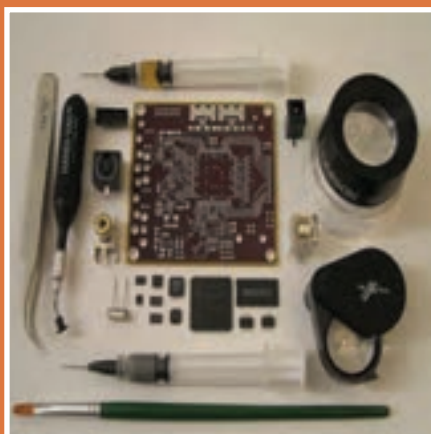


## پودمان ۲

### مونتاژ قطعات SMD



در صنعت الکترونیک قطعات متعددی وجود دارند که با توجه به ویژگی‌های مخصوص خود، به صورت SMD ساخته می‌شوند. در این فصل به چگونگی تولید و مونتاژ بردهای الکترونیک می‌پردازیم. در فرایند آموزش، ابتدا در مورد انواع روش‌های مونتاژ قطعات نصب سطحی (SMD) توضیح می‌دهیم، سپس تعدادی قطعه SMD را روی یک نمونه برد اوراقی به کمک ابزارهای مونتاژ قطعات SMD نصب می‌کنیم. از آنجا که مونتاژ و دمونتاژ قطعات SMD از ظرافت و دقت خاصی برخوردار است، اغلب بردهای SMD فشرده (Compact) توسط ربات‌های مخصوص که دستگاه «پیک آند پلیس» (Pick and Place) نامیده می‌شود صورت می‌گیرد. مفهوم لغتی این دستگاه بردار و بگذار است. با توجه به اینکه تهیه این دستگاه در هنرستان‌ها امکان‌پذیر نیست لازم است دانش و مهارت خود را از طریق مشاهده فیلم، بازدید و دوره‌های کارآموزی در کارخانه‌های مرتبط ارتقا دهید. یادآوری می‌شود که امکان مونتاژ قطعات SMD با ابعاد میلی‌متری با استفاده از ابزارهای خاص مانند Loop امکان‌پذیر است.

## واحد یادگیری ۳

### نصب قطعات SMD

#### آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- چگونه می‌توانیم قطعات SMD را مونتاژ کنیم؟
  - اتصال یک قطعه SMD بعد از مونتاژ چه ویژگی‌هایی باید داشته باشد؟
  - برای مونتاژ قطعات SMD از چه موادی استفاده می‌شود؟
  - برای مونتاژ قطعات SMD چه روش‌هایی وجود دارد؟
  - برای مونتاژ قطعات SMD از چه ابزارها و تجهیزات استفاده می‌شود؟
  - مونتاژ قطعات الکترونیکی SMD با مونتاژ قطعات مجزا (discrete) چه تفاوت‌هایی دارد؟
  - چرا تقریباً در همه دستگاه‌های الکترونیکی به روز از قطعات SMD استفاده شده است؟
- پس از اتمام این واحد یادگیری، فراگیرنده باید علاوه بر کسب مهارت در انتخاب روش‌های مونتاژ این نوع قطعات و به‌کارگیری ابزارهای مورد نیاز، مهارت لازم را در اجرای مونتاژکاری قطعات نصب سطحی کسب کند. یادآور می‌شود که مونتاژ قطعات SMD با سه روش دستی، اتوماتیک و نیمه‌اتوماتیک صورت می‌گیرد. در این واحد یادگیری تأکید بر مونتاژ قطعات به صورت دستی داریم. نکات ایمنی و بهداشت و مهارت‌های غیرفنی مانند مسئولیت‌پذیری، کار گروهی، نظم در کار، توجه به محیط زیست و اخلاق حرفه‌ای با توجه به اهمیتی که دارد باید در تمام موارد رعایت شود.

#### استاندارد عملکرد

نصب قطعات SMD روی برد اوراقی براساس استانداردهای تعریف شده

## ۱-۳ مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

هویه قلمی- هویه هوای گرم- هویه پنسی- خمیر قلع (لحیم)- مایع فلاکس (روغن لحیم)- سیم لحیم- روغن لحیم- قلع کش- پایه هویه- اسفنج مخصوص پاک کننده نوک هویه- فیبر اوراقی SMD- لوازم التحریر- سنباده- پنس - دستمال نخی

## ۲-۳ کارگاه‌های مونتاژ دستی بردهای الکترونیکی

فیلم مربوط به انواع بردهای SMD را مشاهده کنید.

فیلم



دو مورد از مزایای استفاده از قطعات SMD را نام ببرید.

پرسش

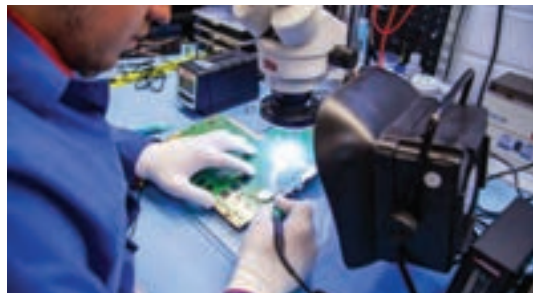


در این کارگاه‌ها تمام کارها توسط اپراتور و به صورت دستی انجام می‌شود. شخصی که در این نوع کارگاه‌ها کار می‌کند را مونتاژکار قطعات الکترونیکی می‌نامند. در فرایند مونتاژ، قطعات را به صورت دستی روی برد می‌گذارند و عمل لحیم کاری را با هویه یا هویه هوای گرم (داغ) به صورت دستی انجام می‌دهند. شکل ۱-۳ یک نمونه مونتاژ دستی قطعات الکترونیکی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳ کارگاه مونتاژ دستی قطعات الکترونیکی

در شکل ۲-۳ نمونه دیگری از مونتاژ دستی برد الکترونیکی تلفیقی TH و SMD را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲-۳ مونتاژ دستی بردهای الکترونیکی

لحیم کاری دستی قطعات SMD را با دو روش استفاده از هویه معمولی و هویه هوای گرم و خمیر قلع انجام می دهند، شکل ۳-۳ تصویر یک نمونه مونتاژ دستی قطعات SMD را نشان می دهد.

### ■ لحیم کاری قطعات SMD با استفاده از هویه

فیلم لحیم کاری قطعات SMD با استفاده از هویه را ببینید.

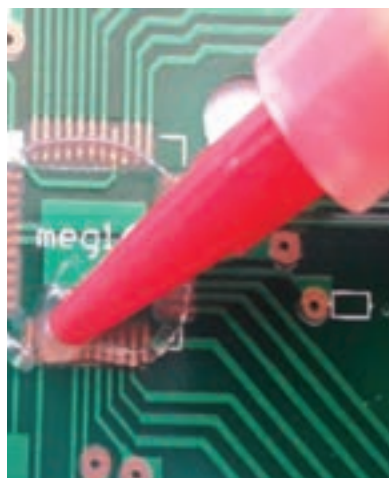
فیلم



در این روش ابتدا سطوح مورد نظر را به فلاکس یا روغن لحیم آغشته می کنند. سپس لایه ای از قلع، یا خمیر قلع روی آن می گذارند. سپس قطعه را در محل مربوطه قرار می دهند در انتها به وسیله هویه مخصوص SMD و لحیم یا خمیر لحیم پایه ها را قلع اندود می کنند. محل قرار گرفتن پایه های قطعات باید یکنواخت و بدون اتصال به یکدیگر باشد و حالت برجسته و براق پیدا کند. در روش دیگر اجراء محل قرار گرفتن قطعات روی برد مدار چاپی را هم قلع اندود می کنند سپس قطعه را روی برد می گذارند و عمل لحیم کاری را انجام می دهند. مراحل اجرای کار به شرح زیر است:

شکل ۳-۳ تصویر یک نمونه مونتاژ دستی قطعات SMD

✓ آغشته کردن محل لحیم کاری به ماده فلاکس یا روغن لحیم شکل ۳-۴.



شکل ۳-۴ اضافه کردن مایع فلاکس در محل قرار گیری قطعه

- ✓ قلع اندود کردن محل پایه ها با استفاده از هویه، لحیم مفتولی یا خمیر قلع (لحیم)، شکل ۳-۵.
- ✓ به وسیله حلال مناسب پاک کننده، مانند بنزین، الکل، تینر یا اسپری های مخصوص پاک کردن برد،



شکل ۳-۵ قلع اندود کردن محل پایه ها با هویه و سیم لحیم



شکل ۳-۶ پاک کردن سطح زیر قطعه به کمک ابرهای اسفنجی

محل قطعه و اطراف آن را با مسواک شست و شو دهید. سپس قبل از اینکه حلال تبخیر شود از ابرهای اسفنجی استفاده کنید و آن را با فشار زیاد روی سطح برد بکشید تا سطح لحیم کاری شده از روغن لحیم و ذرات ریز پاک شود، شکل ۶-۳.

✓ با کمک پنس، قطعه یا IC مورد نظر را در محل خود تنظیم کنید.

✓ در فرایند لحیم کاری ابتدا یک یا دو پایه قطعه را با استفاده از هویه در محل خود کمی فشار دهید تا در قلع ذوب شده و آی سی در محل خود محکم شود.

✓ بعد از بازبینی و کسب اطمینان از اینکه IC در محل صحیح خود قرار دارد، سایر پایه ها را به همین ترتیب لحیم کنید.

✓ صحت تنظیم دقیق در محل نصب قطعه بسیار مهم است و معمولاً اگر در مرحله ای که یک یا دو پایه را محکم می کنید قطعه به درستی تنظیم نشده باشد می توانید با استفاده از قلع با قطر کم دوباره لحیم کاری کنید.

✓ اگر احتمالاً دو پایه به صورت ناخواسته به هم بچسبند، به کمک قلع کش مناسب می توانید لحیم های اضافی را بردارید. همچنین با استفاده از فتیله لحیم آغشته به روغن لحیم و هویه، می توانید لحیم های اضافی را از بین دو پایه بردارید.

فیلم مربوط به مونتاژ کاری قطعات SMD به وسیله هویه را مشاهده کنید.

فیلم



کار عملی ۱



### مونتاژ تعدادی مقاومت SMD بر روی برد

هدف: کسب مهارت در مونتاژ قطعات SMD با استفاده از هویه قلمی.

مواد، ابزار و تجهیزات: فیبر اوراقی، مفتول لحیم، سنباده نرم، پایه هویه، هویه قلمی و اسفنج مخصوص پاک کردن نوک هویه، مایع فلاکس، مقاومت های SMD استاندارد ۱۲۰۶، ابر اسفنجی، مسواک، تینر یا حلال مخصوص پاک کردن برد، قلع کش، سیم قلع کش، فتیله لحیم، دستمال نخی



در این مرحله لازم است از بُرد اوراقی فعالیت عملی فصل قبل، یعنی دمونتاز قطعات SMD استفاده کنید.

از آنجا که در فصل قبل با تجهیزات مربوط به لحیم کاری آشنا شده اید، با نکات ایمنی و بهداشتی مربوط به آن نیز آشنا هستید. لذا ضرورت دارد کلیه موارد ایمنی و بهداشتی را به طور کامل رعایت کنید.

### مراحل اجرای کار:

- ۱ ابزار مورد نیاز را انتخاب و آماده کنید.
- ۲ برای لحیم کاری با استفاده از هویه قلمی و از سیم لحیم با قطر کم استفاده کنید.
- ۳ برچسب روی قرقره سیم لحیم را بررسی کنید و مشخصات آن را بنویسید.



- ۴ دستگاه هویه قلمی را بررسی کنید و از سالم بودن آن مطمئن شوید.
- ۵ تعدادی مقاومت SMD با استاندارد ۱۲۰۶ را در اختیار بگیرید.
- ۶ ابعاد مقاومت‌های SMD را اندازه گیری کنید و مشخصات فنی آنها را در جدول ۳-۱ بنویسید.

### جدول ۳-۱

ردیف	طول	عرض	استاندارد
R۱			
R۲			
R۳			
R۴			

۷ یک قطعه برد اوراقی مدار الکترونیکی که در کار عملی فصل اول تعدادی از مقاومت‌های آن را دمونتاز کرده اید در اختیار بگیرید و آن را مورد بازبینی قرار دهید و استاندارد مقاومت‌هایی که دمونتاز شده‌اند را شناسایی کنید.

۸ تعدادی از مقاومت‌ها را در محل‌های مناسب مونتاژ کنید. برای مونتاژ به ترتیب زیر عمل کنید.

- مقداری مایع فلاکس یا روغن لحیم در محل‌های مورد نظر قرار دهید.
- با استفاده از هویه قلمی مخصوص قطعات SMD مقداری لحیم رادر محل‌های مورد نظر قرار دهید و پایه‌ها را با هویه قلع‌اندود کنید.
- با استفاده از تینر یا حلال مخصوص پاک کردن برد، محل قطعه و اطراف آن را با مسواک شست‌وشو دهید، سپس به وسیله ابر اسفنجی مخصوص قبل از اینکه حلال تبخیر شود با فشار زیاد روی سطح برد بکشید تا سطح از روغن لحیم و ذرات ریز پاک شود.

✓ به کمک پنس مقاومت یا قطعه مورد نظر را در محل خود تنظیم کنید و با هویه در محل خود لحیم کنید. اگر احتمالاً دو پایه به صورت ناخواسته به هم بچسبند به کمک قلع کش مناسب می‌توانید لحیم‌های اضافی را بردارید. همچنین با استفاده از فتیله لحیم آغشته به روغن لحیم و هویه می‌توانید لحیم‌های اضافی را بردارید.

۹ با قلع کش و فتیله لحیم برای برداشتن لحیم اضافی تمرین کنید تا تسلط کامل را به دست آورید.

۱۰ یک قطعه مقاومت SMD را طبق استانداردهای تعریف شده روی برد لحیم کنید.

۱۱ تمام مراحل فوق را برای مقاومت‌های دیگر نیز تکرار کنید

۱۲ گزارش کوتاهی از مونتاژ مقاومت‌های SMD به کمک هویه را بنویسید.

فیلم مربوط به مونتاژ کاری قطعات SMD به کمک هویه هوای گرم و خمیر قلع را مشاهده کنید.

فیلم



### ۳-۳ لحیم کاری با استفاده از خمیر لحیم و هویه هوای گرم

در این روش به جای قلع مفتولی از خمیر قلع و به جای هویه از هویه هوای گرم استفاده می‌شود. خمیر لحیم ترکیبی از قلع و مایع روغن لحیم (فلاکس) است که با گرم کردن آن مایع روغن لحیم (فلاکس) تبخیر شده و قلع باقی می‌ماند. در واقع روغن لحیم سطح کار را تمیز و عملیات لحیم کاری را آسان می‌کند. شکل ۳-۷ نمونه‌ای از روغن مخصوص و شکل ۳-۸ نمونه‌ای از خمیر لحیم را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۷ روغن فلاکس



شکل ۳-۸ نمونه‌هایی از خمیر لحیم



شکل ۹-۳ قرار گرفتن خمیر قلع روی تمامی پدها

■ **مراحل اجرای لحیم کاری با هویه هوای گرم**  
 برای لحیم کاری با روش هویه هوای گرم باید ابتدا سطح برد را به وسیله مواد پاک کننده تمیز کنید، سپس لایه ای نازک از خمیر لحیم روی تمامی پدها قرار دهید. ضخامت این لایه باید در حدی باشد که بتوانید سطح PCB و پدها را ببینید، شکل ۹-۳. این مرحله را اندود کردن برد با خمیر لحیم می نامند.

خمیر لحیم یک ماده سمی است، مراقب باشید که این خمیر با پوست شما تماس پیدا نکند. در صورت تماس احتمالی و ناخواسته بلافاصله محل آلوده شده را با آب و صابون بشویید. بعد از اتمام کار حتماً دست و صورت خود را کاملاً شست و شو دهید.

نکته ایمنی



شکل ۱۰-۳ قرار دادن قطعه در محل خود

✓ بعد از مرحله تمیز کاری و اضافه کردن خمیر لحیم قطعه را به کمک پنس در مکان خود به گونه ای قرار دهید که هر پایه بر روی پد مخصوص خود قرار گیرد. قطعه را باید نگه دارید تا در اثر جریان هوای گرم جابه جا نشود، توجه داشته باشید که پنس در لحیم کاری و هوادهی بسیار داغ خواهد شد. بنابراین باید از پنسی استفاده کنید که دستگیره غیر فلزی داشته باشد.

✓ نازل هویه را در فاصله ۸ سانتی متری از قطعه به

مدت ۲۰ تا ۴۰ ثانیه نگه دارید تا هوادهی انجام شود. در اثر هوای گرم خمیر کاملاً ذوب می شود. پس از اطمینان از اینکه قطعه دقیقاً در محل خود قرار دارد، نازل را به تدریج دور کنید. قطعه را آنقدر نگه دارید تا محل اتصال های لحیم کاری شده، خنک و محکم شود، شکل ۱۰-۳.

✓ پس از اتمام لحیم کاری محل های اتصال را بازرسی کنید. در این بازبینی لازم است تمام پدها با دقت بررسی شود. پایه ها باید محکم لحیم شده باشد و نباید قلع اضافی سبب اتصال دو پایه به هم شود. در صورت وجود قلع اضافی به کمک قلع کش و فتیله لحیم قلع اضافی را بردارید.

چه روش ها و ابزارهایی برای مونتاژ قطعات SMD وجود دارد؟ در مورد آنها جست و جو کنید و نتیجه را از طریق بارش فکری در کارگاه به بحث بگذارید.

بارش فکری







## مونتاژ تعدادی مقاومت SMD بر روی برد اوراقی با استفاده از خمیر لحیم و هویه هوای گرم

**هدف:** کسب مهارت مونتاژ قطعات SMD با استفاده از هویه هوای گرم و خمیر لحیم. مواد، ابزار و تجهیزات: فیبر اوراقی، خمیر لحیم، هویه هوای گرم، مایع فلاکس، مقاومت‌های SMD استاندارد ۱۲۰۶، ابر اسفنجی، مسواک، تینر یا حلال مخصوص پاک کردن برد، قلع کش، سیم قلع کش، پنس با دسته پلاستیکی و دستمال نخی

**مراحل اجرای کار:**

- ۱ ابزار مورد نیاز را انتخاب و آماده کنید.
- ۲ برچسب روی خمیر لحیم را بررسی کنید و مشخصات آن را بنویسید.
- ۳ راهنمای کاربرد هویه هوای گرم را مطالعه کرده و مشخصات فنی آن را به طور خلاصه بنویسید.

---



---



---

- ۴ تعدادی مقاومت SMD با استاندارد ۱۲۰۶ را در اختیار بگیرید.
- ۵ ابعاد و مشخصات مقاومت‌های SMD را بررسی کنید و استاندارد هر کدام را بنویسید.

---



---



---

- ۶ برد اوراقی مدار الکترونیکی که قبلاً با آن کار کرده بودید را مورد بازبینی قرار دهید و استاندارد مقاومت‌هایی که دمونتاژ شده را مشخص نمایید.
- ۷ تعدادی از مقاومت‌ها را در محل‌های مناسب مونتاژ کنید. برای مونتاژ به ترتیب زیر عمل کنید.
  - ✓ ابتدا سطح برد را به وسیله مواد پاک‌کننده تمیز کنید.
  - ✓ لایه‌ای نازک از خمیر لحیم روی تمامی پدهای محل‌هایی که قرار است لحیم کاری شود قرار دهید.
  - ✓ ضخامت این لایه باید به اندازه‌ای باشد که بتوانید سطح مسی PCB و پدها را ببینید.
  - ✓ قطعه را به کمک پنس در محل خود قرار دهید و محکم نگه دارید.
  - ✓ نازل هویه را در فاصله ۸ سانتی‌متری از قطعه به مدت ۲۰ تا ۴۰ ثانیه بگیرید. تا خمیر لحیم کاملاً ذوب شود پس از اطمینان از اینکه قطعه دقیقاً در محل خود قرار دارد نازل را به تدریج دور کنید.
  - ✓ اگر احتمالاً دو پایه به صورت ناخواسته در اثر خمیر اضافی به هم چسبیده‌اند با قلع کش مناسب یا فتیله لحیم، لحیم اضافی را بردارید تا اتصال بر طرف شود.
- ۸ تمام مراحل فوق را برای مقاومت‌های دیگر نیز تکرار کنید.
- ۹ گزارش کوتاهی از مونتاژ مقاومت‌های SMD به کمک هویه هوای گرم و خمیر لحیم را بنویسید.

---



---



---

## ۳-۴ دستگاه‌های مونتاژ تمام خودکار (اتوماتیک)

در این روش تمام فرایند مونتاژ به صورت خودکار توسط ماشین انجام می‌شود. در این فرایند فایل مدار طراحی شده با نرم‌افزارهای روی کامپیوتر دستگاه تمام اتوماتیک بارگذاری می‌شود، شکل ۳-۱۱. برد مدار چاپی نیز با توجه به راهنمای استفاده از دستگاه در محل مخصوص قرار می‌گیرد. قطعات که قسمت عمده آن نوع SMD است از طریق درگاه‌های تغذیه قطعه روی دستگاه قرار می‌گیرند. قطعات معمولاً روی لایه‌های مقوا یا کاغذ به شکل نواری نصب شده و به صورت حلقه (رول) بسته‌بندی شده‌اند. این رول‌ها در محل‌های مخصوص روی دستگاه قرار می‌گیرد. برد مدار چاپی که روی یک نقاله قرار گرفته است وارد قسمت پرینتر خمیر لحیم می‌شود. دستگاه ابتدا خمیر لحیم را در محل‌های مسی مدار، چاپ می‌کند سپس برد روی نقاله حرکت کرده و وارد قسمت قطعه‌گذاری (pick and place) می‌شود. در این قسمت قطعات SMD به وسیله ربات از روی نوارهای قطعات برداشته می‌شود و در محل صحیح خود قرار می‌گیرد و پس از نصب کامل قطعات، نقاله برد را به سمت کوره دستگاه می‌برد. در کوره خمیر لحیم ذوب شده و عمل لحیم‌کاری صورت می‌گیرد و پس از اتمام کار برد به آرامی به بیرون هدایت می‌شود.

فیلم مربوط به دستگاه مونتاژ تمام اتوماتیک قطعات SMD را مشاهده کنید.

فیلم



آیا دستگاه‌های کوچک تمام خودکار برای اجرای لحیم‌کاری وجود دارد؟ با مراجعه به رسانه‌های مختلف اطلاعات مورد نیاز را استخراج و به کارگاه ارائه دهید.

تحقیق کنید



شکل ۳-۱۱ دستگاه تمام خودکار مونتاژ قطعات SMD

## ۵-۳ کارگاه‌های مونتاژ نیمه اتوماتیک

در این کارگاه‌ها قسمت اعظم فرایند عملیات به صورت دستی اما با کمک برخی ماشین‌آلات صورت می‌گیرد. معمولاً بردهای تولیدی در این کارگاه‌ها دارای ترکیبی از قطعات SMD و TH هستند. مراحل مونتاژ یک مدار الکترونیکی در کارگاه‌های نیمه اتوماتیک به شرح زیر است:

- اندود کردن برد با خمیر لحیم
- قطعه‌گذاری قطعات SMD
- ذوب خمیر لحیم و لحیم‌کاری قطعات SMD
- مونتاژ دستی قطعات TH
- کنترل کیفی یا QC

فیلم مربوط به خمیر اندود کردن برد مدار چاپی را ببینید.

فیلم



### ■ مرحله اول اندود کردن برد با خمیر لحیم :

برای مونتاژ قطعات SMD باید با خمیر لحیم، برد را خمیر اندود کنید. خمیر لحیم به رنگ خاکستری است. این خمیر باید قبل از قطعه‌گذاری روی تمام پدهایی که قطعه سوار می‌شود قرار گیرد. خمیر اندود کردن برد مدار چاپی به دو صورت انجام می‌شود.

### ✓ با استفاده از شابلون

روش شابلون شبیه چاپ سیلک است. در این روش از یک شابلون فلزی استفاده می‌شود. روی شابلون، محل پایه قطعاتی که باید مونتاژ شود برش خورده است. پس از ثابت کردن شابلون روی PCB شکل ۱۲-۳ خمیر لحیم را روی آن قرار می‌دهند و تمام منافذ و حفره‌هایی که مشخص‌کننده محل پایه‌ها است را با خمیر لحیم پر می‌کنند. به این عمل خمیراندود کردن می‌گویند.

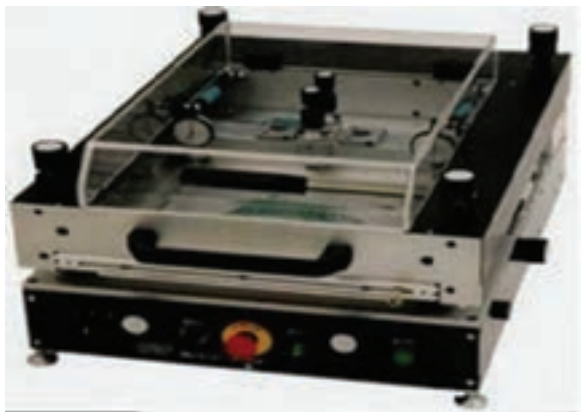
در مورد انواع روش‌های ساخت شابلون تحقیق کنید و نتیجه را در قالب یک گزارش به کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید



شکل ۱۲-۳ خمیر اندود کردن لحیم به کمک شابلون

✓ با استفاده از دستگاه پرینتر خمیر لحیم: در روش پرینتر خمیر لحیم از یک دستگاه خودکار برای خمیر



شکل ۳-۱۳ دستگاه پرینتر خمیر لحیم

اندود کردن برد استفاده می‌شود. در این روش نقشه مدار چاپی به پرینتر بارگذاری می‌شود و پرینتر خمیر لحیم را در محل‌های مورد نظر قرار می‌دهد، شکل ۳-۱۳.

### مرحله دوم قطعه‌گذاری قطعات SMD:

بعد از اینکه خمیر در محل‌های مناسب قرار گرفت، قطعه‌گذاری می‌کنیم. قطعه‌گذاری کاری بسیار ساده ولی بسیار حساس است. به دو روش می‌توانیم قطعه‌گذاری قطعات SMD را انجام دهیم.

✓ در روش اول قطعات SMD را با دست و با استفاده از یک پنس با دقت در محل‌های خود چیدمان

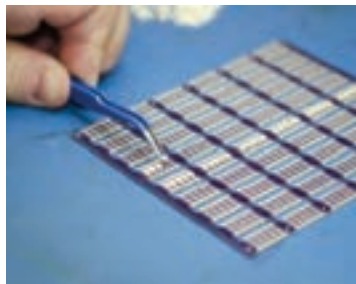
می‌کنیم.

فیلم مربوط به قطعه‌گذاری دستی روی برد را ببینید.

فیلم



برای انجام این کار دو نوع پنس وجود دارد. یکی پنس معمولی است که قطعه توسط آن برداشته می‌شود و بدون اعمال حرارت در محل خود قرار می‌گیرد. پس از استقرار همه قطعات، برد را در داخل کوره قرار می‌دهند. دومین نوع هویه پرسی است که علاوه بر نگه داشتن قطعه، بعد از جاگذاری می‌تواند با اعمال حرارت عمل لحیم‌کاری را نیز انجام دهد. در شکل ۳-۱۴ پنس معمولی و هویه پرسی نشان داده شده است.



(ب) چند نمونه پنس معمولی

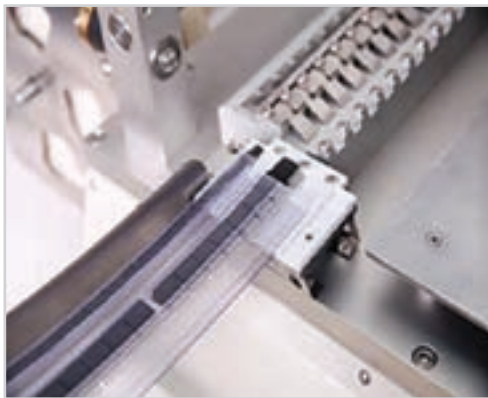


(الف) هویه پرسی

شکل ۳-۱۴ استفاده از پنس برای قطعه‌گذاری دستی



شکل ۳-۱۵ پنس قابل اتصال به مولتی متر



شکل ۳-۱۶ نمونه‌هایی از دستگاه Pick And Place

در شکل ۳-۱۵ یک نمونه پنس را مشاهده می‌کنید که با اتصال به قطعه SMD و دستگاه مولتی متر، می‌تواند کمیت‌های مربوط به قطعه SMD را اندازه بگیرد. با مراجعه به منابع معتبر بررسی کنید آیا مولتی متر پنسی وجود دارد؟ نتیجه را در قالب یک گزارش به کلاس ارائه دهید.

جست و جو کنید



توجه داشته باشید که در بردهای الکترونیکی بزرگ، به خاطر تکراری بودن و خسته شدن از فرایند مونتاژ، بهتر است برای تولید انبوه بردها از روش جایگذاری به کمک دستگاه خودکار Pick And Place استفاده کرد.

✓ دستگاه خودکار Pick And Place: این دستگاه در واقع یک ربات است که با استفاده از مکش هوا قطعات را بر می‌دارد و در جای خود قرار می‌دهد. برای راه‌اندازی اولیه دستگاه باید راهنمای کاربرد دستگاه را با دقت مطالعه کرد و فرایند تنظیمات آن را در طی یک دوره کارآموزی کوتاه مدت فرا گرفت تا برنامه‌ریزی دستگاه و اجرای تنظیمات اولیه، جایگذاری و محکم کردن برد PCB و قرار دادن رول‌های قطعات برد در محل خود با دقت و به ترتیب صحیح انجام شود. بعد از انجام تنظیم‌ها و راه‌اندازی دستگاه‌ها شما می‌توانید با سرعت بسیار بالایی شروع به چیدمان قطعات برد با تعداد تولید آن با تیراژ بسیار نمایید. استفاده از دستگاه Pick And Place برای تولید انبوه با صرفه است و برای تولید برد با تعداد کمتر، مثلاً روزی ۲۰ عدد با روش قطعه‌گذاری دستی مقرون به صرفه‌تر و سریع‌تر است. در شکل ۳-۱۶ نمونه‌هایی از دستگاه پیک آند پلیس را مشاهده می‌کنید.

فیلم

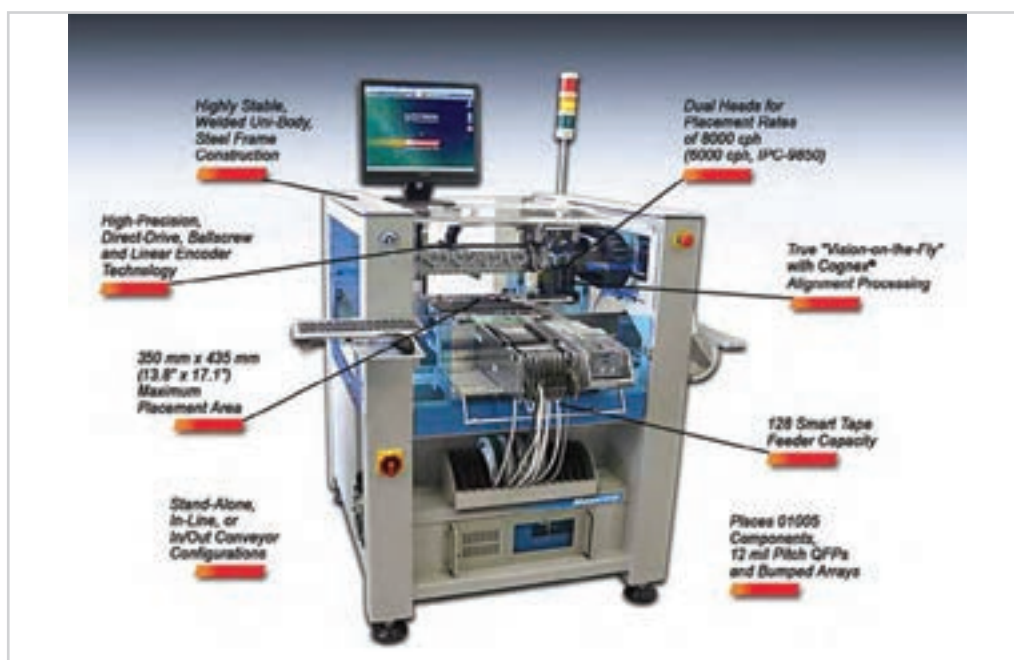


کارگروهی



فیلم مربوط به نحوه عملکرد دستگاه Pick And Place را مشاهده نمایید.

با هم فکری اعضا گروه خود، مطالب نوشته شده به زبان اصلی در شکل ۱۷-۳ را که مربوط به عملکرد دستگاه مونتاژ است، به فارسی ترجمه کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.



شکل ۱۷-۳ نمونه هایی از دستگاه Pick And Place و اجزای تشکیل دهنده آن

در مورد انواع دستگاه های Pick And Place تحقیق نموده و نتیجه را به کارگاه ارائه دهید.

تحقیق کنید



فیلم



فیلم مربوط به کوره ذوب خمیر لحیم را ببینید.

### ■ مرحله سوم ذوب خمیر لحیم:

بعد از قطعه گذاری به صورت دستی یا به وسیله دستگاه باید خمیر لحیم ذوب شود تا عمل لحیم کاری اتفاق بیفتد. ذوب کردن خمیر لحیم در کوره ذوب لحیم صورت می گیرد. این دستگاه با استفاده از امواج مادون قرمز دمای بردها را تا ۲۵۰ درجه سانتی گراد بالا می برد. پس از ذوب شدن خمیر لحیم دما را به صورت کنترل شده پایین می آورد. واحد کنترل دما در زمان پایین آمدن درجه حرارت، از انبساط ناگهانی و جابه جایی قطعات و ایجاد ترک در محل های لحیم کاری شده جلوگیری می کند. شکل ۱۸-۳ یک نمونه دستگاه کوره ذوب خمیر لحیم را نشان می دهد.



شکل ۳-۱۸ دستگاه کوره جهت ذوب کردن خمیر لحیم

کوره‌های مادون قرمز در انواع مختلف و با امکانات و توان‌های متفاوت ساخته می‌شود. انتخاب توان کوره با توجه به نیاز و حجم تولید صورت می‌گیرد. پس از سرد شدن کوره برد آماده می‌شود و می‌توانید آن را از کوره خارج کرده و مورد بهره‌برداری قرار دهید. بعضی بردها دو طرفه هستند یعنی در هر دو طرف برد قطعه SMD قرار می‌گیرد. در این موارد ابتدا طرفی را که تعداد قطعات کمتری دارد مونتاژ می‌کنند. سپس طرف دیگر برد را خمیر اندود کنید و مراحل را تکرار نمایید. توصیه می‌شود قبل از اینکه برد را دوباره در کوره قرار دهید طرف اول برد که لحیم کاری شده است را با استفاده از چسب مخصوص بیوشانید. چسب زدن مانع جابه‌جا شدن قطعات در زمان گرم شدن برد می‌شود.

#### ■ مرحله چهارم لحیم کاری قطعات TH:

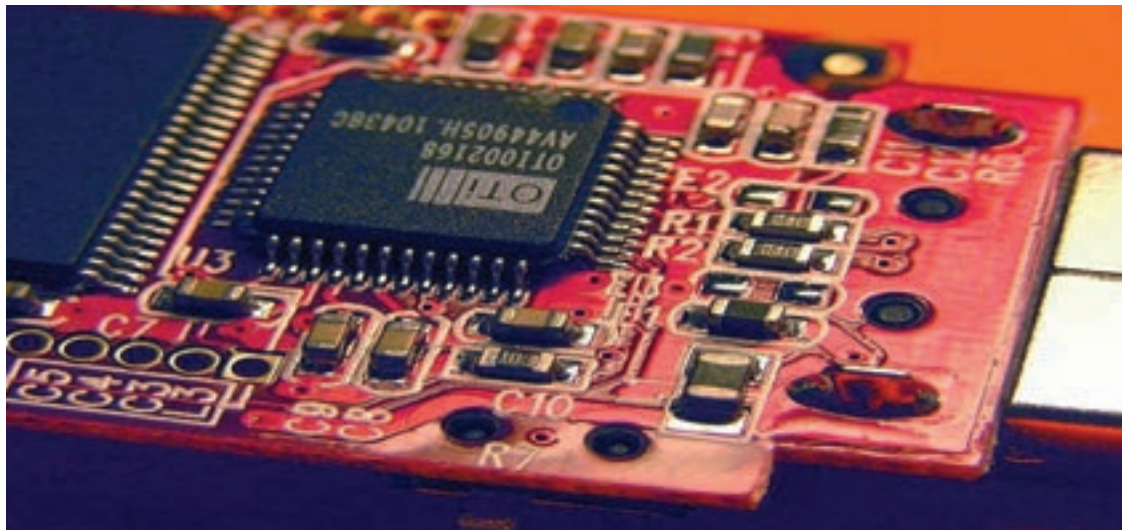
پس از لحیم شدن قطعات SMD قطعات TH باید به صورت دستی چیدمان شده و به وسیله هویه لحیم کاری شوند، شکل ۳-۱۹. در تولیدات انبوه این نوع بردها از وان قلع برای لحیم کاری قطعات TH نیز می‌توان استفاده کرد.

#### ■ مرحله پنجم آزمایش و کنترل کیفی (QC) برد:

در تولید با حجم بالا برای بازرسی بردها از دستگاه‌های خودکار استفاده می‌شود. این دستگاه‌ها کیفیت لحیم کاری، اتصالات نابه‌جا و مونتاژ اشتباه قطعات را به سرعت تشخیص می‌دهند و به کاربر اعلام می‌کنند. یادآوری می‌شود که در تولید با حجم کم، برای QC بردها نیازی به این دستگاه‌ها وجود ندارد، با بازرسی چشمی و آزمایش تک تک بردها عمل QC صورت می‌گیرد (شکل ۳-۲۰).



شکل ۳-۱۹ لحیم کاری دستی قطعات DIP با هویه و سیم لحیم



شکل ۲۰-۳ QC از طریق بازرسی چشمی برای قطعات SMD

در مورد نحوه مونتاژ بردهای تجهیزات الکترونیکی محیط اطراف خود تحقیق نموده و نتیجه را به کارگاه ارائه دهید.

فعالیت



بازدید: از یک کارگاه مونتاژ خودکار بردهای الکترونیکی بازدید کنید و گزارش جامعی از چگونگی تولید برد ارائه دهید.

کار عملی



### الگوی پرسش

- ۱ کدام یک از روش‌های مونتاژ قطعات SMD نیاز به مفتول لحیم دارد؟
- ۲ سرعت مونتاژ در حجم انبوه قطعات SMD بیشتر است یا قطعات مجزا؟ چرا؟
- ۳ کارگاه‌های مونتاژ قطعات الکترونیکی به لحاظ تجهیزات به چند دسته تقسیم می‌شوند؟
- ۴ انواع روش‌های مونتاژ دستی قطعات SMD را نام ببرید.
- ۵ روش مونتاژ به کمک هویه هوای گرم و خمیر قلع را توضیح دهید.



۶ دستگاه Pick And Place چه کاری انجام می‌دهد؟ با مراجعه به راهنمای کاربرد، مشخصات نمونه‌ای از آن را بنویسید.

۷ چرا استفاده از دستگاه Pick And Place در بسیاری از مواقع مقرون به صرفه نیست؟

۸ هویه پرسی چه کاربردی دارد؟ با مراجعه به کاتالوگ مشخصات یک نوع هویه پرسی را بنویسید.

### الگوی آزمون نظری پایان واحد یادگیری:

۱ در کارگاه‌های مونتاژ دستی از کدامیک از ابزارهای زیر استفاده می‌شود؟

الف) هویه هوای گرم      ب) دستگاه Pick And Place

ج) کوره لحیم کاری      د) شابلون

۲ در لحیم کاری به کمک هویه هوای گرم از خمیر لحیم استفاده می‌شود.

صحيح □ غلط □

۳ سیم لحیم استفاده شده برای مونتاژ قطعات SMD هیچ فرقی با نوع استفاده شده در مونتاژ قطعات مجزا ندارد.

صحيح □ غلط □

۴ برای پاک کردن روی برد از کدام یک از حلال‌های زیر استفاده می‌شود؟

الف) اسپری مخصوص پاک کردن برد      ب) الکل

ج) تینر      د) هر سه مورد

۵ خمیر قلع ترکیبی از ..... و ..... است.

۶ جهت برداشتن قلع اضافی بین پدهای قطعه مونتاژ شده از ..... یا ..... استفاده می‌شود.

۷ کارگاه‌هایی که در آن، قسمت عمده‌ای از عملیات مونتاژ به صورت دستی و برخی به کمک ماشین‌آلات انجام می‌شود را کارگاه‌های ..... گویند.

الف) دستی      ب) تمام اتوماتیک      ج) نیمه اتوماتیک

۸ در شکل ۲۱-۳ ابزار بازرسی چشمی برای قطعات TH را مشاهده می‌کنید، آیا بزرگ‌نمایی ذره بین این

ابزار، برای بازرسی چشمی قطعات SMD مناسب است؟ شرح دهید

۹ ابزارها و دستگاه نشان داده شده در شکل ۲۲-۳ چه نام دارد؟ کاربرد آن را بنویسید



شکل ۲۲-۳



شکل ۲۱-۳

### آزمون عملی پایان واحد یادگیری:

الگوی آزمون ۱: مونتاژ مقاومت‌های SMD روی برد به کمک هویه و سیم لحیم

- ۱ دو عدد مقاومت SMD که توسط مربی به شما تحویل داده می‌شود را در اختیار بگیرید.
- ۲ محل مقاومت‌های مورد نظر روی برد اوراقی که توسط مربی مشخص شده است را با استاندارد قطعه مقایسه کنید.
- ۳ مقاومت‌ها را در محل خود با استفاده از هویه و سیم لحیم مونتاژ کنید.
- ۴ محل لحیم‌کاری را با حلال‌های مخصوص و ابزار مناسب پاک کنید.
- ۵ برد را جهت ارزشیابی به مربی خود ارائه دهید.

الگوی آزمون ۲: مونتاژ مقاومت‌های SMD روی برد به کمک هویه هوای گرم

- ۱ دو عدد مقاومت SMD که توسط مربی مشخص شده است را در اختیار بگیرید.
- ۲ استاندارد قطعه را با ابعاد محل مشخص شده توسط مربی روی برد اوراقی مقایسه کنید.
- ۳ محل مورد نظر را با خمیر لحیم، خمیر اندود کنید.
- ۴ به کمک پنس و هویه هوای گرم، مقاومت‌ها را روی برد مونتاژ کنید.
- ۵ محل لحیم‌کاری را با حلال‌های مخصوص و ابزار مناسب پاک کنید.
- ۶ برد را جهت ارزشیابی به مربی خود ارائه دهید.

## ارزشیابی شایستگی

### شرح کار:

- ۱ تشریح انواع روش‌های چگونگی مونتاژ قطعات SMD
- ۲ مونتاژ قطعات SMD به صورت استاندارد روی برد اوراقی
- ۳ تمیزکاری برد براساس استانداردهای تعریف شده

### استاندارد عملکرد:

#### شاخص‌ها:

- ۱ انتخاب قطعه مورد نظر و صحت آن (حداقل دو قطعه) (۱۵ دقیقه)
- ۲ تشریح اصطلاحات فنی و نکات مهم از روی برگه اطلاعات (۱۰ دقیقه)
- ۳ انتخاب ابزار مناسب لحیم‌کاری SMD (۷ دقیقه)
- ۴ مونتاژ قطعات بر روی برد با رعایت استاندارد و دقت کافی و استفاده از ابزار خاص لوپ (۲۰ دقیقه)
- ۵ تمیزکاری برد مونتاژ شده (۱۰ دقیقه)

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

**شرایط:** مکان مناسب انجام کار با کف عایق یا آنتی استاتیک - نور مناسب برای کارهای ظریف - ابعاد حداقل ۶ مترمربع و دارای تهویه یا پنجره - دمای طبیعی ( $۷۲^{\circ}\text{C}$  -  $۸۱^{\circ}\text{C}$ ) عینک، ماسک و مجهز به وسایل اطفای حریق - میزکار استاندارد با ابعاد  $L180 \times D80 \times H80$  cm مجهز به فیوز حفاظت جان - فرد با لباس کار مجهز به هویه هوای گرم انجام کار در حال نشسته یا ایستاده - رایانه - پرینتر ابزار عمومی لحیم‌کاری - برد اوراقی قطعات SMD - دفترچه راهنمای دستگاه مورد استفاده - برگه اطلاعاتی قطعات - مواد پاک‌کننده استاندارد - هویه هوای گرم - وکیوم - پنس فرچه - مسواک

### معیار شایستگی:

ردیف	مراحل کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تشریح انواع روش‌های چگونگی مونتاژ قطعات SMD	۱	
۲	مونتاژ قطعات SMD به صورت استاندارد روی برد اوراقی	۲	
۳	تمیزکاری برد براساس استانداردهای تعریف شده	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها ۲- دقت و تمرکز در اجرای کار ۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴- اخلاق حرفه‌ای	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.