



# خلاصه مهمتیب

مدل هادی تلاش اقتصادی برکت

نیروگاه خورشیدی خانگی



کمیته تحقیق و توسعه



## مقدمه

به منظور رسیدن به راهکارهایی برای پیشرفت روستا، فقرزدایی و ایجاد اشتغال و در راستای تکمیل و اجرای طرح‌های سحاب، آسمان و آفتاب، مطالعات گسترده‌ای در زمینه کسب‌وکارهای خرد روستایی، توسط کمیته تحقیق و توسعه بنیاد برکت صورت گرفته است تا متناسب با شرایط جغرافیایی و پتانسیل‌های محلی، کسب‌وکارهای کوچک در روستاها ایجاد و از آن‌ها برای رسیدن به معیشت پایدار بهره‌برداری گردد. در همین راستا، با توجه به زمینه‌های متعددی که در مناطق روستایی وجود دارد بر آن شدیم تا در مجموعه‌ای تحت عنوان «مدل هادی تلاش اقتصادی برکت» که به اختصار «مہتاب» نامیده می‌شود، به معرفی کسب‌وکارهای روستایی و مدل‌های مختلف راهاندازی آن‌ها پردازیم. با توجه به این‌که ممکن است خواندن متن کامل کتاب‌های مہتاب برای متقاضیان اشتغال، زمان‌بر باشد، خلاصه‌ای از آن‌ها نیز تهیه گردیده است که در اختیار علاقه‌مندان به این کسب‌وکارها قرار داده می‌شود. متن حاضر، خلاصه‌ای از کتاب مہتاب (۲) می‌باشد که به نیروگاه خورشیدی خانگی اختصاص دارد. امیدواریم تلاش‌های صورت گرفته در این حوزه، برای متقاضیان اشتغال و خوانندگان محترم، مفید واقع گردد.



# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



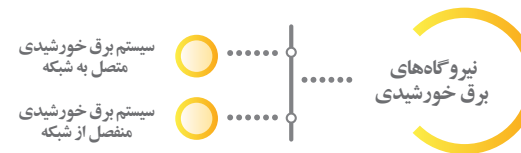
مقام معظم رهبری «مدظله العالی»:

«محور همه‌ی سیاست‌های کلان اجرایی باید ایجاد اشتغال در کل کشور باشد. معنای اشتغال این است که جوان مستعد آماده‌ی به کار، فرصت تلاش و فعالیت به دست بیاورد تا هم نیاز شخصی خود را از این راه برطرف کند و هم به پیشرفت و آبادانی کشور و رونق اقتصادی آن کمک کند.»



## بخش اول: آشنایی با سیستم‌های برق خورشیدی

### انواع برق خورشیدی:



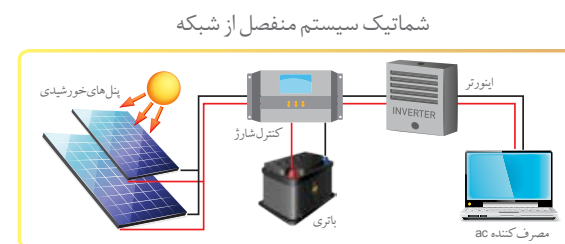
#### ۱. سیستم متصل به شبکه:

در سیستم متصل به شبکه،

برق تولید شده از انرژی خورشید به شبکه برق سراسری تزریق می‌شود. در حقیقت در این سیستم، کاربر، برق تولیدی خود را به سازمان انرژی‌های نو ایران (وزارت نیرو) می‌فروشد. در این روش، برق تولید شده پس از تبدیل شدن بوسیله اینورتر (مبدل) مخصوص سیستم‌های متصل به شبکه و با استفاده از کنتورهای مخصوص دوطرفه، به شبکه برق سراسری تزریق خواهد شد. در این حالت کاربر در حقیقت یک نیروگاه کوچک خورشیدی در خانه خود احداث نموده است. در واقع هر فرد می‌تواند با توجه به سرمایه و فضای که دارد، نیروگاهی به ظرفیت یک تا ۲۰ کیلووات، در منزل خود احداث نماید.

#### ۲. سیستم منفصل از شبکه:

در این نوع سیستم، برق تولید شده از پنل خورشیدی، وارد باتری شده و در آن ذخیره می‌گردد. سپس برق ذخیره شده در باتری پس از تبدیل شدن به برق متناوب



توسط اینورتر (مبدل) مخصوص سیستم‌های منفصل از شبکه، وارد مدار برق خانه می‌شود. در این روش یک کاربر می‌تواند همه یا بخشی از برق خانه خود را با استفاده از برق خورشیدی تأمین نماید.

### اجزای تشکیل دهنده نیروگاه خورشیدی خانگی:

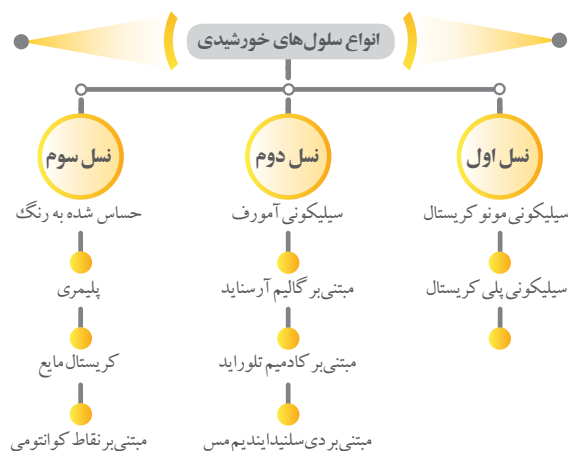
اجزای تشکیل دهنده یک سیستم متصل به شبکه عبارتند از: پنل خورشیدی، استراکچر (سازه)، اینورتر (مبدل)، کنتور دوطرفه و سایر تجهیزات از قبیل جعبه تقسیم، کابل، کلید، اتصالات و ...



### ۱. پنل خورشیدی:

قبل از هر چیز برای تبدیل کردن انرژی خورشیدی به برق، نیازمند یک سلول خورشیدی هستیم. با توجه به اینکه یک سلول خورشیدی ولتاژی در حدود ۰.۵ ولت تولید می‌کند، به تنهایی کاربردی ندارد. برای اینکه توان خروجی بیشتری ایجاد شود، تعدادی از سلول‌ها را با سیم به هم وصل می‌کنند و سپس در بسته‌هایی، برای محافظت در برابر عوامل محیطی و آب و هوایی، قرار می‌دهند. این سلول‌های متصل شده به یکدیگر را، پنل می‌نامند. سلول‌های خورشیدی انواع مختلفی دارند که در ادامه به بررسی آن‌ها می‌پردازیم.

### انواع سلول‌های خورشیدی:



جدول (۱): بازدهی سلول‌های خورشیدی

نوع سلول خورشیدی	بازدهی آزمایشگاهی سلول (درصد)	بازدهی واقعی سلول (درصد)	بازدهی واقعی پنل (درصد)
سیلیکونی مونوکریستالی	۲۴.۷	۲۱.۵	۱۶.۹
سیلیکونی پلی کریستالی	۲۰.۳	۱۶.۵	۱۴.۲
سیلیکونی آمورف	۱۳	۱۰.۵	۷.۵
دی سیلینید ایندیوم مس	۱۹.۵	۱۴	۱۱
کادمیوم تلوراید	۱۶.۵	۱۰	۹

منبع: (محمدی قهرودی، ۱۳۹۴: ۴۲)



## وضعیت ایران از نظر انرژی تابشی خورشید

### میزان تابش خورشید در ایران:

ردیف	شهر	تابش سالانه بر حسب (کیلووات ساعت بر مترمربع)	میانگین تابش روزانه بر حسب (کیلووات ساعت بر مترمربع)
۱	اراک	۱۹۰۷٫۹	۵٫۲۳
۲	اردبیل	۱۷۰۲٫۹	۴٫۶۷
۳	ارومیه	۱۹۷۸٫۹	۵٫۴۲
۴	اصفهان	۲۰۹۱	۵٫۷۳
۵	اهواز	۱۹۶۵٫۸	۵٫۳۹
۶	ایلام	۱۹۵۰٫۳	۵٫۳۴
۷	بجنورد	۱۷۵۵٫۱	۴٫۸۱
۸	بندر عباس	۱۹۵۱٫۳	۵٫۳۵
۹	بوشهر	۱۹۹۰٫۶	۵٫۴۵
۱۰	بیرجند	۲۰۶۴	۵٫۶۵
۱۱	تبریز	۱۸۸۵٫۱	۵٫۱۶
۱۲	تهران	۱۸۳۸٫۸	۵٫۰۴
۱۳	خرم‌آباد	۱۹۳۴٫۵	۵٫۳۰
۱۴	رشت	۱۴۳۸٫۹	۳٫۹۴
۱۵	زاهدان	۲۲۲۲٫۹	۶٫۰۹
۱۶	زنجان	۱۸۶۳	۵٫۱۰
۱۷	ساری	۱۵۴۲٫۸	۴٫۲۳
۱۸	سمنان	۱۹۰۷٫۸	۵٫۲۳
۱۹	سنندج	۱۸۹۳٫۶	۵٫۱۹
۲۰	شهرکرد	۱۹۵۲٫۸	۵٫۳۵
۲۱	شیراز	۲۱۰۰٫۸	۵٫۷۶
۲۲	قزوین	۱۸۰۸٫۴	۴٫۹۵
۲۳	قم	۱۹۵۹٫۸	۵٫۳۷
۲۴	کرج	۱۸۰۳٫۳	۴٫۹۴
۲۵	کرمان	۲۱۰۵٫۸	۵٫۷۷
۲۶	کرمانشاه	۱۹۴۲٫۲	۵٫۳۲
۲۷	گرگان	۱۵۸۷٫۳	۴٫۳۵
۲۸	مشهد	۱۶۹۴٫۲	۴٫۶۴
۲۹	همدان	۱۸۵۳٫۸	۵٫۰۸
۳۰	یاسوج	۲۰۰۳٫۳	۵٫۴۹
۳۱	یزد	۲۰۶۲٫۳	۵٫۶۵
	میانگین	۱۸۹۵	۵٫۱۹

## ۲. استراکچر (سازه):

در سیستم‌های خورشیدی، استراکچر، نگهدارنده پنل‌ها است و در ایران با توجه به استانداردهای «ساتبا» ساخته می‌شود.

## ۲-۱- انواع استراکچر

### ۱. استراکچر ثابت:

در این نوع ابتدا بهترین موقعیت قرارگیری پنل‌ها را مشخص می‌کنند (که معمولاً در کشور ما رو به جنوب و با زاویه بین ۲۰ الی ۳۰ درجه بسته به منطقه جغرافیایی) و سپس پایه‌ها را در مکان مورد نظر ثابت می‌نمایند.

استراکچر متغیر: در این نوع از استراکچرهایی استفاده می‌شود که قابلیت تغییر زاویه از حدود ۱۰ تا ۶۵ درجه را داشته باشند. با توجه به تغییر زاویه خورشید در فصول متفاوت سال بهترین حالت قرارگیری پنل را مشخص نموده و زاویه قرارگیری پنل را در همان حالت قرار می‌دهیم.

### ۲. استراکچر هوشمند (دنبال کننده خورشید):

این روش خود به دو حالت یک‌بعدی (حرکت افقی از شرق به غرب) و دوبعدی (حرکت عمودی از پایین به بالا) تقسیم می‌شود که در هر زمان بهترین حالت قرارگیری پنل‌ها محاسبه شده و استراکچرها بسته به محور قابل تغییرشان به صورت اتوماتیک در بهترین موقعیت قرار می‌گیرند. در ایران برای نیروگاه‌های کیلوواتی معمولاً از استراکچرهای ثابت استفاده می‌کنند.

### ۳. اینورتر (مبدل):

وسیله‌ای است که جریان مستقیم (DC) را به جریان متناوب (AC)، تبدیل می‌کند. اینورترهای خورشیدی به دو نوع منفصل از شبکه و متصل به شبکه تقسیم می‌شوند. در نوع متصل به شبکه، اینورتر تر بین پنل‌های خورشیدی و شبکه سراسری قرار می‌گیرد. توان تولیدی را مستقیماً مصرف کرده یا به شبکه تزریق می‌کند (هاشمی نژاد، ۱۳۹۴: ۲۱۸ و ۲۲۵).

### ۴. کنتور دو طرفه:

این نوع کنتور میزان برقی را که به شبکه تزریق می‌شود و یا از شبکه دریافت می‌شود را محاسبه و ثبت می‌کند.

### ۵. سایر تجهیزات:

برای راه‌اندازی سیستم برق خورشیدی به قطعات الکتریکی از قبیل تابلو برق، انواع کابل‌های DC و AC، اتصالات، فیوز و ... نیازمندیم.



### شرایط و ضوابط احداث نیروگاه خانگی

#### شرایط احداث:

۱. دارای بودن انشعاب برق
۲. مالک بودن

#### ظرفیت تولیدی نیروگاه خانگی:

ظرفیت نیروگاه خانگی، محدود به ظرفیت انشعاب کنتور برق مشترک متقاضی احداث نیروگاه است که بر حسب جدول ذیل تعیین می شود:

ردیف	آمپراژ کنتور	حداکثر ظرفیت نیروگاه قابل احداث
۱	۱۵ آمپر تک فاز	۳ کیلو وات
۲	۲۵ آمپر تک فاز	۵ کیلووات
۳	۳۲ آمپر سه فاز	۲۰ کیلو وات
۴	۱۰۰ آمپر سه فاز	۶۰ کیلووات
۵	۱۷۰ آمپر سه فاز	۱۰۰ کیلو وات

(منبع: نرم افزار PV SYST)

### روش خرید برق توسط شرکت توزیع:

خرید برق های تولیدی نیروگاه های خورشیدی خانگی، براساس یک قرارداد تضمینی ۲۰ ساله توسط شرکت های توزیع نیروی برق، به عمل می آید. براساس آئین نامه ابلاغی وزارت نیرو، نرخ خرید برق تولید شده توسط پنل های خورشیدی خانگی در سال ۱۳۹۷، ۸۰۰۰ ریال است. این مبلغ هر سال با توجه به نرخ تورم و نوسانات ارزی، تعدیل می شود و براساس ضریب تعدیل تعیین شده، افزایش می یابد. از سال یازدهم نرخ خرید ضرب در ضریب ۰,۷ می شود و براین اساس پرداختی به مشترک صورت می گیرد.

### بخش دوم: توجیه اقتصادی طرح

#### طرح توجیهی اقتصادی ۱:

#### مفروضات طرح:

۱. خرید تضمینی برق توسط وزارت نیرو به مدت ۲۰ سال
۲. دوره بازدهی پنل های خورشیدی به مدت ۲۵ سال



### ۳. هزینه نگهداری از پنل های خورشیدی نزدیک به صفر

ردیف	موضوع	واحد	مقدار
۱	ظرفیت طرح	کیلو وات	۵
۲	میانگین ساعات تابش خورشید در روز	ساعت	۵,۲
۳	طول دوره	سال	۲۰
۴	نرخ فروش برق در سال پایه	کیلو وات ساعت	۸۰۰۰ ریال
۵	ضریب تعدیل (سالانه)	درصد	۷
۶	نرخ استهلاک سالیانه	درصد	۴
۷	افت راندمان و تلفات برق تولیدی ۱۰ سال اول	درصد	۳
۸	افت راندمان و تلفات برق تولیدی ۱۰ سال دوم	درصد	۶
۹	هزینه های پیش بینی نشده	درصد	۵

#### نیازهای مالی طرح:

۱. آورده نقدی فرد متقاضی
۲. اخذ تسهیلات

نحوه تأمین سرمایه			نیازهای مالی		
مبلغ مورد نیاز (ریال)	نوع هزینه	ردیف	مبلغ مورد نیاز (ریال)	نوع هزینه	ردیف
۷۶,۵۰۰,۰۰۰	آورده متقاضی	۱	۳۷۶,۵۰۰,۰۰۰	هزینه های ثابت	۱
۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰	تسهیلات بانکی	۲	۰	سرمایه در گردش	۲
۳۸۰,۰۰۰,۰۰۰	جمع	۳	۳۷۶,۵۰۰,۰۰۰	جمع	۳

#### هزینه های طرح:

#### (الف) زمین:

با توجه به اینکه به ازای هر کیلو وات ساعت تولید برق توسط پنل های خورشیدی، به حدود ۱۰ مترمربع زمین نیاز داریم، در این طرح ۵۰ مترمربع زمین مورد نیاز است. براساس اینکه نیروگاه های ۵ کیلوواتی در پشت بام منازل مسکونی احداث می شود، هزینه زمین، صفر در نظر گرفته می شود.





ب) تجهیزات:

ردیف	شرح مشخصات	واحد	مبلغ (ریال)	تعداد	مبلغ کل (ریال)
۱	پنل خورشیدی	وات	۴۶,۰۰۰	۵,۰۰۰	۲۳۰,۰۰۰,۰۰۰
۲	اینورتر	دستگاه	۶۲,۰۰۰,۰۰۰	۱	۶۲,۰۰۰,۰۰۰
۳	کنتور	دستگاه	۴,۵۰۰,۰۰۰	۱	۴,۵۰۰,۰۰۰
۴	استراکچر	کیلووات	۶,۰۰۰,۰۰۰	۵	۳۰,۰۰۰,۰۰۰
۵	سایر تجهیزات	جعبه DC	۲۰,۰۰۰,۰۰۰		
۶		فیوز DC			
۷		کلید DC			
۸		سرج ارستر			
۹		جعبه AC			
۱۰		فیوز AC			
۱۱		کلید AC			
۱۲		ترمینال			
۱۳		ریل تابلو			
۱۴		اتصالات			
۱۵	سایر	کیلو وات	۶,۰۰۰,۰۰۰	۵	۳۰,۰۰۰,۰۰۰
<b>جمع کل</b>					<b>۳۷۶,۵۰۰,۰۰۰</b>

ج) هزینه‌های مالی:

با توجه به اینکه بخشی از هزینه‌های طرح از طریق اخذ وام تأمین مالی می‌شود، هزینه‌های مالی نیز به سایر هزینه‌هایی که در بالا بررسی شد، اضافه می‌شود که شرح آن در جدول زیر می‌آید:

شرح	مبلغ (ریال)
کل مبلغ وام	۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰
نرخ سود سالانه	۴٪
کل مبلغ بازپرداخت	۳۳۱,۵۰۰,۰۰۰
سود کل دوره	۳۱,۵۰۰,۰۰۰
اقساط ماهانه (اصل وام)	۵,۰۰۰,۰۰۰
اقساط سالانه	۶۰,۰۰۰,۰۰۰
مدت بازپرداخت	۵ سال
سود سالانه	۶,۳۰۰,۰۰۰



سود و زیان سالانه:

سال	درآمد فروش	بهای تمام شده (ریال)	سود قبل از کسر کارمزد	کارمزد	سود خالص بعد از کسر کارمزد	اقساط ماهانه وام (اصل وام)	میانگین درآمد خالص ماهانه (ریال)
اول	۷۶,۳۱۹,۶۰۰	۳,۸۰۰,۰۰۰	۷۲,۵۱۹,۶۰۰	۶,۳۰۰,۰۰۰	۶۶,۲۱۹,۶۰۰	۵,۰۰۰,۰۰۰	۵۱۸,۳۰۰
دوم	۸۱,۶۶۱,۹۷۲	۳,۸۰۰,۰۰۰	۷۷,۸۶۱,۹۷۲	۴,۶۰۰,۰۰۰	۷۳,۲۶۱,۹۷۲	۵,۰۰۰,۰۰۰	۱,۱۰۵,۱۶۴
سوم	۸۷,۳۷۸,۳۱۰	۳,۸۰۰,۰۰۰	۸۳,۵۷۸,۳۱۰	۴,۶۰۰,۰۰۰	۷۸,۹۷۸,۳۱۰	۵,۰۰۰,۰۰۰	۱,۵۸۱,۵۲۶
چهارم	۹۳,۴۹۴,۷۹۲	۳,۸۰۰,۰۰۰	۸۹,۶۹۴,۷۹۲	۴,۶۰۰,۰۰۰	۸۵,۰۹۴,۷۹۲	۵,۰۰۰,۰۰۰	۲,۰۹۱,۲۲۳
پنجم	۱۰۰,۲۳۹,۴۲۷	۳,۸۰۰,۰۰۰	۹۶,۴۳۹,۴۲۷	۴,۶۰۰,۰۰۰	۹۱,۸۳۹,۴۲۷	۵,۰۰۰,۰۰۰	۲,۶۳۶,۶۱۹
ششم	۱۰۷,۰۴۲,۱۸۷	۳,۸۰۰,۰۰۰	۱۰۳,۲۴۲,۱۸۷	-	۱۰۳,۲۴۲,۱۸۷	۰	۸,۶۰۳,۵۱۶
هفتم	۱۱۴,۵۳۵,۱۴۰	۳,۸۰۰,۰۰۰	۱۱۰,۷۳۵,۱۴۰	-	۱۱۰,۷۳۵,۱۴۰	۰	۹,۲۲۷,۹۲۸
هشتم	۱۲۲,۵۵۲,۶۰۰	۳,۸۰۰,۰۰۰	۱۱۸,۷۵۲,۶۰۰	-	۱۱۸,۷۵۲,۶۰۰	۰	۹,۸۹۶,۰۵۰
نهم	۱۳۱,۱۳۱,۲۸۲	۳,۸۰۰,۰۰۰	۱۲۷,۳۳۱,۲۸۲	-	۱۲۷,۳۳۱,۲۸۲	۰	۱۰,۶۱۰,۹۴۰
دهم	۱۴۰,۳۱۰,۴۷۲	۳,۸۰۰,۰۰۰	۱۳۶,۵۱۰,۴۷۲	-	۱۳۶,۵۱۰,۴۷۲	۰	۱۱,۳۷۵,۸۷۲
یازدهم	۱۰۱,۸۴۲,۲۵۸	۳,۸۰۰,۰۰۰	۹۸,۰۴۲,۲۵۸	-	۹۸,۰۴۲,۲۵۸	۰	۸,۱۷۰,۱۸۸
دوازدهم	۱۰۸,۹۷۱,۲۱۷	۳,۸۰۰,۰۰۰	۱۰۵,۱۷۱,۲۱۷	-	۱۰۵,۱۷۱,۲۱۷	۰	۸,۷۶۴,۲۶۸
سیزدهم	۱۱۶,۵۹۹,۲۰۲	۳,۸۰۰,۰۰۰	۱۱۲,۷۹۹,۲۰۲	-	۱۱۲,۷۹۹,۲۰۲	۰	۹,۳۹۹,۹۲۳
چهاردهم	۱۲۴,۷۶۱,۱۴۶	۳,۸۰۰,۰۰۰	۱۲۰,۹۶۱,۱۴۶	-	۱۲۰,۹۶۱,۱۴۶	۰	۱۰,۰۸۰,۰۹۵
پانزدهم	۱۳۳,۴۹۴,۴۲۶	۳,۸۰۰,۰۰۰	۱۲۹,۶۹۴,۴۲۶	-	۱۲۹,۶۹۴,۴۲۶	۰	۱۰,۸۰۷,۸۶۹
شانزدهم	۱۴۲,۸۳۹,۰۳۶	۳,۸۰۰,۰۰۰	۱۳۹,۰۳۹,۰۳۶	-	۱۳۹,۰۳۹,۰۳۶	۰	۱۱,۵۸۶,۵۸۶
هفدهم	۱۵۲,۸۳۷,۷۶۸	۳,۸۰۰,۰۰۰	۱۴۹,۰۳۷,۷۶۸	-	۱۴۹,۰۳۷,۷۶۸	۰	۱۲,۴۱۹,۸۱۴
هجدهم	۱۶۳,۵۳۶,۴۱۲	۳,۸۰۰,۰۰۰	۱۵۹,۷۳۶,۴۱۲	-	۱۵۹,۷۳۶,۴۱۲	۰	۱۳,۳۱۱,۳۶۸
نوزدهم	۱۷۴,۹۸۳,۹۶۱	۳,۸۰۰,۰۰۰	۱۷۱,۱۸۳,۹۶۱	-	۱۷۱,۱۸۳,۹۶۱	۰	۱۴,۲۶۵,۳۳۰
بیستم	۱۸۷,۲۳۲,۸۳۸	۳,۸۰۰,۰۰۰	۱۸۳,۴۳۲,۸۳۸	-	۱۸۳,۴۳۲,۸۳۸	۰	۱۵,۲۸۶,۰۷۰

**نکته:** با توجه به این که هر سال با میزانی از تورم قیمت‌ها روبه‌رو هستیم، نرخ‌ها و قیمت‌های فوق ممکن است در زمان مطالعه این متن، تغییر کرده باشند بنابراین خواننده محترم قیمت‌های روز را باید مبنای عمل خود قرار دهد. با این حال، از آن جا که غالباً تغییرات تورمی ایجاد شده با ضریب یکسانی هزینه‌ها و درآمدها را متأثر می‌سازد، انتظار می‌رود نسبت درآمد به هزینه، تغییر چندانی نداشته باشد.

