بنام خدا

دانشکده مهندسی

گروه عمران

عنوان پایان نامه:

پیشنهاد روشی جهت تعیین میزان دانه های سوزنی و پولکی در مصالح سنگی ریزدانه مخلوط های آسفالتی

مؤلف:

علی شریفی

ارائه شده جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران گرایش راه و ترابری

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر نیازی

استاد مشاور:

جناب آقای دکتر بلوری

شهریور ماه ۱۳۸۹

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

این پایان نامه با عنوان " **پیشنهاد روشی جهت تعیین میزان دانـه هـای سـوزنی و پـولکی در مـصالح سـنگی ریزدانه مخلوط های آسفالتی**" در تاریخ ۸۹/۶/۲۰ در حضور هیأت داوران با نمـره ۱۸/۵ و درجـه ارزشـیابی عالی با موفقیت دفاع شد.

تاریخ دفاع: ۸۹/۶/۲۰ نمره و درجه ارزشیابی:۱۸/۵ _ عالی

هیأت داوران

ردیف	نام و مرتبه علمی	سمت در هیأت	امضاء
۱	یونس نیازی- استاد یار	استاد راهنما	
۲	جعفر بلوری - استاد یار	استاد مشاور	
۳	سید احسان سیدی حسینی نیا- استاد یار	استاد مدعو	
۴	باقر شریفی- دانشیار	نماینده تحصیلات تکمیلی	

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

تقدیر و سپاسگزاری

اکنون که به یاری خداوند منان موفق به اتمام این پایان نامه شدم بر خود لازم می دانم از زحمات بی دریغ

استاد محترم جناب آقای دکتر نیازی که همواره با صبر و حوصله اینجانب را یاری نمودند کمال تشکر و

سپاسگزاری را به جا آورم.

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

بسمه تعالی

مشخصات پایان نامه تحصیلی دانشجویان

دانشگاه فردوسی مشهد

عنوان پایان نامه: پیشنهاد روشی جهت تعیین میزان دانه های سوزنی و پولکی در مصالح سنگی ریزدانه مخلوط های آسفالتی

نام نویسنده: علی شریفی

نام استاد راهنما: یونس نیازی

نام استاد مشاور: جعفر بلوری بزاز

دانشکده : مهندسی	**گروه:** مهندسی عمران	**رشته تحصیلی:** راه و ترابری
تاریخ تصویب:		**تاریخ دفاع:** ۸۹/۶/۲۰
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد ● دکتری		**تعداد صفحات:** ۱۶۲

چکیده پایان نامه :

در حدود ۸۵ درصد حجم مخلوط های آسفالتی را مصالح سنگی تشکیل می دهد. از این رو خواص مصالح سنگی نقش مهمی را در عملکرد مخلوط های آسفالتی ایفا می کند. از جمله مهمترین خواص مصالح سنگی، شکل، بافت و زاویه داری مصالح سنگی است. در حال حاضر، در روش روسازی ممتاز، تنها روش پذیرفته شده جهت تعیین شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی ریزدانه، آزمایش ASTM C1252 می باشد. لیکن، نتایج بسیاری از مطالعات نشان داده است در مواقعی که مصالح ریزدانه دارای دانه های سوزنی و پولکی است این آزمایش قادر به ارزیابی صحیح شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی ریزدانه نمی باشد. این در حالی است که یکی از پارامتر های تأثیر گذار بر مقاومت مخلوط های آسفالتی با دانه بندی متراکم در برابر شیارشدگی، شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی ریزدانه است. از اینرو، در این تحقیق، در ابتدا ضمن معرفی شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی و روش های ارزیابی آن، روشی جهت تشخیص میزان دانه های سوزنی و پولکی در مصالح ریزدانه بر پایه اختلاف فضای خالی مخلوط کوبیده نشده و متراکم مصالح ریزدانه پیشنهاد شده است. در ادامه به منظور انتخاب نحوه ارزیابی روش پیشنهادی به بررسی رابطه بین شکل مصالح سنگی و مقاومت مخلوط های آسفالتی در برابر شیارشدگی پرداخته شد. اهمیت و تأثیر نوع دانه بندی در نتایج مطالعات انجام شده در زمینه شکل مصالح سنگی موجب شد تا به طور مجزا و مستقل به بررسی آن پرداخته شود. نتایج ارزیابی روش پیشنهادی در دستگاه مسیر چرخ وسکس نشان داد این روش قادر به تشخیص میزان دانه های سوزنی و پولکی در مصالح ریزدانه بوده و در رابطه با عملکرد مخلوط های آسفالتی نیز می باشد.

کلید واژه:

۱. شکل

۲. بافت

۳. زاویه داری

٤. مصالح سنگی ریزدانه

۵. مقاومت در برابر شیارشدگی

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول- شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- شکل،بافت، و زاویه داری مصالح سنگی ۲

۱-۳-شاخص های معرف شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی ۴

۱-۳-۱-درصد مصالح شکسته در مخلوط مصالح سنگی درشت دانه ۵

۱-۳-۲- درصد مصالح سوزنی و پولکی در مخلوط مصالح سنگی درشت دانه ۵

۱-۳-۳- فضای خالی مخلوط کوبیده نشده مصالح ریزدانه(UV) ۷

۱-۳-۴- شاخص شکل ۷

۱-۴- آزمایش های تعیین شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی ۸

۱-۴-۱- آزمایش های تعیین شکل، بافت، و زاویه داری مصالح درشت دانه ۸

۱-۴-۱-۱- آزمایش تعیین درصد مصالح شکسته در مخلوط مصالح سنگی درشت دانه ۸

۱-۴-۱-۲- آزمایش تعیین درصد مصالح سوزنی و پولکی در مخلوط مصالح سنگی درشت دانه ۹

۱-۴-۱-۳- آزمایش تعیین شاخص شکل ۱۰

۱-۴-۲-آزمایش های تعیین شکل، بافت، و زاویه داری مصالح ریز دانه ۱۲

۱-۴-۲-۱- آزمایش تعیین فضای خالی مخلوط کوبیده نشده مصالح ریزدانه(UV) ۱۲

۱-۴-۲-۲- آزمایش تعیین شاخص شکل ۱۳

۱-۵ - ارزیابی آزمایش ASTM C1252 ..... ۱۴

۱-۵-۱- نقاط ضعف آزمایش ASTM C1252 ..... ۱۵

۱-۵-۱-۱- ضعف آزمایش ASTM-C1252 در تشخیص مصالح سوزنی و پولکی ۱۶

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

۱-۵-۱-۱-۱- بررسی اختلاف فضای خالی مخلوط کوبیده نشده مصالح ریزدانه(UV) با فضای خالی مصالح سنگی در مخلوط آسفالتی حاصل از آن(VMA) ۱۷

۱-۵-۱-۲- محدودیت آزمایش ASTM-C1252 در ارزیابی شکل مصالح ریزدانه با اندازه بزرگتر از ۲/۳۶ میلیمتر... ۲۳

فصل دوم- تأثیر شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی بر مقاومت مخلوط های آسفالتی در برابر شیارشدگی

۲-۱- مقدمه ۲۴

۲-۲- عوامل مؤثر بر مقاومت مخلوط های آسفالتی در برابر شیارشدگی ۲۵

۲-۲-۱- تأثیر شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی بر مقاومت مخلوط های آسفالتی در برابر شیارشدگی ۲۸

۲-۲-۱-۱- تاثیر شکل، بافت، و زاویه داری مصالح ریزدانه بر مقاومت مخلوط های آسفالتی در برابر شیارشدگی..... ۲۸

۲-۲-۱-۲- تاثیر شکل مصالح درشت دانه بر مقاومت مخلوط های آسفالتی در برابر شیارشدگی ۳۶

فصل سوم-دانه بندی مصالح سنگی و تأثیر آن بر مقاومت مخلوط های آسفالتی در برابر شیارشدگی

۳-۱- مقدمه ۴۵

۳-۲- منحنی دانه بندی مصالح سنگی ۴۵

۳-۳- انواع دانه بندی مخلوط مصالح سنگی ۴۸

۳-۳-۱- دانه بندی درشت ۴۸

۳-۳-۲- دانه بندی میانه ۴۸

۳-۳-۳- دانه بندی ریز ۴۹

۳-۴- بررسی تأثیر ناحیه ممنوعه بر مقاومت مخلوط های آسفالتی در برابر شیارشدگی ۵۰

۳-۵- مقایسه مقاومت مخلوط های آسفالتی با دانه بندی درشت و ریز در برابر شیارشدگی ۵۶

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

فصل چهارم- معرفی موضوع تحقیق و انتخاب آزمایشی برای ارزیابی روش پیشنهادی در آن

۴-۱- مقدمه ۶۶

۴-۲- نقاط ضعف آزمایش ASTM D4791 ..... ۶۶

۴-۳- پیشنهاد روشی برای تشخیص میزان مصالح سوزنی و پولکی در مخلوط مصالح سنگی ۶۷

۴-۴- انتخاب آزمایشی برای ارزیابی روش پیشنهادی ۷۲

۴-۵- معرفی دستگاه مسیر چرخ وسکس و روش کار با آن ۷۴

۴-۵-۱- معرفی اجزاء دستگاه مسیر چرخ وسکس ۷۵

۴-۵-۲- نحوه انجام آزمایش ۷۵

۴-۵-۳- تشریح نرم افزار دستگاه مسیر چرخ وسکس ۷۹

۴-۵-۳-۱- منوی Series ۸۰

۴-۵-۳-۲- منوی Test ۸۱

۴-۵-۳-۳- منوی Setup ۸۱

۴-۵-۳-۴- منوی Reports ۸۲

۴-۵-۳-۵- منوی Help ۸۲

۴-۵-۳-۶- روش کار با نرم افزار دستگاه ۸۲

۴-۵-۴- ارائه نتایج ۸۳

فصل پنجم- معرفی مراحل تحقیق

۵-۱- مقدمه ۸۴

۵-۲- معرفی مراحل تحقیق ۸۴

۵-۲-۱- تهیه مصالح سنگی ۸۵

۵-۲-۱-۱- تهیه مصالح ریزدانه ۸۵

۵-۲-۱-۲- تهیه مصالح سنگی درشت دانه ۸۷

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

۵-۲-۲- انتخاب دانه بندی مخلوط مصالح سنگی ۸۸

۵-۲-۳- تعیین خصوصیات مصالح سنگی ۸۹

۵-۲-۴- تعیین مشخصات قیر ۹۰

۵-۲-۵- تعیین فضای خالی مخلوط کوبیده نشده مصالح ریزدانه(UV) ۹۳

۵-۲-۶- تراکم مخلوط مصالح ریزدانه در دستگاه تراکم مارشال ۹۴

۵-۲-۷- طرح مخلوط های آسفالتی ۹۶

۵-۲-۸- ساخت دال های آسفالتی ۹۸

۵-۲-۹- ارزیابی مقاومت مخلوط های آسفالتی در برابر شیارشدگی ۱۰۳

۵-۲-۱۰- تعیین اختلاف فضای خالی مخلوط کوبیده نشده مصالح ریزدانه(UV)، با فضای خالی مخلوط کوبیده شده آن ۱۰۳

فصل ششم- شرح آزمایش ها، نتایج، و بحث در مورد آنها

۶-۱- مقدمه ۱۰۴

۶-۲- معرفی مخلوط های مصالح سنگی و آسفالتی مورد تحقیق ۱۰۴

۶-۳- نتایج آزمایش تعیین وزن مخصوص حقیقی مصالح سنگی ریزدانه ۱۰۶

۶-۴- نتایج آزمایش تعیین فضای خالی مخلوط کوبیده نشده مصالح ریزدانه(UV) ۱۰۸

۶-۵- تعیین فضای خالی مخلوط متراکم شده مصالح ریزدانه ۱۱۱

۶-۵-۱- ارزیابی روش تراکم مخلوط مصالح سنگی ریزدانه ۱۱۳

۶-۶- تعیین اختلاف فضای خالی مخلوط کوبیده نشده(UV)، و متراکم مصالح ریزدانه ۱۱۴

۶-۷- تعیین درصد قیر بهینه مخلوط های آسفالتی ۱۱۵

۶-۷-۱- تهیه نمونه های مارشال ۱۱۵

۶-۷-۲- تعیین استقامت و روانی نمونه های مارشال ۱۱۷

۶-۷-۳- تعیین وزن مخصوص حداکثر مخلوط های آسفالتی ۱۲۲

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

۶-۷-۴- محاسبه پارامتر های حجمی مخلوط های آسفالتی ۱۲۵

۶-۸- بررسی اختلاف فضای خالی مخلوط کوبیده نشده مصالح ریزدانه(UV) و فضای خالی مصالح سنگی در مخلوط آسفالتی حاصل از آن(VMA) ۱۳۲

۶-۹- محاسبات تهیه دال های آسفالتی ۱۳۴

۶-۱۰- نتایج ارزیابی مقاومت مخلوط های آسفالتی در برابر شیارشدگی ۱۳۶

۶-۱۱- ارزیابی روش پیشنهادی جهت تشخیص مصالح سوزنی و پولکی در مخلوط مصالح ریزدانه..... ۱۳۷

۶-۱۲- پیشنهادات برای ادامه تحقیق ۱۴۱

مراجع..... ۱۴۲

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

فصل اول– شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی

۱–۱– مقدمه

قفل و بست بین دانه های مصالح سنگی و در نتیجه اصطکاک داخلی مخلوط های آسفالتی ساخته شده از آن، تابعی از شکل، بافت، و زاویه داری[۱] مصالح سنگی است که از جمله مهمترین خواص مصالح سنگی می باشد. از اینرو در این تحقیق به معرفی و بررسی نقاط ضعف روش های موجود جهت ارزیابی شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی پرداخته شده است. نتایج این بررسی نشان داد، آزمایش ASTM C۱۲۵۲ که در روش روسازی ممتاز[۲] تنها آزمایش پذیرفته شده جهت تعیین شکل، بافت، و زاویه داری مصالح ریزدانه است، در مواقعی که مخلوط ریزدانه دارای مصالح سوزنی و پولکی است قادر به ارزیابی صحیح شکل، بافت، و زاویه داری مصالح ریزدانه نمی باشد. از اینرو، با توجه به اینکه وجود مصالح سوزنی و پولکی در مخلوط ریزدانه موجب کاهش مقاومت مخلوط های آسفالتی، با دانه بندی متراکم[۳]، در برابر شیارشدگی می شود، با تحلیل نتایج تعدادی از مطالعات صورت گرفته در این زمینه، روشی برای تشخیص میزان مصالح سوزنی و پولکی درمخلوط ریزدانه پیشنهاد شده است. این روش بر پایه اختلاف فضای خالی مخلوط مصالح ریزدانه در دو حالت کوبیده نشده و متراکم می باشد. در ادامه با بررسی تأثیر شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی بر عملکرد مخلوط های آسفالتی با دانه بندی های مختلف، نحوه ارزیابی روش پیشنهادی انتخاب، و تحقیق آزمایشگاهی در این خصوص انجام شد که نتایج آن در فصل ششم ارائه شده است. نتایج این تحقیق نشان داد، روش پیشنهادی قادر به تشخیص میزان مصالح سوزنی و پولکی درمخلوط ریزدانه می باشد.

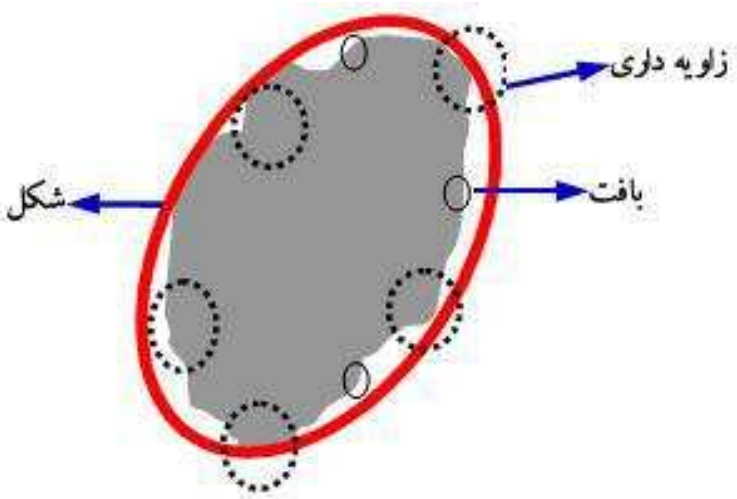
---

۱. Shape, Texture, Angularity
۲. Superpave
۳. Dense Gradation

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

۱-۲- شکل،بافت، و زاویه داری مصالح سنگی

شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی سه خاصیت مستقل از یکدیگر هستند و افزایش یا کاهش یکی لزوماً منجر به افزایش یا کاهش دیگری نمی شود. با این وجود در روش های پذیرفته شده فعلی جهت تعیین شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی این سه پارامتر به طور مستقل ارزیابی نمی شوند. شکل (۱-۱) نشان دهنده تفاوت بین این سه خاصیت دانه های مصالح سنگی است[۱،۳،۵،۶،۸،۱۱،۱۳].



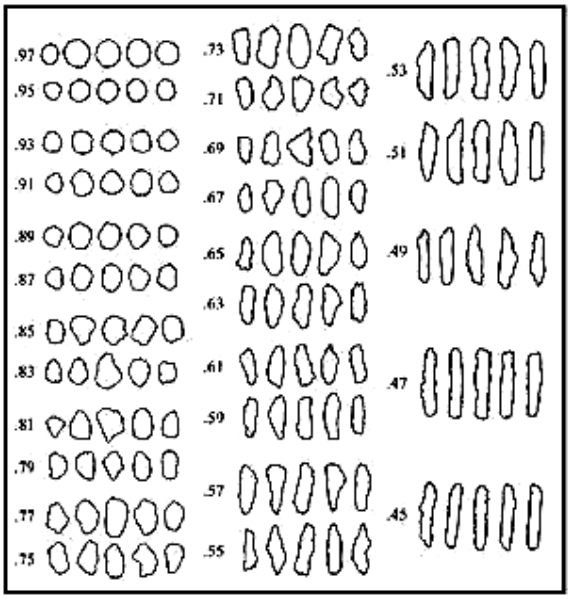
شکل (۱-۱)- شکل، بافت، و زاویه داری سنگدانه[۸]

برای تعیین شکل سنگدانه از نسبت ابعاد آن استفاده می شود. این ابعاد طول، عرض، و ضخامت سنگدانه هستند. بر این اساس دانه های مصالح سنگی به شکل کروی یا سوزنی و یا در یک بازه بین این دو خواهند بود[۸]. این مطلب در شکل (۱-۲) نشان داده شده است. این شکل در گذشته جهت ارزیابی بصری شکل دانه های مصالح سنگی استفاده می شده است[۱۱]. با مشخص کردن یک عدد برای نسبت بزرگترین به کوچکترین بعد سنگدانه ها، شکل سوزنی یا پولکی برای مصالح سنگی تعریف می شود. برای مثال در روش روسازی ممتاز، در مخلوط درشت دانه، سنگدانه هایی که نسبت بزرگترین به کوچکترین بعد آنها بیشتر از ۵

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

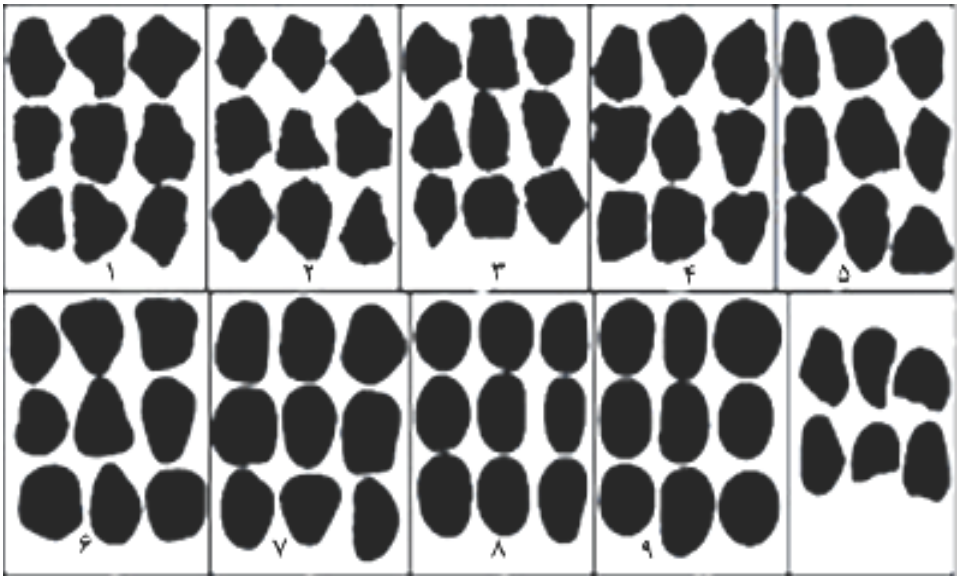
باشد مصالح پولکی یا سوزنی محسوب می شوند[۳]. نسبت بزرگترین به کوچکترین بعد برای مصالح با شکل سوزنی و پولکی به ترتیب نسبت طول به عرض و نسبت عرض به ضخامت می باشد[۱۱].

خاصیت زاویه داری دانه های مصالح سنگی بر اساس تندی تغییرات در گوشه های مصالح سنگی تعریف می شود و دانه های مصالح سنگی را در یک طیف گردگوشه تا زاویه دار دسته بندی می کند[۸]. شکل (۱-۳) که در گذشته جهت ارزیابی بصری زاویه داری دانه های مصالح سنگی استفاده می شده است، به خوبی مفهوم زاویه داری مصالح سنگی را نشان می دهد. بافت سطحی مصالح سنگی نیز بیانگر زبری سطح دانه های مصالح سنگی است[۱۱].



شکل (۱-۲)- طبقه بندی مصالح سنگی براساس شکل سنگدانه ها[۱۱]

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com



شکل (۱-۳)- طبقه بندی مصالح سنگی بر اساس زاویه داری سنگدانه ها[۱۱]

همانطور که ذکر شد، در گذشته، شکل های (۱-۲) و (۱-۳) جهت تعیین شکل و زاویه داری مصالح سنگی استفاده می شده اند. در این روش ها شکل و زاویه داری دانه های مصالح سنگی مستقیماً مورد ارزیابی قرار می گرفته است. ولی در اکثر روش های تعیین شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی، از جمله روش های پذیرفته شده در روش روسازی ممتاز، شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی مستقیماً مورد ارزیابی قرار نمی گیرند. بلکه شاخص یا شاخص هایی که وابسته به این سه ویژگی مصالح سنگی هستند تعریف شده و این شاخص ها به جای شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی اندازه گیری می شوند. در حقیقت این شاخص ها معرف شکل، بافت یا زاویه داری و یا ترکیبی از این سه ویژگی مصالح سنگی هستند. در ادامه به معرفی مهمترین این شاخص ها پرداخته شده است.

۱-۳-شاخص های معرف شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی

مهمترین شاخص های معرف شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی عبارتند از:

۱. درصد مصالح شکسته در مخلوط مصالح سنگی درشت دانه

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

۲. درصد مصالح سوزنی و پولکی در مخلوط مصالح سنگی درشت دانه

۳. فضای خالی مخلوط کوبیده نشده مصالح ریزدانه(UV)[۱]

٤. شاخص شکل

در روش روسازی ممتاز شاخص های ردیف های ۱، ۲ و۳ به عنوان معرف شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی درشت دانه و ریزدانه پذیرفته شده اند[۳].

در ادامه، به تفکیک به معرفی این شاخص ها پرداخته شده است.

۱-۳-۱-درصد مصالح شکسته در مخلوط مصالح سنگی درشت دانه

درصد مصالح شکسته در مخلوط مصالح سنگی درشت دانه به عنوان شاخصی از زاویه داری مصالح درشت دانه می باشد[۱۱]. طبق تعریف، درصد مصالح شکسته در مخلوط درشت دانه عبارتست از درصدی از مصالح مانده روی الک نمره ٤ (٤/۷۵mm) که دارای یک یا بیشتر از یک سطح شکسته باشند. مقادیر حداقل مشخص شده برای این شاخص تضمین کننده کفایت اصطکاک داخلی مصالح درشت دانه برای تحمل بار ومقاومت در برابر شیارشدگی می باشد. این مقادیر تابعی از حجم ترافیک و فاصله محل قرارگیری مصالح از سطح روسازی هستند[۳]. مقادیر حداقل تعیین شده در روش روسازی ممتاز، برای این شاخص، در جدول (۱-۱) نشان داده شده است.

۱-۳-۲- درصد مصالح سوزنی و پولکی در مخلوط مصالح سنگی درشت دانه

درصد مصالح سوزنی و پولکی در مخلوط مصالح سنگی درشت دانه به عنوان شاخصی از شکل دانه های مصالح درشت دانه می باشد[۹]. طبق تعریف ارائه شده در روش روسازی ممتاز، درصد مصالح سوزنی و پولکی در مخلوط درشت دانه عبارتست از درصدی از مصالح مانده روی الک نمره٤ (٤/۷۵mm) که نسبت بزرگترین به کوچکترین بعد آنها بیشتر از ۵ باشد. نسبت ابعاد برای مصالح سوزنی نسبت طول سنگدانه به

[۱]. Uncompacted void content

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

عرض آن و برای مصالح پولکی نسبت طول سنگدانه به ضخامت آن می باشد. مقادیر حداکثر مشخص شده برای این شاخص جهت محدود کردن مقدار مصالح سنگی است که در هنگام ساخت و بهره برداری از روسازی های آسفالتی، به دلیل ضعف در شکل آن،شکسته می شوند. این مقادیر تابعی از حجم ترافیک هستند[۳]. مقادیر حداکثر تعیین شده در روش روسازی ممتاز، برای این شاخص، در جدول (۱-۲) ارائه شده است.

جدول (۱-۱)- حداقل درصد شکستگی مخلوط مصالح درشت دانه در روش روسازی ممتاز [۳]

ترافیک (میلیون محور هم ارز)	عمق قرارگیری مصالح از سطح روسازی	
	>۱۰۰mm	<۱۰۰mm
<۰,۳	-	۵۵
<۱	-	۶۵
<۳	۵۰	۷۵
<۱۰	۶۰	۸۵/۸۰*
<۳۰	۸۰/۷۵*	۹۵/۹۰*
<۱۰۰	۹۵/۹۰*	۱۰۰/۱۰۰*
>۱۰۰	۱۰۰/۱۰۰*	۱۰۰/۱۰۰*

*برای مثال ۸۵/۸۰ یعنی ۸۵ درصد مصالح باید حداقل یک سطح شکسته و ۸۰ درصد مصالح باید حداقل دو سطح شکسته داشته باشد.

جدول (۱-۲)- حداکثر مجاز مصالح سوزنی و پولکی در مخلوط مصالح درشت دانه در روش روسازی ممتاز[۳]

ترافیک (میلیون محور هم ارز)	حداکثر مجاز مصالح سوزنی و پولکی (درصد)
<۰/۳	-
<۱	-
<۳	۱۰
<۱۰	۱۰
<۳۰	۱۰
<۱۰۰	۱۰
>۱۰۰	۱۰

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

۱-۳-۳- فضای خالی مخلوط کوبیده نشده مصالح ریزدانه(UV)

از آنجاکه مصالح با بافت زبرتر و شکل نامنظم تر کمتر در هم فرو می روند، فضای خالی مخلوط کوبیده نشده مصالح ریزدانه(UV)، به عنوان شاخصی از ترکیب شکل، بافت، و زاویه داری مصالح ریزدانه معرفی شده است[۱۱]. این شاخص برای مصالح رد شده از الک نمره ۸ (۲/۳۶ mm) تعیین می شود. مقادیر حداقل مشخص شده برای این شاخص تضمین کننده کفایت اصطکاک داخلی مصالح ریزدانه برای تحمل بار و مقاومت در برابر شیارشدگی می باشد. این مقادیر تابعی از سطح ترافیک و فاصله محل قرارگیری مصالح از سطح روسازی هستند[۳]. مقادیر حداقل تعیین شده در روش روسازی ممتاز برای این شاخص، در جدول شماره(۱-۳) نمایش داده شده است.

جدول(۱-۳)- حداقل فضای خالی در مخلوط کوبیده نشده مصالح ریزدانه(UV) در روش روسازی ممتاز[۳]

ترافیک (میلیون محور هم ارز)	عمق قرارگیری مصالح از سطح روسازی	
	>۱۰۰mm	<۱۰۰mm
<۰/۳	-	-
<۱	-	۴۰
<۳	۴۰	۴۰
<۱۰	۴۰	۴۵
<۳۰	۴۰	۴۵
<۱۰۰	۴۵	۴۵
>۱۰۰	۴۵	۴۵

۱-۳-۴- شاخص شکل

شاخص شکل به عنوان شاخصی از ترکیب شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی می باشد[۱۱]. این شاخص از روی فضای خالی مخلوط متراکم شده مصالح سنگی بدست می آید و بیشتر جهت مصالح درشت دانه کاربرد دارد. چراکه تعیین آن برای مصالح ریزدانه بسیار وقت گیر است. مطالعات نشان داده است مصالح سنگی زاویه دار و دارای بافت زبر دارای شاخص شکل بزرگتر از ۱۴ و مصالح گرد گوشه و

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

صاف دارای شاخص شکل کمتر از ۱۲ هستند[۱۳]. استفاده از شاخص شکل به عنوان معیاری از ترکیب شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی بیشتر در مطالعات مرسوم است و در زمره شاخص های پذیرفته شده در روش روسازی ممتاز نمی باشد[۹،۱۱].

۱-۴- آزمایش های تعیین شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی

در این قسمت، به طور خلاصه به معرفی مهمترین آزمایش های تعیین شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی پرداخته شده است.

۱-۴-۱- آزمایش های تعیین شکل، بافت، و زاویه داری مصالح درشت دانه

آزمایش های زیر جهت تعیین شکل، بافت، و زاویه داری مصالح درشت دانه به کار می روند.

۱. آزمایش تعیین درصد مصالح شکسته در مخلوط مصالح درشت دانه- (ASTM-D٥٨٢١)

۲. آزمایش تعیین درصد مصالح سوزنی و پولکی در مخلوط مصالح درشت دانه- (ASTM-D٤٧٩١)

۳. آزمایش تعیین شاخص شکل- (ASTM-D٣٣٩٨)

۱-۴-۱-۱- آزمایش تعیین درصد مصالح شکسته در مخلوط مصالح سنگی درشت دانه

همانطور که اشاره شد، در روش روسازی ممتاز، درصد مصالح شکسته در مخلوط مصالح سنگی درشت دانه به عنوان شاخصی از زاویه داری مصالح درشت دانه پذیرفته شده است. در روش روسازی ممتاز، آزمایش استاندارد پذیرفته شده برای تعیین این شاخص آزمایش ASTM-D٥٨٢١ می باشد.

این آزمایش جهت تعیین درصدی از مصالح مخلوط که دارای حداقل یک یا چند سطح شکسته هستند استفاده می شود. برای بیان درصد مصالح شکسته مخلوط از نسبت تعداد سنگدانه های شکسته به تعداد کل سنگدانه های نمونه مورد آزمایش و یا از نسبت وزن سنگدانه های شکسته به وزن کل نمونه مورد آزمایش استفاده می شود[۱۲]. جهت جدا کردن سنگدانه های شکسته از مابقی مصالح درشت دانه از یک تعریف استاندارد برای سطح شکسته استفاده می شود. طبق این استاندارد یک سطح شکسته به یک سطح زاویه دار و

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

زبر و یا سطح حاصل از شکسته شدن یک سنگدانه توسط دستگاه های مصنوعی یا طبیعت گفته می شود. در صورتی یک سطح شکسته در تعیین تعداد سطوح شکسته یک سنگدانه به حساب می آید که سطح آن حداقل ۲۵ درصد بزرگترین مقطع عرضی سنگدانه باشد. یک سنگدانه نیز وقتی شکسته به حساب می آید که حداقل دارای یک سطح شکسته باشد[۱۳]. همانطور که از شرح آزمایش مشخص است، در این روش دانه های مصالح سنگی به طور مستقیم مورد بررسی قرار می گیرند.

همانطور که ذکر شد برای بیان درصد مصالح شکسته مخلوط مصالح سنگی از نسبت تعداد سنگدانه های شکسته به تعداد کل سنگدانه های نمونه مورد آزمایش و یا از نسبت وزن سنگدانه های شکسته به وزن کل نمونه مورد آزمایش استفاده می شود. در روش روسازی ممتاز نسبت وزن سنگدانه های شکسته به وزن کل نمونه مورد آزمایش به عنوان درصد مصالح شکسته مخلوط مصالح سنگی پذیرفته شده است. سنگدانه های شکسته باید حداقل سطوح شکستگی ذکر شده در جدول (۱-۱) را دارا باشند[۱۲].

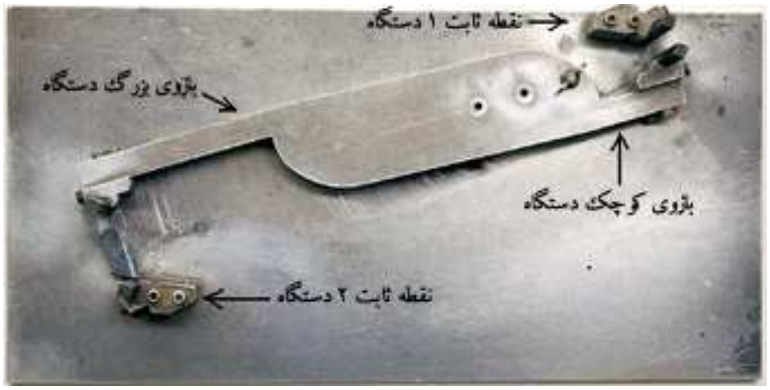
۱-۴-۱-۲- آزمایش تعیین درصد مصالح سوزنی و پولکی در مخلوط مصالح سنگی درشت دانه

همانطور که اشاره شد، در روش روسازی ممتاز، درصد مصالح سوزنی و پولکی به عنوان شاخصی از شکل مخلوط مصالح سنگی درشت دانه پذیرفته شده است. در روش روسازی ممتاز، آزمایش استاندارد پذیرفته شده برای تعیین این شاخص آزمایش ASTM-D٤٧٩١ می باشد.

در این آزمایش با استفاده از یک دستگاه بسیار ساده، که در شکل (۱-٤) نمایش داده شده است، می توان مصالح سوزنی و یا پولکی، با نسبت بزرگترین به کوچکترین بعد بیشتر از۳،۲ یا ۵، را از بقیه مصالح نمونه درشت دانه جدا کرد. نحوه کار با این دستگاه به این صورت است که ابتدا نسبت بزرگترین به کوچکترین بعدی را که می خواهیم بر اساس آن سنگدانه های سوزنی و پولکی را از بقیه مصالح جدا کنیم انتخاب می شود. این نسبت، همانطور که در شکل (۱-٤) هم نشان داده شده است عدد ۲، ۳، و یا ۵ می باشد. سپس سنگدانه را در جهت کوچکترین بعد آن بین بازوی کوچک دستگاه و نقطه ثابت (۱) قرار می دهیم. در این

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

حالت، در صورتی که سنگدانه در جهت بزرگترین بعد آن از فاصله ایجاد شده بین بازوی بزرگ دستگاه و نقطه ثابت (۲) عبور نکند به عنوان سنگدانه سوزنی و یا پولکی شناخته می شود. همانطور که در بند ۱-۳-۲ نیز ذکر شد، نسبت مورد بررسی برای مصالح سوزنی نسبت طول به عرض سنگدانه و برای مصالح پولکی نسبت طول به ضخامت سنگدانه می باشد. در این روش دانه های مصالح سنگی به طور مستقیم مورد بررسی قرار می گیرند. برای بیان درصد مصالح سوزنی و پولکی مخلوط از نسبت وزن مصالح سوزنی و پولکی به وزن کل نمونه مورد آزمایش و یا نسبت تعداد سنگدانه های سوزنی و پولکی شمارش شده به تعداد کل سنگدانه های مورد آزمایش استفاده می شود[۱۲]. آنچه مد نظر روش روسازی ممتاز است درصد وزنی مصالح سوزنی و پولکی با نسبت بزرگترین به کوچکترین بعد بیشتر از ۵ است[۳].



شکل (۱-٤)- دستگاه مورد استفاده در آزمایش ASTM D٤٧٩١[۳۷]

۱-۴-۱-۳- آزمایش تعیین شاخص شکل

این آزمایش جهت تعیین شاخص شکل که، در بند ۱-۳-٤، به عنوان معیاری از ترکیب شکل، بافت، و زاویه داری مصالح سنگی معرفی شد، استفاده می شود. روش کلی این آزمایش برای مصالح درشت دانه و ریزدانه یکسان است. برای تعیین شاخص شکل یک نمونه مصالح سنگی مطابق آزمایش ASTM D۳۳۹۸، ابتدا مصالح با یک روش استاندارد الک می شوند. سپس وزن مشخصی از مصالح مانده بر روی هر الک در داخل یک قالب استوانه ای و توسط یک میله، درسه لایه و هر لایه با ۱۰ ضربه متراکم می شود. نوع قالب و

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

میله با توجه به نوع مصالح، ریزدانه یا درشت دانه بودن مصالح، انتخاب می شود. برای مثال، جزئیات میله وقالب مورد استفاده برای مصالح درشت دانه در جدول (۱-٤) ارائه شده است. پس از تراکم مصالح، فضای خالی آن تعیین می شود. به همین روش فضای خالی نمونه در حالتی که به جای ۱۰ ضربه، مصالح در سه لایه و هر لایه با ۵۰ ضربه متراکم شده اند، تعیین می شود. با استفاده از این دو فضای خالی مطابق رابطه (۱-۱)، به نقل از شرح مندرج در آزمایش ASTM D۳۳۹۸، شاخص شکل برای مصالح مانده بر روی هر الک بدست می آید و با استفاده از میانگین وزنی این شاخص ها، شاخص شکل برای دسته ریز دانه و دسته درشت دانه مصالح تعیین می شود[۳،۱۵]. این آزمایش بسیار وقت گیر است. مخصوصا" وقتی بخواهیم شاخص شکل را برای مصالح ریز دانه تعیین کنیم[۹].

$$PI = 1.25 \times V_{10} - 0.25 \times V_{50} - 32 \qquad (۱-۱)$$

که در آن:

PI: شاخص شکل مصالح سنگی

V_{10}: فضای خالی مصالح متراکم شده با ۱۰ ضربه میله استاندارد بر حسب درصد

و

V_{50}: فضای خالی مصالح متراکم شده با ۵۰ ضربه میله استاندارد بر حسب درصد می باشد.

جدول(۱-٤)- جزئیات میله وقالب برای تعیین شاخص شکل مصالح درشت دانه در آزمایش ASTM D۳۳۹۸[۱۵]

جزئیات قالب		جزئیات میله	
قطر(mm)	ارتفاع(mm)	قطر(mm)	ارتفاع(mm)
۱۵۲	۱۷۸	۱٦	٦۱۰

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com