



**Namatek**  
True Education

# Electrical Power Quality

[www.namatek.com](http://www.namatek.com)

کیفیت توان الکتریکی

## فهرست مطالب

1. کیفیت توان چیست؟
2. عوامل مؤثر بر کیفیت توان
3. روش های بهبود کیفیت توان

برای تشخیص این که آیا میزان کافی از انرژی دریافت شده از پریز برق به بار متصل به آن می رسد یا نه، باید با مفهوم کیفیت توان آشنا باشیم. اگر برق مناسب به بار نرسد دستگاه الکتریکی دچار اختلال می شود. مسائل زیادی مانند تغییرات آب و هوایی می توانند بر این موضوع تأثیر بگذارند. در ادامه مقاله به بیان مسائلی که در حوزه توان مطرح می شوند و چالش های پیرامون آن ها خواهیم پرداخت. با ما همراه باشید.

## #1 کیفیت توان چیست؟

برخلاف اسم **کیفیت توان (Power Quality)** که ظاهراً به خود توان اشاره می کند، این موضوع وابستگی زیادی به ولتاژ دارد.

توان را می توان به سادگی شارش انرژی یا جریان مورد نیاز بار الکتریکی در نظر گرفت که همواره تا حد زیادی غیر قابل کنترل است.

کیفیت توان الکتریکی بیان می کند که چقدر ولتاژ، فرکانس و شکل موج یک منبع تغذیه با مقداری که برای آن تعیین شده است، مطابقت دارد.

پس توان خوب و با کیفیت بالا دارای ویژگی های زیر است:

- ولتاژ تغذیه ثابت و در محدوده تعیین شده باقی بماند.
- فرکانس AC ثابت و نزدیک به مقدار ایده آل باشد.
- شکل موج منحنی بسیار نزدیک به شکل سینوسی باشد.

کاهش کیفیت توان برق در جامعه مدرن امروزی به مشکلی حیاتی مبدل شده است.

از برج های رله ماکروویو که داده ها را تغذیه می کنند گرفته تا مدیریت داده های مدرن، مراکز ارتباطی، شبکه های مخابراتی و سیستم های برق صنعتی همه به برق نیاز دارند.

خرابی های برق در خیلی موارد گران تمام می شود و می تواند به صورت قابل توجهی بر یک سازمان تأثیر بگذارد.



## #2 عوامل مؤثر بر کیفیت توان

هیچ منبع برقی در واقعیت ایده آل نیست و امکان انحراف آن به دلایل زیادی وجود دارد. هرچه میزان انحراف بیشتر باشد، کیفیت توان نیز کمتر می شود.

مشکلات کیفیت توان علت های متفاوتی دارند. برخی از مشکلات نتیجه زیرساخت های مشترک هستند.

برای مثال بروز یک خطا در شبکه می تواند سبب افت شبکه شود و بقیه مشترکان برق را نیز تحت تأثیر خود قرار دهد. هرچه سطح خطا بالاتر باشد، تعداد مراکز درگیر با این مشکل نیز بیشتر می شوند.

مشکلاتی مانند [هارمونیک](#) نیز در محل استفاده و توسط خود کاربر نهایی رخ می دهند؛ اما می توانند بر روی کل شبکه و بقیه مشترکین تأثیر بگذارند. انحرافات که سبب افت بازده توان می شوند، عبارت اند از:

- ولتاژ
- فرکانس
- شکل موج

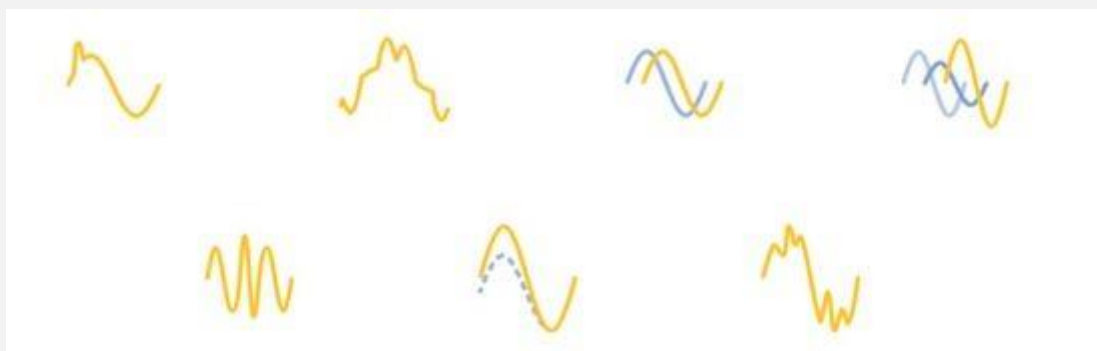
که در ادامه به توضیح هر کدام می پردازیم.

## #1-2 ولتاژ

موارد زیر عواملی هستند که سبب ایجاد انحراف در ولتاژ و تغییر کیفیت توان می شوند:

- تغییر در ولتاژ پیک و یا RMS (مخفف Root-Mean-Square) برای تمام تجهیزات مهم است و بر روی کیفیت توان تأثیر می گذارد.
- هنگامی که ولتاژ RMS به میزان ۱۰ تا ۸۰ درصد، برای بازه ۰/۵ سیکل تا ۱ دقیقه، بیشتر از ولتاژ نامی شود، تورم (Swell) اتفاق می افتد.
- اگر ولتاژ RMS در بازه ۰/۵ سیکل تا ۱ دقیقه به میزان ۱۰ تا ۹۰ درصد کمتر از ولتاژ اسمی شود، پدیده Dip (در انگلیسی بریتیش) و Sag (در انگلیسی امریکن) رخ خواهد داد.
- تغییرات تصادفی یا تکراری در ولتاژ RMS بین ۹۰ و ۱۱۰ درصد ولتاژ اسمی باعث پدیده سوسو زدن (Flicker) در تجهیزات روشنایی می شود. فلیکر تغییرات قابل مشاهده سطح نور است.
- افزایش ناگهانی و بسیار کوچک ولتاژ نیز به نام های Spike Impulse یا Surge شناخته می شود که عموماً به دلیل روشن شدن بارهای القایی بزرگ یا در حالت های شدیدتر بر اثر صاعقه ایجاد می شود.

- پدیده Undervoltage زمانی رخ می دهد که ولتاژ اسمی برای بیشتر از یک دقیقه به زیر ۹۰ درصد کاهش پیدا کند.
- پدیده Overvoltage زمانی رخ خواهد داد که ولتاژ اسمی بیشتر از یک دقیقه به بالای ۱۱۰ درصد برسد.



## #2-2 فرکانس

- تغییرات و انحرافات در [فرکانس](#) هم باعث تغییر در کیفیت توان می شوند که از آن ها می توان به موارد زیر اشاره کرد:
- **تغییرات در مقدار فرکانس:** اگر فرکانس شکل موج در مقدار ثابت و معین خود باقی نماند، در کیفیت توان بسیار تاثیرگذار است.
  - **امیدانس فرکانس پایین غیرصفر:** زمانی رخ می دهد که باری جریان بیشتری می کشد و ولتاژ افت می کند.
  - **امیدانس فرکانس بالای غیرصفر:** زمانی رخ می دهد که یک بار جریان زیادی می خواهد و به صورت ناگهانی این مصرف جریان بالا را متوقف می کند. در این حالت به دلیل تغییر در اندوکتانس های خط، ولتاژ افزایش و کاهش می یابد که معمولاً به عنوان هارمونیک (Harmonic) در فرکانس های پایین تر (معمولاً کمتر از ۳ کیلوهرتز)



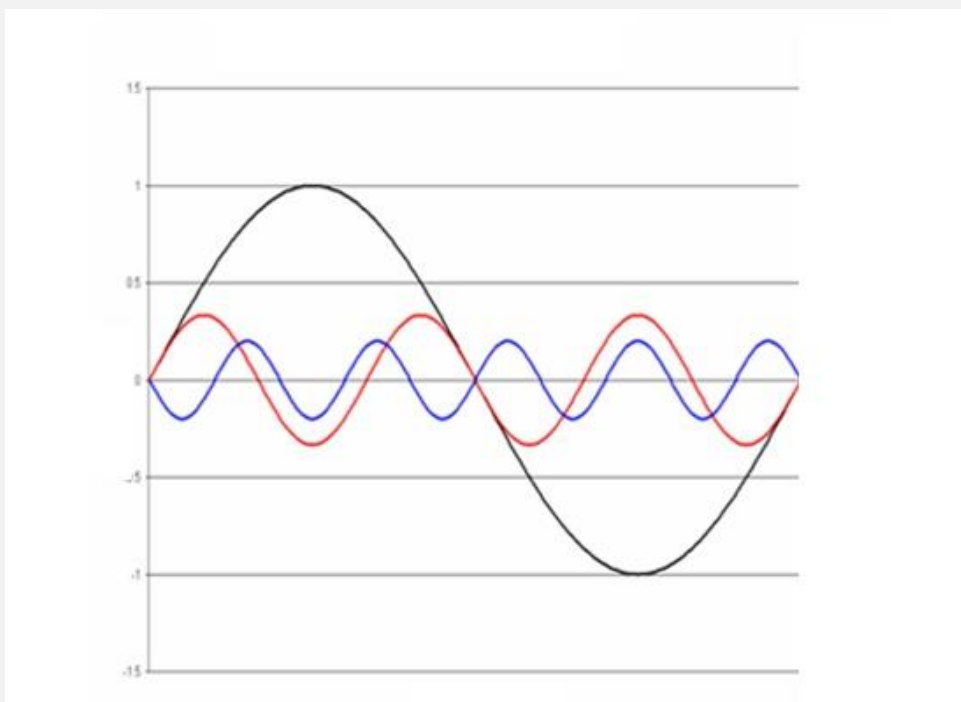
و اعوجاج (Distortion) در فرکانس های معمولی و به صورت بین هارمونیک (Interharmonic) در فرکانس های بالا شناخته می شود.



## #2-3 شکل موج

مواردی که به صورت تغییر در شکل موج باعث تاثیرگذاری روی کیفیت توان می شوند، به شرح زیر هستند:

- نوسان ولتاژ و جریان به صورت ایده آل از شکل سینوسی و کسینوسی پیروی می کند؛ اما می تواند به دلیل نقص در [ژنراتورها](#) یا بارها تغییر شکل دهد.
- معمولا ژنراتورها باعث ایجاد اعوجاج در ولتاژ و بارها باعث ایجاد اعوجاج در [جریان](#) می شوند. این اعوجاج ها که به صورت نوسانات سریع تر از فرکانس اسمی هستند را با عنوان هارمونیک می شناسند.



### #3 روش های بهبود کیفیت توان

از آن جایی که دلایل زیادی سبب تخریب کیفیت توان می شوند، بهتر است با راه های بهبود آن و بالا بردن سطح بازدهی (Efficiency) آشنا شویم.





## • سیم کشی مناسب

رفع مشکلاتی از قبیل اتصالات سیم کشی شل و مفقود بسیار موثر است. پنل های جداکننده بارهای الکترونیکی حساس از بارهای القایی سنگین نیز می توانند بسیار تأثیرگذار باشند.

## • استفاده از شبکه های هوشمند

در سیستم های مدرن حسگرهایی با نام واحدهای اندازه گیری فاز (PMU= Phasor Measurement Unit) در سراسر شبکه توزیع می شوند تا بر کیفیت توان نظارت کنند و در برخی موارد به صورت خودکار به آن پاسخ دهند؛ بنابراین این امر سبب سنجش سریع و بعضی مواقع ترمیم خودکار می شود که موجبات داشتن برق با کیفیت تر و زمان قطعی کمتر را فراهم می کند.

## • زمین مناسب

استفاده از زمین مناسب و یکپارچگی در اتصال برای سیستم های الکترونیکی، مخصوصاً در تجهیزات صنعتی، تجاری، پزشکی و سیستم های دیجیتال بسیار موثر است.

## • فیلترهای نویز

به منظور حذف سیگنال های فرکانسی ناخواسته و مشکلات مربوط به آن ها می توان از فیلترهای [نویز](#) استفاده کرد که فرکانس های غیر قابل قبول برق را سرکوب می کنند و کیفیت توان را به شدت بهبود می بخشند.

## • ترانسفورماتورهای ایزوله

این [ترانسفورماتورها](#) تجهیزات یا بار را از [منبع تغذیه](#) اصلی ایزوله می کنند. همچنین مشخصه دیگری مانند ظرفیت خازنی نیز در این ترانسفورماتورها

وجود دارد. ترانسفورماتورهای ایزوله برای جلوگیری از عیوب ناشی از نوسانات ولتاژ و قطع برق بسیار مفید هستند.

### • رگولاتورهای ولتاژ

تنظیم سطوح ولتاژ از روش های بسیاری مانند تپ چنجر (Tap Changer)، ترانسفورماتورهای باک بوسست (Boost Buck Transformer)، ترانسفورماتورهای ولتاژ ثابت (Constant Voltage Transformer) و... امکان پذیر است.

### • UPS

سیستم های منبع تغذیه برق بدون وقفه یا همان UPS (مخفف Uninterruptible Power Supply) جریان مداوم برق را به منبع تغذیه متصل می کنند.

## کلام آخر

کیفیت توان یکی از چالش برانگیزترین مسائل روز است که تأثیر به سزایی در عملکرد صحیح دستگاه ها و حتی سازمان ها دارد. با درک صحیح عوامل موثر بر کیفیت توان و اعمال راه حل های مناسب برای رفع آن ها، می توان جلوی بسیاری از ضررهای وارده بر تجهیزات را گرفت.