INSO
15528
1st.Edition
2018

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۵۵۲۸
چاپ اول
۱۳۹۷

اجزای تشکیل دهندهٔ سنگ‌دانه‌های مورد استفاده در بتن محافظ در برابر پرتو– توصیف اجزاء

Constituents of aggregates for radiation- shielding concrete – Descriptive nomenclature

ICS: 91.100.30; 13.280

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۵۵۲۸ (چاپ اول): سال ۱۳۹۷

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org

وبگاه: http://www.isiri.gov.ir

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org

Website: http://www.isiri.gov.ir

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفهٔ تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2- International Electrotechnical Commission
3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«اجزای تشکیل دهنده سنگ‌دانه‌های مورد استفاده در بتن محافظ در برابر پرتو– توصیف اجزاء»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
بنیادی، زهرا (دکتری زمین‌شناسی اقتصادی)	دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین
دبیر:	
حسینی، سید حامد (کارشناسی ارشد مهندسی هسته‌ای)	سازمان انرژی اتمی- شرکت مهندسین مشاور افق هسته‌ای
اعضا:(اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
جانعلی‌پور شهرانی، محمدرضا (کارشناسی ارشد فیزیک حالت جامد)	پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی
جمشیدی، وحید (کارشناسی ارشد مهندسی هسته‌ای)	سازمان انرژی اتمی- شرکت مهندسین مشاور افق هسته‌ای
دانشمند، هایده (کارشناسی ارشد زمین‌شناسی)	سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
دولت‌دار، رضا (کارشناسی ارشد مهندسی هسته‌ای)	سازمان انرژی اتمی
رُکرُک، بهروز (دکتری مهندسی هسته‌ای)	پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای– پژوهشکده راکتور
سعیدی رضوی، بهزاد (دکتری زمین‌شناسی)	پژوهشگاه استاندارد
سمیع‌پور، فرهاد (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی
سید شرفی، سید مسعود (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)	نیروگاه اتمی بوشهر
صابری، رضا (دکتری مهندسی عمران)	پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای– پژوهشکده راکتور

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
عباسی رُزگله، محمد حسین (کارشناسی مهندسی مواد- سرامیک)	سازمام ملی استاندارد
عربلو، رضا (کارشناسی فیزیک)	پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی
غلامی، محمد جواد (کارشناسی ارشد شهرسازی)	کمیته پدافند غیر عامل و مدیریت بحران
محمدی، حسین (دکتری مهندسی هسته‌ای)	سازمان انرژی اتمی
مؤمنی‌نیا، وحید (کارشناسی مهندسی عمران)	نیروگاه اتمی بوشهر
نعمتی چاری، مهدی (دکتری مهندسی عمران)	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
واحدی گرده، سجاد (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)	پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای– پژوهشکده راکتور
یاحقی، عفت (دکتری مهندسی هسته‌ای- پرتوپزشکی)	دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین
یونسی، علیرضا (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)	سازمان انرژی اتمی

ویراستار:

قشقایی، محمد مهدی (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- زلزله)	پژوهشگاه استاندارد

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار ز
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۲
۴ توصیف اجزای تشکیل دهنده سنگ‌دانه‌های سنگین ۳
۴-۱ کانی‌ها و کانسنگ‌های آهن‌دار ۳
۴-۲ کانی‌های حاوی باریم ۶
۴-۳ فرو فسفر ۷
۵ توضیحات مواد بُردار ۷
۵-۱ کانی‌های حاوی بُر ۷
۵-۲ شیشه‌های فریت بُر ۱۰
پیوست الف (آگاهی‌دهنده) تغییرات اعمال شده در این استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد منبع ۱۱

پیش‌گفتار

استاندارد «اجزای تشکیل دهنده سنگ‌دانه‌های مورد استفاده در بتن محافظ در برابر پرتو– توصیف اجزاء» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در هفتصد و هشتاد و پنجمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد مهندسی ساختمان، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۷/۰۴/۲۵ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM C638: 2014, Standard descriptive nomenclature constituents of aggregates for radiation- shielding concrete

اجزای تشکیل دهنده سنگ‌دانه‌های مورد استفاده در بتن محافظ در برابر پرتو– توصیف اجزاء

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، ارائه توصیف دقیقی از برخی اجزای رایج یا مهم طبیعی و مصنوعی تشکیل دهندهٔ سنگ‌دانه‌های مورد استفاده در بتن‌های محافظ در برابر پرتو است. این مواد در عین حال، در سنگ‌دانه مورد استفاده در بتن‌های متداول، اجزای رایج یا مهمی نیستند.

۱-۲ این استاندارد برای انواع مواد زیر، کاربُرد دارد:

الف- سنگ‌دانه‌هایی که از کانی‌ها، سنگ‌ها و مواد مصنوعی تشکیل شده‌اند که چگالی نسبی (وزن مخصوص) بالایی داشته و همچنین دارای سهم قابل توجه‌ای از اتم‌هایی با وزن اتمی بالا یا نسبتاً بالا هستند. از این سنگ‌دانه‌ها به‌عنوان سنگ‌دانه‌های چگالی بالا یا سنگ‌دانه‌های سنگین، نام برده می‌شود.

ب- کانی‌ها و شیشه‌های مصنوعی که حاوی مقدار زیادی بُر هستند که تأثیر ویژه‌ای در جذب نوترون‌های حرارتی، بدون تولید پرتوهای گامای با قدرت نفوذ زیاد، دارند. شیشه‌های فریت بُر به‌دلیل استفاده متداول، در این دسته قرار می‌گیرند. از این مواد به‌عنوان مواد بُردار، نام برده می‌شود.

یادآوری- سنگ‌دانه‌هایی موضوع این استاندارد، غالباً در بتن‌های محافظ در برابر پرتو، مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما در برخی شرایط سنگ‌دانه‌های مخصوص دیگری مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱-۳ اکثر کانی‌ها و سنگ‌هایی که در این استاندارد توصیف شده‌اند، ممکن است به‌مقدار کمی در سنگ‌دانه‌هایی که به‌طور معمول به‌کار می‌روند، وجود داشته باشند و اجزای اصلی چنین سنگ‌دانه‌هایی نیستند. اجزای متعارف تشکیل دهنده سنگ‌دانه‌ها در کاربردهای متداول، در استاندارد ASTM C294 تعریف شده است.

۱-۴ سنگ‌دانه‌های مصنوعی شامل فرو فسفر و فریت بُر هستند.

یادآوری- از آن‌جایی‌که در بسیاری از موارد، شناسایی دقیق اجزای تشکیل دهندهٔ سنگ‌دانه‌های مصنوعی و طبیعی، تنها توسط یک زمین‌شناس، کانی‌شناس یا سنگ‌نگار ماهر و با استفاده از دستگاه‌ها و روش‌های اجرایی همان علوم قابل انجام است، صرفاً توضیحات ارائه شده در این استاندارد، برای شناسایی مواد کافی نیست.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است.

2-1 ASTM C125, Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۴۸: سال ۱۳۹۰، سنگ‌دانه‌های بتن- واژه نامه، با استفاده از استاندارد ASTM C125: 2009 تدوین شده است.

2-2 ASTM C219, Terminology Relating to Hydraulic Cement

2-3 ASTM C294, Descriptive Nomenclature for Constituents of Concrete Aggregates

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ذکر شده در استانداردهای ASTM C125 و ASTM C219، اصطلاحات با تعاریف زیر نیز به‌کار می‌رود:

۱-۳

کانه فلزی

ore minerals

کانه فلزی که می‌تواند از کانسنگ استخراج شود.

۲-۳

کانسنگ

ore

گونه‌ای سنگ، حاوی فلزات و عناصر ارزشمند و مهم است که از معدن استخراج می‌شود. کانسنگ حاوی کانه و باطله است.

۲-۳

کانسار

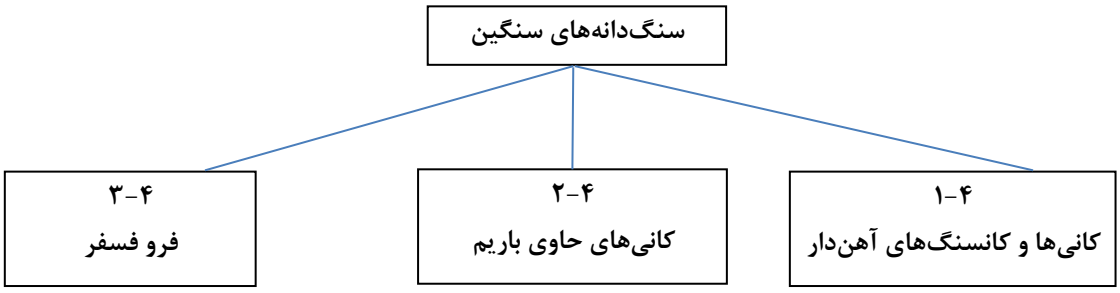
ore deposit

محل انباشت طبیعی کانسنگ، کانسار نامیده می‌شود.

۴ توصیف اجزای تشکیل‌دهنده سنگ‌دانه‌های سنگین

این سنگ‌دانه‌ها، چگالی نسبی بالاتری نسبت به سنگ‌دانه‌هایی دارند که به‌طور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرند. سنگ‌دانه‌های سنگین شامل کانی‌های آهن‌دار، کانی‌های باریم‌دار که به‌عنوان منابع اصلی نمک‌های باریم مورد استفاده قرار می‌گیرند، و فرو فسفر که مخلوطی از فسفیدهای آهن مصنوعی است، می‌باشند (برای درک بیشتر از دسته‌بندی سنگ‌دانه‌های سنگین به شکل ۱ مراجعه شود).

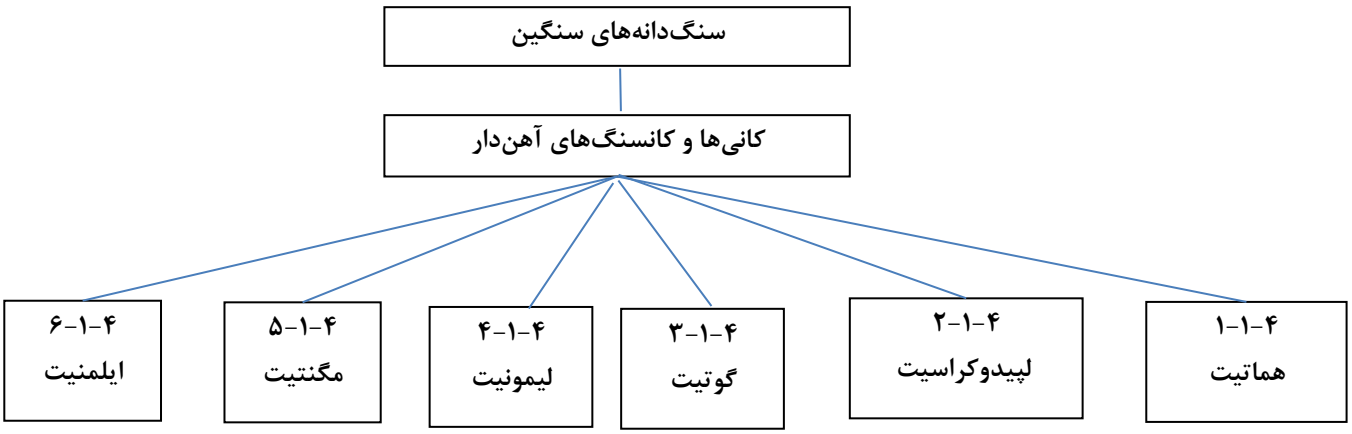
در ادامه اجزای تشکیل‌دهنده سنگ‌دانه‌های سنگین، ابتدا به‌عنوان کانی و سپس در حالتی که رفتار کانسنگ‌ها را به‌عنوان سنگ‌دانه‌های بتن تحت تأثیر قرار می‌دهد، به‌عنوان اجزای تشکیل دهنده اصلی کانسنگ توصیف شده است.



شکل ۱- نمای کلی توضیحات مربوط به سنگ‌دانه‌های سنگین

۴-۱ کانی‌ها و کانسنگ‌های آهن‌دار

کانی‌های آهن‌دار دارای شش عضو هستند، که پنج عضو از آن‌ها کانه مهم آهن و عضو ششم کانسنگ تیتانیم است (برای درک بیشتر از دسته‌بندی کانی‌ها و کانسنگ‌های آهن‌دار به شکل ۲ مراجعه شود).



شکل ۲- نمای کلی توضیحات مربوط به کانی‌ها و کانسنگ‌های آهن‌دار

۴-۱-۱ هماتیت[۱] (Fe_2O_3)

سختی هماتیت در مقیاس موس[۲] بین ۵ تا ۶ (به‌سختی با فولاد خراشیده می‌شود) بوده و چگالی نسبی آن در هنگام خلوص برابر با ۵٫۲۶ است. رنگ آن بین قرمز روشن تا قرمز تیره و خاکستری فولادی متغیر است. جلای آن بین فلزی تا نیمه‌فلزی و کِدر تغییر می‌کند، رنگ خاکه[۳] آن قرمز گیلاسی یا قرمز قهوه‌ای بوده و غیرمغناطیسی است.

کانسنگ‌های هماتیت، سنگ‌هایی هستند که تشکیل دهنده اصلی آن‌ها هماتیت است و از نظر چگالی نسبی، سختی، فشردگی، میزان ناخالصی، درجه هوازدگی و مناسب بودن آن برای استفاده به‌عنوان سنگ‌دانه‌های بتن از یک کانسار به کانسار دیگر متفاوت می‌باشند. به نظر می‌رسد، هماتیت، کانهٔ آهن‌داری است که بیشتر به‌عنوان منبع آهن استخراج می‌شود. کانسنگ‌های منطقه لیک سوپریور[۴] کانسنگ‌های رسوبی لایه‌ای هستند که شامل لایه‌های غنی از هماتیت و گاهی اوقات گوتیت[۵]، سیلیکات‌های آهن مانند استیلپنوملان[۶]، مینه‌سوتایت[۷]، گرینالیت[۸]، گرونریت[۹] و کربناتِ آهن هستند که به‌صورت متناوب با «لایه‌های چِرت غنی از سیلیس»[۱۰] یا کوارتز دانه ریز یا مخلوطی از آن‌ها قرار می‌گیرند. کانسنگ‌های AL بیرمنگهام، اُالیتی[۱۱] همراه با جایگزینی هماتیت در اُالیت‌ها و فسیل‌ها در زمینه‌ای است که دامنه آن از هماتیت خاکی دانه ریز، با یا بدون کلسیت، تا کلسیت بلوری تغییر می‌کند. گرد و غبار ناشی از کارکردن با کانسنگ هماتیت، رنگی در بازهٔ قرمز ملایم تا قرمز تیره و قرمز قهوه‌ای ملایم دارد.[۱۲]

۴-۱-۲ لپیدوکراسیت[۱۳] ($FeO(OH)$)

سختی لپیدوکراسیت، ۵، بوده و چگالی نسبی آن در هنگام خلوص برابر ۴٫۰۹ است. رنگ آن قرمز یاقوتی تا قرمز قهوه‌ای است. رنگ خاکهٔ آن نارنجی تیره است. لپیدوکراسیت و گوتیت با هم تشکیل می‌شوند و ممکن است لپیدوکراسیت یکی از اجزای تشکیل دهنده کانسنگ‌های گوتیت و لیمونیت باشد.

1- Hematite
2- Mohs' Scale
3- Streak
4- Lake Superior
5- Goethite
6- Stilpnomelane
7- Minnesotaite
8- Greenalite
9- Grunerite
10- Silica-rich layers of chert
11- Oolitic

۱۲-کد رنگ آن 5R 4/6 تا 5R 3/4 تا 10R 4/6 است.

13- Lepidocrocite

۴-۱-۳ گوتیت[1] ($HFeO_2$)

گوتیت همان ترکیب شیمیایی لپیدوکراسیت را دارد ولی به‌صورت متفاوتی متبلور می‌شود. سختی آن ۵ تا $5\frac{1}{2}$ بوده و چگالی نسبی آن در هنگام خلوص برابر (۴٫۲۸ ± ۰٫۰۱) است و در گوتیت توده‌ای، بین ۳٫۳ تا ۴٫۳ است. رنگ آن بسته به شکل متغیر بوده و در اشکال بلوری به رنگ قهوه‌ای متمایل به سیاه با جلای درخشان فلزی ناقص و در گونه‌های الیافی کدر یا ابریشمی است. گوتیت توده‌ای قهوه‌ای متمایل به زرد تا قرمز قهوه‌ای است. مواد رُسی، زرد متمایل به قهوه‌ای تا زرد متمایل به قرمز آجری هستند. رنگ خاکه آن زرد متمایل به قهوه‌ای تا زرد متمایل به قرمز آجری است.

کانسنگ گوتیت، از سنگ‌های توده‌ای سخت و محکم تا خاک نرم خرد شده متغیر است. این تغییرات، غالباً در حد سانتیمتر اتفاق می‌افتد.

۴-۱-۴ لیمونیت[2]

یک نام عمومی است که برای اکسیدهای آب‌دار آهن با ترکیبات ناشناخته‌ای به‌کار می رود که غالباً گوتیت بسیار ریز بلور با آب جذب شده و مویین، و مخلوط‌های احتمالی آن با لپیدوکراسیت یا هماتیت، یا هر دوی آن‌ها با آب جذب شده و مویین است، به‌کار می‌رود. چگالی نسبی آن در بازهٔ ۲٫۷ تا ۴٫۳ بوده و رنگ آن بین سیاه متمایل به قهوه‌ای تا قهوه‌ای و زرد است. کانسارهای لیمونیت در بازه گوتیت بلورین قابل تشخیص تا لیمونیت توده‌ای کدر با ترکیب نامعلوم قرار می‌گیرند. لیمونیت‌هایی که مقدار زیادی آهن دارند کانسنگ آهن قهوه‌ای نیز نامیده می‌شوند. آن‌ها غالباً آن‌ها شامل ماسه، سیلیس کلوئیدی، رس‌ها و دیگر ناخالصی‌ها هستند.

۴-۱-۵ مگنتیت[3] ($FeFe_2O_4$)

سختی مگنتیت بین $5\frac{1}{2}$ تا $6\frac{1}{2}$ بوده و چگالی نسبی آن در هنگام خلوص برابر ۵٫۱۷ و به شدت مغناطیسی است. رنگ آن سیاه با جلای فلزی تا نیمه‌فلزی است. رنگ خاکه سیاه دارد.

کانسنگ‌های مگنتیت می‌توانند سنگ‌هایی چگال، سخت و به‌طور معمول با دانه‌های درشت با کمی ناخالصی تشکیل دهند. کانسنگ‌های مگنتیت با سنگ‌های دگرگون شده یا آذرین یا رسوبی همراه هستند و بنابراین ناخالصی‌های همراه با کانسنگ‌های مگنتیت می‌تواند دامنه وسیعی از کانی‌های اصلی سنگ‌ساز و فرعی را دربر گیرند. مگنتیت در کنار هماتیت و ایلمنیت تولید می‌شود. کانسنگ‌های مغناطیسی محدوده وسیعی را در بر می‌گیرند ولی بسیاری از آن‌ها برای استفاده به‌عنوان سنگ‌دانه‌های سنگین مناسب نیستند، چون

1- Geothite
2- Limonite
3- Magnetite

بسیاری از کانسنگ‌های مگنتیت، بیشتر از مگنتیت که کانه اصلی است در سنگ پراکنده هستند. یکی از پرکاربردترین سنگ‌دانه‌های سنگین مورد استفاده، کانسنگ مگنتیت است.

۶-۱-۴ ایلمنیت[1] ($FeTiO_3$ با مقادیر کم منیزیم و منگنز)

سختی ایلمنیت بین ۵ تا ۶ بوده و چگالی نسبی آن در هنگام خلوص برابر (۰٫۰۴ ± ۴٫۷۲) است. رنگ آن سیاه آهنی همراه با جلای فلزی تا نیمه فلزی است. رنگ خاکهٔ آن سیاه بوده و خاصیت مغناطیسی خیلی ضعیفی دارد.

کانسنگ‌های ایلمنیت، شامل ایلمنیت بلورین با هماتیت یا مگنتیت و اجزای مرتبط با سنگ‌های گابرویی[2] یا آنورتوزیتی[3] است. کانسنگ‌های توده‌ای ایلمنیت می‌توانند سنگ‌های درشت بلورین سختی را تشکیل دهند که از نظر چگالی نسبی، ترکیب، سختی و میزان مناسب بودن آن برای استفاده به‌عنوان سنگ‌دانه‌های بتن از کانساری به کانسار دیگر متفاوت هستند. بسیاری از کانسنگ‌های ایلمنیت به‌جای آن‌که به‌طور عمده از ایلمنیت متمرکز تشکیل شده باشند، از ایلمنیت پراکنده در متن سنگ تشکیل شده‌اند. ایلمنیت متمرکز شده در ماسه‌های ساحلی به‌طور معمول تا حدی تجزیه شده و احتمالاً خصوصیات مکانیکی آن با ایلمنیت تجزیه نشده متفاوت است. یکی از انواع سنگ‌دانه‌های سنگینی که به وفور مورد استفاده قرار می‌گیرد کانسنگ ایلمنیت است.

۴-۲ کانی‌های حاوی باریم

۴-۲-۱ ویتریت[4] ($BaCO_3$)

سختی ویتریت بین ۳ تا $3\frac{1}{2}$ بوده و چگالی نسبی آن در هنگام خلوص برابر ۴٫۲۹ است. رنگ آن بین بیرنگ تا سفید و رنگ‌های متمایل به خاکستری یا رنگ پریده قرار دارد. ویتریت، مانند کلسیت و آراگونیت در معرض اسید هیدروکلریک رقیق (HCl) می‌جوشد و تجزیه می‌شود. ویتریت، دومین کانی رایج باریم‌دار است همراه با باریت و گالِن[5] یافت می‌شود.

یادآوری- تولیدکننده اصلی ویتریت انگلستان است و انتظار می‌رود در بریتانیا ویتریت جزء اصلی سنگ‌دانه‌های سنگین حاوی باریم باشد.

1- Ilmenite
2- Gabbroic rocks
3- Anorthositic rocks
4- Witherite
5- Galena

۴-۲-۲ باریت[1] ($BaSO_4$)

سختی باریت بین ۳ تا $3\frac{1}{2}$ بوده و چگالی نسبی آن در هنگام خلوص برابر ۴٫۵۰ است. رنگ آن بین بیرنگ تا سفید و خاکستری بسیاری از رنگ‌های کمرنگ قرار دارد.

باریت رایج‌ترین کانی باریم‌دار و کانسنگ اصلی باریم است. این کانی در رگه‌هایی که بسیاری از انواع سنگ‌ها را قطع می‌کنند، به‌صورت متمرکز در سنگ‌های رسوبی و به شکل گِرِهَک‌های باقی مانده در رُس‌های حاصل از انحلال سنگ‌های رسوبی وجود دارد. در بسیاری از محل‌ها، همراه با خاک رُس یا یک کانی سولفات کلسیم (ژیپس یا آنیدریت) یا هردوی آن‌ها وجود دارد. هرچند باریت حاصل از کانسارهای بازماندی غالباً هوازده شده‌اند، ولیکن ممکن است سنگ‌دانه‌های باریتی تمیز و خوب دانه‌بندی شده[2] از آن به‌دست آید.

۴-۳ فرو فسفر[3]

۴-۳-۱ فرو فسفر ماده‌ای است که در حین تولید فسفر به‌دست می‌آید و شامل ترکیباتی از فسفیدهای آهن است و در بتن محافظ در برابر پرتو به‌صورت سنگ‌دانه‌های ریز یا درشت مورد استفاده قرار می‌گیرد. چگالی نسبی آن برای سنگ دانه‌های درشت در بازهٔ ۵٫۷۲ تا ۶٫۵۰ است. گزارش شده است که سنگ‌دانه‌های درشت آن به‌راحتی خُرد می‌شود و این با خاصیت به تأخیر انداختن گیرش بتن در ارتباط است. فرو فسفر در بتن، گازهای اشتعال‌پذیر و احتمالا سمی آزاد می‌کند که در محیط‌های بسته می‌تواند منجر به ایجاد فشار بالا شود.

۴-۳-۲ فسفیدهای آهن مختلفی مانند Fe_2P خاکستری متمایل به نقره‌ای تا خاکستری متمایل به آبی با چگالی نسبی ۶٫۵۰، FeP_2 با چگالی نسبی ۵٫۰۷، Fe_3P و FeP شناخته شده‌اند. سنگ‌دانه‌های فرو فسفری، خاکستری متمایل به نقره‌ای هستند اما در مقابل تابش، در آن‌ها تعدادی لکهٔ زنگ‌زدگی ایجاد می‌شود.

۵ توصیف مواد بُردار

۵-۱ کانی‌های حاوی بُر

۵-۱-۱ پرتوهای گامای حاصل از گیراندازی نوترون توسط ایزوتوپ‌های سبک‌تر بُر و بُر-۱۰، نسبت به آن‌هایی که از گیراندازی نوترون توسط هیدروژن تولید می‌شوند، قدرت نفوذ بسیار کمتری دارند و به همین دلیل، بُر و ترکیبات بُردار غالباً به‌عنوان حفاظ‌های نوترونی استفاده می‌شوند. قابلیت فوق‌العاده بالای بُر-۱۰ در گیراندازی نوترون، امکان استفاده از آن را در مقادیر نسبتاً کم ایجاد می‌کند. در بتن، بُر بیشترین

1- Barite
2- Well-graded
3- Ferrophosphorus

استفاده را به‌صورت کانی‌های بُرات یا فریت‌های مصنوعی بُر دارد. هر دو روش به‌کارگیری بُـر، ممکـن اسـت منجر به تأخیر در گیرش بتن شود که می‌توان با استفاده از یک تسریع کننـده مناسـب آن را جبـران کـرد. تجارب قبلی نشان می‌دهد هزینه بالاتر فریت مصنوعی نسبت به بُرات، می‌تواند با ترکیب یکنواخت فریت که اجازه کنترل مؤثر خصوصیات بتن را می‌دهد، جبران شود.

۵-۱-۲ کانی‌هایی که به لحاظ اقتصادی منابع مهم بُر هستند عمـدتاً بُـرات منیـزیم، سـدیم و کلسـیم هستند که از ته‌نشینی آب در مناطق خشک آتشفشانی به‌دست می‌آیند یـا محصـولات تجزیـه شـده چنـین رسوباتی هستند (به جدول ۱ مراجعه شود). این کانی‌های آب‌دار شامل کـانی‌هـایی هسـتند کـه بـه‌واسـطه تغییرات در رطوبت نسبی و دما تجزیه می‌شوند. برخی از آن‌ها در آب سرد حل شده یا به‌صورت نسبی تجزیه می‌شوند. رُس، ژیپس و نمک در کانسارهای بُرات یافت می‌شوند. حضور یک یا تعداد بیشتری از این کانی‌هـا با مقادیر نامعلوم در یک کانسنگ بُرات که بتن‌های محـافظ مـورد اسـتفاده قـرار مـی‌گیرنـد، ممکـن اسـت مشکلاتی در ساخت بتن در زمینه مقاومت، مدت زمان گیرش، پایداری حجمی و کارایی بتن ایجاد کند کـه جدا از مشکلات مربوط به ترکیب زمانی تأخیر انداختن گیرش است و بنابراین انحلال‌پـذیری کانسـنگ‌هـای بُرات ممکن است از بخشی تا بخش دیگر یا درون یک بخش یا در محدوده یک بخش تفاوت داشته باشد.

یادآوری- تولید بُرات در ایالات متحده، محدود به بُراکس[1] و مشتقات بُراکسی به‌دست آمده از شور آب‌هـای طبیعـی دریاچـه سیرلس[2] کالیفرنیا و شور آب‌های حاصل از تصفیه بُرات‌های کانسار کرامر[3] در بُرون[4] است. کانسارهای کولمانیت[5] کالیفرنیا کـه شامل اُولکسیت[6] نیز هستند، ظاهراً قانونی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند ولی کانسنگ‌های کولمانیت به‌دست آمده از آن‌ها بـرای استفاده در بتن‌های محافظ در برابر پرتو به‌کار می‌رود. کانسنگ‌های بُرات ترکیه که از آن‌هـا بـا نـام بُروکلسـیت یـاد مـی‌شـود، احتمالاً اُولکسیت یا کولمانیت یا ترکیبی از این دو هستند که در بتن‌های محافظ در برابر پرتو در آلمان و ژاپن به‌کار رفته‌اند.

۵-۱-۳ کانی‌های بُردار پایدار و نامحلول معمولاً در مقادیر زیاد برای استفاده به‌عنوان سنگ‌دانه موجـود نیستند. استثنائات ثبت شده در زیر توضیح داده شده‌اند:

۵-۱-۳-۱ پایجیت[7] ($(Fe^{++}Mg)Fe^{++}BO_5$)

سختی پایجیت ۵ است و چگالی نسبی آن در سری‌های پایجیت-لودویگیت[8] بـه‌ترتیـب ۴٫۷ و ۳٫۶ در تغییـر است. رنگ آن سیاه ذغالی یا سیاه متمایل به سبز بوده، غیرقابل حل در آب و با دوام است. یک کـانی دمـای بالا است که با مگنتیت در کانسارهای دگرگونی مجاورتی ایجاد می‌شود.

یادآوری- پایجیت به‌عنوان یک سنگ‌دانه سنگین حاوی بُر، در ژاپن مورد استفاده قرار گرفته است.

1- Borax
2- Searles Lake
3- Kramer
4- Boron
5- Colemanite
6- Ulexite
7- Paigeite
8- Ludwigite

۵-۱-۳-۲ تورمالین[1] $(Na(Mg,Fe,Mn,Li,Al)_3Al_6[Si_6O_{18}].(BO_3)_3(OH,F)_4)$

سختی تورمالین ۷ است و چگالی نسبی آن در بازهٔ ۳٫۰۳ تا ۳٫۲۵ قرار دارد. محدوده رنگ وسیعی دارد اما گونه‌های رایج آن قهوه‌ای یا سیاه است. این کانی ذاتاً در گرانیت[2]، پگماتیت[3] و رگه‌های پنوماتولیتیک[4] موجود است اما مانند یک کانی آواری در رسوبات باقی می‌ماند. بتنی که مشخصات مؤثر محافظت در برابر نوترون را دارد این‌گونه توصیف شده است که در آن، سنگ‌دانه‌های درشت، سرپانتین[5] و سنگ‌دانه‌های ریز، ماسه غنی از تورمالین است.

1- Tourmaline
2- Granites
3- Pegmatites
4- Pneumatolytic
5- Serpentine

جدول ۱- کانی‌های بُردار مهم از دیدگاه اقتصادی

نام	ترکیب شیمیایی	انحلال پذیری در آب سرد	محل تولید
بُراکس	$Na_2B_4O_7.10H_2O$	۱٫۶ g/100 mL در ۱۰ °C ۳٫۸۶ g/100 mL در ۳۰ °C	ایالات متحده، آرژانتین، شیلی
کرنیت[1]	$Na_2B_4O_7.4H_2O$	به آرامی انحلال‌پذیر	ایالات متحده، آرژانتین
کولمانیت	$Ca_2B_6O_{11}.5H_2O$	۰٫۰۹ g/100 mL	ایالات متحده، ترکیه، کشورهای حوزه شوروی سابق
یولکسیت	$NaCaB_5O_9.8H_2O$	با از دست دادن Na_2O اندکی تجزیه می‌شود	ایالات متحده، ترکیه، کشورهای حوزه شوروی سابق، آرژانتین، شیلی
ساسولیت[2] (اسید بُریک)	H_3BO_3	۵٫۱۵ g/100 mL	ایتالیا
تن کالکونیت[3]	$Na_2B_4O_7.5H_2O$	مانند بُراکس	محصول رایج آبزدایی از بُراکس
پریسیت[4]	$Ca_4B_{10}O_{19}.7H_2O$	نامحلول	ترکیه، کشورهای حوزه شوروی سابق، ایالات متحده
اینیویت[5]	$Ca_2B_6O_{11}.13H_2O$	نسبتاً نامحلول	کشورهای حوزه شوروی سابق، ایالات متحده
هیدروبُراسیت[6]	$CaMgB_6O_{11}.6H_2O$	نسبتاً نامحلول	کشورهای حوزه شوروی سابق
زایبلیت[7]	$(Mg,Mn)(BO_2)(OH)$	نامحلول	کشورهای حوزه شوروی سابق

۵-۲ شیشه‌های فریت بُر

۵-۲-۱ شیشه‌های فریت بُر، شیشه‌های مصنوعی شفاف، بیرنگی هستند که به کمک گداخت و خنک‌کردن[8] مورد استفاده در ساخت فریت‌های سرامیکی تولید می‌شوند. این شیشه‌ها ممکن است با ترکیبات زیادی تولید شوند اما پر کاربردترین آن‌ها در بتن‌های محافظ در برابر پرتو، حاوی کلسیم، مقادیر نسبتاً بالای سیلیس و آلومینا و مقادیر کم عناصر قلیایی هستند. افزایش سیلیس و آلومینا باعث کاهش قابلیت انحلال فریت می‌شود و بنابراین اثر تأخیر گیرش در بتن محافظ در برابر پرتو را کاهش می‌دهد. هنگامی‌که مخاطرات ناشی از تابش ثانویه وجود دارد، احتمال دارد محدودیت‌هایی برای نسبت‌های مجاز سدیم و پتاسیم در نظر گرفته شود.

1- Kernite
2- Sassolite
3- Tincalconite
4- Priceite
5- Inyoite
6- Hydroboracite
7- Szaibelyite
8- Quenching

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

تغییرات اعمال شده در این استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد منبع

الف-۱ کلیات

تغییرات اعمال شده در متن استاندارد منبع در زیربندهای زیر ارائه شده است.

الف-۱-۱ بخش‌های جایگزین شده

- بند ۴ منبع، با زیربند ۱-۲ هدف و دامنه کاربرد استاندارد، جایگزین شده است.

- زیربند ۱-۳ منبع، با یادآوری زیربند ۱-۲ هدف و دامنه کاربرد استاندارد، جایگزین شده است.

- پاراگراف آخر بند ۱-۱ منبع، با زیربند ۱-۳ هدف و دامنه کاربرد استاندارد، جایگزین شده است.

- شماره زیربندها منبع، مطابق با جدول الف-۱ در این استاندارد، تغییر پیدا کرده است.

جدول الف-۱- تغییر شمارهٔ بندها/زیربندها در مقایسه با منبع

بند/ زیربند در استاندارد	بند/ زیربند معادل در منبع
۱-۴	۶
۱-۱-۴	۱-۶
۲-۱-۴	۳-۶
۳-۱-۴	۴-۶
۴-۱-۴	۵-۶
۵-۱-۴	۶-۶
۶-۱-۴	۲-۶
۲-۴	۷
۱-۲-۴	۱-۷
۲-۲-۴	۲-۷
۳-۴	۸
۱-۵	۹
۲-۵	۱۰

الف-۱-۲ بخش‌های اضافه شده

- زیربندهای ۱-۳، ۲-۳ و ۳-۳ استاندارد در بند اصطلاحات و تعاریف اضافه شده است.

- شکل ۱ و شکل ۲ در بند ۴ استاندارد، اضافه شده است.

- پیوست آگاهی‌دهنده **الف** اضافه شده است.

الف-۱-۳ بخش‌های حذف شده

- زیربند ۱-۴ منبع حذف شده است.

- بند ۱۱ منبع حذف شده است.