

مهندسی و تحلیل سیستم‌ها

جلد دوم

مولفان: بنجامین اس. بلانچارد، والتر جی. فابریکی
مترجمان: دکتر علی اسدی، محمدرضا حاجی‌خانیان



سازمان صنایع دفاع

معاونت علوم، تحقیقات و توسعه فناوری

کلیه‌ی حقوق محفوظ و متعلق به سازمان صنایع دفاع است.
هر نوع تکثیر یا نشر تمام یا بخش‌های مستقلی از این کتاب، منوط به اجازه‌ی کتبی ناشر است.

سرشناسه	: بلانچارد، بنجامین اس، ۱۹۲۹ - م. Blanchard, Benjamin S.
عنوان و نام پدیدآور	: مهندسی و تحلیل سیستم‌ها
مشخصات نشر	: تهران: شرکت پیشرو فناوری قائد، ۱۳۹۴-
مشخصات ظاهری	: ۲ ج: مصور، جدول، نمودار
شابک	: دوره ۱-۰۸-۷۷۴۹-۶۰۰-۹۷۸: ج ۲: ۴-۰۷-۷۷۴۹-۶۰۰-۹۷۸
یادداشت	: فهرست‌نویسی کامل این اثر در نشانی: http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است
عنوان اصلی	: Systems Engineering and Analysis
یادداشت	: واژه‌نامه.
شناسه افزوده	: فابریکی، والتر، ۱۹۳۲ - م.
شناسه افزوده	: Fabrycky, Walter J.
شناسه افزوده	: اسدی، علی، ۱۳۵۲ -، مترجم
شناسه افزوده	: نیاورانی، علیرضا، ۱۳۴۴ -، مترجم
شناسه افزوده	: حاجی‌خانپان، محمدرضا، ۱۳۴۸ -، مترجم
شناسه افزوده	: سازمان صنایع دفاع، معاونت علوم، تحقیقات و توسعه فناوری

عنوان: مهندسی و تحلیل سیستم (جلد دوم)

مولفان: بنجامین اس. بلانچارد، والتر جی. فابریکی

مترجمان: دکتر علی اسدی، محمدرضا حاجی‌خانپان

صاحب امتیاز و پدیدآورنده: معاونت علوم، تحقیقات و توسعه فناوری سازمان صنایع دفاع

نظارت: موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی - مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری دفاعی

ناشر: انتشارات شرکت پیشرو فناوری قائد

نوبت چاپ: اول - بهار ۱۳۹۴

شابک جلد دوم: ۴-۰۷-۷۷۴۹-۶۰۰-۹۷۸

شابک دوره‌ی دو جلدی: ۱-۰۸-۷۷۴۹-۶۰۰-۹۷۸

تیراژ: ۱۰۰ جلد

قیمت: ۴۵۰۰۰ تومان

مرکز توزیع و بخش:

تهران، بالاتر از چهارراه پاسداران، همراه اختیاریه، سازمان صنایع دفاع، معاونت علوم، تحقیقات و

توسعه فناوری www.idea-sasad.ir ۲۲۷۷۱۲۲۳ - ۲۱-۰

تهران، نارمک، بالاتر از میدان نبوت (هفت حوض)، خیابان کیانی ثابت، مجتمع تجاری کیش، طبقه ششم،

واحد ۱۱، انتشارات شرکت پیشرو فناوری قائد ۷۷۲۴۱۰۱۴-۵ - ۲۱-۰

پیش‌گفتار

مسئله‌ی پیشرفت علمی و ارتباط علم با فناوری را در کشور جدی بگیرید؛ یعنی نسبت به این مسئله واقعاً هیچ کوتاهی صورت نگیرد. این مسئله، مسئله‌ی اساسی ما است؛ یکی از اصلی‌ترین، اساسی‌ترین و فوری‌ترین مسائل ما است.
از بیانات مقام معظم رهبری (مدظله العالی) (۹۳/۴/۱۱)

توجه به ظرفیت‌های تولید درون‌زای علم و دانش بر پایه تحقیق و توسعه موجب نوآوری و خلق محصولات و فناوری‌های توانمندساز به‌عنوان عامل پیشران حرکت صنایع دانش‌بنیان خواهد شد.

محققان به‌عنوان سرمایه‌های انسانی دانش‌مدار، رکن اساسی تحقیق و توسعه و کانون تولید دانش و فناوری محسوب شده و نقش اساسی را در شکستن مرزهای دانش و نوآوری و کشف راه‌های میان‌بر توسعه علم و فناوری و در نهایت خلق شایستگی و کسب اقتدار بر عهده دارند و بدون وجود زیرساخت‌های لازم برای مدیریت اثربخش محققان و نخبگان، حرکت در مسیر چشم‌انداز صنایع بسیار کند خواهد بود.

از این رو معاونت علوم، تحقیقات و توسعه فناوری ضمن ارج نهادن به محققین دانش با حمایت از آثار مولفین و مترجمین و انتشار دستاوردهای با ارزش آنان گامی موثر در ترویج و توسعه دانش برداشته است. بدون تردید رهیافت‌های این عمل پسندیده، آموزه‌های گرانقدری

را برای غنا بخشیدن به اندوخته‌های نظری و بهبود رویکردهای علمی در اختیار محققین و بهره‌برداران قرار خواهد داد.

شاید مهم‌ترین نوآوری انسان، سازمان باشد که بر خلق اجزا تمرکز دارد، اما مهندسی سیستم، راهبردی بهتر ارائه می‌کند. مهندسی سیستم بر آن چه اجزا قرار است انجام دهند، تمرکز دارد. یک سیستم، اجتماع یا ترکیبی از عناصر یا اجزای مرتبط به هم است که تشکیل یک کل واحد را می‌دهند. اما این‌طور نیست که هر مجموعه‌ای از آیتم‌ها، حقایق، روش‌ها یا دستورالعمل‌ها، یک سیستم را به وجود آورد. بلکه یک گروه، هنگامی تبدیل به یک سیستم می‌شود که دارای روابط وظیفه‌ای باشند و هدف مشترکی را دنبال نمایند. این کتاب نیز با سیستم‌هایی سروکار دارد که دارای عناصر فیزیکی و یک هدف مفید هستند، سیستم‌هایی که مربوط به انواع محصولات، سازه‌ها یا خدمات بوده و همچنین آن‌هایی که از مجموعه‌ای از روش‌ها، رویه‌ها، طرح‌ها یا برنامه‌های پیچیده تشکیل شده باشند. کاربرد اصلی این کتاب برای تدریس در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد است. همچنین این کتاب می‌تواند به عنوان یک مرجع برای آموزش‌های شخصی برای عملیاتی نمودن مباحث مهندسی سیستم‌ها در صنایع به کار رود. امید است که مورد توجه محققان و پژوهشگران عزیز قرار گیرد.

در پایان، معاونت علوم، تحقیقات و توسعه فناوری بر خود لازم می‌داند تا از همه‌ی پژوهشگران و محققانی که با رهنمودها و توصیه‌های ارزشمند خود بر غنای کتاب افزوده‌اند، صمیمانه تقدیر و تشکر نماید.

معاونت علوم، تحقیقات و توسعه فناوری

فهرست مطالب

۷۱۱.....	بخش چهارم - طراحی برای امکان‌سنجی عملیات
۷۱۳.....	فصل ۱۲ - طراحی برای قابلیت اطمینان
۷۱۵.....	۱-۱۲ تعریف و تشریح قابلیت اطمینان
۷۱۷.....	۲-۱۲ شاخص‌های قابلیت اطمینان
۷۱۷.....	۱-۲-۱۲ تابع قابلیت اطمینان
۷۱۹.....	۲-۲-۱۲ نرخ خرابی
۷۲۸.....	۳-۲-۱۲ روابط اجزا
۷۳۶.....	۳-۱۲ قابلیت اطمینان در چرخه‌ی عمر سیستم
۷۳۸.....	۱-۳-۱۲ نیازمندی‌های سیستم
۷۴۰.....	۲-۳-۱۲ مدل‌های قابلیت اطمینان
۷۴۲.....	۳-۳-۱۲ تخصیص قابلیت اطمینان
۷۴۵.....	۴-۳-۱۲ کاربرد و انتخاب اجزا
۷۴۶.....	۵-۳-۱۲ افزونگی در طراحی
۷۵۲.....	۶-۳-۱۲ بازیابی و ارزیابی طراحی
۷۵۳.....	۴-۱۲ روش‌های تحلیل قابلیت اطمینان
۷۵۴.....	۱-۴-۱۲ مد خرابی، آثار و تحلیل بحرانی بودن (FMECA)
۷۶۶.....	۲-۴-۱۲ تحلیل درخت خطا (FTA)

۷۶۷	۱۲-۴-۳ تحلیل تنش - مقاومت
۷۶۸	۱۲-۴-۴ پیش‌بینی قابلیت اطمینان
۷۷۱	۱۲-۴-۵ تحلیل افزایش قابلیت اطمینان
۷۷۲	۱۲-۵ آزمایش و ارزیابی قابلیت اطمینان
۷۷۴	۱۲-۵-۱ آزمایش صلاحیت قابلیت اطمینان ترتیبی
۷۸۴	۱۲-۵-۲ آزمایش تایید قابلیت اطمینان
۷۸۵	۱۲-۵-۳ آزمایش عمر قابلیت اطمینان
۷۸۶	۱۲-۵-۴ ارزیابی قابلیت اطمینان عملیاتی
۷۸۷	۱۲-۶ خلاصه فصل
۷۹۷	فصل ۱۳ طراحی برای قابلیت نگهداری و تعمیرات
۷۹۹	۱۳-۱ تعریف و تشریح قابلیت نگهداری و تعمیرات
۸۰۱	۱۳-۲ شاخص‌های قابلیت نگهداری و تعمیرات
۸۰۲	۱۳-۲-۱ فاکتورهای زمان سپری شده نگهداری و تعمیرات
۸۲۳	۱۳-۲-۲ فاکتورهای نفر ساعت نگهداری و تعمیرات
۸۲۴	۱۳-۲-۳ فاکتورهای فراوانی نگهداری و تعمیرات
۸۲۶	۱۳-۲-۴ فاکتورهای هزینه نگهداری و تعمیرات
۸۲۷	۱۳-۲-۵ فاکتورهای نگهداری و تعمیرات مربوطه
۸۳۰	۱۳-۳ شاخص‌های دسترسی‌پذیری و اثربخشی
۸۳۵	۱۳-۴ قابلیت نگهداری و تعمیرات در چرخه‌ی عمر سیستم
۸۳۷	۱۳-۴-۱ نیازمندی‌های سیستم
۸۳۹	۱۳-۴-۲ تخصیص قابلیت نگهداری و تعمیرات
۸۴۳	۱۳-۴-۳ انتخاب اجزا
۸۴۵	۱۳-۴-۴ بازیابی و ارزیابی طراحی
۸۴۸	۱۳-۵ روش‌های تحلیل قابلیت نگهداری و تعمیرات
۸۴۸	۱۳-۵-۱ ارزیابی موازنه قابلیت اطمینان و قابلیت نگهداری و تعمیرات
۸۵۲	۱۳-۵-۲ پیش‌بینی قابلیت نگهداری و تعمیرات
۸۵۶	۱۳-۵-۳ نگهداری و تعمیرات بر پایه قابلیت اطمینان (RCM)

۸۶۰.....	۱۳-۵-۴ تحلیل سطح تعمیر (LORA)
۸۷۲.....	۱۳-۵-۵ تحلیل تکالیف نگهداری و تعمیرات (MTA)
۸۸۶.....	۱۳-۵-۶ نگهداری و تعمیرات بهره‌ور جامع (TPM)
۸۹۰.....	۱۳-۶ نمایش قابلیت نگهداری و تعمیرات
۸۹۱.....	۱۳-۶-۱ نمایش به روش ۱
۸۹۶.....	۱۳-۶-۲ نمایش به روش ۲
۹۰۱.....	۱۳-۶-۳ ارزیابی قابلیت نگهداری و تعمیرات
۹۰۱.....	۱۳-۷ خلاصه فصل
۹۱۱.....	فصل ۱۴ - طراحی برای قابلیت بهره برداری (فاکتورهای انسانی)
۹۱۳.....	۱۴-۱ تعریف و توضیح فاکتورهای انسانی
۹۱۷.....	۱۴-۱-۱ فاکتورهای تن سنجی
۹۲۷.....	۱۴-۱-۲ فاکتورهای احساسی انسان
۹۳۲.....	۱۴-۱-۳ فاکتورهای روان شناسی
۹۳۳.....	۱۴-۱-۴ فاکتورهای روان شناسی
۹۳۶.....	۱۴-۲ شاخص‌های فاکتورهای انسانی
۹۳۷.....	۱۴-۳ فاکتورهای انسانی در چرخه‌ی عمر سیستم
۹۴۰.....	۱۴-۳-۱ نیازمندی‌های سیستم
۹۴۱.....	۱۴-۳-۲ تخصیص نیازمندی‌ها
۹۴۲.....	۱۴-۳-۳ بازیابی و ارزیابی طراحی
۹۴۴.....	۱۴-۴ روش‌های تحلیل فاکتورهای انسانی
۹۴۵.....	۱۴-۴-۱ تحلیل تکالیف اپراتور (OTA)
۹۴۹.....	۱۴-۴-۲ نمودار توالی عملیات (OSD)
۹۵۱.....	۱۴-۴-۳ تحلیل خطا
۹۵۲.....	۱۴-۴-۴ تحلیل ایمنی/خطر
۹۵۴.....	۱۵-۵ نیازمندی‌های کارکنان و آموزش
۹۵۷.....	۱۴-۶ آزمایش و ارزیابی کارکنان
۹۵۸.....	۱۴-۷ خلاصه فصل

فصل ۱۵ - طراحی برای تدارکات و قابلیت پشتیبانی	۹۶۳
۱-۱۵ تعریف و توضیح تدارکات و قابلیت پشتیبانی	۹۶۵
۲-۱۵ تدارکات در محیط سیستمی از سیستم‌ها (OSD)	۹۷۲
۳-۱۵ عناصر تدارکات و پشتیبانی سیستم	۹۷۴
۴-۱۵ شاخص‌های تدارکات و قابلیت پشتیبانی	۹۸۰
۱-۴-۱۵ فاکتورهای زنجیره تامین	۹۸۰
۲-۴-۱۵ فاکتورهای خرید و جریان مواد	۹۸۴
۳-۴-۱۵ فاکتورهای حمل و نقل و بسته‌بندی	۹۸۵
۴-۴-۱۵ فاکتورهای انبار و توزیع	۹۸۹
۵-۴-۱۵ فاکتورهای سازمان نگهداری و تعمیرات	۹۹۱
۶-۴-۱۵ فاکتورهای قطعات یدکی، تعمیری و موجودی مربوطه	۹۹۲
۷-۴-۱۵ فاکتورهای تجهیزات آزمایش و پشتیبانی	۱۰۰۴
۸-۴-۱۵ فاکتورهای تسهیلات نگهداری و تعمیرات	۱۰۰۸
۹-۴-۱۵ فاکتورهای منابع رایانه‌ای و نرم افزارهای نگهداری و تعمیرات	۱۰۰۸
۱۰-۴-۱۵ فاکتورهای داده‌های فنی و سیستم اطلاعات	۱۰۱۰
۵-۱۵ تدارکات و پشتیبانی نگهداری و تعمیرات در چرخه عمر سیستم	۱۰۱۲
۱-۵-۱۵ نیازمندی‌های سیستم	۱۰۱۳
۲-۵-۱۵ تخصیص نیازمندی‌ها	۱۰۱۵
۳-۵-۱۵ بازیابی و ارزیابی طراحی	۱۰۱۸
۶-۱۵ تحلیل قابلیت پشتیبانی (SA)	۱۰۲۲
۷-۱۵ آزمایش و ارزیابی قابلیت پشتیبانی	۱۰۲۷
۸-۱۵ خلاصه فصل	۱۰۳۱
فصل ۱۶ - طراحی برای قابلیت تولید، قابلیت امحا و قابلیت حفاظت	۱۰۳۷
۱-۱۶ معرفی قابلیت تولید، قابلیت امحا و قابلیت حفاظت	۱۰۳۹
۱-۱-۱۶ خدمات فنی و اکولوژیکی	۱۰۴۰
۲-۱-۱۶ فاکتورهای ترویج دهنده‌ی مهندسی سبز	۱۰۴۱
۳-۱-۱۶ تولید بر پایه اکولوژی	۱۰۴۳

۱۰۴۴.....	۱۶-۲ قابلیت تولید، قابلیت امحا و قابلیت حفاظت در چرخه‌ی عمر
۱۰۴۵.....	۱۶-۱-۲ روابط هم‌زمان چرخه‌ی عمر سیستم
۱۰۴۷.....	۱۶-۲-۲ طراحی و تولید آگاهانه از منظر موضوعات محیطی
۱۰۴۸.....	۱۶-۳ شاخص‌های قابلیت تولید و پیشرفت تولید
۱۰۴۹.....	۱۶-۳-۱ شاخص‌های قابلیت تولید
۱۰۵۲.....	۱۶-۳-۲ اندازه‌گیری پیشرفت تولید
۱۰۵۷.....	۱۶-۴ طراحی برای قابلیت تولید
۱۰۵۷.....	۱۶-۴-۱ دسته‌بندی فرایندهای تولید
۱۰۶۰.....	۱۶-۴-۲ اصول قابلیت ساخت
۱۰۶۳.....	۱۶-۴-۳ موضوعات تولید و دمونتاز
۱۰۶۷.....	۱۶-۵ طراحی برای قابلیت امحا
۱۰۶۷.....	۱۶-۵-۱ قابلیت امحا، قابلیت حفاظت و اکولوژی صنعتی
۱۰۶۸.....	۱۶-۵-۲ تولید همراه با بازیافت
۱۰۷۰.....	۱۶-۶ طراحی برای قابلیت حفاظت
۱۰۷۱.....	۱۶-۶-۱ قابلیت حفاظت داخلی و محیطی
۱۰۷۲.....	۱۶-۶-۲ شاخص‌های قابلیت حفاظت
۱۰۷۳.....	۱۶-۷ نمودار ارزش-هزینه در چرخه‌ی عمر
۱۰۷۷.....	۱۶-۸ خلاصه فصل
۱۰۸۳.....	فصل ۱۷ - طراحی برای مقرون به صرفه بودن (هزینه چرخه‌ی عمر)
۱۰۸۵.....	۱۷-۱ معرفی هزینه چرخه‌ی عمر
۱۰۹۱.....	۱۷-۲ بررسی هزینه در چرخه‌ی عمر سیستم
۱۰۹۴.....	۱۷-۲-۱ طراحی مفهومی
۱۰۹۶.....	۱۷-۲-۲ طراحی سیستم اولیه
۱۰۹۷.....	۱۷-۲-۳ طراحی سیستم جزئی
۱۰۹۸.....	۱۷-۲-۴ تولید/ساخت، استفاده، پشتیبانی، از کاراندازی و امحا
۱۰۹۸.....	۱۷-۳ فرآیند کلی هزینه چرخه‌ی عمر
۱۰۹۹.....	۱۷-۳-۱ تعریف نیازمندی‌ها و پشتهای سیستم

- ۱۷-۳-۲ تشریح چرخه‌ی عمر سیستم و شناسایی فعالیت‌های هر فاز ۱۱۰۱
- ۱۷-۳-۳ توسعه‌ی یک ساختار شکست هزینه ۱۱۰۱
- ۱۷-۳-۴ شناسایی نیازمندی‌های داده‌های ورودی ۱۱۰۸
- ۱۷-۳-۵ استقرار هزینه‌ها برای هر گروه هزینه در CBS ۱۱۱۰
- ۱۷-۳-۶ انتخاب یک الگوی مدل‌سازی هزینه چرخه‌ی عمر ۱۱۱۸
- ۱۷-۳-۷ توسعه‌ی یک پروفایل هزینه ۱۱۱۸
- ۱۷-۳-۸ شناسایی حوزه‌های پر هزینه و استقرار روابط علت و اثر ۱۱۲۵
- ۱۷-۳-۹ انجام تحلیل حساسیت ۱۱۲۶
- ۱۷-۳-۱۰ یک نمودار پارتو ساخته و اولویت‌های حل مساله را شناسایی کنید ۱۱۲۸
- ۱۷-۳-۱۱ شناسایی گزینه‌های ممکن برای ارزیابی طراحی ۱۱۲۹
- ۱۷-۴-۱ هزینه‌سنجی چرخه‌ی عمر توسط مدل‌سازی جریان پول ۱۱۲۹
- ۱۷-۴-۱-۱ معرفی مثال ۱۱۳۰
- ۱۷-۴-۲ تحلیل هزینه چرخه‌ی عمر ۱۱۳۹
- ۱۷-۴-۳ ارزیابی گزینه‌ها ۱۱۷۵
- ۱۷-۴-۴ نقطه سر به سر و تحلیل حساسیت ۱۱۸۲
- ۱۷-۵-۱ هزینه‌سنجی چرخه‌ی عمر توسط بهینه‌سازی اقتصادی ۱۱۸۵
- ۱۷-۵-۱-۱ معرفی مثال ۱۱۸۵
- ۱۷-۵-۲ سیستم عملیاتی ۱۱۸۷
- ۱۷-۵-۳ فرمول‌بندی تابع ارزیابی ۱۱۹۱
- ۱۷-۵-۴ مساله بهینه‌سازی REPS ۱۱۹۶
- ۱۷-۵-۵-۱ مساله طراحی RESP ۱۲۰۲
- ۱۷-۶-۱ کاربردها و مزایای هزینه‌سنجی چرخه‌ی عمر ۱۲۰۸
- ۱۷-۷-۱ خلاصه فصل ۱۲۱۱
- بخش پنجم - مدیریت مهندسی سیستم‌ها ۱۲۲۹
- فصل ۱۸ - برنامه‌ریزی و سازمان مهندسی سیستم‌ها ۱۲۳۱
- ۱۸-۱ برنامه‌ریزی دستور کار مهندسی سیستم‌ها ۱۲۳۳
- ۱۸-۲ برنامه‌ریزی مدیریت مهندسی سیستم‌ها ۱۲۳۶

۱۲۳۷.....	۱-۲-۱۸ شرح کار
۱۲۴۲.....	۲-۲-۱۸ وظایف دستور کار مهندسی سیستم‌ها
۱۲۴۶.....	۳-۲-۱۸ ساختار شکست کار
۱۲۵۱.....	۴-۲-۱۸ زمان‌بندی تکالیف
۱۲۵۷.....	۵-۲-۱۸ نمایش هزینه برای تکالیف دستور کار
۱۲۶۳.....	۶-۲-۱۸ واسطه‌گری با سایر فعالیت‌های برنامه‌ریزی
۱۲۶۳.....	۳-۱۸ سازمان برای مهندسی سیستم‌ها
۱۲۶۵.....	۱-۳-۱۸ روابط مشتری، تولید کننده و تامین کننده
۱۲۶۸.....	۲-۳-۱۸ سازمان و وظایف تولید کننده
۱۲۸۰.....	۳-۳-۱۸ استخدام برای سازمان مهندسی سیستم‌ها
۱۲۸۳.....	۴-۱۸ خلاصه فصل
۱۲۸۹.....	فصل ۱۹ - مدیریت، کنترل، و ارزیابی دستور کار
۱۲۹۰.....	۱-۱۹ اهداف سازمانی
۱۲۹۲.....	۲-۱۹ برون‌سپاری و شناسایی تامین کنندگان
۱۳۰۰.....	۳-۱۹ رهبری و هدایت دستور کار
۱۳۰۲.....	۴-۱۹ ارزیابی دستور کار و بازخورد
۱۳۰۲.....	۱-۴-۱۹ بازبینی و ارزیابی دستور کار
۱۳۰۴.....	۲-۴-۱۹ ارزیابی سازمان مهندسی سیستم‌ها
۱۳۱۶.....	۵-۱۹ مدیریت ریسک
۱۳۲۰.....	۶-۱۹ خلاصه فصل
۱۳۲۵.....	پیوست الف: تحلیل وظیفه‌ای
۱۳۳۳.....	پیوست ب: چک لیست‌های طراحی و مدیریت
۱۳۴۳.....	اختصارات
۱۳۵۱.....	واژه‌نامه
۱۳۶۳.....	کتاب‌شناسی و منابع