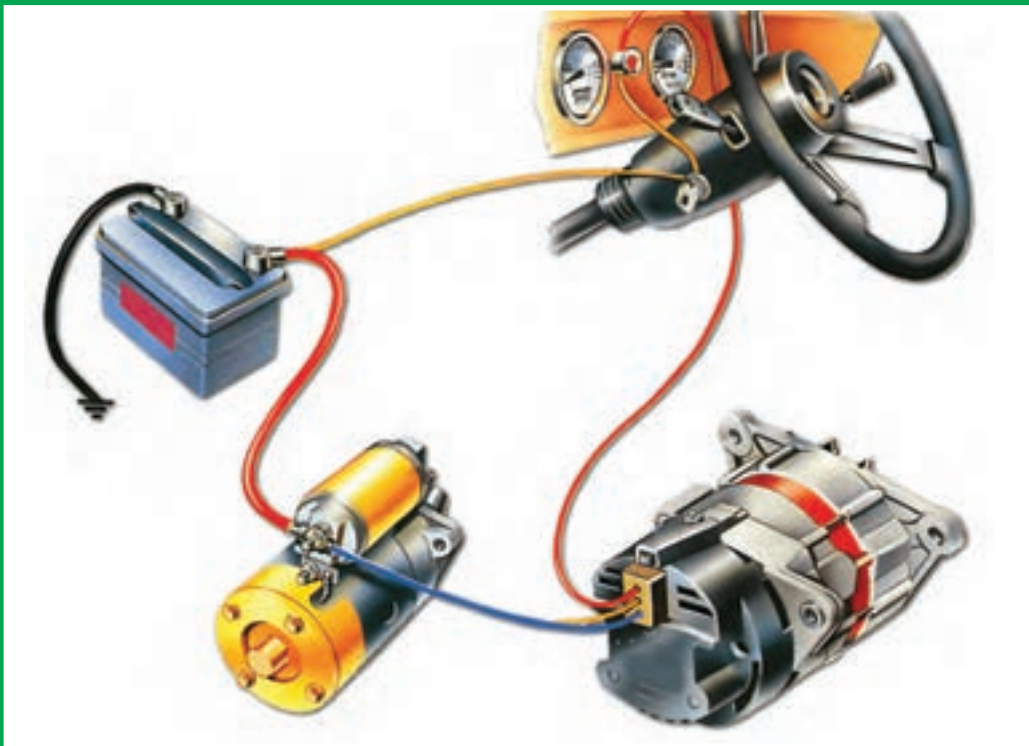


## پودمان ۵

# تعمیر برق ماشین‌های خودگردان زراعی



استفاده از انرژی الکتریکی به علت کاربرد آسان، ارزان بودن، عدم نیاز به سرویس‌های متوالی، سبکی دستگاه‌های برقی و انتقال آسان انرژی در مقایسه با دستگاه‌های مکانیکی، همواره رو به رشد است. اکثر قسمت‌های تراکتور و ماشین‌های خودگردان امروزی به نحوی با الکتریسیته در ارتباط است و می‌توان گفت بدون آن نمی‌توان تراکتور و ماشین‌های خودگردان را به کار انداخت یا از آنها استفاده کرد. لذا آشنایی با اجزای مدارات الکتریکی در تراکتور و ماشین‌های کشاورزی یکی از ضروریات تعمیرکاران این ماشین‌ها می‌باشد.

## واحد یادگیری ۷

### تعمیر برق ماشین‌های خودگردان زراعی

آیا تا به حال پی برده‌اید:

- سیستم‌راه‌انداز تراکتورها و ماشین‌های خودگردان چگونه کار می‌کند؟
- باتری تراکتورها و ماشین‌های خودگردان چگونه شارژ می‌شود؟
- سیم‌کشی مدار چراغ‌های روشنایی و هشداردهنده چگونه است؟
- چگونه می‌توان مدارات الکتریکی تراکتورها و ماشین‌های خودگردان را عیب‌یابی کرد؟
- چگونه می‌توان مدارات الکتریکی را تعمیر و اصلاح کرد؟

### استاندارد عملکرد کار

هنرجویان در پایان این واحد یادگیری قادر خواهند بود مدارهای راه‌اندازی، شارژ، روشنایی و هشداردهنده تراکتورها و ماشین‌های خودگردان رایج را تعمیر کنند.

## تجهیزات الکتریکی تراکتورها و ماشین‌های خودگردان زراعی

تجهیزات الکتریکی تراکتورها و ماشین‌های خودگردان زراعی را از نظر کار و اهمیت می‌توان به چهار گروه تقسیم کرد:

**– مدار تولید و ذخیره الکتریسیته:** مداری است شامل باتری، مولد برق، تنظیم‌کننده برق (آفتمات)، آمپرتر، رله و چراغ شارژ، که مجموعاً انرژی الکتریکی را با مشخصات مناسب تولید و ذخیره می‌کنند تا مصرف‌کننده‌ها درموقع نیاز از آن استفاده کنند. مصرف‌کننده‌ها انرژی الکتریکی مورد نیاز را از مدار موازی باتری و مولد برق می‌گیرند.

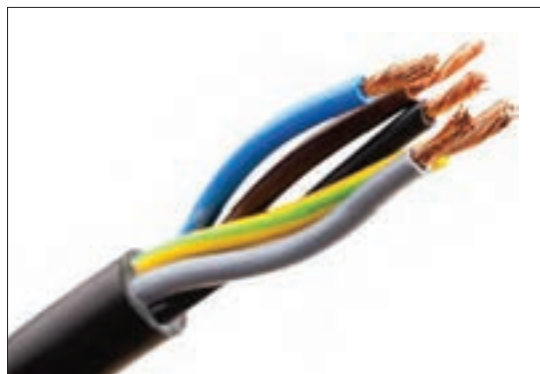
**– مدار راه‌اندازی موتور:** موتورهای چند سیلندر را نمی‌توان به صورت دستی (با هندل) روشن کرد، بلکه به وسیله یک موتور الکتریکی (استارتر) راه‌اندازی می‌شوند.

**– تجهیزات روشنایی و هشداردهنده:** این تجهیزات

ضمن اینکه رانندگی در شب را امکان‌پذیر می‌سازد، وضعیت سیستم‌های تراکتور و ماشین‌های خودگردان را به راننده و نحوه حرکت آنها را به عابرین پیاده یا رانندگان وسایل نقلیه دیگر اعلام می‌کند. بعضی از این تجهیزات عبارت‌اند از: چراغ‌های جلو و عقب، ترمز، راهنما و کلیدهای دستی، رله اتوماتیک راهنما، بوق، لامپ‌های هشداردهنده وضعیت (فشار روغن موتور، دما و فشار روغن هیدرولیک، صافی سیستم هیدرولیک و...) و کلیدهای اتوماتیک (شمع آب، شمع روغن و...)

**– سایر تجهیزات الکتریکی:** کولر، فنک، برف‌پاک‌کن و دیگر تجهیزات متفرقه انرژی الکتریکی مورد نیاز خود را از باتری – مولد برق می‌گیرند.

## سیم‌ها و کابل‌ها



شکل ۱- سیم

اکثر سیم‌های مورد استفاده در مدارهای الکتریکی تراکتور و ماشین‌های خودگردان از نوع افشان می‌باشد جنس سیم عموماً از مس بوده که به وسیله روپوش عایقی از جنس لاستیک نرم یا پی‌وی سی پوشانده شده است (شکل ۱).

**رنگ سیم‌ها:** برای سهولت در سیم‌کشی و عیب‌یابی مدار، از سیم‌هایی با روپوش رنگی در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی تراکتور استفاده می‌شود. رنگ سیم‌ها در تراکتورها و ماشین‌های مختلف یکسان

نیست و بر حسب طرح کارخانه سازنده استاندارد می‌شود لذا لازم است هنگام عیب‌یابی مدار الکتریکی به کد رنگ سیم‌های ارائه شده در دفترچه راهنمای تعمیرات مراجعه شود.

توجه کنید



کدهای رنگی، حروف ابتدای نام لاتین رنگ سیم می‌باشند. در سیم‌های دو رنگ ابتدای نام هر دو رنگ به ترتیب آورده می‌شود.

رنگ	سبز	قرمز	مشکی	صورتی	آبی	زرد	قهوه‌ای	نارنجی	سفید	ارغوانی	خاکستری
کد	G	R	B	K	U	Y	N	O	W	P	S

فعالیت  
کلاسی



کد رنگی سیم‌های نشان داده شده در جدول را یادداشت کنید.

تصویر	کد رنگی	تصویر	کد رنگی	تصویر	کد رنگی
					

**قطر سیم‌ها:** در تراکتور از سیم‌های با قطرهای متفاوت با توجه به مقدار جریانی که از آن می‌گذرد استفاده می‌شود. بیشترین جریان مصرفی از باتری تراکتور در حالت استارت می‌باشد. لذا برای اتصال باتری به استارتر از کابلی به قطر ۱۰ الی ۱۵ میلی‌متر (بر حسب شدت جریان مصرفی استارتر) استفاده می‌شود.

**کلاف‌های سیم:** برای ایجاد نظم در سیم‌کشی و محافظت سیم‌ها، مسیر عبور سیم‌های مدارهای الکتریکی تعیین و کلیه سیم‌های مسیر را با چسب برق کاری یا نوارهای پی‌وی‌سی بدون چسب به صورت کلاف، پیچیده یا از داخل لوله‌های خرطومی پی‌وی‌سی عبور می‌دهند (شکل ۲) و سپس به وسیله اتصالات پلاستیکی به بدنه ثابت می‌کنند (شکل ۳).

شکل ۲- کلاف سیم



شکل ۳- ثابت کردن کلاف روی بدنه تراکتور



شکل ۲- کلاف سیم

**سرسیم‌ها:** برای اتصال سیم‌ها در مدار از سرسیم و فیش‌های مختلفی استفاده می‌شود که در شکل ۴ چند نمونه فیش را مشاهده می‌کنید.



شکل ۴- انواع سرسیم و فیش

سر سیم و فیش‌ها باید نسبت به بدنه تراکتور یا ماشین خودگردان عایق بوده و با بدنه اتصال برقرار نکنند. برای این منظور روی فیش‌ها و محل اتصال سیم‌ها را با عایق پلاستیکی (روکش، نوارچسب برق و تیوپ و...) می‌پوشانند.

نکته



شکل ۶- چراغ تست



شکل ۵- مولتی متر

**آزمایش سالم بودن سیم:**  
برای بررسی قطع‌شدگی در یک سیم، از وسایل و ابزارهای اندازه‌گیری متنوعی (اهم متر، آمپر متر، مولتی متر و چراغ تست) استفاده می‌شود.

چگونه می‌توان با استفاده از مولتی متر قطعی سیم را تشخیص داد؟

پرسش کلاسی



### ساخت یک چراغ تست ساده

- ۱- دو عدد خودکار مانند آنچه در شکل نشان داده شده است تهیه کنید و اجزای آنها را جدا کنید.
- ۲- یکی از خودکارها را مانند شکل مقابل برش دهید.

فعالیت کلاسی



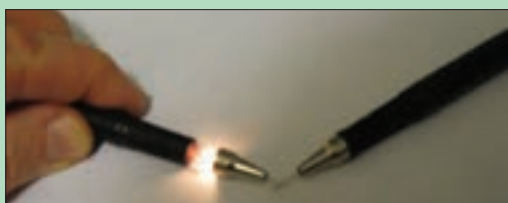


۳- یک پایه لامپ LED را به وسیله سیم به سر مثبت باتری متصل کنید و پایه دیگر آن را به یک سیم مفتولی نازک متصل کنید. سپس سیم مفتولی را از نوک خودکار خارج کنید.



۴- یک سیم به طول یک متر به سر منفی باتری متصل کرده و از نیمه دیگر خودکار خارج کنید.  
۵- این سیم را از داخل خودکار دیگر عبور دهید و نوک آن را به سیم مفتولی نازک متصل کنید.  
۶- دور دو خودکار را به وسیله چسب برق محکم ببندید.

۷- با اتصال نوک دو خودکار به یکدیگر چراغ تست باید روشن شود.

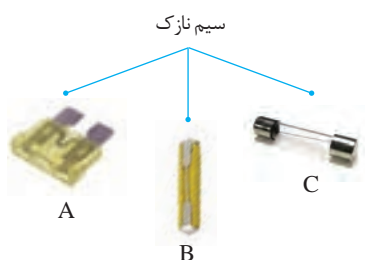


فکر کنید



با استفاده از چراغ تست چگونه می توان قطع شدگی سیم را تشخیص داد؟

## فیوزها



A= فیوز دو پایه  
B= فیوز گچی  
C= فیوز شیشه‌ای

شکل ۷- انواع فیوز

فیوز یکی از اجزای مهم مدار الکتریکی است که از سوختن و خرابی مدار یا وسایل الکتریکی در موقع اتصالی یا افزایش بیش از حد جریان جلوگیری می‌کند (شکل ۷). فیوز در مسیر مصرف‌کننده در مدار قرار می‌گیرد. زمانی که اتصالی و یا افزایش جریان در مدار پیش بیاید، فیوز مدار را قطع می‌کند. اگر در این مواقع مدار توسط فیوز قطع نشود، بر اثر عبور جریان زیاد از مدار، سیم‌ها گرم شده و احتمال خرابی اجزای مدار یا آتش‌سوزی وجود دارد.



شکل ۸- جعبه فیوز یک نمونه تراکتور

فیوزها در یک مجموعه به نام جعبه فیوز قرار دارند (شکل ۸). در صورت سوختن فیوز پس از عیب‌یابی مدار باید آن را با فیوز سالم تعویض نمود (برای تعویض فیوز آن را با دو انگشت یا با استفاده از گیره مخصوص گرفته و بکشید تا خارج شود سپس آمپر روی فیوز را بخوانید و فیوزی هم آمپر با آن را مجدداً با فشار در جای فیوز قبلی جا بزنید).

فیوز گچی و دو پایه از نظر عملکرد چه تفاوتی با هم دارند؟

پرسش کلاسی



## سوئیچ موتور

سوئیچ موتور به‌عنوان سوئیچ اصلی در مدارهای الکتریکی تراکتور و ماشین‌های خودگردان زراعی طراحی و نصب می‌گردد و از وظایف اصلی آن قطع و وصل جریان به سایر سیستم‌ها و موتور استارت است. ساختمان اکثر سوئیچ‌ها به گونه‌ای است که علاوه بر قرار دادن کلید در سوئیچ باید آن را یک مرحله چرخاند، تا سوئیچ در وضعیت روشن قرار گیرد. با چرخاندن کلید به مرحله بعد که حالت فتری دارد استارت شروع به کار می‌کند و موتور روشن می‌شود. با رها کردن آن، کلید به مرحله قبل برمی‌گردد.



شکل ۹- مراحل سوئیچ تراکتور MF399

بعضی از تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی دارای شمع گرم‌کن هستند که سوئیچ آنها دارای یک مرحله اضافه قبل از مرحله استارت می‌باشد (شکل ۹).

نکته



در بعضی از تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی نظیر تراکتور U650M قرار دادن کلید در سوئیچ موجب وصل شدن جریان برق به قسمت‌های مختلف می‌گردد، بدون اینکه موتور روشن شود. در این حالت دکمه استارت به‌طور جداگانه عمل می‌نماید که با فشار دادن آن، استارت عمل می‌کند و موتور روشن می‌شود.

نکته





شکل ۱۰- ترمینال‌های سوئیچ

**ترمینال‌های سوئیچ:** سوئیچ به کار رفته در بیشتر تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی چهار ترمینال دارد که یک ترمینال، ورودی جریان باتری به سوئیچ و سه ترمینال دیگر، خروجی از سوئیچ هستند (شکل ۱۰). این ترمینال‌ها به وسیله حروف یا اعداد مشخص شده‌اند. معمولاً ترمینال ورودی سوئیچ را با علامت BAT یا (۱) نشان می‌دهند. ترمینال ACC یا (۲) در حالت خاموش بودن موتور نیاز دستگاه‌های الکتریکی مانند رادیوپخش، بوق، راهنما، برف پاک‌کن و سایر

تجهیزات جانبی تراکتور را تأمین می‌کند. ترمینال خروجی PG یا (۳) جریان مورد نیاز سیستم گرم‌کن را تأمین می‌کند این ترمینال در موتورهای بنزینی با IG نمایش داده شده و جریان مورد نیاز سیستم جرقه‌زنی را تأمین می‌کند. ترمینال ST یا (۴) سوئیچ، جریان مصرفی حالت استارت را برقرار می‌کند.

در حین حرکت تراکتور و سایر ماشین‌های خودگردان، به هیچ عنوان سوئیچ اصلی نباید در حالت خاموش قرار گیرد. زیرا با این عمل مدارهای هشداردهنده خاموش می‌گردد و ممکن است به خرابی اساسی موتور منجر شود.

ایمنی



گفت‌وگوی کلاسی



شکل ۱۱- سوئیچ تراکتور MF ۲۸۵

در شکل ۱۱، سوئیچ تراکتور MF۲۸۵ و علائم روی آن دیده می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌کنید ترمینال‌های این سوئیچ به وسیله اعداد مشخص شده‌اند. یک تعمیرکار برای تشخیص ترمینال‌های این سوئیچ از یک چراغ تست استفاده کرده و مراحل زیر را انجام داده است. با توجه به سؤالات مطرح شده چگونه می‌توان او را در تشخیص ترمینال‌های باتری راهنمایی کرد:

- ۱- کلید را داخل سوئیچ قرار داده و یک مرحله چرخانده است. با آزمایش چراغ تست متوجه شده است که دو ترمینال از ۴ ترمینال به یکدیگر مرتبط شده‌اند. این دو ترمینال کدام‌اند؟
- ۲- کلید را به مرحله استارت برده و مشاهده نموده که دو ترمینال با یکدیگر ارتباط دارند. این دو ترمینال کدام‌اند؟
- ۳- کدام ترمینال در هر دو آزمایش وجود دارد؟
- ۴- پس از انجام این دو مرحله، آیا می‌توانید ترمینال‌های سوئیچ را مشخص کنید؟



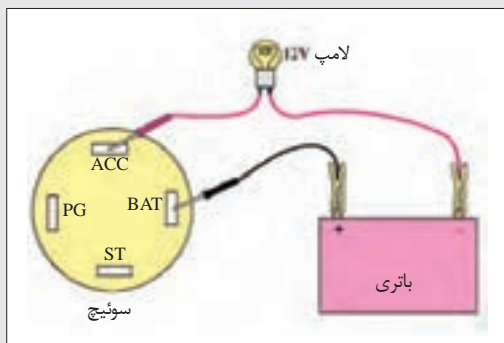


## آزمایش و عیب‌یابی سوئیچ اصلی موتور

تجهیزات مورد نیاز: لامپ آزمایش ۱۲ ولتی (چراغ تست)، باتری، سوئیچ، سیم رابط

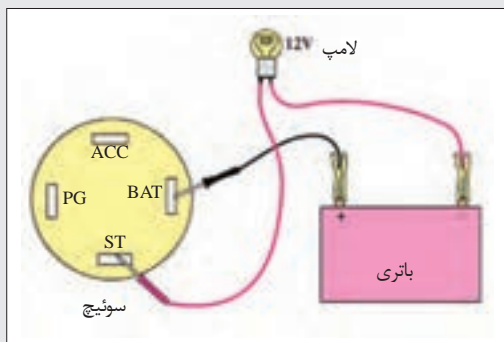
### مراحل انجام کار:

- ۱- بست کابل اتصال بدنه باتری را باز و آن را از ترمینال منفی باتری جدا کنید.
- ۲- سوئیچ اصلی موتور را پیاده و سیم‌های آن را جدا کنید.
- ۳- به وسیله سیم رابط، ترمینال مثبت باتری را به ترمینال BAT سوئیچ وصل کنید (شکل ۱۲).
- ۴- یک سر سیم لامپ آزمایش را به ترمینال منفی باتری و سر دیگر آن را به ترمینال ACC سوئیچ متصل کنید (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- آزمایش سالم بودن اتصال ترمینال ACC

- ۵- کلید را داخل سوئیچ قرار دهید و در جهت عقربه‌های ساعت بچرخانید تا در موقعیت ACC قرار گیرد. روشن شدن لامپ آزمایش دلیل سالم بودن اتصال ترمینال ACC است.
- ۶- سیم متصل به ترمینال ACC را جدا و به ترمینال IG یا PG سوئیچ وصل کنید.
- ۷- کلید سوئیچ را در مرحله دوم (موقعیت شمع گرم کن) قرار دهید. در این حالت نیز روشن شدن لامپ دلیل سالم بودن ترمینال PG سوئیچ است.



شکل ۱۳- آزمایش سالم بودن اتصال ترمینال ST

- ۸- در مرحله بعد سیم متصل به ترمینال PG را جدا و به ترمینال ST سوئیچ وصل کنید و کلید سوئیچ را در وضعیت استارت قرار دهید و لحظاتی نگه دارید. روشن شدن لامپ، دلیل سالم بودن ترمینال ST سوئیچ است (شکل ۱۳).

چگونه می‌توان آزمایش‌های فوق را با اهم متر دی‌سی (DC) اجرا کرد؟



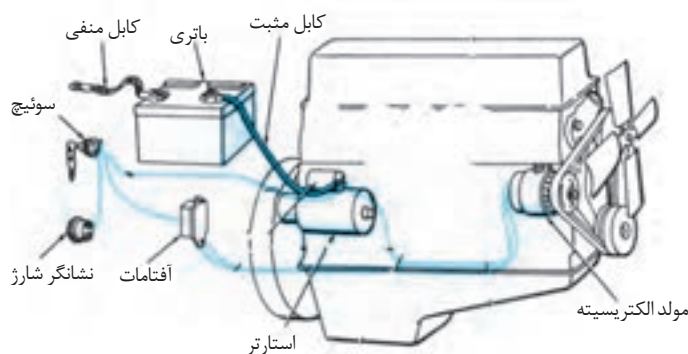
## سیستم شارژ تراکتور و ماشین‌های خودگردان زراعی

برق مورد نیاز مصرف‌کننده‌ها در تراکتور و ماشین‌های خودگردان در حالت خاموش یا استارت‌تر از باتری تأمین می‌گردد و در طول مصرف برق باتری آرام‌آرام تخلیه می‌شود. برای آنکه بتوان باتری را همیشه پر و آماده به کار نگه داشت لازم است که مولدی را در تراکتور نصب کرد که به‌طور دائمی برق تولید کرده و باتری را شارژ کند.

در این مدار توسط مولد، انرژی مکانیکی به انرژی الکتریکی تبدیل شده و انرژی الکتریکی به صورت شیمیایی در باتری ذخیره می‌شود و به مرور به مصرف می‌رسد.

مدار شارژ باید بتواند:

- جریان الکتریکی مورد نیاز برای شارژ باتری را تأمین کند و باتری را همواره در حالت شارژ نگه دارد.
  - جریان الکتریکی مورد نیاز دستگاه‌های الکتریکی را تأمین کند.
  - در شرایط مختلف کار موتور، دارای ولتاژ خروجی (تولیدی) ثابتی باشد.
- مدار شارژ از چند قسمت تشکیل شده است که عبارت‌اند از: باتری، مولد،



شکل ۱۴- مدار تولید و ذخیره الکتریسیته

آفتامات، نشانگر دینام (آمپر متر یا لامپ شارژ)، دسته سیم مدار الکتریکی و سوئیچ اصلی موتور (شکل ۱۴). در تراکتورها و ماشین‌های خودگردان کشاورزی از دو نوع مولد جریان الکتریکی به نام دینام و آلترناتور استفاده می‌شود (شکل‌های ۱۵ و ۱۶). دینام‌های معمولی مولد جریان مستقیم (DC) هستند اما آلترناتورها مولد جریان متناوب (AC) هستند که این جریان توسط یک سوکننده‌ها (دیودها) به جریان مستقیم تبدیل شده و سپس برای شارژ باتری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

آلترناتور نسبت به دینام راندمان الکتریکی بالاتری داشته، سبک‌تر و کوچک‌تر است به همین سبب در حال حاضر برق اکثر تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی توسط آلترناتورها تأمین می‌گردد.



شکل ۱۶- آلترناتور



شکل ۱۵- دینام



۱- زغال منفی ۲- زغال مثبت ۳- آفتامات

شکل ۱۷- آفتامات ترانزیستوری



شکل ۱۸- آلترناتور مجهز به آفتامات الکترونیکی

تولید جریان الکتریکی در آلترناتورها بر اثر خاصیت مغناطیسی صورت می‌گیرد. ولتاژ مناسب برای شارژ باتری و مصرف‌کننده‌ها در حدود ۱۴ ولت است. اما از آنجا که با بالا رفتن دور موتور، ولتاژ القایی در آلترناتور افزایش می‌یابد از یک آفتامات یا تنظیم‌کننده برای ثابت نگه‌داشتن ولتاژ و کنترل جریان تولیدی آلترناتور استفاده می‌شود (شکل‌های ۱۷ و ۱۸). اجازه شارژ باتری و جلوگیری از ورود جریان الکتریکی باتری به آلترناتور (هنگام خاموش بودن موتور) از وظایف دیگر آفتامات به شمار می‌رود.

برای نمایش شارژ و یا تخلیه باتری، از آمپر متر یا ولت متر که در مدار الکتریکی سیستم شارژ قرار گرفته، استفاده می‌شود. این نوع نشان‌دهنده‌ها روی صفحه جلوی راننده و در کنار سایر نشان‌دهنده‌ها نصب می‌گردد و راننده می‌تواند در هر لحظه از وضعیت تخلیه و یا شارژ باتری آگاه شود.

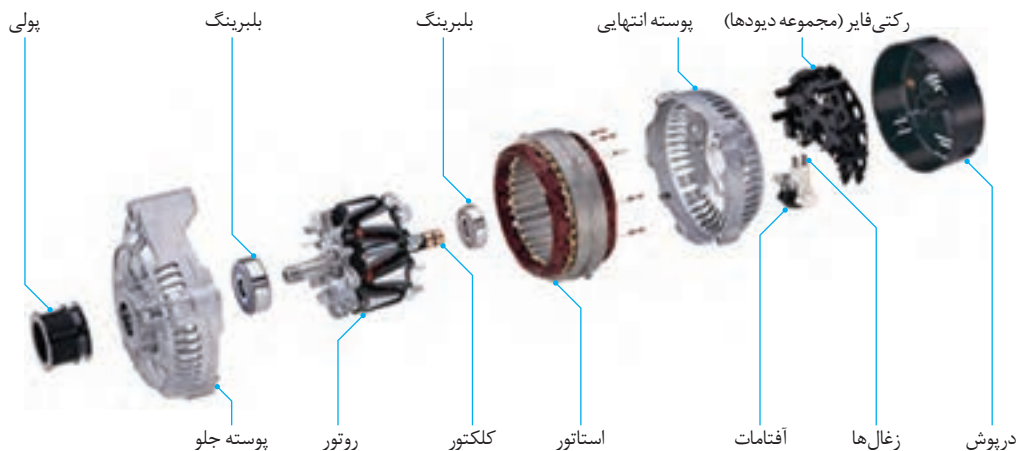
در مدار شارژ بعضی از ماشین‌های کشاورزی از لامپ شارژ استفاده می‌شود. لامپ شارژ به منظور اخطار و مطلع نمودن راننده از وضعیت سیستم شارژ طراحی شده است و به مدار الکتریکی سیستم شارژ اضافه می‌گردد.

## ساختمان و اصول کار آلترناتور

شکل ۱۹، قطعات یک آلترناتور را نشان می‌دهد. هر آلترناتور از روتور، استاتور، مجموعه دیودها (یک سوکننده‌ها)، درپوش‌ها، زغال‌ها، کلکتور، پروانه و فن خنک‌کننده، پولی و بلبرینگ تشکیل شده است.

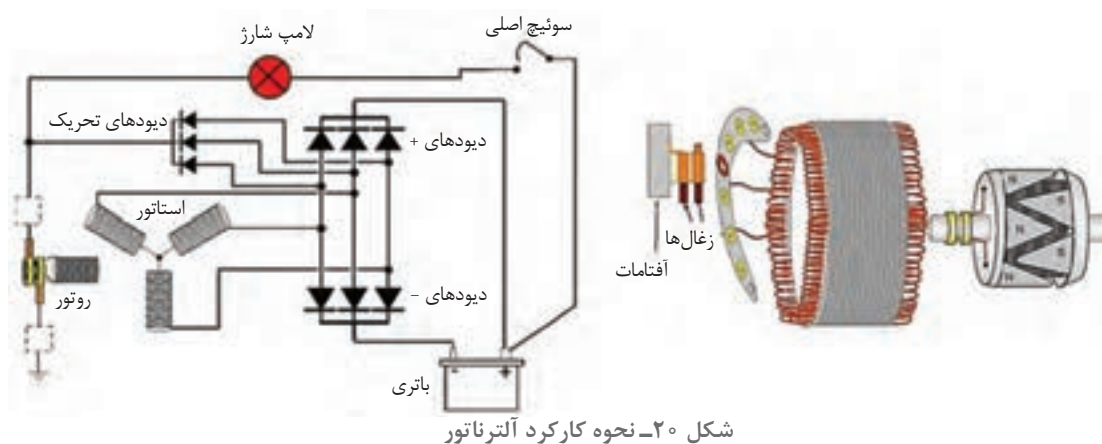
### ساختمان و اجزای آلترناتور

فیلم آموزشی



شکل ۱۹- قطعات داخلی آلترناتور

در مدار داخلی آلترناتور با باز کردن سوئیچ، جریان برق از طریق لامپ شارژ و زغال مثبت به روتور می‌رود (شکل ۲۰). عبور جریان از روتور باعث ایجاد خاصیت مغناطیسی در آن می‌شود. هنگامی که موتور روشن می‌شود، روتور و میدان مغناطیسی آن شروع به دوران می‌کند. در این حال در سیم‌های استاتور جریان القا می‌شود. بخشی از این جریان توسط دیودهای تحریک، یک سو می‌شود. این جریان باعث خاموش شدن لامپ شارژ می‌شود و جریان مورد نیاز روتور را تأمین می‌کند. بخش دیگری از جریان استاتور توسط دیودهای شارژ یک سو می‌شود و به مصرف شارژ باتری و اجزای الکتریکی می‌رسد. هنگامی که ولتاژ تولیدی آلترناتور از ۱۴ ولت بالاتر رود آفتامات ترانزیستوری جریان روتور را کاهش می‌دهد. در نتیجه خاصیت مغناطیسی روتور ضعیف می‌شود.



می‌دانیم که جریان الکتریکی بر اثر اختلاف پتانسیل در یک مدار به وجود می‌آید. به شکل ۲۰ نگاه کنید و به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- ۱- چرا چراغ شارژ بعد از قرار دادن سوئیچ در وضعیت On، روشن می‌شود؟
- ۲- چرا با روشن شدن موتور، چراغ شارژ خاموش می‌شود؟
- ۳- خاموش نشدن چراغ شارژ نشانه چیست؟

جدول ۱، اجزای آلترناتور، ساختمان و کارکرد آنها را نشان می‌دهد. بعد از مشاهده فیلم جدول را تکمیل کنید.

جدول ۱- ساختمان و کارکرد اجزای داخلی آلترناتور

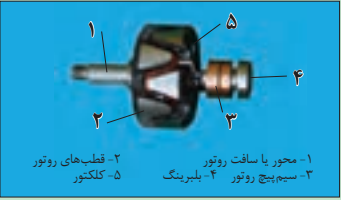
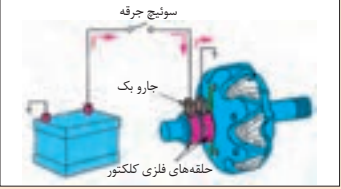


تصویر	نام قطعه	ساختمان و کارکرد
	استاتور	استاتور شامل یک حلقه آهنی ورق ورق است که روی یکدیگر پرس شده و از داخل شیارهایی دارد که کلاف‌های سیم پیچ القا شونده در آنجا می‌گیرند.

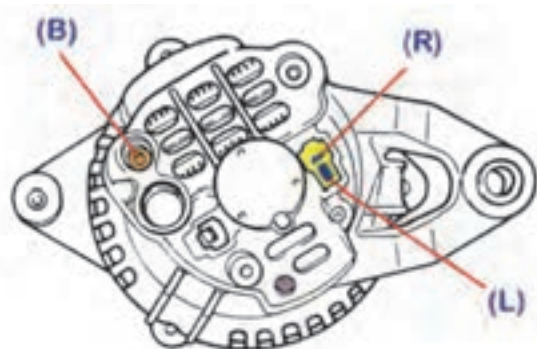
گفت‌وگوی کلاسی



یادداشت کنید



تصویر	نام قطعه	ساختمان و کارکرد
 <p>۱- محور یا سافت روتور ۲- قطب‌های روتور ۳- سیم‌بج روتور ۴- بلبرینگ ۵- کلکتور</p>	روتور	روتور قطعه‌ای است دوار که بین دو درپوش یا تاقان‌بندی شده است و می‌تواند در وسط استاتور گردش کند. وظیفه روتور ایجاد میدان مغناطیسی دوار است.
 <p>سوئیچ جرقه چاروبک حلقه‌های فلزی کلکتور</p>	چاروبک‌ها (زغال‌ها)	هر آلترناتور دارای دو زغال یا چاروبک از جنس گرافیت است که جریان لازم را توسط حلقه‌های کلکتور به روتور می‌رساند. پشت هر چاروبک یک فنر قرار دارد تا اتصال دائم چاروبک با کلکتور حفظ شود.
	مجموعه دیودها	
 <p>پروانه پولی</p>	پولی و پروانه	



شکل ۲۱- ترمینال‌های یک نوع آلترناتور

### سیم‌کشی مدار شارژ

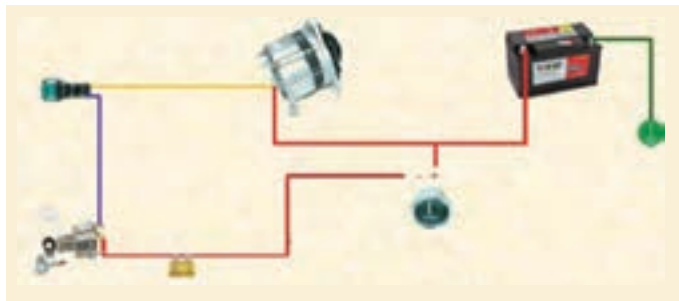
برای اتصال مدار داخل آلترناتور به مدار شارژ و برقراری جریان الکتریکی تولیدی آن، از ترمینال‌هایی استفاده می‌شود که روی بدنه آلترناتور تعبیه گردیده و به مدار داخلی آن وصل شده است. در شکل ۲۱، ترمینال‌های یک آلترناتور نشان داده شده است. ترمینال‌های این آلترناتور با علائم اختصاری (B)، (L) و

(R) مشخص شده‌اند. اتصال ترمینال‌های آلترناتور به اجزای مدار شارژ به ترتیب زیر است:

- ترمینال B آلترناتور به وسیله دسته سیم مدار شارژ به قطب مثبت باتری متصل می‌شود.

- ترمینال L داخل کائوچویی آلترناتور به لامپ شارژ متصل می‌شود.

- ترمینال R داخل کائوچویی از طریق دسته سیم مدار شارژ به سوئیچ اصلی موتور متصل می‌شود.



شکل ۲۲، سیم‌کشی مدار شارژ تراکتور MF۲۸۵ را نشان می‌دهد.

شکل ۲۲- سیم‌کشی مدار شارژ تراکتور MF۲۸۵

فعالیت عملی



### سیم‌کشی مدار شارژ

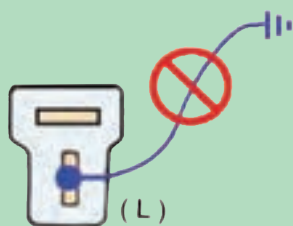
#### مراحل انجام کار:



شکل ۲۳- عایق‌بندی اتصالات

- ۱- کابل اتصال بدنه باتری را جدا کنید.
- ۲- رشته سیم‌های مورد نیاز را در طول لازم آماده کنید.
- ۳- روکش عایق سر سیم‌ها را با استفاده از انبر سیم لخت کن جدا کنید و سر سیم‌های مناسب با ترمینال‌های آلترناتور، باتری، سوئیچ اصلی و لامپ شارژ را به آنها متصل کنید.
- ۴- اتصالات را عایق‌بندی کنید (شکل ۲۳).
- ۵- سیم‌ها را با استفاده از نوار چسب پلاستیکی به صورت کلاف درآورید.
- ۶- مطابق نقشه مدار الکتریکی ارائه شده در دفترچه راهنمای تعمیرات ماشین، اتصال الکتریکی آلترناتور را به باتری، سوئیچ اصلی موتور، لامپ شارژ و آمپر متر برقرار کنید.
- ۷- اتصال بدنه باتری را برقرار کنید.
- ۸- موتور را با نظارت هنرآموز خود روشن کنید و صحت سیم‌کشی را بررسی کنید.

ایمنی



شکل ۲۴

- ۱- دقت کنید که برای اتصال باتری، به طور عکس، عمل نکنید زیرا باعث آسیب دیدن یک سوکننده آلترناتور می‌شود.
- ۲- به خاطر داشته باشید که همواره در ترمینال B آلترناتور جریان الکتریکی باتری قرار دارد، لذا از اتصال بدنه شدن آن مراقبت کنید.
- ۳- هنگامی که سوکت اتصال ترمینال‌های L و R به آلترناتور متصل نیست، استارت نزیند.
- ۴- هنگام روشن بودن موتور از اتصال ترمینال L آلترناتور به بدنه مراقبت کنید (شکل ۲۴).

## آزمایش و عیب‌یابی مدار شارژ

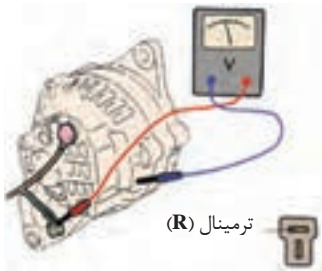
هنگامی که قدرت خروجی آلترناتور مناسب نباشد چراغ اخطار شارژ روشن می‌شود. توجه داشته باشید عددی که درجه شارژ جلوی داشبورد نشان می‌دهد از حالت شارژ عادی (۱۴ ولت) کمتر است.

توجه کنید



تغییرات شدت نور در سیستم روشنایی ماشین نشان‌دهنده عیب در سیستم شارژ است.

برای تشخیص محل عیب مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید:



شکل ۲۵- آزمایش سالم بودن سیم اتصال سوئیچ به آلترناتور

روش آزمایش سالم بودن سیم‌کشی سوئیچ به آلترناتور: ابتدا سوئیچ اصلی موتور را در وضعیت Off قرار دهید و سپس سوکت اتصال سیم‌کشی مدار به ترمینال R و L را از آلترناتور جدا کنید.

سوئیچ اصلی موتور را در وضعیت On قرار دهید و مقدار ولتاژ ترمینال R را اندازه‌گیری کنید. اگر در این حالت مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده برابر با ولتاژ باتری باشد نشان‌دهنده سالم بودن سیم‌کشی از سوئیچ تا آلترناتور است (شکل ۲۵).



شکل ۲۷- آزمایش مدار لامپ شارژ



شکل ۲۶- جدا کردن کاتوچویی سیم‌کشی لامپ شارژ

روش آزمایش سیم‌کشی مدار الکتریکی

لامپ شارژ: ابتدا کاتوچویی ترمینال L و R آلترناتور را جدا کنید (شکل ۲۶).

یک سر سیم رابط را به ترمینال L روی کاتوچویی اتصال دهید و سر دیگر آن را اتصال بدنه کنید (شکل ۲۷). سوئیچ اصلی موتور را در وضعیت On قرار دهید.

در این صورت روشن شدن لامپ شارژ روی پانل جلوی راننده دلیل سالم بودن سیم‌کشی مدار لامپ شارژ است.



شکل ۲۸- پیاده کردن آفتامات



روش آزمایش سلامت آفتامات و

اجزای داخلی آلترناتور: به وسیله

پیچ‌گوشتی دو عدد پیچ آفتامات را باز کرده و آفتامات را بیرون آورید (شکل ۲۸).

دقت کنید که زغال‌های متصل به آفتامات هنگام بیرون آوردن آسیب نبینند.

با یک قطعه سیم، پایه زغال منفی آفتامات را اتصال بدنه کنید و سپس آفتامات را در محل خود ببندید.



ب) اتصال بدنه کردن سیم متصل به زغال منفی



الف) وصل کردن یک سیم به زغال منفی

شکل ۲۹

سیم متصل به آلترناتور (فیش بزرگ پشت آلترناتور، خروجی به استارتر) را جدا کنید تا بالا رفتن ولتاژ باعث سوختن مصرف کننده‌ها نشود.



شکل ۳۰- آزمایش اجزای داخلی آلترناتور

مطابق شکل ۳۰، یک ولت متر بین ترمینال آلترناتور و بدنه ببندید. با روشن کردن موتور در دور آرام، عقربه ولت متر باید روی عددی بالاتر از ۱۴ ولت قرار بگیرد و نوسان نداشته باشد. در صورت پایین بودن یا نوسان داشتن ولتاژ خروجی، یکی از اجزای داخلی آلترناتور (روتور، استاتور، زغال‌ها و یا یک سوکننده‌ها) معیوب است و باید رفع عیب شود. با اتصال بدنه کردن زغال منفی، ولتاژ بدون نوسان بیش از ۱۴ ولت نشانه سالم بودن اجزای آلترناتور و معیوب بودن آفتامات ترانزیستوری است.

کم شدن بیش از حد آب باتری، بیشتر بر اثر بالا بودن ولتاژ خروجی آلترناتور و نشانه معیوب بودن آفتامات ترانزیستوری و یا شل بودن اتصالات آن است.

توجه کنید



سطح الکترولیت باتری را در فواصل معین بازدید کنید.

ایمنی



هنگام آزمایش و بررسی مدار شارژ و انجام تعمیرات، از اتصال بدنه ترمینال B آلترناتور خودداری کنید.

فعالیت عملی



عیب یابی مدار شارژ

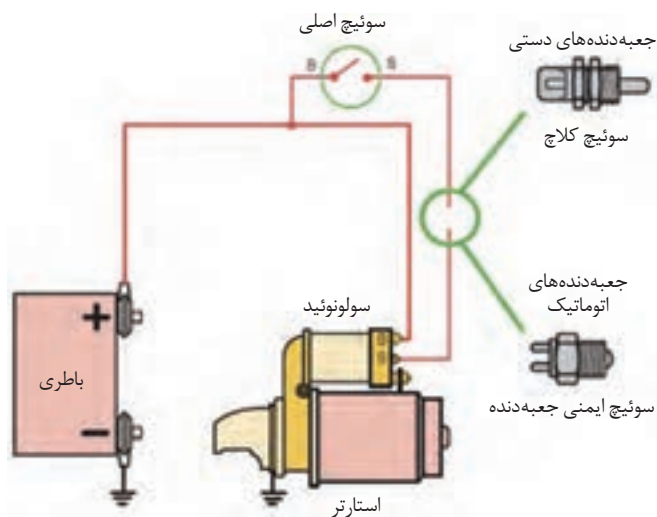
سیم‌کشی مدار شارژ و سلامت دینام و آفتامات یک نمونه تراکتور یا ماشین خودگردان کشاورزی را آزمایش کنید.





در صورت معیوب بودن اجزای داخلی آلترناتور باید آن را پیاده نموده و برای تعمیر به یک تعمیرکار تخصصی (باتری‌ساز) ارجاع داد.

## مدار راه‌انداز تراکتورها و ماشین‌های خودگردان زراعی



موتور تراکتور و ماشین‌های خودگردان امروزی به وسیله موتور استارتر به گردش درمی‌آید و راه‌اندازی می‌شود. مدار الکتریکی سیستم راه‌انداز موتور شامل باتری، سوئیچ اصلی موتور (سوئیچ اصلی موتور)، سوئیچ ایمنی، موتور استارتر و اتوماتیک استارتر است (شکل ۳۱).

شکل ۳۱- مدار راه‌انداز موتور

موتور استارتر یک موتور الکتریکی است که انرژی الکتریکی باتری را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند و به وسیله دنده استارتر، فلاپویل را می‌چرخاند. گردش فلاپویل، میل‌لنگ موتور را به چرخش درآورده و باعث روشن شدن موتور می‌شود (شکل‌های ۳۲ و ۳۳).



شکل ۳۳- اتصال موتور استارتر به دنده فلاپویل



شکل ۳۲- موتور استارتر

از آنجا که جریان مصرفی موتور استارتر زیاد است و عبور جریانی مصرفی استارتر از سوئیچ باعث ذوب شدن سوئیچ می‌شود، از یک کلید مغناطیسی به نام اتوماتیک استارتر (سولونوئید) استفاده شده است که زمان کار استارتر، جریان باتری را به موتور استارتر منتقل می‌کند و موقع رها کردن سوئیچ استارتر، ارتباط مزبور را قطع می‌نماید.

به منظور ایمنی در هنگام روشن کردن موتور، در مدار راه‌انداز برخی از تراکتورها و ماشین‌های خودگردان زراعی مانند تراکتور MF285 از یک کلید الکتریکی به نام کلید ایمنی استارت استفاده شده است که تنها در صورت خلاص بودن جعبه‌دنده، مدار بین سوئیچ استارت و موتور استارت را باز می‌کند. در مدار راه‌انداز تراکتورهای والترا، سوئیچ ایمنی زیر صندلی راننده قرار گرفته است و تنها در صورت مستقر شدن راننده روی صندلی، مدار راه‌انداز را باز می‌کند. تراکتور MF399 علاوه بر سوئیچ ایمنی جعبه دنده دارای یک سوئیچ ایمنی محور تواندهی نیز است که در صورت فعال بودن این محور، اجازه روشن شدن موتور را نخواهد داد.

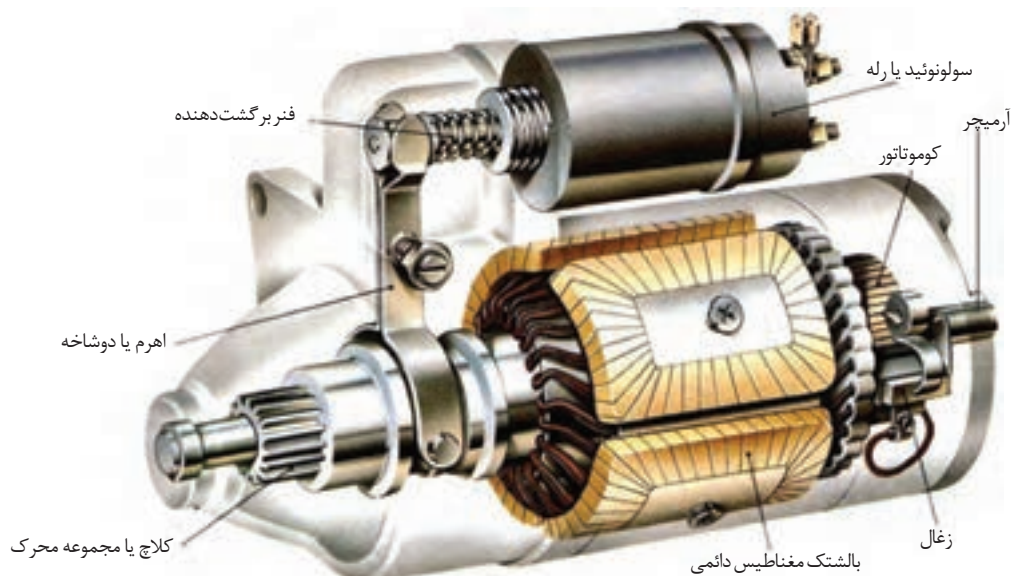
## ساختمان و اصول کار موتور استارت

فیلم آموزشی



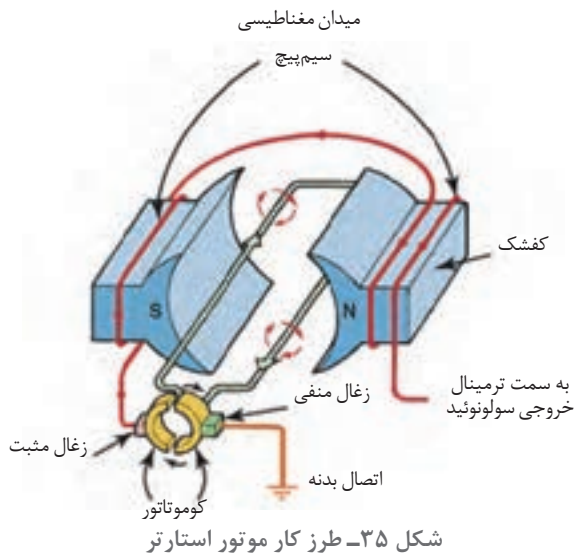
نحوه کارکرد و اجزای داخلی استارت

در شکل ۳۴، قطعات داخلی موتور استارت نشان داده شده است. هر موتور استارت از بدنه، درپوش‌ها، زغال‌ها، بالشتک‌ها، آرمیچر استارت، و مجموعه محرک دنده استارت تشکیل شده است.



شکل ۳۴- اجزای داخلی موتور استارت

تبدیل انرژی الکتریکی باتری (بیش از ۳۰۰ آمپر) به توان مکانیکی (بیش از ۸ اسب بخار) توسط موتور استارت بر مبنای اصول الکترومغناطیس صورت می‌گیرد. بر مبنای اصول الکترومغناطیس اگر در یک میدان مغناطیسی یک میله رسانا حامل جریان برق قرار دهیم به میله هادی نیرو وارد می‌شود. حال اگر



به جای میله هادی از دو نیم حلقه استفاده شود با توجه به اینکه هر حلقه یک میدان مغناطیسی نیز در اطراف خود ایجاد می‌کند، جذب و دفع نیم حلقه‌ها توسط میدان مغناطیسی اصلی سبب چرخش آنها می‌شود (شکل ۳۵).

در موتور استارتر معمولاً چهار بالشتک وجود دارد که هسته آنها به وسیله پیچ (در بعضی از انواع، بالشتک‌ها به بدنه پرچ شده‌اند) روی بدنه استارتر بسته شده و به دور آنها سیم پیچی شده است. وقتی که جریان از آنها عبور می‌کند هسته بالشتک‌ها آهن‌ریا شده، یکی در میان قطب‌های S و N را تشکیل می‌دهند. این میدان باعث چرخاندن با سرعت آرمیچر درون استارتر می‌گردد. این عمل باعث می‌گردد چرخ دنده استارتر به چرخش درآید و هم‌زمان موتور را نیز به چرخش درآورد.



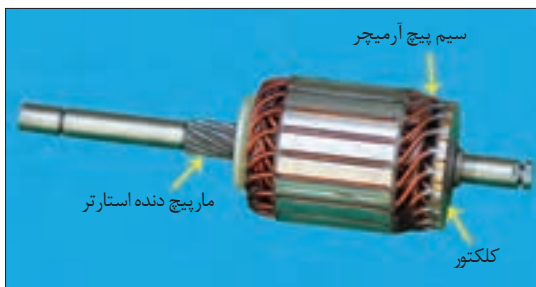
ب) زغال مثبت و محل لحیم آن



الف) زغال‌های منفی

شکل ۳۶- زغال یا جاروبک‌های استارتر

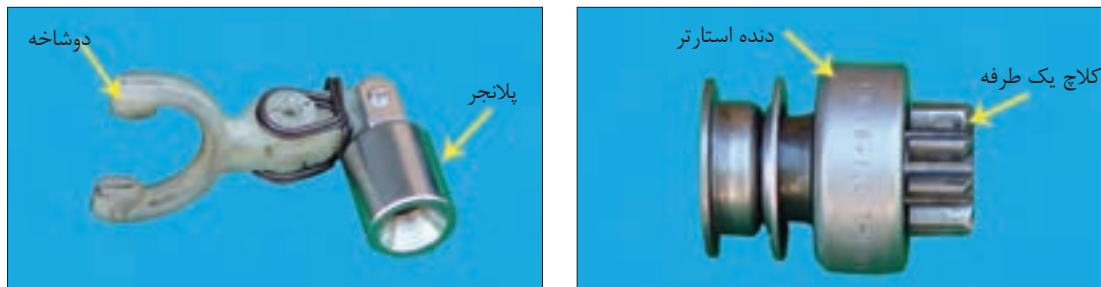
معمولاً چهار بالشتک استارتر به‌طور سری به هم وصل شده‌اند. جریان ابتدا وارد بالشتک‌ها می‌شود سپس از طریق زغال‌های مثبت به سیم پیچ آرمیچر می‌رود و توسط جاروبک‌های منفی (زغال‌ها) اتصال بدنه می‌شود. استارتر معمولاً دارای چهار زغال از جنس مس است که یکی در میان مثبت و منفی هستند (شکل ۳۶).



شکل ۳۷- آرمیچر استارتر

روی بدنه آرمیچر شکاف‌هایی در امتداد طول آن وجود دارد که سیم‌های هادی جریان به طریق عایق‌بندی شده در داخل آنها جاسازی و محکم شده‌اند. در یک طرف محور، کلکتور نصب شده و در سمت دیگر آن، مجموعه دنده استارتر سوار شده است. روی این قسمت از محور به‌صورت ماریچ دنده شده است که مجموعه دنده استارتر می‌تواند روی آن حرکت دورانی و خطی داشته باشد (شکل ۳۷).

مجموعه محرک دنده استارتر شامل دنده استارتر، دو شاخه، پلانجر و کلاچ یک طرفه است (شکل ۳۸).



شکل ۳۸- مجموعه محرک دنده استارتر

مجموعه محرک دنده استارتر سبب می‌شوند که در هنگام استارت زدن، دنده استارتر به فلاپیویل متصل شده و آن را بچرخاند و با رها کردن سوئیچ، ارتباط دنده استارتر با فلاپیویل قطع شود. در صورتی که دنده استارتر بعد از رها کردن سوئیچ برنگردد (گیر کند) پشت دنده استارتر کلاچ یک طرفه‌ای قرار دارد که باعث می‌شود با چرخش موتور دنده استارتر همراه با موتور نچرخد.

در بعضی انواع استارترها کلاچ یک طرفه وجود ندارد و به جای آن محفظه فنر برگردان دنده استارتر قرار گرفته است.

نکته



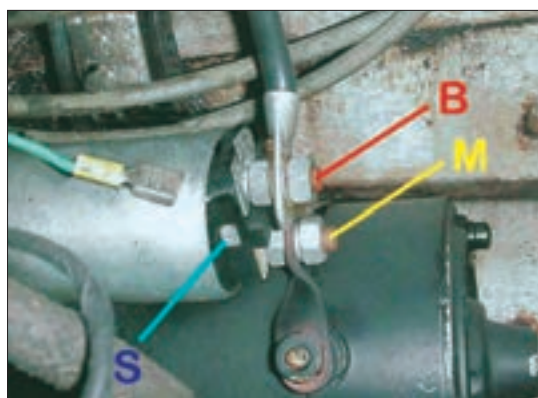
اگر در زمانی که موتور روشن است استارت بزنی، چه اشکالی پیش می‌آید؟

گفت‌وگوی کلاسی



### سیستم کشی راه‌انداز موتور

روی اتوماتیک استارتر سه عدد ترمینال پیش‌بینی شده است (شکل ۳۹) که عبارت‌اند از:



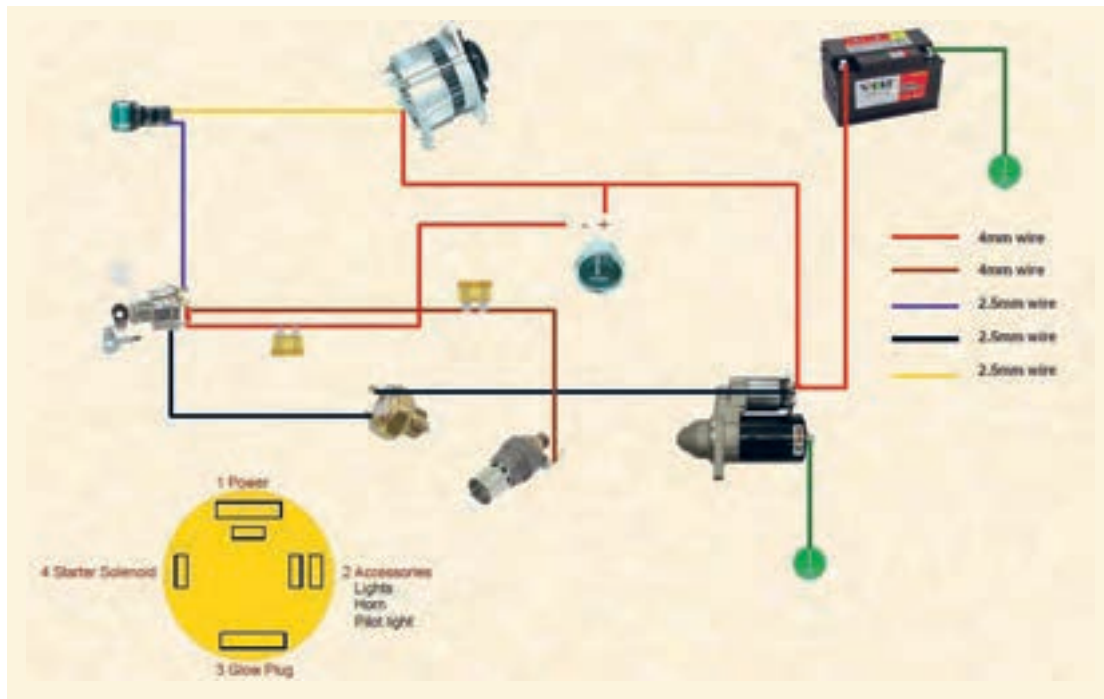
شکل ۳۹- ترمینال‌های اتوماتیک استارتر

- ترمینال S که به ترمینال ST سوئیچ متصل می‌شود.

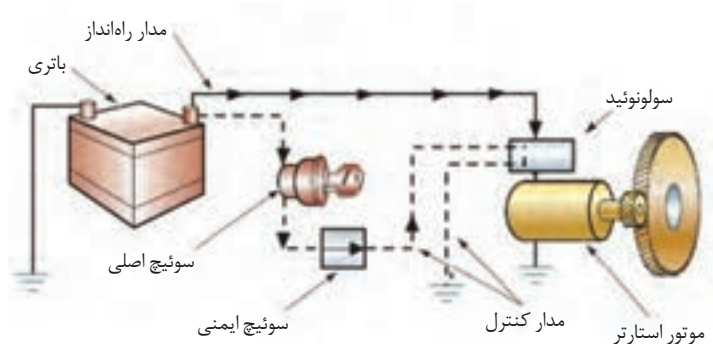
- ترمینال B اتوماتیک استارتر توسط کابل به ترمینال مثبت باتری وصل گردیده و جریان الکتریکی مورد نیاز سیستم راه‌انداز از این طریق تأمین می‌شود.

- ترمینال M اتوماتیک استارتر که به موتور استارتر متصل است و در حالت استارت توسط پلانجر داخل اتوماتیک به ترمینال B وصل می‌شود.

شکل ۴۰، نمودار مدار الکتریکی سیستم استارت و شارژ تراکتور MF285 را نشان می‌دهد. در این مدار، سیم اتصال ترمینال ST سوئیچ به استارت با رنگ سیاه و کابل اتصال ترمینال مثبت باتری به ترمینال اتوماتیک استارت با رنگ قرمز نشان داده شده است. یک عدد فیوز ۱۰ آمپری اتصال ترمینال B سوئیچ به اتوماتیک استارت را حفاظت می‌کند.



شکل ۴۰- مدار راه‌انداز موتور



شکل ۴۱- شماتیک عبور جریان در مدار راه‌انداز

هنگام استارت، سوئیچ اصلی موتور در وضعیت ST قرار می‌گیرد و جریان الکتریکی سیم پیچ داخل اتوماتیک را از طریق ترمینال S اتوماتیک برقرار می‌کند. در این حالت با تحریک سولونوئید ارتباط ترمینال B اتوماتیک استارت با ترمینال M موتور استارت برقرار می‌شود و شدت جریان مورد نیاز موتور استارت مستقیماً از

طریق باتری برقرار می‌گردد. علاوه بر این؛ اهرم اتوماتیک استارت، دنده استارت را با دنده فلاپویل درگیر می‌کند در نتیجه چرخش آرمیچر موتور استارت، دنده استارت و فلاپویل (چرخ طیار) را می‌گرداند. با رها کردن سوئیچ، دنده استارت با کمک فنر اتوماتیک استارت به عقب برمی‌گردد و کلید اتوماتیک استارت نیز برق را از موتور الکتریکی قطع می‌کند (شکل ۴۱).



## کابل کشی و سیم کشی مدار راه انداز (استارتر)

### مراحل انجام کار:

گیره فلزکاری نیز استفاده کنید.  
۷- کابل ترمینال مثبت باتری به ترمینال B اتوماتیک استارتر را انتخاب کنید و پس از جدا کردن عایق دو سر کابل، بست‌های مناسب با ترمینال مثبت باتری و ترمینال B اتوماتیک استارتر را به کابل متصل کنید.

۸- پس از اتصال و پرچکاری بست‌ها، محل اتصال را با استفاده از تیوب عایق کاری بپوشانید.

۹- با رعایت کد رنگ سیم‌های مندرج در دفترچه راهنمای تعمیرات ماشین، سیم‌های مورد نیاز را در سیم کشی مدار الکتریکی سیستم استارتر در طول‌های مورد نیاز انتخاب کنید و سرسیم‌های مناسب را به سیم‌ها متصل نمایید.

۱۰- پس از اتصال سرسیم‌ها محل اتصال را عایق کنید.

۱۱- با استفاده از راهنمای مدار الکتریکی استارتر، سیم کشی مدار را اجرا کنید.

۱۲- ترمینال ST سوئیچ را از طریق جعبه فیوز به ترمینال S استارتر متصل کنید.

۱۳- ترمینال BAT سوئیچ اصلی موتور را به ترمینال مثبت باتری متصل کنید.

۱۴- به وسیله کابل، ترمینال مثبت باتری را به ترمینال B اتوماتیک استارتر متصل کنید.

۱۵- ترمینال منفی باتری را به بدنه اتصال دهید.

۱۶- برای آزمایش استارتر روی صندلی تراکتور یا ماشین قرار گرفته و با رعایت نکات لازم که باید در رانندگی تراکتور مد نظر قرار دهیم، استارتر بزنید.

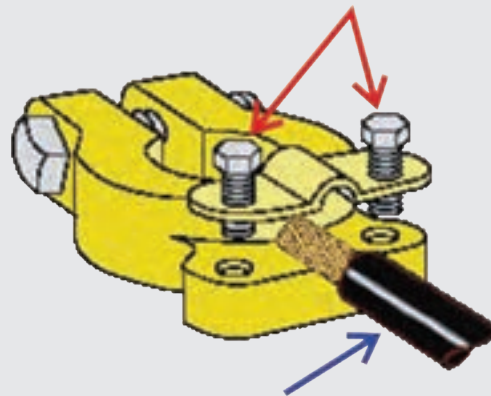
۱- وسایل مورد نیاز (سوئیچ اصلی موتور، استارتر، باتری، جعبه فیوز، کابل، بست، سیم، سرسیم، وسایل عایق کاری، ابزار پرچکاری بست) را آماده کنید.

۲- کابل اتصال بدنه باتری را در اندازه و طول مورد نیاز برای کابل کشی مدار استارتر آماده کنید و روکش عایق دوسر کابل را جدا سازید.

۳- بست‌های مناسب با قطب‌های باتری را انتخاب کنید.

۴- کابل اتصال بدنه باتری را در اندازه و طول مورد نیاز برای کابل کشی مدار استارتر آماده کنید و روکش عایق دوسر کابل را جدا سازید.

۵- قسمت فلزی (مسی) کابل را در محل خود روی بست قرار دهید و به وسیله پیچ‌های روی بست باتری آن را در محل خود ثابت کنید (شکل ۴۲).



شکل ۴۲- اتصال کابل به بست باتری

۶- بست سر دیگر کابل را به وسیله انبر پرچ کن به کابل متصل کنید. برای این منظور می‌توانید از

## آزمایش و عیب‌یابی مدار راه‌انداز

متداول‌ترین ایراداتی که در مدار راه‌انداز رخ می‌دهند عبارت‌اند از:

عیب	علت عیب
استارتر موتور را آهسته می‌گرداند	اگر موتور در زمان استارت زدن به آرامی گردش کند ممکن است باتری شارژ نباشد و یا اتصالات مدار الکتریکی استارتر شل یا سولفاته شده باشند. در مواقعی که استارتر با وجود شارژ بودن کامل باتری و متصل بودن سیم‌ها به‌طور محکم در محل خود به سختی می‌چرخد احتمال خرابی استارتر وجود دارد.
استارتر نخوردن موتور	اگر با گردش سوئیچ در مرحله ST، موتور استارتر گردش نمی‌کند، علت می‌تواند یکی از موارد زیر باشد: - سوئیچ ایمنی موجب عمل نکردن موتور استارتر شده است. در این موارد ابتدا خلاص بودن دنده‌ها بررسی شود. - باتری معیوب یا تخلیه است. - سیم‌کشی مدار راه‌انداز قطع شده یا اتصالات سولفاته هستند. - اتوماتیک استارتر خراب است. - موتور استارتر معیوب است. - موتور قفل شده است: امکان دارد یاتاقان‌های میل لنگ یا شاتون‌ها چسبیده باشند و یا اینکه دنده استارت شکسته و بین فلاپویل رفته باشد.

برای آزمایش باتری به روش ساده، سه تعمیرکار روش‌های زیر را پیشنهاد می‌دهند:

**تعمیرکار اول:** چراغ‌های جلو را روشن کرده و در حالت نور بالا قرار دهید. اگر باتری سالم باشد باید نور چراغ‌ها عادی باشد.  
**تعمیرکار دوم:** با یک سیم کوتاه دو قطب باتری را به هم متصل کنید، جرقه قوی نشان‌دهنده سالم بودن باتری است.  
**تعمیرکار سوم:** اگر با چرخاندن سوئیچ در مرحله ST صدای «تق» شنیده شود و چراغ‌های پشت آمپر یک لحظه خاموش شوند، باتری خالی شده است.  
 شما کدام روش را پیشنهاد می‌کنید؟ چرا؟

گفت‌وگوی کلاسی



برای آزمایش سیم‌کشی مدار راه‌انداز دو تعمیرکار روش‌های زیر را پیشنهاد می‌دهند:

**تعمیرکار اول:** اگر لحظه چرخاندن سوئیچ، چراغ‌های پشت آمپر روشن شده و صدایی هر چند خفیف به گوش برسد، خرابی سیم‌کشی منفی است.

گفت‌وگوی کلاسی

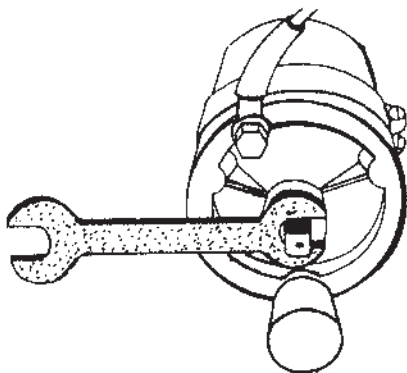




**تعمیر کار دوم:** برای بررسی مدار می‌توانیم اتصال کوتاه کنیم در صورتی که استارت عمل کرد، مدار مشکل دارد (شکل ۴۳).  
درباره این دو روش در کلاس گفت‌وگو کنید.

شکل ۴۳- اتصال کوتاه موتور استارت

استارت نزدن سوئیچ ممکن است بر اثر درگیری دنده استارت با دنده فلاپویل و جدا نشدن آن هنگام بستن سوئیچ باشد. برای آزاد کردن دنده استارت در صورت داشتن درپوش در انتهای استارت، ابتدا درپوش را باز کنید و سپس با استفاده از یک آچار مناسب، آرمیچر استارت را بگردانید تا دنده استارت از درگیری با دنده فلاپویل آزاد شود (شکل‌های ۴۴ و ۴۵).



شکل ۴۵- آزاد کردن دنده استارت



شکل ۴۴- درپوش انتهایی موتور استارت

روش دیگر به این ترتیب است که ماشین را در دنده سبک قرار دهید. سپس با آزاد کردن ترمز دستی، آن را به جلو و عقب حرکت دهید. در این صورت ممکن است دنده‌ها از درگیری خارج شوند.

۲- در صورت محرز شدن عیب در موتور استارت باید آن را پیاده نموده و برای تعمیر به یک تعمیرکار تخصصی (باتری‌ساز) ارجاع داد.

۱- اگر با قرار دادن ماشین در دنده سبک، نتوانید ماشین را حرکت دهید، نشان‌دهنده این است که موتور قفل شده است.

نکته



پرسش کلاسی



چگونه می‌توان موتور استارت را بعد از تحویل گرفتن از باتری‌ساز و قبل از نصب روی تراکتور آزمایش نمود؟



## مدار روشنایی تراکتور و ماشین‌های خودگردان کشاورزی

در سیستم روشنایی تراکتورها و ماشین‌های خودگردان زراعی از چراغ‌های گوناگون و متعددی استفاده شده است. هرکدام از این چراغ‌ها به منظور خاصی در بدنه ماشین نصب می‌شوند. شکل ظاهری چراغ‌های روشنایی متنوع‌اند و بر مبنای طراحی کارخانه سازنده روی آن تعبیه می‌شوند. مهم‌ترین این چراغ‌ها عبارت‌اند از: چراغ جلو، چراغ ترمز، چراغ راهنما، چراغ عقب، چراغ کار و چراغ خطر.

مدار روشنایی هر چراغ شامل لامپ، سر پیچ لامپ، کاسه چراغ، سوئیچ کنترل (کلید)، فیوز، سیم و فیش سیم می‌باشد.

سیم‌کشی مدارهای الکتریکی چراغ‌های روشنایی به روش اتصال موازی اجرا می‌شود و ولتاژ مدار الکتریکی ۱۲ ولت می‌باشد.

### مدار چراغ‌های بزرگ جلو

که در داخل حباب لامپ قرار گرفته و به وسیله دو رشته سیم به دو پایه اتصال الکتریکی لامپ متصل می‌گردد. در لامپ‌های دو فیلامانی تعداد دو رشته تنگستن در داخل حباب لامپ قرار دارد. یکی از آنها برای تولید نور پایین و دیگری برای تولید نور بالا در چراغ‌های بزرگ جلو به کار می‌روند.

تعداد پایه‌های اتصال الکتریکی در لامپ‌های دو فیلامانی سه عدد است. یکی از پایه‌ها در دو فیلامان لامپ مشترک است و به جریان منفی متصل می‌گردد. دو پایه دیگر جریان الکتریکی مثبت فیلامان‌های نور بالا و پایین لامپ را برقرار می‌سازند.

در لامپ چراغ‌های بزرگ جلو، برای تبدیل انرژی الکتریکی باتری به نور، از فلز تنگستن استفاده شده است. به این صورت که هنگام عبور جریان الکتریکی، تنگستن (فیلامان لامپ) گداخته می‌شود، نور مرئی منتشر می‌کند. پرتوهای نور در برخورد با کاسه چراغ منعکس می‌شوند و بازتاب آن به سطح جاده انتقال می‌یابد. روی کاسه چراغ پیچ تنظیم قرار دارد که می‌توان زاویه بازتاب نور را تغییر داد.

این لامپ‌ها در دو نوع طراحی و ساخته می‌شوند: لامپ‌های تک فیلامانی و لامپ‌های دو فیلامانی. لامپ‌های تک فیلامانی دارای یک رشته تنگستن است



شکل ۴۷- لامپ دو فیلامانی چراغ جلو

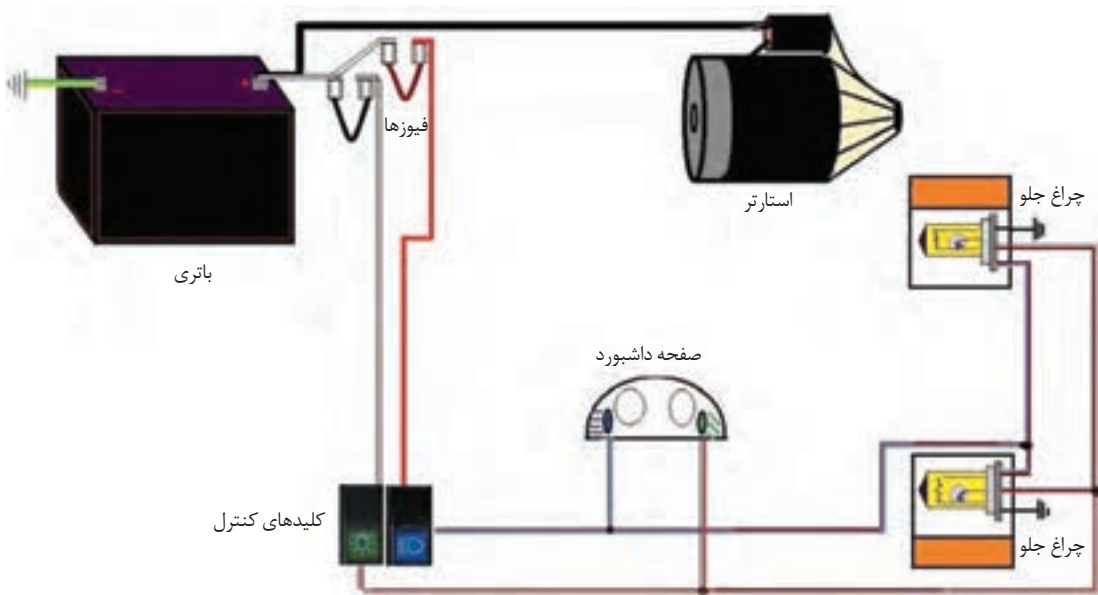


شکل ۴۶- لامپ تک فیلامانی چراغ جلو



لامپ‌های مورد استفاده در محل‌های مختلف تراکتور دارای توان (وات W) متفاوتی می‌باشند که مقدار این توان بر روی بدنه لامپ نوشته شده است. در هر محل از تراکتور یا ماشین کشاورزی باید لامپ با وات مشخص شده توسط کارخانه سازنده، جایگزین لامپ سوخته شود. معمولاً فیلامان نور پایین ۴۵ وات تا ۶۰ وات و فیلامان نور بالا ۵۰ تا ۶۵ وات است.

شکل ۴۸ مدار چراغ‌های جلوی یک ماشین کشاورزی را نشان می‌دهد.



شکل ۴۸- مدار چراغ‌های جلوی یک ماشین کشاورزی

در این مدار دو چراغ کوچک در پانل جلوی راننده قرار گرفته است که یکی در وضعیت نور پایین و دیگری در وضعیت نور بالا روشن می‌شوند. برای کنترل مدار چراغ‌های جلو، متناسب با طراحی ماشین از سوئیچ‌های مختلفی استفاده می‌شود (شکل ۴۹).



د) شستی



ج) کلید چرخان برای تمام چراغ‌ها

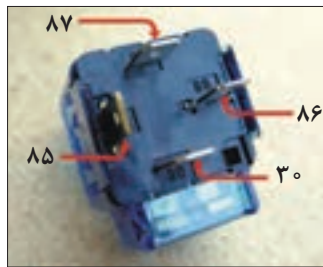


ب) کلید چرخان مخصوص چراغ‌های جلو



الف) دسته راهنما

شکل ۴۹- انواع سوئیچ‌های کنترل چراغ‌های جلو



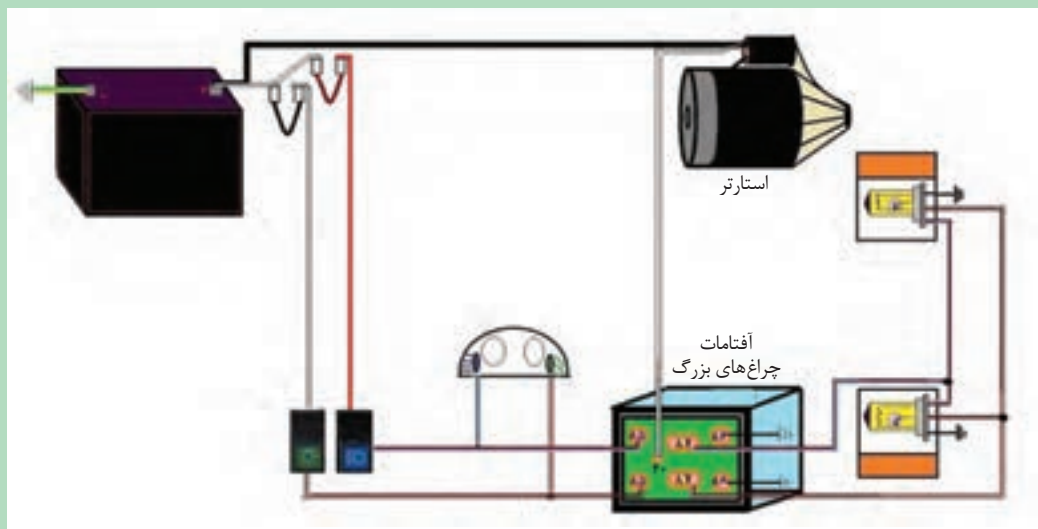
شکل ۵۰- آفتامات چراغ‌های جلو

به منظور تقویت نور چراغ‌های روشنایی در مدار چراغ جلوی بعضی از تراکتورها و ماشین‌های خودگردان زراعی، یک آفتامات (رله) مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر رله چهار ترمینال دارد که با شماره‌های ۸۷، ۸۶، ۸۵، ۳۰ مشخص می‌شوند (شکل ۵۰).

گفت‌وگو کنید



با توجه به شکل ۵۱، در مورد نحوه اتصال ترمینال‌های آفتامات چراغ‌های بزرگ گفت‌وگو کنید.



شکل ۵۱- مدار چراغ‌های جلو همراه با آفتامات

### مدار چراغ ترمز

تمام تراکتورها و ماشین‌های خودگردان دارای چراغ ترمز می‌باشند که با فشردن پدال ترمز، روشن می‌شود. این مدار به وسیله یک سوئیچ مکانیکی (شکل ۵۲) که با پدال ترمز در ارتباط است کنترل می‌شود. هنگام ترمز کردن و در لحظه

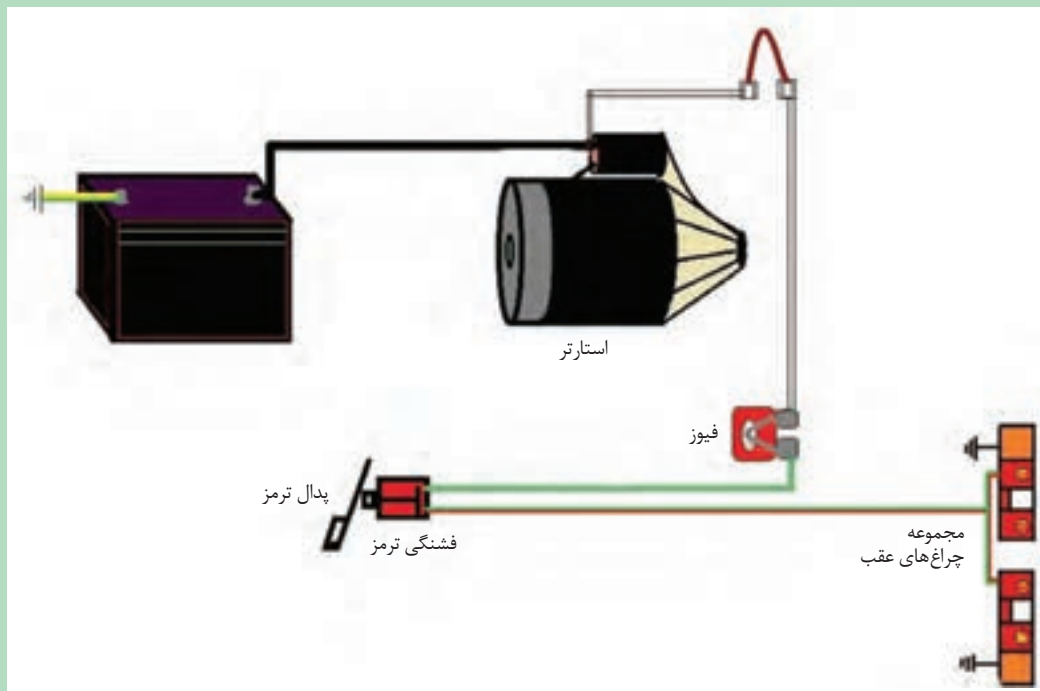


شکل ۵۲- سوئیچ ترمز تراکتور

پایین رفتن پدال ترمز، میله وسط سوئیچ در اثر نیروی فنر پشت میله به سمت بیرون رانده می‌شود و ارتباط ترمینال‌های داخل سوئیچ را برقرار می‌کند. در این وضعیت با کامل شدن مدار چراغ‌های ترمز، چراغ‌ها روشن می‌شوند. در مدار ترمز معمولاً از لامپ‌های تک فیلامانی ۲۱ وات استفاده می‌شود.



مدار ترمز یک تراکتور در شکل ۵۳، نشان داده شده است. در مورد اجزای مدار و نحوه سیم‌کشی آن در کلاس گفت‌وگو کنید.



شکل ۵۳- مدار ترمز یک نمونه تراکتور

### مدار چراغ‌های راهنما و خطر

برای آگاهی سایر رانندگان از تغییر وضعیت حرکت به سمت چپ یا راست، در تمامی تراکتورها و ماشین‌های خودگردان کشاورزی از چراغ‌های چشمک‌زن راهنما استفاده می‌شود. چراغ‌های چشمک‌زن سمت چپ برای حرکت به سمت چپ و چراغ‌های چشمک‌زن راست برای حرکت به سمت راست باید روشن شوند. در این مدار از یک سوئیچ خودکار به نام اتوماتیک راهنما استفاده شده است که عمل قطع و وصل جریان الکتریکی در مدار را برعهده دارد. عمل قطع و وصل مدار باعث می‌شود لامپ‌های چراغ راهنما با تناوب روشن شوند. اتوماتیک راهنما سه ترمینال دارد که ترمینال P به بدنه، ترمینال B به سوئیچ اصلی موتور و ترمینال L به کلید راهنما متصل می‌شود (شکل ۵۴). علاوه بر این می‌توان هر چهار چراغ چشمک‌زن را هم‌زمان روشن کرد که از این حالت برای نشان دادن هشدار یا در وضعیت پارک استفاده می‌شود.

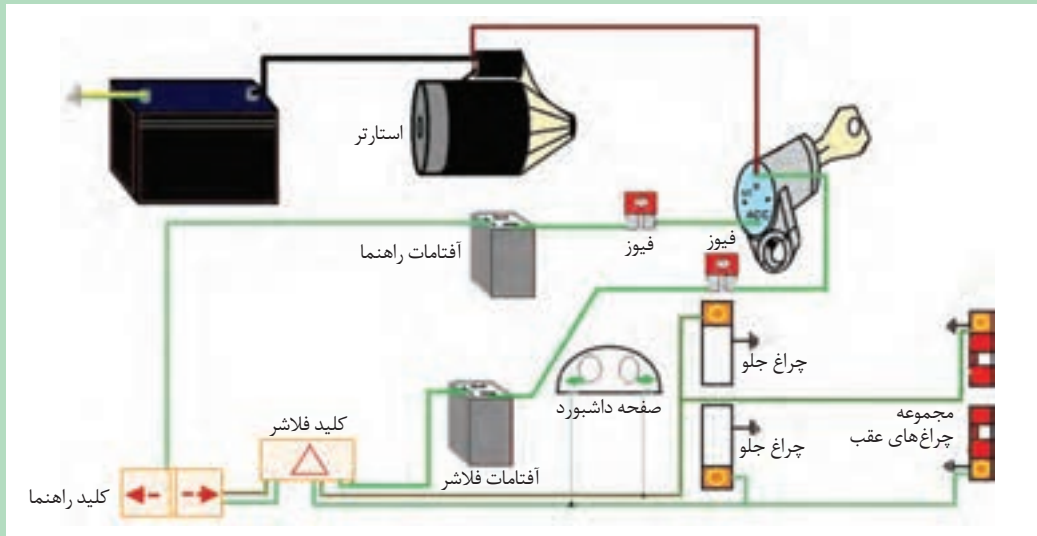


شکل ۵۴- اتوماتیک راهنما

گفت‌وگو کنید



مدار چراغ‌های راهنما و خطر یک تراکتور در شکل ۵۵، نشان داده شده است. در مورد اجزای مدار و نحوه سیم‌کشی آن در کلاس گفت‌وگو کنید.



شکل ۵۵- مدار چراغ‌های راهنما و خطر یک نمونه تراکتور

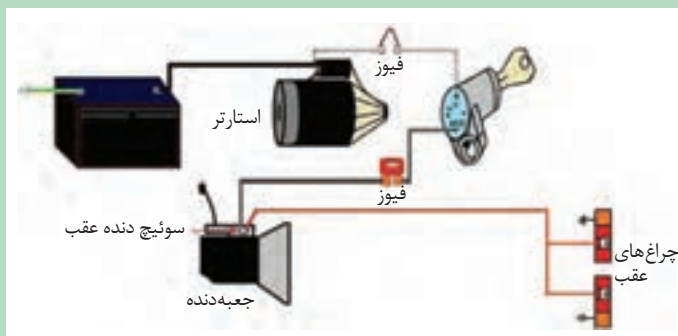
### مدار دنده عقب



شکل ۵۶- سوئیچ دنده عقب

مدار الکتریکی چراغ دنده عقب دارای یک سوئیچ مکانیکی است که در پوسته جعبه دنده بسته می‌شود. میله‌ای در وسط این سوئیچ است که در هنگام وضعیت دنده عقب ارتباط ترمینال‌های داخل سوئیچ را برقرار می‌کند. با این عمل مدار چراغ‌های دنده عقب کامل می‌شود و لامپ چراغ‌ها روشن می‌گردد (شکل ۵۶).

گفت‌وگو کنید



شکل ۵۷- مدار دنده عقب یک نمونه تراکتور

مدار دنده عقب یک تراکتور در شکل ۵۷، نشان داده شده است. در مورد اجزای مدار و نحوه سیم‌کشی آن در کلاس گفت‌وگو کنید.



## عیب یابی مدار روشنایی با استفاده از چراغ تست

کلید کنترل تک تک چراغ‌های روشنایی را در وضعیت روشن قرار دهید و روشن شدن لامپ مربوطه را بررسی کنید. در صورت روشن نشدن لامپ به ترتیب زیر مدار را عیب یابی کنید:

- ۱- فیوز مدار الکتریکی را شناسایی و سالم بودن آن را کنترل کنید.
- ۲- سرانبردار (منفی) لامپ آزمایش را به نزدیک‌ترین قسمت بدنه تراکتور یا ماشین وصل کنید.
- ۳- نوک پیچ گوشتی را به پشت اتصال لامپ (مصرف‌کننده) وصل کنید.
- ۴- در صورتی که لامپ آزمایش روشن شد، عیب مربوط به لامپ یا سرپیچ است. برای آزمایش لامپ را از سرپیچ جدا کنید و آن را طوری در دست بگیرید که ته آن به سمت بالا باشد. بدنه لامپ را با یک رشته سیم به منفی باتری وصل کنید. سر سیم دیگر را که به مثبت باتری متصل است به پایه ته لامپ بزنید. در صورتی که لامپ روشن شود سالم است و اگر روشن نشود سوخته است.

توجه کنید



اگر لامپ دو کنتاکت باشد سیم مثبت را به دو پایه ته لامپ بزنید در صورت روشن نشدن هر یک از کنتاکت‌ها، لامپ سوخته و قابل استفاده نیست.

ایمنی

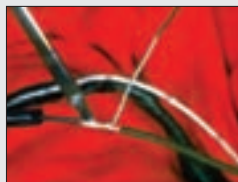


دقت کنید که دو رشته سیم منفی و مثبت به هم برخورد (اتصال کوتاه) نکنند چون جرقه می‌زنند.

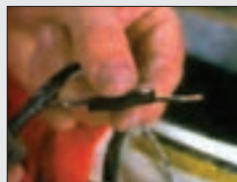
- ۵- در صورتی که لامپ روشن نشود همین آزمایش را در نزدیک‌ترین فیش یا سر سیم به لامپ تکرار کنید.
- ۶- این عملیات را تا محل اتصال مدار به برق مثبت ادامه دهید.
- ۷- آخرین محلی که لامپ روشن می‌شود و یا سیمی که در فاصله بین دو محل آزمایش قرار دارد، محل قطعی یا اتصال بدنه می‌باشد.
- ۸- بعد از یافتن اتصال بدنه یا قطعی (با عایق کردن محل اتصال و یا متصل کردن دو سر سیم قطع شده به هم) آن را رفع کنید (شکل ۵۸).



د) گرم کردن عایق حرارتی روی محل لحیم شده



ج) تاباندن سیم‌ها و لحیم‌کاری آنها



ب) قرار دادن عایق حرارتی روی یکی از سیم‌ها



الف) لخت کردن سیم در محل قطعی

شکل ۵۸- اتصال دو سر سیم قطع شده

## مدار هشدار دهنده



شکل ۵۹- هشداردهنده‌های روی داشبورد

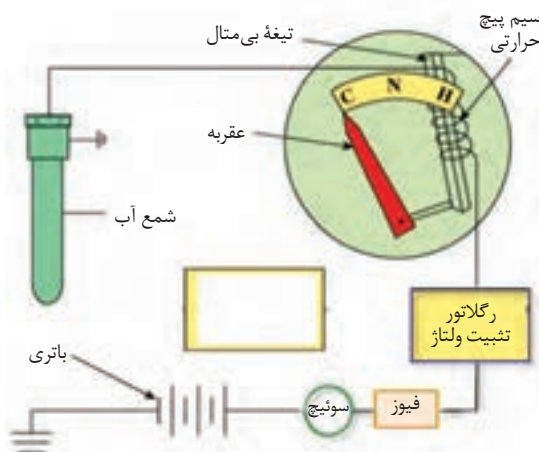
معمولاً مدارهای الکتریکی هشداردهنده و نمایشگری در بعضی از قسمت‌های تراکتور و ماشین‌های خودگردان نصب می‌گردد که در صورت به خطر افتادن کارکرد تراکتور یا ماشین به راننده هشدار می‌دهد و یا وضعیت کار صحیح سیستم‌های آنها را به اطلاع راننده می‌رساند (شکل ۵۹). در ادامه چند مدار مهم بررسی می‌شود.

### مدار نشان دهنده درجه آب

نشان دهنده درجه آب وضعیت دمای آب موتور را نشان می‌دهد. این درجه توسط سیمی به حسگر (سنسور یا شمع آب) که روی بدنه موتور در مسیر کانال‌های آب موتور قرار دارد متصل می‌باشد. سیم دیگری برق مثبت باتری را از طریق سوئیچ و فیوز به درجه آب منتقل می‌کند (شکل ۶۰).

در ساختمان درجه آب، از تیغه بی‌متالی استفاده شده که در برابر حرارت حساس است و تغییر طول می‌دهد. سیم پیچ حرارتی نصب شده روی تیغه، تغییرات دمای لازم را برحسب مقدار جریان الکتریکی مصرفی ایجاد می‌کند.

در حالت سرد بودن آب موتور، به سبب مقاومت الکتریکی شمع آب، جریان بسیار کمی از سیم پیچ حرارتی عبور می‌کند و تغییر طول تیغه بی‌متال در حدی است که عقربه نشان دهنده، روی C (سرد بودن آب) قرار می‌گیرد. افزایش گرمای آب موتور باعث کاهش مقاومت الکتریکی در شمع آب (واحد روی موتور) می‌شود و



شکل ۶۰- مدار درجه آب

متناسب با آن جریان مصرفی دستگاه افزایش می‌یابد. عبور جریان الکتریکی از سیم پیچ تیغه بی‌متال باعث گرم شدن و در نتیجه افزایش طول آن می‌شود. افزایش طول تیغه باعث تغییر موقعیت عقربه دستگاه می‌شود و عقربه به سمت H (گرم شدن آب) حرکت می‌کند.

در بعضی از تراکتورها به جای درجه آب از لامپی استفاده می‌شود که وقتی دمای آب موتور از حداکثر تعیین شده بالاتر برود این لامپ روشن شده و به راننده هشدار می‌دهد. مدار این لامپ مانند درجه آب می‌باشد.

نکته



در صورتی که درجه نشان دهنده دمای آب موتور با وجود گرم بودن موتور حداقل حرارت را نشان دهد، برای آزمایش مدار درجه آب کافی است سیم شمع آب را جدا کرده و به بدنه بزنید، در این صورت اگر درجه آب حداکثر را نشان دهد بیانگر این است که سیم کشی و نشانگر سالم هستند و اشکال از شمع آب می‌باشد.

نکته

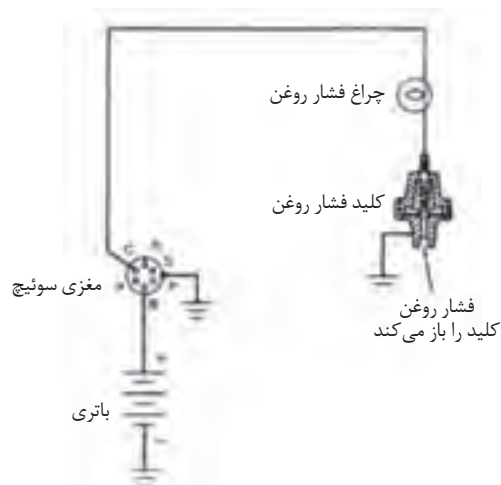




### آزمایش شمع آب

- ۱- شمع آب یک تراکتور را باز کنید.
- ۲- مولتی متر را در حالت اندازه گیری اهم قرار دهید و یک پراب (prob) آن را به بدنه شمع آب و پراب دیگری را به سوکت شمع آب متصل کنید. نشانگر مولتی متر چه عددی را نشان می دهد؟
- ۳- نوک شمع آب را با حرارت دست تحریک کنید و مقاومت را اندازه گیری کنید. عدد نشان داده شده چه تغییری کرده است؟
- ۴- شمع آب را داخل یک ظرف آب جوش قرار دهید و مقاومت آن را اندازه بگیرید. با مقایسه سه آزمایش بالا چه نتیجه ای می توانید بگیرید؟

### نشان دهنده فشار روغن



شکل ۶۱- مدار برق چراغ فشار روغن

وضعیت فشار روغن در سیستم روغن کاری موتور را نشان می دهد. نشانگر روغن ممکن است به صورت درجه ای بوده یا یک چراغ اخطار باشد. امروزه در بیشتر تراکتورها و ماشین های کشاورزی از چراغ روغن استفاده می شود. مدار چراغ روغن در شکل ۶۱ نشان داده شده است. این چراغ با باتری، مغزی سوئیچ و فشنگی روغن، که روی موتور نصب می شود، اتصال متوالی دارد. وقتی موتور کار نمی کند کلید فشار روغن بسته است. وقتی سوئیچ باز می شود، چراغ فشار روغن می شود. به محض روشن شدن موتور، در سیستم روغن کاری فشار ایجاد می شود. ایجاد فشار سبب باز شدن کنتاکت های فشنگی شده و چراغ روغن خاموش

می شود. هرگاه فشار روغن از میزان معینی کمتر شود، کنتاکت های فشنگی بسته شده و چراغ روشن می شود.

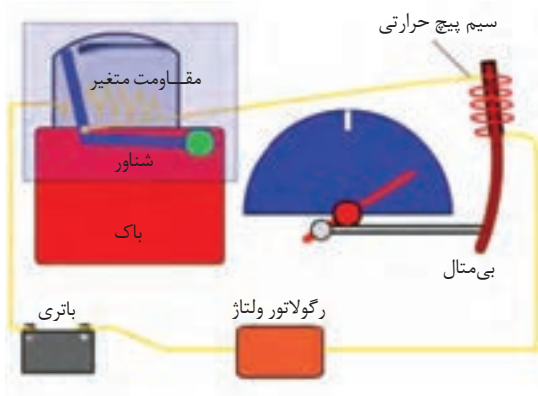


چراغ روغن یک تراکتور با قرار دادن سوئیچ در وضعیت ACC روشن نمی شود. سیم سر فشنگی آب را به بدنه متصل می کنیم و چراغ روغن روشن می شود. آیا می توان نتیجه گرفت که فشنگی خراب است؟

### نشان دهنده سوخت

نشانگر میزان سوخت از دو قسمت اصلی تشکیل شده است: فرستنده، که میزان سطح سوخت را در باک اندازه گیری می کند، و درجه سوخت که میزان سوخت را به راننده نشان می دهد. داخل باک شناوری قرار داده شده است که به کمک اهرمی به یک حسگر مقاومت دار متصل است. با بالا و پایین شدن سطح سوخت





شکل ۶۲- مدار نشان‌دهنده سوخت

در باک، تیغه متصل به شناور روی سیم مقاومت‌دار حسگر حرکت کرده و در نتیجه جریان‌های متفاوتی را برای درجه سوخت ارسال می‌کند که باعث حرکت عقربه و نشان دادن سطح سوخت داخل باک می‌گردد (شکل ۶۲).

## آزمایش مدار نشانگر سوخت

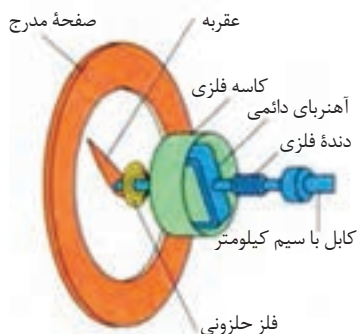
- ۱- سیم متصل به فرستنده روی باک را جدا کنید.
- ۲- سوئیچ را در وضعیت روشن قرار دهید.
- ۳- سیم را به بدنه تراکتور یا ماشین متصل کنید.
- ۴- اگر آمپر سوخت به سمت پر حرکت کرد نشانگر سالم بودن مدار و نشانگر است و می‌بایست واحد فرستنده از روی باک باز شده و تعمیر شود.

## دورسنج

در دورسنج از طریق چرخ‌دنده‌ای دور موتور به سیم روکش‌داری منتقل شده و با چرخش این سیم نیروی دورانی به آهنربای دائمی داخل دورسنج انتقال می‌یابد و باعث چرخش آن می‌گردد

(شکل ۶۳). با چرخش آهنربا، میدان مغناطیسی متحرکی ایجاد می‌گردد که به کاسه فلزی متصل به عقربه نیروی دورانی وارد می‌نماید. این نیرو باعث چرخش عقربه می‌شود. با کم شدن دور موتور فنر عقربه را

به سمت صفر برمی‌گرداند. روی صفحه دورسنج اعدادی نوشته شده است که قرار گرفتن عقربه مقابل هر کدام نشان‌دهنده دور موتور می‌باشد (شکل ۶۴).



شکل ۶۴- اجزای داخلی نشانگر دور



ب) تراکتور MF285



الف) تراکتور U650

شکل ۶۳- محل اتصال سیم کیلومتر به موتور

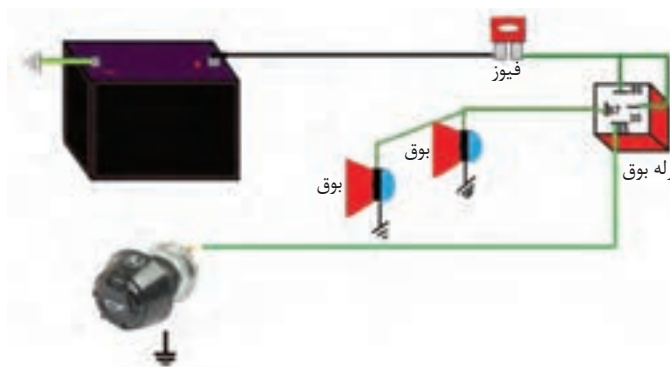


## آزمایش مدار دورسنج موتور

### مراحل انجام کار:

- ۱- پیچ‌های دور سنج موتور را باز کرده و آن را از روی تراکتور جدا کنید.
- ۲- سوئیچ را در وضعیت روشن قرار دهید.
- ۳- چرخ‌دنده دور سنج را با دست بچرخانید.
- ۴- اگر نشانگر روی صفحه جلوی راننده (داشبورد) با چرخاندن چرخ‌دنده تغییر مکان داد، نشان‌دهنده سالم بودن مدار و نشانگر است.

### مدار بوق



شکل ۶۴- مدار بوق

بوق یکی از اجزای کاربردی هر ماشین خودگردان است که ممکن است معایب متعددی پیدا کند. شکل ۶۴، مدار بوق یک تراکتور را نشان می‌دهد.

برای بوق دو سیم وجود دارد: سیم مثبت که مستقیماً از باتری آمده و سیم منفی که اتصال بدنه است و از کلید بوق آمده و جریان آن قطع است و با فشارکلید وصل می‌شود.

این دو سیم به آفتمات بوق (رله بوق) متصل می‌شوند. سیم برق مستقیم به شماره ۳۰ و بعد به شماره ۸۶ رله متصل می‌شود.

شماره ۸۷ به بوق متصل می‌شود و شماره ۸۵ بدنه می‌باشد. از خروجی ۸۷ یک برق به بوق زیر و یک برق به بوق بم متصل شده است و از بدنه هم یک انشعاب به بوق زیر و یک انشعاب به بوق بم وارد می‌شود.

جای شماره ۸۵ و ۸۶ را می‌توان عوض کرد و در راهنمای نصب بوق‌های متفاوت، ممکن است تفاوت داشته باشد یعنی ۸۵ برق و ۸۶ بدنه باشد و یا بالعکس، اما همواره عدد ۳۰ مربوط به برق و عدد ۸۷ خروجی می‌باشد. در صورت اتصال نادرست رله (آفتمات) می‌سوزد.





## عیب‌یابی مدار بوق

### مراحل انجام کار:

- ۱- محل بوق را روی تراکتور یا ماشین خودگردان مشخص کنید.
- ۲- از هم گروهی خود بخواهید کلید بوق را فشار دهد. اگر صدای بوق ضعیف است نشانه این است که یک یا دو بوق از کار افتاده‌اند.



شکل ۶۶- فیش‌های متصل به بوق



شکل ۶۵- بوق

- ۳- فیش‌ها را جدا کنید. اجزایی که به سیم‌ها وصل هستند را نیز جدا کنید، همه را تمیز و مجدداً وصل کنید. دوباره از دوست‌تان بخواهید بوق بزند.
- ۴- در صورتی که هیچ صدایی شنیده نشد، سراغ جعبه فیوز بروید. فیوز بوق را با کمک دفترچه راهنما شناسایی کنید. اگر مشکل از فیوز است آن را عوض کنید. فیوز نو را در جای خودش بگذارید و دوباره بوق بزنید.
- ۵- در صورت سالم بودن فیوز به کمک چراغ تست یا مولتی متر قطعی یا اتصالی مدار را مشخص کرده و ترمیم کنید.

## ارزشیابی نهایی شایستگی تعمیر برق ماشین‌های خودگردان زراعی

<p><b>شرح کار:</b> سیم‌کشی مدارهای استارتر، شارژ، دنده عقب، ترمز، بوق، راهنما، روغن هشدار دمای موتور و هشدار سوخت - تعیین عیب مدارهای استارتر، شارژ، دنده عقب، ترمز، بوق راهنما، هشدار روغن، هشدار دمای موتور و هشدار سوخت - تعمیر و تنظیم مدارهای استارتر، شارژ دنده عقب، ترمز، بوق، راهنما، هشدار روغن، هشدار دمای موتور و هشدار سوخت - تعمیر و تنظیم مدارهای استارتر، شارژ دنده عقب، ترمز، بوق، راهنما، هشدار دمای موتور و هشدار سوخت</p>			
<p><b>استاندارد عملکرد:</b> سیم‌کشی و رفع عیب مدارهای استارتر، شارژ، دنده عقب، ترمز، بوق، راهنما، هشدار روغن، هشدار دمای موتور و هشدار سوخت تراکتورها و ماشین‌های خودگردان رایج در کشور</p>			
<p><b>شاخص‌ها:</b> انتخاب سیم با قطر مناسب، انتخاب سیم با طول مناسب، انتخاب سرسیم و سوکت مناسب، اتصال صحیح اجزای مدار - تشخیص صحیح اتصال کوتاه و یا قطعی مدارها با استفاده از مولتی متر و چراغ تست - دقت در انجام کار، سرعت در انجام کار، مرتفع شدن ایراد موجود در مدار</p>			
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b> کارگاه نگهداری و تعمیر ماشین‌های کشاورزی مطابق با استاندارد ملی ایران  <b>ابزار و تجهیزات:</b> تراکتور، ماشین خودگردان زراعی، سیم‌چین، انبردست، سیم‌لخت‌کن، مولتی متر، چراغ تست، آلترناتور، استارتر، بوق، سوئیچ جرقه، چراغ‌های هشداردهنده، دسته راهنما، لامپ‌های دو کنتاکت و تک کنتاکت، سوئیچ دنده عقب، تابلوی آموزشی اجرای عملیات سیم‌کشی</p>			
<b>معیار شایستگی:</b>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	سیم‌کشی مدارهای الکتریکی تراکتور و ماشین‌های خودگردان	۱	
۲	عیب‌یابی مدارهای الکتریکی تراکتور و ماشین‌های خودگردان	۲	
۳	رفع عیب و تنظیم مدارهای الکتریکی تراکتور و ماشین‌های خودگردان	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: استفاده از لوازم ایمنی کار فردی - رعایت ایمنی در هنگام کار - توجه به نکات زیست‌محیطی	۲	
<b>میانگین نمرات</b>			*

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

- ۱- داودی، مجید و همکاران. برنامه درسی رشته ماشین‌های کشاورزی، (۱۳۹۴). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش.
- ۲- احدی، حمید و همکاران. استاندارد ارزشیابی حرفه ماشین‌های کشاورزی. (۱۳۹۳). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش.
- ۳- احدی، حمید و همکاران. استاندارد شایستگی حرفه ماشین‌های کشاورزی. (۱۳۹۲). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش.
- ۴- بیرجندی، مجید، هومن شریف نسب و علیرضا امین نییری. تعمیر ماشین‌های بسته‌بند علوفه، کد ۶۰/۱/۱، سازمان چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.
- ۵- بیرجندی، مجید، اکبر عرب محمد حسینی و قربانعلی فعله‌گری، تعمیر ماشین‌های خردکن علوفه، کد ۵۹۹، سازمان چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۱.
- ۶- احدی، حمید، حمید نیکویی و حیدر علی شفیعی، تعمیر دروگر، کد ۶۰/۱/۲، سازمان چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۲.
- ۷- نجف‌زاده نوبر و همکاران. سیستم‌های الکتریکی خودرو، کد ۶۰۷/۵، سازمان چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۳.
- ۸- نجف‌زاده نوبر. سیستم‌های روشنایی و ضد سرقت خودرو، کد ۶۰۳/۱. سازمان چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۱.
- ۹- کتابچه راهنمای کار و نگهداری از موور مدل CM۱۶۵، شرکت صنعتی برچینکار یزد.
- ۱۰- کتابچه راهنمای کار و نگهداری از چاپر دو ردیفه مدل تبر ۷۲، شرکت صنعتی برچینکار یزد.



همسر آموزان محترم، همسر جوان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه  
برنشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام نهار [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir) ارسال نمایند.

وب‌گاه: [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir)

دفترتالیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش