



از اطلاعات آمار علمی ایران  
تیم ملی آمار ایران



دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشکده مهندسی عمران

۳۰ / ۸ / ۱۳۸۰

# بررسی روشهای مختلف طراحی، ساخت و نگهداری راههای کم هزینه برای کشورهای در حال توسعه

سعید مبارک خمیس

پایان نامه کارشناسی ارشد

در رشته

مهندسی عمران - راه و ترابری

استاد راهنما: دکتر علی منصور خاکی

۲۹۹۵۰

013187

خرداد ماه ۱۳۸۰

تقدیم به :

پدر و مادر بزرگوارم

## تقدیر و تشکر

بدینوسیله از زحمات استاد ارجمند آقای دکتر علی منصور خاکی که راهنمای اینجانب، در انجام پروژه و همینطور تهیه و ارائه این پایان نامه بودند سپاسگزاری و قدردانی می نمایم. همچنین لازم می دانم که نهایت تشکر و قدردانی خود را از جهاد سازندگی استان تهران و مازاندران که در طی انجام این پایان نامه از هیچ کمک و راهنمایی دریغ نوزیدند، اعلام نمایم. ضمناً از اعضاء محترم هیأت داور، آقایان دکتر محمود عامری و دکتر سعید منجم بخاطر حضور در جلسه دفاعیه صمیمانه تشکر می کنم. امیدوارم این پایان نامه مورد توجه کلیه علاقمندان واقع گردد.

خرداد ۱۳۸۰

## چکیده

موضوع تحقیق در این پروژه بررسی روشهای مختلف طراحی ، ساخت و نگهداری راه های کم هزینه می باشد. برای این منظور ابتدا کاوش در متون انجام شده و نتایج آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. سپس بررسی وضعیت موجود کشورهای در حال توسعه مانند تانزانیا و کشورهای آفریقا انجام شده و چون محقق به اطلاعات کشور تانزانیا دسترسی کافی داشته لذا تمرکز موضوع بحث برای این کشور بوده است. استانداردهای کشورهای مختلف برای طراحی راههای کم هزینه با یکدیگر مقایسه شده و با توجه به هدف این تحقیق مناسبترین استاندارد برای این منظور پیشنهاد شده است. همچنین بررسی روشهای مناسب افزایش مقاومت خاک بسترراه انجام گرفته و با توجه به شرایط کشورهای در حال توسعه به ویژه تانزانیا بهترین روش برای تثبیت خاک بسترراه پیشنهاد شده است. در ادامه تحقیق در مورد نگهداری راه ها و تعمیرات مناسب بحث شده و بر اساس آن مدیریت تعمیر و نگهداری راه های کم هزینه پیشنهاد شده است. در خاتمه ارائه نتایج و پیشنهادات برای سایر محققین به ویژه آنها که مایلند در این زمینه کار کنند ارائه گردیده است.

## فهرست مطالب

صفحه

موضوع

۱	فصل اول : تعریف مسأله
۱	۱-۱- مقدمه
۱	۲-۱- هدف
۲	۳-۱- موانع
۴	فصل دوم : کاوش در متون
۴	۱-۲- نیاز و اثر راههای روستائی
۱۴	۲-۲- معیارهای طراحی راههای روستائی
۲۴	۳-۲- طرح هندسی راههای کم هزینه در کشورهای در حال توسعه
۴۳	۴-۲- بررسی ها در آئین نامه های مختلف و معتبر دنیا
۴۳	۱-۴-۲- موسسه BCEOM , AUSTRROADS,AASHTO
۴۴	۲-۴-۲- آئین نامه TRRL
۴۵	۳-۴-۲- آئین نامه مؤسسه مرکزی تحقیقات جاده هند (CRRRI)
۴۶	۵-۲- تقسیم بندی راهها
۴۹	فصل سوم : روش تحقیق
	فصل چهارم : بررسی روشهای موجود ساخت راههای کم هزینه
۵۲	۱-۴- طرح هندسی راههای کم هزینه
۵۳	۱-۱-۴- ضوابط و معیارهای طرح هندسی راههای روستائی
۵۳	۱-۱-۱-۴- میزان آمد و شد
۵۵	۲-۱-۱-۴- سرعت طرح
۶۲	۳-۱-۱-۴- شیب طولی
۶۷	۴-۱-۱-۴- مسافت دید ( فاصله دید )
۷۵	۵-۱-۱-۴- امتداد راه ( پلان راه )

مرکز اطلاعات و کتابخانه ملی ایران  
تهران

## فهرست مطالب

صفحه

موضوع

۷۷	۴-۱-۱-۶- حدافل شعاع انحنای قوسهای افقی
۸۳	۴-۱-۱-۷- شیب عرضی راه
۸۷	۴-۱-۱-۸- طول تأمین بر بلندی (Super Elevation)
۹۲	۴-۱-۱-۹- عرض راه
۹۷	۴-۱-۱-۱۰- شیب شیروانیها
۱۰۱	۴-۱-۱-۱۱- فاصله آزاد جانبی تا موانع
۱۰۴	۴-۱-۱-۱۲- تعریض راه در قوسها
۱۰۹	۴-۱-۱-۱۳- قوسهای قائم
۱۱۲	۴-۱-۱-۱۴- ارتفاع قائم
۱۱۵	۴-۱-۱-۱۵- تقاطع های هم سطح
۱۲۰	۴-۲: بررسی روشهای مختلف تثبیت خاک برای راههای کم هزینه
۱۲۰	۴-۲-۱- مقدمه
۱۲۰	۴-۲-۲- تاریخچه تثبیت خاک
۱۲۲	۴-۲-۳- انواع خاکها
۱۲۴	۴-۲-۴- هدف تثبیت خاک و مصالح دانه ای
۱۲۵	۴-۲-۵- روشهای تثبیت خاک و مصالح دانه ای
۱۲۵	۴-۲-۵-۱- روشهای مکانیکی
۱۳۱	۴-۲-۵-۱-۱- کار بردهای تثبیت خاک مکانیکی
۱۳۵	۴-۲-۵-۱-۲- مشخصات فنی مصالح
۱۴۵	۴-۲-۵-۱-۳- مشخصات مصالح اساس شنی و یا سنگی
۱۵۰	۴-۲-۵-۱-۴- مشخصات مصالح اساس ماکادامی
۱۵۹	۴-۲-۵-۱-۵- تثبیت خاک با روش مهرا (MEHRA)

## فهرست مطالب

صفحه

موضوع

۱۶۰	۶-۱-۵-۲-۴- دانه بندی مصالح طبق روش کشورمجارستان
۱۶۲	۷-۱-۵-۲-۴- طرح اختلاط مخلوط
۱۷۰	۲-۵-۲-۴- روشهای استفاده از ماده افزودنی Admixture
۱۷۰	۱-۲-۵-۲-۴- تثبیت خاک و مصالح سنگی با آهک
۲۰۹	۲-۲-۵-۲-۴- تثبیت خاک و مصالح سنگی با سیمان
۲۳۶	۳-۲-۵-۲-۴- تثبیت خاک و مصالح سنگی با قیر
۲۴۰	۶-۲-۴- روشهای مختلف برای تعیین ماده تثبیت کننده مناسب
۲۴۰	۱-۶-۲-۴- روش FAA
۲۴۲	۲-۶-۲-۴- روش کشور هند
۲۴۳	۳-۶-۲-۴- محدوده دانه بندی مناسب برای انواع تثبیت خاک
۲۴۴	۴-۶-۲-۴- تعیین ماده تثبیت کننده وزارت راه مجارستان
۲۴۶	۳-۴- روشهای اجرایی راههای کم هزینه
۲۴۶	۱-۳-۴- مقدمه
	۲-۳-۴- روشهای بهبود و توسعه راهکارهای اجرایی راههای کم هزینه در کشورهای
۲۴۷	در حال توسعه
۲۴۷	۱-۲-۳-۴- مطالعات دقیق منطقه ای و جغرافیائی و توپوگرافی منطقه
۲۴۸	۲-۲-۳-۴- مطالعات اوضاع جوی منطقه
۲۴۸	۳-۲-۳-۴- مطالعات زمین شناسی منطقه عملیات
۲۴۹	۴-۲-۳-۴- مطالعات امکانات منطقه اعم از نیروی انسانی و ابزار آلات موجود
۲۵۲	۵-۲-۳-۴- مطالعات منابع و مصالح منطقه
۲۵۲	۳-۳-۴- مشخصات فنی خصوصی



## فهرست مطالب

صفحه

موضوع

۲۵۲ ۴-۳-۳-۱- ساختن قطعات شاهد (مدل)

۲۵۳ ۴-۳-۳-۲- مطالعات آمد و شد منطقه ای

۲۵۴ ۴-۳-۳-۳- احداث راه بصورت چند مرحله ای با توجه به نیاز منطقه

۲۵۴ ۴-۳-۳-۴- اجرای از مراحل کار در فصل مناسب

۲۵۶ ۴-۳-۳-۵- حذف عملیات اضافی غیر ضروری

۲۵۶ ۴-۳-۳-۶- استفاده از مصالح تثبیت کننده

۲۵۶ ۴-۳-۳-۷- اجرای عملیات بصورت مرحله ای در طول زمان

### فصل پنجم: نگهداری راههای روستائی و کم هزینه

۲۵۷ ۵-۱- مقدمه

۲۵۷ ۵-۲- اهداف

۲۵۹ ۵-۳- رسیدگی کلی یا عمومی

۲۵۹ ۵-۳-۱- مسئولیتهای مهندسی نگهداری

۲۶۰ ۵-۳-۲- مبنای سیستم نگهداری

۲۶۱ ۵-۳-۳- اجراء و بکار گیری

۲۶۱ ۵-۳-۴- آموزش

۲۶۲ ۵-۴- برنامه ریزی و سازماندهی

۲۶۲ ۵-۴-۱- طبقه بندی عملیات نگهداری

۲۶۶ ۵-۴-۲- مدیریت اجرائی

۲۶۶ ۵-۵- برآورد نیازها

۲۶۶ ۵-۵-۱- نیازهای آماری

۲۶۷ ۵-۵-۲- صورت برداری

۲۷۲ ۵-۶- بازرسی

## فهرست مطالب

صفحه	موضوع
۲۷۲	۵-۶-۱- اهداف
۲۷۳	۵-۶-۲- استمراری
۲۷۳	۵-۶-۳- علل خرابی و زوال
۲۷۴	۵-۶-۴- ثبت نقایص
۲۷۴	۵-۶-۵- ملاک و معیار تعمیر
۲۸۲	۵-۷- نیازهای کار
۲۸۳	۵-۸- عبور مرور ( ترافیک )
۲۸۳	۵-۸-۱- نیاز به شمارش ترافیک
۲۸۵	۵-۹- خاکها ، توپوگرافی - آب و هوا
۲۸۵	۵-۱۰- استفاده از منابع
۲۸۵	۵-۱۰-۱- اولویتها
۲۸۸	۵-۱۰-۲- روش شناسی
۲۹۳	۵-۱۰-۳- منابع نیازها
۲۹۹	۵-۱۰-۴- اختصاص منابع
۳۰۰	۵-۱۰-۵- جدول کار
۳۰۱	۵-۱۰-۶- شیوه و روش ارزیابی
۳۰۸	۵-۱۱- نگهداری زهکش ، شانه ها و شیروانیها
۳۰۸	۵-۱۱-۱- سیستم زهکشی
۳۱۰	۵-۱۱-۲- مسائل مربوط به زهکشی
۳۱۲	۵-۱۱-۳- آبروهای کناری
۳۱۷	۵-۱۱-۴- پایاب ها و یخرفتها
۳۱۸	۵-۱۱-۵- پلهای کوچک ( دهانه های کمتر از ۶ متر )

## فهرست مطالب

صفحه

موضوع

۳۲۰	۵-۱۱-۶- پلهای بزرگ ( بزرگتر از ۶ متر )
۳۲۲	۵-۱۱-۷- شانه ها
۳۲۵	۵-۱۱-۸- شیروانیها
۳۲۹	۵-۱۱-۹- اکیپ نگهداری
۳۳۴	۵-۱۲-۱۲- نگهداری راههای رویه سازی نشده
۳۳۴	۵-۱۲-۱- انواع نگهداری
۳۳۴	۵-۱۲-۲- گریدر زنی
۳۴۱	۵-۱۲-۳- درگینگ و جاروب کردن
۳۴۸	۵-۱۲-۴- شن ریزی مجدد
۳۵۱	۵-۱۲-۵- پر کردن و لکه گیری
۳۵۳	۵-۱۲-۶- غبار نشانی
۳۶۸	فصل ششم : نتیجه گیری و پیشنهادات

فصل دوم

- ۱۶ (۱-۲): استانداردهای طرح هندسی راههای روستائی
- ۱۹ (۲-۲): استانداردهای طرح هندسی
- ۲۱ (۳-۲): روشهای استفاده شده در برخی از کشورهای در حال توسعه
- ۲۳ (۴-۲): تقسیم بندی وسائل نقلیه و راهها
- ۲۸ (۵-۲): استانداردهای راه (TRRL)
- ۲۹ (۶-۲): نسبت پارامترهای مختلف با سرعت طرح
- ۴۴ (۷-۲): رشد وسائل نقلیه در کشورهای جهان

فصل چهارم

- ۵۶ (۱-۴): حداقل سرعت طرح (AASHTO)
- ۵۷ (۲-۴): سرعت طرح (BCEOM)
- ۵۷ (۳-۴): سرعت طرح (IRC)
- ۵۸ (۴-۴): سرعتهای طرح ( سازمان برنامه و بودجه ایران )
- ۶۰ (۵-۴): مقادیر حداقل سرعت طرح (AUSTROADS)
- ۶۰ (۶-۴): سرعتهای طرح وزارت راه و ترابری کشور کنیا
- ۶۱ (۷-۴): سرعت طرح (TRRL)
- ۶۲ (۸-۴): شیب حداکثر در مناطق مختلف (AASHTO)
- ۶۳ (۹-۴): حداکثر شیب طولی (BCEOM)
- ۶۴ (۱۰-۴): حداکثر شیب طولی (AUSTROADS)
- ۶۵ (۱۱-۴): حداکثر شیب طولی ( سازمان برنامه و بودجه ایران )
- ۶۶ (۱۲-۴): حداکثر شیب طولی (TRRL)
- ۶۶ (۱۳-۴): حداکثر شیب طولی (ECAFE)
- ۶۷ (۱۴-۴): حداکثر شیب طولی (IRC)

## فهرست جداول

صفحه	موضوع
۶۹	(۱۰-۴) : حداقل مسافت دید توقف (AASHTO)
۶۹	(۱۶-۴) : حداقل مسافت دید سبقت (AASHTO)
۷۱	(۱۷-۴) : حداقل مسافت دید توقف و سبقت (AASHTO)
۷۲	(۱۸-۴) : حداقل مسافت دید توقف ( سازمان برنامه و بودجه ایران )
۷۲	(۱۹-۴) : حداقل مسافت دید توقف و سبقت (AUSTROADS)
۷۳	(۲۰-۴) : حداقل مسافت دید توقف و سبقت (IRC)
۷۳	(۲۱-۴) : حداقل مسافت دید توقف و سبقت طبق نوع منطقه (IRC)
۷۴	(۲۲-۴) : حداقل مسافت دید توقف و سبقت (TRRL)
۷۸	(۲۳-۴) : حداقل شعاع انحنای قوسهای افقی و حداکثر درجه قوس دایره (AASHTO)
۷۹	(۲۴-۴) : حداقل شعاع انحنای قوسها (BCEOM)
۸۰	(۲۵-۴) : حداقل شعاع انحنای قوسها افقی دایره شکل ( سازمان برنامه و بودجه ایران )
۸۱	(۲۶-۴) : حداقل شعاع انحنای قوس افقی باتوجه به بلندی و ضریب اصطکاک جانبی (AUSTROADS) حداکثر
۸۱	(۲۷-۴) : حداقل شعاع انحنای قوس افقی در جاده های شنی و خاکی برای بر بلند صفر٪ (TRRL)
۸۲	(۲۸-۴) : حداقل شعاع انحنای قوسهای افقی دایره شکل (IRC)
۸۳	(۲۹-۴) : حدود شیب عرضی رویه ( در صد ) (AASHTO)
۸۴	(۳۰-۴) : حدود شیب عرضی رویه ( در صد ) (BCEOM)
۸۴	(۳۱-۴) : حدود شیب عرضی رویه ( در صد ) ( سازمان برنامه و بودجه ایران )
۸۵	(۳۲-۴) : حد اقل شیب عرضی سواره رو (AUSTROADS)
۸۵	(۳۳-۴) : حد اقل شیب عرضی شانه ها (AUSTROADS)
۸۶	(۳۴-۴) : حداقل شیب عرض سواره رو (IRC)
۸۸	(۳۵-۴) : طول تأمین بر بلندی (AASHTO)

## فهرست جداول

صفحه	موضوع
۸۹	طول منحنی اتصال برای تغییر شیب عرضی (BCEOM) (۳۶-۴)
۹۰	طول لازم تأمین بر بلندی در راه روستائی ( سازمان برنامه و بودجه ایران ) (۳۷-۴)
۹۰	حداقل طول تأمین بر بلندی (AUSTROAD) (۳۸-۴)
۹۱	حداقل طول تأمین بر بلندی (IRC) (۳۹-۴)
۹۳	حداقل عرض مورد نیاز برای سواره رو و شانه ها (AASHTO) (۴۰-۴)
۹۴	حداقل عرض راههای روستائی ( سازمان برنامه و بودجه ایران ) (۴۱-۴)
۹۵	عرض سواره رو و شانه ها برای راههای دارای روسازی آسفالته (AUSTROADS) (۴۲-۴)
۹۶	حداقل عرض راههای کم آمد و شد (TRRL) (۴۳-۴)
۹۷	حداقل عرض راههای روستائی ( کشور کنیا) (۴۴-۴)
۹۸	خاکبرداری یا خاکریزی و میزان سرایشی زمین (BCEOM) (۴۵-۴)
۱۰۰	مقادیر مختلف شیب شیروانی بر حسب ارتفاع خاکریزی (IRC) (۴۶-۴)
۱۰۱	مقادیر مختلف شیب شیروانی بر حسب نوع خاک مصرفی (IRC) (۴۷-۴)
۱۰۵	اضافه عرض در قوسها ( سازمان برنامه و بودجه ایران ) (۴۸-۴)
۱۰۶	تعریض رویه راه در قوسها ( سازمان برنامه و بودجه ایران ) (۴۹-۴)
۱۰۷	مقدار اضافه عرض در قوسها برای راههای دو خط (AUSTROADS) (۵۰-۴)
۱۱۰	ضرایب k بر اساس سرعت های طرح مختلف (AASHTO) (۵۱-۴)
۱۱۰	ضرایب k بر اساس سرعت های طرح مختلف (سازمان برنامه و بودجه ایران) (۵۲-۴)
۱۱۱	جهت تعیین مقدار k در قوسهای قائم (AUSTROADS) (۵۳-۴)
۱۱۲	حداقل طول قوسهای قائم بر اساس حداکثر تغییر شیب (IRC) (۵۴-۴)
۱۱۴	فاصله آزاد قائم (AUSTROADS) (۵۵-۴)
۱۱۶	حداقل فاصله دید در تقاطع (AASHTO) (۵۶-۴)
۱۱۷	فاصله دید لازم در تقاطع ها ( سازمان برنامه و بودجه ایران ) (۵۷-۴)
۱۱۸	حداقل فاصله دید در تقاطع ها (IRC) (۵۸-۴)

## فهرست جداول

صفحه	موضوع
۱۲۹	۴-۵۹) : غلطکهای مناسب برای متراکم نمون انواع خاکها
۱۳۱	۴-۶۰) : حالت‌های مختلف مخلوط‌های خاک
۱۳۵	۴-۶۱) : دانه بندی مصالح زیراساس با روش T-27 آشتو.
۱۳۷	۴-۶۲) : دانه بندی مصالح زیر اساس به روش (BCEOM)
۱۳۷	۴-۶۳) : مقادیر مجاز حد روانی و دامنه خمیری مصالح شنی
۱۳۸	۴-۶۴) : حدود ضرایب نفوذ پذیری مصالح مختلف
۱۳۹	۴-۶۵) : دانه بندی مصالح سنگدانه برای لایه زیر اساس
۱۴۰	۴-۶۶) : مشخصات مخلوط های ماسه - رس
۱۴۶	۴-۶۷) : دانه بندی مصالح قشر اساس
۱۵۱	۴-۶۸) : دانه بندی مصالح اساس ماکادامی
۱۵۲	۴-۶۹) : دانه بندی ریز دانه
۱۵۹	۴-۷۰) : مشخصات مخلوط‌های خاکی
۱۶۱	۴-۷۱) : مخلوط‌های مناسب برای تثبیت خاک مکانیکی
۱۸۰	۴-۷۲) : مشخصات آهک شکفته
	۴-۷۳) : حداقل مقاومت فشاری خاک اصلاح شده با آهک برای لایه زیر اساس
۱۹۲	در شرایط متفاوت
۲۱۵	۴-۷۴) : میزان سیمان مورد نیاز جهت استفاده در تثبیت خاک با سیمان
۲۱۷	۴-۷۵) : دانه بندی مصالح جهت استفاده در تثبیت خاک با سیمان
۲۱۸	۴-۷۶) : مشخصات خرد و نرم کردن برای تثبیت خاک با سیمان
۲۲۰	۴-۷۷) : حدود تقریبی سیمان مورد نیاز برای تثبیت خاک‌های ریزدانه
۲۲۳	۴-۷۸) : حدود تقریبی سیمان مورد نیاز برای تثبیت خاک‌های ماسه ای
۲۲۵	۴-۷۹) : حداکثر افت مجاز مصالح تثبیت شده با سیمان وزیر اساس تثبیت شده با سیمان
۲۲۷	۴-۸۰) : مشخصات فنی اساس تثبیت شده با سیمان ( آشتو)