

## پودمان ۳

# تحلیل کنترل کننده های الکترونیکی



در حال حاضر الکترونیک کلید فتح شگفتی های جهان است و با تمام علوم و فنون موجود به نحوی پیوند خورده است. از وسایل ساده خانگی تا پیچیده ترین تکنیک های فضایی همه جا صحبت از تکنولوژی فراگیر الکترونیکی است و امروز صنعت مدرن بدون الکترونیک و تکنولوژی های وابسته به آن عملاً مبرود و از کار افتاده است. با یک نگاه اجمالی به اطراف خود و وسایلی که استفاده می کنیم در می یابیم که در دنیای کنونی هرگز نمی توانیم بدون استفاده از علم الکترونیک زندگی کنیم.

# واحد یادگیری ۱

## تحلیل اجزای مدار الکترونیکی

### ضرورت و اهمیت علم الکترونیک

چرا دنیای امروز را دنیای الکترونیک می‌نامند؟ زیرا به هر دستگاهی که نگاه می‌کنید رد پای الکترونیک را در آن می‌بینید. در دستگاه‌هایی مانند لوازم خانگی، لوازم پزشکی، فرستنده و گیرنده‌های دیجیتال، دستگاه‌های صنعتی، ماشین‌ها و ربات‌های کشاورزی و ... چندین مدار الکترونیکی وجود دارد. با توجه به این مختصر می‌توان نتیجه گرفت که امروزه، دیگر الکترونیک علم و یا تخصص ویژه افراد تحصیل کرده دانشگاهی و متخصصین این رشته نیست و بر همه افرادی که به‌نحوی با امور فنی درگیرند، لازم است به فراخور حرفه خویش از این رشته اطلاعاتی داشته باشند. هر مدار الکترونیکی از تعدادی قطعه الکترونیکی ساخته شده است به عبارت دیگر ارتباط الکتریکی و الکترونیکی اجزای اصلی مدار را تشکیل می‌دهند. مدارها نیز به نوبه خود اجزای اصلی یک سیستم الکترونیکی را به‌وجود می‌آورند. بنابراین شناخت کاربرد و چگونگی آزمایش قطعات الکترونیکی برای کسانی که می‌خواهند در این زمینه فعالیت کنند امری اجتناب‌ناپذیر و ضروری است.

رشته الکترونیک در چه زمینه‌هایی از زندگی روزمره کاربرد ندارد؟

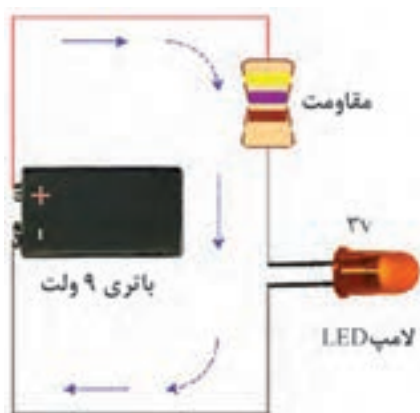
بررسی کنید



مدارات الکترونیکی را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد: آنالوگ و دیجیتال. یک دستگاه الکترونیکی ممکن است که از یک نوع یا ترکیبی از این دو نوع تشکیل شده باشد. مفاهیم پایه این علم، بیشتر در حوزه مدارات الکترونیک آنالوگ و نسبتاً قدیمی هستند. اما اینکه بیشتر مدارهای الکترونیک مدرن از نوع دیجیتال هستند، اصلاً دلیل نمی‌شود که الکترونیک جدید ارتباطی با این مفاهیم پایه نداشته باشد. برخی از المان‌هایی که در مدارهای الکتریکی و الکترونیکی کاربرد دارند عبارت‌اند از: مقاومت، خازن، سلف، دیود، ترانزیستور، IC و ...

### مقاومت

مقاومت یک قطعه الکترونیکی دو پایه است، که وظیفه آن کاهش جریان الکتریکی است و مقدار کاهش جریان بستگی به نوع و مقدار مقاومت دارد.



شکل ۱- نمونه یک مدار ساده

قطعات الکترونیکی در بسیاری از مدارات مختلف نیاز به کاهش دهنده جریان دارند تا از قطعه محافظت شده و از سوختن آن جلوگیری شود (شکل ۱). به عنوان مثال اگر بخواهیم یک چراغ LED ۳ ولت را روشن کنیم و آن را بدون هیچ مقاومتی به دو سر یک باتری ۹ ولت متصل کنیم LED خواهد سوخت، چرا که کل جریان باتری در یک لحظه از LED رد شده و باعث سوختن آن خواهد شد، برای جلوگیری از این اتفاق کافی است در مسیر LED یک مقاومت قرار دهیم تا چنین اتفاقی پیش نیاید. در واقع کار مقاومت کنترل جریان و ولتاژ است.

با توجه به قانون اهم، می‌توان برای محاسبه مقاومت الکتریکی از فرمول زیر استفاده کرد:

$$\text{مقاومت} = \frac{\text{ولتاژ}}{\text{جریان}} \Rightarrow R = \frac{V}{I}$$

در این رابطه:

R (مقاومت) بر حسب اهم ( $\Omega$ )

V (اختلاف پتانسیل) بر حسب ولت (V)

I (جریان) بر حسب آمپر (A) می‌باشد.

بیشتر بدانید



گفت‌وگو کنید



جدول مقابل را که نشان دهنده تأثیر تغییرات هر یک از پارامترهای قانون اهم بر یکدیگر می‌باشد، تکمیل کنید.

مقاومت	شدت جریان	ولتاژ
افزایش	.....	ثابت
افزایش	ثابت	.....

با قرار دادن مقاومت در مدار، چه اتفاقی برای جریان محدود شده، پیش می‌آید؟ فیلم شماره ۱ را بررسی کرده و آزمایش آن را در شرایط ایمن تکرار نمایید.

فکر کنید





شکل ۲- مقاومت‌های ثابت

مقاومت‌ها در دو نوع موجود هستند:

۱- **مقاومت ثابت:** یکی از رایج‌ترین انواع مقاومت‌های ثابت «مقاومت کربنی» نام دارد. این نوع مقاومت‌ها فرم استوانه‌ای شکل دارند (شکل ۲) که درون محفظه استوانه‌ای شکل یک رشته از ماده‌ای رسانا مثل کربن به صورت مارپیچ دور یک ماده‌ی عایق پیچیده شده است و لایه بیرونی از جنس رنگ یا پلاستیک آن را از محیط بیرون عایق می‌کند.



شکل ۳- مقاومت‌های متغیر

۲- **مقاومت متغیر یا پتانسیومتر:** بعضی از مدارهای الکترونیک از مقاومت‌های متغیر استفاده می‌کنند که به طور دستی توسط کاربر مقدار آن تغییر می‌کند (شکل ۳). ولوم رادیو یا دستگاه‌های پخش صوت ملموس‌ترین نمونه‌های پتانسیومتر هستند. به همین دلیل معمولاً به پتانسیومترهای خاص مورد استفاده در رادیو و دستگاه‌های صوتی «ولوم» گفته می‌شود.

مقاومت‌های متغیر معمولاً دارای سه پایه هستند که دو پایه آن در دو سر یک مقاومت ثابت است و پایه سوم توسط جاروبکی به صورت متحرک بین دو سر مقاومت حرکت می‌کند (ممکن است حرکت دورانی، خطی یا مکانیزم‌هایی غیر از این‌ها داشته باشد ولی اساس کار یکسان است).



شکل ۴- مقاومت تابع نور

تحقیقی در رابطه با مقاومت‌های تابع نور (شکل ۴) و کاربردهای آن ارائه کنید.

پژوهش کنید



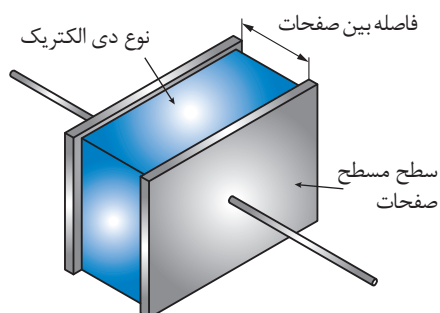
## خازن

خازن المان الکتریکی است که می‌تواند انرژی الکتریکی را به صورت بار الکتریکی در خود ذخیره کند. انواع خازن در مدارهای الکتریکی به کار می‌روند. خازن را با حرف C که ابتدای کلمه Capacitor است نمایش می‌دهند. ساختمان داخلی خازن مانند شکل ۵ از دو قسمت اصلی تشکیل می‌شود:

الف) صفحات هادی

ب) عایق بین هادی‌ها (دی الکتریک)

هرگاه دو هادی در مقابل هم قرار گرفته و در بین آنها عایقی قرار داده شود، تشکیل خازن می‌دهند. معمولاً صفحات هادی خازن از جنس آلومینیوم، روی و نقره با سطح نسبتاً زیاد بوده و در بین آنها عایقی (دی‌الکتریک) از جنس هوا، کاغذ، میکا، پلاستیک، سرامیک، آلومینیوم اکسید و تانتالیوم اکسید استفاده می‌شود. هر چه ضریب دی‌الکتریک یک ماده عایق بزرگ‌تر باشد آن دی‌الکتریک دارای خاصیت عایقی بهتر است زیرا جلوی نشتی داخلی خازن در ظرفیت‌های بالاتر را بهتر می‌گیرد.



شکل ۵- خازن و اجزای آن

به‌عنوان مثال، ضریب دی‌الکتریک هوا ۱ و ضریب دی‌الکتریک آلومینیوم اکسید ۷ می‌باشد. بنابراین خاصیت عایقی آلومینیوم اکسید ۷ برابر خاصیت عایقی هوا است. پر شدن یک خازن باعث به‌وجود آمدن بار ذخیره در روی آن می‌شود و این هم باعث می‌شود که انرژی روی صفحات ذخیره گردد.

با اتصال دو سر خازن به هم حدود ۸۰ درصد الکتریسیته ذخیره شده در یک لحظه کوتاه تخلیه شده و مابقی آن به مرور تخلیه می‌شود. این قطعه الکترونیکی (شکل ۶) کاربردهای زیادی دارد که عبارت‌اند از: ذخیره جریان و ولتاژ در خود و دادن آن در مواقع لازم به مدار، نویزگیری، شارژ به شارژر و...



شکل ۶- انواع خازن

دقت کنید



فکر کنید



خازن‌ها چه کاربرد دیگری می‌توانند داشته باشند؟  
با دیدن فیلم شماره ۲، نتایج مشاهدات خود را در کلاس بحث کنید.

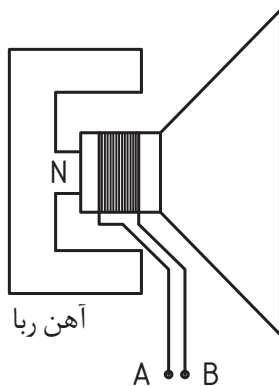
## سلف (بوبین)

اگر مقداری سیم به دور محور یا هسته‌ای پیچانده شود، بوبین یا سیم‌پیچ به وجود می‌آید (شکل ۷). از هسته علاوه بر اثرات القایی به عنوان تکیه‌گاه جهت پیچاندن و نگهداری سیم استفاده می‌شود. بوبین‌ها معمولاً دارای هسته‌های هوایی، گرافیتی و یا فلزی هستند.



شکل ۷- برخی از انواع بوبین

از سیم‌پیچ (سلف)‌ها در ساختمان ترانسفورماتور، موتور الکتریکی، بلندگو، میکروفن و... استفاده می‌شود. به عنوان مثال در بلندگو یک سیم‌پیچ در داخل یک آهن‌ربای دائم قرار گرفته است. با عبور جریان از سیم‌پیچ و ایجاد میدان مغناطیسی در آن، میدان بر روی هسته مغناطیسی بلندگو تأثیر گذاشته و دو میدان به وجود آمده، بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند. در شکل ۸ فرض کنید که جریانی از سیم‌پیچ (نقاط A و B) عبور نموده و باعث ایجاد میدان مغناطیسی قطب S در سمت A شده باشد.

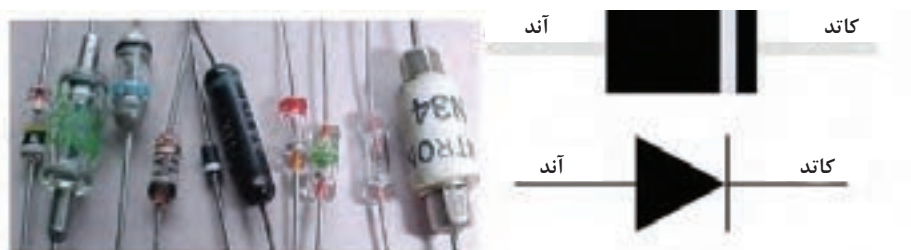


شکل ۸- ساختمان بلندگو

این میدان توسط قطب N هسته بلندگو جذب شده و سیم‌پیچ به طرف داخل حرکت می‌کند. اکنون اگر جهت جریان عوض شود، نقطه A حالت قطب N را به خود گرفته و توسط قطب N هسته دفع می‌گردد، پس سیم‌پیچ به طرف بیرون حرکت می‌نماید. با اتصال صفحه‌ای به شکل شیپور به سیم‌پیچ و با عبور جریان از سیم‌پیچ، نیروهای مغناطیسی فوق، صفحه شیپوری را به حرکت درآورده و در نتیجه هوای اطراف صفحه را به حرکت در می‌آورد و عمل ارتعاش هوا موجب پیدایش صوت می‌شود.

## دیود

دیودها جریان الکتریکی را در یک جهت از خود عبور می‌دهند و در جهت دیگر در مقابل عبور جریان مقاومت بالایی از خود نشان می‌دهند. این خاصیت آنها باعث شده بود تا در سال‌های اولیه ساخت این وسیله الکترونیکی، به آن دریچه یا Valve هم اطلاق شود. از لحاظ الکتریکی یک دیود هنگامی عبور جریان را از خود ممکن می‌سازد که شما با برقرار کردن ولتاژ در جهت درست (+ به آند و - به کاتد) آن را آماده کار کنید (شکل ۹).



شکل ۹- برخی از انواع دیود

### دسته‌بندی دیودها

در دسته‌بندی اصلی، دیودها را به سه قسمت اصلی تقسیم می‌کنند: دیودهای سیگنال (Signal) که برای آشکار سازی در رادیو به کار می‌روند و جریانی در حد میلی آمپر از خود عبور می‌دهند، دیودهای یکسو کننده (Rectifiers) که برای یکسو سازی جریانهای متناوب به کار برده می‌شوند و توانایی عبور جریان‌های زیاد را دارند و بالاخره دیودهای زنر (Zener) که برای تثبیت ولتاژ از آنها استفاده می‌شود.

### دیودهای نورانی یا LED

این دیودها یک قطعه پر استفاده در الکترونیک است که انرژی الکتریکی را به انرژی نورانی تبدیل می‌کند (شکل ۱۰). ال ای دی‌ها مزایای زیادی نسبت به لامپ‌ها دارند که عبارت‌اند از: توان مصرفی کم، نور زیاد، کوچک بودن، عمر زیاد، ولتاژ کم و متمرکز کردن نور. چون LED یک المان قطبی است، در اتصال آن به مدار، اتصال درست قطب‌های مثبت و منفی و هم‌چنین محدوده ولتاژ باید رعایت شود. در LED پایه مثبت بلندتر از پایه منفی می‌باشد.



شکل ۱۰- انواع دیودهای نورانی

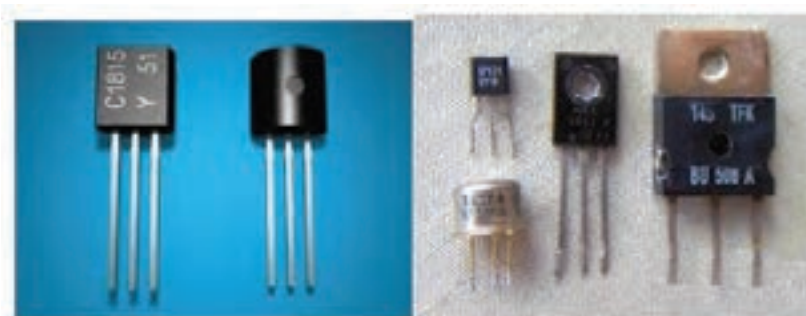
## ترانزیستور

ترانزیستور یکی از مهم‌ترین قطعات الکتریکی و الکترونیکی است که به‌عنوان تقویت کننده و تنظیم کننده ولتاژ (رگولاتور) در مدارات آنالوگ و همچنین جهت برنامه‌ریزی، تنظیم جریان، قطع و وصل جریان و ذخیره اطلاعات در مدارات دیجیتال کاربرد دارد (شکل ۱۱).

ترانزیستور از عناصری به نام نیمه‌هادی مانند سلیسیم و ژرمانیوم ساخته می‌شود. نیمه‌هادی‌ها جریان الکتریسیته را نسبتاً خوب (اما نه به اندازه‌ای خوب که رسانا خوانده شوند مانند مس و آلومینیوم و تقریباً بد، اما نه به اندازه‌ای که عایق نام‌گذاری شوند مانند شیشه) هدایت می‌کنند به همین دلیل به آنها نیمه‌هادی می‌گویند.



عمل جادویی که ترانزیستور می‌تواند انجام دهد اینست که می‌تواند مقدار هادی بودن خود را تغییر دهد. هنگامی که لازم است یک هادی باشد، می‌تواند هدایت خوبی داشته و هنگامی که لازم است تا به‌عنوان عایق عمل کند جریان بسیار کمی را از خود عبور می‌دهد که می‌توان آن را ناچیز شمرد.



شکل ۱۱- برخی از انواع ترانزیستور

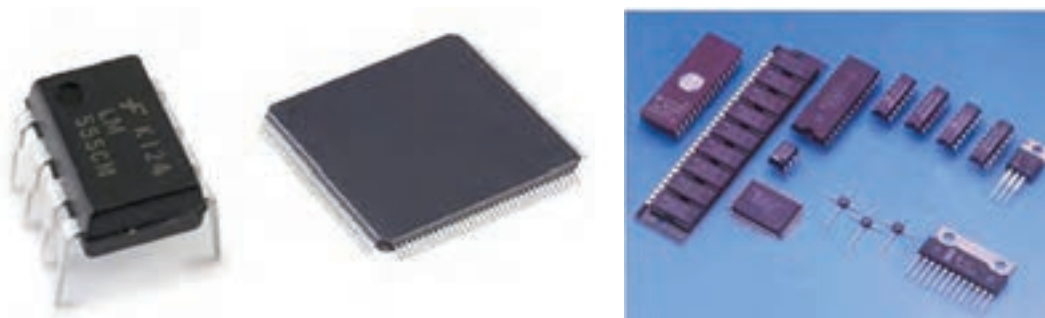
یک رادیوی ساده چه قطعاتی باید داشته باشد؟

بررسی کنید



## آی‌سی (IC)

حروف اختصاری IC از دو کلمه انگلیسی Integrated Circuit به معنی مدار مجتمع گرفته شده است. پیش از اختراع IC، مدارهای الکترونیکی از تعداد زیادی قطعه یا المان الکتریکی تشکیل می‌شدند. این مدارات علاوه بر داشتن سرعت پایین، فضای زیادی را اشغال و توان الکتریکی بالایی نیز مصرف می‌کردند امکان به‌وجود آمدن خرابی در مدار را افزایش می‌داد. IC، تعداد زیادی از عناصر الکتریکی را که بیشتر آنها ترانزیستور هستند، در یک فضای کوچک درون خود جای داده است (شکل ۱۲) و همین پدیده است که باعث شده امروزه دستگاه‌های الکترونیکی کاربرد چشمگیری در همه جا و در همه زمینه‌ها داشته باشند.



شکل ۱۲- انواع IC



## واحد یادگیری ۲

### تحلیل کارکرد کنترل کننده‌ها و تجهیزات اندازه‌گیری الکترونیکی

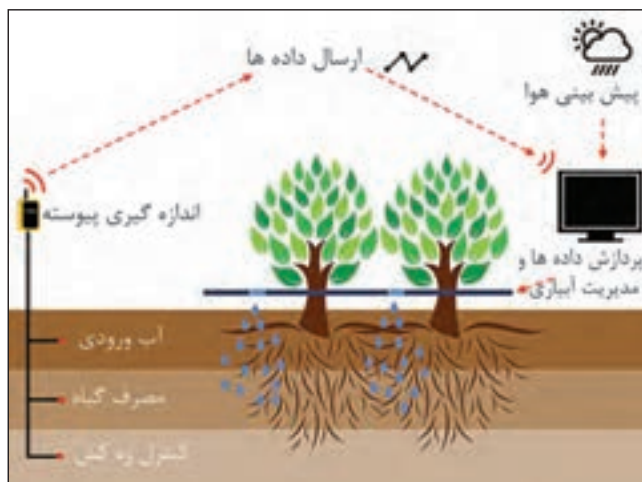
#### کنترل کننده‌ها و تجهیزات اندازه‌گیری الکترونیکی

اندازه‌گیری تنها روش مطلوب جهت رسیدن به نتایج علمی است. هرگاه آنچه که درباره آن صحبت می‌شود قابل اندازه‌گیری باشد و بتوان آن را با عدد نشان داد، می‌توان گفت نسبت به آن آگاهی وجود دارد، اما اگر نتوان آن را اندازه‌گیری کرد و معیار عددی برای آن در نظر گرفت در این صورت دانش درباره آن ضعیف و ناچیز است.

یک سیستم کنترل الکترونیکی را می‌توان به سه بخش تقسیم کرد:

- **ورودی:** حسگرهای الکترونیکی و مکانیکی (یا مبدل‌های انرژی). این تجهیزات سیگنال‌ها یا اطلاعات را از محیط خارج دریافت کرده و سپس آنها را به جریان، ولتاژ یا سیگنال‌های دیجیتال تبدیل می‌کنند.
- **پردازشگر سیگنال:** این مدارها در واقع وظیفه اداره کردن، تفسیر کردن و تبدیل سیگنال‌های ورودی برای استفاده آنها در کاربرد مناسب را برعهده دارند. معمولاً در این بخش پردازش سیگنال‌های مرکب برعهده پردازشگر سیگنال‌های دیجیتال است.
- **خروجی:** فعال کننده‌ها یا دیگر تجهیزات (مانند مبدل‌های انرژی) که سیگنال‌های ولتاژ یا جریان را به صورت خروجی مناسب در خواهند آورد (مانند چرخاندن یک موتور).

به‌عنوان مثال آبیاری یک مزرعه را با سیستم‌های الکترونیکی می‌توان کنترل نمود. سطح رطوبت خاک از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر و از کرتی به کرت دیگر متفاوت بوده ولی دانستن زمانی که عملکرد به‌واسطه کمبود رطوبت کاهش می‌یابد چندان آسان نیست. اما با حسگرهای قابل برنامه‌ریزی جهت تشخیص میزان رطوبت در



شکل ۱۳- آبیاری هوشمند گیاهان

خاک، دقیق‌ترین زمان آبیاری محصول با توجه به زمان رشد آن امکان‌پذیر است (شکل ۱۳). از طرفی کلیه این حسگرها می‌توانند دارای قابلیت اتصال به سیستم هواشناسی و دریافت اطلاعات هم‌زمان اقلیم منطقه را نیز داشته باشند تا در صورت بارندگی در چند روز آتی، از آبیاری خودداری کرده و اجازه دهد تا محصول با استفاده از آب باران آبیاری شود تا در هزینه‌های پمپاژ و مقدار مصرف آب صرفه‌جویی حاصل گردد. همچنین این حسگرها می‌توانند قابلیت اتصال به پمپ آب را نیز داشته باشند تا



شکل ۱۴- نمایی شماتیک از ارسال آنلاین اطلاعات

حتی بدون نیاز به حضور کشاورز، در زمان مورد نیاز از طریق سیستم فرمان و برنامه‌ریزی قبلی با توجه به شرایط اقلیمی و مرحله رشدی گیاه، زمان و حجم آبیاری را تنظیم و پمپ را روشن کنند. حسگرهای پیشرفته، قابلیت ارسال آنلاین اطلاعات برای کاربر را دارند و او می‌تواند بر روی کامپیوتر یا گوشی هوشمند خود، این اطلاعات را از طریق نرم‌افزار یا پیامک در هر کجای دنیا مشاهده و مدیریت نماید (شکل ۱۴).

در حقیقت کاربر دارای یک سیستم کشاورزی دقیق و در لحظه (Real - time Agriculture) خواهد بود. بنابراین، وجود حسگرها و کنترل‌کننده‌های الکترونیکی در مزرعه باعث حذف مرحله حدس و گمان کشاورز شده و نیاز گیاه را در بهترین زمان خود تعیین کرده و با تعامل با سایر تجهیزات و حسگرها، حداقل هزینه (زمان، انرژی، نیروی انسانی و ...) بالاترین عملکرد و افزایش کیفیت محصول را در پی خواهند داشت.

برخی از مهم‌ترین کاربردهای حسگرها در ماشین‌های کشاورزی عبارت‌اند از:

۱- نظارت بر پارامترهای آب و هوایی: دما، رطوبت هوا، سرعت باد، جهت باد، روشنایی.  
 ۲- حس کردن خواص خاک: بافت، ساختمان و حالت فیزیکی خاک، ساختار شیمیایی، رطوبت خاک، مواد غذایی خاک و ...

۳- حس کردن گیاهان: جمعیت گیاهان، تنش‌ها، وضعیت تغذیه گیاه و ...

۴- سامانه‌های نظارت بر محصول: میزان محصول، رطوبت محصول، شرایط فیزیولوژیکی، زمان داشت و برداشت و ...

۵- سامانه‌های نظارت بر فراوری محصولات: کنترل عوامل محیطی در خشک‌کن‌ها، اندازه‌گیری جریان و رطوبت در انتقال مواد، کنترل عوامل محیطی (در سردخانه‌ها، انبارها، سیلوها، گلخانه‌ها، صنعت طیور و ...)، کنترل کیفیت محصولات (جداسازی، درجه‌بندی، بسته‌بندی و ...) و ...

۶- سامانه‌های نظارت بر دام‌ها: موقعیت‌های مکانی، روند رشد، شرایط فیزیولوژیکی، وضعیت تغذیه، میزان شیردهی و ...

۷- سامانه‌های نظارت بر عملکرد تراکتورها و ادوات: سرعت پیشروی، میزان لغزش چرخ‌های محرک، سرعت دورانی محورها (موتور، PTO و ...)، نیروهای وارد بر اتصال سه نقطه برای کنترل کشش و ارتفاع، کنترل تعداد بذر کاشته شده در ماشین‌های کاشت، اندازه‌گیری دبی، فشار و سرعت پیشروی جهت کنترل و تنظیم سمپاش‌ها و ...

۸- سامانه‌های نظارت بر عملکرد کمباین‌ها (شکل ۱۵): اندازه‌گیری سرعت و گشتاور محورها به منظور جلوگیری از بیش باری، اندازه‌گیری سطح دانه در مخزن، اندازه‌گیری شدت جریان دانه در نقاله‌ها و الواتورها، کنترل هد کمباین، کنترل کمباین‌های خود تراز، کنترل میزان ریزش و تلفات و ...



شکل ۱۵- نمونه‌ای از سامانه نظارت بر عملکرد کمباین

## انواع حسگر (سنسور)ها و کاربرد آنها

حسگر یا سنسور (Sensor) یعنی حس کننده، و از کلمه Sense به معنی حس کردن گرفته شده و می‌تواند کمیت‌هایی مانند فشار، حرارت، رطوبت، دما و ... را به کمیت‌های الکتریکی پیوسته (آنالوگ) یا غیرپیوسته (دیجیتال) تبدیل کند.



شکل ۱۶- برخی انواع حسگرها

حسگرها (شکل ۱۶) در انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری، سیستم‌های کنترل آنالوگ و دیجیتال مانند PLC مورد استفاده قرار می‌گیرند. عملکرد حسگرها و قابلیت اتصال آنها به دستگاه‌های مختلف از جمله PLC باعث شده است که حسگر بخشی از اجزای جدا نشدنی دستگاه کنترل اتوماتیک باشد. حسگرها بر اساس نوع و وظیفه‌ای که برای آنها تعریف شده، اطلاعات را به سیستم کنترل کننده می‌فرستند و سیستم طبق برنامه تعریف شده عمل می‌کند.

در مورد PLC و کاربردهای آن تحقیقی در کلاس ارائه نمایید.

تحقیق کنید

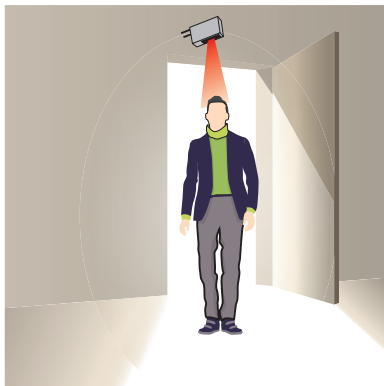


## تقسیم‌بندی حسگرها:

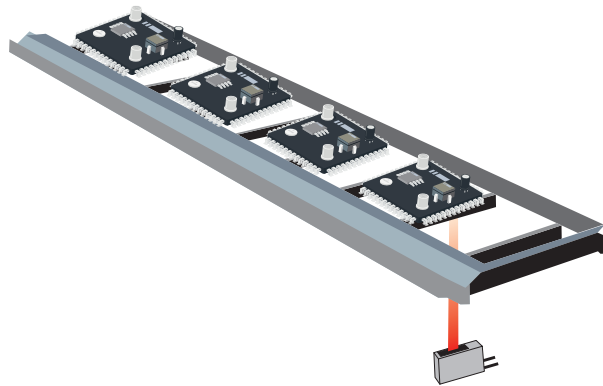
در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان حسگرها را به دو گروه غیرتماسی و تماسی تقسیم کرد: حسگرهای غیرتماسی با فاصله از جسم و بدون اتصال به آن عمل می‌کنند، مثلاً با نزدیک شدن یک قطعه، وجود آن را حس کرده و فعال می‌شوند. این عمل می‌تواند باعث جذب یک رله، کنتاکتور یا ارسال سیگنال الکتریکی به ورودی یک سیستم شود. حسگرهای تماسی آنهایی هستند که برای حس کردن پارامتر مورد نظر، باید در تماس با محصول باشد تا بتواند شرایط را تشخیص دهد. حسگرهای غیرتماسی شامل حسگرهای نوری، حسگر دما، حسگر رطوبت، حسگر خازنی، حسگر القایی، حسگر فراصوت (اولتراسونیک)، حسگرهای تشخیص رنگ و حسگرهای بیوالکتریکی می‌باشند. فشارسنج‌ها، کرنش‌سنج‌ها، لودسل‌ها، RFID و ریزتراشه‌ها (میکروچیپ) از جمله حسگرهای تماسی هستند. در ادامه هر یک از این حسگرها به طور جداگانه بررسی می‌گردد.

## حسگرهای نوری

حسگرهای نوری نوعی از حسگرهای غیرتماسی می‌باشند که براساس ارسال و دریافت نور مدوله شده (تلفیق شده با سیگنال اطلاعات) کار می‌کنند. این نور می‌تواند در طیف نور مرئی سبز تا نور نامرئی مادون قرمز باشد. انواع حسگرهای نوری عبارت‌اند از: حسگرهای نوری یک طرفه، دو طرفه، رفلکتوری و حسگرهای نوری همراه با کابل فیبر نوری. **حسگرهای یک طرفه:** در این حسگرها، که جزو ارزان‌ترین و ساده‌ترین حسگرها می‌باشند، گیرنده و فرستنده در یک بدنه قرار دارند. نور ارسال شده از فرستنده توسط جسم گیرنده برمی‌گردد (بدون استفاده از رفلکتور). نور ارسال شده می‌تواند قرمز مرئی، مادون قرمز و یا لیزری باشد (شکل ۱۷).



درهای اتوماتیک - کنترل تردد



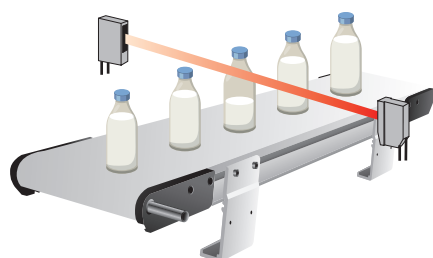
آشکارسازی فیبرهای مدار چاپی در خط تولید

شکل ۱۷- برخی از کاربردهای حسگرهای نوری یک طرفه

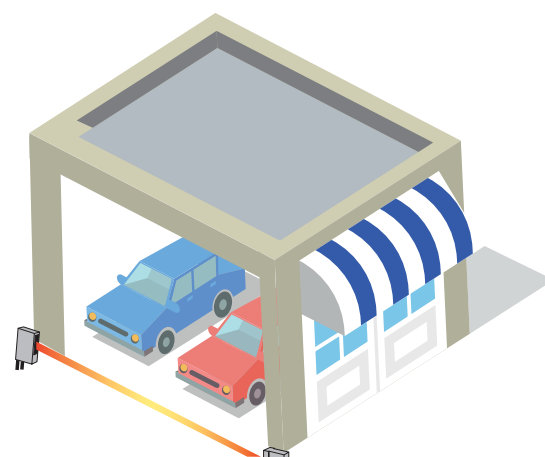
**حسگرهای نوری دو طرفه:** این حسگرها به صورت دو طرفه می‌باشند، در یک طرف فرستنده و در طرف دیگر گیرنده قرار دارد. در این حسگرها از نور مرئی، مادون قرمز و یا لیزر استفاده می‌شود. امواج تولید شده، توسط فرستنده ارسال می‌شود و گیرنده در مقابل فرستنده نصب می‌شود. هرگاه مابین گیرنده و فرستنده مانعی وجود نداشته باشد این امواج به گیرنده می‌رسند، و در صورت وجود مانع این امواج دیگر به گیرنده نخواهند رسید (شکل ۱۸).



کنترل مواد بر روی نوار نقاله



آشکارسازی شیشه‌های خالی



کنترل حرکت خودرو

شکل ۱۸- برخی از کاربردهای حسگرهای نوری دو طرفه

با توجه به شکل ۱۹ حسگرهای نوری چه کاربردهایی می‌توانند در مزارع داشته باشند؟



شکل ۱۹

حسگرهای نوری همراه با کابل فیبرنوری چه مزایایی دارند؟ چه کاربردهایی از آنها را در صنایع غذایی پیشنهاد می‌دهید؟

پژوهش کنید



تحقیق کنید





در بسیاری از پروژه‌ها مانند پروژه‌های صنعتی و کشاورزی همواره شرایط محیطی از عوامل مهم و تأثیرگذار است که می‌بایست در نظر گرفته شود. یکی از مهم‌ترین عوامل در این زمینه، دما می‌باشد. برای اندازه‌گیری دما از حسگرهای ویژه‌ای استفاده می‌گردد که در اصطلاح به حسگرهای دما معروف هستند. (شکل ۲۰) در فرایند کنترل، ثبت، اندازه‌گیری و نمایش حرارت یک سیستم یا شیء، اختلاف بسیار زیاد بین مفاهیم «حسگر حرارت» و «اندازه‌گیری حرارت» وجود دارد.



شکل ۲۰- برخی از انواع حسگر دما

یک دماسنج جیوه‌ای معمولی می‌تواند به‌آسانی برای اندازه‌گیری دمای اتاق، یک مایع و ... مورد استفاده قرار گیرد، در حالی که از آن نمی‌توان برای ثبت و کنترل دمای محیط یا شیء مورد اندازه‌گیری استفاده نمود. متقابلاً یک حسگر گرما نمی‌تواند برای نشان دادن دمای محیطی که در آن قرار گرفته شده است به‌تنهایی مورد استفاده قرار گیرد. حسگرهای حرارت را می‌توان به‌طور کلی به دو گروه تماسی و غیرتماسی تقسیم کرد.

برداشت خود را از شکل ۲۱ در چند سطر بنویسید.



شکل ۲۱

.....

.....

.....

فکر کنید







شکل ۲۲- حسگر حرارتی غیر تماسی

حسگر تماسی برای اندازه‌گیری دمای محیط در واقع دمای خودش را اندازه‌گیری می‌کند. با تماس این حسگر به شیء تحت کنترل یا قرار گرفتن آن در محیط تحت اندازه‌گیری، تعادل گرمایی بین حسگر و محیط ایجاد می‌شود. در این حالت جریان گرما بین محیط و حسگر وجود ندارد.

در حسگرهای حرارتی غیر تماسی آنچه سنجیده می‌شود توان حرارتی مادون قرمز یا نوری متصاعد شده‌ای است که از یک سطح (یا جسم) با مساحت (یا حجم) مشخص یا قابل محاسبه دریافت می‌گردد (شکل ۲۲).

علاوه بر این، روش‌های پیشرفته ترموگرافی (تصویربرداری از اجسام و تجزیه و تحلیل تصاویر دریافتی که قادر به اندازه‌گیری دقیق دمای اجزای مختلف جسم است) نیز در زمره حسگرهای حرارتی غیر تماسی قرار می‌گیرد. حسگرهای حرارتی تماسی تنوع و فراوانی بسیار بیشتری نسبت به نوع غیر تماسی دارند. این حسگرها شامل: انواع ترموکوپل‌ها، مقاومت‌ها، ترمیستورها، بی‌مثال‌ها، ترمومترهای شیشه‌ای و انواع نیمه‌هادی شامل دیود، ترانزیستور و آی‌سی‌های اندازه‌گیری و کنترل دما هستند (شکل ۲۳).



شکل ۲۳- برخی از حسگرهای دما

علاوه بر موارد فوق می‌توان به میکرو ترموفیوزها نیز اشاره کرد. یک قطع‌کننده حرارتی از نوع ترموفیوز در بسیاری از مدارهای مجتمع مدرن، مادربردها، و سیستم‌های پیشرفته الکترونیکی باعث بالاتر رفتن حفاظت چیپ‌ها، CPUها و سایر اجزای گران‌قیمت آنها در برابر دمای بالا می‌شود.

ترموکوپل از دو فلز ناهمسان ساخته می‌شود که به هم متصل شده‌اند. با رسیدن حرارت به محل اتصال این دو فلز، جریان بسیار ضعیفی از محل اتصال تولید می‌شود و به سمت سیم‌ها جریان می‌یابد. ترموکوپل در هر دما، ولتاژ معینی تولید می‌کند. ولتاژ تولید شده به وسیله ترمومتر به دما تبدیل می‌شود. ترمیستور، مقاومت متغیر حساس به دماست. با اندازه‌گیری مقاومت یک ترمیستور می‌توان دمای آن را تعیین کرد. یکی از مزایای ترمیستورها در مقایسه با ترموکوپل‌ها تغییر نسبتاً زیاد در میزان مقاومت آنها به ازای تغییر اندک درجه حرارت می‌باشد. معمولاً به ازای هر درجه افزایش دما، پنج درصد از میزان مقاومت کاسته می‌شود.

بیشتر بدانید



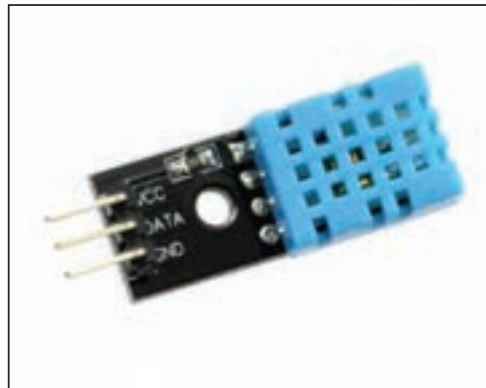


ایده‌ای برای یکنواختی دمای سالن مرغداری شکل ۲۴ پیشنهاد دهید.



شکل ۲۴

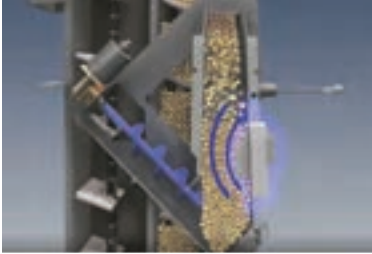


**حسگر رطوبت:** حسگر رطوبت (شکل ۲۵) یا رطوبت‌سنج، میزان رطوبت نسبی هوا را اندازه‌گیری و گزارش می‌کند. این بدین معنی است که حسگر هم میزان رطوبت و هم میزان دمای هوا را اندازه‌گیری می‌کند. رطوبت نسبی در واقع نسبت رطوبت واقعی موجود در هوا به بالاترین میزان رطوبت هوا در آن دما است که به صورت درصدی بیان می‌شود. هر چه هوا گرم‌تر باشد، می‌تواند رطوبت بیشتری را در خود نگه دارد، بنابراین رطوبت نسبی همراه با تغییرات دمای هوا تغییر می‌کند.



شکل ۲۵- دو نمونه حسگر رطوبت

اکثر حسگرهای رطوبت از روش اندازه‌گیری میزان ظرفیت خازنی برای تعیین میزان رطوبت موجود در هوا استفاده می‌کنند. این نوع اندازه‌گیری بر مبنای دو صفحه که هادی الکتریکی هستند به همراه یک ماده نارسانا که در بین آنها قرار می‌گیرد و میدان الکتریکی که بین آنها قرار دارد عمل می‌کند. رطوبت هوا، بین این مجموعه قرار می‌گیرد و با تغییر در ضریب دی الکتریک، باعث تغییر در سطح ولتاژ بین دو صفحه می‌شود. سپس این تغییر ولتاژ به اندازه‌گیری دیجیتالی از رطوبت نسبی موجود در هوا، همراه با در نظر گرفتن دمای هوا تبدیل می‌شود.

جدول ۱- بعضی از کاربردهای حسگر رطوبت در ماشین‌های کشاورزی مدرن

نام ماشین	کاربرد حسگر رطوبت	تصویر
کمباین غلات	حسگر رطوبت در کمباین‌های مدرن، رطوبت دانه را در زمان برداشت اندازه‌گیری می‌کند. نمونه‌ها در فاصله‌های زمانی کوتاه و معمولاً در هر ۳۰ ثانیه گرفته شده و داده‌ها در نمایشگر داخل کابین، نمایش داده می‌شوند. کاربر کمباین بر اساس این داده‌ها می‌تواند پارامترهای مختلف دستگاه (فاصله کوبنده و ضد کوبنده و ...) را تنظیم کرده و حتی در صورت لزوم زمان برداشت را تغییر دهد.	
بسته‌بند مکعبی (بیلر)	سنجش رطوبت در بسته‌بندهای مدرن به وسیلهٔ دو رطوبت سنج که به کمک چرخ ستاره‌ای داخل بسته نفوذ می‌کنند، اندازه‌گیری و به اطلاع کاربر رسانده می‌شود تا از برداشت محصول با رطوبت بیش از حد جلوگیری شود.	
خردکن‌های علوفه (چاپرها)	خردکن‌های مدرن به منظور افزایش کارایی چاقو و بهبود کیفیت سیلو، دارای حسگرهای رطوبت هستند که میزان رطوبت لحظه‌ای علوفه خرد شده را به واحد پردازش ارسال کرده و واحد پردازش بر اساس آن، طول علوفهٔ خرد شده را متناسب با میزان رطوبت تغییر می‌دهد.	

فهرستی از دیگر کاربردهای حسگرهای تشخیص رطوبت در کشاورزی، را تهیه کنید و در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید



شکل ۲۶- حسگر تشخیص رطوبت خاک

**حسگر تشخیص رطوبت خاک:** همان‌طور که از نام این حسگر مشخص است، برای اندازه‌گیری میزان رطوبت و یا آب موجود در خاک و زمین استفاده می‌گردد. با استفاده از این حسگر می‌توان یک سیستم آبیاری هوشمند را کنترل نمود. نوعی از این حسگر با توجه به شکل ۲۶ دو عدد تیغه دارد که با قرار دادن آنها در خاک، می‌توان رطوبت خاک را محاسبه کرد. این حسگر یک خروجی آنالوگ دارد که می‌توان درصد رطوبت خاک را با آن محاسبه کرد و یک خروجی دیجیتال دارد که می‌تواند با توجه به میزان رطوبت پمپ یا کنتاکتوری را کنترل کند.

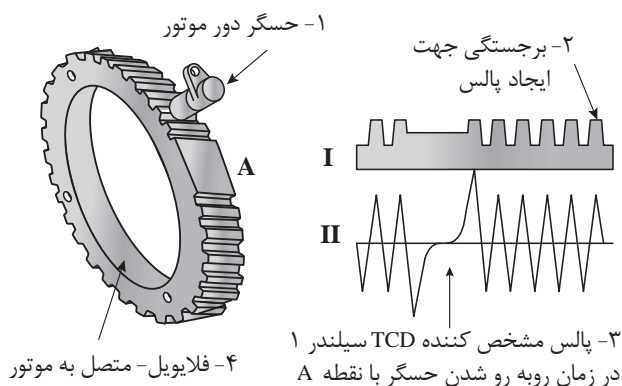


فیلم ساخت رطوبت سنج ساده را مشاهده و مطابق آن یک رطوبت سنج بسازید.

**حسگر خازنی:** اگر در سیستم کنترل به حسگری نیاز داشته باشیم که دارای حساسیت بیشتری باشد و یا محدودیت استفاده از حسگرهای نوری مشکل ایجاد کند، حسگرهای خازنی بهترین گزینه است. همان گونه که از نام این حسگر برمی آید عنصر تشخیص در ساختمان آنها خازن است و همین امر حساسیت قابل توجهی برای این حسگر فراهم نموده است. با توجه به این ساختمان خازنی، قرار گرفتن اشیاء در مقابل حسگر، ظرفیت خازن درون آن را تغییر می دهد و تغییرات ظرفیت باعث تغییرات دامنه در سیستم حسگر خواهد شد و قطع و وصل سوئیچ را به دنبال خواهد داشت. اکنون با قرار دادن خروجی حسگر در مسیر یک مدار، می توان روشن یا خاموش بودن آن مدار را امکان پذیر ساخت.

**حسگر القایی:** حسگرهای القایی در مقابل خود، میدان الکترومغناطیسی ایجاد می کند و هر قطعه فلزی که در مقابل میدان الکترومغناطیسی قرار گیرد به تغییرات دامنه سیگنال تولید شده در حسگر منجر خواهد شد. این امر باعث قطع و وصل سوئیچ داخل حسگر می شود، و این برای قطع و وصل نمودن یک مدار به کار می رود. اختلاف ویژه این حسگر با حسگر خازنی در این است که حسگرهای القایی عموماً برای تشخیص فلزات به کار می رود، در حالی که حسگرهای خازنی برای شیشه، پلاستیک، پودر، کاغذ و... کاربرد دارد (شکل ۲۷).

کار این حسگرها شبیه سلف هاست و از خاصیت القایی آن جهت آشکارسازی حضور جسم استفاده می شود. این حسگر در مقابل اجسام رسانا از خود عملکرد نشان می دهد و هر فلز رسانایی را جلو آن قرار دهیم، حسگر در خروجی یک پالس می دهد. میدان دارای یک دامنه و فرکانس معین است در صورت حضور جسم نوسانات و دامنه صفر می شود و یک سیگنال به کنترل کننده ارسال می شود (شکل ۲۸).



شکل ۲۸- حسگر دور موتور در موتورهای بنزینی و دیزلی



شکل ۲۷- حسگر القایی



برای جلوگیری از ورود قطعات فلزی به داخل ماشین‌های خردکن (شکل ۲۹)، چه حسگری را پیشنهاد می‌دهید؟ دلایل خود را توضیح دهید.



شکل ۲۹- کاربرد حسگر فلزیاب در یک نمونه ماشین خردکن علوفه

**حسگرهای فراصوت (اولتراسونیک):** روش‌های متعددی از فاصله‌یابی با توجه به کاربرد و دقت مورد نظر به کار می‌روند که عملکرد، مزایا و معایب خاص خود را دارند. مهم‌ترین روش‌های فاصله‌یابی عبارت‌اند از: دوربین‌های فاصله‌یابی، لیزر، امواج رادیویی و امواج اولتراسونیک یا فراصوت. در روش فاصله‌یابی توسط لیزر، نور مرئی یا مادون قرمز در جهتی فرستاده می‌شود که می‌خواهیم فاصله اجسام را محاسبه کنیم. سپس بازتاب این پرتو، توسط لنز و حسگری مخصوص دریافت و متمرکز می‌شود. به این ترتیب می‌توان با محاسبه زاویه پرتو بازتابی، فاصله را به دست آورد. از این جمله مهم‌ترین مزایای فاصله‌یابی توسط لیزر می‌توان به سرعت و دقت بالا و برد مناسب اشاره کرد. انجام نشدن فاصله‌یابی مناسب برای اجسام شفاف (مانند شیشه) یا براق (مانند فلزات براق و سطوحی که نور را به شدت منحرف می‌کنند) عمده‌ترین عیب این روش به‌شمار می‌رود. فاصله‌یابی و ارتفاع‌سنجی توسط لیزر در صنعت و کشاورزی کاربردهای فراوانی دارد که از نمونه‌های آن می‌توان به تسطیح‌کننده‌های لیزری اشاره کرد (شکل ۳۰).



شکل ۳۰- تسطیح‌کننده لیزری

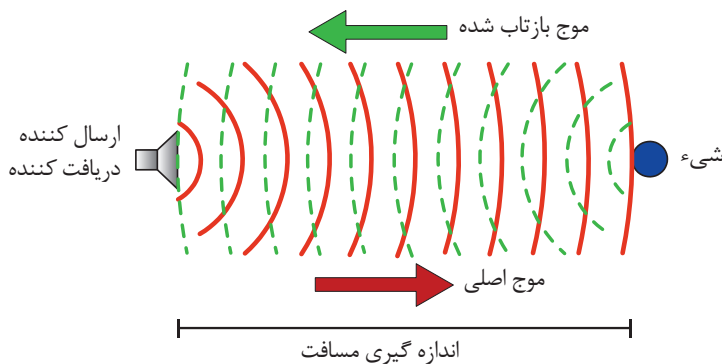




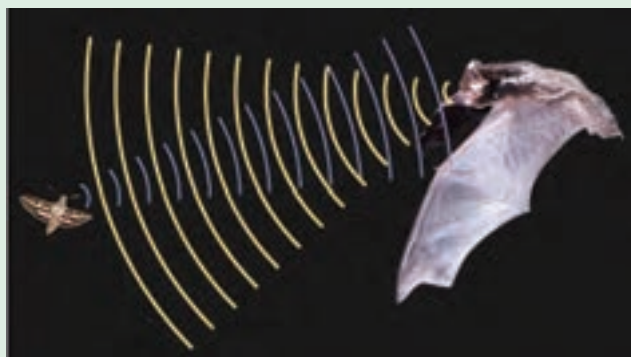
از لیزر در کشاورزی چه بهره‌های دیگری می‌توان گرفت؟

فیلم تسطیح اراضی را بررسی و مشاهدات خود را به بحث بگذارید.

در روش فاصله‌یابی توسط امواج رادیویی / رادار (RADAR)، یک موج رادیویی مایکرو (Microwave) توسط فرستنده‌ای مخصوص و در جهتی مشخص ارسال می‌گردد و توسط گیرنده‌ای مخصوص دریافت می‌شود. معمولاً از رادار برای فاصله‌یابی در فواصل بسیار دور استفاده می‌شود. کنترل ترافیک هوایی، کنترل سرعت وسایل نقلیه، مطالعات هواشناسی و... تنها بخشی از کاربردهای رادار به‌شمار می‌روند. ساده‌ترین و ارزان‌ترین روش فاصله‌یابی، استفاده از روش اولتراسونیک است. این روش برای فاصله‌یابی اجسام در فواصل کوتاه (معمولاً کمتر از ۵ متر) استفاده می‌شود. در فاصله‌یابی با امواج اولتراسونیک، ابتدا امواج را در جهت مورد نظر ارسال می‌کنیم. این امواج پس از برخورد با موانع موجود در مسیر، باز می‌گردند (شکل ۳۱). با محاسبه زمان رفت و برگشت امواج ارسالی و مشخص بودن سرعت امواج اولتراسونیک، می‌توان فاصله را تعیین کرد. شکل ۳۱ نحوه عملکرد چنین سیستمی را در حالت کلی نشان می‌دهد.



شکل ۳۱- رفت و برگشت امواج اولتراسونیک



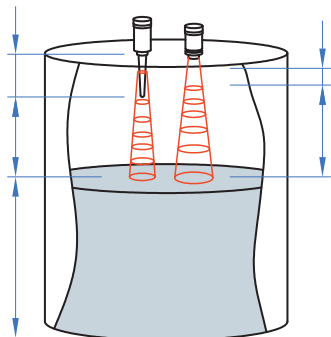
شکل ۳۲- ارسال و دریافت امواج توسط خفاش

**جلوه‌هایی از طبیعت:** آیا می‌دانستید عملکرد حسگرهای اولتراسونیک از اصول ردیابی خفاش‌ها الگوبرداری شده است؟ در این زمینه تحقیق کنید.





از دیگر کاربردهای حسگرهای اولتراسونیک می‌توان به تعیین سطح مخازن مختلف از قبیل مایعات و جامدات اشاره کرد (شکل ۳۳).



شکل ۳۳- حسگر اولتراسونیک



شکل ۳۴- حسگر دنده عقب خودرو

در هشداردهنده دنده عقب خودروها از چه قطعاتی استفاده شده است؟

بررسی کنید



حسگرهای اولتراسونیک در کشاورزی چه کاربردهای دیگری می‌تواند داشته باشد؟

فکر کنید



**حسگرهای تشخیص رنگ:** حسگرهای تشخیص رنگ برای شناسایی اجسام خاص، مورد استفاده قرار می‌گیرند. مهم‌ترین مسئله در این حسگرها تشخیص رنگ‌های نزدیک به هم و یا بسیار براق می‌باشد. کارایی حسگر تشخیص رنگ توسط تعداد رنگ‌هایی که می‌توانند تشخیص دهند، توانایی در سرعت تغییر دادن پارامترها و یا شناسایی چند رنگ به‌طور هم‌زمان مشخص می‌گردد.

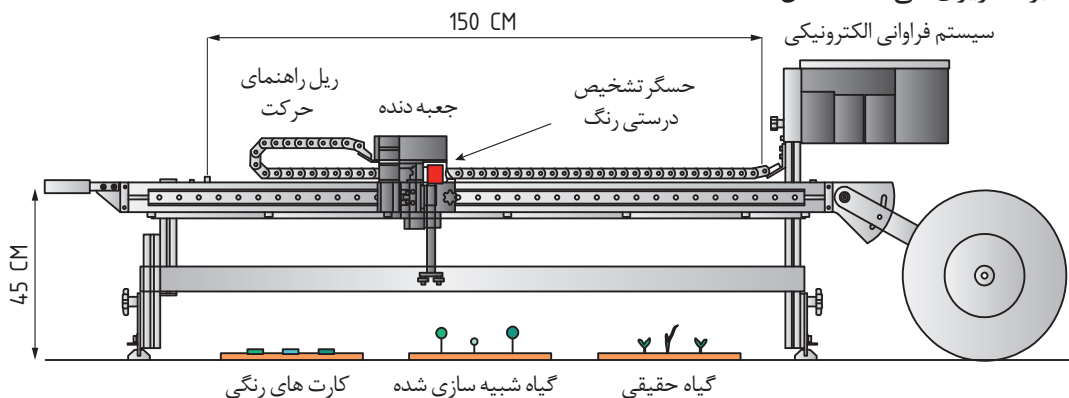
فیلم دستگاه جداسازی تیله‌های رنگی را بررسی و مشاهدات خود را به بحث بگذارید.

فیلم



حسگرهای تشخیص رنگ معمولی، دارای LED سفید رنگ با چگالی نور بالا هستند؛ که نور مدوله شده (نور با شدت مشخص و قابل تغییر) را بر روی هدف می‌تاباند. بازتاب نور از سطح شیء برای تشخیص رنگ‌های اصلی قرمز، سبز و آبی مورد آنالیز قرار می‌گیرد. این اطلاعات برای تشخیص درستی قطعات مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در بعضی از کاربردها، کاربر دستگاه، یک رنگ نمونه را در برابر حسگر قرار می‌دهد و آن را برای تشخیص این رنگ برنامه‌ریزی می‌کند (شکل ۳۵).



شکل ۳۵- کالیبره کردن دستگاه با رنگ های نمونه

در طول عملیات کاربر می‌تواند یک بازه نیز برای رنگ تعریف نماید، بدین ترتیب اشیایی که رنگ آنها در این بازه قرار بگیرد، تأیید می‌شوند (شکل ۳۶). این عمل و تنظیم نقاط بالا و پایینی به صورت سعی و خطا صورت می‌گیرد و از دقت مناسبی برخوردار نیست.



خیلی رسیده (آماده خوردن) رسیده تقریباً رسیده نرسیده (کال)

شکل ۳۶- طیف رنگی یک میوه

برخی از حسگرهای تشخیص رنگ فقط دارای یک خروجی، مبنی بر تأیید و یا رد هستند. بدین ترتیب با اتصال به سیستم کنترل، مشخص می‌کنند که شیء عبوری از جلوی حسگر صحیح است یا خیر؟ اما در بسیاری از فعالیت‌های دیگر نیاز به تجزیه و تحلیل عمیق‌تری است؛ و فقط قبول و یا رد، مورد نظر نمی‌باشد.

آیا در برداشت مکانیزه میوه‌ها با توجه به شکل ۳۶ و ۳۷، می‌توان از حسگرهای تشخیص رنگ با یک خروجی استفاده کرد؟



شکل ۳۷- طیف رنگی گوجه فرنگی

بررسی کنید



نسل جدید حسگرهای تشخیص رنگ، سه خروجی دیگر دارد که بیان کننده میزان شدت رنگ‌های قرمز، آبی و سبز است. این قابلیت باعث کنترل دقیق تر و هوشمندتر فرآیند تشخیص رنگ می‌گردد.

برداشت خود را از شکل ۳۸، به بحث بگذارید.



شکل ۳۸

فکر کنید



شکل ۳۹- یک نمونه زیست حسگر

**بیوسنسور یا زیست حسگر (Biosensors):** این نوع حسگرها طی سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از مراکز تحقیقاتی قرار گرفته است. بیوحسگرها یا حسگرهای بر پایه مواد بیولوژیکی، اکنون گستره وسیعی از کاربردها نظیر صنایع دارویی، خوراکی، نظامی، علوم محیطی و ... را شامل می‌شود. کاری که یک بیوحسگر انجام می‌دهد تبدیل پاسخ بیولوژیکی به یک سیگنال الکتریکی است (شکل ۳۹).

با این فناوری‌های جدید علمی ممکن است روزی فرا رسد که بدون مراجعه بیمار به پزشک و تنها بر مبنای اطلاعاتی از بیمار که توسط یک بیوحسگر فراهم می‌شود، نوع بیماری تشخیص داده شده و سپس داروهای مورد نیاز بیمار مستقیماً درون خون او تزریق شود. این مسئله باعث خواهد شد که دوز مصرفی دارو، بسیار پایین آمده و ضمناً از میزان اثرات جانبی دارو به مقدار زیادی کاسته شود، چرا که دارو مستقیماً به محل مورد نیاز در بدن بیمار تزریق می‌شود.



شکل ۴۰

برداشت خود را از شکل ۴۰، در چند سطر نوشته و ایده‌ای از کاربرد زیست حسگر را در کشاورزی ارائه کنید.

فکر کنید



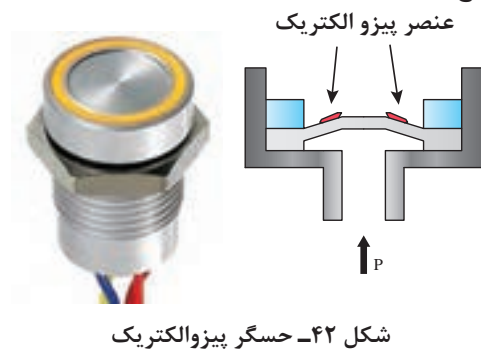
این نوع حسگرها انواع مختلفی دارند از جمله:

۱- **فشارسنج:** حسگر فشار یکی از پرمصرف‌ترین حسگرهای مورد استفاده در ابزار دقیق و اتوماسیون صنعتی است. از این حسگرها برای اندازه‌گیری فشار در ورودی سیستم‌های کنترلی استفاده می‌شود. حسگر فشار برای اندازه‌گیری فشار، در گازها و مایعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. ساختمان این فشارسنج‌ها امروزه بسیار پیشرفت کرده‌اند به نحوی که انواع آن را با کیفیت‌های خوب و ابعادی کوچک می‌توان یافت. ساختمان این حسگرها بسیار متنوع است ولی همگی براساس اصول فیزیکی و جابه‌جایی طراحی گردیده است به نحوی که با تغییرات فشار و جابه‌جایی هوا یا مایع، سیستم مکانیکی منجر به تغییرات خواهد شد، چرا که تصمیم بر آن است که تغییرات مکانیکی به تغییرات الکتریکی تبدیل گردد. بنابراین وظیفه همه آنها تبدیل تغییرات فشار به کمیت‌های الکتریکی است.

برخی از فشارسنج‌ها عبارت‌اند از: لوله‌ای U شکل، دیافراگمی، خازنی، پیزوالکتریک، استرین گیج و ... (شکل ۴۱).



شکل ۴۱- انواع فشارسنج‌ها



شکل ۴۲- حسگر پیزوالکتریک

به‌عنوان مثال در فشارسنج‌های پیزوالکتریک تغییرات فشار باعث تولید ولتاژ می‌شود. در حقیقت ضربات وارد شده باعث تولید ولتاژ می‌شوند. حسگرهای پیزوالکتریک به‌خاطر دقت بالا، کاربردهای فراوانی دارند. مهم‌ترین ویژگی‌های این حسگرها؛ سختی، اندازه کوچک، سرعت بالا و عدم نیاز به منبع تغذیه است. با استفاده از حسگرهای پیزوالکتریک می‌توان سرعت و تغییرات شتاب را نیز اندازه‌گیری نمود.

در رابطه با اصول کار فشارسنج‌های نام برده شده، تحقیق کنید.



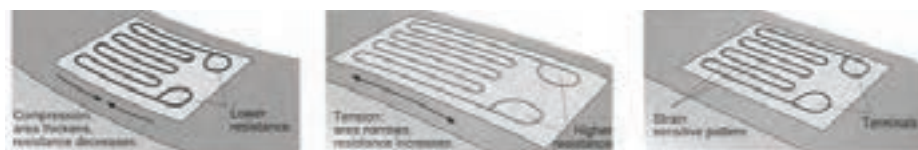


مناسب‌ترین نوع فشارسنج در سیستم‌های آبیاری تحت فشار بارانی و قطره‌ای که به‌طور خودکار قابلیت کنترل فشار را داشته باشد، پیشنهاد دهید.



شکل ۴۳- کرنش سنج

۲- کرنش سنج: وقتی بر جسمی نیرو وارد می‌گردد تنش و کرنش ایجاد می‌شود. تنش معرف مقاومت درونی جسم در مقابل نیرو است و کرنش در حقیقت بیانگر جابه‌جایی و تغییر شکل جسم می‌باشد. کرنش سنج (استرین‌گیج<sup>۱</sup>) (شکل ۴۳)، برای اندازه‌گیری کرنش یا تغییرات نسبی طول یک جسم به کار می‌رود و با نصب آن بر روی سطح مورد نظر، مقادیر کرنش محاسبه می‌شود. روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری کرنش وجود دارد، اما شایع‌ترین روش، استفاده از کرنش سنج است. مقاومت الکتریکی کرنش سنج، متناسب با مقدار کرنش وارد شده تغییر می‌کند (شکل ۴۴).



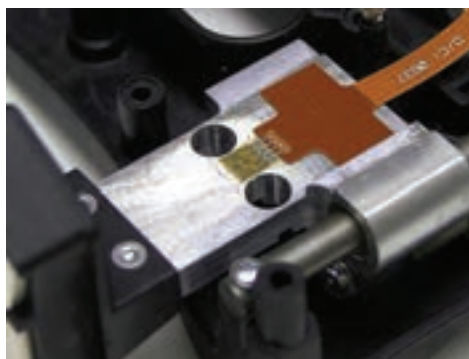
حالت فشردگی

حالت کشیدگی

حالت عادی

تغییر حالتی مشاهده نمی‌شود در حالت عادی  
در این حالت طول رسانا زیاد می‌شود، پهنای رسانا کم می‌شود. در نتیجه مقاومت نیز تغییر نمی‌کند.  
در این حالت طول رسانا زیاد می‌شود، پهنای رسانا کم می‌شود. در نتیجه مقاومت افزایش می‌یابد.  
در این حالت طول رسانا کم می‌شود، پهنای رسانا زیاد می‌شود. در نتیجه مقاومت کاهش می‌یابد.

شکل ۴۴- تغییرات کرنش سنج در برابر کشیدگی و فشردگی



شکل ۴۵- اشکال مختلف کرنش سنج

یکی از ویژگی‌های جذاب کرنش سنج‌ها تنوع کاربردی آنهاست. این حسگرها در لودسل‌ها، مشاهده تغییر شکل در سازه‌ها، پل‌ها و ساختمان‌ها، برای تحقیقات در صنایع هوافضا، اتومبیل، پتروشیمی، تولید قدرت و سایر کاربردهای علمی و تحقیقاتی کاربرد گسترده‌ای دارد.



۳- **لودسل‌ها (Load Cell):** لودسل برای سنجش و اندازه‌گیری وزن یا نیرو به کار می‌رود و در انواع مختلف کششی، خمشی، فشاری و... ساخته می‌شود به طوری که تغییرات وزن را براساس تغییر ولتاژ براساس وزن بار وارده حس کرده و آن را به نشان‌دهنده الکترونیکی منتقل می‌نماید. هر لودسل دارای مشخصاتی نظیر کلاس ارائه شده می‌باشد، که بیانگر موارد مختلفی از جمله دقت، ظرفیت و... است. لودسل‌ها کاربرد فراوان و روز افزونی در صنعت دارند، از اندازه‌گیری نیرو در کارخانجات مختلف و نیز اندازه‌گیری کشش کابل‌ها و نخ گرفته تا سنجش وزن به طریقه دیجیتال در ترازوهای الکترونیکی. امروزه انواع مختلف لودسل با ظرفیت‌های متفاوت در ساخت ترازوها و باسکول‌های الکترونیکی، ترازوی مخصوص حیوانات، توزین سیلو و مخازن، توزین سقفی، صنایع غذایی و... به کار می‌رود (شکل ۴۶).



شکل ۴۶- نمونه‌هایی از لودسل‌های فشاری سنج

فکر کنید



لودسل‌ها در دامداری چه کاربردی می‌توانند داشته باشند؟

**لودسل کششی:** لودسل کششی معمولاً در باسکول‌های آویز و یا در هر نوع سیستم توزینی که ماهیت کششی دارد استفاده می‌گردد. انواع لودسل‌های آویز جرثقیل سقفی نیز در این گروه جای دارند (شکل ۴۷). **لودسل‌های کشش و فشار:** این لودسل‌ها که به لودسل شکل S یا S Type معروفاند (شکل ۴۸)، یکی از پرکاربردترین لودسل‌ها هستند و در سیستم‌هایی استفاده می‌گردند که هم ماهیت کششی دارند و هم فشاری و در آن تغییر طول ناشی از افزایش طول بدنه اندازه‌گیری می‌شود و متناسب با آن مقدار نیرو و یا وزن اعمال شده محاسبه می‌گردد.



شکل ۴۸- لودسل شکل S



شکل ۴۷- لودسل آویز جرثقیل سقفی





شکل ۴۹، کاربرد لودسل‌ها را در یک نمونه بسته‌بند مکعبی مدرن نشان می‌دهد. از اطلاعات دریافتی این لودسل‌ها چه استفاده‌ای می‌توان کرد؟

شکل ۴۹- کاربرد لودسل در بسته‌بند مکعبی

#### ۴- RFID

شاید بارکد، شناخته‌شده‌ترین روش وارد کردن اطلاعات به سیستم‌های اطلاعاتی باشد؛ اما این روش محدودیت‌هایی هم دارد از جمله: ۱- به یک خط دیدمستقیم نیاز دارد و باید هر قلم را دقیقاً در جلوی آن و در جهت مناسب قرار داد تا آن را شناسایی نماید و چیزی هم نباید بین اشعه و برچسب بارکد باشد، اما تگ‌های RFID (شکل ۵۰) به ما این امکان را می‌دهد که کد شناسایی اشیا را با فاصله و با حساسیت کمتری نسبت به جهت شیء قرائت کنیم. ۲- پس از چاپ آنها به سختی می‌توان اطلاعات دیگری را به آنها اضافه نمود یا اطلاعات آنها را تغییر داد، حال آنکه برخی از تگ‌های RFID اکثراً قابلیت بارها نوشتن اطلاعات را دارا هستند. همچنین عدم نیاز به دید خط مستقیم، مزیت بسیار بزرگی برای RFID است و می‌توان بدون دخالت کاربر، تعداد زیادی تگ را به صورت خودکار قرائت نمود.



شکل ۵۰- نمونه تگ‌های RFID



عبارت کامل RFID همراه با معنی و تاریخچه مختصری از آن را در کلاس ارائه نمایید.

تراشه و آنتن به کار رفته در تگ‌های RFID، بسیار کوچک ساخته شده، به همین دلیل امکان ارائه و استفاده از این کارت‌ها در اندازه‌ها و شکل‌های مختلف بسته به نوع کاربری آنها وجود دارد. (مثلاً به صورت برچسب هوشمند و یا حتی به صورت گلوله‌های پلاستیکی کوچکی که مانند گوشواره به گوش حیوانات متصل می‌شود (شکل ۵۱).

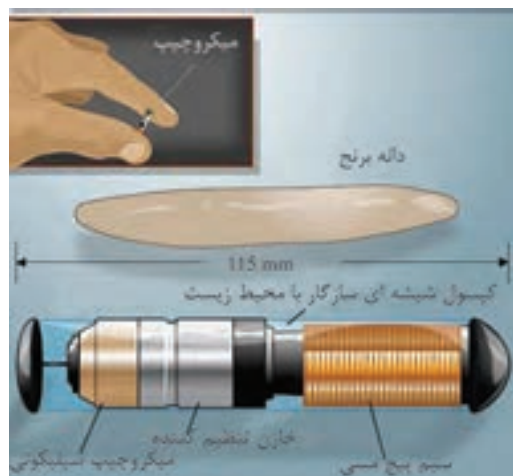


شکل ۵۱- تگ RFID در پلاک گوش دام

تگ و یا دستگاه فرستنده خودکار، شامل یک مدار الکترونیکی است که به شیء مورد نظری که لازم است دارای یک کد شناسایی باشد، متصل می‌گردد. زمانی که شیء دارای تگ RFID در محدوده بررسی‌کننده یا دستگاه کارتخوان قرار می‌گیرد، میدان مغناطیسی تولید شده توسط دستگاه کارت خوان باعث فعال شدن تگ می‌گردد. تگ‌های RFID را می‌توان به هر چیزی متصل نمود.

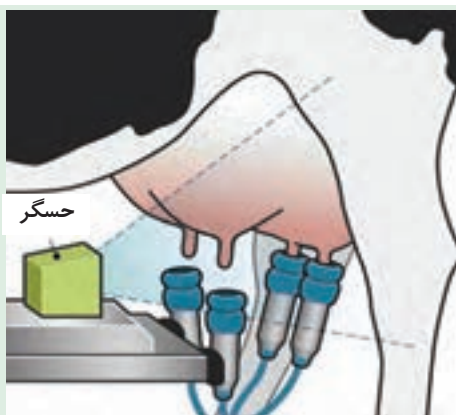
#### ۵- ریز تراشه یا میکروچیپ (Microchip)

روش‌های سنتی و قدیمی جهت شناسایی جانداران شامل پلاک‌های الصاقی، خالکوبی و علامت‌گذاری بوده که این روش‌ها دارای معایب بسیار زیادی بوده و در سیستم‌های مدیریتی و نظارتی اختلالاتی را ایجاد می‌نمایند. حال با توجه به پیشرفت علوم در جهان، سیستم‌های نوین جایگزین روش‌های قدیمی گردیده و راندمان و بهره‌وری نیز به همان میزان توسعه می‌یابد. در دو دهه اخیر تکنولوژی میکروچیپ (شکل ۵۲) تحول و تغییر عظیمی را در سیستم‌های شناسایی ایجاد نموده و به‌عنوان یک اساس شناسایی مکانیزه در جهان مطرح شده است.



شکل ۵۲- نمایی از میکروچیپ

این فناوری براساس شناسایی توسط امواج رادیویی استوار بوده و بدون نظارت و تفسیرهای نظری و شخصی انجام می‌پذیرد. میکروچیپ تنها روش شناسایی دائمی و مطمئن جانداران بوده که می‌تواند در کوتاه‌ترین زمان، جمعیت کثیری از جانداران را مورد شناسایی قرار دهد. این سیستم شامل سه بخش مهم: میکروچیپ، دستگاه بازخوان و بانک اطلاعاتی می‌باشد.



شکل ۵۳- نمای شماتیک از یک ربات شیردوش

## ربات شیردوش

در دامداری‌های فوق صنعتی و بزرگ، این سیستم‌های شیردوش صنعتی هم کارایی لازم را ندارند، بنابراین، ربات‌های شیردوش (شکل ۵۳) وارد عمل می‌شوند! ماشین‌های روباتیک شیردوش فقط به نظارت یک نفر برای غذا دادن و دوشیدن شیر گاوها نیاز دارند. آنها علاوه بر این که گاوها را برای دوشیدن شیرشان در یک صف قرار می‌دهند، کیفیت شیر خارج شده و تعداد دفعات دوشیدن شیر را نیز کنترل می‌کنند و حتی گاوهایی را که آماده هستند را از بقیه گاوها تشخیص می‌دهند.

همچنین امکان آماربرداری از مقدار شیردهی در هر بار و نمودارسازی مقدار شیردهی براساس اطلاعات دریافتی از حسگرهای RFID متصل به دام، کمک شایانی به مدیریت سازمان یافته و آشکار نمودن نقاط ضعف پنهانی در دامداری می‌کند. این نقاط ضعف در صورتی که از سیستم‌های پیشرفته‌ای چون ربات‌های شیردوش استفاده نشود، امکان نمایان‌سازی را ندارند. برای مثال در صورتی که یک گاو به هر دلیلی دچار تنش یا استرس ناشی از عوامل درونی یا بیرونی شده باشد، این استرس در وهله اول در کمیت و کیفیت شیر تولید تأثیر خواهد گذاشت.

در صورت نمودارسازی و دریافت اطلاعات از هر دام با توجه به حسگرهای به کار گرفته شده، این کمبود سرعت خود را نشان داده و مدیریت دامداری به راحتی هر چه تمام‌تر امکان بررسی و رفع این مشکل را خواهد داشت که در صورت عدم استفاده از چنین سیستم‌هایی؛ مدیریت دامداری، چنین امکانی را نخواهد داشت.

سیستم عملکرد این ربات‌ها به‌طور خلاصه شرح زیر است:

- ۱- پذیرش دام در جایگاه شیردوشی با درب‌های هیدرولیکی اتوماتیک
- ۲- شناسایی دام بصورت آنلاین از طریق حسگرهای RFID که آیا قابل دوشیدن است یا خیر
- ۳- در صورت عدم تایید، خروج دام از جایگاه شیردوشی
- ۴- در صورت تایید، تزریق مقدار کمی خوراک خوش طعم برای سرگرم کردن گاو
- ۵- تحریک بیشتر پستان به شیردهی با استفاده از ماساژ با برس بسیار نرم در حال چرخش در بین پستان‌ها
- ۶- خارج شدن ماساژور
- ۷- شناسایی پاها و پستان گاو با استفاده از دوربین سه بعدی (شکل ۵۴) و شستن نوک تمام پستان‌ها با آب ولرم
- ۸- خشک کردن نوک پستان با هوای گرم
- ۹- نصب مکنده‌ها دقیقاً بر روی نوک پستان از طریق شناسایی با سیستم لیزر (شکل ۵۵)
- ۱۰- آغاز شیردوشی
- ۱۱- خروج مکنده‌ها به صورت اتوماتیک از نوک پستان پس از پایان شیردوشی



شکل ۵۴- شناسایی نوک پستان گاو با استفاده از دوربین سه بعدی و لیزر



شکل ۵۵- اتصال مکندۀ ربات و آغاز فرایند شیردوشی

۱۲- شست و شو و ضد عفونی مکنده‌ها جهت فعالیت بعدی

۱۳- ضد عفونی کل پستان توسط یک نازل با اسپری مواد ضد عفونی کننده ارگانیک

۱۴- ارسال اطلاعات حجم شیردهی به دیتابیس رایانه مرکزی جهت نمودار سازی، دریافت نوسانات شیردهی، یافتن نقاط ضعف، اعلام رکورد روزانه/هفتگی/ ماهانه و سالانه.

## سیستم مکان‌یابی جهانی یا GPS (Global Positioning System)

سیستم مکان‌یابی جهانی یا GPS یک سیستم هدایت (ناوبری) ماهواره‌ای است که قادر است موقعیت دقیق شما را بر روی زمین در هر زمان، مکان و آب و هوایی مشخص کند. این سیستم در ابتدا برای کاربردهای نظامی ایجاد شد، ولی به تدریج استفاده عمومی از آن آزاد گردید. GPS سیستمی همیشه در حال آماده باش است که در تمامی شرایط آب و هوایی دارای کارایی می‌باشد، زیرا فرکانس امواجی که توسط ماهواره‌های GPS ارسال می‌شوند در حد گیگاهرتز است و شرایط آب و هوایی (مه، باران و نزولات جوی) اثری روی این امواج ندارند. خدمات این سیستم در طول ۲۴ ساعت شبانه روز فعال است و در هر نقطه از کره زمین به طور رایگان می‌توان توسط آن تعیین موقعیت کرد.

همان‌طور که دستگاه‌های GPS در حال کوچک‌تر شدن و نیز ارزان‌تر شدن هستند، کاربردهای بیشتری نیز برای آنها در نظر گرفته می‌شود. امروزه از سیستم GPS و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای وسعت دادن و انجام یک کشاورزی صحیح استفاده می‌شود.

تحقیقی در مورد GIS در کلاس ارائه نمایید.

تحقیق کنید





### برخی از کاربردهای GPS در کشاورزی

۱- **هدایت اتوماتیک ادوات کشاورزی:** استفاده از این سیستم به معنی حذف کامل راننده نیست. در سیستم‌های جدید از امکانات GPS و دید ماشین (Machine Vision) به‌طور همزمان استفاده می‌شود.



این سیستم هر بار ادوات را در مسیر دلخواه قرار داده و هدایت می‌کند (شکل ۵۶). از یک طرف هدایت اتوماتیک موجب کاهش سختی کار برای راننده می‌شود و به او اجازه می‌دهد تمام وقتش را صرف کنترل و تنظیم وسیله نماید و این باعث افزایش کیفیت کار می‌شود. از طرف دیگر انجام شدن کار را به‌صورت دقیق و بهینه در طول روز و در سراسر مزرعه تضمین می‌کند و باعث کاهش هزینه، افزایش راندمان محصول و سود بیشتر می‌شود.

شکل ۵۶- مسیرهای مختلف حرکت با توجه به شرایط زمین

۲- **استفاده از سیستم GPS در کمباین:** با نصب آن بر حسب تراکم محصول در یک نقطه سرعت و سایر عوامل برای برداشت مؤثرتر محصول تنظیم می‌شود. لذا بازده افزایش داشته و موجب کاهش مصرف انرژی و توان خواهد شد.



### ۳- هدایت هواپیما جهت سمپاشی مزارع (شکل ۵۷)

شکل ۵۷- هواپیمای سمپاش

۴- **کوددهی و سمپاشی با آهنگ متغیر:** کشاورزان می‌توانند از این سیستم برای ترکیب کودهای شیمیایی، اصلاح‌کننده‌های خاک و تعیین موارد اقتصادی کشاورزان از قبیل هجوم علف‌های هرز و آفت‌ها و



همین‌طور حفاظت از منابع طبیعی برای آیندگان استفاده کنند و منافع زیادی در این زمینه‌ها به‌دست آورند. این سیستم به استفاده بهینه از کودهای شیمیایی کمک مؤثری کرده است زیرا کودهای شیمیایی ضرر فراوانی بر محیط‌زیست ایجاد می‌کند و با استفاده از GPS می‌توان به مقدار مناسبی کود که زمین نیاز دارد دست یافت و آن را در اختیار زمین قرار داد (شکل ۵۸).

شکل ۵۸- سم‌پاشی با آهنگ متغیر



در مورد هم‌پوشانی ایجاد شده در اثر حرکت تراکتور (شکل ۵۸) و غیرفعال شدن برخی نازل‌ها با یکدیگر بحث کنید.



**۵- نقشه‌برداری از زمین کشاورزی و بسیاری از موارد دیگر:** بعضی از کشاورزان فکر می‌کنند که این سیستم، برای مزارع بزرگ و سرمایه‌گذاری‌های بزرگ به کار می‌رود در صورتی که این سیستم حتی در مزارع کوچک و با روش‌های ارزان‌تر قابل استفاده می‌باشد.

شکل ۵۹- نقشه‌برداری از زمین به کمک GPS

## توجه به محیط زیست

زباله‌های الکترونیکی زمین را نابود می‌کنند و وظیفه ما انسان‌هاست که از زمین حفاظت کنیم. برای این منظور لازم است کمتر زباله تولید کنیم و زباله‌ها را تفکیک نماییم. زباله‌های الکترونیکی مانند اجزای رایانه، تلفن همراه، تلویزیون، مانیتور، تلفن‌های بی‌سیم و ... که به دلایل غیر قابل استفاده شدن از سریع‌ترین منابع تولید زباله ترکیبی الکترونیکی می‌باشند.

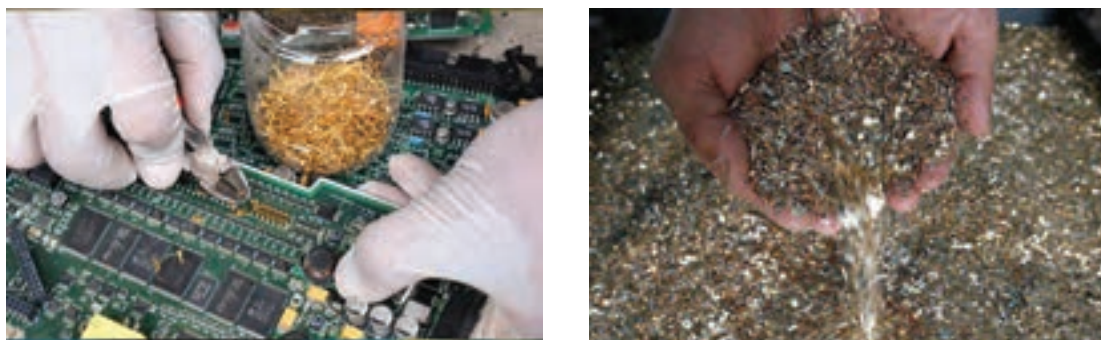


شکل ۶۰- زباله‌های الکترونیکی

پسماندهای الکترونیکی خاص شامل خازن، ترانزیستور، دیود، مقاومت، آی‌سی و ... که حاوی سرب، آلومینیوم، آهن و فلزات سنگین نظیر کادمیوم، جیوه و آرسنیک هستند سبب آلودگی محیط‌زیست می‌شوند. بازیافت بهترین راه حفاظت زمین در برابر زباله‌های الکترونیکی است. مثلاً کل یک کامپیوتر می‌تواند بازیافت شود، از شیشه مانیتور گرفته تا پلاستیک کیس، مس موجود در منبع تغذیه، فلزات گران‌قیمت به کار رفته در مدارات، مودم یا منابع تغذیه.



اما عملاً صرف هزینه‌های زیادی برای بازیافت ایمن این مواد به گونه‌ای که هیچ مشکل آلودگی برای محیط و کارکنان در این زمینه ایجاد نکنند لازم است. در اکثر بوردهای الکترونیکی مخصوصاً موبایل یا مادربردهای کامپیوتر که قطعات و وسایل زیادی دارد، از طلا و نقره به خاطر رسانا بودن به میزان زیادی استفاده می‌شود که البته در برخی بوردهای معمولی، مردم به راحتی نمی‌توانند طلا و نقره به کار رفته را تشخیص دهند.



شکل ۶۱- به کارگیری فلزات گرانبها در بوردهای الکترونیکی

در صورتی که پسماندهای رایانه‌ای و الکترونیکی با روش اصولی بازیافت شود می‌توان فلزات متعددی را از آنها استخراج کرد به نحوی که از یک تن زباله موبایل می‌توان ۱۵۰ تا ۳۰۰ گرم طلا به دست آورد. همین وزن گوشی تلفن همراه علاوه بر طلا حدود ۱۰۰ کیلوگرم مس و سه کیلوگرم نقره را در کنار فلزهای دیگر در خود جای داده است.

ضمن اینکه پلاتین نیز از دیگر فلزات گرانبهایی است که در بازیافت اصولی می‌توان به دست آورد و این در حالی است که در معادن طلایی که اقتصادی به حساب می‌آید در هر تن سنگ معدن بین ۲۰ تا ۳۰ گرم طلا یافت می‌شود. از همین روی حضور شرکت‌های خصوصی برای کسب درآمد حائز اهمیت خواهد بود.



شکل ۶۲- نمونه‌ای از کارگاه بازیافت ضایعات الکترونیکی

مسلماً دفن یا سوزاندن این مواد که به طور وسیعی انجام می‌شود راه حل مناسبی نیست یا حداقل آخرین راه حلی است که باید بدان اندیشید. زیرا با دفن این زباله‌ها یا تلنبار کردنشان در محیط خرد و شکسته می‌شوند و بنابراین مواد سمی موجود در آنها راه خود را به سفره‌های آب زیرزمینی می‌یابد و سوزاندن آنها نیز تنها گازهای سمی خطرناک وارد محیط زیست می‌سازد.

### جدول ارزشیابی پودمان

نمره	شاخص تحقق	نتایج مورد انتظار	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	عنوان پودمان
۳	تحلیل نقش خازن‌ها، مقاومت‌ها، آی‌سی‌ها، ترانزیستورها و دیودها در مدارهای الکترونیکی - تحلیل و درک انواع حسگرها و کاربرد آنها در ماشین‌های کشاورزی - توانایی تجویز یک کنترل‌کننده خاص برای بهبود عملکرد ماشین کشاورزی نمونه	بالاتر از حد انتظار	تحلیل اجزاء و کارکرد کنترل‌کننده‌ها و تجهیزات اندازه‌گیری الکترونیکی در ماشین‌های کشاورزی	تحلیل اجزای مدار الکترونیکی	تحلیل کنترل‌کننده‌های الکترونیکی
۲	تحلیل نقش خازن‌ها، مقاومت‌ها، آی‌سی‌ها، ترانزیستورها و دیودها در مدارهای الکترونیکی - تحلیل و درک انواع حسگرها و کاربرد آنها در ماشین‌های کشاورزی	در حد انتظار		تحلیل کارکرد کنترل‌کننده‌ها و تجهیزات اندازه‌گیری الکترونیکی	
۱	تحلیل نقش اجزاء مدارهای الکترونیکی	پایین‌تر از انتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰