

شرکت سهامی مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران  
(توانیر)

تاریخ ویرایش: ۱۳۸۸/۰۴/۰۷

### مولدهای مقیاس کوچک

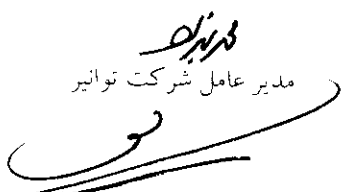

### رویه اجرایی محاسبه بازده الکتریکی مؤثر


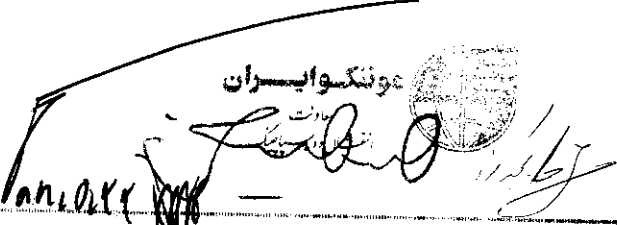
مقام تصویب کننده: مدیرعامل شرکت توانیر


دریافت کننده سند اجرا:

- ✓ شرکت توانیر
- ✓ شرکت مدیریت شبکه برق ایران
- ✓ سازمان توسعه برق ایران
- ✓ سازمان بهره‌وری انرژی ایران
- ✓ شرکت‌های برق منطقه‌ای
- ✓ شرکت‌های توزیع نیروی برق

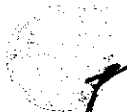
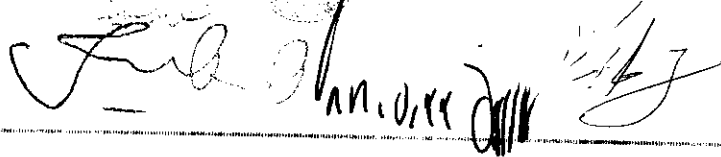
ویرایش اول  
تیرماه ۱۳۸۸


<p>تصویب کننده:  مدیرعامل شرکت توانیر</p>	<p>تایید کننده:  کارگروه مولدهای مقیاس کوچک</p>	<p>تهیه کننده: مرکز توسعه تولید پراکنده و شرکت‌های صبا مونتکو ایران</p>
--	--	---

مونتکو ایران  
  


صفحه ۱ از ۱۰ شماره بازنگری: یک تاریخ بازنگری: ۱۳۸۸/۰۴/۰۷	عنوان رویه اجرایی : محاسبه بازده الکتریکی مؤثر کد: ۸۸-۰۳-۱۰-۰۱ ر	 وزارت نیرو شرکت توانیر
--	--	--

صفحه	فهرست مطالب
۲	مقدمه .....
۳	۱- هدف .....
۳	۲- محدوده اجرا .....
۳	۳- مسئولیت .....
۳	۴- تعاریف .....
۴	۵- دستور انجام کار .....
۸	۶- اسناد پیوست .....

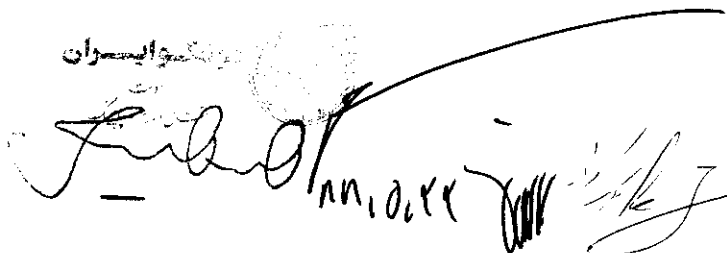
  
 وزارت نیرو  
 شرکت توانیر  



صفحه ۲ از ۱۰ شماره بازنگری: یک تاریخ بازنگری: ۱۳۸۸/۰۴/۰۷	عنوان رویه اجرایی : محاسبه بازده الکتریکی مؤثر کد: ۸۸-۰۳-۱۰-۰۱ ر	 وزارت نیرو شرکت توانیر
--	--	--

### مقدمه

تلفات در تمامی دستگاه‌های الکتریکی وجود دارد و باعث هدر رفتن قسمتی از انرژی ورودی می‌شود. میزان انرژی تلف شده باید به اندازه کافی کم باشد که نصب مولد مقیاس کوچک از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر باشد. در مولدهای گازسوز، تعیین بازده مولد باید با توجه به تلفات موجود در بخش‌های حرارتی و الکتریکی انجام شود. از طرفی چنانچه از مولدهای تولید همزمان استفاده شود، انرژی بازیافت شده نیز بایستی در محاسبه بازده در نظر گرفته شود. لذا این رویه اجرایی با توجه به بازده قسمت‌های مختلف سیستم تولید انرژی و لحاظ کردن انرژی بازیافت شده، نحوه محاسبه بازده برای مولدهای گازسوز را ارائه می‌کند که این بازده باید بتواند استاندارد مورد استفاده را برآورده کند.

مهندس/معاونت



<p>صفحه ۳ از ۱۰ شماره بازنگری: یک تاریخ بازنگری: ۱۳۸۸/۰۴/۰۷</p>	<p>عنوان رویه اجرایی: محاسبه بازده الکتریکی مؤثر کد: ۸۸-۰۳-۱۰-۰۱ ر</p>	 <p>وزارت نیرو شرکت توانیر</p>
---	--	---

## ۱- هدف

با توجه به اینکه فروش برق بر اساس بازده الکتریکی مؤثر انجام می‌شود، این عدد باید توسط مرکز توسعه تولید پراکنده و براساس مشخصات مولد محاسبه می‌شود.

## ۲- محدوده اجرا

برای تمام مولدهای گازسوز (و دوگانه‌سوز) که خواستار اتصال به شبکه سراسری هستند و قصد فروش برق را دارند. این عدد باید محاسبه شود و مورد استفاده قرار گیرد. (و در این زمینه بر اساس بند ۴-۲۰ دستورالعمل توسعه‌ی مولد مقیاس کوچک رفتار خواهد شد).


## ۳- مسئولیت

مسئولیت محاسبه بازده الکتریکی مؤثر مولدهای مقیاس کوچک بر عهده مرکز توسعه تولید پراکنده می‌باشد.

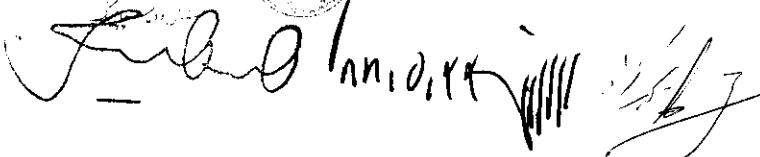
## ۴- تعاریف


کلیه تعاریف این سند منطبق بر تعاریف سند توسعه مولد مقیاس کوچک است.

معاونت توسعه و مدیریت منابع  
توانیر



۸۸۱۰۰۲۴



صفحه ۱۰ از ۴ شماره بازنگری: یک تاریخ بازنگری: ۱۳۸۸/۰۴/۰۷	عنوان رویه اجرایی: محاسبه بازده الکتریکی موثر کد: ۸۸-۰۳-۱۰-۰۱ ر	 وزارت نیرو شرکت توانیر
--	---	--

## ۵- دستور انجام کار

به منظور حصول اطمینان نسبت به محاسبه دقیق بازده الکتریکی موثر، هر مولد مقیاس کوچک گازسوز بایستی مجهز به یک کنتور اختصاصی گاز باشد. با توجه به اطلاعات ارائه شده در پیوست الف و به روشی که در ادامه ذکر خواهد شد، محاسبات انجام می‌شود.


۵-۱ بازده الکتریکی موثر:


$$\eta_E = \frac{\eta_e}{1 - \eta_t \times \mu}$$

که در آن:

$\eta_e$ : بازده الکتریکی مولد پس از کسر مصارف داخلی مولد، بر حسب درصد.  
 $\eta_t$ : بازده حرارتی مولد، در حالتی که بخش بازیافت حرارت مورد استفاده قرار گیرد؛ این پارامتر بر اساس درصد استفاده از منابع گرمای موجود در مولد تعیین می‌گردد.  
 $\mu$ : ضریب استفاده از بخش بازیافت حرارت.  
 طبعاً در صورتی که بخش بازیافت حرارتی احداث نشود و یا این بخش مورد استفاده قرار نگیرد، بازده الکتریکی موثر همان بازده الکتریکی ( $\eta_e$ ) مولد خواهد بود.

**تبصره ۱:** در مورد مولد تولید همزمانی که در مرکز توسعه پراکنده استقرار می‌یابد، حرارت بازیافت شده به توانیر تعلق خواهد داشت، در این صورت در قراردادهای تبدیل انرژی ضریب استفاده از بخش بازیافت حرارت ( $\mu$ ) برابر یک منظور می‌شود.

رئیس هیئت مدیره  
 توانیر  
 امضاء: 

صفحه ۵ از ۱۰ شماره بازنگری: یک تاریخ بازنگری: ۱۳۸۸/۰۴/۰۷	عنوان رویه اجرایی: محاسبه بازده الکتریکی موثر کد: ۸۸-۰۳-۱-۰-۰۱ ر	 وزارت نیرو شرکت توانیر
--	--	--

۲-۵ میزان محاسبه شده برای بازده الکتریکی موثر به شرح بندهای فوق، در مورد مولد با سوخت ترکیبی، بصورت زیر تعدیل می شود.

$$\eta_E = \frac{\eta_{EP}}{Pr_{G2N}}$$

که در آن:

$\eta_{EP}$ : بازده الکتریکی و حاسبه شده در قسمت قبل است.

$Pr_{G2N}$ : نسبت هزینه سوخت مصرفی مولد با سوخت ترکیبی گاز طبیعی و نفت گاز به هزینه سوخت مصرفی مولد با سوخت گاز طبیعی است، که به صورت زیر محاسبه می شود:

$$Pr_{G2N} = 1 + G_c(GPr - 1)$$

$G_c$ : نسبت نفت گاز مصرفی به کل سوخت

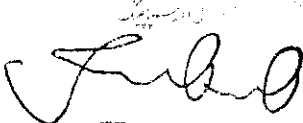
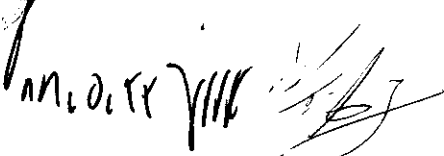
$GPr$ : نسبت قیمت نفت گاز به گاز طبیعی (نسبت قیمت یک واحد انرژی حرارتی حاصل از نفت گاز به قیمت یک واحد انرژی حرارتی حاصل از گاز طبیعی) است که به صورت زیر محاسبه می شود:


$$GPr = \frac{\frac{\text{ریال}}{\text{لیتر}} \times \text{نرخ آزاد نفت گاز}}{\frac{\text{ریال}}{\text{متر مکعب}} \times \text{نرخ آزاد گاز}} \times \frac{\text{رزش حرارتی گاز در شبکه } Kcal/m^3}{\text{ارزش حرارتی نفت گاز } Kcal/lit}$$

**تبصره ۲:** نسبت قیمت نفت گاز به گاز طبیعی ( $GPr$ ) توسط دفتر بودجه توانیر - بر اساس نرخ های موضوع بند ۱ ماده واحده قانون بودجه سال ۱۳۸۷ و قوانین جایگزین آن در آینده اعلام می شود.

رئیس هیئت مدیران

۱۳۸۸/۰۵/۲۲

صفحه ۶ از ۱۰ شماره بازنگری: یک تاریخ بازنگری: ۱۳۸۸/۰۴/۰۷	عنوان رويه اجرائی : محاسبه بازده الكتريكي مؤثر كد: ۸۸-۰۳-۱۰-۰۱ ر	 وزارت نیرو شرکت توانیر
--	--	--

۳-۵ حجم سوخت مصرفی مولد، برای تولید برق- اعم از آن که انشعاب اختصاصی مولد و یا انشعاب مشترک با سایر مصارف تامین شده باشد- که مشمول تضمین قیمت سوخت، موضوع بند ۸ دستورالعمل (پیوست ۲) می باشد- بدین صورت محاسبه می شود:

$$\text{میزان انرژی الكتريكي توليدي} = \frac{\text{سوخت مصرفی برای تولید برق}}{\text{بازده الكتريكي مؤثر}}$$

مازاد گاز مصرفی مولد، نسبت به میزان محاسبه شده سوخت مصرفی به شرح فوق، به منزله سایر مصارف سرمایه گذار تلقی و پرداخت هزینه های آن در حال (از جمله در قراردادهای بلند مدت تبدیل انرژی) به عهده سرمایه گذار خواهد بود.

وزارت نیرو  
 شرکت توانیر  
 مدیر عامل  




وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان رویه اجرایی :

محاسبه بازده الکتریکی موثر

کد: ۸۸-۰۳-۱۰-۰۱ ر

صفحه ۱۰ از ۷

شماره بازنگری: یک

تاریخ بازنگری: ۱۳۸۸/۰۴/۰۷

۴-۵ محاسبه ضریب بازیافت حرارتی ( $\mu$ ):

برای محاسبه  $\mu$  باید مشخص شود که مولد CHP و CCHP دارد یا خیر، و همچنین منطقه‌ای که در آن مولد نصب می‌گردد، عنوان شود. محاسبه ضریب بازیافت حرارتی برای مصرف‌کنندگان خانگی و صنعتی دارای فرآیندهای متفاوتی است.

ضریب بازیافت حرارتی مصرف‌کنندگان صنعتی از طریق محاسبات دقیق ترمودینامیکی تعیین می‌گردد.

ضریب بازیافت حرارتی مصرف‌کنندگان خانگی بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$\mu = AB$$

A: عبارتست از ضریب فصلی منطقه‌ای

B: عبارتست از ضریب توان حرارتی

فرآیند تعیین ضریب A برای دو حالت استفاده در گرمایش محض و استفاده همزمان از گرمایش و سرمایش در مناطق مختلف در پیوست الف ارائه شده است.

ضریب B به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$B = \frac{\text{حداکثر توان حرارتی واقعی}}{\text{ارزش حرارتی گاز مصرفی} \times \eta_i}$$

این ضریب باید متناسب با ظرفیت نامی واحد و میزان بهره‌برداری آن و براساس قوانین ترمودینامیک و مکانیک سیالات محاسبه می‌شود.

ارزش حرارتی سوخت تحویلی به مولدهای مقیاس کوچک در مناطق کشور توسط شرکت توانیر اعلام می‌گردد که مبنای محاسبات می‌باشد.

**تبصره:** سرمایه‌گذار می‌تواند راساً از طریق مراجع ذیصلاح (مورد تایید شرکت توانیر)

نسبت به تعیین ارزش حرارتی سوخت مصرفی در دوره‌های زمانی معین اقدام نموده و


جهت اجرا به شرکت توانیر اعلام نماید.

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دانشگاه تهران

مهر و امضاء



<p>صفحه ۸ از ۱۰ شماره بازنگری: یک تاریخ بازنگری: ۱۳۸۸/۰۴/۰۷</p>	<p>عنوان رویه اجرایی: <u>محاسبه بازده الکتریکی مؤثر</u> کد: ۸۸-۰۳-۱۰-۰۱</p>	 وزارت نیرو شرکت توانیر
---	---	--

## اسناد پیوست

پیوست الف:

اطلاعات مورد نیاز

کد: ۸۸-۰۳-۱۰-۰۱-۰۱ ر

پیوست ب:

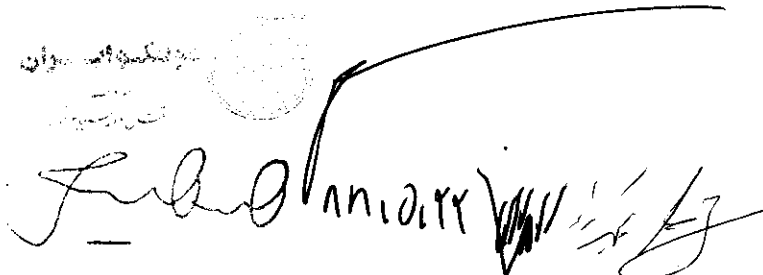
محاسبه ضریب فصلی منطقه‌ای

کد: ۸۸-۰۳-۱۰-۰۱-۰۲ ر

این سند در ۵ بند و در تاریخ                      به تصویب رسیده و لازم الاجرا می‌باشد.

وزارت نیرو

تصویب





وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان رویه اجرایی :

محاسبه بازده الکتریکی مؤثر

کد: ۸۸-۰۳-۱۰-۰۱ ر

صفحه ۹ از ۱۰

شماره بازنگری: یک

تاریخ بازنگری: ۱۳۸۸/۰۴/۰۷

پیوست الف:

اطلاعات مورد نیاز

کد: ۸۸-۰۳-۱۰-۰۱-۰۱ ر

- ۱- سوخت مصرفی
  - مشخصات سوختی که بر اساس آن مولد طراحی شده است (در صورت دوگانه سوز بودن مشخصات هر دو)
  - فشار و دمای آن
  - میزان مصرف
- ۲- بازده حرارتی و الکتریکی ارائه شده توسط سازنده
- ۳- مشخصات تجهیزات مورد استفاده برای CCHP و CHP (ابعاد و مقادیر ترمودینامیکی)

وزارت نیرو

امضاء:



وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان رویه اجرایی :

محاسبه بازده الکتریکی مؤثر

کد: ۸۸-۰۳-۱۰-۰۱ ر

صفحه ۱۰ از ۱۰

شماره بازنگری: یک

تاریخ بازنگری: ۱۳۸۸/۰۴/۰۷

پیوست ب:

محاسبه ضریب فصلی منطقه‌ای

کد: ۸۸-۰۳-۱۰-۰۱-۰۲ ر

لیست ارائه شده از توانیر برای تقسیم بدنی نواحی مختلف کشور

	$T < 25$	$25 \leq T < 30$	$30 \leq T < 33$	$33 \leq T < 37$	$37 \leq T < 40$	$40 \leq T < 45$	$45 \leq T$
$W < 22$	مناطق عادی	مناطق عادی	مناطق عادی	مناطق عادی	مناطق عادی	منطقه گرمسیر ۴	منطقه گرمسیر ۳
$25 > W \geq 22$	مناطق عادی	مناطق عادی	منطقه گرمسیر ۴	منطقه گرمسیر ۳	منطقه گرمسیر ۲	منطقه گرمسیر ۱	منطقه گرمسیر ۱
$W \geq 25$	مناطق عادی	منطقه گرمسیر ۴	منطقه گرمسیر ۳	منطقه گرمسیر ۲	منطقه گرمسیر ۱	منطقه گرمسیر ۱	منطقه گرمسیر ۱

T: درجه حرارت بیشینه دما (سانتی گراد)

W: درجه حرارت تر محیط (سانتی گراد)

ضریب A براساس جداول زیر محاسبه می‌شود.

ضریب A برای حالت گرمایش برای مناطق مختلف

	$T < 25$	$25 \leq T < 30$	$30 \leq T < 33$	$33 \leq T < 37$	$37 \leq T < 40$	$40 \leq T < 45$	$45 \leq T$
$W < 22$	مناطق عادی	مناطق عادی	مناطق عادی	مناطق عادی	مناطق عادی	منطقه گرمسیر ۴	منطقه گرمسیر ۳
$25 > W \geq 22$	مناطق عادی	مناطق عادی	منطقه گرمسیر ۴	منطقه گرمسیر ۳	منطقه گرمسیر ۲	منطقه گرمسیر ۱	منطقه گرمسیر ۱
$W \geq 25$	مناطق عادی	منطقه گرمسیر ۴	منطقه گرمسیر ۳	منطقه گرمسیر ۲	منطقه گرمسیر ۱	منطقه گرمسیر ۱	منطقه گرمسیر ۱
A%	۵۵	۵۰	۴۴	۳۸	۳۲	۲۶	۲۰

ضریب A برای سرمایش و گرمایش برای مناطق مختلف

	$T < 25$	$25 \leq T < 30$	$30 \leq T < 33$	$33 \leq T < 37$	$37 \leq T < 40$	$40 \leq T < 45$	$45 \leq T$
$W < 22$	مناطق عادی	مناطق عادی	مناطق عادی	مناطق عادی	مناطق عادی	منطقه گرمسیر ۴	منطقه گرمسیر ۳
A%	۶۵	۶۷	۶۹	۷۱	۷۳	۷۵	۷۷
$25 > W \geq 22$	مناطق عادی	مناطق عادی	منطقه گرمسیر ۴	منطقه گرمسیر ۳	منطقه گرمسیر ۲	منطقه گرمسیر ۱	منطقه گرمسیر ۱
A%	۶۹	۷۱	۷۳	۷۵	۷۷	۷۵	۸۱
$W \geq 25$	مناطق عادی	منطقه گرمسیر ۴	منطقه گرمسیر ۳	منطقه گرمسیر ۲	منطقه گرمسیر ۱	منطقه گرمسیر ۱	منطقه گرمسیر ۱
A%	۷۳	۷۵	۷۷	۷۹	۸۱	۸۳	۸۵

مهندس/مهندس ارشد  
مهندس/مهندس ارشد

۸۸۰۰۳۰۱۰۰۲