



## معاونت فنی و استانداردها

دفتر توسعه فناوری و حمایت‌های فنی و مشاوره

# مراحل ارزیابی و نحوه‌ی کنترل مقادیر فنی مندرج در صورتحساب‌های فروشندگان برق پاک و تجدیدپذیر (نیروگاه‌های مبتنی بر منابع زیست توده)

## مراحل و اطلاعات مورد نیاز جهت ارزیابی عملکرد و کنترل مقادیر فنی در صورتحساب‌های

### فروشنندگان برق پاک و تجدیدپذیر

(نیروگاه‌های مبتنی بر منابع زیست توده)

#### مقدمه:

ارزیابی صورت حساب‌های دوره‌ای فروشنندگان برق پاک و تجدیدپذیر (نیروگاه مبتنی بر زیست توده) بر اساس پارامترهای مندرج در مراحل ذیل انجام خواهد شد. در این رویه با تنظیم شناسنامه عمومی و تخصصی نیروگاه، مقادیر فنی مندرج در صورت حساب‌های دوره‌ای با استفاده از روش‌های محاسباتی و یا بهره‌گیری از نرم‌افزارهای تخصصی متداول بررسی و مورد کنترل فنی قرار خواهند گرفت.

#### تخمین تولید/تولید قابل انتظار

##### الف) نیروگاه‌های مبتنی بر زباله سوز (گازی سازی و توده سوز)

ارزش حرارتی، یکی از مشخصه‌های اصلی پسماند و کلیدی ترین آن‌ها جهت تصفیه بیولوژیکی و حرارتی پسماند است. این پارامتر غالباً در آزمایشگاه و توسط بمب کالریمتر اندازه‌گیری می‌شود. ارزش حرارتی واقعی بستگی به ترکیب خاص زباله‌ها دارد. که شامل نحوه جمع‌آوری و رساندن زباله به زباله سوز و چگونگی انجام پیش‌فراوری بر روی زباله جهت حذف رطوبت در زباله می‌شود. ارزش حرارتی توسط فرمول ذیل قابل محاسبه می‌باشد:

$$CV = \sum W_i C_i$$

CV: ارزش حرارتی کل پسماند

$W_i$ : درصد جرم بخش مشخص شده از اجزای پسماند

$C_i$ : ارزش حرارتی مربوط به بخش مشخص شده از پسماند

طبق توصیه بانک جهانی، احداث زباله سوزهای توده سوز در ظرفیت‌های کمتر از 150.000 تن در سال (یا 480 تن در روز) فاقد توجیه اقتصادی است. راندمان تولید برق زباله سوزهای توده سوز متداول را می‌توان حداکثر برابر 18٪ تا 22٪ در نظر گرفت. سیستم‌های گازی سازی صرفاً قابلیت سوزاندن پسماندهای پردازش شده (و یا در بهترین شکل RDF) را دارند. در صورت سوزاندن گاز تولید شده در بویلر و تولید برق با استفاده از حرارت بدست آمده (که در اغلب واحدهای گازی ساز انجام می‌شود)، این سیستم تفاوت چندانی با زباله سوز ندارد (به جز طراحی کوره).

راندمان واحدهای گازی سازی را به دلیل کوچک‌تر بودن سیستم و عدم امکان استفاده از گزینه‌های بهبود راندمان می‌توان بصورت محافظه‌کارانه برابر 20٪ و حداکثر تا 28٪ در نظر گرفت. محاسبه انرژی قابل تولید از زباله‌های شهری از فرمول ذیل قابل استحصال می‌باشد:

$$P_{kW} = (T_{t/d}) * (1_{d/24h}) * (CV_{MJ/kg}) * (1/3.6) * (\eta)$$

P: میزان انرژی الکتریکی قابل استحصال از زباله به روش زباله سوزی

T: میزان تناژ روزانه زباله

CV: ارزش حرارتی زباله

$\eta$ : راندمان سامانه شامل سیستم تبدیل انرژی و موتور ژنراتور (برای توده سوزها برابر با 18 و برای

گازی سازها برابر با 20 درصد لحاظ میشود)

## ب) نیروگاههای مبتنی بر دفن زباله

از لحاظ حجمی، معمولاً گاز محل دفن شامل 45 تا 60 درصد متان ( $CH_4$ ) و 40 تا 60 درصد دی اکسید کربن ( $CO_2$ ) می‌باشد. همچنین گاز محل دفن، شامل مقادیر کمی نیتروژن ( $N_2$ )، اکسیژن ( $O_2$ )، آمونیاک ( $NH_3$ )، سولفید هیدروژن ( $H_2S$ ) هیدروژن ( $H_2$ )، سولفیدها ( $S_2$ )، منواکسید کربن ( $CO$ ) و ترکیبات آلی غیر متانی ( $NMOCs$ ) مثل تری کلرواتیلین، بنزن، و وینیل کلراید، می‌باشد.

در مدلسازی تجزیه زیستی بخش آلی پسماند معمولاً از مدل درجه اول استفاده می‌شود که اساس آن معادله مونود می‌باشد. نرم‌افزاری که از بیشترین کاربرد در پیش‌بینی نرخ تولید گاز در محلهای دفن پسماند شهری برخوردار می‌باشد نرم‌افزار LandGEM است که برای محاسبه میزان انتشار گازهای حاصل از محلهای دفن پسماند به جو استفاده می‌شود. این نرم‌افزار توسط مرکز کنترل تکنولوژی (CTC) سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا (USEPA) تهیه شده است. اطلاعات زیر برای محاسبه میزان گاز تولیدی، از طریق این نرم‌افزار مورد نیاز می‌باشد:

- ظرفیت طرح محل دفن پسماند
  - مقدار پسماند موجود در محل دفن یا میزان پسماند ورودی به آن در سال
  - نرخ تولید متان (k) و ظرفیت بالقوه تولید متان ( $L_0$ )
  - تعداد سالهایی که محل دفن مورد استفاده قرار گرفته است.
  - آیا محل دفن برای دفن مواد زائد خطرناک مورد استفاده قرار گرفته است یا خیر.
- مقدار k براساس رهنمودهای USEPA بین 0/003 تا 0/21 بر سال می‌باشد. در اقلیم های مرطوب، مقادیر بارش سالانه بیش از 625 میلی مטר، مقدار k 0/05 بر سال و در اقلیم های خشک 0/02 بر سال پیشنهاد می‌شود. مقدار اولیه پیشنهادی USEPA، 0/05 بر سال می‌باشد.
- مقادیر تخمین زده شده  $L_0$  و k تأثیر اساسی در محاسبات حجم گاز قابل استحصال محل دفن دارند. لذا در محاسبات تخمین گاز محل دفن مقدار حداقل برای پارامتر ظرفیت بالقوه تولید متان ( $L_0 = 110$ ) که در جهت اطمینان می‌باشد در نظر گرفته می‌شود. برای تخمین میزان تولید گاز از محل دفن پسماند بدون انجام آزمایش های میدانی، آگاهی از مقدار پسماند، ویژگیهای مناطق دفنی و زمان دفن پسماند ورودی در طول تاریخچه بهره‌برداری از محل دفن ضروری است.

$$Pe = G (M_3 \text{ bio}) * CV (kwh/M^3 \text{ bio}) * \eta (Mot)$$

**Pe:** میزان انرژی الکتریکی قابل استحصال از بیوگاز استحصال شده از محل دفن  
**G:** میزان بیوگاز استحصال شده  
**CV:** ارزش حرارتی بیوگاز (هر kWh برابر با 3600kJ می‌باشد)  
**η:** بازده الکتریکی موتورژنراتور

## ج) نیروگاههای مبتنی بر هضم بیهوازی

در این تکنولوژی تولید گاز از اجزای آلی پسماندهای شهری انجام می‌گیرد. به همین دلیل تنها اجزای آلی به عنوان منابع حاوی پتانسیل محسوب می‌گردند. در روش هضم بیهوازی، انرژی قابل استحصال از فاضلاب شهری رابطه مستقیمی با میزان متان یا بیوگاز استحصالی از فاضلاب دارد؛ پس برای بدست آوردن انرژی، نیاز به برآورد متان قابل استحصال داریم. دستورالعمل IPCC رویه برآورد میزان کل متانی که به عنوان گاز گلخانه‌ای به جو منتشر می‌شود را ارائه می‌دهد و تمامی متانی که از مرحله تولید فاضلاب تا انتقال، تصفیه، لجن و پساب خروجی تولید می‌شود را می‌توان به کمک این روش محاسبه نمود.

پارامترهای اصلی در تعیین پتانسیل متان فاضلاب، میزان BOD (تقاضای بیوشیمیایی اکسیژن) و ضریب انتشار می‌باشد. مقدار متان قابل تولید، تابعی است از میزان کربن فسادپذیر موجود در فاضلاب و میزان کربن فسادپذیر نیز به کمک پارامتر BOD سنجدیده می‌شود. هرچه مقدار کربن فسادپذیر بیشتر باشد مقدار  $CH_4$  قابل تبدیل در واکنش های بیهوازی بیشتر خواهد شد.

$$\text{میزان متان قابل استحصال} = \sum_i (P_i \times BOD \times \dots \times I_i \times D_i \times B_o \times MCF_i)$$

i = هر کدام از واحدهای موجود در هر شهر  
 $P_i$  = جمعیت تحت پوشش واحد i

BOD = عدد پیشفرض IPCC (40g/person/day)

$i_i$  = ضریب تصحیح BOD فاضلاب با توجه به فاضلابهای جانبی ورودی به واحد  $i$  (بطور متوسط برابر با 1/25 لحاظ میشود)

$D_i$  = روزهای فعالیت واحد  $i$  ( حداکثر 365 )

$B_0$  = حداکثر ظرفیت تولید متان برحسب  $\text{kgCH}_4/\text{kgBOD}$  (که حدود 0/554 /فرض می شود.)

$MCF_i$  = ضریب تصحیح متان برای واحد  $i$  (متناسب با دستورالعمل IPCC برابر با 0/5 لحاظ میشود)

0/001 = ضریب تبدیل گرم به کیلوگرم

یک متر مکعب متان دارای ارزش حرارتی 33810 کیلوژول می باشد. این بدین معنی است که 1 کیلوگرم متان، 50312/5

کیلوژول انرژی تولید می کند. به عبارت دیگر:

**(kj) پتانسیل تئوری انرژی در شهر = 50312/5 \* میزان متان برآورد شده (کیلوگرم)**

ضمانت فنی

## 1- شناسنامه عمومی نیروگاه

ردیف	شرح ردیف	توضیحات
1	نام نیروگاه	
2	سوخت نیروگاه زیست توده	زباله‌های شهری <input type="checkbox"/> فاضلاب <input type="checkbox"/> فضولاب دامی <input type="checkbox"/> زائدات کشاورزی <input type="checkbox"/> پسماندهای صنعتی <input type="checkbox"/>
3	مشخصات مالک حقیقی/حقوقی	
4	ظرفیت کل نیروگاه (مگاوات)	
5	شماره قرارداد خرید تضمینی برق	
6	تاریخ آغاز بهره برداری تجاری	
7	مختصات جغرافیایی (طول و عرض)	
8	نشانی دقیق ساختگاه	
9	نشانی فروشنده	
10	نام رابط نام‌الاختیار نیروگاه و شماره تماس	

## 2- شناسنامه تخصصی نیروگاه

ردیف	شرح ردیف	توضیحات
1	نوع مولد تولید برق	
2	تعداد مولد	
3	ظرفیت هر مولد	
4	سازنده مولد و مدل آن	
5	سطح ولتاژ اتصال به شبکه (ولت)	
6	ضریب ظرفیت نیروگاه	
7	مساحت طرح (هکتار)	
8	تعداد روزها و دوره زمانی اورهال در سال	

### 3- جدول مشخصات عملکردی نیروگاه در دوره عملکرد

ردیف	مشخصات عملکردی نیروگاه	واحد اندازه گیری	مقادیر	
مقادیر عملکردی ثابت	نوع سوخت اصلی ورودی به نیروگاه	نحوه جمع آوری، انتقال و نگهداری سوخت اصلی در نیروگاه	1	
			5	
			6	
			7	
	مشخصات اجرایی و عملکردی نیروگاه	مشخصات و زمان طرح توسعه نیروگاه	در برگه پیوست بدقت تشریح شود	8
			در برگه پیوست بدقت تشریح شود	9
			وجود دارد <input type="checkbox"/> وجود ندارد <input type="checkbox"/>	10
			وجود دارد <input type="checkbox"/> وجود ندارد <input type="checkbox"/>	11
	وضعیت موجودی	مشخصات سامانه	وضعیت موجودی	12
			تاریخ اعتبار کالیبراسیون	13
			وضعیت موجودی	14
			تاریخ اعتبار کالیبراسیون	15
	آنالیزور آنلاین سنجش و ثبت ترکیبات سوخت ورودی به نیروگاه	سامانه‌های اندازه گیری (بیوگاز، تناژ ورودی زباله، فضولات دامی و حجم ورودی فاضلاب)	وضعیت موجودی	16
			تاریخ اعتبار کالیبراسیون	
			مشخصات دقیق (کتور(ها))	
			وضعیت موجودی	
سامانه جمع آوری و ذخیره‌سازی اطلاعات عملکردی نیروگاه	ذخیره‌سازی اطلاعات عملکردی نیروگاه	وضعیت موجودی		
		مشخصات سامانه		
		تاریخ اعتبار کالیبراسیون		
		وضعیت موجودی		

### 4- جدول مشخصات عملکردی نیروگاه در دوره ارایه

#### الف- ارزیابی عملکرد (میزان انطباق تولید تئوری و عملکرد)

ردیف	شرح ردیف	توضیحات
1	برآورد ماهانه میزان انرژی تولیدی	به تفکیک هر ماه (مگاوات ساعت) ضمیمه گردد
2	برآورد سالیانه میزان انرژی تولیدی	در مدت قرارداد

#### ب- ارزیابی مقادیر فنی صورت حسابهای دوره‌ای در سال اول فروش برق:

در سال اول فروش برق کنترل فنی مقادیر مندرج در صورت حسابهای دوره‌ای بر اساس روش‌های کنترلی مندرج در بند 4 این شیوه نامه انجام خواهد شد. با استفاده از روش‌های محاسباتی و با نرم افزارهای متداول، برآورد تولید در دوره‌های مختلف انجام و ضمن مقایسه با مقادیر فنی مندرج در صورت حسابهای دوره‌ای، نتیجه بررسی اعلام خواهد شد.

#### ج- ارزیابی مقادیر فنی صورت حسابهای دوره‌ای از ابتدای سال دوم فروش برق

از ابتدای سال دوم به بعد، ضمن بهره‌گیری از شیوه مندرج در بند بالا، با مقایسه تولید تخمینی و تولید در دوره‌های مشابه سال یا سال‌های گذشته، مقادیر مندرج در صورت حسابهای دوره‌ای، کنترل و نتیجه بررسی اعلام خواهد شد.

د- صورت حساب جاری  
1-4- نیروگاه‌های بیوگاز سوز

ردیف	مشخصات عملکردی نیروگاه		واحد اندازه گیری	مقادیر
1	میزان سوخت ورودی به نیروگاه	متوسط روزانه	M <sup>3</sup> /d	
2		تجمعی در دوره جاری	M <sup>3</sup> /m	
3	ارزش حرارتی متوسط سوخت ورودی (روش مناسبه و یا اندازه‌گیری بدقت تشریح شود)		kJ/kg	
4	بازده کل سیستم تولید انرژی در نیروگاه		درصد از کل سیستم تولید انرژی	
5	ترکیبات بیوگاز ورودی	متان	درصد از کل بیوگاز تولیدی	
6		دی‌اکسید کربن		
7		آب		
8		منواکسید کربن		
9		دی‌اکسید گوگرد		
10		.....		
11	تولید نیروگاه	سه ماهه قبل این صورت حساب منتهی به تاریخ	Kwh	1300/00/00
12				1300/00/00
13				1300/00/00
14		تولید ناخالص		صورت حساب جاری
15		تولید خالص		
16		پیش بینی (برآورد) ماه آتی		
17	متوسط دمای هوای روزانه در دوره جاری		°C	
18	مصرف داخلی نیروگاه در دوره صورت حساب در هر روز		Kwh/h	
19	تعداد ساعات بهره‌برداری از نیروگاه	متوسط روزانه	H	
20		تجمعی در دوره جاری		
21	تعداد پرسنل فعال در نیروگاه		نفر	

مقادیر عملکردی نیروگاه در دوره صورت حساب از تاریخ 1300/00/00 تا تاریخ 1300/00/00



2-4 - نیروگاه‌های زباله سوز

ردیف	مشخصات عملکردی نیروگاه		واحد اندازه گیری	مقادیر
مقادیر عملکردی نیروگاه در دوره صورت حساب از تاریخ 1300/00/00 تا تاریخ 1300/00/00	میزان سوخت ورودی به نیروگاه	متوسط روزانه	Ton/d	
		تجمعی در دوره جاری	Ton/m	
	ارزش حرارتی متوسط سوخت ورودی (روش مناسبه و یا اندازه‌گیری بدقت تشریح شود)		Kj/Kg	
	بازده کل سیستم تولید انرژی در نیروگاه		درصد از کل سیستم تولید انرژی	
	روش پیش تصفیه بکاررفته	فن‌آوری بکاررفته	بدقت تشریح گردد	
		میزان و نوع سوخت کمکی مصرف شده		
	ترکیبات زائدات جامد ورودی	فسادپذیر	درصد از کل بیوگاز تولیدی	
		چوب و زائدات چوبی		
		لاستیک و پلاستیک		
		منسوجات		
		پت		
		کاغذ و مقوا		
		.....		
	تولید نیروگاه	سه ماهه قبل این صورت حساب منتهی به تاریخ	Kwh	
		1300/00/00		
		1300/00/00		
1300/00/00				
صورت حساب جاری	تولید ناخالص			
	تولید خالص			
پیش بینی (برآورد) ماه آتی				
متوسط دمای هوای روزانه در دوره جاری		oC		
مصرف داخلی نیروگاه در دوره صورت حساب در هر روز		Kwh/d		
تعداد ساعات بهره‌برداری از نیروگاه	متوسط روزانه	H		
	تجمعی در دوره جاری			
تعداد پرسنل فعال در نیروگاه		نفر		

## 5- ارزیابی عملکرد ( میزان انطباق تولید تئوری و عملکرد)

تاریخ شروع تولید نیروگاه:

میزان تولید واقعی	میزان تولید مندرج در قرارداد	سال عملکرد	ردیف
Kwh/y			
		سال اول	1
		سال دوم	2
		سال سوم	3
		سال چهارم	4
		سال پنجم	5
		سال ششم	6
		سال هفتم	7
		سال هشتم	8
		سال نهم	9
		سال دهم	10
		سال یازدهم	11
		سال دوازدهم	12
		سال سیزدهم	13
		سال چهاردهم	14
		سال پانزدهم	15
		سال شانزدهم	16
		سال هفدهم	17
		سال هجدهم	18
		سال نوزدهم	19
		سال بیستم	20

## 6- نتیجه بررسی فنی

Kwh بر اساس محاسبات با نرم افزار	Kwh صورت حساب دوره مشابه در سال گذشته	Kwh صورت حساب دوره

- صورت حسای برای پرداخت ارسال می گردد.
- با توجه به عدم تایید مقادیر فنی، صورت حساب به صورت مشروط ارسال و نتیجه بررسی فنی در صورت حساب آتی اعمال گردد.
- مقادیر فنی مورد تایید نبوده و صورت حساب قابل پرداخت نمی باشد.

امضاء مدیر کل دفتر

امضاء رئیس گروه

امضاء کارشناس