فصل



چگونگی تولید انرژی الکتریکی

اهداف آموزشی

- تاریخچه برق
- چگونگی تولید انرژی الکتریکی
- کمک‌های اولیه برای مصدوم برق‌گرفته
- آشنایی با لوازم نقشه‌کشی

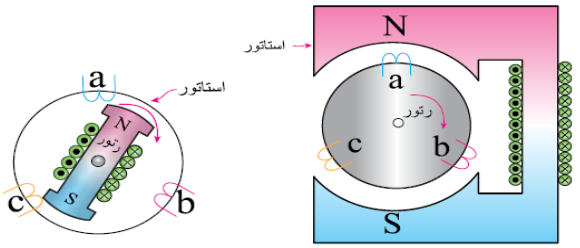
⊡ تاریخچهٔ برق

اولین سیستم‌های انرژی الکتریکی تحت عنوان «شرکت‌های روشنایی» تقریباً در سال ۱۸۸۰ میلادی ۱۳۵سال پیش به وجود آمدند و معروف‌ترین آنها شرکت روشنایی پرل استریت در نیویورک بود که توسط ادیسون تأسیس شد. قدرت الکتریکی این سیستم توسط مولدهای DC تأمین می‌شد و در سال ۱۲۸۳ هجری خورشیدی و ۱۱۰ سال پیش با نصب یک مولد ۴۰۰ کیلو واتی توسط حاج‌امین‌الضرب در خیابان برق تهران استفاده از انرژی الکتریکی به صورت یک سیستم در ایران آغاز شد، که این صنعت نسبت به آمریکا ۲۵ سال دیرتر شروع شد، ولی در این مدت ۱۱۰ سال نیز آن چنان فراگیر شد که تقریباً تمامی کشور عزیزمان از این نعمت خدادادی بهره‌مند گردید. در آینده صنعت برق به سمت انرژی‌های نو و تجدیدپذیر گرایش پیدا می‌کند چون انرژی‌های فسیلی و انرژی نفت و گاز رو به کم شدن است پس مهندسین برق باید جایگزین مناسبی و با دوامی را برای تولید این انرژی حیاتی پیدا کنند و از طرفی دیگر به محیط زیست آسیبی زیان‌آوری نرساند. بهترین و مناسب‌ترین انرژی که برای تولید برق مناسب است و دنیای امروزی نیز به سرعت به سمت آن پیش می‌رود تولید برق توسط نیروگاههای بادی، نیروگاههای خورشیدی و هسته‌ای است و کشور ما ایران نیز در این راستا سرمایه‌گذاری‌های را انجام داده است تا برای آیندگان بستر مناسبی برای پیشرفت حاصل شود.

⊡ چگونگی تولید انرژی الکتریکی در نیروگاهها

شاکلهٔ اصلی نیروگاههای امروزی تولید برق را ژنراتورهای سنکرون تشکیل می‌دهند. اصولاً هر ژنراتوری مبدل انرژی مکانیکی به انرژی الکتریکی است که دارای دو نوع تحریک یکی گردان و دیگری ثابت است که ژنراتور با تحریک ثابت نسبت به ژنراتور با تحریک گردان دارای مزایای

است، از جمله این مزایا کاهش حلقهٔ لغزان (حلقه‌های رینگی)، ساده بودن عـایق‌بنـدی، سـیم‌پیچـی کردن آسان استاتور نسبت به روتور و... در نیروگاهها انرژی مکانیکی توسط محـرک‌هـای اولیـه از قبیل توربین بخار، توربین گازی، توربین آبی، و موتور دیزل و ... می‌باشند. ایـن محـرک‌هـای اولیـه باعث چرخاندن توربین ژنراتور شده و سپس سیم پیچی تحریک که بر روی روتور جاسازی شده بـا تولید میدان مغناطیسی دوّار سیم پیچـی اسـتاتور را قطـع مـی‌کنـد و همـین قطـع خطـوط میـدان مغناطیسی توسط سیم پیچی استاتور طبق قانون فاراده در آن ولتاژی تولید می‌شود. این قانون بیـان می‌کند که اگر یک هادی طوری حرکت کند که خطوط میدان را قطع کند در آن هادی ولتاژ القـاء می‌شود و بالعکس، همین قانون به ظاهر ساده تحولی شگرفی در رشتهٔ با ارزش برق به وجـود آورد. در شکل (۱-۱) این دو نوع تحریک آورده شده است.

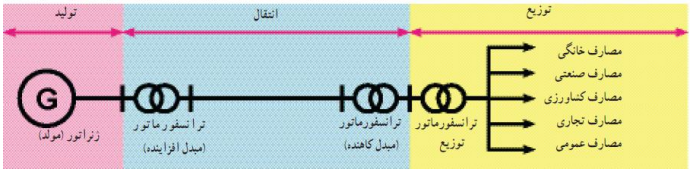


شکل (۱-۱) مولد سنکرون با تحریک ثابت و متحرک

▣ نحوه‌ی انتقال و توزیع انرژی الکتریکی

بعد از تولید انرژی الکتریکی در نیروگاهها توسط ژنراتورها و برای جلوگیری از افزایش تلفات تـوان در خطوط انتقال، ولتاژ تولید شده به وسیلهٔ ژنراتورها را توسـط ترانسـفورماتور افـزایش مـی‌دهنـد، بخاطر این دلیل در شبکه‌های قدرت ولتاژ را افزایش می‌دهند که سطح مقطـع سـیم‌هـای هـوایی و کابل‌های زمینی کاهش و در نتیجه عایق‌بندی آنها نیز کاهش یافته و با کم کردن جریـان انتقـالی و در نتیجه کاهش تلفات در سیستم افزایش بهره‌برداری را به دنبال دارد، که از نظـر اقتصـادی نیـز مقرون به صرفه است. در کشور ما ایران ولتاژ تولیدی توسط ژنراتورها حداکثر ۲۱ کیلو ولت است، ولی ژنراتورهای امروزی ولتاژ تولیدشان ۳۳ کیلو ولت است، از طرفی منابع تولید برق به سیستم‌هـا

یا شبکه‌های انتقال متصل می‌باشند تا از این طریق انرژی الکتریکی تولید شده به دورترین نقاط کشور یا به مراکز صنعتی منتقل شود. که برای جابجای چنین انرژی الکتریکی نیاز به انواع ترانسفورماتور است، پس ترانسفوماتور جزء اصلی مراکز تولید و توزیع انرژی محسوب می‌شود. با این توضیح می‌توان بیان کرد که یک سیستم انرژی از چهار قسمت تشکیل شده، ۱- مراکز تولید انرژی (نیروگاهها) ۲- خطوط انتقال ۳- خطوط توزیع ۴- مصرف‌کننده‌ها
در شکل (۲-۱) این چهار قسمت مشخص شده‌اند.



شکل (۲-۱) سیستم انتقال و توزیع

در ایران جهت تغذیهٔ مصرف‌کننده‌ها عموماً از جریان متناوب سه فاز و تکفاز (380/220 V) ولت استفاده می‌شود، بنابراین ترانسفورماتورهای توزیع باید طوری طراحی شوند که به توان از ثانویهٔ آنها سیم نول دریافت کرد. پس اولیهٔ آنها به صورت مثلث و ثانویهٔ این ترانسفورماتورها باید به صورت ستاره بسته شود، چون در مصارف خانگی و تجاری که با برق تکفاز کار می‌کنند، نیاز به سیم نول است و در ثانویهٔ ستاره می‌توان از نقطهٔ کور اتصال ستاره سیم نول دریافت کرد. با این توضیح می‌توان نتیجه گرفت که هیچگاه ثانویهٔ ترانسفورماتورهای شبکهٔ توزیع دارای اتصال مثلث نمی‌تواند باشد که در غیر این صورت عدم دسترسی به سیم نول خواهیم داشت.

⊡ حفاظت و ایمنی در برق

در ابتدا لازم است که حفاظت و ایمنی را از منظر برقی تعریف کرده و سپس با دید بازتری به آن بپردازیم، حفاظت عبارت است از: به کار بردن کلیهٔ اقدامات و روش‌هایی که جهت حفاظت تجهیزات الکتریکی اعم از ماشین‌های الکتریکی، ترانسفورماتورها، وسایل اندازه‌گیری، سیم‌ها و کابل‌ها و همچنین موجودات زنده به خصوص انسان صورت می‌گیرد را حفاظت می‌گوییم. به دو دلیل حفاظت سیستم‌ها و تجهیزات الکتریکی صورت می‌گیرد، دلیل اوّل این که حفاظت از جان

انسان و موجودات زنده که به عناوین مختلفی و به طور مستقیم و یا غیر مستقیم با تأسیسات الکتریکی ارتباط دارند و دومین دلیل ممکن که واضح و مشخص است این است که، جلوگیری از بروز زیان‌های شدید اقتصادی و از دست دادن نیروهای فنی و ماهر به هنگام اتصالی که جبران این خسارات بسیار زمان بر و هزینه‌بر است. منظور از اتصالی در یک سیستم الکتریکی بدین صورت تعریف می‌شود که اثری در مدار الکتریکی می‌باشد که باعث می‌گردد جریان الکتریکی از مسیر اصلی‌اش منحرف گردد. گاهاً به اتصالی اشکال یا fault نیز می‌گویند. خطا ممکن است به صورت اتصال کوتاه، اتصال زمین، اتصال بدنه، پارگی و قطع شدگی هادی‌ها و یا خورده شدن و شکسته شدن عایق‌ها باشد. در هنگام بروز اتصالی به هر دلیلی جریان به شدت افزایش می‌یابد که تجهیزات الکتریکی باید طوری طراحی و ساخته شوند که برای مدت زمان کوتاهی در حد میلی ثانیه تحمل این اضافه جریان را داشته باشد، تا کمترین خسارت به تجهیزات الکتریکی وارد شود. در این صورت است که می‌توان عنوان کرد که سیستم و تجهیزات الکتریکی دارای حفاظت بهینه شده‌ای هستند. یکی از راههای حفظ و ارتقای ایمنی استفاده از لوازم حفاظتی است که جان انسان را در مقابل خطرات محفوظ می‌دارد، استفاده از لوازم حفاظتی فردی مانند لباس کار، کلاه ایمنی، کفش-های ایمنی، دستکش‌های ایمنی، عینک‌های حفاظتی، فیوزکش، انبردست، فازمتر فشار ضعیف و سایر وسایلی که برای ایمنی یک فرد فنی و برق کار لازم است را باید در اختیار داشته باشد، که خود این وسایل تابع مقررات و اصولی است که آگاهی از آنها برای فرد حائز اهمیت بوده، و عدم آگاهی و انتخاب نامناسب این نوع قطعات نه تنها قادر به حفظ فرد برقکار نخواهد بود بلکه ممکن است فرد را در معرض خطرات بیشتری نیز قرار دهد. طبق تعریف برق‌گرفتگی عبارت است از: تماس مستقیم و یا غیر مستقیم بدن یا دست انسان با هادی برق دار و یا بدنه دستگاه الکتریکی که به طور استاندارد حفاظت نشده که منجر به عبور جریان از بدن شخص شده که باعث به جا ماندن اثراتی در بدن می‌شود را برق‌گرفتگی می‌گویند. این برق‌گرفتگی اثراتی مثل سوختگی، شوک و بیهوشی، تأثیر بر اعصاب و اختلالات فکری، را به دنبال دارد، عواملی چون ولتاژ، جریان، مدت زمان عبور جریان از بدن، مسیر عبور جریان از بدن و مقاومت بدن اشخاص جزء مؤثرترین پارامتر برق

گرفتگی محسوب می‌شود، و مقدار مقاومت، جریان و ولتاژ خطرناک برای اشخاص در قسمت آثـار فیزیولوژی برق تشریح می‌شود.

⊡ آثار فیزیولوژی برق

منظور از آثار فیزیولوژی برق آن است که مقدار جریانی کـه تحـت شـرایط بـرق‌گرفتگـی از بـدن شخص عبور می‌کند و به برق‌گرفتگی و مصدوم شدن آن شخص منجر می‌شود به شرایط فیزیکی و جسمی، مقدار یا دامنهٔ جریان، مسیر عبور جریان از بدن شخص و مدت زمان عبور جریان از بـدن شخص وابسته است، پس به طور دقیق نمی‌توان اذعان کرد که چه جریان و با چـه دامنـه‌ای بـرای اشخاص خطرناک است، به عبارت دیگر تا حدودی به شرایط فیزیکی شخص وابسته است به عنوان مثال افراد لاغر نسبت به افراد چاق مقاومت بدن‌شان بیشتر است و یا شخص کوچـک نسـبت بـه شخص بزرگ دارای مقاومت کمتری است. از طرفـی چـون عمـدهٔ بـرق‌گرفتگـی از دسـت شـروع می‌شود، می‌توان بیان کرد که مقاومت بدن شخصی که به طور مداوم کار سخت انجام می‌دهـد بـه مراتب بیشتر از شخصی است که کارهای فیزیکی و سخت انجام نمی‌دهد، این به این دلیل است که پوست دست آن ضخیم شده و در نتیجه مقاومت بدنش نیز افزایش یافته است و به همین منظور و برای استانداردسازی یک حداقل مقاومتی را برای بدن انسان در نظر می‌گیرند، که مقدار آن ۱۳۰۰ اهم می‌باشد و جریان خطرناک ۵۰ میلی‌آمپر و ولتاژ خطرناک را می‌توان طبق قانون اهم بـا ضـرب کردن مقدار مقاومت در جریان به دست آورد، که ۶۵ ولت است.

در جدول (۱-۱) عکس‌العمل فیزیولوژی بدن در مقابل افزایش جریان آورده شده است که می‌توان نتیجه گرفت که جریان متناوب خطرناک‌تر از جریان مستقیم است. با این توضـیح ذکـر شـدهٔ بـالا می‌توان گفت که کاربردی‌ترین وسیلهٔ حفاظتی برای یک شخص بـرق کـار در درجـهٔ اوّل انتخـاب دستکش با ضریب عایقی بالا می‌باشد تا از هر گونه خسارت جانی و مالی جلوگیری شود. چـه بسـا خسارت‌های وارده بر اثر کوچک‌ترین سهل‌انگاری غیر قابل جبـران اسـت، توضـیح بیشـتر در ایـن زمینه به استانداردهای برق و یا حفاظت و ایمنی در برق ارجاع می‌دهیم.

جدول (۱-۱) عکس العمل فیزیولوژی بدن در مقابل افزایش جریان

شدت جریان (میلی آمپر)	نوع جریان	
	جریان مستقیم	جریان متناوب (۵۰ تا ۶۰ هرتز)
۰/۶ تا ۱/۵	محسوس نیست	احساس عبور جریان، لرزش کم انگشتان دست
۲ تا ۳	محسوس نیست	لرزش شدید انگشتان دست
۵ تا ۷	درد یا خارش، احساس گرما	تشنج دست‌ها
۸ تا ۱۰	احساس گرمای شدید	دست‌ها به سختی تکان می‌خورد ولی می‌توان آن‌ها را از الکترودها جدا نمود ؛ درد شدید در انگشتان و مفاصل دست‌ها، بی‌حسی دست‌ها.
۱۱ تا ۱۲	احساس گرمای شدید	تشنج عضلات تا ثانیه‌ها ادامه می‌یابد، درد شدیدی احساس می‌شود ؛ تماس با الکترودها را تا ۳۵ ثانیه می‌توان تحمل کرد.
۱۳ تا ۱۴	احساس گرمای شدید	امکان رها کردن الکترودها مشکل است و تماس با الکترودها را تا ۱۵ ثانیه می‌توان تحمل کرد.
۱۵	احساس گرمای شدید	رها کردن الکترودها غیرممکن است و دست‌ها دچار تعرّق می‌شوند.
۲۰ تا ۲۵	احساس گرمای شدید، انقباض کم عضلات دست	دست‌ها ناگهان فلج می‌شوند ؛ الکترودها را می‌توان رها کرد ؛ درد شدید عارض می‌شود و تنگی نفس به‌وجود می‌آید.
۵۰ تا ۸۰	احساس ازدیاد گرما، انقباض عضلات، تشنج و سختی تنفس	نفس بند می‌آید و در بطن‌های قلب لرزش به وجود می‌آید.
۹۰ تا ۱۰۰	بند آمدن نفس (خفگی)	اگر قطع نفس پیش از سه ثانیه طول بکشد قلب فلج می‌شود و حرکت بطن‌های قلب قطع می‌گردد.

اگر خطر برق‌گرفتگی برای شخصی به هر دلیلی به وجود آید باید آن مصدوم را احیا نماییم چون در ۶ تا ۱۲ دقیقهٔ اوّل نجات انسان برق‌گرفته ۹۰٪ است. برای این کار بهتر است مراحل زیر را تحت عنوان کمک‌های اولیه که در تمامی ارگان‌ها دولتی، اورژانس‌ها، آتش نشانی‌ها، جمعیت هلال احمر و کارخانجات و مراکز صنعتی که بر روی تابلوهای ایمنی و یا به صورت دفترچهٔ راهنما ارائه کرده‌اند، را انجام داده تا شخص مصدوم را به توان به موقع احیا نمود. قبل از این که مراحل کمک به مصدوم را بیان کنیم جا دارد که در مورد عوامل مؤثر در خطر برق‌گرفتگی را مطرح کنیم که عبارت است از:

۱- مسیر عبور جریان از بدن

۲- امپدانس بدن

۳- مقدار جریان عبوری از بدن

۴- زمان عبور جریان از بدن

۵- مقدار ولتاژ

۶- فرکانس ولتاژ

از این شش پارامتر جریان الکتریکی عامل مهمی برای برق‌گرفتگی محسوب می‌شود، پس اگر به توان سیستم‌ها و دستگاه‌های که با برق کار می‌کنند را به طور ایده‌آل عایق‌بندی نمود و سایر اقدامات حفاظتی را به کار برد، تا حدودی می‌توان خطر برق‌گرفتگی را کم کرد.

در جدول شمارهٔ (۲-۱) مشخص شده که مسیر عبور جریان به چه صورتی باشد بیشترین خسارت را به شخص وارد می‌کند.

جدول (۲-۱) مسیر عبور جریان از بدن

مسیر عبور جریان	میزان خطرمرگ	احتمال وقوع
۱-از سر به سایر اندامها	زیاد (مرگبار)	خیلی کم
۲-از یک دست به دست دیگر	زیاد	متوسط
۳-از دست به کف پا	خیلی زیاد	زیاد
٤-از یک پا به پای دیگر	کم	کم
آزمایش برروی سگها نشان داده است که عبور جریان در راستای تقارن بدن، بیشترین جریان را از قلب عبور می دهد که در انسان معادل عبور جریان از دست به پا است.		

⊡ نحوه‌ی مراقبت از مصدوم

برای این منظور پنج مرحلهٔ زیر را به ترتیب انجام می‌دهیم تا به توان به شخص برق گرفته کمک مناسبی را ارائه کرد تا از دست دادن نیروی فنی و ماهر جلوگیری شود.

۱- در اولین مرحله از امداد رسانی به شخص آسیب دیده باید توسط یک وسیلهٔ عایقی مانند چوب و یا با دستکش با ضریب عایقی بالا مصدوم را از سیم‌ها و کابل جدا نموده و مصدوم را سریعاً از محل تماس با برق دور نماییم.

۲- مطمئن شوید که مصدوم نفس می‌کشد یا نه اگر هنوز نفس می‌کشد آن را در وضعیتی قرار دهید که راحت تر نفس بکشد به عبارت دیگر دکمه‌های لباس او را باز کنید، و اطراف آن را باز بگذارید تا جریان هوا به خوبی صورت گیرد.

۳- مصدوم را به پهلوها حرکت ندهید، چون قلب او ضعیف شده است حرکت دادن مصدوم باعث حرکت ماهیچه‌های آن شده و ممکن است ایست قلبی به وجود آید.

۴- بعد از انجام مراحل ذکر شدهٔ بالا پزشک را بلافاصله خبر کنید، و در این مدت هیچگاه مصدوم را تنها رها نکنید.

۵- اگر مصدوم نفس نمی‌کشد، بلافاصله به او تنفس مصنوعی بدهید، اگر چه ظاهراً زنده به نظر نمی‌رسد.

بعد از انجام مراحل فوق مناسب است که نحوی اجرای تنفس مصنوعی به شخص برق گرفته را به طور کامل در این قسمت ارائه نماییم، تا کمک‌های اولیه به طور صحیح و نرمال ارائه گردد چه بسا کمک به مصدوم بدون آشنایی به کمک‌های اولیه نیز باعث بروز مشکلاتی می‌شود، که در این صورت جبران این نوع خسارت بسیار اسفبار است.

⊡ احیای مصدوم با تنفس مصنوعی

متداول‌ترین، ساده‌ترین و در دسترس‌ترین روش انجام تنفس مصنوعی از طریق مجرای هوا است که به وسیلهٔ یک لولهٔ توخالی مخصوص انجام می‌گیرد. برای اجرای این روش چهار مرحلهٔ زیر را به ترتیب انجام می‌دهیم.

۱- دهان مصدوم را از تمام اشیای خارجی پاک کنید، تا مسیر گلوی شخص مصدوم باز شود شکل (۳-۱).



شکل (۳-۱) باز کردن دهان مصدوم

۲- مصدوم را به پشت بخوابانید و قسمت بالای سر او را به شکلی که در شکل (۴-۱) نشان داده شده است، با دست بگیرید. در حالی که سر مصدوم به عقب کشیده شده است، لولهٔ مخصوص را روی زبان او بگذارید و آن را فرو کنید تا لبهٔ دایره‌ای شکل آن بیرون لب‌ها باقی بماند. اگر دهان مصدوم محکم بسته شده باشد انگشت خود را بین گونه و دندانی که جلوی دندان عقل جای دارد قرار داده و دهان را باز کنید.



شکل (۴-۱) نحوهٔ قرار دادن لولهٔ مخصوص برای وارد کردن مجرای هوا

۳- چانه را رو به بالا نگه دارید و سر را عقب در امتداد گردن کج کنید. بینی مصدوم را با دست خود فشار دهید، و برای جلوگیری از نفوذ هوا لبهٔ بیرون آمده و دایره‌ای شکل لوله را به وسیلهٔ انگشت نشانه به لب‌ها فشار دهید شکل (۵-۱).



شکل (۵-۱) جلوگیری از خارج شدن هوا

۴- مطابق شکل (۶-۱) نفس عمیقی بکشید و با فشار تمام آن را به داخل و قسمت بالای لوله بدمید، سینهٔ مصدوم را چنان نگاه کنید. وقتی که سینه حرکت می‌کند دهان خود را از لوله بردارید و بگذارید مصدوم به راحتی هوا را بیرون دهد. وقتی که تخلیهٔ هوای مصدوم به پایان رسید عمل را تکرار کنید.



شکل (۶-۱) دمیدن در مجرای هوا

در صورتی که لولهٔ مخصوص تنفس مصنوعی وجود نداشته باشد از روش تـنفس دهـان بـه دهـان استفاده کنید. برای تنفس دهان به دهان به روش زیر عمل می‌کنیم.

۱-دهان مصدوم را از تمام اشیای خارجی پاک نمایید.

۲- مصدوم را به پشت بخوابانید و گردن او را بالا ببرید و یک کت یا پتوی تا شده یا چیزی شـبیه به آن را زیر شانه‌هایش قرار دهید و سرش را تا حد امکان به عقب کج کنید شکل (۷-۱).



شکل (۷-۱) طرز قرار دادن مصدوم

۳- سر مصدوم را مطابق شکل (۸-۱) قرار داده و آرواره را با شست بگیرید و از یک سـمت دهـان به جلو بکشید و این وضع را برای مدتی حفظ کنید تا راه برای عبور هوا باز شود.



شکل (۸-۱) باز کردن مسیر هوا

۴- سوراخ بینی مصدوم را با فشار انگشتان دست خود ببندید شـکل (۹-۱). سـپس نفـس عمیقـی بکشید و دهان‌تان را با استفاده از انگشتان خود روی دهان مصدوم بگذارید و در دهانش بدمیـد تـا هنگامی که سینهٔ مصدوم بالا بیاید، و سپس دهان‌تان را از دهان او بر دارید تا هوا را به بیرون بدهد شکل (۱۰-۱).



شکل (۹-۱) دمیدن در دهان مصدوم



شکل(۱۰-۱) بیرون راندن هوا

⊡ لوازم نقشه کشی

قبل از این که بشر خواندن و نوشتن را بیاموزد، آثارهای تاریخی کشف شده نشان می‌دهد که انسان با ترسیم تصاویر اشیاء بر روی سنگ و یا چوب اطلاعاتی از نحوی زندگی خود برای آیندگان به جا گذاشته است. با پیشرفت بشر در عرصه‌های مختلف صنعتی نیاز بیشتری احساس شد کـه جامعـه مهندسین با ترسیم علائم فنی و با یک زبان مشترک با هم در ارتباط باشند، به نحوی که مهندسان و متخصصان صنعت را بر آن داشت تا همایشی در سال ۱۹۲۶ میلادی مؤسسهٔ استانداردی به نـام اتحادیهٔ بین‌المللی مؤسسات ملی استاندارد (ISA) تشکیل دهند. با پیشرفت صنعت در سال ۱۹۴۷ میلادی یک سازمان بین‌المللی به نام استاندارد ایزو (ISO) که مورد قبول اکثر کشورهای عضو این سازمان است. اصول و قواعد ترسیم نقشه‌ها نیز از این استاندارد تبعیت مـی‌کنـد. بـا ایـن مختصـر توضیح در مورد تاریخ پیدایش این فن لازم به ذکر است که ابتدا انواع کاغذ و بعد به ترتیب انـواع قلم، شابلن، حروف و علائم آورده شود تا با تمامی وسایل و لوازم نقشه‌کشی آشنا شویم.