**![armmm[1]]()**

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده فنی ومهندسی

 پايان‌نامه براي دريافت درجه كارشناسي‌ارشد "M.Sc"

مهندسی عمران-گرایش راه و ترابري

عنوان:

پايداري حركت كاميون روي انواع مختلف قوس افقي در تركيب با قوس قائم

استاد راهنما:

استاد مشاور:

دانشجو:

**فهرست مطالب**

**عنوان صفحه**

چكيده 1

**فصل اول: كليات تحقيق**

1-1 تعريف كلي مسأله 2

1-2 نياز به مطالعه در مورد مسأله 3

1-3 اهداف و فرضيات تحقيق 5

1-4 سازماندهي پايان‌نامه 5

1-5. دامنه اثر مسأله در جامعه علمي و اجتماع 7

1-6. محدوديت‌ها و چارچوب‌هاي پروژه 8

**فصل دوم: ادبیات تحقیق (كاوش در متون)**

2-1 پیش زمينه 9

2-2 قوس قائم 9

2-2-1 انواع قوس‌هاي قائم 11

2-2-2 مشخصات قوس قائم از نوع سهمي درجه دوم 12

2-2-3 قوس قائم در AASHTO 15

2-2-4 روندهاي جديد در قوس قائم: 17

2-3 قوس افقي 18

2-4 ويژگي‌هاي جابجايي، فرمان وسواري وسيله نقليه 20

2-5 تعادل وسيله نقليه در منحني‌هاي افقي 24

2-6 فاكتورهاي اصطكاك جانبي 30

2-6-1 ماكزيمم فاكتورهاي اصطكاك جانبي 30

2-6-2 آسايش انسان و شاخص‌هاي توده توپي (Ball - Bank) 31

2-6-3 حداقل شعاع براي انحناهاي افقي 35

2-7 سرعت عملكرد روي قوس افقي 37

2-7-1 هماهنگي بين شيب‌هاي قائم و افقي 37

2-7-2 توصيه‌هايي در خصوص ارتباط نيم‌رخ طولي و پلان مسير 39

2-8 سرعت طرح 42

2-9 بربلندي 43

2-9-1 مقادير حداكثر بربلندي 45

2-10‌مدل‌هاي مختلف براي پايداري وسيله نقليه 46

2-10-1 مدل جرمي نقطه‌اي Point- Mass Model 46

2-10-2 مدل دوچرخه‌اي (Bicycle Model) 47

2-10-3 مدل دومحوري Two- Axle Model 48

2-11 نرم‌افزارهاي شبيه‌سازي پايداري حركت وسايل نقليه 49

2-11-1 نرم‌افزار NADS dyna 49

2-11-2 نرم‌افزار VDANL 50

2-11-3 نرم‌افزار VDMROAD 50

2-11-4 نرم‌افزار Truck SIM 50

**فصل سوم: فرايند شبيه‌سازي با نرم‌افزار Truck SIM**

مقدمه 52

3-1 ظرفيت‌هاي Truck SIM 52

3-2 دلايل انتخاب نرم‌افزار Truck SIM جهت انجام تحقيق 54

3-3 داده‌هاي ورودي نرم‌افزار Truck SIM 55

3-3-1 داده‌هاي ورودي- وسيله نقليه 56

3-3-2 داده‌هاي ورودي- هندسه راه 57

3-3-3 داده‌هاي ورودي، اعمال بار 59

3-3-4 داده‌هاي ورودي- ضريب اصطكاك 60

3-4 پردازش داده‌ها در Truck SIM 61

3-5 دستيابي به نتايج در Truck SIM 61

3-6 محدوديت‌‌هاي برنامه Truck SIM 63

**فصل چهارم: جمع‌آوري اطلاعات**

4-1 مقدمه 64

4-2 موضوعات موردنظر 65

4-2-1 انتخاب ساختار جاده 65

4-2-2 مقادير انحنا و بر بلندي 65

4-2-3 شيب‌ها و قوس‌هاي قائم 65

4-2-4 نسبت بين انحنا (شعاع) قوس ملايم‌تر و قوس تندتر 66

4-2-5 انتخاب وسيله نقليه طرح 66

4-3 انتخاب نحوه و توزيع بار 68

4-3-1 قوانين و مقررات حمل و نقل بار در راه‌هاي ايران 70

4-3-1-1 قوانين و مقررات مربوط به ابعاد 70

4-3-1-1-1 قوانين و مقررات مربوط به طول (محدوديت‌هاي طول) 70

4-3-1-1-2 حداكثر عرض مجاز انواع وسايل نقليه با بار 73

4-3-1-1-3 قوانين و مقررات مربوط به ارتفاع (محدوديت‌هاي ارتفاع) 74

4-4 فرايند مدلسازي 74

4-4-1 فرآيند مدلسازي- قوس ساده 74

4-4-2 فرآيند مدلسازي – قوس معكوس 74

4-5 كاليبره كردن و توسعه نتايج(با استفاده ازمدل رياضي) 79

**فصل پنجم: تحليل اطلاعات و ارائه نتايج**

 5-1 نتايج 98

5-2 نتيجه‌گيري در مورد هريك از طوالات يا فرضيات تحقيق 99

5-3 نتيجه‌گيري در مورد كل تحقيق 100

5-4 كابردهاي علمي و تئوري 101

5-5 توصيه‌ها و پيشنهادات 101

منابع و مآخذ 102

منابع فارسي 102

منابع انگليسي 103

پيوست 108

چكيده انگليسي 117

عنوان انگليسي 118

تعهدنامه اصالت پايان‌نامه 119**فهرست جداول**

**عنوان صفحه**

جدول 2-1 گروه سرعت طرح براي درجه‌بندي راه 14

جدول 2-2 گروه‌بندي سرعت طرح 14

جدول 2-3 ضريب‌هاي اصطكاك جانبي 15

جدول 2-4 مقادير شعاع حداقل (برحسب متر) براي سرعت طرح و بربلندي‌هاي مختلف 16

جدول 4-1 حداقل شعاع لازم برای قوس افقی ساده 3D درسرعت‌های مختلف طراحی (e=4%) ................................81

جدول 4-2 حداقل شعاع لازم برای قوس افقی ساده 3D درسرعت‌های مختلف طراحی (e=6%).....................................81

 جدول 4-3 حداقل شعاع لازم برای قوس افقی معکوس درسرعت‌های مختلف طراحی (e=4%)........................................82

 جدول 4-4 حداقل شعاع لازم برای قوس افقی معکوس درسرعت‌های مختلف طراحی (e=6%)........................................83

 جدول 4- 5 حداقل شعاع لازم برای قوس افقی معکوس 3D درسرعت‌های مختلف طراحی (e=4%)............................83

 جدول 4- 6 حداقل شعاع لازم برای قوس افقی معکوس 3D درسرعت‌های مختلف طراحی (e=6%)............................84

جدول 4- 7 مقادیر سرعت واژگونی (چپ شدن)در قوس معکوس با دور e=4%.......................................................................85

جدول 4- 8 مقادیر سرعت واژگونی (چپ شدن)در قوس معکوس 3D با دور e=4%...............................................................86

جدول 4- 9 مقادیر سرعت واژگونی (چپ شدن)در قوس معکوس با دور6% e=......................................................................87

جدول 4- 10 مقادیر سرعت واژگونی (چپ شدن)در قوس معکوس 3D با دور6% e=............................................................88

**فهرست اشکال**

**عنوان صفحه**

شکل 1-1 فلوچارت سازماندهی تحقیق 7

شكل 2-1 انواع قوس‌های قائم محدب و مقــعر 11

شكل 2-2 قوس قائم محدب متقارن 12

شكل 2-3 اجزای قوس قائم مقعر نامتقارن 15

شكل 2-4 اجزای قوس افقی ساده 18

شكل 2-5 نیروی گریز از مرکز و نیروهای مقاوم در برابر آن در طول حرکت وسیله نقلیه بر روی قوس افقی 19

شكل 2-6 سیستم محور‌های مختصات محلی و درجات آزادی وسیله نقلیه 20

شكل 2-7 مدل ماشین سواری دارای سیتم تعلیق مستقل و 7 درجه آزادی 22

شكل 2-8 نیروهای مرکز گریز شعاعی وارد بر وسیله نقلیه 25

شكل 2-9 نیروها و لنگر‌های وارد بر مرکز جرم وسیله نقلیه در طول حرکت روی قوس افقی 28

شكل 2-10 نمو نه ای از شاخص Ball-bank 32

شكل 2-11 زوایای موثر در محاسبه شاخص Ball-bank 35

شكل 2-12 مقایسه بین حداقل شعاع قوس ارائه شده در AASHTO و روابط chang 37

شكل 2-14 طرح قوس افقی در محل قوس‌های قائم 40

شكل 2-15 طرح نیمرخ طولی مسیر با خط مستقیم 40

شكل 2-16 طرح نیمرخ طولی مسیر با خط مستقیم 40

 شكل 2-17 مشاهده دست اندازها از فواصل دور روی سطح جاده 41

شكل 2-18 خط مستقیم کوتاه بین قوسهای معکوس پلان در محل برجستگی نیم رخ طولی 41

شكل 2-19 پدیدار شدن زاویه تند در قوس قائم 41

شكل 2-20 ارتباط بین پلان و پروفیل طولی مسیر 42

شكل 2-21 مدل دوچرخه 48

شكل 2-22 مدل 2 محوری 49

شكل 3-1 فلوچارت سازماندهي تحقيق 50

شكل 3-2 مدل پایداری کامیون در Truck SIM......................................................................................52

شکل 3-3 صفحه اصلی نرم افزار Truck SIM................................................................................................54

شکل 3-4 صفحه انتخاب و ویرایش مشخصات وسیله نقلیه.......................................................................55

شکل 3-5 صفحه تعیین مشخصات هندسی طرح..............................................................................................57

شكل 3-6 ايجاد هندسه جاده و مشخصات آن با استفاده از Road: 3D surface 59

شکل 3-7 صفحه تعیین مشخصات ابعادی و وزنی وسیله نقلیه................................................................60

شکل 3-7 خروجی نرم افزار به صورت انیمیشن............................................................................................. 62

شکل 3-7 خروجی نرم افزار به صورت پلات.....................................................................................................63

شکل 3-8 نمونه ای از یک خودرو SUV...........................................................................................................64

شكل 4-1 ابعاد ومشخصات کامیون WB-15درآیین نامه AASHTO...........................................68

شكل 4-2 یک نمونه کامیون WB-15................................................................................................................69

شكل 4-3 یک نمونه کامیون کمپرسی جام دار (Dump Truck)........................................................69

شكل 4-4-نمونه هایی از مشكل کاهش ديد ساير وسايل نقليه در مقابل وسيله نقليه طويل 71

شكل 4- 5- نمايش حداکثر طول مجاز کاميون دو محور 71

شكل 4-6 -تصوير حداکثر طول مجاز کاميون سه محور 72

شكل4- 7- تصوير حداکثر طول مجاز تريلي ۴ محور و بيشتر 72

شكل 4-8-تصوير حداکثر طول مجاز تريلرهای خودرو بر 72

شكل 4-9- تصوير حداکثر عرض مجاز کامیون متوسط باری 73

شكل 4-10- روند مدلسازی و انواع ترکیب سه بعدی قوس ساده 73

شكل 4-11- فلوچارت مدلسازي قوس افقی ساده 3Dدر نرم‌افزار Truck SIM 75

شكل 4-12- روند مدلسازی و انواع ترکیب سه بعدی قوس معکوس 76

شكل 4-13- فلوچارت مدلسازي قوس افقی معکوس 3D در نرم‌افزار Truck SIM 77

شكل 4-14- صفحه اصلی ورود اطلاعات در SPSS 78

شکل 4-15- حداقل شعاع لازم برای قوس 3D درسرعت‌های مختلف طراحی (e=4%) 80

شکل 4-16- حداقل شعاع لازم برای قوس 3D درسرعت‌های مختلف طراحی (e=6%) 89

شکل 4-17- حداقل درصد افزایش شعاع لازم برای قوس معکوس درسرعت‌های مختلف طراحی

 (e=4%)-وسیله نقیله=کامیون WB-15 90

شکل 4-18- حداقل درصد افزایش شعاع لازم برای قوس معکوس درسرعت‌های مختلف طراحی

 (e=4%)-وسیله نقیله=کامیون کمپرسی جام دار(DUMP TRUCK) 90

شکل 4-19- حداقل درصد افزایش شعاع لازم برای قوس معکوس 3D درسرعت‌های مختلف طراحی

 (e=4%)-وسیله نقیله=کامیون WB-15 91

شکل 4-20- حداقل درصد افزایش شعاع لازم برای قوس معکوس 3D درسرعت‌های مختلف طراحی

 (e=4%)-وسیله نقیله= کامیون کمپرسی جام دار(DUMP TRUCK) 91

شکل 4-21- حداقل درصد افزایش شعاع لازم برای قوس معکوس درسرعت‌های مختلف طراحی

 (e=6%)-وسیله نقیله=کامیون WB-15 92

شکل 4-22- حداقل درصد افزایش شعاع لازم برای قوس معکوس درسرعت‌های مختلف طراحی

 (e=6%)-وسیله نقیله= کامیون کمپرسی جام دار(DUMP TRUCK) 92

شکل 4-23- حداقل درصد افزایش شعاع لازم برای قوس معکوس3D درسرعت‌های مختلف طراحی

 (e=6%)-وسیله نقیله=کامیون WB-15 93

شکل 4-24- حداقل درصد افزایش شعاع لازم برای قوس معکوس3D درسرعت‌های مختلف طراحی

(e=6%)-وسیله نقیله= کامیون کمپرسی جام دار(DUMP TRUCK) 93

شکل 4-25- مقایسه مقادیر درصد‌های حداقل افزایش شعاع در قوس ساده در دور‌های e=4%و e=6%

وسیله نقیله=کامیون WB-15 94

شکل 4-26- مقایسه مقادیر درصد‌های حداقل افزایش شعاع در قوس ساده در دور‌های e=4%و e=6%

وسیله نقیله= کامیون کمپرسی جام دار(DUMP TRUCK) 94

شکل 4-27- مقایسه مقادیر حداقل شعاع در قوس 3D (e=4%) 95

شکل 4-28- مقایسه مقادیر حداقل شعاع در قوس 3D (e=6%) 95

شکل 4-29- مقایسه مقادیر درصد‌های حداقل افزایش شعاع در قوس معکوس در دور‌های e=4%

و e=6% وسیله نقیله=کامیون WB-15 96

شکل 4-30- مقایسه مقادیر درصد‌های حداقل افزایش شعاع در قوس معکوس در دور‌های e=4%

و e=6% وسیله نقیله= کامیون کمپرسی جام دار(DUMP TRUCK) 96

شکل 4-31- مقایسه مقادیر درصد‌های حداقل افزایش شعاع در قوس معکوس3D در دور‌های e=4%

و e=6%-وسیله نقیله= کامیون WB-15 97

شکل 4-32- مقایسه مقادیر درصد‌های حداقل افزایش شعاع در قوس معکوس3D در دور‌های e=4%

و e=6%-وسیله نقیله= کامیون کمپرسی جام دار(DUMP TRUCK) 97

**فهرست روابط**

**عنوان صفحه**

رابطة 2-1 10

رابطة 2-2 14

رابطة 2-3 25

رابطة 2-4 25

رابطة 2-5 26

رابطة 2-6 26

رابطة 2-7 26

رابطة 2-8 26

رابطة 2-9 26

رابطة 2-10 27

رابطة 2-11 27

رابطة 2-12 27

رابطة 2-13 28

رابطة 2-14 31

رابطة 2-15 35

رابطة 2-16 41

رابطة 2-17 41

**چكيده**

از آنجائیکه قوس‌‌های افقی جزء مهمترین اجزای طرح هندسی راه‌ها می‌باشند و بطور گسترده در نقاط مختلف جاده‌های کشور مورد استفاده قرار می‌گیرند و از طرفی در بسیاری از موارد، محل قرار گیری این قوس‌ها در تلاقی با محل قرارگیری شیبها و قوس‌های قائم می‌باشد در این تحقیق با استفاده از نرم افزار Truck SIM که امروزه یکی از کامل ترین و پرکاربرد ترین برنامه‌های شیبه‌سازی حرکات وسایل نقلیه سنگین می‌باشد، ابتدا به مدلسازی حرکت دو نوع متفاوت از انواع کامیون (1-کامیون جامدار(Dump truck) 2-کامیون مفصل دار wb-15) در طول حرکت بر روی قوس های افقی ساده و معکوس با شیب طولی صفردرصد ، و تعیین شتاب جانبی[[1]](#footnote-1) این وسایل نقلیه می پردازیم.سپس مدلسازی را بر روی قوس های افقی یادشده که در ترکیب با شیب‌ها و قوس های قائم قرار خواهند گرفت ادامه داده و دراین حالت نیزمقادیر شتاب جانبی را تعیین می کنیم.

در انتها ضمن مقایسه شتاب های جانبی بدست آمده در دو حالت قوس افقی بدون شیب و شیبدار و اصلاح روابط تعیین حداقل شعاع قوس افقی موجود در آیین نامه های رایج طرح هندسی راه ها ، مقادیر افزایش شعاع لازم در قوس های سه بعدی(قوس افقی در ترکیب با قوس قائم) را از طریق تحلیل نتایج خروجی در برنامه SPSSتعیین می نمائیم.

**کلمات کلیدی :** قوس سه بعدی،وسیله نقلیه طرح،شتاب جانبی، مدلسازی، شبیه ساز Truck SIM

**فصل اول**

**تعريف مسأله**

**1-1- تعريف كلي مسأله**

طراحي هندسي راه باتوجه به ايجاد هماهنگي ميان اجزاي آن كاري دشوار است؛ اين اجزا شامل عناصري مانند سرعت طرح- عرض شانه- قوس‌هاي افقي[[2]](#footnote-2)- شيب‌هاي طولي – شيب‌هاي عرضي- عرض آزاد- عرض خط عبور- ابنیه فنی- قوس‌هاي [[3]](#footnote-3)- حداقل فاصله ديد توقف- بر بلندي و ارتفاع آزاد مي‌باشند، كليه عوامل ذكر شده از نوع معيارهاي اجباري در طراحي هندسي راه مي‌باشند[1].

مهمترين هدف يك طرح هندسي دقيق، امنيت بالا و بي‌خطر بودن طرح با تكيه بر هماهنگي دقيق ميان اجزاي طرح مي باشد؛

هزينه طرح نيز از نكات حائز اهميت در طراحي هندسي مي‌باشد. در كل براي رسيدن به يك طرح مطلوب و بهينه مي‌بايست هماهنگي كامل ميان ميعارهاي فني – معيارهاي اقتصادي و عوامل محيطي صورت پذيرد.

قوس‌هاي افقي و قائم (پيچ‌ها و خم‌ها) دو جزء مهم طرح هندسي راه مي‌باشند؛ قوس افقي نمايي از انحناي راه در امتداد پلان آن است در حالي‌كه قوس قائم مقطع طولي از راه است و فرورفتگي و برآمدگي آن را در امتداد مسير نشان مي‌دهد؛ قوس افقي شامل مماس (خط مستقيم) و منحني افقي غيرمستقيم است كه دو خط مماس در طرفين را به تنهايي و يا با كمك منحني‌هاي اتصال به هم متصل مي‌كند؛

قوس قائم شامل خط مستقيم مماس (مسطح- سربالايي يا سر پائيني) و يك منحني سهمي‌وار گنبدي يا كاسه‌اي است كه خطوط مماس را به هم وصل مي‌كند؛ از ديگر موارد اساسي تشكيل دهنده اجزاي طرح هندسي راه، مقطع عرضي آن مي‌باشد كه مشخصات پهنا – شيب عرضي سواررو- شانه‌ها- كانال‌ها- ميانه و پياده‌رو را به وضوح مشخص مي‌كند؛زماني كه وسيله نقليه در امتداد قوس افقي حركت مي‌كند نيروي گريز از مركز را به سمت خارج از مركز قوس تجربه مي‌كند كه اين نيرو به طور عكس با شعاع قوس متناسب است؛ نيروهاي مقاوم در برابر نيروي گريز از مركز، شامل اثر متقابل نيروي اصطكاك بين لاستيك ماشين و كف خيابان و وزن وسيلة نقليه است كه باعث پايداري وسيله نقليه در طول مدت حركت آن بر روي قوس افقي مي‌شوند؛

اثر متقابل نيروي اصطكاك بين لاستيك ماشين و رو‌سازي جاده بستگي به فاكتورهائي از قبيل وضعيت سطح جاده- شرايط آب و هوايي- مشخصات لاستيك و ديناميك وسيله نقليه دارد؛

قسمتي از مولفه، وزن خودرو كه به طور موازي با سطح جاده عمل مي‌كند، بستگي به ميزان شيب عرضي جاده(دِوِر) دارد.

**1-2- نياز به مطالعه در مورد مسأله**

در حال حاضر از مدلي به نام(PM) Point mass براي طراحي شعاع حداقل قوس‌هاي افقي در آئين‌نامه‌هاي طراحي هندسي از جمله AASHTO استفاده مي‌شود؛ در اين مدل جرم وسيله نقليه را نزديك به جرم يك نقطه در نظر گرفته و بدون توجه به نحوة توزيع نيروي اصطكاك بين چرخ‌هاي داخلي و بيروني و ديگر مشخصات وسيلة نقليه طرح، نيروهاي وارده بر جرم نقطه‌اي را محاسبه و براساس آن حداقل شعاع لازم براي پايداري جرم در طول حركت روي قوس افقي را بدست مي‌آورند؛ اين روش شايد به صورت كلي جوابگوي نيازهاي طراحي مي‌باشد، اما از لحاظ علمي و باتوجه به مشخصات ويژه وسايل نقليه و تفاوت‌هاي زياد بين خودروها، مناسب نمي‌باشد. بين كاميون‌ها و خودروهاي سواري از نظر سايز، اندازه لاستيك و مشخصات لاستيك تفاوت‌هاي آشكاري وجود دارد؛

اگرچه اصطكاك در هر چهار چرخ اتومبيل تقريباً برابر است، اما در كاميون اصطكاك چرخها به طور گسترده‌اي تغير مي‌كند؛ از طرفي يك وسيله نقليه سنگين مثل كاميون جهت حركت روي جاده به 10% اصطكاك بيشتر نسبت به ماشين‌هاي سواري نيازمند است؛

از معايب مدل PM اين است كه آستانه غلطيدن وسايل نقليه را مشخص نمي‌كند؛ آستانه غلطيدن در خودروهاي سواري نسبتاً بالاست و اين خودروها قبل از غلطيدن بر روي جاده مي‌لغزند(سر مي‌خورند)؛ اما غلطيدن در كاميونها مسأله بسيار مهمي است، زيرا اين‌گونه خودروها باتوجه به وضعيت و مشخصات بدنه و بار، مركز جرم بالاتري نسبت به خودروهاي سواري دارند؛

مطالعات نشان داده آستانه غلطيدن در كاميونها تقريباً حدود g3/0 مي‌باشد[48] . يعني اگر كاميوني يك قوس افقي با شعاع 39 متر را طي مي‌كند كه در آن سرعت طرح  مي‌باشد، شتاب جانبي وارده به وسيلة نقليه در حدود g17/0است و اين خودرو مي‌تواند تا حد g13/0 شتاب جانبي اضافي را تحمل كند بدون اينكه واژگون شود؛

يكي ديگر از محدوديت‌هاي مدل PM اين است كه محاسبات قوس‌هاي معكوس و مركب به تنهايي و يا در تركيب با قوس‌هاي قائم را بيان نكرده است در صورتي كه چنين قوس‌هايی كاربردهاي فراواني در طبقه‌بندي انواع مختلف راه‌ها و بزرگراه‌ها دارند.

در راهنماي طرح هندسي جاري مورد استفاده براي اين‌گونه قوس‌ها، تنها به رعايت حداكثر مقدار 5/1 براي نسبت بين شعاع بزرگترين و كوچكترين شعاع قوس‌هاي معكوس و مركب اشاره شده است بدون اينكه هيچ توجهي به مشخصات و ويژگي‌هاي وسيله نقليه بشود؛

يكي از بزرگترين محدوديت‌ها در طراحي حداقل شعاع قوس دايره‌اي اين است كه اين طراحي‌ها براساس مقدار اصطكاك جانبي مي‌باشد كه در حدود 60 سال قبل پايه‌ريزي شده بود [8].

ملاكي كه در آن زمان وجود داشت براساس اين موضوع بود كه چه ميزان انحراف باعث مي‌شود تا راننده احساس ناامني كند و به طور غريزي از سرعت بالاتر اجتناب كند. سرعتي كه ممكن بود باعث واژگوني در قوس مورد مطالعه شود، به عنوان معيار كنترل طرح براي حداكثر ميزان اصطكاك پذيرفته شده است. از مقياس Ball-bank به عنوان مقياس كلي براي اندازه‌گيري نقطة ناامني راننده و در نتيجه واژگوني (چپ كردن)، براي تعيين سرعت ايمن در قوس‌ها استفاده مي‌شود؛

**1-3- اثرات مهم مطالعه بر مسأله ازنظر بهبودآن**

در حال حاضر در آئين‌نامه‌هاي طراحي هندسي موجود، مشكلات زير موجود مي‌باشند و در اين پايان‌نامه سعي بر بررسي آنها خواهد بود:

1- راهنماهاي طراحي هندسي موجود غالباً با قوس‌هاي افقي معكوس يا مركب به صورت عناصر مجزا برخورد و رسيدگي مي‌كنند و نظريات كافي و مناسب براي طراحي قوس‌هاي پيچيده افقي ارائه نمي‌دهند؛

2- آئين‌نامه‌هاي موجود، قوس‌هاي سه‌بعدي كه در آن قوس‌هاي افقي ساده يا مركب در تركيب با قوس‌هاي قائم قرار گرفته است را به صورت جداگانه بررسي مي‌كند و توجه و رسيدگي كافي براي نيازهاي طراحي قوس‌هاي سه‌بعدي موجود نمي‌باشد.

**1-4- اهداف و فرضيات تحقيق**

1- مرور راهنماهاي طراحي و آئين‌نامه‌هاي موجود و تحقيقات انجام شده تاكنون جهت تعيين هدف و كمك به تحقیق پيش‌رو

2- استفاده از نرم‌افزار شبيه‌سازي Trucksim براي سنجيدن توانايي وسيله نقليه سنگين (كاميون) در طول حركت بر روي تركيبات متفاوتي از اجزاي طرح هندسي.

اين تركيبات شامل بخش‌هاي زير مي‌باشند:

الف) قوس افقي به تنهايي و بدون وابستگي به قوس قائم

ب) قوس قائم (شامل = سربالايي- سرپائيني- قوس محدب- قوس مقعر)

ج) قوس معكوس با نسبت شعاع‌هاي  متفاوت بدون تركيب با قوس قائم

د) قوس معكوس با نسبت شعاع‌هاي با تركيبات متفاوتي از انواع قوس‌هاي قائم (سربالايي – سرپائيني- قوس محدب – قوس معقر)

3- توسعه مسائل مدل‌هاي رياضي بدست آمده براي محاسبه حداقل انحنا در تركيبات مختلف قوس‌هاي افقي- قائم (قوس‌هاي سه بعدي)

**1-5- دامنة اثر مسأله در جامعه علمي و اجتماع**

انجام تحقيق پيش‌رو فصل تازه‌اي در باب شبيه‌سازي كامپيوتري حركت وسايل نقليه در جاده‌هاي كشور و آشنايي با زواياي مختلف شبيه‌ساز و طرز به كارگيري و استفاده از آن توسط محققين و پژوهشگران خواهد بود. لذا مي‌توان با استفاده از بكارگيري نرم‌افزارهاي موازي و شبيه‌سازي توسط آن نسبت به كنترل نقاط حادثه‌خيز و در صورت لزوم اصلاح طرح هندسي و ساختار جاده‌هاي كشور اقدام نمود.

**1-6- محدوديت‌ها و چارچوپ‌هاي پروژه**

مدلسازي‌هاي انجام شده در اين رساله براساس حركت كاميون‌ها در جاده‌هاي بيرون شهر، با ضريب اصطكاك و شيب و ديگر عوامل مختص به اين جاده‌ها مي‌باشد و بررسي حركت اين وسايل نقليه در جاده‌هاي شهري كاري متفاوت خواهد بود. ضمناً بررسي بسياري از عوامل انساني موثر نظير ظرفيت كار راننده- زمان PRT و نحوه ترمز كردن و ... جز حوزة اين تحقيق نمي‌باشد؛

همچنين فشار هوا و ساير عوامل، مثل آيروديناميك و شرايط محيطي و آب و هوايي (برف و باران ...) در اين تحقيق پوشش داده نشده است.

1. - Lateral Acceleration [↑](#footnote-ref-1)
2. - horizontal alignment [↑](#footnote-ref-2)
3. - vertical alignment [↑](#footnote-ref-3)