



جمهوری اسلامی ایران

ISIRI

۷۸۷۳

Islamic Republic of Iran

لی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

1st.edition

Institute of Standards and Industrial Research of Iran

چاپ اول

معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی الکتریکی و حرارتی و
گروههای انرژی در فرآیند تولید سیمان

**Specification and criteria for
Electrical and thermal energy consumption and
Energy grades
In the process of cement production**

«بسمه تعالی»

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

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

تدوین استاندارد در رشته های مختلف توسط کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحبنظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه ومرتبط با موضوع صورت میگیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت ها و مصالح ملی وبا توجه به شرایط تولیدی، فنی و فن آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان ،صرف کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمانهای دولتی باشد.پیش نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع واعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال میشود و پس از دریافت نظرات وپیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح ودر صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمانهای علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره (۵۵) 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 بین المللی استاندارد میباشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی ونیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی استفاده می نماید.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون به منظور حمایت از صرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آنرا اجباری نماید.

همچنین بمنظور اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی کنندگان سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و کالیبره کنندگان وسائل سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطای نموده و بر عملکرد آنها نظارت می نماید. ترویج سیستم بین المللی یکاها ، کالیبراسیون وسائل

سنجه تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می باشد.

نشانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران : کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۳۱۵۸۵-۱۶۳

دفتر مرکزی : تهران - بالاتر از میدان ولیعصر، کوچه شهید شهامتی، پلاک ۱۴، صندوق پستی ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹

تلفن مؤسسه در کرج : ۰۲۶۱-۲۸۰۶۰۳۱-۸

تلفن مؤسسه در تهران : ۰۲۱-۸۹۰۹۳۰۸-۹

دورنگار : کرج ۰۲۶۱-۲۸۰۸۱۱۴ - تهران ۰۲۱ - ۸۸۰۲۲۷۶

بخش فروش - تلفن : ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵ دورنگار : ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵

پیام نگار : Standard @ isiri.oriran

بهاء : ۴۰۰ ریال

Headquarter : Institute Of Standards And Industrial Research Of Iran

P.O.Box: Karaj - IRAN 31585-163

Central Office : NO.14,Shahid Shahamati St. , Valiasr Ave. Tehran

P.O.Box: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹

☎ Tel.(Karaj): ۰۰۹۸ ۲۶۱ ۲۸۰۶۰۳۱-۸

☎ Tel.(Tehran): ۰۰۹۸ ۲۱ ۱۹۰۹۳۰۸-۹

⌚ Fax.(Karaj): ۰۰۹۸ ۲۶۱ ۲۸۰۸۱۱۴

⌚ Fax.(Tehran): ۰۰۹۸ ۲۱ ۱۸۰۲۲۷۶

💻 Email: Standard @ isiri.oriran

➤ Price: ۴۰۰ Riales

اعضاء کمیسیون "معیارها و مشخصات فی مصرف انرژی حرارتی و گروههای انرژی در فرآیند تولید سیمان"

سمت یا نمایندگی

سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور

رئیس

ثقیان، فریدون

(لیسانس مهندسی الکترونیک)

اعضاء اصلی

موسسه استاندارد و تحقیقات

اخوان بهابادی، محمد علی
صنعتی ایران

(دکترای مهندسی مکانیک)

اعوانی، مظفر

وزارت صنایع و معدن

(فوق لیسانس مهندسی صنایع)
متصدی، سعید

سازمان حفاظت محیط زیست

(دکترای مهندسی مکانیک)

وزارت نیرو

عفت نژاد، رضا
(دکترای مهندسی برق)

وزارت نیرو

اکبری، حشمت الله

(فوق لیسانس مهندسی انرژی)

سازمان بهینه سازی

بخشی، کامران

صرف سوخت کشور

(مهندس محیط زیست)

پورمشکی، ابراهیم

وزارت صنایع و

معدن

(لیسانس شیمی)

موسسه استاندارد و

شیخ حسینی، شکوفه
تحقیقات صنعتی

(فوق لیسانس مهندسی صنایع)

خاضع، باclk

مشاور سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور

(لیسانس مهندسی شیمی)

وزارت صنایع و معدن

رحیمها، مهران

(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو-سازمان بهره

زریخش، حسن

وري انرژي ایران

(مهندس مکانیک)

وزارت صنایع و

متشرع، محمد عمید

معدن

(لیسانس زمین شناسی)

لیبر

وزارت

نفیسی، فرهاد

نفت

(لیسانس مهندسی مکانیک)

وزارت نفت	زروانی ، رامش (لیسانس شیمی)
موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی	سامانیان، حمید (مهندس مواد)
سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور	ستاری ، سورنا (دکتری مهندسی مکانیک)
سازمان حفاظت محیط زیست	عادلی ، ابوالفضل (کارشناسی ارشد هواشناسی)
سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور	مرادی ، علیرضا (لیسانس مهندسی مکانیک)

فهرست مনدرجات

عنوان

- ۱- هدف
- ۲- مراجع الزامي
- ۳- اصطلاحات و تعاريف
- ۴- گروههای مصرف انرژی در فرآیند تولید سیمان
- ۵- نحوه ارزیابی و اندازه گیری مصرف انرژی حرارتی
پیوست الف _ معیار مصرف انرژی حرارتی و گروه بندی مصرف انرژی انواع فرآیند های تولید سیمان در مرحله دوم

پیشگفتار

" معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی الکتریکی و حرارتی و گروههای انرژی در فرآیند تولید سیمان " که پیش نویس آن در دو بخش الکتریکی و حرارتی، به وسیله معاونت امور انرژی وزارت نیرو و سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور تهیه و تدوین شده و در جلسات کمیته تصویب معیارهای مصرف انرژی در وزارت نیرو و نفت به ترتیب در مورخ ۱۳۸۲/۱۲/۱۴ و ۱۳۸۳/۸/۱۹ مطابق مواد قانونی بند (الف) ماده ۱۲۱ قانون برنامه پنجالله سوم توسعه اقتصادی ، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران و مصوبات شورای عالی استاندارد به تصویب رسیده است ، اینک به استناد بند ۱ ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ به عنوان استاندارد رسمی ایران منتشرمی گردد.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع و علوم ، استانداردهای ایران در موقع لزوم مورد تجدید نظر قرار خواهد گرفت و هر گونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها بررسد ، در هنگام تجدید نظر در کمیسیونهای مربوطه مورد توجه واقع خواهد شد . بنابراین برای مراجعته به استانداردهای ایران باید همواره از آخرین چاپ و تجدید نظر آنها استفاده نمود .

مقدمه

بهره برداری نامناسب از تجهیزات مصرف کننده انرژی الکتریکی و فسیلی در صنعت سیمان ، عدم توجه و دقت کافی به استفاده بهینه از انرژی در این صنعت ، باعث افزایش مصرف انرژی ویژه الکتریکی و حرارتی در فرآیند تولید سیمان در کشور شده است. از اینرو توجه به مدیریت مصرف انرژی و بالا بردن بازده و بهره وری انرژی در این دسته از صنایع به یک ضرورت تبدیل شده است .

بر طبق ماده ۱۲۱ قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی ، اجتماعی و فرهنگی ، دولت موظف است به منظور اعمال صرفه جوئی ، منطقی کردن مصرف انرژی و حفاظت از محیط زیست نسبت به تهیه و تدوین معیارها و مشخصات فنی مرتبط با مصرف انرژی در تجهیزات ، فرآیندها و سیستم های مصرف کننده انرژی ، اقدام نماید ، به ترتیبی که کلیه

صرف کنندگان و وارد کنندگان این تجهیزات ، فرآیندها و سیستم ها ملزم به رعایت این مشخصات و معیارها باشند . معیارهای مذکور توسط کمیته ای مشکل از نمایندگان وزارت نفت نیرو ، وزارت نفت ، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، سازمان حفاظت محیط زیست و وزارت خانه ذیربطری تدوین می شود .

همچنین بر اساس مصوبات شورای عالی استاندارد پس از تصویب استانداردهای مربوط در کمیته مذبور ، این استانداردها بر طبق آئین نامه اجرائی قانون فوق الذکر همانند استانداردهای اجباری توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به اجرا در خواهد آمد .

اعضاء کمیسیون "معیارها و مشخصات فی مصرف انرژی الکتریکی و گروههای انرژی در فرآیند تولید سیمان "

سمت یا نمایندگی

معاون وزیر نیرو در امور انرژی

رئیس

چیت چیان، حمید

(لیسانس مهندسی الکترونیک)

اعضاء اصلی

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی

اخوان بهابادی، محمد علی
ایران

(دکتراپی مهندسی مکانیک)

اعوانی ، مظفر

وزارت صنایع و معدن

(فوق لیسانس مهندسی صنایع)

متصدی ، سعید

سازمان حفاظت محیط زیست

(دکتراپی مهندسی مکانیک)

وزارت نیرو

عفت نژاد، رضا

(دکتراپی مهندسی برق)

اعضاء کارشناسی

اکبری ، حشمت الله

وزارت نیرو
(فوق لیسانس مهندسی انرژی)

بخشی ، کامران

(مهندس محیط زیست)

پورمشکی ، ابراهیم

(لیسانس شیمی)

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی

شیخ حسینی ، شکوفه

(فوق لیسانس مهندسی صنایع)

خاضع ، بابک

مشاور سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور
(لیسانس مهندسی شیمی)

وزارت صنایع و معدن

رحیمها، مهران

(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو-سازمان بهره

وزارت صنایع و

مدیر کل دفتر بینه سازی مصرف انرژی- وزارت

زربخش، حسن
وری انرژی ایران
(مهندس مکانیک)
متشرع، محمد عمید
معدن
(لیسانس زمین شناسی)

دیصادق زاده، محمد
نیرو
(دکتراي مهندسي برق)

زرواني، رامش وزارت نفت
(لیسانس شیمی)

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی
سازمان بینه سازی مصرف سوخت کشور
دفتر بینه سازی مصرف انرژی
سازمان حفاظت محیط زیست
سازمان بینه سازی مصرف سوخت کشور
دفتر بینه سازی مصرف انرژی

سامانیان، حمید
(مهندس مواد)
ستاری، سورنا
(دکتراي مهندسي مکانیک)
عباس صالحیان
(لیسانس مهندسي مکانیک)
عادلی، ابوالفضل
(کارشناسی ارشد هواشناسی)
مرادي، علیرضا
(لیسانس مهندسي مکانیک)
نى ساز، حمید رضا
(فوق لیسانس مهندسي مکانیک)

معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی الکتریکی و گروههای انرژی

در فرآیند تولید سیمان

۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ، تعیین معیار مصرف انرژی در فرآیندهای مختلف تولید سیمان می باشد . در این استاندارد نحوه ارزیابی و اندازه گیری میزان انرژی الکتریکی مصرفی در فرآیند تولید سیمان ارائه می شود .

۲-۱ دامنه کاربرد

فرآیندهای تولید سیمان با تولید سیمان خاکستری در دامنه کاربرد این استاندارد قرار می گیرند . این فرآیندها شامل چهار روش به

شرح زیر می باشد :

الف - فرآیند خشک

ب - فرآیند تر

پ - فرآیند نیمه خشک

ت - فرآیند نیمه تر

در این استاندارد محصول سیمان از نوع سیمان خاکستری پرتلند معمولی(OPC)^۱ نوع I و با نرمی $2800 \text{ cm}^3/\text{g}$ می باشد .

۲- مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده است . بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می شوند . در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و یا تجدید نظر اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست . با این وجود بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد ، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه ها 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 مورد نظر است .

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است

۱- استاندارد ملی ۳۸۹ (۱۳۷۶) : ویژگیهای سیمان پرتلند نوع "

پ "

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر تعاریف استاندارد ملی ۳۸۹ ، واژه ها و اصطلاحات با تعاریف زیر معتبر است :

۱-۳ مصرف انرژی ویژه (SEC) ^۱

مصرف انرژی ویژه در فرآیند تولید سیمان عبارت است از نسبت میزان مصرف انرژی بر میزان محصول سیمان تولیدی. واحد مصرف انرژی ویژه فرآیند تولید سیمان از نظر الکتریکی بر حسب kcal/kg (clinker) و از نظر سوختهای فسیلی بر حسب (kwh/ton(cement)) بیان می شود .

۱-۱-۳ مصرف انرژی ویژه الکتریکی در فرآیند تولید سیمان (SEC_e)

مصرف انرژی ویژه الکتریکی (SEC_e) ، میزان مصرف انرژی الکتریکی را به ازاء واحد تولید بیان می کند . در فرآیند تولید سیمان این مقدار با استفاده از رابطه زیر بدست می آید و واحد آن کیلو وات ساعت بر تن سیمان تولیدی می باشد .

$$+d]^{1/6} + c]^{1/6} (SEC_e) = [[(a+b)$$

که در آن

=a: مصرف انرژی ویژه الکتریکی در واحد سنگ شکن

=b: مصرف انرژی ویژه الکتریکی در واحد آسیاب مواد خام

=c: مصرف انرژی ویژه الکتریکی در سیستم کوره

=d: مصرف انرژی ویژه الکتریکی در واحد آسیاب سیمان

۱,۶ = ضریب ثابت تبدیل مواد اولیه به کلینکر

۰,۹۶ = ضریب ثابت افزودن درصد سنگ گچ به کلینکر جهت تبدیل به سیمان می باشد .

به منظور سهولت در این استاندارد به مصرف انرژی ویژه الکتریکی "E_e" اطلاق می شود .

یاد آوری می توان مصرف انرژی ویژه الکتریکی را از حاصل تقسیم کل انرژی الکتریکی مصرفی فرآیند بر کل سیمان تولیدی نیز محاسبه کرد .

۲-۱-۳ مصرف انرژی ویژه حرارتی (SEC_e)

مصرف انرژی ویژه حرارتی ، میزان مصرف انرژی حرارتی را به ازاء واحد تولید بیان می کند . در فرآیند تولید سیمان این مقدار، با توجه به ارزش حرارتی سوختهای مصرفی و تبدیل آنها به معادل کیلو کالری عبارت است از نسبت میزان انرژی حرارتی

^۱ -Specific Energy Consumption

سوختهای مصرفی (بر حسب کیلو کالری) بر مقدار تولید کلینکر (بر حسب کیلوگرم) .

به منظور سهولت در این استاندارد به مصرف انرژی ویژه حرارتی E_t " اطلاق می شود .

۲-۳ بخش‌های مختلف در فرآیند تولید سیمان

به طور کلی بخش‌های مختلف در فرآیند تولید سیمان به چهار بخش به شرح زیر تقسیم بندی میشوند .

۱-۲-۳ واحد سنگ شکن

مواد اولیه که از معدن به واحد سنگ شکن منتقل شده ، در این بخش توسط انواع مختلف سنگ شکن خرد می شود . انواع سنگ شکن‌هایی که در صنعت سیمان کاربرد دارند عبارتند از :

- چکشی (ضربه ای)

- غلتکی

- ژیراتوری (مخروطی)

- فکی ..

۲-۲-۳ واحد آسیاب مواد خام

سنگ های خرد شده از واحد سنگ شکن به واحد آسیاب مواد خام منتقل شده و در این واحد آسیاب و به پودر تبدیل می شوند .

انواع متداول آسیاب مواد خام از نوع آسیاب گلوله ای ، آسیاب گلوله ای به همراه رولرپرس و آسیاب غلتکی می باشند .

۳-۲-۳ واحد کوره (تولید کلینکر)

در این واحد ، مواد اولیه که در واحد آسیاب مواد خام تهیه شده است ، وارد کوره^۱ شده و در دمای بالا پخت شده و به کلینکر تبدیل می شود . این واحد از سه قسمت پیش گرم کن^۲ ، کوره و خنك کن^۳ تشکیل شده است .

انواع کوره هایی که در فرآیند خشک تولید سیمان کاربرد دارند عبارتند از :

- سیستم کوره خشک با پیش گرمکن معلق (s.p) و خنك کن سیاره ای

- سیستم کوره خشک با پیش گرمکن معلق (s.p) و خنك کن گریت

^۱ - Rotary Kiln

^۲ - Preheated

^۳ - Cooler

- سیستم کوره خشک با پیش گرمکن پری کلساینردار (s.c) و خنك کن گریت

۴-۲-۳ واحد آسیاب سیمان و بارگیر خانه (تهیه سیمان از کلینکر)

در این واحد ، کلینکر تولید شده در واحد کوره ، آسیاب می شود و محصول نهایی بصورت پودر سیمان بسته بندی می شود

۴ معیارهای مصرف انرژی و گروههای مصرف انرژی در فرآیند تولید سیمان

۱-۴ گروههای مصرف انرژی

فرآیندهای تولید سیمان از نظر مصرف انرژی ویژه حرارتی و الکتریکی در سه گروه به شرح زیر دسته بندی می شوند :

I. - فرآیند تولید سیمان پر مصرف

II. - فرآیند تولید سیمان مصرف متوسط

III. - فرآیند تولید سیمان کم مصرف

۲-۴ گروه بندی انواع فرآیندهای تولید سیمان

فرآیندهای سیمان خاکستری با فرآیند خشک ، با توجه به خصوصیات آن شامل انواع آسیاب مواد الخام (گلوله ای و غلتکی) ، نوع سیستم پیش گرمکن (pc,sp) و نوع خنك کن (گریت و ماهواره ای) در ۴ نوع دسته بندی می شوند. این ۴ نوع بر اساس خصوصیات مذکور مطابق به جدول ۱ تقسیم بندی می شوند .

جدول ۱- دسته بندی انواع فرآیندهای تولید سیمان با توجه به خصوصیات آنها

نوع فرآیند	نوع کوره	نوع خنك کن	آسیاب مواد
۱	خشک دارای پیش گرمکن	گریت	گلوله ای
۱ - ۲	خشک دارای پیش گرمکن	ماهواره ای	گلوله ای
۲ - ۲	خشک دارای پیش گرمکن	ماهواره ای	غلتکی
۱ - ۳	خشک دارای پیش گرمکن و پیش تکلیس	گریت	گلوله ای
۲ - ۳	خشک دارای پیش گرمکن	گریت	غلتکی

--	--	--

۳-۴ معیار مصرف انرژی الکتریکی "E_e" و گروه بندی انواع فرایند های تولید سیمان

معیار مصرف انرژی برای انواع مختلف فرایند های تولید سیمان (بر طبق بند ۲-۴)، مطابق جدول ۲، در سه گروه؛ پرمصرف، مصرف متوسط و کم مصرف تعیین میشود.

جدول ۲ - معیار مصرف انرژی و گروههای مصرف انرژی الکتریکی در انواع فرایند های تولید سیمان

معیار مصرف انرژی الکتریکی				گروه مصرف انرژی الکتریکی	نوع فرایند (بند ۲-۴)
صرف ویژه انرژی الکتریکی "E _e " در سال ۸۹-۹۰ (مرحله سوم) (کیلو وات ساعت بر تن سیمان)	صرف ویژه انرژی الکتریکی "E _e " در سال ۸۷-۸۸ (مرحله دوم) (کیلو وات ساعت بر تن سیمان)	صرف ویژه انرژی الکتریکی "E _e " در سال ۸۵-۸۶ (مرحله اول) (کیلو وات ساعت بر تن سیمان)			
۱۰۸ Δ E _e ۱۱۰ Δ < E _e ۱۰۸ ۱۱۲ Δ < E _e ۱۱۰	۱۱۰ Δ E _e ۱۱۲ Δ < E _e ۱۱۰ ۱۱۵ Δ < E _e ۱۱۲	۱۱۲ Δ E _e ۱۱۵ Δ < E _e ۱۱۲ ۱۱۸ Δ < E _e ۱۱۵		کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	۱
۱۰۴ Δ E _e ۱۰۶ Δ < E _e ۱۰۴ ۱۱۰ Δ < E _e ۱۰۶	۱۰۶ Δ E _e ۱۰۸ Δ < E _e ۱۰۶ ۱۱۰ Δ < E _e ۱۰۸	۱۰۸ Δ E _e ۱۱۰ Δ < E _e ۱۰۸ ۱۱۲ Δ < E _e ۱۱۰		کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	۱ - ۲
۱۰۱ Δ E _e ۱۰۳ Δ < E _e ۱۰۱ ۱۰۵ Δ < E _e ۱۰۳	۱۰۳ Δ E _e ۱۰۵ Δ < E _e ۱۰۳ ۱۰۸ Δ < E _e ۱۰۵	۱۰۵ Δ E _e ۱۰۸ Δ < E _e ۱۰۵ ۱۱۲ Δ < E _e ۱۰۸		کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	۲ - ۲
۱۱۰ Δ E _e ۱۱۲ Δ < E _e ۱۱۰ ۱۱۴ Δ < E _e ۱۱۲	۱۱۲ Δ E _e ۱۱۴ Δ < E _e ۱۱۲ ۱۱۸ Δ < E _e ۱۱۴	۱۱۴ Δ E _e ۱۱۸ Δ < E _e ۱۱۴ ۱۲۰ Δ < E _e ۱۱۸		کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	۱ - ۳
۱۰۰ Δ E _e ۱۰۲ Δ < E _e ۱۰۰ ۱۰۵ Δ < E _e ۱۰۲	۱۰۲ Δ E _e ۱۰۵ Δ < E _e ۱۰۵ ۱۰۷ Δ < E _e ۱۰۲	۱۰۵ Δ E _e ۱۰۷ Δ < E _e ۱۰۵ ۱۱۳ Δ < E _e ۱۰۷		کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	۲ - ۳
۱۳۲ Δ E _e ۱۳۶ Δ < E _e ۱۳۲ ۱۴۰ Δ < E _e ۱۳۶	۱۳۶ Δ E _e ۱۴۰ Δ < E _e ۱۳۶ ۱۴۴ Δ < E _e ۱۴۰	۱۴۰ Δ E _e ۱۴۴ Δ < E _e ۱۴۰ ۱۴۸ Δ < E _e ۱۴۴		کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	۴

صرف ویژه انرژی الکتریکی، بیشتر از مقدار حد اکثر در جدول ۲ مجاز نمی باشد. به طور مثال در مورد فرایند نوع ۴، در محله اول، صرف ویژه انرژی الکتریکی نباید از ۱۴۸ کیلو وات ساعت بر تن سیمان تولیدی بیشتر باشد.

یاد آوری ۱ هر مرحله ۱۱ از اجرای این استاندارد به مدت دو سال تعیین میگردد.

یاد آوری ۲ معیار مصرف انرژی الکتریکی برای خطوط تولید سیمان با ظرفیت تولید کمتر از ۱۰۰۰ تن در روز همانند گروه ۱ می باشد.

یاد آوری ۳ در مقادیر معیار مصرف انرژی جدول ۲، میزان مصرف انرژی مربوط به مصارف روشنایی و سایر مصارف جانبی معدل با $1 \pm 3\%$ (کیلو وات ساعت بر تن سیمان) در نظر گرفته شده است.

یاد آوری ۴ معیار مصرف انرژی الکتریکی در مورد کارخانجات جدید الاحادث به صورت زیر تعیین می گردد:

معیار مصرف انرژی الکتریکی در مورد کارخانجات جدید الاحادث

مصرف ویژه انرژی الکتریکی "Ee" در در مورد کارخانجات جدید احداث (کیلو وات ساعت بر تن سیمان)	گروه مصرف انرژی الکتریکی
E_e 90% 95% 100%	E_e^{90} E_e^{95} E_e^{100}

۴-۴ در کارخانجاتی که دارای چند خط تولید مختلف می باشد، گروههای مصرف انرژی میتواند برای هر یک از انواع فرآیند به طرز مجزا تعیین و اعلام شود. البته می توان برای چنین کارخانجاتی یک مقدار واحد برای میزان مصرف انرژی الکتریکی ویژه آن کارخانه و در نتیجه یک گروه مصرف انرژی تعیین نمود.

یادآوری در مورد خطوط تولیدی که جزء میچیک از انواع فرآیندهای تعریف شده در جدول قرار نمیگیرند، تعیین معیار مصرف انرژی بر اساس نزدیک ترین تکنولوژی فرآیند تولیدی به آن در نظر گرفته میشود.

۵ نحوه ارزیابی و اندازه گیری مصرف انرژی الکتریکی (Ee)

ارزیابی و اندازه گیری مصرف انرژی الکتریکی در هر فرآیند تولید سیمان به صورت سالانه انجام میگیرد. بهترین زمان ترجیحی ماههای پایانی هر سال می باشد.

برای تعیین میزان مصرف انرژی ویژه الکتریکی می بایستی انرژی الکتریکی مصرف شده کل در طی یک سال تعیین شده و بر میزان کلینکر تولید شده کل در همان زمان تقسیم گردد.

۱-۵ نحوه اندازه گیری و محاسبه مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی در یک سال

برای تعیین میزان مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی در بخشهای مختلف هر فرآیند تولید سیمان (به بند ۲-۳ مراجعه شود) میبایستی کنتورهای اندازه گیری در هر یک از بخشهای مختلف انرژی بر، از ابتدای دوره مورد نظر (ابتدای سال) نصب شده باشد. میزان انرژی حرارتی و الکتریکی مصرفی در پایان سال و در هنگام ارزیابی و اندازه گیری بر اساس مقادیر این کنتورها و با توجه به اسناد و مدارک موجود در واحد تولیدی از قبیل قبوض مربوط به انواع حامل های برای مدت یک سال تعیین می شود.

یادآوری به منظور اطمینان از عملکرد صحیح این کنتورها، ضروری است گواهی کالیبراسیون از مراکز معتبر در مورد هر کنتور وجود داشته باشد.

یادآوری ۲ توصیه می شود ارزیابی و اندازه گیری مقادیر انرژی مصرفی نشان داده شده توسط این کنتورها در فواصل زمانی مناسب توسط واحدی تولیدی ثبت گردد. مرکز ارزیابی کننده نیز میتواند در بازه های زمانی مناسب (به طور مثال هر سه ماه یکبار) از این گونه وسایل اندازه گیری بازدید و نظارت نماید.

۲-۵ نحوه اندازه گیری و محاسبه میزان سیمان تولیدی در یک سال

با توجه به دشواری های اندازه گیری مستقیم، میزان سیمان تولیدی هر فرآیند تولید سیمان، بر اساس مقادیر اعلام شده توسط تولید کننده در نظر گرفته می شود.

مقدار تولید که توسط سازنده اعلام میشود، می بایستی با مقادیر قید شده در دفاتر و اسناد موجود در واحد تولیدی مطابقت نماید.

۳-۵ نحوه محاسبه مصرف انرژی ویژه الکتریکی E_e

مصرف انرژی ویژه الکتریکی هر فرآیند تولید سیمان از حاصل تقسیم مصرف انرژی الکتریکی آن در یکسال مصرف (که بر طبق بند ۵-۱ محاسبه می شود) بر میزان سیمان تولیدی آن در همان دوره زمانی (که بر طبق بند ۲-۵ محاسبه می شود) تعیین می گردد.

سیمان تولیدی در یک سال / مصرف انرژی

E_e= الکتریکی در یک سال

مقدار مصرف انرژی الکتریکی ویژه E_e بر حسب کیلو وات ساعت بر تن سیمان تولیدی بیان می شود.

گروه مصرف انرژی الکتریکی هر فرآیند بر اساس مقدار E_e محاسبه شده و با توجه به نوع فرآیند، مطابق با جدول ۲ تعیین و اعلام می گردد.

معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی حرارتی و گروههای انرژی

در فرآیند تولید سیمان

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین معیار مصرف انرژی در فرآیندهای مختلف تولید سیمان میباشد. در این استاندارد نحوه ارزیابی و اندازه گیری میزان انرژی حرارتی مصرفی در فرآیند تولید سیمان ارائه میشود.

۲-۱ دامنه کاربرد

فرآیندهای تولید سیمان با تولید سیمان خاکستری در دامنه کاربرد این استاندارد قرار می گیرند. این فرآیندها شامل چهار روش به شرح زیر می باشد:

الف - فرآیند خشک

ب - فرآیند تر

پ - فرآیند نیمه خشک

ت - فرآیند نیمه تر

در این استاندارد محصول سیمان از نوع سیمان خاکستری پرتلند معمولی(OPC)^۱ نوع I و با نرمی cm³/g ۲۸۰۰ می باشد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این

استاندارد محسوب می شوند. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و یا تجدید نظر اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. با این وجود بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرين اصلاحیه ها و تجدید نظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و یا تجدید نظر، آخرين چاپ و /یا تجدید نظر آن مدارک مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

-۲- استاندارد ملی ۳۸۹ (۱۳۷۶) : ویژگیهای سیمان پر تلند نوع

"پ"

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر تعاریف استاندارد ملی ۳۸۹، واژه ها و اصطلاحات با تعاریف زیر معتبر است:

۱-۳ مصرف انرژی ویژه (SEC_e) ^۱

مصرف انرژی ویژه در فرآیند تولید سیمان عبارت است از نسبت میزان مصرف انرژی بر میزان محصول سیمان تولیدی. واحد مصرف انرژی ویژه فرآیند تولید سیمان از نظر الکتریکی بر حسب kcal/kg (clinker) و از نظر سوختهای فسیلی بر حسب (kwh/ton(cement) میشود.

۱-۱-۳ مصرف انرژی ویژه الکتریکی در فرآیند تولید سیمان (SEC_e)

مصرف انرژی ویژه الکتریکی (SEC_e)، میزان مصرف انرژی الکتریکی را به ازاء واحد تولید بیان می کند. در فرآیند تولید سیمان این مقدار با استفاده از رابطه زیر بدست می آید و واحد آن کیلووات ساعت بر تن سیمان تولیدی می باشد.

$$(SEC_e) = [(a+b) \cdot ۰/۹۶ + c]^{1/6} + d$$

که در آن

=a: مصرف انرژی ویژه الکتریکی در واحد سنگ شکن

=b: مصرف انرژی ویژه الکتریکی در واحد آسیاب مواد خام

=c: مصرف انرژی ویژه الکتریکی در سیستم کوره

=d: مصرف انرژی ویژه الکتریکی در واحد آسیاب سیمان

=۱/۶ ضریب ثابت تبدیل مواد اولیه به کلینکر

^۱ -Specific Energy consumption

= ضریب ثابت افزودن درصد سنگ گچ به کلینکر جهت تبدیل به سیمان می باشد.

به منظور سهولت در این استاندارد به مصرف انرژی ویژه الکتریکی "E_e" اطلاق می شود.

۲-۱-۳ مصرف انرژی ویژه حرارتی (SEC_e)

مصرف انرژی ویژه حرارتی، میزان مصرف انرژی حرارتی را به ازاء واحد تولید بیان می کند. در فرآیند تولید سیمان این مقدار، با توجه به ارزش حرارتی سوختهای مصرفی و تبدیل آنها به معادل کیلو کالری عبارت است از نسبت میزان انرژی حرارتی سوختهای مصرفی (بر حسب کیلو کالری) بر مقدار تولید کلینکر (بر حسب کیلوگرم).

به منظور سهولت در این استاندارد به مصرف انرژی ویژه حرارتی "E_t" اطلاق می شود.

۲-۳ بخش‌های مختلف در فرآیند تولید سیمان

به طور کلی بخش‌های مختلف در فرآیند تولید سیمان به چهار بخش به شرح زیر تقسیم بندی می‌شوند.

۱-۲-۳ واحد سنگ شکن

مواد اولیه از معدن به واحد سنگ شکن منتقل شده و این مواد در این بخش توسط انواع مختلف سنگ شکن خرد می شود.

۲-۲-۳ واحد آسیاب مواد خام

سنگ‌های خرد شده از واحد سنگ شکن به واحد آسیاب مواد خام منتقل شده و در این واحد آسیاب و به پودر تبدیل می شوند. انواع متداول آسیاب مواد خام از نوع آسیاب گلوله ای، آسیاب گلوله ای به همراه رولرپرس و آسیاب غلتکی می باشند.

۳-۲-۳ واحد کوره (تولید کلینکر)

در این واحد، مواد اولیه که در واحد آسیاب مواد خام تهیه شده است، وارد کوره شده و به کلینکر تبدیل می شود. این واحد از سه قسمت پیش گرم کن^۱، کوره^۲ و خنک کن^۳ تشکیل شده است.

۴-۲-۳ واحد آسیاب سیمان و بارگیر خانه (تهیه سیمان از کلینکر)

در این واحد، کلینکر تولید شده در واحد کوره، آسیاب می شود و محصول نهایی بصورت پودر سیمان بسته بندی می شود.

^۱ – Preheated

^۲ – Kiln

۴ گروههای مصرف انرژی در فرآیند تولید سیمان

۱-۴ فرآیندهای تولید سیمان از نظر مصرف انرژی ویژه حرارتی و الکتریکی در سه گروه به شرح زیر دسته بندی می‌شوند:

I- فرآیند تولید سیمان پر مصرف

II- فرآیند تولید سیمان مصرف متوسط

III- فرآیند تولید سیمان کم مصرف

۲-۴ فرآیندهای سیمان خاکستری با فرآیند خشک، با توجه به خصوصیات آن شامل انواع آسیاب مواد خام (گلوله‌ای و غلتکی)، نوع سیستم پیش‌گرمکن (pc,sp) و نوع خنک‌کن (گریت و ماهواره‌ای) در ۵ نوع دسته بندی می‌شوند. این ۵ نوع بر اساس خصوصیات مذکور مطابق به جدول ۱ تقسیم بندی می‌شوند.

جدول ۱- دسته بندی انواع فرآیندهای تولید سیمان با توجه به خصوصیات آنها

نوع فرآیند	خصوصیات فرآیند
۱	خشک، خنک کننده گریت، بدون پیش تکلیس، دارای پیش‌گرمکن
۲	خشک، خنک کننده ماهواره‌ای، بدون پیش تکلیس، دارای پیش‌گرمکن
۳	خشک، خنک کننده بلند، خنک کننده ماهواره‌ای، بدون پیش تکلیس دارای پیش‌گرمکن
۴	خشک، خنک کننده گریت، دارای پیش تکلیس، بدون پیش‌گرمکن

۳-۴ معیار مصرف انرژی حرارتی "E_t" و گروه بندی انواع فرآیند های تولید سیمان

معیار مصرف انرژی برای انواع دسته های مختلف فرآیند های تولید سیمان (بر طبق بند ۲-۴)، مطابق جدول ۲ برای مصرف نفت کوره و جدول ۳ برای مصرف گاز طبیعی، در سه گروه؛ پر مصرف، مصرف متوسط و

کم مصرف تعیین می‌شود. مقادیر مصرف انرژی ویژه بر مبنای حداقل ارزش حرارتی^۴ و نیز معادل حجم مصرفی سوخت داده شده است.

جدول ۲- معیارها و گروه های مصرف انرژی حرارتی در انواع فرآیند های تولید سیمان برای مصرف نفت کوره

نوع فرآیند (بند ۴-۲)	رتبه مصرف انرژی حرارتی	معیار مصرف انرژی حرارتی
		ارزش حرارتی ویژه (کیلو کالری بر کیلوگرم کلینکر)
۱	کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	حجم سوخت معادل مصرفی بر مبنای حداقل (لیتر بر تن کلینکر)
۲	کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	$85 \leq V_t \leq 88$ $88 < V_t \leq 92$ $94 < V_t \leq 101$
۳	کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	$117 \leq V_t \leq 126$ $126 < V_t \leq 135$
۴	کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	$82 \leq V_t \leq 88$ $94 < V_t \leq 88$
۵	کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	$150 \leq V_t \leq 152$ $152 < V_t \leq 155$ $155 < V_t \leq 162$

جدول ۳- معیارها و رتبه های مصرف انرژی حرارتی در انواع فرآیندهای تولید سیمان برای مصرف گاز طبیعی^۵

نوع فرآیند (بند ۴-۲)	رتبه مصرف انرژی حرارتی	معیار مصرف انرژی حرارتی
		ارزش حرارتی ویژه (کیلو کالری بر کیلو گرم کلینکر)
۱	کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	$V_t \leq 107$ $107 < V_t \leq 115$ $115 < V_t \leq 123$
۲	کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	$V_t \leq 110$ $110 < V_t \leq 118$ $118 < V_t \leq 126$

^۴- حداقل ارزش حرارتی نفت کوره تحویلی به صنایع برابر با ۱۸۲۰۰ تی یو بر پوند معادل ۹۵۳ کیلو کالری هر لیتری می باشد.

معیار مصرف بر مبنای حداقل ارزش حرارتی محاسبه شده است.

^۵- ارزش حرارتی گاز طبیعی ۳۵۷۱۰ تی یو هر مترمکعب معادل ۸۹۹۸/۸ کیلوکالری هر مترمکعب می باشد.

$V_t \leq 146$	$E_t \leq 1395$	کم مصرف	بلند ۲
$146 < V_t \leq 157$	$1395 < E_t \leq 1500$	مصرف متوسط	
$157 < V_t \leq 168$	$1500 < E_t \leq 1605$	پرمصرف	
$V_t \leq 102$	$E_t \leq 977$	کم مصرف	۳
$102 < V_t \leq 110$	$977 < E_t \leq 1050$	مصرف متوسط	
$110 < V_t \leq 118$	$1050 < E_t \leq 1124$	پرمصرف	
$V_t \leq 188$	$E_t \leq 1793$	کم مصرف	۴
$188 < V_t \leq 202$	$1793 < E_t \leq 1928$	مصرف متوسط	
$202 < V_t \leq 216$	$1928 < E_t \leq 2062$	پرمصرف	

معیار های مصرف انرژی تعیین شده در جدول ۲ و / یا ۳ برای مرحله اول (اولین دوره زمانی) اجرای این استاندارد می باشد.

مصرف انرژی بیشتر از مقدار حد اکثر در جداول ۲ و ۳ مجاز نمی باشد.

یادآوری ۱ مرحله اول اجرای این استاندارد به مدت دو سال و از ابتدای سال ۱۳۸۵ تا پایان سال ۱۳۸۶ تعیین میگردد.

یادآوری ۲ معیار اصلی مورد نظر "ارزش حرارتی ویژه (کیلوکالری بر کیلو گرم کلینکر)" می باشد وستون دوم معیار مصرف انرژی حرارتی یعنی "حجم سوخت معادل مصرفی بر مبنای حداقل (لیتر بر تن کلینکر)" به دلیل تشویق تولیدکنندگان بر استفاده از گاز طبیعی میباشد.

یادآوری ۳ مقادیر مربوط به معیار مصرف انرژی حرارتی در مراحل دوم و سوم اجرای این استاندارد در پیوست الف داده شده است. اجرای این پیوست نیز به هر صورت اجباری می باشد.

یادآوری ۴ در مورد کارخانجات جدید الاحادث معیار مصرف انرژی حرارتی به صورت زیر تعیین میگردد:

معیار مصرف انرژی حرارتی در مورد کارخانجات جدید الاحادث

معیار مصرف انرژی حرارتی	رتبه مصرف انرژی حرارتی
ارزش حرارتی ویژه (کیلو کالری بر کیلو گرم کلینکر)	
$725 \leq E_t \leq 725$ $760 < E_t \leq 725$ $795 < E_t \leq 760$	کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف

۴-۴ در کارخانجاتی که دارای چند خط تولید مختلف می باشند، گروههای مصرف انرژی میتواند برای هر یک از انواع فرآیند به طرز مجزا تعیین و اعلام شود. البته می توان برای چنین کارخانجاتی یک مقدار واحد برای میزان مصرف انرژی حرارتی ویژه آن کارخانه و در نتیجه یک گروه مصرف انرژی تعیین نمود.

یادآوری ۱ در مورد خطوط تولید که جزء هیچیک از انواع فرآیندهای تعریف شده در جدول قرار نمیگیرند، تعیین معیار مصرف انرژی بر اساس نزدیک ترین تکنولوژی فرآیند تولیدی به آن در نظر گرفته میشود.

ارزیابی و اندازه گیری مصرف انرژی حرارتی در هر فرآیند تولید سیمان به صورت سالانه انجام میگیرد. بهترین زمان ترجیحی ماههای پایانی هر سال می باشد.

برای تعیین میزان مصرف انرژی حرارتی ویژه می بایستی انرژی حرارتی مصرف شده کل در طی یک سال تعیین شده و بر میزان کلینکر تولید شده کل در همان زمان تقسیم گردد.

۱-۵ نحوه اندازه گیری و محاسبه مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی در یکسال

برای تعیین میزان مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی در بخشهای مختلف هر فرآیند تولید سیمان (به بند ۲-۳ مراجعه شود) میبایستی کنتورهای اندازه گیری در هر یک از بخشهای مختلف انرژیبر، از ابتدای دوره مورد نظر (ابتدای سال) نصب شده باشد. میزان انرژی حرارتی و الکتریکی مصرفی در پایان سال و در هنگام ارزیابی و اندازه گیری بر اساس مقادیر این کنتورها و با توجه به اسناد و مدارک موجود در واحد تولیدی از قبیل قبوض مربوط به انواع سوخت برای مدت یکسال تعیین می شود.

یادآوری ۱ به منظور اطمینان از عملکرد صحیح این کنتورها، ضروری است گواهی کالیبراسیون از مراکز معتبر در مورد هر کنتور وجود داشته باشد.

یادآوری ۲ توصیه می شود ارزیابی و اندازه گیری مقادیر انرژی مصرفی نشان داده شده توسط این کنتورها در فواصل زمانی مناسب توسط واحدی تولیدی ثبت گردد. مرکز ارزیابی کننده نیز میتواند در بازه های زمانی مناسب (به طور مثال هر سه ماه یکبار) از این گونه وسائل اندازه گیری بازدید و نظارت نماید.

۲-۵ نحوه اندازه گیری و محاسبه میزان کلینکر تولیدی در یکسال

با توجه به دشواری های اندازه گیری مستقیم، میزان کلینکر تولیدی هر فرآیند تولید سیمان، بر اساس مقادیر اعلام شده توسط تولید کننده در نظر گرفته می شود.

مقدار تولید که توسط سازنده اعلام می شود، میبایستی با مقادیر قید شده در دفاتر و اسناد موجود در واحد تولیدی مطابقت نماید.

۳-۵ نحوه محاسبه مصرف انرژی ویژه حرارتی E_t

مصرف انرژی ویژه حرارتی هر فرآیند تولید سیمان از حاصل تقسیم مصرف انرژی حرارتی آن در یکسال مصرف (که بر طبق بند ۵-۱ محاسبه می شود) بر میزان کلینکر تولیدی آن در همان دوره زمانی (که بر طبق بند ۲-۵ محاسبه می شود) تعیین می گردد.

کلینکر تولیدی در یکسال /

مصرف انرژی حرارتی در یکسال = E_t

مقدار مصرف انرژی حرارتی ویژه E_t بر حسب کیلو کالری بر کیلوگرم کلینکر تولیدی و یا معادل آن لیتر بر تن کلینکر تولیدی بیان می شود.

گروه مصرف انرژی حرارتی هر فرآیند بر اساس مقدار E_t محاسبه شده و با توجه به نوع فرآیند، مطابق با جدول ۲ یا ۳ تعیین و اعلام می گردد.

پیوست الف

معیار مصرف انرژی حرارتی E_t و رتبه بندی مصرف انرژی انواع فرآیند های تولید سیمان در مرحله دوم

(الزامی)

واحدهای تولید کننده سیمان می باشند مقادیر تعیین شده در جداول الف_۱ و الف_۲ را به عنوان معیار مصرف انرژی حرارتی برای مرحله دوم در نظر داشته باشند.

مدت دوره ۲ سال و زمان شروع آن از پایان مرحله قبلی می باشد.

یادآوری الف_۱ این مقادیر و / یا زمان شروع و مدت دوره آنها ممکن است در تجدید نظرهای بعدی این استاندارد تغییر و / یا اصلاح شود.

جدول الف_۱ معیارها و رتبه های مصرف انرژی حرارتی در انواع

فرآیند های تولید سیمان برای مصرف نفت کوره در مرحله دوم

نوع فرآیند (بند_۴-۲)	رتبه مصرف انرژی حرارتی	معیار مصرف انرژی حرارتی
		حجم سوخت معادل مصرفی
۱	کم مصرف	ارزش حرارتی ویژه کیلو کالری بر کیلو (کرم کلینکر)
	مصرف متوسط	$V_t \leq 79$
	پرمصرف	$79 < V_t \leq 85$
		$85 < V_t \leq 91$
۲	کم مصرف	$V_t \leq 82$
	مصرف متوسط	$82 < V_t \leq 88$
	پرمصرف	$88 < V_t \leq 94$
بلند ۲	کم مصرف	$V_t \leq 109$
	مصرف متوسط	$109 < V_t \leq 117$
	پرمصرف	$117 < V_t \leq 125$
۳	کم مصرف	$V_t \leq 76$
	مصرف متوسط	$76 < V_t \leq 82$
	پرمصرف	$82 < V_t \leq 88$
۴	کم مصرف	$V_t \leq 140$
	مصرف متوسط	$140 < V_t \leq 150$
	پرمصرف	$150 < V_t \leq 161$
		$E_t \leq 757$
		$757 < E_t \leq 814$
		$814 < E_t \leq 871$
		$E_t \leq 778$
		$778 < E_t \leq 837$
		$837 < E_t \leq 896$
		$E_t \leq 1038$
		$1038 < E_t \leq 1116$
		$1116 < E_t \leq 1194$
		$E_t \leq 727$
		$727 < E_t \leq 781$
		$781 < E_t \leq 836$
		$E_t \leq 1324$
		$1324 < E_t \leq 1434$
		$1434 < E_t \leq 1534$

جدول الف - ۲- معیارها و رتبه های مصرف انرژی حرارتی در انواع فرایند های تولید سیمان برای گاز طبیعی در مرحله دوم

نوع فرآیند (بنده ۴-۲)	انرژی حرارتی	رتبه مصرف	معیار مصرف انرژی حرارتی
			حرجم سخت معادل مصرفی بر مبنای حداقل (مترمکعب بر تن کلینکر)
۱	کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	$E_t \leq 946$ $946 < E_t \leq 1017$ $1017 < E_t \leq 1088$	ارزش حرارتی ویژه (کیلو کالری بر کیلو گرم کلینکر)
۲	کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	$E_t \leq 973$ $973 < E_t \leq 1046$ $1046 < E_t \leq 1119$	$V_t \leq 102$ $102 < V_t \leq 110$ $110 < V_t \leq 117$
بلند ۲	کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	$E_t \leq 1297$ $1297 < E_t \leq 1395$ $1395 < E_t \leq 1493$	$V_t \leq 136$ $136 < V_t \leq 146$ $146 < V_t \leq 157$
۳	کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	$E_t \leq 908$ $908 < E_t \leq 977$ $977 < E_t \leq 1045$	$V_t \leq 95$ $95 < V_t \leq 102$ $102 < V_t \leq 110$
۴	کم مصرف مصرف متوسط پرمصرف	$E_t \leq 1977$ $1977 < E_t \leq 1793$ $1793 < E_t \leq 1918$	$V_t \leq 175$ $175 < V_t \leq 188$ $188 < V_t \leq 201$