، محاسبه و مقایسه بقیه پارامترها از طریق نظرسنجی انجام شده است. ترکیب همه عوامل با هم، باعث شده تا اختلاف بین گزینه‌ها از نظر اقتصادی در مجموع زیاد نباشد. این موضوع به نظر و برداشت مهندسی افراد شرکت کننده در نظرسنجی باز می‌گردد. احتمالاً آنها درآمدهای ناشی از طرح‌های جهتی را در طولانی مدت بهتر دانسته‌اند و یا هزینه‌های نگهداری، مصرف سوخت و ... را در دوران بهره‌برداری طرح کمتر برآورد کرده‌اند. نتایج نظرسنجی در مورد هر یک از زیرآیتم‌های اقتصادی در مرجع مقاله آورده شده است (رازی، میثم، ۱۳۸۹).

۵-۵- تحلیل نتایج مطالعه موردی و تصمیم‌گیری

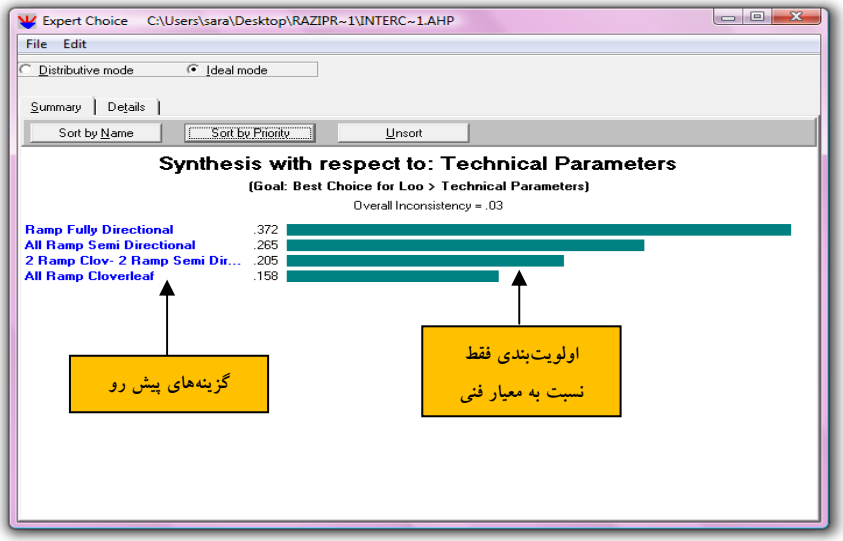
نرم‌افزار Expert Choice این قابلیت را دارد که نتیجه مقایسه گزینه‌ها از نظر همه پارامترها را، به صورت جزء به جزء به دست آورد که این موضوع در شکل ۹ نشان داده شد. به عبارت دیگر ارقام به دست آمده از جداول قبلی به صورت دستی در نرم‌افزار وارد می‌شوند و نرم‌افزار نتایج همه پارامترها را دسته‌بندی می‌کند، سپس با توجه به وزن‌دهی و اهمیت معیارها که در جدول ۷ نشان داده شد، اولویت‌بندی نهایی انجام می‌شود.

www.SID.ir

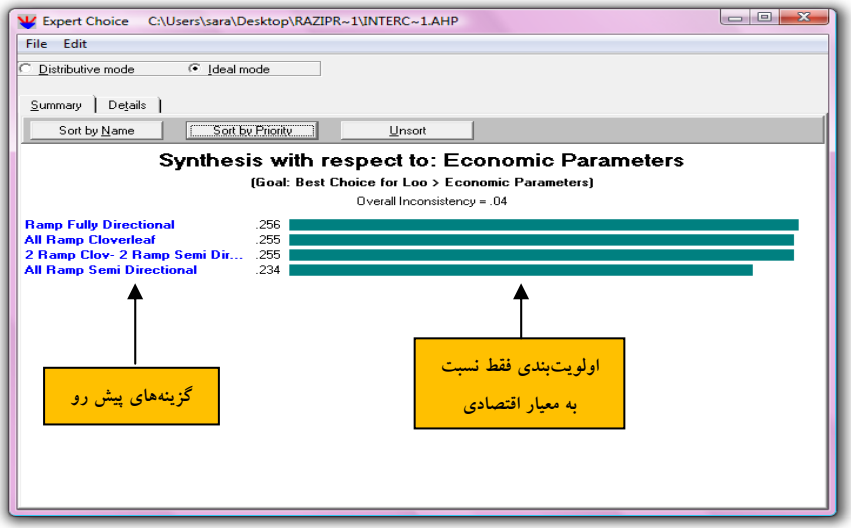
Archive of SID

این ارقام نیز به صورت دستی در نرم‌افزار وارد می‌شود. در نهایت نرم‌افزار بر حسب اهمیت هر معیار و با توجه اولویت‌بندی گزینه‌های نهایی برای زیر معیارها، نتایج را با هم تلفیق و عمل تصمیم‌گیری را ساده‌تر می‌کند. به عبارت دیگر، نرم‌افزار تحلیل خاصی روی پارامترها انجام نمی‌دهد و تنها نتایج مربوط به زیر معیارها را با توجه به اهمیت آنها، با هم تلفیق می‌کند و خروجی می‌دهد.

پس از ارزیابی و محاسبه وزن نهایی هر یک از گزینه‌های تصمیم‌گیری در تقاطع بزرگراه‌های امام علی (ع) و شهید زین‌الدین، با توجه به معیارهای از پیش تعیین شده، مشخص شد که استفاده از پیکربندی رمپ‌های جهتی مستقیم، به دلیل داشتن وزن بالاتر، هم از لحاظ فنی و اقتصادی و هم از لحاظ زیبایی، نسبت به مابقی گزینه‌ها، دارای اولویت و شرایط بهتری می‌باشد. نمودار میله‌ای شکل ۱۰، وزن هر یک از گزینه‌های پیکربندی را نشان می‌دهد. پس از آنکه اولویت‌بندی مشخص شد، با توجه به منابع تأمین مالی و میزان محدودیت‌های مالی و همچنین حجم ترافیک رابطهای تقاطع، گزینه اجرایی تعیین می‌گردد. در این مطالعه موردی، با توجه به اینکه در زمان ساخت تقاطع، کارفرما با محدودیت‌های مالی مواجه بوده است، به جای استفاده از گزینه ارجح، از طرح پیکربندی شبدری کامل استفاده شده است؛ ولی با توجه به ارزیابی انجام شده، مشخص می‌شود که این گزینه نسبت به سایر گزینه‌ها ارجح نمی‌باشد.



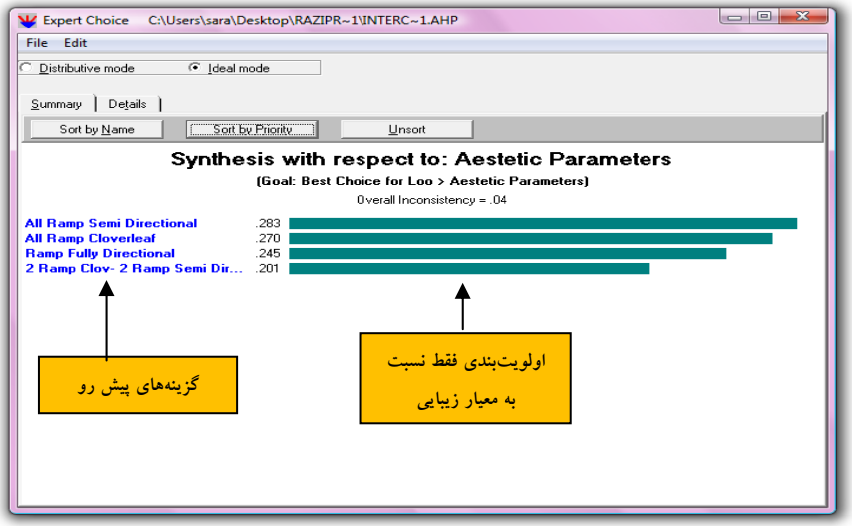
الف- دیاگرام‌های اولویت‌بندی گزینه‌های چپگردها نسبت به معیار فنی



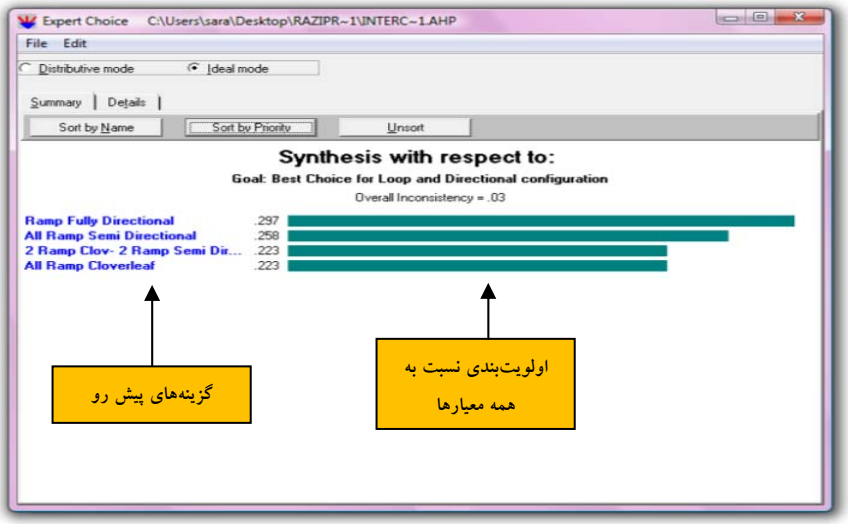
ب- دیاگرام‌های اولویت‌بندی گزینه‌های چپگردها نسبت به معیار اقتصادی

www.SID.ir

Archive of SID

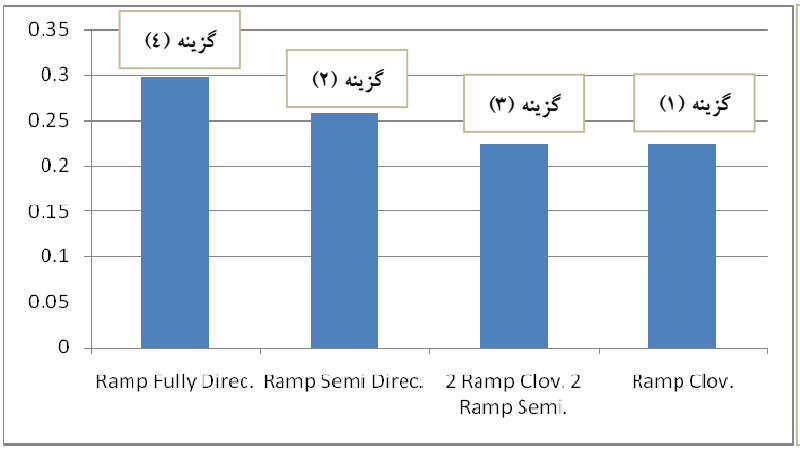


ج- دیاگرام‌های اولویت‌بندی گزینه‌های چپگردها نسبت به معیارهای زیبایی



د- دیاگرام‌های اولویت‌بندی گزینه‌های چپگردها نسبت به هدف اصلی

شکل ۹. نتایج به‌دست آمده از ارزیابی مطالعه موردی در نرم‌افزار **Expert Choice**



گزینه‌ها:

گزینه ۱- استفاده از چپگردهای مشابه از نوع گردراهه (شبدری کامل)

گزینه ۲- استفاده از رمپ‌های نیمه جهتی

گزینه ۳- وضعیت نیمه شبدری (استفاده از دو لوپ و دو رمپ جهتی)

گزینه ٤- استفاده از رمپ جهتی مستقیم برای افزایش ظرفیت

شکل ۱۰. نمایش گرافیکی وزن مربوط به هر گزینه

www.SID.ir

Archive of SID

٦- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله به ارایه روش ارزیابی و مقایسه پیکربندی چپگردها در تقاطعات غیر همسطح پرداخته شد. در این راستا راه‌کار کلی تحقیق و چگونگی فرآیند مقایسه و ارزیابی چپگردها معرفی گردید. روش منتخب برای انجام مقایسه، روش ارزیابی چند معیاره بود که در این مقاله پس از تشریح فرآیند تحلیلی مورد نظر، مسئله ارزیابی چپگردها در تقاطعات غیر همسطح، به شکل مسایل ارزیابی AHP در آمد. مهم‌ترین نتایج به‌دست آمده از مقاله عبارتند از:

- راه حل سریع برای ارزیابی سیستم‌های چپگرد در تبادل‌ها آن است که کلیه پیکربندی‌های ممکن در مورد چپگردها به‌عنوان گزینه‌های ممکن مطرح شوند و پس از حذف گزینه‌های مشابه، وارد فرآیند مدل‌سازی گردند. این موضوع در نهایت به پاسخ این سوال منتهی می‌شود که اولویت هر یک از گزینه‌های پیکربندی چپگردها در مورد هر تبادل به‌صورت خاص چگونه است و طراح باید از چه طرحی استفاده نماید.
- در مورد تقاطع امام علی (ع)- شهید زین‌الدین، تحلیل انجام شده روی حالت‌های مختلف نشان داد که گزینه استفاده از رمپ‌های جهتی با استفاده از الگوی رمپ‌های جهتی کامل، گزینه بهتری نسبت به گزینه‌های رمپ نیمه جهتی و پس از آن رمپ گردراهه می‌باشد. میزان ارجحیت این گزینه نسبت‌به سایر گزینه‌ها نیز در تحلیل‌ها نشان داده شد. این اولویت‌بندی، همه پارامترهای فنی، اقتصادی و معماری را در طرح لحاظ کرده است. به عبارت دیگر، صرفاً از نظر پارامتر فنی، اقتصادی یا معماری، نتیجه اولویت‌بندی و وزن نهایی گزینه‌ها متفاوت خواهد بود. مزیت فرآیند معرفی شده در این مقاله آن است که تأثیر همه پارامترها در انتخاب نهایی دیده می‌شود.
- مهم‌ترین تفسیر روی نتایج به‌دست آمده در مورد تقاطع امام علی (ع)- شهید زین‌الدین، اختلاف بین وضعیت اولویت‌بندی گزینه‌ها در رابطه با معیارهای مختلف می‌باشد؛ زیرا تحلیل مقاله نشان می‌دهد که اختلاف بین اولویت‌بندی معیارهای فنی و زیبایی محسوس است، ولی این اختلاف برای معیار اقتصادی، چشمگیر نیست. این موضوع نشان می‌دهد که گزینه‌های مختلف چپگردها، از نظر معیارهای فنی و زیبایی و تلفیق اطلاعات پایه در خصوص ارجحیت هر یک از گزینه‌ها نسبت به معیارهای اخیر، با هم اختلاف نسبی دارند. اما در مورد معیار اقتصادی که خودش ترکیب چند زیرمعیار دیگر با عناوین هزینه ساخت، هزینه آزادسازی و تملک، هزینه نگهداری، درآمدهای طرح و سهولت اجرا می‌باشد دارای اختلاف نسبی کمی هستند به غیر از مورد اول (هزینه ساخت)، محاسبه و مقایسه بقیه پارامترها از طریق نظرسنجی انجام شده است. ترکیب همه عوامل با هم باعث شده تا اختلاف بین گزینه‌ها از نظر اقتصادی در مجموع زیاد نباشد. این موضوع به نظر و برداشت مهندسی افراد شرکت کننده در نظرسنجی باز می‌گردد. احتمالاً از نظر آنها درآمدهای ناشی از طرح‌های جهتی، در طولانی مدت بهتر بوده است و یا هزینه‌های نگهداری، مصرف سوخت و ... را در دوران بهره‌برداری طرح کمتر برآورد کرده‌اند. این فرآیند در حقیقت علاوه بر داده‌های کمّی (که مشخصاً برای هر تقاطع، قابل اندازه‌گیری هستند)، داده‌های کیفی (به‌دست آمده با نظرسنجی از افراد باتجربه) را نیز وارد تصمیم‌گیری می‌نماید.
- مشابه همین فرآیند، به‌کار رفته در مطالعه موردی بحث شده در این مقاله، برای تقاطعات دیگر هم قابل انجام است. در مورد برخی مثال‌های موردی دیگر نیز (رازی، میثم، ۱۳۸۹). مطالعات انجام شده نشان داد که به جز در مواردی که ترافیک زیادی روی رابط‌ها وجود نداشته باشد و بحث هزینه‌های اولیه احداث تقاطع، خیلی پررنگ نباشد، طرح‌های جهتی و نیمه جهتی به طور معمول شرایط بهتری دارند، ولی به هر حال برای هر تبادل خاص می‌توان مطالعه دقیق‌تری مشابه فرآیند معرفی شده در این مقاله انجام داد تا پیش‌بینی دقیقی از میزان ارجحیت و اولویت بندی گزینه های مختلف چپگردها به‌دست آید. آشکار است الگوی معرفی شده در این مقاله برای هر تبادل دیگری قابل استفاده است، اما نتایج آن دارای جامعیت نیست.

موارد زیر به عنوان پیشنهاد برای ادامه مطالعه، ارایه می‌شود:

- انجام آنالیز حساسیت بر زیرمعیارهای تأثیرگذار بر تصمیم‌گیری در مطالعه موردی و مشاهده نتایج (رازی، میثم، ۱۳۸۹).
- اعمال فرآیند معرفی شده در این مقاله، روی چندین نمونه تقاطع دیگر، دسته‌بندی، تلفیق و آنالیز نتایج و کوشش برای پیدا کردن یک استراتژی کلی در مورد تبادل‌ها.

www.SID.ir

Archive of SID

۷- مراجع

- "آیین‌نامه طرح هندسی راه‌ها"، نشریه شماره ۱٦۱، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۷۵.
- "آیین نامه طراحی راه‌های شهری، تبادل‌ها"، وزارت مسکن و شهرسازی، چاپ اول، ۱۳۸۰.
- "آیین‌نامه معیارهای فنی طرح هندسی تقاطعات"، نشریه شماره ۸۷ معاونت فنی دفتر تحقیقات و معیارهای فنی انتشارات، وزارت برنامه و بودجه سابق، ۱۳٦۷.
- اصغر پور، محمدجواد، (۱۳۷۷) "تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه"، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.
- رازی، میثم، (۱۳۸۹) "مقایسه و امکان‌سنجی استفاده از چگردهای شبدری و چگردهای غیر شبدری در تقاطع‌های غیرهمسطح شهری"، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.
- شاکری، محمد، (۱۳۸۸) "ارزیابی فنی و اقتصادی ضرورت ساخت انواع تقاطعات غیرهمسطح در بزرگراه‌ها"، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.
- شاهی، جلیل و اخباری، کامران، (۱۳۸۸) "بررسی قابلیت‌های نرم‌افزارهای شبیه‌ساز با هدف ارزیابی سناریوهای متفاوت تقاطع‌های غیرهمسطح"، نشریه مهندسی ترافیک، سال یازدهم، شماره ٤۱، سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران.
- "شرکت مطالعات جامع ترافیک شهرداری تهران"، www.majame.tehran.ir.
- "شرکت مهندسین مشاور هگزا"، (www.hexa.ir).
- هادیان، مهدی، (۱۳۸۷) "گسترش متدولوژی ارزیابی تقاطع‌های غیرهمسطح (لوپ‌ها و جهت‌دهنده‌ها)"، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.
- "AASHTO 2004" (American Association of State Highway and Transportation Officials), A Policy on Geometric Design of Highway and Streets, ISBN, 1-56051-263-6.
- "Expert Choice software" (EC). (2004) version, available from Expert Choice Inc., Pittsburgh,P.A .
- Fletcher, Kelly et al. (2008) "Interchange comparison matrices", Comparison between all possible alternatives for two level interchanges, general study prepaired by JFK group, Maryland Transportation Authirity.
- Leisch, Joef P. (2007) "Comparision of worldwide practive in interchange design", Research Paper in Transportation System Planning, Proceedings of TRB International Symposium on Highway Geometric Design, Chicago, North America.
- Praveen K., Edara, Bared Joe G. and Jagannathan Ramanujan (2008) "Diverging diamond interchange and double crossover intersection – vehicle and pedestrian performance", 17th Proceedings of TRB International Symposium on Highway Geometric Design, Chicago.
- Saaty, Thomas L. (2001) "Decision making for leaders", The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World, Edition (Analytic Hierarchy Process Series, Vol. 2).
- Stanek, David, (2009) "Innovative diamond interchange designs: How to increase capacity and minimize cost", Institute of Transportation Engineers, District 6 Annual Meeting.
- Stout, Tom. (2008) "Interchange selection and comparison, identify types of interchange by function and geometry and Learn process for optimizing the type of interchange for a specific site", general study published by Iowa State University, Institute for Transportation, Spring.
- www.googleearth.com

www.SID.ir