



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۳۰۲

تجدید نظر دوم

مرداد ماه ۱۳۸۱

ISIRI

302

2st- Revision

AUG. 2002

سنگدانه‌های بتن - ویژگیها

*Concrete Aggregate-Specifications*

نشانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران: کرج - شهر صنعتی، صندوق  
پستی ۳۱۵۸۵-۱۶۳  
دفتر مرکزی: تهران - بالاتراز میدان ولی عصر، کوچه شهید شهامتی، پلاک ۱۴  
صندوق پستی ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵  
تلفن مؤسسه در کرج: ۰۲۶۱ - ۲۸۰۶۰۳۱-۸  
تلفن مؤسسه در تهران: ۰۲۶۱ - ۲۸۰۹۳۰۸-۹  
دورنگار: کرج ۰۲۶۱-۲۸۰۸۱۱۴ تهران ۰۲۱-۸۸۰۲۲۷۶  
بخش فروش - تلفن: ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵ دورنگار: ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵  
پیام نگار [Standard @ isiri.or.ir](mailto:Standard@isiri.or.ir)  
بها: ۲۱۲۵ ریال

 *Headquarter: Institute of Standards and Industrial Research of IRAN*  
*P.O.Box 31585-163 Karaj - IRAN*  
*Central office: NO.14, Shahid Shahamati St., Valiasr Ave. Tehran*  
*P.O.Box : 14155-6139*  
 *Tel.(Karaj): 0098 261 2806031-8*  
 *Tel.(Tehran): 0098 21 8909308-9*  
 *Fax(Karaj): 0098 261 2808114*  
 *Fax(Tehran): 0098 21 8802276*  
 *Email: Standard @ isiri.or.ir*  
 *Price: 2125 " Rls*

## آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که عهده‌دار وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) می‌باشد.

تدوین استاندارد در رشته‌های مختلف توسط کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت می‌گیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت‌ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فنی و فن‌آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمان‌های دولتی باشد. پیش‌نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرات و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمان‌های علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می‌گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره ۵۱۰۱ تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط مؤسسه تشکیل می‌گردد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد می‌باشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی استفاده می‌نماید.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون به منظور حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. مؤسسه می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید.

همچنین به منظور اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی‌کنندگان سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و کالیبره‌کنندگان وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمان‌ها و مؤسسات را براساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی‌نامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می‌نماید. ترویج سیستم بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می‌باشد.

## کمیسیون استاندارد سنگدانه‌های بتن - ویژگی‌ها (تجدید نظر)

### رئیس

رمضانیانپور، علی اکبر  
(دکترای عمران)

### سمت یا نمایندگی

هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

### اعضاء

ایزدی، مجید

(فوق لیسانس عمران)

یاقری، علی رضا

(دکترای عمران)

پرهیزگر، طیبه

(دکترای عمران)

حسینی، عبدالله

(فوق لیسانس عمران)

حمیدی، عباس

(فوق لیسانس مواد)

خداینده، ناهید

(لیسانس شیمی)

رئیس قاسمی، امیر مازیار

(لیسانس عمران)

سازور، رسول

(لیسانس شیمی)

قامینی، هرمز

(دکترای عمران)

قدوسی، پرویز

(دکترای عمران)

کمالی، آرش

(لیسانس عمران)

ماجدی اردکانی، محمد حسین

(لیسانس شیمی)

شرکت بلند پایه

هیئت علمی دانشگاه خواجه نصیر طوسی

هیئت علمی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

هیئت علمی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران

هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران

انجمن صنفی تولید کنندگان شن و ماسه، شرکت متوساک

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

### دبیر

ویسه، سهراب

(فوق لیسانس معدن)

هیئت علمی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

## پیشگفتار

استاندارد سنگدانه برای بتن نخستین بار در سال ۱۳۴۵ تهیه شد. این استاندارد بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی و تایید کمیسیون‌های مربوط برای دومین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در هفتاد و دومین جلسه کمیته ملی استاندارد ساختمان و مصالح ساختمانی مورخ ۱۳۸۱/۴/۲ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند ۱ ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در تجدید نظر بعدی مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ملی ایران باید همواره از آخرین تجدید نظر آنها استفاده کرد.

در تهیه و تجدید نظر این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استانداردهای بین‌المللی و استانداردهای ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود.

منابع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است:

۱- استاندارد ملی ایران ۳۰۰ سال ۱۳۴۳: مصالح سنگی ریزدانه برای بتن

۲- استاندارد ملی ایران ۳۰۲ سال ۱۳۸۰: شن برای بتن و بتن مسلح، ۱۳۴۳، تجدیدنظر اول

۳- آیین نامه بتن ایران "آبا" (تجدید نظر اول) سال ۱۳۷۹، نشریه شماره ۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه

4-ASTM C33 , Standard Specification for Concrete Aggregates, 2000

5-BS 882 , Specification for Aggregates from Natural Sources for Concrete , 1992

## سنگدانه های بتن - ویژگی ها

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد تعیین ویژگی‌ها برای دانه بندی و کیفیت سنگدانه ریز و درشت (بغیر از سنگدانه های سبک یا سنگین) برای مصرف در بتن است.

۱-۲ الزامات این استاندارد همچنین برای مشخصات فنی پروژه‌ها برای تعیین کیفیت سنگدانه ، حداکثر اندازه اسمی سنگدانه و سایر الزامات خاص دانه‌بندی استفاده می‌شود .

۱-۳ الزامات این استاندارد برای اطمینان از کیفیت مطلوب مصالح برای اکثر بتن ها در نظر گرفته می‌شود و ممکن است که برای کارهای معین یا در مناطق خاص کمتر یا بیشتر از آنچه مورد نیاز است محدود کننده باشد. در این گونه موارد لازم است الزامات مورد نظر مشاور یا طراح در مشخصات فنی پروژه درج گردد.

### ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می‌شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و / یا تجدید نظر، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معینا بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد امکان کاربرد آخرین اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و / یا تجدید نظر، آخرین چاپ و / یا تجدید نظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است :

استاندارد ملی ایران ۴۹۷۷ سال ۱۳۷۸- روش آزمون دانه بندی سنگدانه‌های ریز و درشت توسط الک

استاندارد ملی ایران ۴۴۶ سال ۱۳۴۸- روش تعیین مقدار موادی از مصالح سنگی که از الک ۷۵ میکرون می‌گذرد.

استاندارد ملی ایران ۴۹۷۹ سال ۱۳۷۸- روش آزمون ناخالصی‌های آلی سنگدانه‌های ریز برای بتن

استاندارد ملی ایران ۴۴۹ سال ۱۳۷۰- روش آزمایش مقاومت مصالح سنگی در مقابل عوامل جوی

استاندارد ملی ایران ۴۹۷۸ سال ۱۳۷۸ - روش آزمون کلوخه‌های رسی و ذرات خرد شونده در سنگدانه

استاندارد ملی ایران ۴۹۸۴ سال ۱۳۷۸- زغال سنگ و لیگنیت

استاندارد ملی ایران ۴۴۸ سال ۱۳۷۰- روش آزمون برای تعیین سایش مصالح سنگی درشت‌دانه با استفاده از ماشین

نوس آنجلس

استاندارد ملی ایران ۴۹۸۴ سال ۱۳۷۸- روش آزمون ذرات سبک در سنگدانه

ASTM D75 Practice for Sampling Aggregates

ASTM C87 Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregate on Strength of Mortar

## سنگدانه ریز

### ۲ خصوصیات کلی

۱-۲ سنگدانه ریز باید شامل ماسه طبیعی ، ماسه شکسته ، یا ترکیبی از آن دو باشد.

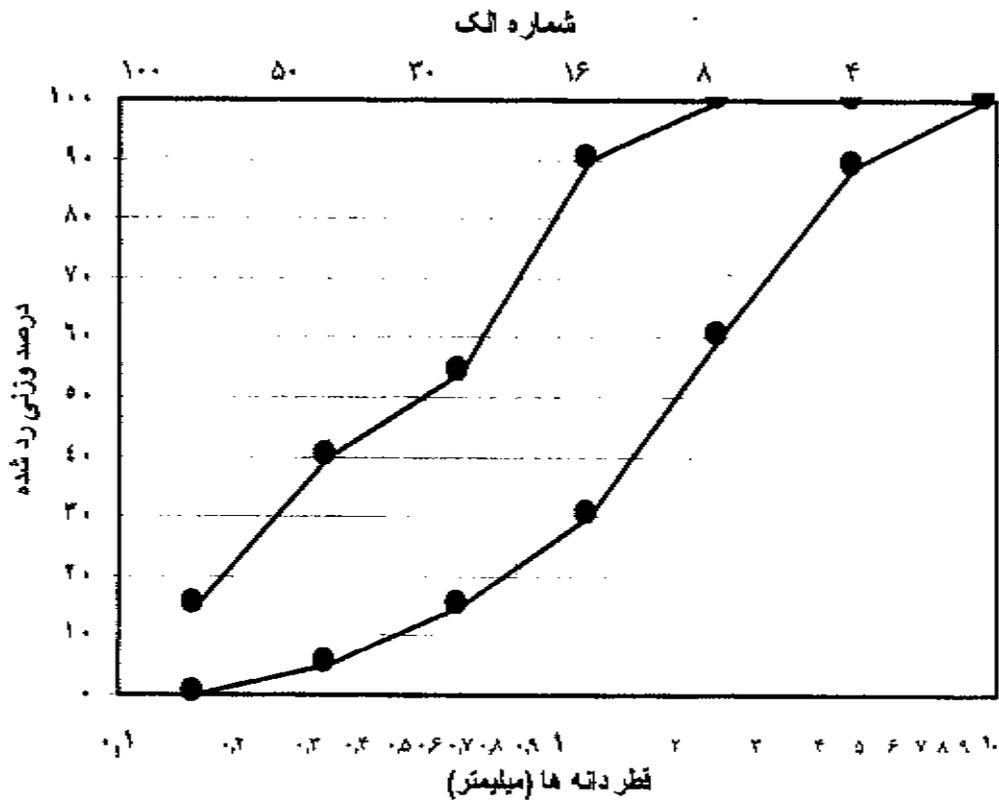
### الزامات اجباری سنگدانه ریز

### ۳ دانه بندی

۱-۳ دانه‌بندی سنگدانه ریز برای بتن باید با الزامات اجباری ، مندرج در جدول ۱ و شکل ۱ مطابقت داشته باشد .

جدول ۱ : الزامات اجباری دانه بندی سنگدانه ریز برای بتن

درصد وزنی عبور کرده	اندازه الک به میلیمتر (نمره الک)
۱۰۰	۹/۵ ( ۳/۸ اینچ )
۸۹-۱۰۰	۴/۷۵ (نمره ۴)
۶۰-۱۰۰	۲/۳۶ (نمره ۸)
۳۰-۹۰	۱/۱۸ (نمره ۱۶)
۱۵-۵۴	۰/۶ (نمره ۳۰)
۵-۴۰	۰/۳ (نمره ۵۰)
۰-۱۵	۰/۱۵ (نمره ۱۰۰)



شکل ۱: الزامات اجباری محدوده دانه بندی سنگدانه ریز برای بتن

یادآوری: بتن یا سنگدانه ریز با دانه بندی های نزدیک به مرز حداقل مندرج در جدول ۱ برای درصد عبور کرده از الک ۳۰۰ میکرون (میکرومتر) (نمره ۵۰) و ۱۵۰ میکرون (نمره ۱۰۰) گاهی اوقات مشکلاتی از نظر کارایی، پمپ کردن یا آب‌نداختن زیاد به همراه دارد. افزودن مواد حباب ساز، سیمان اضافی، یا افزودن مواد مضاف معدنی مجاز روش‌هایی هستند که برای جبران کمبود ریز دانه ها و برای رفع چنین مشکلاتی به کار برده می‌شوند.

۲-۳ دانه بندی باید بنحوی باشد که بیش از ۴۵ درصد وزنی آزمون بین دو الک متوالی قرار نگیرد.

#### ۴ مواد زیان آور

۱-۴ مقدار مواد زیان آور در سنگدانه ریز برای بتن نباید بیش از حدود الزامات اجباری مطابق جدول ۲ باشد.

#### ۲-۴ ناخالصی های آلی

۱-۲-۴ سنگدانه ریز باید عاری از مقادیر زیان آور ناخالصی های آلی باشد. به جز مواردی که در بندهای ۲-۲-۴ و

۳-۲-۴ می‌آید، سنگدانه هایی که مورد آزمایش برای ناخالصی های آلی قرار می‌گیرند و رنگی تیره‌تر از رنگ مشخص

شده در استاندارد ملی ایران به شماره ۴۹۷۹ تولید می‌کنند نباید پذیرفته شوند.

۲-۲-۴ مصرف سنگدانه ریزی که در آزمایش ناخالصی‌های آلی مردود شده ، به شرطی مجاز خواهد بود که تغییر رنگ عمدتاً به دلیل وجود مقادیر کم زغال سنگ ، لیگنیت یا ذرات مشابه باشد.

جدول ۲ : الزامات اجباری مواد زیان آور در سنگدانه ریز برای بتن

مواد زیان آور	درصد وزنی نسبت به کل نمونه ، حداکثر
کلوخه های رسی و ذرات سست	۳/۰
مواد ریزتراز الک ۷۵ میکرون (نمره ۲۰۰): - بتن در معرض سایش - سایر انواع بتن	۳/۰ <sup>(۱)</sup> ۵/۰ <sup>(۱)</sup>
زغال سنگ و لیگنیت: - جایی که سطح ظاهری بتن مهم است - سایر انواع بتن	۰/۵ ۱/۰
سولفات‌های محلول در آب برحسب (SO <sub>3</sub> ) <sup>(۲)</sup>	۰/۴
کلریدهای محلول در آب برحسب (Cl <sup>-</sup> ) <sup>(۳)</sup>	۰/۰۴

<sup>(۱)</sup> در مورد ماسه شکسته ، اگر مواد ریزتراز الک ۷۵ میکرون (نمره ۲۰۰) شامل گرد سنگ، اساساً عاری از رس یا شیل باشد ، این حدود به ترتیب به ۵ و ۷ درصد افزایش می‌یابد.

<sup>(۲)</sup> در جایی که مقدار سولفات محلول در آب موجود در سنگدانه ریز بیش از این مقدار باشد مصرف آن به شرطی مجاز است که مقدار سولفات محلول در آب موجود در کل سنگدانه ریز و درشت از حداکثر مجاز کمتر باشد.

<sup>(۳)</sup> در جایی که مقدار کلرید محلول در آب موجود در سنگدانه ریز بیش از این مقدار باشد مصرف آن به شرطی مجاز است که مقدار کلرید محلول در آب موجود در کل سنگدانه ریز و درشت از حداکثر مجاز کمتر باشد.

۲-۲-۴ مصرف سنگدانه ریزی که در آزمایش مردود شده ، به شرطی مجاز خواهد بود که وقتی مطابق روش ASTM C 87 برای اثر ناخالصی‌های آلی بر مقاومت ملات ، مورد آزمایش قرار می‌گیرد ، نسبت مقاومت فشاری ۷ روزه ملات ساخته شده با این سنگدانه به مقاومت ۷ روزه ملات ساخته شده با این سنگدانه که با محلول سود ۳٪ شسته شده ، کمتر از ۹۵ درصد نباشد.

#### ۴-۳ مواد واکنش‌زا

۴-۳-۱ سنگدانه ریز برای مصرف در بتنی که در معرض خیس شدگی، رویارویی زیاد در برابر شرایط جوی مرطوب، یا در تماس با زمین مرطوب قرار خواهد گرفت نباید حاوی موادی باشد که با قلیایی‌های سیمان، واکنش زیان‌آور ایجاد نموده و باعث انبساط شدید ملات یا بتن گردد. به استثناء آنکه اگر چنین موادی در مقادیر زیان‌آور وجود داشته باشند، مصرف سنگدانه ریز مجاز است بشرطی که نشان داده شود با استفاده از سیمان حاوی کمتر از ۰/۶ درصد قلیایی‌ها یا با افزودن یک ماده از انبساط مضر حاصل از واکنش قلیایی - سنگدانه جلوگیری می‌شود.

#### ۵ سلامت سنگدانه ریز

۵-۱ به جز آنچه که در بندهای ۵-۲ و ۵-۳ ذکر می‌شود، سنگدانه ریز قرار گرفته در برابر ۵ دوره آزمایش سلامت، هنگام استفاده از سولفات سدیم باید میانگین افت وزن بیشتر از ۱۰ درصد نداشته و در صورت استفاده از سولفات منیزیم این مقدار بیش از ۱۵ درصد نباشد.

۵-۲ برای سنگدانه‌هایی که الزامات ۵-۱ را برآورده نمی‌سازند در صورتی که فروشنده به خریدار یا طراح نشان دهد که بتن ساخته شده از سنگدانه مشابه از همان منشأ دارای عملکرد رضایت‌بخش هنگام رویارویی با شرایط آب و هوایی مشابه است، استفاده از این سنگدانه مجاز خواهد بود.

۵-۳ استفاده از سنگدانه ریزی که گزارش عملکردی قابل ارائه نداشته و الزامات ۵-۱ را برآورده نمی‌سازد، در صورتی که فروشنده به خریدار یا طراح نشان دهد که بتن ساخته شده از این سنگدانه در برابر آزمایش‌های چرخه یخ‌زدن و آب شدن، نتایج رضایت‌بخشی داشته است، مجاز است (روش آزمایش ASTM C666)

#### ۶ الزامات اختیاری سنگدانه ریز

۶-۱ الزامات اختیاری دانه بندی سنگدانه ریز برای بتن در جدول ۳ مشخص شده است.

جدول ۳: الزامات اختیاری دانه بندی سنگدانه ریز برای بتن

اندازه الک به میلیمتر (نمره الک)	درصد وزنی عبور کرده
۹/۵ ( ۳/۸ اینچ )	۱۰۰
۴/۷۵ (نمره ۴)	۹۵-۱۰۰
۲/۳۶ (نمره ۸)	۸۰-۱۰۰
۱/۱۸ (نمره ۱۶)	۵۰-۸۵
۰/۶ (نمره ۳۰)	۲۵-۶۰
۰/۳ (نمره ۵۰)	۵-۳۰
۰/۱۵ (نمره ۱۰۰)	۰-۱۰

۶-۲ مدول نرمی<sup>۱</sup> سنگدانه ریز باید بین ۲/۳ تا ۳/۱ باشد.

۶-۳ برای محموله های پیوسته سنگدانه ریز از یک منشأ معین ، مدول نرمی نباید بیشتر از ۰/۲۰ از مدول نرمی مینا تفاوت داشته باشد. مدول نرمی مینا باید مقدار نمونه وار منشأ باشد. در صورت لزوم تغییر در مدول نرمی مینا چنانچه به تصویب خریدار یا طراح رسیده باشد مجاز خواهد بود.

یادآوری : مدول نرمی مینا باید از میانگین مقادیر مدول نرمی برای حداقل ۱۰ نمونه آخر ( یا همه نمونه های قبلی اگر کمتر از ۱۰ نمونه باشد) از یک سفارش بدست آید. نسبت اجزای مخلوط یک بتن به مدول نرمی مینای سنگدانه ریز مصرف شده بستگی دارد . بنابراین، موقعی که بنظر می رسد مدول نرمی مینا بطور قابل ملاحظه ای از مقدار بکار برده شده در مخلوط بتن تفاوت دارد تعدیل مناسبی در مخلوط ضروری است .

## سنگدانه درشت

### ۷ خصوصیات عمومی

۷-۱ سنگدانه درشت شامل شن طبیعی ، شن شکسته ، سنگ شکسته ، یا ترکیبی از آن ها است که باید مطابق با الزامات این استاندارد باشد.

### الزامات سنگدانه درشت

### ۸ دانه بندی

۸-۱ سنگدانه های درشت باید با الزامات دانه بندی شرح داده شده در جدول ۴ ، مطابقت داشته باشد. یادآوری - محدوددهایی که در جدول ۴ نشان داده شده ، برای برآورده سازی شرایط کل کشور ، بسیار گسترده است . تولیدکننده برای کنترل کیفیت هر کاربرد خاص باید یک میانگین دانه بندی برای منبع معین و تجهیزات تولید مشخص کند و دانه بندی را بین رواداری های قابل قبول از این میانگین کنترل نماید. در جایی که سنگدانه درشت در اندازه های ۴/۷۵ تا ۲۵ میلیمتر ، ۴/۷۵ تا ۵۰ میلیمتر یا ۴/۷۵ تا ۳۷/۵ میلیمتر استفاده می شود ، باید در حداقل ۲ اندازه جداگانه تهیه شود.

### ۹ مواد زیان آور

۹-۱ مقدار مواد زیان آور در سنگدانه درشت برای بتن نباید بیش از حدود الزامات اجباری جدول ۵ باشد.

<sup>۱</sup> مدول نرمی طبق استاندارد ملی ایران ۴۹۷۷ عبارتست از: مجموع درصد های تجمعی مواد مانده روی الک های شماره ۱۰۰ ، ۵۰ ، ۳۰ ، ۱۶ ، ۸ ، ۴ ، ۲ ، ۱ ، ۰٫۷۵ ، ۰٫۳۷۵ م م و الک های بزرگتر یا افزایش دهانه چشمه به نسبت ۲ به ۱ و تقسیم حاصل جمع بر عدد ۱۰۰

۲-۹ سنگدانه درشت برای مصرف در بتنی که در معرض خیس شدگی ، رویارویی زیاد در برابر شرایط جوی مرطوب ، یا در تماس با زمین مرطوب قرار خواهد گرفت نباید حاوی موادی باشد که با قلیایی های سیمان ، واکنش زیان آور

جدول ۴ : الزامات دانه بندی برای سنگدانه درشت

درصد وزنی عبور کرده از هر الک									اندازه اسمی تک یا جنمه مربع میلیمتر
۲/۳۶	۴/۷۵	۹/۵	۱۲/۵	۱۹	۲۵	۳۷/۵	۵۰	۶۳	
-	-	-	۵ تا ۰	-	۱۵ تا ۰	۷۰ تا ۳۵	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	۵۰ تا ۲۵ میلیمتر
-	۵ تا ۰	-	۳۰ تا ۱۰	-	۷۰ تا ۳۵	-	۱۰۰ تا ۹۵	۱۰۰	۳۰ تا ۱۹ میلیمتر
-	-	۵ تا ۰	-	۱۵ تا ۰	۵۵ تا ۲۰	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	-	۱۹ تا ۱۲/۵ میلیمتر
-	۵ تا ۰	۳۰ تا ۱۰	-	۷۰ تا ۳۵	-	۱۰۰ تا ۹۵	۱۰۰	-	۱۲/۵ تا ۹/۵ میلیمتر
-	-	۵ تا ۰	۱۰ تا ۰	۵۵ تا ۲۰	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	-	-	۹/۵ تا ۷/۵ میلیمتر
-	۵ تا ۰	۱۵ تا ۰	۴۰ تا ۱۰	۸۵ تا ۴۰	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	-	-	۷/۵ تا ۴/۷۵ میلیمتر
۵ تا ۰	۱۰ تا ۰	-	۶۰ تا ۳۵	-	۱۰۰ تا ۹۵	۱۰۰	-	-	۴/۷۵ تا ۳/۷۵ میلیمتر
-	۵ تا ۰	۱۵ تا ۰	۵۵ تا ۲۰	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	-	-	-	۳/۷۵ تا ۲/۵ میلیمتر
۵ تا ۰	۱۰ تا ۰	۵۵ تا ۲۰	-	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	-	-	-	۲/۵ تا ۱/۹ میلیمتر
۵ تا ۰	۱۵ تا ۰	۷۰ تا ۴۰	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	-	-	-	-	۱/۹ تا ۰/۷۵ میلیمتر

ایجاد نموده و باعث انقباض شدید ملات یا بتن گردد. به استثناء آنکه اگر چنین موادی در مقادیر زیان آور وجود داشته باشند ، چنانچه نشان داده شود با استفاده از سیمانی که حاوی کمتر از ۰/۶ درصد قلیایی ها ، محاسبه شده بصورت معادل اکسید سدیم ( $Na_2O + 0.658 K_2O$ ) است یا با افزودن یک ماده از انقباض مضر حاصل از واکنش قلیایی - سنگدانه جلوگیری می شود سنگدانه درشت مجاز است (پیوست ۲).

۳-۹ برای سنگدانه درشتی که الزامات جدول ۵ را برآورده نمی سازد در صورتی که فروشنده به خریدار یا طراح نشان دهد که بتن ساخته شده از سنگدانه مشابه از همان منشأ دارای عملکرد رضایت بخش هنگام رویارویی با شرایط آب و هوایی مشابه است استفاده از این سنگدانه مجاز خواهد بود.

جدول ۵: الزامات مواد زیان آور و خواص فیزیکی در سنگدانه درشت برای بتن

درصد وزنی نسبت به کل نمونه ، حداکثر	مواد زیان آور
۵/۰	کلوخه های رسی و ذرات سست
۱ <sup>(۱)</sup>	مواد ریزتراز الک ۷۵ میکرون (نمره ۲۰۰)
۰/۵	زغال سنگ، لیگنیت، یا سایر مواد سبک
۱	- جایی که نمای ظاهری بتن مهم است - سایر انواع بتن
۳۰	دانه های پولکی سنگدانه های مانده روی الک ۶/۳ میلیمتر
۳۵	دانه های سوزنی - سنگدانه های با حداکثر اندازه ۶۳ و یا ۵۰ میلیمتر
۴۰	- سنگدانه های با حداکثر اندازه ۳۸ و یا ۲۵ و یا ۱۹ میلیمتر
۴۵	- سنگدانه های با حداکثر اندازه ۱۲/۵ و یا ۹/۵ میلیمتر
۱۲ <sup>(۳)</sup>	سلامت (سولفات سدیم)
۵۰ <sup>(۱)</sup>	سایش (لس آنجلس)
۰/۴ <sup>(۱)</sup>	سولفات های محلول در آب برحسب (SO <sub>3</sub> ) <sup>(۱)</sup>
۰/۰۴ <sup>(۵)</sup>	کلریدهای محلول در آب برحسب (Cl <sup>-</sup> ) <sup>(۳)</sup>

این حد در حالات زیر قابل افزایش است: ۱- اگر مواد ریزتراز الک ۷۵ میکرون (نمره ۲۰۰) اساساً عاری از رس یا شیل باشد ، حد ۱/۵ درصد مجاز است ، ۲- اگر مشخص شده است که منبع سنگدانه ریز مورد استفاده در بتن دارای مواد ریزتر از ۷۵ میکرون کمتر از حداکثر مجاز برای سنگدانه ریز (جدول ۲) است حد اکثر درصد (L) آن در سنگدانه درشت تا حد  $L = 1 + [(P) / (100-P)] (T-A)$  مجاز است افزایش یابد که در آن P برابر با درصد ماسه در بتن به صورت درصدی از کل سنگدانه ، T برابر با حد مقدار مجاز در سنگدانه ریز (جدول ۲) و A مقدار کل در سنگدانه ریز است. طبق این محاسبه حداکثر مقدار مواد ریز تر از ۷۵ میکرون در سنگدانه درشت طوری تعیین می شود که مجموع این مواد در بتن از مقدار موجود برای حالتی که هم سنگدانه ریز و هم سنگدانه درشت مقدار حداکثر مجاز مواد ریز تر از ۷۵ میکرون را دارا هستند بیشتر نشود.

حدود مجاز سلامت چنانچه از سولفات منیزیم استفاده شود ۱۸ درصد است.

کاهش وزن در اثر سایش شن ، شن شکسته یا سنگ شکسته باید با آزمایش بر روی اندازه یا اندازه هایی که مطابقت بسیار نزدیکی با دانه بندی یا دانه بندی های مورد استفاده در بتن دارد تعیین شود. هنگامی که بیش از یک دانه بندی مورد استفاده است حد کاهش وزن در اثر سایش باید در مورد هر یک از آنها اعمال شود.

در جایی که مقدار سولفات محلول در آب موجود در سنگدانه درشت بیش از این مقدار باشد مصرف آن به شرطی مجاز است که مقدار سولفات محلول در آب موجود در کل سنگدانه ریز و درشت از حداکثر مجاز کمتر باشد.

در جایی که مقدار کلرید محلول در آب موجود در سنگدانه درشت بیش از این مقدار باشد مصرف آن به شرطی مجاز است که مقدار کلرید محلول در آب موجود در کل سنگدانه ریز و درشت از حداکثر مجاز کمتر باشد.

## ۱۰ روش‌های نمونه برداری و آزمایش

۱-۱۰ سنگدانه‌ها را مطابق با روش‌های ارائه شده در مراجع الزامی نمونه برداری و آزمایش کنید مگر آنکه مورد دیگری در این ویژگی پیش‌بینی شده باشد. آزمایش‌های لازم را بر روی نمونه آزمایشی که با الزامات روش آزمایش مشخص شده منطبق باشد انجام دهید. از همان نمونه آزمایشی مورد استفاده برای دانه‌بندی می‌توان برای تعیین مسود ریزتر از الک ۷۵ میکرون (نمره ۲۰۰) استفاده نمود. از اندازه‌های جداشده در آزمایش دانه‌بندی برای تهیه نمونه‌های آزمایش سلامت یا سایش می‌توان استفاده نمود. برای انجام سایر آزمایش‌ها و برای ارزیابی واکنش زایی بالقوه قلیایی باید از نمونه‌های آزمایشی مستقل استفاده شود.

## پیوست الف

### (اطلاعاتی)

#### اطلاعات سفارش خرید و مشخصات

الف-۱ خریدار مستقیم سنگدانه باید در صورت امکان اطلاعات ذکر شده در بند الف-۲ را در برگ سفارش خرید به گنجانند. طراح پروژه باید در اطلاعات مذاکره پروژه که سنگدانه در آن پروژه مصرف می شود اقلام عملی در بند الف-۳ را وارد کند.

الف-۲ در صورت امکان در برگ سفارش خرید سنگدانه اطلاعات زیر وارد شود :

- رجوع به این استاندارد ملی ایران ۳۰۲

- اینکه سفارش برای سنگدانه ریز یا سنگدانه درشت است.

- مقدار ، بر حسب تن .

- چنانچه سفارش برای سنگدانه ریز است :

۱- اینکه محدودیت در مورد مواد واکنش زا مطابق بند ۴-۳-۱ اعمال شود .

۲- در مورد آزمایش سلامت سولفات (بند ۵-۱) کدام نمک باید استفاده شود. اگر نوع سولفات مشخص نشده باشد هریک از سولفات های سدیم یا منیزیم را می توان بکار برد.

۳- حد مناسب برای مواد ریز تر از الک ۷۵ میکرون (نمره ۲۰۰) مطابق جدول ۲ اگر بیان نشده باشد حد ۳/۰ درصد باید اعمال شود.

۴- حد مناسب برای زغال سنگ و لیگنیت (جدول ۲) . اگر قید نشده باشد حد ۱/۰ درصد باید اعمال شود.

۵- چنانچه الزامات اختیاری مورد نظر است ذکر شود.

- چنانچه سفارش برای سنگدانه درشت است :

۱- دانه بندی (جدول ۴) یا دانه بندی جایگزین مطابق توافق خریدار و عرضه کننده سنگدانه .

۲- مشخصه گروه سنگدانه بر حسب اندازه اسمی الک (ستون اول جدول ۴)

۳- اینکه محدودیت در مورد مواد واکنش زا مطابق بند ۹-۲ اعمال شود .

۴- در مورد آزمایش سلامت سولفات (جدول ۵) کدام نمک باید استفاده شود. اگر نوع سولفات مشخص نشده باشد هریک از سولفات های سدیم یا منیزیم را می توان بکار برد.

۵- هر استثناء یا اضافاتی بر این استاندارد ( بند ۱-۳) .

الف-۳ در صورت امکان در مشخصات پروژه برای سنگدانه اطلاعات زیر گنجانده شود.

- ارجاع به این استاندارد ملی ایران ۳۰۲

- وقتی سنگدانه مورد نظر ، سنگدانه ریز باشد :

۱- اینکه محدودیت در مورد مواد واکنش‌زا مطابق بند ۴-۳-۱ اعمال شود .

۲- در مورد آزمایش سلامت سولفات (۵-۱) کدام نمک باید استفاده شود. اگر نوع سولفات مشخص نشده باشد هر یک

از سولفات‌های سدیم یا منیزیم را می‌توان بکار برد.

۳- حد مناسب برای مواد ریز تر از الک ۷۵ میکرون (نمره ۲۰۰) مطابق جدول ۲ اگر بیان نشده باشد حد ۳/۰ درصد باید

اعمال شود.

۴- حد مناسب برای زغال سنگ و لیگنیت (جدول ۲) . اگر قید نشده باشد حد ۱/۰ درصد باید اعمال شود.

- وقتی سنگدانه مورد نظر ، سنگدانه درشت است :

- حداکثر مجاز اندازه یا اندازه های اسمی ، براساس ضخامت مقطع یا فواصل بین آرماتورها یا سایر ضوابط، به جای

بیان حداکثر اندازه اسمی، طراح باید یک یا چند اندازه مناسب را مشخص کند(جدول ۴).

مشخص کردن اندازه برای معرفی اندازه اسمی نباید شخص مسئول را برای انتخاب نسبت ها از ترکیب ۲ یا چند دانه

بندی سنگدانه برای رسیدن به دانه بندی مورد نظر محدود کند بشرط آنکه دانه بندی ها توسط طراح پروژه محدود

نشده باشد و حداکثر اندازه اسمی مشخص شده از اندازه مورد نظر بیشتر نشود.

- مشخصه گروه سنگدانه بر حسب اندازه اسمی الک (ستون اول جدول ۴)

- اینکه محدودیت در مورد مواد واکنش‌زا مطابق بند ۹-۲ اعمال شود .

- در مورد آزمایش سلامت سولفات (جدول ۵) کدام نمک باید استفاده شود. اگر نوع سولفات مشخص نشده باشد

هر یک از سولفات‌های سدیم یا منیزیم را می‌توان بکار برد.

-- نام فرد مسئول برای انتخاب نسبت های بتن در صورتیکه تولید کننده بتن نباشد .

- هر استثناء یا اضافاتی بر این ویژگی ( بند ۱-۳) .

## پیوست ب

### (اطلاعاتی)

#### روش‌های ارزیابی واکنش‌زایی بالقوه سنگدانه

چند روش برای تشخیص واکنش‌زایی بالقوه پیشنهاد شده است. ولی این روش‌ها اطلاعات کمیتری در مورد میزان واکنش‌زایی مورد انتظار یا مجاز هنگام بهره‌برداری ارائه نمی‌دهند. بنابراین، ارزیابی واکنش‌زایی بالقوه یک سنگدانه باید براساس قضاوت و تفسیر اطلاعات آزمایش و آزمایش‌های سازه‌های بتنی حاوی ترکیبی از سنگدانه‌های ریز و درشت و سیمان‌ها در شرایط محیطی مشابه برای استفاده در کار جدید باشد. نتایج آزمایش‌های زیر برای انجام ارزیابی کمک می‌کند.

ب-۱ روش کار ASTM C295: مشخص شده که مواد معینی با قلیایی‌های سیمان واکنش‌زا هستند. این‌ها شامل اشکال سیلیس به شرح زیر می‌باشند: اپال، کالسدونی، تری‌دی‌میت و کریستوبالیت، شیشه آتشفشانی میانه تا اسیدی (غنی از سیلیس) مانند آنچه احتمالاً در ریولیت، آندزیت یا داسیت، بعضی زئولیت‌ها نظیر هیولاندیت و اجزای خاصی از بعضی قلیت‌ها وجود دارند. تعیین وجود و مقادیر این مواد با آزمایش‌های سنگ‌شناسی در ارزیابی واکنش‌زایی بالقوه قلیایی مفید است. بعضی از این مواد هنگامی که در مقادیر کم به حد یک درصد یا حتی کمتر در سنگدانه موجود باشند باعث واکنش زیان‌آور سنگدانه می‌شوند.

ب-۲ روش آزمایش واکنش‌زایی بالقوه قلیایی - سیلیس سنگدانه‌ها (روش شیمیایی) ASTM C289: در این روش آزمایش، سنگدانه‌هایی که در سمت راست خط توپر در شکل ۲ این استاندارد قرار می‌گیرند، معمولاً واکنش‌زای بالقوه محسوب می‌شوند.

ب-۲-۱ اگر  $R_C$  از ۷۰ بیشتر شود و چنانچه  $S_C$  از  $R_C$  بزرگتر باشد سنگدانه واکنش‌زای بالقوه محسوب می‌شود.

ب-۲-۲ اگر  $R_C$  از ۷۰ کمتر باشد و چنانچه  $S_C$  بزرگتر از  $(R_C/2) + 35$  باشد، سنگدانه واکنش‌زای بالقوه در نظر گرفته می‌شود.

ب-۲-۳ این ملاک‌ها با منحنی خط توپر داده شده در شکل ۲ روش آزمایش ASTM C289 انطباق دارد. آزمایش را می‌توان سریعاً انجام داد. با وجودی که نتایج در همه موارد کاملاً قابل اطمینان نیست، بویژه در مواردی که نتایج

سایر آزمایش‌ها که وقت‌گیرند در دسترس نباشد، اطلاعات مفیدی در اختیار قرار می‌دهد ولی برای قضاوت نهایی در مورد رد یا پذیرش سنگدانه کفایت نمی‌کند.

ب- ۳ روش آزمایش واکنش‌زایی بالقوه قلیایی ترکیبات سیمان-سنگدانه (روش منشورمالات) ASTM C227: نتایج این آزمایش وقتی با سیمان با قلیایی زیاد انجام شود، اطلاعاتی در مورد احتمال واکنش‌های زیان‌آور بدست می‌دهد. میزان قلیایی سیمان که بصورت اکسید سدیم بیان می‌شود باید بسیار بیشتر از ۰/۶ درصد و ترجیحاً بیشتر از ۰/۸ درصد باشد. ترکیبات سنگدانه و سیمان که در این آزمایش انبساط شدید بوجود می‌آورند معمولاً باید واکنش‌زایی بالقوه محسوب شوند. در عین حال که خط مشخصه‌ای بین ترکیبات واکنش‌زا و غیر واکنش‌زا بطور روشن تعریف نشده است، اگر انبساط بیشتر از ۰/۰۵ درصد در ۳ ماه و ۰/۱۰ درصد در ۶ ماه باشد، عموماً شدید محسوب می‌شود. در جایی که انبساط ۶ ماهه در کمتر از ۰/۱۰ درصد باقی بماند، انبساط‌های بیشتر از ۰/۰۵ درصد در ۳ ماه را نباید شدید در نظر گرفت. اطلاعات آزمایش‌های ۳ ماهه را تنها وقتی نتایج ۶ ماهه در دسترس نیست باید مورد توجه قرار داد.

ب- ۴ واکنش‌زایی بالقوه سنگدانه‌های کربناتی: مشخص شده است که واکنش دولومیت در سنگ‌های کربناتی خاصی با قلیایی‌های خمیر سیمان پرتلند با واکنش زیان‌آور بتن حاوی چنین سنگ‌هایی بصورت سنگدانه درشت همراه است. سنگ‌های کربناتی قادر به چنین واکنشی دارای بافت و ترکیب مشخصی هستند. بافت مشخصه آنها، بلورهای نسبتاً بزرگ دولومیت پراکنده شده در خمیره ریزدانه‌تر کلسیت و رس است. ترکیب مشخصه آنها شامل بخش کربناتی دارای مقادیر زیادی هم دولومیت و هم کلسیت و باقی‌مانده نامحلول در اسید حاوی بخش زیادی رس است. به استثنای مناطق خاصی، چنین سنگ‌هایی نسبتاً کمیاب هستند و بندرت بخش بزرگی از مواد موجود در یک ذخیره سنگ مورد نظر برای استفاده در تولید سنگدانه بتن را تشکیل می‌دهند. روش آزمایش واکنش‌زایی بالقوه قلیایی سنگ‌های کربناتی برای سنگدانه بتن (روش استوانه سنگ) ASTM C586 بطور موفقیت آمیزی در ۱-تحقیق و ۲-تفکیک اولیه منابع سنگدانه برای مشخص کردن وجود موادی با قابلیت انبساط زیان‌آور هنگام مصرف در بتن استفاده شده است.

ب- ۵ روش آزمایش واکنش‌زایی بالقوه قلیایی سنگدانه‌ها (روش منشورمالات) ASTM C 1260: در این روش تشخیص ۱۶ روزه قابلیت واکنش‌زایی قلیایی - سیلیس سنگدانه در منشورهای ملات امکان پذیر می‌شود. این روش می‌تواند به ویژه برای سنگدانه‌هایی که به آهستگی واکنش می‌کنند یا انبساط تاخیری در واکنش پدید می‌آورند مفید باشد. این روش برای ارزیابی ترکیبات سنگدانه با مواد سیمانی نبوده و شرایط آزمایش معرف آنچه بتن هنگام بهره‌برداری با آن مواجه می‌شود نیست. به علت آنکه نمونه‌ها در معرض محلول هیدروکسید سدیم است میزان قلیایی سیمان عامل مهمی در انبساط‌های به وجود آمده نیست. انبساط‌های کمتر از ۰/۱۰ درصد در ۱۶ روز پس از قالب‌گیری

در اکثر موارد مشخص کننده رفتار غیر زیان آور است. انبساط‌های بیشتر از ۰/۲۰ درصد در ۱۶ روز پس از قالب‌گیری مشخص کننده انبساط بالقوه زیان آور است. عملکرد واقعی نشان داده است که انبساط‌های بین ۰/۱۰ و ۰/۲۰ درصد در ۱۶ روز پس از قالب‌گیری شامل هم سنگدانه‌های زیان آور و هم سنگدانه‌های غیر زیان آور بوده است. برای چنین سنگدانه‌هایی کسب اطلاعات تکمیلی اهمیت ویژه‌ای دارد. در چنین مواردی ادامه آزمایش تا ۲۸ روز مفید خواهد بود.

ب-۶ روش آزمایش سنگدانه‌های بتن با تعیین تغییر طول بتن به علت واکنش‌زایی قلیایی سیلیس ASTM C1293:

این روش تعیین قابلیت یک نمونه سنگدانه برای شرکت در واکنش منبسط شونده قلیایی-سیلیس حاوی یون‌های هیدروکسید قلیایی‌های سدیم و پتاسیم را با اندازه‌گیری تغییر طول منشورهای بتن در بر دارد.

هدف اصلی این روش آزمایش برای کسب اطلاعات در مورد واکنش‌زایی قلیایی سیلیس سنگدانه در بتنی با میزان قلیایی مشخص ۵/۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب بتن است. چنین میزان قلیایی زیادی برای تشخیص سنگدانه‌های واکنش‌زای زیان آور مشخص، مورد نیاز است.

اگر میانگین انبساط ۳ آزمونه بتنی مساوی یا بزرگ‌تر از ۰/۰۴ درصد در یک سال باشد. سنگدانه به عنوان واکنش‌زای بالقوه زیان آور طبقه بندی می‌شود.

