

کاربرد مکانیک شکست

(در ساری های بتن آسفالتی)

دکتر

محمود رضا کی منشی — نگاه جعفری حقیقت پور — محمد رضا محمد علیها

سرشناسه	کی منش، محمودرضا، ۱۳۲۸.
عنوان و نام پدیدآور	کاربرد مکانیک شکست (روسازی های بتن آسفالتی) / محمودرضا کی منش،
مشخصات نشر	پگاه جعفری حقیقت پور، محمدرضا محمدعلیها.
مشخصات ظاهری	تهران: انتشارات دانشگاهی کیان، ۱۳۹۶.
شابک	۲۰۶ص. مصور، جدول.
وضعیت فهرست نویسی	۹۷۸-۶۰۰-۳۰۷-۱۸۸-۹:
موضوع	فیبا
موضوع	روسازی با بتن آسفالتی. Pavements, Asphalt concrete.
شناسه افزوده	مکانیک شکست اجسام. Fracture mechanics.
شناسه افزوده	جعفری حقیقت پور، پگاه، ۱۳۶۸.
رده بندی کنگره	تحمیدعلیها، محمدرضا، ۱۳۵۶.
رده بندی دیویی	۱۳۹۶ ۱۲۷۸/۴۹۷۸: TE۲۷۸
شماره کتابشناسی ملی	۶۲۵/۸۴:
	۴۰۱۹/۴:



انتشارات دانشگاهی کیان

نام کتاب	کاربرد مکانیک شکست (روسازی های بتن آسفالتی)
مولفان	محمودرضا کی منش - پگاه جعفری حقیقت پور - محمدرضا محمدعلیها
چاپ اول	۱۳۹۶:
تیراژ	۵۰۰ جلد:
چاپ و صحافی	مهدی:
قیمت	۱۵۰۰۰ تومان:
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۳۰۷-۱۸۸-۹:

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است.
تکثیر، پخش یا قسمتی از این اثر به
صورت هر چه باشد یا چاپ مجدد، چاپ
افست، فتوکپی، انواریت، بکری چاپ ممنوع
است و پیگرد رسمی دارد.

مرکز پخش:

تهران- خ انقلاب - خ ۱۲ فروردین - کوچه نوروز - پلاک ۲۷ طبقه اول

تلفن: ۶۶۴۱۱۷۱۵-۶۶۴۰۶۸۳۴-۶۶۴۱۶۴۴۶

خرید Online از طریق سایت www.kianpub.com

SMS: ۳۰۰۰۲۲۱۴۴۱

سخنی با خوانندگان

«سپس، به کاتبان و نویسندگان بنگر و بهترین آن‌ها را بر کارهای خود بگمار...
کاتبان و نویسندگانی برگزین که قدر خود را بشناسند، چون کسی که به قدر خود شناخت
ندارد، دیگران را هم نمی‌شناسد.»
«گرفته‌شده از نامه‌ی ۵۳ نهج البلاغه به مالک اشتر»

اگرچه نوشتن و پرداختن زکات علم از توصیه‌های اکید بزرگان و گواه بر کرامت اهل دانش است؛
اما امروزه پرداختن به انگیزه‌ها و اهداف نوشتن بیشتر جلوه می‌کند. بی‌شک این‌که چه کسی
می‌نویسد مهم نیست؛ اما این‌که چرا و به چه پشتوانه‌ای می‌نویسد، درخور تأمل است.
ما معتقدیم که چاپ رزافزون کتاب‌های به اصطلاح «زرد» که خالی از هرگونه نوآوری و
بی‌توجه به استانداردهای چاپ کتاب و نیازهای مخاطبان است، حاصل تفکر بازاری مستولی بر
جامعه‌ی نشر است. بی‌پایه آن‌که میزان پر زرق و برق، دستاویز قراردادن مضمون‌های نو با
هدف فروش بالا و طولیل کردن مسیرهای سابقه‌ی علمی، نمی‌تواند دلیل محکمی برای چاپ و نشر
کتابی باشد که خواننده‌ی مشتاق اصراً، هزینه‌های نه‌چندان کم آن را تهیه می‌کند؛ به امید آن
که چیزی از آن بیاموزد.

باید پذیرفت که انگیزه‌ی نوشتن کم از محتوای نوشته نیست و بین این دو رابطه‌ای مستقیم
برقرار است. اگر انگیزه‌ی نوشتن، تولید دانش باشد، بی‌شک نویسنده از قلم بی‌محتوا و کم‌عمق پرهیز
می‌کند و اگر دغدغه‌ی دانش و فرهنگ زخم‌خورده در میان باشد، ناشر تنها به عنوان پرطمطراق
بسنده نمی‌کند.

و چقدر امروزه، فرهنگ و دانش این مرز و بوم که گرفتار افتخار التیامی و زخم هوس است،
نیازمند ناشران و نویسندگانی است که نیت‌شان کمک به رشد دانش و ارتقای فرهنگ جامعه است و
به راستی که التیامی بر این درد نیست؛ مگر نویسندگانی که قدر خود و دیگران را می‌دانند و خوب
می‌فهمند که کتاب، ابزار سودجویی‌های مغرضانه نیست و می‌کوشند تا خود را از هرگونه شهوت
نام و رسم و ثروت تهی کنند.

انتشارات دانشگاهی کیان خود را بری از عیب و خطا نمی‌داند؛ اما همواره بیش از پیش
می‌کوشیم تا در راستای تولید علم و نشر کتاب‌های پرمحتوا، دست نویسندگانی که انگیزه‌ی پاک
دارند را بشماریم و در کنارشان باشیم و از خداوند متعال می‌خواهیم که در این مسیر صعب و
پرخطر در سایه‌ی لطف و عنایت خود از آن‌چه به عهده‌ی ما نهاده شده، سربلند و پیروز باشیم.

انتشارات دانشگاهی کیان

<< برفع الله الذین آمنوا منکم و الذین اوتوا العلم درجات >>

(خداوند کسانی از شما را که ایمان آورده اند بالا می برد و به کسانی که بهره ای از علم دارند درجات بزرگی می بخشد).

(مجادله آیه ۱۱)

مکانیک شکست مکانیک ترک (Fracture Mechanics) شاخه‌ای از مکانیک جامدات است که به بررسی ایجاد و گسترش ترک در جامدات و سازه‌ها و نحوه تاثیر آن بر تغییر شکل و زوال سازه می‌پردازد. این موضوعات از هر دو منظر مکانیک محیط‌های پیوسته و محیط‌های گسسته مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

مکانیک شکست در تمامی حوزه‌های مکانیکی، هوا، فضا، پزشکی، عمران، صنعت و غیره به‌سرفت چشمگیری داشته است. کاربرد مکانیک شکست در روسازی بیشتر آسفالتی یکی از مطالب نوین در مهندسی است که با بررسی موده‌های مختلف بارگذاری، خصوصیات ذاتی مخلوط آسفالته و پارامترهای هندسی می‌توان به طراحی مخلوط های آسفالتی با شرایط منسجم و ایده آل اقدام نمود. لذا بررسی مقاومت شکست برای روسازی های بتن آسفالتی که حالت متداول شکست در دمای پایین را تجربه می نماید، ضروری است. طراحی آسفالتی با کارایی بالا این مساله را عمدتا با استفاده از آزمایش های مربوطه جهت تعیین جرمگی شکست مخلوط های آسفالتی در دو بخش متونیک و سیکلیک تعیین می کند.

در زمینه کاربرد مکانیک شکست در روسازی راه تنها شب اندکی چاپ رسیده اما با توجه به اهمیت موضوع و اینکه این مبحث یکی از دروس اصلی در گرایش های ارشد و دکترای راه و ترابری است، بر آن شدیم تا با در نظر گرفتن سرفصل های مورد نیاز درس مکانیک شکست در رشته راه و ترابری به صورت مجرای کتابی تحت این عنوان ارائه نماییم. کتاب مذکور که مشتمل بر سه بخش (مبانی مکانیک شکست، مکانیک شکست در روسازی های بتن آسفالتی، پروژه کاربردی) است، حاصل الطاف بیکران خداوند متعال بوده تا تمامی دانشجویان، فارغ التحصیلان، مجربان و زمینه مهندسی عمران و راه و ترابری بتوانند از این کتاب استفاده شایسته ای نمایند. از آنجا که هیچ اثری بدون نقص نیست امید و بستندگان این کتاب از کلیه عزیزانی که این اثر را مورد مطالعه قرار می دهند دعوت می نماید تا انتقادات و پیشنهادات ارائه خود را از طریق این ایمیل asphalt_fracture17@gmail.com به نویسندگان ارسال نمایند. امید است تا با یاری خداوند متعال و نظرات دوستان صاحب نظر جهت بهبود هرچه بیشتر این اثر در چاپ های بعدی گام های مؤثری برداشته شود.

و من الله توفیق

محمودرضا کی منش - نگاه جعفری حقیقت پور-محمدرضا محمدعلیها

پاییز ۱۳۹۶

فهرست مطالب

۵	پیشگفتار
۷	فهرست مطالب
۱۱	فهرست شکل ها
۱۳	فهرست جدول ها
۱۴	بخش اول: مبانی مکانیک شکست
۱۵	فصل اول: کلیات
۱۶	۱-۱- مقدمه
۱۷	۱-۲- تحقیقات اولیه در مکانیک شکست
۲۲	۱-۳- عوامل اصلی شکست
۲۴	۱-۴- انواع مودهای بارگذاری در اجسام ترکدار
۲۶	۱-۵- چقرمگی شکست
۲۹	۱-۶- نظریه های شکست
۳۴	فصل ۲: معیار شکست در قطعات ترکدار
۳۳	۲-۱- مقدمه
۳۴	۲-۲- تعادل انرژی گریفیت
۳۵	۲-۳- معیار آزاد شدن انرژی کرنشی
۳۶	۲-۴- رابطه بین G و K
۳۷	۲-۵- مکانیک شکست با فرض الاستیک خطی

- ۳۹ ۱-۵-۲- معیار بیشترین تنش محیطی
- ۴۱ ۲-۵-۲- معیار کمترین چگالی انرژی کرنشی
- ۴۲ ۳-۵-۲- معیار بیشترین نرخ آزادسازی انرژی
- ۴۴ فصل ۳: ضرایب شدت تنش و نرخ رهاسازی انرژی با استفاده از المان محدود
- ۴۵ ۱-۳- مقدمه
- ۴۶ ۲-۳- روش وایسکس جابه جایی
- ۴۹ ۳-۳- روش گسترش مجاز ترک
- ۵۰ ۴-۳- روش انتگرال انرژی از طرف اصلاح شده
- ۵۲ ۵-۳- نتیجه گیری
- ۵۴ بخش دوم: مکانیک شکست در روسازی های بتن آسفالتی
- ۵۵ فصل اول: کلیاتی در مورد آسفالت
- ۵۶ ۱-۱- مقدمه
- ۵۷ ۲-۱- هدف روسازی
- ۵۸ ۳-۱- لایه های روسازی
- ۶۰ ۴-۱- عوامل موثر در طرح روسازی
- ۶۰ ۵-۱- انواع روسازی ها از نظر نحوه گسترش تنش و نوع مصالح
- ۷۶ فصل دوم: انواع خرابی و شکست در روسازی
- ۷۷ ۱-۲- مقدمه
- ۸۰ ۲-۲- ترک ها

۸۲	۳-۲- انواع ترک ها در روسازی آسفالتی
۹۲	۴-۲- خواص مکانیکی مخلوط آسفالتی و رابطه آن با گسیختگی و شکست روسازی
۱۰۰	فصل ۳: آزمایشات مربوط به رشد ترک در آسفالت
۱۰۱	۱-۳- آزمایشات عملکردی
۱۰۸	فصل ۴: بررسی مود های مختلف شکست مخلوط های آسفالتی
۱۰۹	۱-۴- انواع مود های بارگذاری در اجسام ترکدار
۱۱۰	۲-۴- تحقیقات از نام شده در شرایط بارگذاری مونوتونیک
۱۱۰	۱-۲-۴- مود کشش خالص (مود I)
۱۱۴	۲-۲-۴- مود برش خالص (مود II)
۱۱۵	۳-۲-۴- مود پارگی یا خارج صفحه ای (مود III)
۱۱۸	۴-۲-۴- مود ترکیبی کششی و برشی (مود I/II)
۱۲۱	فصل ۵: معرفی قطعات متداول جهت بررسی شکست سطوح های آسفالتی
۱۲۲	۱-۵- نمونه های مختلف مورد استفاده در آزمایش شکست
۱۲۵	۲-۵- معرفی چند قطعه متداول برای بررسی شکست مخلوط های آسفالتی
۱۳۴	فصل ۶: انتخاب قطعه مناسب جهت آزمایش چقرمگی شکست
۱۳۵	۱-۶- مقدمه
۱۳۷	۲-۶- معرفی نمونه ترکدار دیسک خمشی (ENDB)
۱۴۰	فصل ۷: آماده سازی نمونه های آسفالتی و آزمایش چقرمگی شکست
۱۴۱	۱-۷- طرح اختلاط مخلوط های آسفالتی

- ۱۴۴ ۲-۷- تهیه و آماده سازی نمونه های آزمایشگاهی
- ۱۴۴ ۳-۷- ساخت نمونه های آسفالتی
- ۱۴۵ ۴-۷- برش نمونه های آزمایشگاهی (نیم دایره ای ترک دار)
- ۱۴۵ ۵-۷- آزمایش چقرمگی شکست (بارگذاری منوتنیک)
- ۱۴۶ ۶-۷- آزمایش خستگی (بارگذاری سیکلیک)
- ۱۴۷ بخش سوم: دوره کاربردی (نمونه ترک دار دیسک خمش تحت مود بارگذاری مود

I و III

۲۰۰

مراجع