



Namatek
True Education

www.namatek.com

Electric Reactor

راكتور برق

فهرست مطالب

۱. راکتور برق چیست؟
۲. وظایف اصلی یک راکتور برق چیست؟
۳. انواع راکتور برق
۴. بخش‌های مختلف یک راکتور برق
۵. چرا از راکتور برق استفاده می‌شود؟
۶. اصل کار یک راکتور برق

انتقال نیرو یک فرآیند پیچیده است که شامل شبکه‌ای از اجزای الکتریکی از جمله راکتور برق می‌شود. راکتور برق یک سلف است که جریان الکتریکی در مدار را محدود می‌کند. راکتور جزء ضروری یک پست انتقال است که توزیع کارآمد و قابل اعتماد برق را تضمین می‌کند. در این مقاله به بررسی راکتور برق، ویژگی‌ها، کاربردها، وظایف، انواع راکتور برق، بخش‌های مختلف راکتور برق و مزایای استفاده از آن خواهیم پرداخت.

راکتور برق چیست؟



راکتور برق که به عنوان راکتور خط یا سلف نیز شناخته می‌شود، یک عنصر الکتریکی است که از هسته فولادی پیچیده شده با سیم پیچ‌های مسی تشکیل شده و هدف آن ایجاد میدان مغناطیسی است که با جریان الکتریکی در مدار در جهت مخالف یکدیگر حرکت می‌کنند. همچنین می‌توان گفت که راکتور برق وسیله‌ای الکتریکی است که عمدتاً به منظور حفظ جریان در سطوح ثابت، با مقاومت در برابر هرگونه تغییر در جریان استفاده

می‌شود. راکتورهای برق، قطعات الکتریکی غیرفعال هستند که توانایی ذخیره انرژی در میدان مغناطیسی ایجاد شده، توسط جریان الکتریکی عبوری از آن را دارند. راکتور برق به منظور کنترل جریان و ولتاژ در یک دوره زمانی معین طراحی شده است.

ولتاژ با تغییر در میدان‌های مغناطیسی مرتبط، یعنی تغییر قدرت میدان اندازه‌گیری می‌شود. برخی از کارهایی که یک راکتور برق انجام می‌دهد، عبارت‌اند از:

- فیلتر کردن هارمونیک‌ها
- سرکوب کردن قوس
- محافظت از امواج ولتاژ بالا
- کنترل جریان راه‌اندازی موتورها
- استفاده در ترانسفورماتورهای خودکار
- مورد استفاده در تنظیم‌کننده‌های القایی

ویژگی‌های یک راکتور برق

یک راکتور برق از سیم پیچی حاوی مواد رسانا تشکیل شده است که معمولاً از سیم مسی هستند و دور یک هسته پیچیده می‌شوند. کوئل‌های (Coils) موجود در آن نیز ممکن است انواع مختلفی داشته باشند که عبارت‌اند از:

- هوا
- لانه زنبوری فریت
- هسته‌ای حلقوی

کاربردهای راکتور برق

راکتورها در طیف وسیعی از کاربردها استفاده می‌شوند که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- **تولید برق:** نیروگاه‌های هسته‌ای با استفاده از راکتورها و با گرم کردن آب، برق تولید می‌کنند. بخار حاصل از گرم کردن آب، سبب به حرکت در آمدن توربین‌ها خواهد شد.
- **درمان پزشکی:** از راکتور به منظور تولید ایزوتوپ‌های پزشکی استفاده می‌شود که در روش‌های تشخیصی و درمانی استفاده می‌شوند.
- **تحقیقات:** از راکتور برق در تحقیقات علمی به منظور مطالعه واکنش‌های هسته‌ای و تشعشعات استفاده می‌شود.

توابع راکتور برق

استفاده از راکتور برق در مدارهای قدرت منجر به ایجاد راکتانس (Reactance) القایی برای طیف وسیعی از اهداف می‌شود که عبارت‌اند از:

- فیلتر هارمونیک
- محدود کردن جریان هجومی برای موتورها و خازن‌ها
- محدود کردن جریان خطا
- کاهش جریان رپل (Ripple)
- متعادل سازی بار
- تنظیم کردن مدار
- کاهش سو سو زدن برای کاربردهای کوره

- ارائه مدارهای تنظیم شده رادیویی
- به عنوان یک وسیله ذخیره سازی انرژی

وظایف اصلی یک راکتور برق چیست؟



همانگونه که گفته شد، راکتور برق یک جزء الکتریکی است که وظیفه اصلی آن، کنترل و تنظیم جریان و ولتاژ به منظور حفظ پایداری و عملکرد عادی یک سیستم قدرت الکتریکی است. با وظایف اصلی آن در ادامه آشنا خواهیم شد.

محدودیت جریان

راکتورها می‌توانند ولتاژ را تثبیت کنند، به ویژه در هنگام تغییرات ناگهانی در بارهای سیستم قدرت یا خطاهای گذرا و همچنین به حفظ سطوح ولتاژ سیستم کمک می‌کنند.

تثبیت ولتاژ

راکتور برق می‌تواند ولتاژ را تثبیت کند، به ویژه هنگامی که تغییرات ناگهانی در بارهای سیستم قدرت و محافظت از تجهیزات در برابر اثرات هارمونیک استفاده می‌کند.

فیلتر هارمونیک

از راکتور برق می‌توان به منظور فیلتر کردن هارمونیک‌ها در شبکه برق، کاهش آلودگی در سیستم قدرت و محافظت از تجهیزات در برابر اثرات هارمونیک استفاده کرد.

محدودیت جریان اتصال کوتاه

راکتور برق می‌تواند جریان‌های اتصال کوتاه را در شبکه برق محدود کند تا از آسیب رسیدن به تجهیزات، هنگام بروز خطا جلوگیری کند.

بهبود ضریب توان

راکتور برق می‌تواند با جبران توان راکتیو برگشت به شبکه، افزایش ضریب توان شبکه برق و کاهش اتلاف انرژی، موجب بهبود در ضریب توان شود.

پایداری سیستم قدرت

استفاده صحیح از آن در یک سیستم قدرت می‌تواند، پایداری سیستم را افزایش دهد و مسائلی همچون افت ولتاژ و جریان‌های بیش از حد را کاهش دهد. به صورت خلاصه راکتورهای برق، عملکردهای مختلفی در سیستم‌های قدرت الکتریکی دارند که می‌توان از آنها به منظور حفظ پایداری

جریان و ولتاژ، محافظت از تجهیزات در برابر آسیب و مواردی از این قبیل استفاده کرد.

انواع راکتور برق



یک راکتور برق نقش‌های زیادی در یک سیستم قدرت الکتریکی دارد. راکتورها، معمولاً بر اساس کاربردی که دارند، طبقه بندی می‌شوند که به صورت زیر هستند:

- شانت (Shunt)
- زمینی محدودکننده جریان و خنثی
- میرایی
- تنظیم
- ترانسفورماتور ارتینگ
- سرکوب قوس
- صاف

از نقطه نظر ساختمانی، به صورت زیر طبقه بندی می‌شوند:

- هسته هوا
- هسته آهنی شکاف دار

از نظر عملیاتی نیز انواع راکتور برق به صورت زیر هستند:

- متغیر

- ثابت

علاوه بر این، می‌توان راکتور برق را در دسته‌های زیر نیز قرار داد:

- نوع داخلی

- نوع فضای باز

انواع راکتور برق بر اساس کاربردی که دارند، عبارت اند از:

- القایی

- هسته آهنی

- هسته هوا

- خازنی

- خازن – بانک

- راکتور کنترل شده با تریستور

- تنظیم خط

- زمین خنثی

- محدود کننده جریان هجومی ترانسفورماتور

در ادامه با برخی از انواع راکتور برق که معرفی کردیم، آشنا خواهیم شد.

راکتور شانت (Shunt)

یک راکتور شانت به صورت موازی در داخل سیستم متصل می‌شود. هدف اصلی این نوع راکتور، جبران مؤلفه جریان خازنی است؛ به این معنا که توان راکتیو تولید شده توسط اثر خازنی سیستم را جذب می‌کند. در یک پست، راکتورهای شانت به صورت معمول، بین خط و زمین متصل می‌شوند.

توان راکتیو جذب شده توسط راکتور، بسته به نیاز سیستم می‌تواند ثابت یا متغیر باشد. تغییر توان راکتیو در راکتور را می‌توان با استفاده از تریستورهای (Thyristors) کنترل فاز یا مغناطیسی مستقیم هسته آهنی به دست آورد. این تغییر را می‌توان با استفاده از تغییردهنده آفلاین یا آنلاین شیر مرتبط با راکتور نیز به دست آورد. یک راکتور شانت بر اساس پیکربندی سیستم قدرت می‌تواند به صورت تک فاز یا سه فاز باشد که می‌تواند یک هسته هوا یا یک هسته آهنی با شکاف داشته باشد. برخی از راکتورهای شانت شامل محافظ مغناطیسی و سیم پیچ‌های اضافی به منظور تأمین نیروی کمکی هستند.

راکتور سری

راکتور به صورت سری با خطوط انتقال وارد می‌شود تا جریان را محدود و امپدانس را کنترل کند. این امر می‌تواند به افزایش ظرفیت انتقال و کاهش جریان‌های خط کمک کند.

راکتور محدودکننده جریان

راکتور محدودکننده جریان، نوعی راکتور سری است که به صورت سری داخل سیستم متصل می‌شود. این نوع راکتور به گونه ای طراحی می‌شود که جریان‌های خط را محدود می‌کند و به اشتراک بار در شبکه‌های موازی کمک می‌کند. هنگامی که به یک دینام متصل می‌شود، به آن راکتور خط ژنراتور می‌گویند که تنش را هنگام بروز خطاهای اتصال کوتاه سه فاز کاهش می‌دهد.

راکتور سری همچنین ممکن است به صورت سری به فیدر برق (Feeder) یا باس (Bus) الکتریکی متصل شود تا اثر خطای اتصال کوتاه در سایر بخش‌های سیستم را به حداقل برساند. با محدود شدن اثر جریان اتصال کوتاه در این بخش از سیستم، میزان مقاومت جریان اتصال کوتاه تجهیزات و رساناهای آن می‌تواند کوچکتر نیز باشد که سبب می‌شود، سیستم مقرون به صرفه تر شود.

راکتور هسته هوا

همانگونه که از نام آن پیدا است، راکتور هسته هوا از هسته آهنی یا فولادی استفاده نمی‌کند. آنها عمدتاً از ولتاژ ۳۳ کیلو ولت استفاده می‌کنند. این راکتورها اندازه‌ای بزرگ دارند و رساناهای سیم پیچ مسی در صفحات بتنی که به صورت دایره وار مرتب شده اند، تعبیه می‌شوند. عایق‌های پست ساخته شده از جنس چینی، از این راکتورها محافظت می‌کند. از مواد شیشه ای یا چینی نیز به منظور ایجاد عایق بین پیچ‌ها استفاده می‌شود. ساخت و ساز این نوع راکتور بسیار ساده است و دارای جریان ثابت و راکتانس است. استحکام مکانیکی این نوع از راکتور برق نیز بسیار بالا است.

راکتور هسته آهنی

این نوع راکتور برق از یک هسته آهنی تشکیل می‌شود و به عنوان راکتورهای غوطه ور در روغن نیز شناخته می‌شوند. یک سیم پیچ داخل یک مخزن ترانسفورماتور استاندارد قرار می‌گیرد و برای مقاصد عایق کاری و خنک کننده با روغن پر می‌شود. سپرهایی به منظور جلوگیری از تلفات و

میدان‌های مغناطیسی سرگردان ارائه می‌شوند و هسته به منظور حفظ شار مغناطیسی، لایه لایه شده است. حلقه‌های اتصال کوتاه به عنوان سپر عمل می‌کنند و از طریق صفحات انتهایی به زمین متصل می‌شوند. راکتور هسته آهنی، می‌تواند در هر سطح ولتاژی مورد استفاده قرار گیرد. این نوع دارای محافظت زیادی در برابر جریان‌های اتصال کوتاه است و ظرفیت حرارتی بالایی دارد.

راکتور خازن – بانک

این راکتور با ترکیب با بانک‌های خازن به منظور اصلاح ضریب توان استفاده می‌شود. این نوع راکتور برق به کنترل توان راکتیو و حفظ ضریب توان مطلوب در سیستم کمک می‌کند.

راکتور کنترل شده با تریستور

راکتورهای کنترل شده با تریستور یا TCR که مخفف عبارت Thyristor Controlled Reactors هستند، به منظور تنظیم دینامیکی توان راکتیو تزریق شده به سیستم استفاده می‌شوند. این نوع اغلب در برنامه‌هایی استفاده می‌شوند که نیازهای توان راکتیو در آن، متفاوت هستند.

راکتور تنظیم خط

این نوع راکتور برق به منظور تنظیم امپدانس (Impedance) خطوط انتقال استفاده می‌شود. راکتور تنظیم خط به کنترل ویژگی‌های خط، همانند امپدانس و تنظیم ولتاژ به منظور بهینه سازی انتقال نیرو کمک می‌کند.

راکتور صاف کننده

راکتور صاف کننده در برنامه‌های کاربردی شامل سیستم‌های جریان مستقیم (DC) به منظور کاهش موج و صاف کردن ولتاژ استفاده می‌شود.

راکتور محدودکننده جریان هجومی ترانسفورماتور

این نوع راکتور برق، هنگام راه اندازی به صورت سری به ترانسفورماتورها متصل می‌شود تا جریان هجومی که به دلیل مغناطیسی شدن هسته ترانسفورماتور ایجاد می‌شود را محدود کند.

بخش‌های مختلف یک راکتور برق



بخش‌های مختلف یک راکتور برق را در ادامه بررسی خواهیم کرد.

هسته‌ها و سیم پیچ‌های راکتور برق

هسته‌های راکتور بخش‌های مرکزی آن هستند که سیم پیچ‌ها را در خود جای می‌دهند و میدان مغناطیسی لازم را برای عملکرد ترانسفورماتور فراهم می‌کند. هسته از ورق‌های چند لایه آهن یا فولاد ساخته شده است.

سیم پیچ از سیم مسی تشکیل شده است که به دور هسته پیچیده می‌شود. تعداد سیم پیچ‌ها و ضخامت سیم، ولتاژ و ظرفیت جریان راکتور برق را تعیین می‌کند.

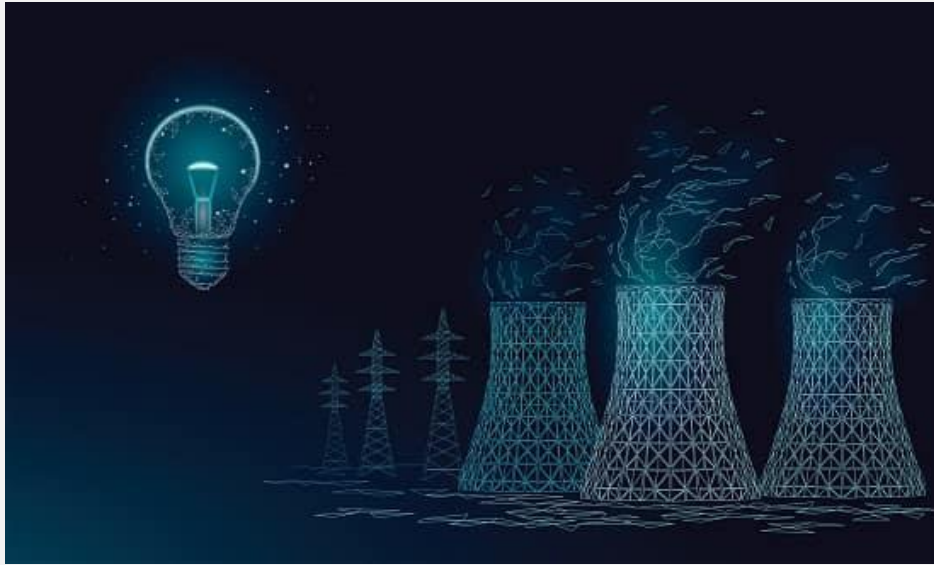
خنک کننده و عایق

راکتور برق در حین کار، گرمای زیادی تولید می‌کند، بنابراین، خنک سازی از بخش‌های ضروری در طراحی هر راکتور خواهد بود. راکتور برق، معمولاً با گردش روغن یا آب از طریق سیم پیچ‌ها و هسته خنک می‌شوند. وجود عایقی که در راکتور مورد استفاده قرار می‌گیرد نیز به منظور عملکرد ایمن و کارآمد آنها حیاتی است. از مواد عایقی همچون میکا، کاغذ و اپوکسی به منظور محافظت از سیم پیچ‌ها در برابر اتصال کوتاه و سایر آسیب‌ها استفاده می‌شود.

کنترل و پایداری راکتور برق

کنترل و پایداری راکتور برق به منظور اطمینان از عملکرد ایمن و کارآمد ترانسفورماتور، بسیار مهم است. راکتور برق معمولاً مجهز به حسگرهایی است که دما، فشار و سایر پارامترها را کنترل می‌کند. داده‌های این نوع سنسورها برای کنترل سیستم خنک کننده و تنظیم ولتاژ و جریان در صورت نیاز استفاده می‌شود. راکتورها همچنین به گونه ای طراحی شده اند که تحت طیف وسیعی از شرایط عملیاتی پایدار باشند تا از آسیب یا خرابی آنها جلوگیری کنند.

چرا از راکتور برق استفاده می‌شود؟



از راکتور برق در سیستم‌های قدرت به دلایل مختلف و مهمی استفاده می‌شود که در درجه اول مربوط به حفظ عملکرد پایدار و کارآمد شبکه است. راکتور نوعی دستگاه الکتریکی پسیو (Passive) است که به منظور کنترل جریان الکتریکی در مدار استفاده می‌شود. در ادامه به بررسی دلایل استفاده از آن در سیستم‌های قدرت می‌پردازیم.

تنظیم ولتاژ

راکتور برق اغلب به منظور تنظیم سطوح ولتاژ در سیستم قدرت استفاده می‌شود. راکتورهای القایی می‌توانند با ایجاد افت ولتاژ در مدار به افزایش ولتاژ کمک کنند که می‌تواند در مواردی که ولتاژ بیش از حد بالا است، مفید باشد. بر عکس، راکتورهای خازنی می‌توانند با جذب توان راکتیو و کاهش سطوح ولتاژ، آن را کاهش دهند.

جبران توان راکتیو

سیستم‌های قدرت از هر دو توان اکتیو و توان راکتیو تشکیل شده اند. توان راکتیو، کار مفیدی انجام نمی‌دهد؛ اما به منظور حفظ سطوح ولتاژ و اطمینان از عملکرد صحیح سیستم قدرت ضروری است. راکتور برق را می‌توان به منظور پشتیبانی از توان راکتیو با جذب (راکتور خازنی) یا تولید (راکتور القایی) استفاده کرد. توان راکتیو در صورت نیاز و برای حفظ ضریب توان و پایداری ولتاژ بسیار مهم است.

امپدانس خط

از راکتور برق به منظور کنترل امپدانس خطوط انتقال دهنده استفاده می‌شود. این امر می‌تواند به محدود کردن جریان‌های خطا کمک کند و با کاهش تنش روی کلیدهای مدار و سایر وسایل حفاظتی، هنگام بروز خطا، تحمل بیشتری برای خطاهای به وجود آمده، داشته باشد.

پایداری گذرا

در طول تغییرات ناگهانی در سیستم قدرت، همانند بروز هر نوع خطا یا اختلالی، راکتور برق می‌تواند به بهبود پایداری و گذرای سیستم کمک کند. با محدود کردن نرخ تغییر جریان، راکتور برق از ایجاد نوسانات سریع که می‌تواند سیستم را بی ثبات کند، جلوگیری می‌کند.

فیلتر هارمونیک

در برخی موارد از راکتور برق به منظور فیلتر کردن هارمونیک استفاده می‌شود. در سیستم‌هایی که بارهای غیرخطی (مانند کامپیوترها،

دستگاه‌های الکترونیکی و مواردی از این قبیل) هارمونیک‌ها را وارد سیستم قدرت می‌کنند، راکتور برق می‌تواند به منظور کاهش این هارمونیک‌ها و بهبود کیفیت توان استفاده شود.

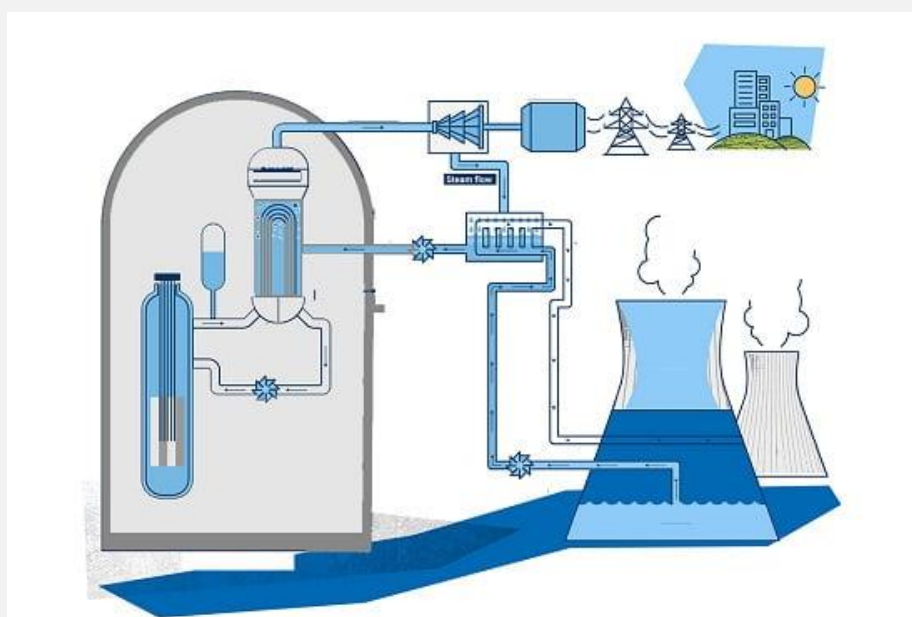
نوسانات میرایی

راکتور برق می‌تواند نوسانات توانی را که ممکن است در سیستم قدرت و به دلیل عوامل مختلف رخ دهد، کاهش دهد. این نوسانات می‌تواند منجر به ناپایداری شود و بر عملکرد کلی شبکه تأثیر گذارد.

جبران سری

در برخی از موارد می‌توان از راکتور برق به منظور جبران سری در خطوط انتقال استفاده کرد. با قرار دادن راکتورها به صورت سری در خطوط انتقال، می‌توان امپدانس مؤثر را تنظیم کرد که به افزایش ظرفیت انتقال و کاهش تلفات خط کمک می‌کند.

اصل کاریک راکتور برق



یک راکتور برق می تواند به عنوان بار یا یک منبع عمل کند. هنگامی که جریان عبوری از آن افزایش می یابد، به عنوان یک بار عمل می کند که شامل افت ولتاژ، در جهت مخالف جریان الکترون ها است. در حین انجام این کار، میزان انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی افزایش می یابد و می توان آن را شارژ نامید. به عنوان یک منبع، جریان عبوری از راکتور برق کاهش می یابد، ولتاژ را کاهش می دهد و به جهت هایی که الکترون ها در آن جریان دارند، کمک خواهد کرد.

در این مورد، راکتور برق به عنوان یک منبع قدرت عمل می کند. در این تابع، راکتور برق در حال تخلیه خواهد بود؛ زیرا مقدار انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی خود را کاهش می دهد. راکتورها از قانون القای فارادی استفاده می کنند. این قانون، بیان می کند که بزرگی نیروی الکترومغناطیسی القا شده در هر مدار بسته برابر با نرخ زمانی تغییر شار مغناطیسی است که در سراسر مدار قطع می شود. در اینجا شار مغناطیسی، کمیت میدان مغناطیسی در فضا خواهد بود.

هنگامی که جریان الکتریکی از یک راکتور عبور می کند، میدان مغناطیسی در اطراف سیم پیچ ایجاد می شود. هرچه جریان در سیم پیچ بیشتر باشد، میدان مغناطیسی نیز بیشتر خواهد شد. بنابراین راکتور، انرژی بیشتری ذخیره می کند.

برعکس برای این که راکتور انرژی آزاد کند، جریان درون سیم پیچ باید کاهش یابد تا میدان مغناطیسی ضعیف تری داشته باشد. واحد اندازه گیری انرژی ذخیره شده، ژول است که برابر با میدان مغناطیسی است. راکتور برق در مواقعی به عنوان ترانسفورماتورهایی شناخته می شود که کار

آنها، کاهش سرعت هرگونه افزایشی در جریان و همچنین پیشی گرفتن از نویز است، به این دلیل که ترانسفورماتورها با استفاده از اصل اندوکتانس متقابل عمل می‌کنند.