

# اتوماسیون، سامانه‌های تولید و ساخت یکپارچه به کمک رایانه

(ویرایش سوم)

جلد دوم

www.ketab.ir

پدیدآورنده

پروفسور مایکل پ. گروور

استاد دانشگاه لی‌های در آمریکا

برگرداننده

دکتر سیدمحسن صفوی

استاد مهندسی مکانیک

دانشگاه صنعتی اصفهان



انشارات دانشگاه صنعتی اصفهان

شماره کتاب ۶۸

گروه فنی و مهندسی ۳۳

## اتوماسیون سامانه‌های تولید و ساخت یکپارچه به کمک رایانه (جلد دوم)

|                        |                                 |
|------------------------|---------------------------------|
| پدیدآورنده             | : مایکل پ. گروور                |
| برگرداننده             | : دکتر سیدمحسن صفوی             |
| حروف چینی و صفحه‌آرایی | : زحل شیروانی                   |
| ویراستار               | : آتوسا سعادت                   |
| طراح جلد               | : مهندس آیدا رضایی              |
| لیتوگرافی، چاپ و صحافی | : چاپخانه دانشگاه صنعتی اصفهان  |
| ناشر                   | : انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان |
| چاپ دوم                | : تابستان ۱۴۰۳                  |
| شمارگان                | : ۵۰ جلد                        |
| شابک دوره              | : ۹۷۸-۹۶۴-۸۴۷۶-۵۱-۴             |
| شابک جلد دوم           | : ۹۷۸-۹۶۴-۸۴۷۶-۵۳-۸             |
| قیمت                   | : ۳۷۸۳۰۰۰ ریال                  |

|                        |                                                                                                    |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه                | : گروور، مایکل ۱۹۲۹- Groover, Mikell P.                                                            |
| عنوان و نام پدیدآور    | : اتوماسیون، سامانه‌های تولید و ساخت یکپارچه به کمک رایانه/تالیف مایکل پ گروور؛ ترجمه سیدمحسن صفوی |
| مشخصات نشر             | : اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان، انتشارات، ۱۳۸۹-۱۳۸۸.                                               |
| مشخصات ظاهری           | : ج ۲؛                                                                                             |
| فروست                  | : انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان؛ ج ۱. ۵۹ گروه فنی و مهندسی ۳۲.                                     |
| شابک                   | : ج ۲. ۶۸ گروه فنی و مهندسی ۳۳                                                                     |
| وضعیت فهرست‌نویسی: فیا | : دوره: ۹۷۸-۹۶۴-۸۴۷۶-۵۱-۴؛ ج ۲: ۹۷۸-۹۶۴-۸۴۷۶-۵۳-۸                                                  |
| یادداشت                | : عنوان اصلی: Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing, c2008         |
| یادداشت                | : ج ۲. (چاپ اول: ۱۳۸۹) (فیا).                                                                      |
| یادداشت                | : کتابنامه.                                                                                        |
| یادداشت                | : واژه‌نامه.                                                                                       |
| یادداشت                | : نمایه.                                                                                           |
| موضوع                  | : تولید - فرایندها - خودکاری                                                                       |
| موضوع                  | : تولید - نظارت                                                                                    |
| موضوع                  | : طراحی و تولید کامپیوتری                                                                          |
| موضوع                  | : سیستم‌های تولید جامع کامپیوتری                                                                   |
| شناسه افزوده           | : صفوی، سید محسن، ۱۳۳۸، مترجم                                                                      |
| شناسه افزوده           | : دانشگاه صنعتی اصفهان. انتشارات                                                                   |
| رده‌بندی کنگره         | : TS ۱۸۳/۵۱۳۸                                                                                      |
| رده‌بندی دیویی         | : ۶۷۰/۴۲۷                                                                                          |
| شماره کتابشناسی ملی    | : ۱۹۶۲۷۹۱                                                                                          |

حق چاپ برای انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان محفوظ است.

اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان - انتشارات - کدپستی ۸۴۱۵۶-۸۳۱۱۱، تلفن: ۳۳۹۱۲۹۵۲ (۰۳۱) دورنگار: ۳۳۹۱۲۵۵۲ (۰۳۱)

برای خرید اینترنتی کلیه کتاب‌های منتشره انتشارات می‌توانید به وبگاه <http://publication.iut.ac.ir> مراجعه و با مستقیماً از کتابفروشی انتشارات واقع در کتابخانه مرکزی دانشگاه صنعتی اصفهان (تلفن ۳۳۹۱۳۹۵۲) خریداری فرمائید.

## پیشگفتار مترجم

قبل از هر چیز خداوند بزرگ را شاکرم که توفیق آماده‌سازی و ارائه این اثر برای استفاده علاقه‌مندان را عطا فرمود. امروزه سرعت پیشرفت فناوری‌های ساخت و تولید و طراحی سیستم‌های نوین تولید و اتوماسیون برای پاسخگویی به نیازهای متنوع صنعتی و تولیدی روزافزون گردیده و مطالب علمی و روش‌های مربوط به این فناوری‌ها به طور مستمر در حال تحول و تکامل می‌باشند، به طوری که مدرسین و اساتید و متخصصین دانشگاه و صنعت بایستی به طور مرتب با دسترسی به آخرین مطالب جدید، به تدوین مجدد مطالب پرداخته و آخرین دستاوردهای روز دنیا را به صورت علمی و تخصصی به دانشجویان و دانش‌پژوهان علاقه‌مند ارائه نمایند. در عمل، درس‌های مربوطه در دانشگاه‌ها و مراکز علمی و آموزشی به طور مرتب متحول گردیده و بسیاری از واحدهای صنعتی و تولیدی نیز تلاش می‌نمایند تا خود را همپای این تحولات به روز نمایند.

کتاب حاضر جلد دوم ترجمه انتشار ۲۰۰۶ کتاب جامع و معروف پروفسور گروور استاد دانشگاه لی‌های در کشور امریکاست که در طول جلد دوم و به آخر مرجع و متن ارزشمندی برای تعداد متعددی از درس‌های مهندسی مکانیک، صنایع و سیستم‌ها، ساخت و تولید و دیگر مهندسی‌های تخصصی بوده و توسط مدرسین و اساتید دانشگاهی مورد استفاده قرار گرفته است. این‌جانب نیز هم‌زمان و به موازات تعداد زیادی از دانشگاه‌های معتبر دنیا انتشارهای مختلف این کتاب را در طول بیش از پانزده سال گذشته در چندین درس مورد تدریس خود، به عنوان کتاب متن و یا مرجع کامل در زمینه مطالب درسی معرفی نموده‌ام و دانشجویان مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری از آن بهره‌گیری نموده‌اند. اصل این کتاب توسط مؤلف چندین بار متحول و بهینه گردیده و انتشار حاضر در واقع پس از بازنویسی کاملی که در سال ۲۰۰۳ توسط مؤلف انجام گرفته، تدوین گردیده و همان‌گونه که در پیشگفتار مؤلف آمده، سرفصل‌های متعددی نسبت به قبل اضافه شده و بخشی از مطالب انتشارهای گذشته حذف و اضافه گردیده است تا متناسب با پیشرفت فناوری در سیستم‌های تولید و اتوماسیون بتواند پاسخگوی نیازهای به روز دانشجویان، پژوهشگران و اساتید و علاقه‌مندان به دانستن آخرین یافته‌های علمی و صنعتی در عرصه دانشگاه و صنعت باشد. اگرچه انتشارهای گذشته کتاب به ویژه انتشار ۱۹۸۷ جهت استفاده به عنوان کتاب متن درسی بسیار مناسب بوده‌اند، اما اقدام به ترجمه کامل کتاب بر روی انتشار جدیدتر انجام گردید. با این وجود مترجم قبلاً نیز

اقدام به انتشار کتاب فارسی "سیستم‌های تولید اتوماتیک و مونتاژ صنعتی و تجهیزات مربوطه" که برگرفته از کتاب حاضر می‌باشد نموده که در سطح وسیعی مورد استفاده علاقه‌مندان و دانشجویان دانشگاه‌های کشور قرار گرفته است.

چنانکه در سرفصل‌های این کتاب ملاحظه می‌شود پس از فصل‌های مقدماتی در خصوص معرفی سیستم‌های تولید و عملیات ساخت، تدوین کتاب، در ۵ بخش شامل فصل‌های متعدد صورت گرفته که عمدتاً در بخش اول موضوع اتوماسیون و فناوری‌های کنترلی، در بخش دوم موضوع جابه‌جایی مواد و ذخیره‌سازی، در بخش سوم سیستم‌های تولید و مونتاژ و فناوری‌های جدید مورد استفاده در آنها، در بخش چهارم سیستم‌های کنترل کیفی و در بخش پایانی سیستم‌های پشتیبانی تولید پوشش داده شده است.

مجموعه مطالب این کتاب برای استفاده کلیه دانشجویان رشته‌های مهندسی در مقاطع مختلف به ویژه در گرایش‌های مهندسی مکانیک، طراحی، ساخت و تولید، سیستم‌ها و اتوماسیون به کار می‌آید و چنانکه اشاره شد، امروزه اصل کتاب در بسیاری از دانشگاه‌های مهم و معتبر دنیا به عنوان مرجع و متن اصلی استفاده می‌گردد. دلیل اقدام به ترجمه کتاب تسهیل استفاده و دسترسی به مطالب ارزنده کتاب برای دانشجویان عزیز و همکاران دانشگاهی و سایر علاقه‌مندان می‌باشد.

ترجمه کتاب حاضر مستلزم تلاش و زحمات گسترده‌ای بوده که با همکاری بی‌دریغ و صمیمانه چند نفر از دانشجویان کارشناسی ارشد اینجانب در چند ساله اخیر و هم‌چنین کمک‌های فراوان همکاران عزیز در انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان صورت گرفته است. اینجانب تشکر و سپاس خود را از دانشجویان کوشا و پرتلاش خود که در این زمینه به طور مؤثر همکاری داشتند، خصوصاً آقایان حامد معصومی و مهدی جعفری دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد این دانشگاه، تقدیم می‌نمایم.

هم‌چنین لازم می‌دانم از حوصله، دقت و زحمات بی‌شائبه سرکارخانم زحل شیروانی که صبورانه و ماهرانه تایپ و صفحه‌آرایی این کتاب را به عهده داشتند، تشکر و قدردانی نمایم. از سرکارخانم آتوسا سعادت‌تی به خاطر ویراستاری کتاب، از مدیریت کتابخانه و انتشارات، سرکار خانم نفیسه پورجواد به خاطر حمایت‌ها و پی‌گیری‌های مستمر و تلاش‌های وافر ایشان و از سرکارخانم مرضیه خردمند و سایر همکاران در قسمت چاپ و آماده‌سازی سپاسگزاری و قدردانی می‌نمایم.

دکتر سید محسن صفوی  
استاد مهندسی مکانیک  
دانشگاه صنعتی اصفهان

## فهرست مطالب

|     |                                                            |
|-----|------------------------------------------------------------|
| یک  | پیشگفتار مؤلف .....                                        |
| پنج | پیشگفتار مترجم .....                                       |
|     | بخش سوم : سیستم های تولید .....                            |
|     | فصل ۱۳ : مقدمه ای بر سیستم های تولید .....                 |
| ۵   | ۱-۱۳ اجزای یک سیستم تولید .....                            |
| ۵   | ۱-۱-۱۳ ماشین آلات تولیدی .....                             |
| ۶   | ۲-۱-۱۳ سیستم های حمل و نقل مواد .....                      |
| ۱۰  | ۳-۱-۱۳ سیستم های کنترل کامپیوتری .....                     |
| ۱۰  | ۴-۱-۱۳ منابع انسانی .....                                  |
| ۱۱  | ۲-۱۳ طبقه بندی سیستم های تولید .....                       |
| ۱۲  | ۱-۲-۱۳ انواع عملیات انجام شده .....                        |
| ۱۲  | ۲-۲-۱۳ تعداد ایستگاه های کاری و چیدمان سیستم .....         |
| ۱۳  | ۳-۲-۱۳ سطح اتوماسیون .....                                 |
| ۱۶  | ۴-۲-۱۳ تنوع قطعات یا محصولات .....                         |
| ۲۰  | ۳-۱۳ نگاهی به طرح طبقه بندی .....                          |
| ۲۳  | ۱-۳-۱۳ نوع I سیستم های تولید: ایستگاه انفرادی .....        |
| ۲۴  | ۲-۳-۱۳ نوع II سیستم های تولید: سلول های چند ایستگاهی ..... |
| ۲۵  | ۳-۳-۱۳ نوع III سیستم های تولید: خطوط تولید .....           |

|          |                                                |
|----------|------------------------------------------------|
| ۴۲۹..... | ۲-۴-۲۲ مقایسه بازرسی تولید و مانیتورینگ فرایند |
| ۴۳۱..... | ۳-۴-۲۲ مقایسه بازرسی توزیع شده و بازرسی نهایی  |
| ۴۳۲..... | ۵-۲۲ تحلیل تعدادی بازرسی                       |
| ۴۳۲..... | ۱-۵-۲۲ اثر نرخ عیب بر تولید سری (سری سازی)     |
| ۴۳۵..... | ۲-۵-۲۲ مقایسه بازرسی نهایی و بازرسی توزیع شده  |
| ۴۴۰..... | ۳-۵-۲۲ بازرسی بلی یا خیر                       |
| ۴۴۳..... | ۴-۵-۲۲ معادلات چه می گویند                     |
| ۴۴۳..... | مسائل                                          |
| ۴۴۹..... | مراجع                                          |

## فصل ۲۳ : فناوری های بازرسی

|          |                                                       |
|----------|-------------------------------------------------------|
| ۴۵۲..... | ۱-۲۳ میزان سنجی بازرسی                                |
| ۴۵۳..... | ۱-۱-۲۳ مشخصه های ابزار اندازه گیری                    |
| ۴۵۶..... | ۲-۱-۲۳ استانداردها و سیستم های اندازه گیری            |
| ۴۵۹..... | ۲-۲۳ مقایسه تکنیک های بازرسی با تماس و بدون تماس      |
| ۴۵۹..... | ۱-۲-۲۳ تکنیک های بازرسی تماسی                         |
| ۴۶۰..... | ۲-۲-۲۳ فناوری های مربوط به بازرسی بدون تماس           |
| ۴۶۱..... | ۳-۲۳ تکنیک های متعارف اندازه گیری و سنجش              |
| ۴۶۴..... | ۴-۲۳ ماشین های اندازه گیری مختصات                     |
| ۴۶۶..... | ۱-۴-۲۳ ساختار CMM                                     |
| ۴۷۱..... | ۲-۴-۲۳ عملکرد و برنامه ریزی CMM                       |
| ۴۷۲..... | ۳-۴-۲۳ دیگر نرم افزارهای CMM                          |
| ۴۷۹..... | ۴-۴-۲۳ کاربرد و مزایای CMM                            |
| ۴۸۲..... | ۵-۴-۲۳ سیستم های بازرسی منعطف (انعطاف پذیر)           |
| ۴۸۳..... | ۶-۴-۲۳ پروب های بازرسی ابزار ماشین کاری (ماشین ابزار) |
| ۴۸۴..... | ۵-۲۳ اندازه گیری سطح                                  |
| ۴۸۴..... | ۱-۵-۲۳ ابزار سوزنی                                    |
| ۴۸۷..... | ۲-۵-۲۳ دیگر تکنیک های اندازه گیری سطح                 |
| ۴۸۸..... | ۶-۲۳ بینایی ماشین (ماشین بینایی)                      |
| ۴۸۹..... | ۱-۶-۲۳ جمع آوری و دیجیتال کردن تصویر                  |
| ۴۹۴..... | ۲-۶-۲۳ پردازش و تحلیل (آنالیز) تصویر                  |
| ۴۹۵..... | ۳-۶-۲۳ تفسیر                                          |
| ۴۹۵..... | ۴-۶-۲۳ کاربردهای بینایی ماشینی                        |

|      |                                   |     |
|------|-----------------------------------|-----|
| ۲۳-۷ | دیگر روش های بازرسی نوری (تصویری) | ۴۹۷ |
| ۲۳-۸ | روش های بازرسی غیر تماسی غیرنوری  | ۵۰۰ |
|      | مسائل                             | ۵۰۱ |
|      | مراجع                             | ۵۰۵ |

## بخش پنجم : سیستم های پشتیبانی تولید

### فصل ۲۴ : طراحی محصول و CAD/CAM در سیستم های تولید

|        |                            |     |
|--------|----------------------------|-----|
| ۲۴-۱   | طراحی محصول و CAD          | ۵۱۱ |
| ۲۴-۱-۱ | فرایند طراحی               | ۵۱۱ |
| ۲۴-۱-۲ | کاربرد کامپیوترها در طراحی | ۵۱۳ |
| ۲۴-۲   | سخت افزار سیستم CAD        | ۵۱۹ |
| ۲۴-۳   | CIM, CAD/CAM, CAM          | ۵۱۹ |
| ۲۴-۳-۱ | ساخت به کمک کامپیوتر       | ۵۲۳ |
| ۲۴-۳-۲ | CAD/CAM                    | ۵۲۵ |
| ۲۴-۳-۳ | ساخت یکپارچه کامپیوتری     | ۵۲۶ |
| ۲۴-۴   | استقرار عملکرد کیفی        | ۵۲۸ |
|        | مسائل                      | ۵۳۵ |
|        | مراجع                      | ۵۳۵ |

### فصل ۲۵ : برنامه ریزی فرایند و مهندسی همرو (هماهنگ)

|        |                                        |     |
|--------|----------------------------------------|-----|
| ۲۵-۱   | برنامه ریزی فرایند                     | ۵۳۸ |
| ۲۵-۱-۱ | برنامه ریزی فرایند برای قطعات          | ۵۳۹ |
| ۲۵-۱-۲ | برنامه ریزی فرایند برای مونتاژ         | ۵۴۳ |
| ۲۵-۱-۳ | تصمیمات برای خرید یا ساخت              | ۵۴۴ |
| ۲۵-۲   | برنامه ریزی فرایند به کمک کامپیوتر     | ۵۴۶ |
| ۲۵-۲-۱ | سیستم های CAPP بازایی                  | ۵۴۷ |
| ۲۵-۲-۲ | سیستم های CAPP مولد (خلاق)             | ۵۵۰ |
| ۲۵-۳   | مهندسی هماهنگ (همرو) و طراحی برای ساخت | ۵۵۱ |
| ۲۵-۳-۱ | طراحی برای ساخت و مونتاژ               | ۵۵۳ |
| ۲۵-۳-۲ | دیگر اهداف طراحی محصول                 | ۵۵۴ |
| ۲۵-۴   | برنامه ریزی ساخت پیشرفته               | ۵۵۹ |
|        | مراجع                                  | ۵۶۴ |

## فصل ۲۶ برنامه‌ریزی تولید و سیستم‌های کنترل

|     |                                               |
|-----|-----------------------------------------------|
| ۵۶۷ | ۱-۲۶ برنامه‌ریزی جامع تولید و زمان‌بندی اصلی  |
| ۵۶۹ | ۲-۲۶ برنامه‌ریزی نیازهای مواد                 |
| ۵۷۰ | ۱-۲-۲۶ ورودی‌ها به سیستم <i>MRP</i>           |
| ۵۷۰ | ۲-۲-۲۶ <i>MRP</i> چگونه کار می‌کند؟           |
| ۵۷۷ | ۳-۲-۲۶ خروجی‌ها و مزیت‌های <i>MRP</i>         |
| ۵۷۷ | ۳-۲۶ برنامه‌ریزی ظرفیت                        |
| ۵۷۹ | ۴-۲۶ کنترل کارگاهی                            |
| ۵۸۰ | ۱-۴-۲۶ ایجاد سفارش                            |
| ۵۸۱ | ۲-۴-۲۶ زمان‌بندی سفارش                        |
| ۵۸۲ | ۳-۴-۲۶ جریان سفارش                            |
| ۵۸۳ | ۴-۴-۲۶ سیستم جمع‌آوری اطلاعات کارخانه         |
| ۵۸۶ | ۵-۲۶ کنترل انبار                              |
| ۵۸۷ | ۱-۵-۲۶ سیستم انبارداری نقطه سفارش             |
| ۵۹۱ | ۲-۵-۲۶ هزینه انبار قطعه در حال فرایند         |
| ۵۹۴ | ۶-۲۶ برنامه‌ریزی منابع ساخت ( <i>MRP II</i> ) |
| ۵۹۶ | ۷-۲۶ سیستم تولید بهنگام                       |
| ۵۹۷ | ۱-۷-۲۶ سیستم کشش کنترل تولید                  |
| ۵۹۹ | ۲-۷-۲۶ دسته‌های کوچک و کاهش زمان تنظیم        |
| ۶۰۲ | ۳-۷-۲۶ عملیات تولید مطمئن و پایدار            |
| ۶۰۳ | مسائل                                         |
| ۶۰۹ | مراجع                                         |

## فصل ۲۷: تولید ناب و ساخت چابک

|     |                                                  |
|-----|--------------------------------------------------|
| ۶۱۲ | ۱-۲۷ تولید ناب                                   |
| ۶۱۵ | ۲-۲۷ ساخت چابک                                   |
| ۶۱۶ | ۱-۲-۲۷ نیروی بازار و چابکی                       |
| ۶۱۷ | ۲-۲-۲۷ سازمان‌دهی مجدد سیستم تولید برای چابک شدن |
| ۶۲۰ | ۳-۲-۲۷ ارتباطات مدیریتی برای چابکی               |
| ۶۲۲ | ۴-۲-۲۷ چابکی در مقابل تولید انبوه                |
| ۶۲۳ | ۳-۲۷ مقایسه ناب و چابک                           |
| ۶۲۵ | مراجع                                            |
| ۶۲۷ | واژه‌نامه انگلیسی به فارسی                       |
| ۶۴۵ | واژه‌یاب                                         |