

---

# فیبرنوری

---

مهندس منصور سعیدی

مهندس فریبا نادری

## فهرست فیا

|                        |                                                |
|------------------------|------------------------------------------------|
| سرشناسه                | : سعیدی، منصور، ۱۳۴۷-                          |
| عنوان و نام پدیدآورنده | : فیر نوری / مهندس منصور سعیدی، فیر نادری.     |
| مشخصات نشر             | : تهران: علم نو، ۱۳۹۱.                         |
| مشخصات ظاهری           | : ۷۲ ص.                                        |
| فروست                  | : سری کتاب‌های حکم (حفاظت، کنترل، مخابرات)؛ ۱. |
| شابک                   | : ۹۷۸-۶۰۰-۶۵۹۹-۰۲-۱                            |
| وضعیت فهرست‌نویسی      | : فیا                                          |
| موضوع                  | : ارتباطات نوری                                |
| موضوع                  | : الیاف نوری                                   |
| شناسه افزوده           | : نادری، فیر، ۱۳۴۳-                            |
| رده‌بندی کنگره         | : ۱۳۹۱ ف ۹/۵۹/۳/۵۱ TK۵۱                        |
| رده‌بندی دیویی         | : ۶۲۱/۳۸۲۷                                     |
| شماره کتاب‌شناسی ملی   | : ۲۸۷۹۱۴۹                                      |



|                         |                                    |
|-------------------------|------------------------------------|
| ناشر:                   | علم نو                             |
| نام کتاب:               | فیر نوری                           |
| نویسنده:                | مهندس منصور سعیدی، مهندس فیر نادری |
| گرافیکست و صفحه‌آرا:    | ولی جورلو                          |
| چاپ:                    | نوبت اول، ۱۳۹۱                     |
| شمارگان:                | ۱۰۰۰ نسخه                          |
| لیتوگرافی، چاپ و صحافی: | چاپ گل آذین                        |
| قیمت:                   | ۲۸۰۰۰ ریال                         |
| شابک:                   | ۹۷۸-۶۰۰-۶۵۹۹-۰۲-۱                  |

تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخر رازی، خیابان شهید وحید نظری، بن‌بست فرزانه، شماره ۷، واحد ۳، تلفن: ۶۶۴۱۹۲۷۶

## فهرست

|         |                                               |
|---------|-----------------------------------------------|
| ۷.....  | سخن ناشر                                      |
| ۹.....  | پیش‌گفتار                                     |
| ۱۱..... | مفاهیم اولیه                                  |
| ۱۴..... | انواع فیبر نوری                               |
| ۲۲..... | پارامترهای فیبر نوری                          |
| ۳۰..... | پاشندگی رنگی                                  |
| ۳۳..... | ضریب غیر خطی                                  |
| ۳۵..... | پارامترهای انتقال در فیبر نوری                |
| ۳۷..... | دلیل به وجود آمدن انواع فیبرهای تک مد         |
| ۴۰..... | آشنایی مختصر با برخی فیبرها با کاربردهای ویژه |
| ۴۲..... | کابل‌های نوری                                 |
| ۴۶..... | ساختار کابل نوری                              |
| ۵۵..... | انواع کابل فیبر نوری                          |
| ۵۹..... | OPGW (Optical Ground Wire)                    |
| ۶۳..... | کابل‌های تمام عایق                            |
| ۶۶..... | استانداردهای فیبر نوری                        |

## سخن فاشور

انتشارات علم نو فعالیت خود را با هدف ارائه کتاب‌های نوین در تمام زمینه‌ها آغاز نموده و در این راه کوشیده تا با همکاری مؤلفین صاحب سبک، گامی هر چند کوچک در جهت ارتقاء سطح علمی جامعه بردارد.

سری کتاب‌های آموزشی و کاربردی حکم (حفاظت- کنترل- مخابرات) با اتکاء به دانش و تجربیات متخصصین فعال در عرصه صنعت برق ایران و با هدف افزایش دانش فنی و مهارت گروه‌های فعال در این صنعت به چاپ رسیده است.

ضمن تشکر از زحمات همکارانی که مسئولیت تألیف، ویرایش، تدوین و چاپ و نشر این اثر را بر عهده داشته‌اند، امید است انتشار این سری کتاب‌ها بتواند گامی مؤثر در جهت تحقق اهداف یاد شده محسوب شده و برای کلیه گروه‌های فعال در عرصه صنعت برق مفید واقع شود.

بی‌شک پیشنهادات و انتقادات سازنده تمامی عزیزان و صاحب نظران، ما را در اصلاح آثار تخصصی در این حوزه یاری خواهد نمود.

شایان ذکر است این کتاب‌ها در قالب کاربردی (و نه آکادمیک) نوشته شده و سعی شده تا به نحوی باشد که مورد استفاده همه گروه‌ها، اعم از مهندسين مشاور،

طراح و فعال در سایت‌ها و مهندسین جوانی که به تازگی فعالیت حرفه‌ای خود را شروع نموده‌اند، قرار گیرد؛ لذا از درج فرمول‌های غیرکاربردی اجتناب شده است.

## پیشگفتار

ارتباطات را می‌توان به طور کلی انتقال اطلاعات از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر توصیف کرد. برای انتقال اطلاعات در یک فاصله معین به یک سیستم ارتباطی نیاز است. انتقال اطلاعات در فیبر نوری، با سوار کردن یا مدولاسیون آنها توسط یک موج الکترومغناطیسی که نقش حامل برای سیگنال اطلاعاتی را ایفا می‌کند، حاصل می‌شود. موج حامل مدوله شده به مقصد ارسال می‌گردد و پس از دریافت در مقصد سیگنال اطلاعات به روش دمدولاسیون از آن استخراج می‌شود.

به دلیل کمبود ظرفیت کانال‌ها در فرکانس‌های مایکروویو نسبت به احتیاج روزانه، می‌توان فکر استفاده از کاربر با فرکانس‌های بالاتر را ایجاد نمود. با افزایش فرکانس‌های کاربر پهنای باند نیز گسترش می‌یابد، در نتیجه به طور هم‌زمان اطلاعات بیشتری را می‌توان منتقل نمود.

به دلیل بالا بودن فرکانس نور، از دیرباز دانشمندان در پی استفاده از آن در امور ارتباطات بوده‌اند، ولی به دلیل نداشتن محیط و منابع مناسب جهت تولید و انتقال نور تا نیمه دوم قرن بیستم استفاده چندانی از آن نشد. اولین محیطی که مدنظر قرار گرفت هوا بود، ولی به دلیل تغییراتی که به صورت اتفاقی در هوا ایجاد

می‌شود، هوا را نمی‌توان محیط مناسبی جهت انتشار امواج مخابرات نوری دانست. اولین بار در سال ۱۹۶۰ پیشنهاد استفاده از محیط انتشار مناسب برای انتقال نور و هدایت آن از طرف دانشمند ژاپنی بنام «کانو» مطرح شد و شیشه را برای این محیط معرفی نمود و اعلام کرد که ماکزیمم میزان تضعیف باید  $20 \text{ dB/km}$  باشد تا بتوان حداقل یک درصد انرژی را منتقل نمود و چهار سال بعد، یعنی در سال ۱۹۶۴، شیشه‌ای با ضریب تضعیف  $16 \text{ dB/km}$  ساخته شد و از آن به بعد مخابرات نوری شروع به پیشرفت کرد.

به عبارتی، فیبر نوری یک موجبر نوری می‌باشد که وظیفه اصلی آن انتقال اطلاعات و داده‌ها به وسیله سیگنال‌های نوری است.

در سال ۱۹۷۰ با ساخته شدن لیزرهای نیمه هادی که در دمای اتاق کار می‌کردند استفاده از فیبر نوری به طور گسترده امکان پذیر شد. و بدین ترتیب فیبر در مخابرات، شبکه‌های داخلی کامپیوتر و صنعت برق جهت ارسال و دریافت اطلاعات با سرعت بالا و برای مسافت‌های طولانی‌تر مورد استفاده قرار گرفت.