

بخش اول

کلیات فنون و روش تدریس کتاب نصب و تنظیم تابلوهای برق فشار ضعیف

۱- آشنایی با کتاب درسی

نحوه انتخاب این واحد یادگیری مانند دیگر کتاب‌های درسی کارگاهی رشته الکتروتکنیک بر مبنای نیازسنجی دنیای کار بوده است.

پودمان اول کتاب با عنوان تابلو برق ساده کارگاهی با هدف جانمایی و نصب قطعات تابلوهای ساده کارگاهی، سه کار عملی را دنبال می‌کند.

کار عملی اول، چیدمان و سیم‌کشی در تابلوهای توزیع کارگاهی پلاستیکی آماده را آموزش می‌دهد. این تابلوها برای توزیع موقت برق سه فاز و تک فاز ارائه می‌شوند. کار عملی دوم این پودمان مراحل نصب قطعات و سیم‌کشی یک تابلو فلزی کترگاهی را آموزش می‌دهد. در این کار عملی فضا و جانمایی به تابلوهای فلزی در بازار بسیار نزدیک است. در کار عملی سوم هنرجویان ساخت یک تابلو برق مخصوص کنترل روشنایی یک سالن که تعداد زیادی چراغ روشنایی دارد را آموزش می‌بینند.

پودمان دوم این کتاب، جانمایی و نصب قطعات تابلوهای برق تأسیسات کارگاهی را آموزش می‌دهد. در این پودمان مدارهای راه‌اندازی موتورهای الکتریکی از نظر حفاظت و کلیدزنی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

پودمان سوم کتاب، به معرفی و آموزش تابلوهای برق و دستگاه‌های صنعتی می‌پردازد. جابه‌جایی و نصب قطعات الکتریکی در تابلوهای راه‌اندازی موتورهای الکتریکی به صورت ستاره - مثلث و چپ‌گرد - راست‌گرد از مهم‌ترین اهداف این پودمان است و همچنین طراحی طولی و عرضی چیدمان قطعات و مقایسه آنها بررسی می‌شود.

پودمان چهارم کتاب، نقشه‌کشی تابلوهای برق صنعتی را در محیط CAD آموزش می‌دهد. انتخاب قطعات در مدارات فرمان و قدرت و ترسیم مدارات هدف این پودمان است.

پودمان پنجم، کتاب دارای دو واحد یادگیری است. این پودمان به دنبال کیفیت‌بخشی به وضعیت شبکه برق و تجهیزات متصل به شبکه است. به همین دلیل عنوان تابلو برق مطلوب شبکه در بر دارد. واحد اول این پودمان تابلو برق بانک خازنی را آموزش می‌دهد و به اهمیت و ضرورت بانک خازنی می‌پردازد. واحد یادگیری دوم کاربرد اینورتر (درایو) به عنوان یک المان بسیار مهم در صنعت برق را دنبال می‌کند. در این واحد یادگیری هنرجویان راه‌اندازی نرم‌افزار را توسط اینورتر آموزش می‌بینند و با مزایای بی‌شمار آن در صنعت آشنا می‌شوند.

آشنایی با دیگر اجزای بسته آموزشی

اجزای بسته آموزشی شامل کتاب درسی، راهنمای هنرآموز، همراه هنرجو و فیلم آموزشی است. کتاب راهنمای هنرآموز با هدف آموزش روش‌ها و فنون تدریس

پودمان‌ها و بهره‌گیری همزمان از اجزای بسته آموزشی همکاران تدوین شده است. بدین منظور این کتاب در دو فصل تألیف شده است. فصل اول شامل جداول کارهای عملی، ارتباط افقی - عمودی محتوا، طرح درس پیشنهادی، نقشه مفهومی و بودجه‌بندی سالانه و ارزشیابی است. فصل دوم با نگاه دانش‌افزایی سعی در بسط و گسترش بیشتر محتوای کتاب درسی دارد و همزمان پرسش‌ها و فعالیت‌های داخل کتاب درسی را پاسخ می‌دهد.

کتاب همراه هنرجو شامل جداول، روابط، نمودارها و نقشه‌ها و واژگان تخصصی است که هنرجو در انجام فعالیت‌ها و کارهای عملی و رسیدن به شایستگی به آنها نیاز دارد. برای اجتناب از به‌خاطر سپردن روابط و استرس ناشی از آن همراه داشتن این کتاب در آزمون‌های کارگاهی بلامانع است. فیلم‌های آموزشی که در محتوای کتاب درسی آدرس‌دهی شده است در قالب یک لوح فشرده ارائه شده است. در فصل دوم این کتاب هدف از ارائه فصل به فصل محتوای کتاب درسی است. البته در این فصل سعی شده است تأکید بیشتر بر محتوایی باشد که تنوع داشته یا از مشخصات فنی بیشتری برخوردار است.

۲- زمان آموزش پودمان‌ها

زمان کل آموزش کتاب طراحی و نصب تابلوهای فشار ضعیف ۳۰۰ ساعت در نظر گرفته شده است. این زمان با توجه و تناسب زمان آموزش آن بودجه‌بندی و فصل‌بندی شده است (جدول ۱).

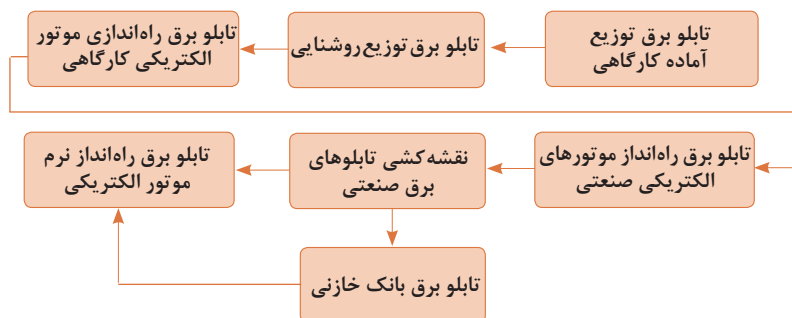
جدول ۱- پودمان‌های کتاب طراحی و نصب تابلوهای برق فشار ضعیف

ردیف	جدول ارائه پودمان	زمان بر حسب ساعت
۱	تابلو برق ساده کارگاهی	۶۰
۲	تابلو برق تأسیسات کارگاهی	۶۰
۳	تابلو برق دستگاه‌های صنعتی	۶۰
۴	نقشه‌کشی تابلو برق	۶۰
۵	تابلو برق مطلوب شبکه	۶۰
	مجموع	۳۰۰

۳- مسیر یادگیری درس طراحی و نصب تابلوهای

برق فشار ضعیف

مسیر یادگیری ارتباط طولی و سازوار پودمان‌های آورده شده در کتاب درسی را نشان می‌دهد.



۴- استاندارد فضا

فضای مورد نیاز برای این درس نیازمند نصب و بهره‌برداری از حداقل ۸ تابلو فلزی با ابعاد ۸۰×۶۰ سانتی‌متر مربع برای تعداد ۱۶ هنرجو است. نصب و جانمایی قطعات تابلوهای مختلف راه‌اندازی موتورهای الکتریکی نیازمند فضایی برای ارائه محتوای تکنولوژی است تا ابتدا مفاهیم در این کلاس به صورت نظری ارائه شده و سپس در کارگاه به صورت عملی دنبال شود. توجه به این نکته حائز اهمیت است که کارهای عملی همگی در تابلو ورودی صفحه نصب یا سینی تابلو انجام خواهد شد. برای مدیریت در فضا پیشنهاد می‌شود ابتدا نصب و جانمایی روی سینی تابلو انجام و در نهایت برای تست نهایی در قاب تابلو قرار می‌گیرد.

۵- شایستگی‌ها

شایستگی مجموعه‌ای از دانش، مهارت و نگرش است. شایستگی‌ها به دو شاخه فنی و غیرفنی دسته‌بندی می‌شود. شایستگی‌های درس نصب و تنظیم تابلوهای برق فشار ضعیف معرفی شده است.

۵-۱- شایستگی‌های فنی:

شایستگی فنی درس نصب و تنظیم تابلوهای برق فشار ضعیف به شاخه مهارت‌های فنی می‌پردازد.

- ۱ نصب و جانمایی و سیم‌کشی قطعات در تابلو توزیع برق آماده (پلاستیکی)
- ۲ نصب و جانمایی و سیم‌کشی قطعات در تابلو توزیع برق فلزی
- ۳ ساخت تابلو برق راه‌اندازی موتورهای الکتریکی کارگاهی
- ۴ ساخت تابلو برق راه‌اندازی موتورهای الکتریکی صنعتی
- ۵ نقشه‌کشی تابلو برق صنعتی
- ۶ تابلو برق بانک خازنی
- ۷ تابلو برق راه‌اندازی نرم موتورهای الکتریکی

۲-۵- شایستگی‌های غیر فنی:

شایستگی غیرفنی درس نصب و تنظیم تابلوهای برق فشار ضعیف به شاخه مهارت‌های غیرفنی می‌پردازد.

۱- جمع‌آوری اطلاعات و مذاکره: جست‌وجوی کاتالوگ محصولات و قطعات کلیدزنی و حفاظتی تابلو از تارنمای شرکت‌های سازنده

۲- تفکر منطقی: حل مسائل مرتبط در حین جانمایی سر سیم‌زنی، شماره سیم و نصب قطعات در تابلو راه‌اندازی موتور الکتریکی

۳- مدیریت تجهیزات و مواد: برآورد فضای بهینه تابلو با جانمایی مناسب قطعات الکتریکی در عین رعایت مقدار مجاز جریان خروجی تابلو

۴- مدیریت کیفیت: طراحی و ساخت تابلو مناسب نوع کاربرد مورد نظر مشتری

۵- تفکر سیستمی: ارتباط منطقی بین اجزا، رعایت توالی نصب قطعات روی سینی از چپ به راست و از بالا به پایین

۶- تفکر اقتصادی: عیب‌یابی و تشخیص قطعی مدار جریان یا عملکرد کنتاکتور و کلیدهای حفاظتی در تابلوی برق

۷- مستندسازی: تهیه گزارش از مراحل تهیه شابلون سینی تابلو، جانمایی، نصب قطعات و تست صحت عملکرد تابلو در قالب کار پوشه

۸- مسئولیت‌پذیری: تعهد در برابر انجام صحیح و کاربست، دقت لازم در همه مراحل نصب و جانمایی قطعات الکتریکی در مدار راه‌اندازی موتور الکتریکی

۶- بودجه‌بندی زمانی پیشنهادی سالانه درس نصب و

تنظیم تابلو برق فشار ضعیف

بودجه‌بندی زمانی پیشنهادی در کتاب درسی یکی از نکات مهم برای اجرای دقیق و به موقع محتوای درسی است. این بودجه‌بندی در جدول ۲ برای هنرآموزان محترم ارائه شده است. در این جدول علاوه بر تقسیم‌بندی زمانی سالانه، اهداف درس و موضوع قابل ارائه آورده شده است. در ضمن فعالیت‌های تکمیلی برای تعمیق فرایند یاددهی - یادگیری به همکاران پیشنهاد شده است.

جدول ۲- بودجه بندی پیشنهادی سالانه درس نصب و تنظیم تابلو برق فشار ضعیف

ردیف	ماه	M	واحد یادگیری	هدف	موضوع	فعالیت های تکمیلی
۱	مهر	۱	تابلوهای ساده و پر کاربرد	ساخت تابلو توزیع موقت کارگاهی (۱)	استاندارد تابلو برق - تابلو موقت کارگاهی	اتصالات صنعتی سه فاز و کدساعت و...
۲		۱	تابلوهای ساده و پر کاربرد	ساخت تابلو توزیع موقت کارگاهی (۲)	اجزا و سیم کشی تابلو موقت	جدول IP
۳		۱	تابلوهای ساده و پر کاربرد	تابلو برق تغذیه کارگاهی فلزی (۱)	منحنی، فیوز جداکننده، سینی تابلو، انواع نقشه، جانمایی MCB	نصب لامپ سیگنال نشانگر ولتاژ و...
۴		۱	تابلوهای ساده و پر کاربرد	تابلو برق تغذیه کارگاهی فلزی (۲)	جانمایی و نصب قطعات و نکات لازم	شابلون جانمایی و مقایسه آنها- تست تابلو
۵	آبان	۱	تابلوهای ساده و پر کاربرد	تابلو برق روشنایی (۱)	کنتاکتور- کنتاکتورهای روشنایی - شستی ها- خودنگهدار	پرچ کاری داکت - تسمه بافته زمین
۶		۱	تابلوهای ساده و پر کاربرد	تابلو برق روشنایی (۲)	کلیدگردان HOA و مدار قدرت و فرمان - نصب قطعات و ترمینال	شماره زنی سیم - تایمر ۲۴ ساعته و کاتالوگ ساعت
۷		۲	تابلو برق های تأسیسات کارگاهی	راه اندازی یک موتور الکتریکی/دومحل، پرس	انتخاب تجهیزات - نقشه های فرمان و قدرت - تکنیک ها	کلید خشک - ساخت Starter
۸		۲	تابلو برق های تأسیسات کارگاهی	راه اندازی یک موتور الکتریکی لحظه ای دایم	نقش شستی دابل - نقشه های فرمان و قدرت - تکنیک ها	تکمیل نقشه مسیر جریان، مونتاژ و ترمینال
۹	آذر	۲	تابلو برق های تأسیسات کارگاهی	راه اندازی دو یا چند موتور الکتریکی	دو موتور مستقل - یکی پس از دیگری، فرمان و قدرت	تکمیل نقشه مسیر جریان، مونتاژ و ترمینال
۱۰		۲	تابلو برق های تأسیسات کارگاهی	مدار چپ گرد راست گرد با حفاظت کامل	رله اضافه بار و رله کنترل بار، نقشه های فرمان و قدرت	تکمیل نقشه مسیر جریان، مونتاژ و ترمینال
۱۱		۲	تابلو برق های تأسیسات کارگاهی	مدار راه اندازی چپ گرد راست گرد سریع	نقشه های فرمان و قدرت و جانمایی	تکمیل نقشه مسیر جریان، مونتاژ و ترمینال
۱۲		۲	تابلو برق های تأسیسات کارگاهی	مدار چپ گرد راست گرد توقف زمانی	تایمرها، نقشه های فرمان و قدرت و جانمایی	تکمیل نقشه مسیر جریان، مونتاژ و ترمینال
۱۳	دی	۲	تابلو برق های تأسیسات صنعتی	مدار ستاره مثلث معمولی و دوسیمه، پنوماتیکی	شرح نقشه های فرمان و قدرت و جانمایی و شماره زنی سیم	ستاره مثلث حالت گذاری بسته و درایو
۱۴		۲	تابلو برق های تأسیسات صنعتی	ستاره مثلث چپ گرد راست گرد قدرت مشترک ۱	شرح نقشه مسیر جریان، مونتاژ و ترمینال	اندازه کنتاکتورها

تأثیر شینه کشی در این تابلو	نقشه مسیر جریان، مونتاژ و ترمینال و شماره زنی سیم	ستاره مثلث چپ گرد راست گرد قدرت مشترک ۲	تابلو برق های تأسیسات صنعتی	۳	دی	۱۵
اندازه کنتاکتورها	شرح نقشه های فرمان و قدرت و جانمایی	ستاره مثلث چپ گرد راست گرد قدرت مستقل ۱	تابلو برق های تأسیسات صنعتی	۳		۱۶
تأثیر شینه کشی در این تابلو	نقشه مسیر جریان، مونتاژ و ترمینال و شماره زنی سیم	ستاره مثلث چپ گرد راست گرد قدرت مستقل ۲	تابلو برق های تأسیسات صنعتی	۳	بهمن	۱۷
جانمایی کار عملی	شرح نقشه فرمان و قدرت مونتاژ ترمینال و شماره زنی سیم	مدار راه اندازی موتور دلاندر	تابلو برق های تأسیسات صنعتی	۳		۱۸
نقشه ها برای سایر مدارها	مراحل کار ترسیم در نرم افزار	ترسیم نقشه فرمان و قدرت (بدون کارخانه)	نقشه کشی تابلو برق	۳		۱۹
نقشه ها برای سایر مدارها	مراحل کار ترسیم در نرم افزار	ترسیم نقشه فرمان و قدرت (با کارخانه)	نقشه کشی تابلو برق	۳		۲۰
نقشه ها برای سایر مدارها	مراحل کار ترسیم در نرم افزار	ترسیم نقشه ها شامل کانکتور و PLC	نقشه کشی تابلو برق	۴		۲۱
نقشه ها برای سایر مدارها	مراحل کار ترسیم در نرم افزار	جانمایی قطعات برای نقشه های شماتیک	نقشه کشی تابلو برق	۴	اسفند	۲۲
نقشه ها برای سایر مدارها	مراحل کار ترسیم در نرم افزار	نقشه ترمینال و گزارش نقشه های شماتیک	نقشه کشی تابلو برق	۴		۲۳
قبض برق - برچسب قطعات - کار با جدول - محاسبه	اصلاح ضریب توان مؤثر و محاسبه - قطعات، نقشه و پرکردن مقادیر جدول	جبران سازی نقطه ای یا محلی	تابلو برق های مطلوب شبکه	۴		۲۴
پله بندی - تعیین مقادیر هر پله - و تأثیر آن و نقشه	پله بندی رگولاتور - نقشه و نحوه کار	جبران سازی مرکزی	تابلو برق های مطلوب شبکه	۴	فروردین	۲۵
کار با مقادیر مختلف DEC و ACC	Command Source تنظیم از راهنما/ یا نرم افزار (ACC و DEC)	روشن و خاموش کردن اینورتر (۳ روش)	تابلو برق های مطلوب شبکه	۴		۲۶
کار با مقادیر مختلف فرکانس	Frequency Source تنظیم از روی راهنما/ یا نرم افزار	تغییر فرکانس خروجی اینورتر (۳ روش)	تابلو برق های مطلوب شبکه	۵	اردیبهشت	۲۷
کار با مقادیر مختلف فرکانس و ورودی های مختلف	مفهوم JOG و ۳ wire روش تنظیم از روی راهنما/ یا نرم افزار	راه اندازی JOG و stop/start	تابلو برق های مطلوب شبکه	۵		۲۸
	ارزشیابی پایان هر پودمان		ارزشیابی	-	-	۲۹
	ارزشیابی پایان هر پودمان		ارزشیابی	-	-	۳۰

۷- جدول ارتباط افقی - عمودی دروس کارگاهی پایه دوازدهم

جدول ارتباط افقی - عمودی ارتباط منطقی موضوعات کتاب‌های درسی در یک دوره آموزشی را بیان می‌کند. به عبارت دیگر با رعایت سرفصل‌های آورده شده در جدول ارتباط افقی - عمودی علاوه بر معنادار شدن توالی محتوا، پیش‌نیاز و پس‌نیاز بودن مطالب در نظر گرفته می‌شود. همچنین از همپوشانی و تکرار مطالب جلوگیری خواهد شد. جدول ۳ ارتباط افقی - عمودی مطالب ارائه شده در دو درس کارگاهی سال دوازدهم رشته الکتروتکنیک را به تفکیک هر هفته آموزشی نشان می‌دهد.

جدول ۳- ارتباط افقی - عمودی دروس کارگاهی پایه دوازدهم

تاریخ	نصب و تنظیم تابلو برق فشار ضعیف (۱-۱۲)	طرح و اجرای رله‌های قابل برنامه‌ریزی (۲-۱۲)
هفته ۱	ساخت تابلو توزیع موقت کارگاهی (۱)	برنامه ریزی توسط دکمه PLR
هفته ۲	ساخت تابلو توزیع موقت کارگاهی (۲)	پیاپی‌سازی روشنایی صلیبی و ضربه‌ای
هفته ۳	تابلو برق تغذیه کارگاهی فلزی (۱)	چند روشنایی با شستی قطع و وصل کل
هفته ۴	تابلو برق تغذیه کارگاهی فلزی (۲)	چندکاره کردن شستی‌ها در مدارات روشنایی
هفته ۵	تابلو برق روشنایی (۱)	کار با نرم‌افزار رله قابل برنامه‌ریزی (۱)
هفته ۶	تابلو برق روشنایی (۲)	کار با نرم‌افزار رله قابل برنامه‌ریزی (۲)
هفته ۷	راه‌اندازی یک موتور الکتریکی دومحل	راه‌اندازی یک موتور الکتریکی
هفته ۸	راه‌اندازی یک موتور الکتریکی لحظه‌ای دایم	راه‌اندازی یک موتور الکتریکی با RS
هفته ۹	راه‌اندازی دو یا چند موتور الکتریکی	راه‌اندازی یک موتور الکتریکی لحظه‌ای دایم
هفته ۱۰	مدار چپ‌گرد راست‌گرد با حفاظت کامل	راه‌اندازی موتورهای الکتریکی یکی پس از دیگری
هفته ۱۱	مدار راه‌اندازی چپ‌گرد راست‌گرد سریع	کار با نرم‌افزار رله قابل برنامه‌ریزی (۱)
هفته ۱۲	مدار چپ‌گرد راست‌گرد توقف زمانی	کار با نرم‌افزار رله قابل برنامه‌ریزی (۲)

پیاده‌سازی چپ‌گرد راست‌گرد با حفاظت کامل	مدار ستاره مثلث معمولی و دوسیمه	هفته ۱۳
پیاده‌سازی چپ‌گرد راست‌گرد سریع با PLR	مدار ستاره مثلث با کمک تایمر پنوماتیکی	هفته ۱۴
پیاده‌سازی مدار چپ‌گرد راست‌گرد توقف زمانی	ستاره مثلث چپ‌گرد راست‌گرد قدرت مشترک ۱	هفته ۱۵
پیاده‌سازی مدار ستاره مثلث با PLR	ستاره مثلث چپ‌گرد راست‌گرد قدرت مشترک ۲	هفته ۱۶
پیاده‌سازی مدار دالاندر با PLR	ستاره مثلث چپ‌گرد راست‌گرد قدرت مستقل ۱	هفته ۱۷
کار با نرم‌افزار رله قابل برنامه‌ریزی و شبیه‌سازی	ستاره مثلث چپ‌گرد راست‌گرد قدرت مستقل ۲	هفته ۱۸
شبیه‌سازی دو مقدار آنالوگ	ترسیم نقشه فرمان و قدرت (بدون کارخانه)	هفته ۱۹
کنترل دمای آکواریوم با حسگر	ترسیم نقشه فرمان و قدرت (با کارخانه)	هفته ۲۰
کنترل دمای گلخانه	ترسیم نقشه‌ها شامل کانکتور و PLC	هفته ۲۱
کنترل دمای اتاق با دو حسگر	جانمایی قطعات برای نقشه‌های شماتیک	هفته ۲۲
کار با نرم‌افزار رله قابل برنامه‌ریزی (۱)	نقشه ترمینال و گزارش نقشه‌های شماتیک	هفته ۲۳
راه‌اندازی موتور الکتریکی با تلفن همراه	جبران‌سازی نقطه‌ای یا محلی	هفته ۲۴
راه‌اندازی موتور الکتریکی با Webserver	جبران‌سازی مرکزی	هفته ۲۵
راه‌اندازی با Webserver و TD	راه‌اندازی و تغییر جهت توسط دکمه‌های اینورتر	هفته ۲۶
راه‌اندازی موتور الکتریکی با SMS (نیمه تجویزی)	تغییر فرکانس خروجی اینورتر	هفته ۲۷
کاربرد LOGO در KNX (نیمه تجویزی)	راه‌اندازی با شستی‌های stop/start	هفته ۲۸
زمان ارزشیابی کتاب ۱۲-۲	زمان ارزشیابی کتاب ۱۲-۱	هفته *
زمان ارزشیابی کتاب ۱۲-۱	زمان ارزشیابی کتاب ۱۲-۱	هفته *
* ارزشیابی هر پودمان در انتهای آن پودمان اجرا می‌شود. زمان ارزشیابی ممکن است متناسب با موقعیت کارگاهی و تعداد هنرجویان در هر واحد آموزشی متفاوت باشد. تعداد هفته‌های آموزشی طبق برنامه درسی ملی ۳۷ هفته است.		

جدول ۴- ارتباط افقی دروس کارگاهی پایه دوازدهم

تاریخ	درس نصب و تنظیم تابلو	ساعت(زنگ)	درس طراحی و اجرای PLR	ساعت(زنگ)
هفته ۱	تابلو موقت کارگاهی آماده		ساختمان - FBD,LAD و... (کار ۱ با دکمه‌ها)	
هفته ۲	ساخت تابلو موقت کارگاهی ۱		مدارات روشنایی، سیم‌کشی (کار ۲ با دکمه)	
هفته ۳	ساخت تابلو موقت کارگاهی ۲		کار عملی ۳ (روشنایی با وصل و قطع کل)	
هفته ۴	تابلو روشنایی کنتاکتوری اتوماتیک/دستی ۱		کار عملی ۴ (چندکاره کردن شستی)	
هفته ۵	تابلو روشنایی کنتاکتوری اتوماتیک/دستی ۲		کارهای عملی ۵ و ۶	
هفته ۶	تابلو راه‌اندازی دایم کار و دو محل		کارهای عملی ۷ و ۸ و ۹	
هفته ۷	تابلو راه‌اندازی دایم کار و دو محل		کار عملی ۱ (راه‌اندازی دایم)	
هفته ۸	تابلو راه‌اندازی یکی پس از دیگری		کار عملی ۲ (راه‌اندازی دایم RS)	
هفته ۹	تابلو راه‌اندازی چپ‌گرد راست‌گرد		کار عملی ۳ (راه‌اندازی دائم - لحظه‌ای)	
هفته ۱۰	تابلو راه‌اندازی چپ‌گرد راست‌گرد		کار عملی ۵ و ۸ (یکی پس از دیگری)	
هفته ۱۱	تابلو راه‌اندازی چپ‌گرد راست‌گرد با توقف زمانی		کار عملی ۵ و ۶ و ۷	
هفته ۱۲	تابلو راه‌اندازی ستاره مثلث اتوماتیک		کار عملی ۱ (چپ‌گرد راست‌گرد)	
هفته ۱۳	تابلو راه‌اندازی ستاره مثلث با تایمر پنوماتیک		کار عملی ۲ (چپ‌گرد راست‌گرد)	
هفته ۱۴	تابلو راه‌اندازی ستاره مثلث و چپ‌گرد راست‌گرد		کار عملی ۳ (چپ‌گرد راست‌گرد)	
هفته ۱۵	تابلو راه‌اندازی ستاره مثلث و چپ‌گرد راست‌گرد		کار عملی ۴ و ۵ (ستاره مثلث و دالاندر)	
هفته ۱۶	تابلو راه‌اندازی دالاندر		کار عملی ۶ و ۷	
هفته ۱۷	نقشه‌کشی بدون انتخاب قطعات کارخانه ۱		کار عملی ۱ و ۲ (آنالوگ)	
هفته ۱۸	نقشه‌کشی بدون انتخاب قطعات کارخانه ۲		کار عملی ۳ (آنالوگ)	
هفته ۱۹	نقشه‌کشی با انتخاب قطعات کارخانه ۱		کار عملی ۴ (آنالوگ)	
هفته ۲۰	نقشه‌کشی با انتخاب قطعات کارخانه ۲		کار عملی شبیه‌سازی... و ۵ و ۶	
هفته ۲۱	تابلو جبران‌سازی انفرادی		کار عملی ۱	
هفته ۲۲	تابلو جبران‌سازی اتوماتیک		کار عملی ۲	
هفته ۲۳	اینورتر کار عملی ۱ و ۲		کار عملی ۳	
هفته ۲۴	اینورتر ۳ و ۴ و ۵		کار عملی ۴	
هفته ۲۵	اینورتر ۶ و ۷ و ۸		کار عملی ۵	

۸- محل پیشنهادی تشکیل کلاس یا کارگاه

محل اجرا به عنوان یکی از شرایط انجام کار، پیشنهادی و مطابق کتاب در جدول ۴ و با رنگ‌بندی نشان داده شده مشخص شده است.

کلاس کارگاهی

اجرای کارگاهی

اجرا در سایت رایانه

کلاس کارگاهی در زمانی به مراتب کمتر از یک زنگ هنرستان می‌تواند برگزار شود یا با توجه به شرایط کارگاهی بخشی از آن به ساعت آخر و پس از تست مدارها واگذار شود.

۹- ارزشیابی پودمان‌های درس نصب و تنظیم

تابلوهای برق فشار ضعیف

ارزشیابی دروس کارگاهی سال دوازدهم بر مبنای شرایط انجام کار و به بیان دیگر، استاندارد عملکرد پودمان‌ها صورت می‌گیرد و ارزشیابی آنها، براساس سه شاخص فرایندی، دروندادی و محصول، امتیازدهی می‌شوند.

۱- شاخص فرایندی: در صورتی که فرایند انجام کار مورد نظر باشد و تأکید بر نحوه انجام کار و مراحل آن مدنظر قرار گیرد و همچنین این فعالیت‌ها در پایان کار به سادگی قابل مشاهده و سنجش نباشد در این صورت شاخص فرایندی مدنظر قرار می‌گیرد. مثل: کلیه ریز فعالیت‌های عملی که در حین انجام کار عملی برای رسیدن به محصول نهایی کار انجام می‌شود مانند سر سیم‌زدن به شماره سیم، نصب داکت در تابلو و نصب قطعات.

۲- شاخص دروندادی: اگر در یک جزء از فرایندکار انتخاب شده، انتخاب و کار با ابزار و تجهیزات و انتخاب‌ها و تنظیمات درست روی آنها و کیفیت آنها مدنظر باشد، شاخص دروندادی مدنظر قرار می‌گیرد. مثل: انتخاب قطعات الکتریکی در تابلوسازی، صحت عملکرد ابزار و نظایر آن را می‌توان نام برد.

۳- شاخص محصول: در صورتی که کار عملی دارای خروجی یا یک محصول مشخص باشد شاخص مورد ارزیابی خروجی نهایی است. مثل تراز نصب شدن قطعات تابلو و صحت خروجی تابلو با توجه به آنکه معمولاً محصول کار به صورت مشاهده ارزشیابی می‌شود و فرایند انجام کار دیده نمی‌شود، محدودیت‌هایی در این شاخص وجود دارد. توجه داشته باشید در یک کار کارگاهی کل فرایند را می‌توان به بخش‌های فرایندی جداگانه‌ای تقسیم نمود که ممکن است هر بخش محصول هم داشته باشد. مثلاً در مونتاژ تابلوهای برق فشار ضعیف، نصب قطعات،

سیم‌کشی و درستی کار مدار فرمان و قدرت، هر کدام یک بخش از فرایند مونتاژ تابلو برق هستند.

سعی شده است کارهای عملی کتاب‌های کارگاهی دوازدهم، در هر جلسه هفتگی کار کارگاهی، محصولی داشته باشد اما در برخی موارد یک کار عملی زمانی بیش از یک و حتی دو جلسه را به خود اختصاص می‌دهد، در این حالت نمره آن جلسه ارزشیابی از محصول نهایی کار عملی هنرجویان نخواهد بود بلکه نمره فرایند کار و محصول بخشی از فرایند و درون داده‌های آن جلسه مدنظر خواهد بود. این ارزشیابی‌ها در هر جلسه، بخش بزرگی از نمره ارزشیابی پایانی پودمان را مشخص می‌کند. باید توجه داشت در کارگروهی نیز هر هنرجو نمره جداگانه‌ای دارد و آزمون صحت کار مدار نیز به‌طور جداگانه مراحل انجام این کار را با هنرآموز محترم دنبال می‌کند. در فرایند کار نیز هنرجو به‌صورت فردی مورد ارزشیابی قرار می‌گیرد. اما پرسش و مستندسازی (گزارش کار) جلسات قبل در هر جلسه نیز نمره ارزشیابی مستمر را تشکیل می‌دهند. برای مستندسازی تکالیف، می‌توان در جلسه آخر، فرصتی به هنرجویان داد تا مستندات اصلاح شده خود را ارائه دهند و می‌توان نمره این مستندات را تا حدودی مورد بازنگری قرار داد. در انتهای پودمان آخر می‌توان، ارزشیابی پایانی را به‌صورت فردی از هر هنرجو به عمل آورد. در مواردی که برای هنرجویان نمره ارزشیابی پایانی هر جلسه وجود ندارد فرصت آزمون عملی در دفعات بعدی به او داده شود، در مواردی که پودمانی قابلیت آزمون کتبی عملکردی دارد این آزمون می‌تواند برگزار شده و جزء مستندات ارزشیابی پایانی قرار گیرد.

آزمون کتبی عملکرد، مهارت‌ها و شایستگی‌های انجام کارهای مختلف کارگاهی را به‌صورت کتبی ارزیابی می‌کند. بدیهی است پاسخ به این سؤالات فقط برای هنرجویانی میسر است که در کار عملی نیز قادر به انجام مهارتی آن فعالیت باشند و در این آزمون مراحل انجام آن را دقیقاً توصیف یا ترسیم می‌کنند.

ارزشیابی پودمان‌های درس نصب و تنظیم تابلوهای برق فشار ضعیف

پودمان ۱: کارهای عملی پودمان اول تا حدود زیادی، منظور از استاندارد عملکرد کار را «اجرای دقیق مراحل تکمیل تابلو برق مطابق نقشه» بیان کرده است. فرم ارزشیابی آورده شده در انتهای پودمان نیز موضوع ارزشیابی از استاندارد عملکرد را دنبال می‌کند. اما سؤال اینجاست که زمانی که هنرجو تابلو را مطابق نقشه مونتاژ کرده است یعنی نقشه را می‌خواند و تابلو را مونتاژ می‌کند، چگونه می‌توان فعالیت او را مورد سنجش و اندازه‌گیری قرار داد؟ پاسخ این است که نحوه نقشه‌خوانی در کار ساخت تابلوهای برق قابل آموزش است اما ارزشیابی آن در فرایند کار، حالت کیفی دارد. به همین دلیل معیار و متر دقیقی ندارد و فقط در محصول کار خود



بودمان اول

تابلو برق ساده کارگاهی

را نشان می‌دهد، یعنی پس از اتمام کار مونتاژ تابلو برق، معلوم می‌شود هنرجو چقدر به نقشه‌خوانی وفادار بوده است. در کنار این موضوع که کار هنرجو «اجرای دقیق مراحل تکمیل تابلو مطابق نقشه است» انتظار می‌رود که هنرجو طرز کار مدارهای تابلو و چرایی برخی از موضوعاتی که به کار او مربوط است را نیز بداند به عنوان مثال اینکه چرا این قطعه در این قسمت جانمایی شده است و فاصله‌های جانبی آن با دیگر قطعات چقدر باید باشد و یا اینکه در نقشه‌ای بتواند مسیر جریان را دنبال کند و تشخیص دهد که مدار

بسته نشده و ایرادی در کار است. بدین صورت یادگیری کورکورانه و کوتاه مدت نیز نداده و تفکر سیستمی و انتقادی هنرجو تقویت می‌شود. این موارد را می‌توان در قالب آزمون کتبی عملکردی فارغ از موضوع نقشه ارزشیابی کرد. اجرای کارهای عملی در تابلو این موارد را شامل می‌شود: ۱- برآورد جانمایی و نصب قطعات ۲- سیم‌کشی قطعات ۳- صحت و درستی کار مدار تابلو.

۱- نصب قطعات: برآورد قطعات صفحه نصب و تابلو - نصب قطعات به لحاظ تراز بودن - محکم بودن و عدم ایجاد شکستگی حین نصب، قابل ارزشیابی است. اندازه ابعاد صفحه نصب با مشاهده فضاهای خالی قابل ارزیابی است. تراز بودن، نصب داکت و ریل فلزی در کارهای عملی این پودمان، کلید عبور به مرحله بعد کار عملی خواهد بود. زیرا در صورت اشکال در نصب آنها، قطعات نصب شده نهایی (محصول) دچار اشکال ظاهری خواهند بود که پس از نصب قطعات قابل برطرف شدن نخواهد بود. ایجاد شکستگی ضمن نصب قطعه هم از مواردی است که زیبایی جانمایی را در تابلو خدشه‌دار می‌کند و محصول نهایی را دچار اشکال خواهد کرد.

۲- سیم‌کشی قطعات: منظور از عیب‌یابی سیم‌کشی بین قطعات، عدم همخوانی آن با نقشه نیست در اینجا شیوه صحیح سرسیم زدن، قرار گرفتن درست سرسیم زیر پیچ و محکم بسته شدن آن، شماره سیم، از مواردی است که باید در ارزشیابی بدان توجه داشت.

۳- صحت و درستی کار مدار: ارزشیابی این مرحله فرایندی نیست و آخرین مرحله ارزشیابی است که برقرار کردن تابلو را در بر می‌گیرد. در اینجا انتظار می‌رود هنرجو، هیچ‌گاه بدون حضور هنرآموز اقدام به برقرار کردن تابلو نکند (این کار

باید با حضور هنرآموز صورت گیرد) و در صورت وجود ایراد در تابلو هنرجو اجازه برطرف کردن عیب تابلو برقرار را ندارد. هنرآموزان محترم، ارزیابی ایمنی را در این مرحله باید مورد توجه قرار دهند. ممکن است به دلیل خستگی در مونتاژ تابلو، هنرجویان دقت لازم در تست نهایی تابلو را نداشته باشند. بنابراین انجام تست صحت نهایی حتماً باید توسط هنرآموزان محترم انجام شود. منظور از آزمون درستی مدار با حضور هنرآموز آن است که هنرجو آگاهی کامل از روال و توالی آزمون دارد اما نمی‌تواند به تنهایی روال کار آزمون درستی مدار را دنبال کند. همان‌طور که قبلاً گفته شد فقط بخشی از این پودمان دارای قابلیت آزمون کتبی عملکردی یعنی «آزمون عملی روی کاغذ» است. در این پودمان انتخاب قطعات و جانمایی آنها به صورت کتبی عملکردی قابل ارزشیابی است. در متن کتاب درسی فعالیت‌هایی برای این منظور آورده شده و قابل ارزشیابی است. نقشه جانمایی که برخی از اندازه‌ها روی آن مشخص نیست یا نقشه مونتاژی که سیم‌کشی نداشته و می‌خواهیم سیم‌کشی در آن ترسیم یا تکمیل شود یا طرح سؤالی که از هنرجو می‌خواهد، با توجه به میزان مصارف، و شرایط نصب و... اندازه و سایز قطعات را پیدا کند.

پودمان ۲: اجرای کار عملی پودمان دو همراه با ساخت تابلو برق فشار ضعیف قابل قبول در بازار کار است. به همین دلیل از روز اول همه موضوعات مورد نظر با هم مطرح می‌شود. خواندن نقشه - جانمایی - نصب قطعات و شماره سیم‌زدن و... در یک تابلو دیده شده است و هیچ‌کدام از این موارد به پودمان بعدی واگذار نشده است. پودمان‌های بعدی هر چند، مستقل‌اند و به تابلو با کاربری متفاوتی پرداخته می‌شود و هنرجویان با تکرار و تمرین مهارت‌های قبلی در فضای جدید به شایستگی

می‌رسند اما ارتقایی بابت شیوه اجرا در کل رخ نمی‌دهد. مثلاً شماره سیم‌زدن از پودمان دوم شروع نمی‌شود و یادگیری جانمایی در پودمان بعدی بلکه همه کارها یکجا دیده شده است، هنرآموزان باید توجه داشته باشند این موضوع کمی‌زمان و فرایند انجام کار را طولانی کرده است و از روز اول تمام موارد لازم برای یک تابلو قابل ارائه و واقعی بازار با هم دیده شده است. این موضوع باعث خواهد شد یک کار عملی زمانی بیشتر از یک جلسه کار را به خود اختصاص دهد و تکرار تمامی این



موارد از ابتدای یادگیری منجر به بالا رفتن مهارت در پودمان‌های بعدی شود. در پودمان ۲ آزمون درستی و صحت مدار به صورت سه فاز (با موتور الکتریکی) صورت می‌گیرد و تست مدار فرمان تابلو به تنهایی مورد انتظار نیست اما با توجه به اینکه موضوع مدارات فرمان و قدرت برای راه‌اندازی‌ها به طور جدی مطرح شده است و تکنیک‌های راه‌اندازی اشاره شده است، توانایی نقشه‌کشی مدارهای فرمان و قدرت در دستور کار قرار دارد و باید انتظار داشت هنرجویان در پایان پودمان و در پایان هر کار عملی توانایی ترسیم نقشه‌ها و تشخیص آنها و نحوه و شرایط کار آنها را بدانند. در این پودمان هر چند نقشه‌های مسیرجریان و مونتاژ و نقشه خارجی در کنار هر کار عملی ارائه شده است اما اینکه هنرجویان توانایی ترسیم آنها را داشته باشند در هر حد انتظار نیست و به خاطر اینکه در تمامی کارهای عملی شماره زدن سیم لازم است صرفاً برای تکمیل و تعمیق یادگیری آورده شده است. هنرجویان با مقایسه‌ای که بین نقشه مونتاژ و مدارهای فرمان و قدرت انجام می‌دهند، این توانایی را پیدا می‌کنند که با آدرس‌دهی قطعات نقشه را در قالب یک فعالیت در کارگاه یا منزل کامل کنند. انتظار دیگری بابت درک و طرح این نوع نقشه وجود ندارد علاوه بر این موضوعات همچنان توانایی انتخاب قطعات برای یک راه‌اندازی مطابق نقشه SLD (تک خطی) و جانمایی تابلو برق همچنان از انتظاراتی است که در این پودمان و شیوه ارزشیابی دنبال می‌شود. یکی از موارد مهمی که در ارزشیابی کارهای عملی تابلو مدنظر است ترسیم شابلون صفحه نصب روی کاغذ قبل از چیدمان قطعات است. این شابلون باید به تأیید هنرآموز محترم برسد.

پودمان ۳: با توجه به مطالبی که در مورد اجرای کار عملی پودمان‌ها و استاندارد



پودمان سوم

تابلو برق دستگاه‌های صنعتی

عملکرد آن گفته شد، کار عملی در داخل تابلو شامل نصب و سیم‌کشی قطعات الکتریکی (مونتاژ قطعات در تابلو برق) صورت می‌گیرد. باید توجه داشت که در فرایند کارهای عملی تابلوسازی، ابتدا مدار مورد نظر روی سینی تابلو یا صفحه نصب مونتاژ می‌شود و قبل از نصب سینی کابل برای آزمون صحت و درستی آن صفحه نصب در داخل تابلو پیچ شده و ثابت می‌شود. ارزشیابی عیب‌یابی تابلو در این پودمان آورده شده است و منظور این است که در صورت وجود خطایی در نقشه‌خوانی

و یا قرار دادن عیبی در تابلو هنرجو با دنبال کردن نقشه عیب را پیدا کرده و آن را اعلام کند و بتواند نسبت به رفع آن اقدام کند. در ارزشیابی پایانی این پودمان حتماً این موضوع باید در نظر گرفته شود. پس در مقایسه این پودمان با پودمان اول و دوم باید گفت در پودمان ۱ و ۲ انتظار عیب یابی وجود ندارد اما در پودمان ۳ چنین انتظاری وجود دارد. در پودمان ۳ نیز آزمون درستی مدار به صورت سه فاز (با موتور الکتریکی) صورت می گیرد و تست مدار فرمان تابلو به تنهایی قابل قبول نیست.

خلاصه موارد اشاره شده در مورد ارزشیابی پودمان های اول تا سوم در قالب جدول ۵ اشاره شده است. در این جدول سه پودمان اول را با هم مقایسه کرده و ارزشیابی آنها را از هم متمایز می کند. جدول ۵ یک الگوی کلی است. توصیه می شود هنرآموزان جدولی دیگر تهیه کنند و هر ستون این جدول چند قسمت شده و بارم ارزشیابی به آن تعلق گیرد و نوع نمره دهی در این قسمت از دقت بالایی برخوردار است و توصیه می شود که به شکل صفر و یک باشد، به عبارت دیگر یا کامل نمره دریافت شده است یا نمره ای تعلق نگرفته است. جمع این بارم ها نمره کار عملی او را تشکیل می دهد.

جدول ۵- ارزشیابی پودمان های کتاب ۱۲-۱ (نصب و تنظیم تابلوهای برق فشار ضعیف)

شماره پودمان	مشاهده	دارای قابلیت آزمون کتبی عملکردی					فقط دارای قابلیت آزمون اجرایی (عملکردی)		
		انتخاب قطعات	جانمایی	نقشه فرمان / قدرت	مسیر جریان / مونتاژ / خارجی	نصب قطعات	سیم کشی قطعات	درستی کار مدار	عیب یابی
۱	*	*	*	-	-	*	*	*	-
۲	*	*	*	*	-	*	*	*	-
۳	*	*	*	*	*	*	*	*	*
پودمان	نقشه خوانی	انجام تنظیمات	مسیر ترسیم	-	-	رسم مدار قدرت ساده	رسم مدار فرمان ساده	رسم از قطعات کارخانه	رسم نقشه جانمایی
۴	*	*	*	*	*	*	*	*	*
پودمان	نقشه خوانی	نقشه کشی بانک خازنی	محاسبه Q	اصلاح pf نقطه ای	اصلاح pf مرکزی	تشخیص مدارکاری	سیم کشی VFD	نرم افزار VFD	کار با دکمه VFD
۵	*	*	*	*	*	*	*	*	*



پودمان ۴: پودمان چهارم کتاب نصب و تنظیم تابلوهای برق فشار ضعیف، به موضوع نقشه کشی رایانه‌ای با AutoCAD Electrical پرداخته است. کارهای عملی در این پودمان به تدریج تکمیل شده است. توانایی ترسیم مدار قدرت ساده یا فرمان، به تنهایی دارای شایستگی زیر حد انتظار خواهد بود. توانایی ترسیم مدار فرمان و قدرت توأمان حداقل انتظار است. در کار عملی ۲ با انتخاب قطعات کارخانه‌ای این کار صورت می‌گیرد و با پیش فرض اینکه از ابتدا هدف آن بوده که یک

پروژه کامل پیش برده شود، این شایستگی در حد انتظار خواهد بود اما در کارهای عملی بعدی که به نقشه Panel Layout و Footprintها اشاره شده است، این ترسیم بالاتر از حد انتظار است. در این قسمت هم آزمون کتبی عملکردی دیده شده است ولی این آزمون صرفاً به عنوان مکمل آزمون عملی و کار با AutoCAD Electrical دیده شده است. سوالات آن در حد تنظیمات نرم‌افزار یا مسیر ترسیم از منوها و پنجره‌ها محدود می‌شود. توجه داشته باشید در هیچ پودمانی بالاترین نمره آزمون کتبی عملکردی هم نمی‌تواند منجر به احراز نمره‌ای در حد انتظار برای هنرجویان شود.



پودمان ۵: پودمان پنجم کتاب نصب و تنظیم تابلوهای برق فشار ضعیف، شامل دو واحد یادگیری است. واحد یادگیری اول نصب خازن و بانک خازنی و واحد یادگیری دوم کاربرد اینورتر را شامل می‌شود. ارزشیابی واحد یادگیری اول با توجه به اینکه اندازه توان غیرمؤثر خازن، اصلاح نقطه‌ای ضریب توان و اصلاح مرکزی و نقشه بانک خازنی قابلیت خوبی برای آزمون‌های عملکردی

دارند و نوشتار و متن کتاب هم مونتاژ (نصب و سیم کشی) یک تابلو خازن واقعی به صورت واقعی (برخلاف پودمان های اول) مستندسازی نشده است و انتظار اجرای آن هم در سطح کتاب به صورت اجرای کارگاهی مد نظر می باشد. از طرفی تهیه بار آزمون (راکتور) مناسب برای آزمون رگولاتور در صحت کار تابلو نیامده است و به کارهای عملی محدودی منجر می شود. این شیوه کتبی عملکردی بر خلاف سایر پودمان و بر خلاف واحد یادگیری دوم این پودمان است یعنی موضوع اینورتر در قالب کار عملی و کارگاهی دیده شده است. ارزشیابی تئوری کارگاهی اینورتر که می تواند در قالب آزمون کتبی عملکردی در کتاب دانش فنی تخصصی مورد آزمون قرار گیرد، پس این پودمان فقط باید به صورت اجرای دستی و کار روی اینورتر محقق شود حتی موضوع تشخیص مد کاری اینورتر که در مورد فرایند به کارگیری یک اینورتر است، هم به صورت غیرکتبی و حین کار عملی معمول باید اتفاق بیفتد.