



مؤسسه فرهنگی هنری  
دیباجران تهران

به نام خدا

**راهنمای کامل**

**تعمیر بردهای الکترونیکی**

**آموزش جامع قطعه شناسی و عیب یابی**

**از مبتدی تا حرفه ای**

مؤلف:

**محمد حسن مرسلی**



هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

## «عنوان کتاب: راهنمای کامل تعمیر بردهای الکترونیکی آموزش جامع قطعه شناسی و عیب یابی-از مبتدی تا حرفه ای

«مؤلف: محمدحسن مرسلی

«ناشر: مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

«ویراستار: مهدیه مخبری

«صفحه آرای: نازنین نصیری

«طراح جلد: داریوش فرسای

«نوبت چاپ: اول

«تاریخ نشر: ۱۴۰۴

«چاپ و صحافی: بصیرت

«تیراژ: ۱۰۰ جلد

«قیمت: ۳۳۰۰۰۰۰ ریال

«شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۹۵۸-۷

«نشانی واحد فروش: تهران-خیابان انقلاب-

خ شهدای ژاندارمری-بین خ فخررازی و ۱۲ فروردین-

پلاک ۸۸ طبقه دوم-واحد ۴ تلفن ها: ۶۶۹۵۶۸۹۴-۶۶۹۵۷۴۹

«فروشگاههای اینترنتی دیباگران تهران :

**WWW.MFTBOOK.IR**

**www.dibagartehran.com**

سرشناسه: مرسلی، محمدحسن، ۱۳۵۷-  
عنوان و نام پدیدآور: راهنمای کامل تعمیر بردهای الکترونیکی: آموزش  
جامع قطعه شناسی و عیب یابی از مبتدی تا حرفه ای  
/محمدحسن مرسلی؛  
ویراستار: مهدیه مخبری.  
مشخصات نشر: تهران: دیباگران تهران: ۱۴۰۴  
مشخصات ظاهری: ۱۸۶ ص: مصور،  
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۹۵۸-۷  
وضعیت فهرست نویسی: فیبا  
موضوع: ابزار و تجهیزات الکترونیکی-نگهداری و تعمیر  
موضوع: Electronic instruments-maintenance and repair  
موضوع: مدارهای الکترونیکی-نگهداری و تعمیر  
موضوع: Electronic circuits-maintenance and repair  
رده بندی کنگره: ۴/۷۸۷۸ TK  
رده بندی دیویی: ۳۸۱۵۴/۶۳۱  
شماره کتابشناسی ملی: ۱۰۲۷۱۲۸۱

نشانی تلگرام: @mftbook      نشانی اینستاگرام: dibagaran\_publishing

هر کتاب دیباگران، یک فرصت جدید علمی و شغلی.

هر گوشی همراه، یک فروشگاه کتاب دیباگران تهران.

از طریق سایتهای دیباگران، در هر جای ایران به کتابهای ما دسترسی دارید.

## فهرست مطالب

|                        |   |
|------------------------|---|
| مقدمه ناشر .....       | ۶ |
| درباره نویسنده .....   | ۷ |
| پیشگفتار نویسنده ..... | ۸ |
| قدردانی و تشکر .....   | ۹ |

### فصل ۱ مقدمه‌ای بر دنیای بردهای الکترونیکی .....

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| ساختمان برد الکترونیکی .....              | ۱۱ |
| ساختار اتصالات در بردهای الکترونیکی ..... | ۱۱ |
| خودآزمایی ۱ .....                         | ۱۲ |

### فصل ۲ تاریخچه برق و الکترونیک .....

|                   |    |
|-------------------|----|
| خودآزمایی ۲ ..... | ۲۰ |
|-------------------|----|

### فصل ۳ مبانی الکتریسیته .....

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| بار الکتریکی .....                               | ۲۱ |
| روش‌های تولید الکتریسیته .....                   | ۲۳ |
| پتانسیل الکتریکی یا ولتاژ (Voltage source) ..... | ۲۵ |
| جریان الکتریکی (electric current) .....          | ۲۶ |
| انواع منابع ولتاژ .....                          | ۲۷ |
| روش اندازه‌گیری ولتاژ و جریان .....              | ۳۱ |
| انواع مواد از نظر هدایت الکتریکی .....           | ۳۳ |
| قانون اهم .....                                  | ۳۵ |
| خودآزمایی ۳ .....                                | ۳۷ |

### فصل ۴ قطعه‌شناسی .....

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| کلیدهای پرکاربرد در بردهای الکترونیکی .....        | ۳۹ |
| انواع کلید برق مکانیکی براساس پل‌ها و راه‌ها ..... | ۳۹ |
| فیوز .....                                         | ۴۲ |
| انواع فیوز در بردهای الکترونیکی .....              | ۴۴ |
| ادامه قانون اهم .....                              | ۴۶ |
| توان الکتریکی .....                                | ۴۷ |

|     |                                     |
|-----|-------------------------------------|
| ۴۹  | انواع مقاومت الکتریکی               |
| ۵۴  | انواع پتانسیومتر                    |
| ۵۵  | مقاومت‌های تابع شرایط محیط          |
| ۵۸  | خودآزمایی ۴                         |
| ۶۰  | خازن                                |
| ۶۴  | انواع خازن                          |
| ۶۹  | روش ظرفیت‌خوانی خازن‌ها از روی بدنه |
| ۷۰  | کاربرد خازن در مدارهای الکترونیکی   |
| ۷۲  | خودآزمایی ۵                         |
| ۷۴  | سلف                                 |
| ۷۷  | انواع سلف                           |
| ۸۲  | کاربر سلف در مدارهای الکترونیکی     |
| ۸۴  | ترانسفورماتور                       |
| ۸۷  | روش عیب‌یابی ترانسفورماتور          |
| ۸۸  | خودآزمایی ۶                         |
| ۹۰  | دیود                                |
| ۹۵  | انواع دیود                          |
| ۱۰۳ | خودآزمایی ۷                         |
| ۱۰۵ | ترانزیستور                          |
| ۱۰۵ | ترانزیستورهای پیوند دوقطبی          |
| ۱۱۲ | ترانزیستورهای اثر میدان             |
| ۱۱۶ | تریستور                             |
| ۱۱۹ | تراپاک                              |
| ۱۲۲ | آی‌جی‌بی‌تی                         |
| ۱۲۴ | خودآزمایی ۸                         |
| ۱۲۵ | رله الکترومکانیکی                   |
| ۱۲۸ | خودآزمایی ۹                         |
| ۱۲۹ | اپتوکوپلر                           |
| ۱۳۳ | خودآزمایی ۱۰                        |
| ۱۳۳ | آی‌سی رگولاتور                      |
| ۱۳۷ | خودآزمایی ۱۱                        |
| ۱۳۸ | آی‌سی                               |
| ۱۴۰ | خودآزمایی ۱۲                        |

## فصل ۵ الکترونیک دیجیتال ..... ۱۴۱

|     |                                        |
|-----|----------------------------------------|
| ۱۴۲ | ..... دروازه منطقی AND                 |
| ۱۴۲ | ..... دروازه منطقی OR                  |
| ۱۴۳ | ..... دروازه منطقی NOT                 |
| ۱۴۳ | ..... دروازه منطقی NAND                |
| ۱۴۴ | ..... دروازه منطقی NOR                 |
| ۱۴۴ | ..... دروازه منطقی XOR                 |
| ۱۴۵ | ..... دروازه منطقی XNOR                |
| ۱۴۵ | ..... کاربرد دروازه‌های منطقی          |
| ۱۴۶ | ..... انکدر                            |
| ۱۴۷ | ..... دیکدر                            |
| ۱۴۸ | ..... نمایشگر سون سگمنت                |
| ۱۴۹ | ..... آی سی میکروکنترلر - میکروپروسسور |
| ۱۵۰ | ..... روش عیب‌یابی آی سی‌ها            |
| ۱۵۳ | ..... کریستال                          |
| ۱۵۴ | ..... آی سی‌های درایور                 |
| ۱۵۵ | ..... آی سی‌های آنالوگ                 |
| ۱۵۸ | ..... خودآزمایی ۱۳                     |

## فصل ۶ اصول کلی تعمیر بردهای الکترونیکی ..... ۱۶۰

|     |                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------------------|
| ۱۶۱ | ..... بخش‌بندی برد به قسمت‌های سرد و گرم                            |
| ۱۶۱ | ..... بخش‌بندی برد به چهار بخش                                      |
| ۱۶۱ | ..... ۱- بلوک تغذیه                                                 |
| ۱۶۵ | ..... الف- تغذیه خطی                                                |
| ۱۶۶ | ..... ب- تغذیه سوئیچینگ                                             |
| ۱۷۲ | ..... ۲- بلوک پردازش                                                |
| ۱۷۳ | ..... ۳- بلوک خروجی                                                 |
| ۱۷۳ | ..... ۴- بلوک فیدبک                                                 |
| ۱۷۴ | ..... فوچارت عیب‌یابی بردهای الکترونیکی                             |
| ۱۸۱ | ..... فهرست ابزارهای اولیه برای تجهیز میز تعمیرات بردهای الکترونیکی |

۱۸۳..... منابع

۱۸۵..... پاسخ خودآزمایی‌ها

خط‌مشی انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب‌هایی با کیفیت عالی است که بتواند  
خواسته‌های به‌روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد.  
هر کتاب دیباگران تهران، یک فرصت جدید شغلی و علمی

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بی‌کران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگی این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی و آموزشی گام‌هایی هرچند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم.

گسترده‌گی علوم و سرعت توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح جهان هستیم. این گسترش و توسعه، نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش برجسته نموده است.

در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران و محققان در زمینه‌های گوناگون و مورد نیاز جامعه تلاش نموده برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پُر بار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقمندان قرار دهد.

کتابی که در دست‌دارید تألیف "جناب آقای محمد حسن مرسلی" است که با تلاش همکاران ما در نشر دیباگران تهران منتشر گشته و شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

با نظرات خود مشوق و راهنمای ما باشید

با ارائه نظرات و پیشنهادات و خواسته‌های خود، به ما کمک کنید تا بهتر و دقیق‌تر در جهت رفع نیازهای علمی و آموزشی کشورمان قدم برداریم. برای رساندن پیام‌هایتان به ما از رسانه‌های دیباگران تهران شامل سایتهای فروشگاهی و صفحه اینستاگرام و شماره‌های تماس که در صفحه شناسنامه کتاب آمده استفاده نمایید.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران  
dibagaran@mftplus.com



محمدحسن مرسلی، متولد ۱۳۵۷ در تهران، از نوجوانی به سازوکار دستگاه‌های برقی علاقه‌مند شد. نخستین تجربه جسورانه او در تعمیرات، در ۱۳ سالگی و هنگام تحصیل در مدرسه راهنمایی نمونه دولتی اسوه رقم خورد؛ زمانی که بدون آشنایی رسمی با تعمیر لوازم برقی — جز همان مدار «باتری-کلید-لامپ» کتاب‌های ابتدایی — با اتکا به کنجکاوی و اعتمادبه‌نفس، یک دستگاه ضبط و پخش نوار کاست را باز کرد. ایراد ساده بود: کشی انتقال حرکت از آرمیچر جدا شده بود. همین تجربه موفقیت‌آمیز، تشویق والدین را در پی داشت و او را بیش‌ازپیش به مونتاژ و تکمیل کیت‌های الکترونیکی آن زمان علاقه‌مند کرد.

سال‌های دبیرستان را در مدرسه نمونه دولتی امام صادق (ع) گذراند و هم‌زمان در یک مغازه تعمیر لوازم صوتی و تصویری کارآموزی کرد. سپس در دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران در رشته برق-الکترونیک دوره کارشناسی را گذراند و پروژه پایانی خود را با ساخت یک منبع تغذیه سوئیچینگ PWM با موفقیت به اتمام رساند. پس از دانش‌آموختگی، به آموزش و پرورش پیوست و در دانشگاه و هنرستان‌ها به تدریس در رشته برق و الکترونیک پرداخت. در کنار کارهای آموزشی، با فعالیت در شرکت‌های الکترونیکی، پیوند خود را با صنعت و خدمات در حوزه برق و الکترونیک حفظ کرد.

روحیه دانش‌افزایی او همواره سبب شده است تا در زمینه علم برق و الکترونیک به‌روز بماند و گواهی‌های مهارت در زمینه تعمیر بردهای الکترونیکی، تعمیر تلویزیون و نیز طراحی و اجرای ساختمان‌های هوشمند را کسب کند. اکنون با نزدیک به سه دهه تجربه در تعمیر لوازم برقی و بردهای الکترونیکی و تدریس در مراکز فنی‌وحرفه‌ای، دانش و تجربه خود را در این کتاب به علاقه‌مندان ارائه می‌کند؛ امید که سودمند افتد.



هر روز که می‌گذرد، وابستگی ما به بردهای الکترونیکی بیش‌تر می‌شود و در نتیجه، نیاز به دانشی دقیق و کاربردی برای عیب‌یابی و تعمیر آن‌ها اهمیتی دوچندان می‌یابد. همین نیاز، حرفه تعمیر بردهای الکترونیکی را به شغلی تخصصی و درآمدزا تبدیل کرده است.

کتاب پیش رو حاصل سال‌ها تجربه، آزمون و خطا و ساعت‌های بی‌شمار کار عملی بر روی مدارها و بردهای مدار چاپی است. چون سال‌ها در دانشگاه، مراکز فنی و حرفه‌ای و هنرستان‌ها تدریس کرده‌ام، با چالش‌هایی که هنرجویان در فهم مباحث تعمیرات با آن روبه‌رو می‌شوند آشنا هستم؛ به همین دلیل کوشیده‌ام مطالب را با زبانی روشن و گام‌به‌گام ارائه کنم تا برای تعمیرکاران، تکنسین‌ها و علاقه‌مندان قابل استفاده و اجرا باشد. هدف این اثر صرفاً آموزش تئوری نیست؛ بلکه انتقال دانشی به‌روز و عملی است تا خواننده بتواند آن را در کارگاه و میدان عمل به‌کار گیرد. برای این منظور از پرداختن به مباحث نظری الکترونیک که کاربردی در حوزه تعمیرات ندارند پرهیز کرده‌ام و فقط به آن بخش‌هایی پرداخته‌ام که برای یک تعمیرکار حرفه‌ای و تخصصی مورد نیاز است.

در کنار اصول پایه، بر نکته‌های ظریف و کلیدی‌ای تأکید شده که معمولاً در کلاس‌های رسمی یا کتاب‌های درسی کمتر دیده می‌شوند؛ از روش‌های اندازه‌گیری زیر بار و تحلیل علائم خرابی تا خطاهای رایج و راه‌های پیشگیری. زیرا تعمیر برد فقط یک مهارت فنی نیست؛ نوعی هنر دقیق است که به حوصله، درک عمیق از رفتار اجزا و رعایت سخت‌گیرانه ایمنی نیاز دارد.

چگونه از این کتاب استفاده کنید:

- در ابتدای هر بخش اهداف یادگیری آمده است و در ادامه نحوه استفاده از ابزار مورد نیاز تعمیرات و عیب‌یابی توضیح داده شده است.
- نمادهای فنی و روش تشخیص قطعات روی بردهای الکترونیکی
- توضیحات با مثال‌های واقعی تست و روش عیب‌یابی قطعات الکترونیکی همراه است.
- در پایان هر بخش پرسش‌های چهارگزینه‌ای برای سنجش یادگیری ارائه شده است.
- نکته: ترفندها و تجربه‌های کاملاً خاص و کاربردی برای عیب‌یابی که در سایر کتاب‌ها و منابع آموزشی دیده نمی‌شود.
- هشدار: به موارد ایمنی و خطر در آزمایش‌های قسمت‌های مختلف برد پرداخته شده است.
- اشتباه رایج: دام‌هایی که معمولاً باعث آسیب دستگاه می‌شود

امیدوارم این کتاب راهنمایی کارساز برای هنرجویان، کارآموزان و تعمیرکارانی باشد که می‌خواهند دنیای جذاب اما چالش‌برانگیز عیب‌یابی و تعمیر بردهای الکترونیکی را حرفه‌ای و ایمن دنبال کنند.



## قدردانی و تشکر

در آغاز، صمیمانه‌ترین سپاس خود را تقدیم می‌کنم به همسر عزیزم که با صبوری، محبت و همراهی بی‌دریغش در همهٔ مراحل نگارش و بازنگری این کتاب پشتیبان من بود. بدون حمایت‌های بی‌وقفه، دلگرمی‌های مهربانانه و ایمان همیشگی او، پیمودن این مسیر دشوار ممکن نبود. این اثر قطعاً بدون حضور و دلگرمی‌های او به نتیجه نمی‌رسید.

همچنین با احترامی بی‌پایان، این اثر را به یاد پدر مهربانم تقدیم می‌کنم؛ انسانی شریف که بی‌منت برای پیشرفت علمی‌ام با سخاوت و فداکاری تلاش می‌کرد. بی‌شک خاطره‌های او همواره چراغ راه زندگی و کوشش‌هایم باقی خواهد ماند.