

## ارائه یک نرم افزار جدید جهت بهینه‌سازی پخش توان در طراحی و محاسبات سیستم‌های فشار ضعیف

علی اصغرامینی و محمد پرهام فر

دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

[a-amini@iaun.ac.ir](mailto:a-amini@iaun.ac.ir)

[mohammad\\_parhamfar@yahoo.com](mailto:mohammad_parhamfar@yahoo.com)

خلاصه - به علت کمبود نرم افزارهای مناسب برای طراحی اصولی تابلوهای برق و محاسبات پخش توان بر روی سه فاز این طراحی‌ها بدون رعایت کردن استانداردهای مناسب و یا با صرف زمان زیاد و همراه با خطا انجام می‌گیرد. در این مقاله سعی بر این است تا با بکارگیری قوانین رایج و معتبر در طراحی و با صرف کمترین زمان ممکن بتوان طراحی مناسب تابلو برق را انجام داد. به این منظور نرم افزار جدیدی ارائه شده که با استفاده از یک الگوریتم بهینه برای پخش توان، علاوه بر کاهش عدم تعادل بار، نقشه مناسب را با توجه به استانداردهای موجود ارائه می‌دهد. این نرم افزار در صورت استفاده در سیستم‌های توزیع می‌تواند با کمینه نمودن عدم تعادل، نقش بسیار بزرگی در بهینه‌سازی سیستم‌های توزیع ایفا نماید.

کلمات کلیدی: سیستم‌های توزیع، نرم افزارهای برق، پخش بار سه فاز.

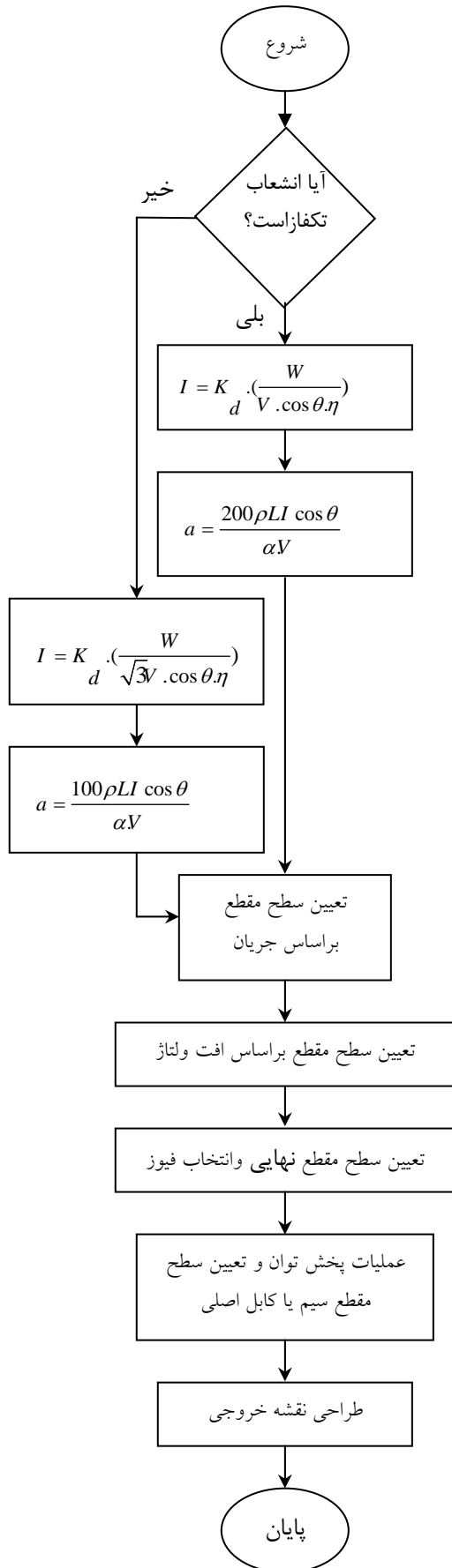
### ۱- مقدمه

### ۲- معرفی نرم افزار

این نرم افزار که برای طراحی تاسیسات الکتریکی فشار ضعیف و بر مبنای استانداردهای IEC و ملی ایران نوشته شده است [۵ و ۴]، دارای امکانات متنوعی از قبیل ایجاد پروژه، محاسبات سطح مقطع، مدارات فرمان و حفاظت موتور، تصحیح ضریب توان، اتصال زمین و استانداردهای آسانسور، مطابق شکل ۱ می‌باشد.

نقطه قوت این نرم‌افزار نسبت به نمونه‌های مشابه، قسمت اول آن یعنی ایجاد پروژه می‌باشد که از الگوریتم جدیدی جهت پخش بار کمک گرفته و می‌تواند نقش مؤثری در بهینه‌سازی سیستم‌های فشار ضعیف داشته باشد. به همین دلیل در ادامه مقاله فقط این امکان نرم افزار، تشریح شده است.

روشهای سنتی که برای طراحی تابلوهای برق استفاده می‌شود، علاوه بر صرف زمان زیاد و خطای قابل ملاحظه، در تقسیم بار بین سه فاز دقت کافی را ندارد. این تقسیم نامناسب توان، با اثرگذاری در لایه‌های بالاتر سیستم قدرت، باعث کاهش توانایی سیستم می‌شوند. معیار این طراحی‌ها روشهای معمول و بدون استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته در برنامه‌نویسی است [۳-۱]. در این مقاله، یک برنامه کامپیوتری جدید در زمینه تهیه نقشه‌های تابلوهای برق همراه با یک الگوریتم مناسب برای پخش بار ارائه گردیده که به کمک آن می‌توان مراحل طراحی را با سرعت و دقت بالا و در نظر گرفتن حداکثر تعادل در سیستم توزیع انجام داد.



شکل ۲: الگوریتم کلی برنامه



شکل ۱: صفحه اصلی نرم افزار

### ۳- ایجاد پروژه

الگوریتم کلی نرم افزار برای تعیین محاسبات مربوط به هر انشعاب فشار ضعیف بر اساس استانداردهای موجود در شکل ۲ داده شده است. این الگوریتم در دو بخش کلی تعیین سطح مقطع و الگوریتم پخش بار تشریح می گردد.

### ۳-۱- تعیین سطح مقطع

در تعیین سطح مقطع سیم یا کابل دو محدودیت، حداکثر جریان مجاز و درصد افت ولتاژ مجاز، باید مد نظر قرار داده شود. عبور جریان از هادی باعث ایجاد حرارت و افزایش جریان بیش از حد مجاز باعث از بین رفتن عایق یا هادی در اثر حرارت زیاد می شود. برای تعیین سطح مقطع سیمها یا کابلها براساس حداکثر جریان مجاز پس از محاسبه جریان بار اثر دمای محیط و همجواری سیمها از جداول مربوط لحاظ گردیده و سپس از جداول استاندارد ISIRI607 ایران و VDE0100112-69، سطح مقطع مناسب انتخاب می گردد.

اگر افت ولتاژ در سیم یا کابل از حد مجازی فراتر رود، کاهش ولتاژ در دو سر مصرف کننده باعث خرابی، عدم کارایی دستگاه یا کاهش عمر آن می گردد. بنابراین سطح مقطع براساس افت ولتاژ مجاز نیز باید از فرمولهای موجود محاسبه گردد. پس از محاسبه سطح مقطع به دو روش فوق بزرگترین سطح مقطع به عنوان سطح مقطع مناسب انتخاب و فیوز مناسب بر اساس جدول انتخاب می گردد.

### ۳-۲- الگوریتم پخش بار بین سه فاز

| S   | T  | R   | S  | T  | T  | S  | R  | S  | R |
|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----|---|
|     |    |     |    |    |    |    |    |    |   |
| 16  | 25 | 20  | 25 | 25 | 25 | 25 | 10 | 25 |   |
| 1.5 | 4  | 2.5 | 4  | 4  | 4  | 4  | 1  | 4  |   |

شکل ۳: یک نمونه خروجی برنامه

### ۴- شبیه سازی یک پروژه

به عنوان نمونه، پروژه طراحی سیستم برق‌رسانی را برای ۹ انشعاب فرعی از مرجع [۲]، انتخاب و اطلاعات مورد نیاز، شامل توان بار، ولتاژ، ضریب همزمانی، ضریب قدرت، دما، افت ولتاژ مجاز، طول سیم و راندمان را به عنوان ورودی به برنامه وارد و برنامه را اجرا می‌کنیم. نمونه شبیه سازی شده همراه با مقادیر ورودی و خروجی برنامه در شکل ۴ نشان داده شده است.

همانطور که مشاهده می‌شود با وارد کردن اطلاعات موردنیاز، خروجی برنامه یعنی جریان هرانشعاب، سطح مقطع بر اساس جریان، سطح مقطع براساس درصد افت ولتاژ، سطح مقطع نهایی و فیوز مناسب، محاسبه می‌گردد. پس از محاسبه سطح مقطع و فیوز با انتخاب عملیات پخش توان برنامه، پخش بار بر روی سه فاز انجام گرفته و اعداد  $43/1$ ،  $32/6$  و  $31/8$  برای سه فاز بدست می‌آید. که سطح مقطع سیم یا کابل اصلی، براساس بزرگترین جریان فاز بدست آمده یعنی  $43/1$  آمپر، ۱۰ میلیمتر مربع انتخاب می‌شود. در نهایت نقشه خروجی به همراه سطح مقطع و فیوز مناسب برای هر انشعاب مطابق شکل ۳ رسم می‌شود. نتایج پخش بار همین مثال بین سه فاز در مرجع [۲]، مقادیر  $30/35$ ،  $50/05$  و  $39/26$  می‌باشد که معیار انتخاب کابل اصلی، جریان  $50/05$  بوده ضمن این که عدم تعادل بین سه فاز بسیار زیاد می‌باشد. مشاهده می‌گردد که نتایج

پس از محاسبه جریان بار روی انشعابات فرعی باید پخش بار مناسب بر روی سه فاز صورت گیرد تا عدم تعادل به حداقل ممکن کاهش یابد و سپس بر اساس این پخش توان، سطح مقطع سیم یا کابل اصلی محاسبه گردد.

در این نرم افزار الگوریتم جدیدی برای پخش بار ارائه گردیده است، به این صورت که در مرحله اول تمام جریان های بدست آمده را به صورت صعودی تنظیم نموده و بزرگترین جریان ها را بین سه فاز تقسیم می‌کنیم. در مرحله بعد از بین جریانهای باقیمانده، سه جریان ماکزیمم را به ترتیب به جریانهای قبلی به شکل معکوس اضافه می‌کنیم. در مرحله سوم مجموع دو جریان مراحل قبل را برای سه فاز بدست آورده و آنها را مرتب می‌کنیم، سپس سه جریان ماکزیمم از جریانهای باقیمانده را بر اساس مجموع جریانهای دو مرحله قبل و به شکل معکوس بین سه فاز تقسیم می‌کنیم. به همین روند این الگوریتم تا پایان یافتن جریانهای ادامه می‌یابد تا پخش توان بر روی سه فاز به طور کامل بدست آید. پس از این مرحله معیاری برای مقایسه بدست می‌آوریم. این الگوریتم را می‌توان از جریانهای مینیمم نیز شروع و به جوابهای دیگری نیز رسید که البته جواب مناسبتر بین دو حالت فوق انتخاب خواهد شد. معیار مقایسه بین روشهای مختلف پخش توان، مجموع اختلاف جریان فازها با مقدار متوسط جریان، در نظر گرفته شده است. البته طبیعی است هر چه تعداد مصرف‌کننده‌ها بیشتر باشد پخش توان بهتری بین سه فاز انجام می‌گیرد.

### ۳-۳- خروجی برنامه

از دیگر خصوصیات این نرم‌افزار طراحی نقشه خروجی بر اساس اطلاعات ورودی مصرف‌کنندگان است. پس از طی مراحل محاسباتی و عملیات پخش توان، نقشه مربوطه ترسیم می‌گردد. شکل ۳ یک نمونه نقشه خروجی را نشان می‌دهد.

| ID | توان | ولتاژ | جریان  | سطح مقطع بر اساس افت ولتاژ | سطح مقطع بر اساس جریان | سطح مقطع مناسب | فیوز |
|----|------|-------|--------|----------------------------|------------------------|----------------|------|
| 1  | 1500 | 220   | 6.818  | 1.28                       | 1                      | 1.5            | 16   |
| 2  | 2000 | 220   | 9.091  | 2.56                       | 1                      | 4              | 25   |
| 3  | 2000 | 220   | 11.364 | 2.05                       | 1                      | 2.5            | 20   |
| 4  | 2000 | 220   | 11.364 | 2.56                       | 1                      | 4              | 25   |
| 5  | 2500 | 220   | 11.364 | 3.2                        | 1                      | 4              | 25   |
| 6  | 2500 | 220   | 11.364 | 3.2                        | 1                      | 4              | 25   |
| 7  | 3000 | 220   | 13.636 | 3.84                       | 1.5                    | 4              | 25   |
| 8  | 6000 | 380   | 9.116  | 0.86                       | 1                      | 1              | 10   |
| 9  | 2660 | 220   | 24.675 | 3.24                       | 4                      | 4              | 25   |

**پخش توان**

|                  |             |             |
|------------------|-------------|-------------|
| جریان فاز R      | جریان فاز S | جریان فاز T |
| R0=24.675        | S0=13.636   | T0=11.364   |
| R1=11.364        | S1=11.364   | T1=11.364   |
| R2=9.116         | S2=6.818    | T2=9.091    |
| R3=0             | S3=9.116    | T3=9.116    |
| ۲۲,۱ کل جریان کل |             |             |

سطح مقطع محاسبه شده بر اساس افت ولتاژ = ۲,۱۱ میلیمتر مربع  
 سطح مقطع بر اساس جریان = ۱۰ میلیمتر مربع  
 سطح مقطع مناسب = ۱۰ میلیمتر مربع  
 بزرگترین جریان فاز با در نظر گرفتن ضریب همزمانی = ۲۲,۱ آمپر

شکل ۴: اجرای نرم افزار برای ۹ انشعاب فرعی

### مراجع

- [۱] مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی کارهای ساختمانی، جلد اول تاسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۸۴
- [۲] تاسیسات الکتریکی، دکتر حسن کلهر، ۱۳۶۴
- [۳] طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمانها، مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۲.
- [۴] نشریه استاندارد ایران شماره ۱۹۳۶
- [۵] استاندارد IEC 364-5-523

نرم افزار موجود، هم از نظر اقتصادی و هم از نظر توزیع یکنواخت بار بین سه فاز، تا حد زیادی بهبود یافته است.

### ۵- نتیجه گیری

در این مقاله یک نرم افزار جدید برای طراحی تابلوهای برق همراه با یک الگوریتم مناسب و کارآمد برای پخش بار معرفی گردید.

نتایج بدست آمده ضمن دارا بودن سرعت و دقت مناسب و ترسیم نقشه مربوط به پخش توان در سیستم، نشان دهنده از بین رفتن تقریبی عدم تعادل در سیستمهای توزیع می باشد که از اهمیت بسزایی برخوردار است.