

# پردازش تصاویر دیجیتال با استفاده از نرم افزار MATLAB

نویسنده

رافائل سی. گنزالس

ریچارد ای. وودز

استیون ال. ادینز

مترجم

مهندس سید ایوب میرطاوسی

|                     |  |
|---------------------|--|
| سرشناسه             | : گونزالس ، رافائل سی .<br>Gonzalez,Rafael C   |
| عنوان و نام پدیدآور | : پردازش تصاویر دیجیتال با استفاده از نرم افزار MATLAB / نویسنده :رافائل سی ، گونزالس ، ریچارد ای ، وودز، استیون ال . ادینز؛ مترجم ایوب میرطاوسی |
| مشخصات نشر          | : تهران، نیاز دانش، ۱۳۹۱ .   |
| مشخصات ظاهری        | : ۶۴۰ ص: مصور، نمودار.   |
| شابک                | : ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۸۱-۱۰-۴  |
| وضعیت فهرست‌نویسی   | : فیپا.  |
| یادداشت             | : عنوان اصلی: Digital image processing using MATLAB, 2 <sup>nd</sup> ed, 2009  |
| یادداشت             | : کتاب حاضر در سالهای مختلف توسط ناشران مختلف منتشر شده است .  |
| موضوع               | : عکس پردازش - روش های رقمی  |
| موضوع               | : مطلب ( برنامه کامپیوتر)  |
| شناسه افزوده        | : وودز، ریچارد یوجین ، ۱۹۵۴- م.  |
| شناسه افزوده        | : (Woods, Richard E. Richard Eugene)   |
| شناسه افزوده        | : ادینز، استیون ، ۱۹۶۴- م  |
| شناسه افزوده        | : Eddins , Steven L  |
| شناسه افزوده        | : میرطاوسی ، ایوب ، ۱۳۶۰، مترجم  |
| رده‌بندی کنگره      | : ۱۳۹۱ پ ۴ ۹ گ/ ۱۶۳۷ TA  |
| رده‌بندی دیویی      | : ۶۲۱/۳۶۷  |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۲۸۰۱۳۶۸  |



|                           |   |
|---------------------------|---|
| نام کتاب                  | : پردازش تصاویر دیجیتال با استفاده از نرم افزار MATLAB      |
| نویسندگان                 | : رافائل سی ، گونزالس ، ریچارد ای ، وودز، استیون ال . ادینز |
| مترجم                     | : ایوب میرطاوسی   |
| مدیر اجرایی - ناظر بر چاپ | : حمیدرضا محمد شیرازی - محمد شمس                            |
| طراح جلد                  | : کیانا آربین   |
| ناشر                      | : نیاز دانش   |
| صفحه‌آرا                  | : واحد تولید انتشارات نیاز دانش                             |
| لیتوگرافی / چاپ           | : گنجینه  |
| نوبت چاپ                  | : دوم - ۱۳۹۲  |
| شمارگان                   | : ۵۰۰   |
| قیمت                      | : ۲۳۰۰۰۰ ریال   |

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۸۱-۱۰-۴ ISBN:978-600-6481-10-4

هرگونه چاپ و تکثیر (اعم از زیراکس، بازنویسی، ضبط کامپیوتری و تهیهی CD) از محتویات این اثر بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است، متخلفان به موجب بند ۵ از ماده ۲ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

کلیه حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است.

تماس با انتشارات: ۰۹۱۲۷۰۷۳۹۳۵-۰۶۶۴۷۸۱۰۶-۰۶۶۴۷۸۱۰۶-۰۲۱

[www.Niaze-Danesh.com](http://www.Niaze-Danesh.com)

مشاوره جهت نشر: ۰۹۱۲ - ۲۱۰۶۷۰۹

## فهرست

### فصل اول: معرفی

|     |  |    |
|-----|--|----|
| ۱-۱ | پیشگفتار                                     | ۱۱ |
| ۲-۱ | پردازش تصویر دیجیتالی چیست؟                  | ۱۲ |
| ۳-۱ | MATLAB و جعبه ابزار پردازش تصویر             | ۱۳ |
| ۴-۱ | آنچه از پردازش تصویر که در این کتاب می‌یابید | ۱۴ |
| ۵-۱ | وب سایت کتاب                                 | ۱۵ |
| ۶-۱ | شیوه نگارش                                   | ۱۶ |
| ۷-۱ | میز کار MATLAB                               | ۱۶ |
| ۸-۱ | چگونگی به کار بردن منابع و مراجع در کتاب     | ۱۹ |
| ۲۰  | خلاصه  | ۲۰ |

### فصل دوم: اصول و مبانی

|      |                                  |    |
|------|----------------------------------|----|
| ۱-۲  | نمایش تصویر دیجیتالی             | ۲۱ |
| ۲-۲  | خواندن تصویر                     | ۲۳ |
| ۳-۲  | نمایش تصویر                      | ۲۵ |
| ۴-۲  | ذخیره سازی تصویر                 | ۲۷ |
| ۵-۲  | کلاس‌های داده                    | ۳۲ |
| ۶-۲  | انواع تصویر                      | ۳۲ |
| ۷-۲  | تبدیل بین کلاس‌های داده          | ۳۳ |
| ۸-۲  | اندیس‌گذاری آرایه                | ۳۷ |
| ۹-۲  | بعضی از آرایه‌های مهم استاندارد  | ۴۴ |
| ۱۰-۲ | معرفی برنامه نویسی با M-Function | ۴۵ |
| ۷۰   | خلاصه                            | ۷۰ |

### فصل سوم: تبدیلات شدت و فیلترینگ مکانی

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| ۱-۳ | پیشگفتار  | ۷۱  |
| ۲-۳ | توابع تبدیل شدت   | ۷۲  |
| ۳-۳ | توابع رسم و پردازش‌های هیستوگرام                          | ۸۲  |
| ۴-۳ | فیلترینگ مکانی  | ۹۵  |
| ۵-۳ | فیلترهای استاندارد جعبه ابزار برای پردازش تصویر           | ۱۰۳ |
| ۶-۳ | استفاده از تکنیک‌های فازی در تبدیلات شدت و فیلترینگ مکانی | ۱۱۰ |
| ۱۳۸ | خلاصه   | ۱۳۸ |

### فصل چهارم: پردازش در حوزه فرکانس

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| ۱-۴ | تبدیل فوریه گسسته دو بعدی                         | ۱۳۹ |
| ۲-۴ | محاسبه و تجسم DFT دو بعدی در MATLAB               | ۱۴۲ |
| ۳-۴ | فیلترینگ در حوزه فرکانس                           | ۱۴۶ |
| ۴-۴ | بدست آوردن فیلتر در حوزه فرکانس از فیلترهای فضایی | ۱۵۲ |
| ۵-۴ | فیلتر در حوزه فرکانس                              | ۱۵۶ |
| ۶-۴ | فیلترهای بالاگذر (تیز) در حوزه فرکانس             | ۱۶۴ |
| ۷-۴ | فیلترینگ انتخابی                                  | ۱۶۸ |
| ۱۷۵ | خلاصه   | ۱۷۵ |

### فصل پنجم: بازیابی تصویر

|      |  |     |
|------|--|-----|
| ۱-۵  | مدل از فرایندهای تخریب و فرایند بازیابی            | ۱۷۸ |
| ۲-۵  | مدل‌های نویز                                       | ۱۷۹ |
| ۳-۵  | عملیات بازیابی از تصویر نویزی با فیلترینگ مکانی    | ۱۹۴ |
| ۴-۵  | کاهش نویز متناوب با فیلترینگ فرکانسی               | ۱۹۹ |
| ۵-۵  | مدل‌سازی تابع تخریب                                | ۱۹۹ |
| ۶-۵  | انجام فیلترینگ معکوس                               | ۲۰۲ |
| ۷-۵  | فیلترینگ وینر                                      | ۲۰۳ |
| ۸-۵  | فیلترینگ حداقل مربعات مقید                         | ۲۰۶ |
| ۹-۵  | بازیابی غیرخطی با الگوریتم تکراری Lucy- Richardson | ۲۰۸ |
| ۱۰-۵ | دی کانولوشن کور                                    | ۲۱۱ |
| ۱۱-۵ | بازسازی تصویر با پروجکشن‌ها                        | ۲۱۳ |
|      | خلاصه  | ۲۳۳ |

### فصل ششم: تبدیلات هندسی و ثبت تصویر

|     |                                   |     |
|-----|-----------------------------------|-----|
| ۱-۶ | نقاط تبدیل                        | ۲۳۵ |
| ۲-۶ | تبدیلات آفین                      | ۲۴۰ |
| ۳-۶ | تبدیلات پروجکتیو                  | ۲۴۳ |
| ۴-۶ | اعمال تبدیلات هندسی به تصاویر     | ۲۴۴ |
| ۵-۶ | سیستم‌های مختصاتی تصویر در MATLAB | ۲۴۷ |
| ۶-۶ | درونمایی تصویر                    | ۲۵۳ |
| ۷-۶ | ثبت تصویر                         | ۲۵۸ |
|     | خلاصه                             | ۲۶۷ |

### فصل هفتم: پردازش تصویر رنگی

|     |                                    |     |
|-----|------------------------------------|-----|
| ۱-۷ | نمایش تصویر رنگی در MATLAB         | ۲۶۹ |
| ۲-۷ | تبدیل به سایر مدل‌های رنگی         | ۲۷۷ |
| ۳-۷ | مبانی پردازش تصویر رنگی            | ۲۹۴ |
| ۴-۷ | تبدیلات رنگی                       | ۲۹۵ |
| ۵-۷ | فیلترینگ مکانی تصاویر رنگی         | ۳۰۵ |
| ۶-۷ | کار کردن مستقیم در فضای برداری RGB | ۳۰۹ |
|     | خلاصه                              | ۳۱۷ |

### فصل هشتم: موجک

|     |                               |     |
|-----|-------------------------------|-----|
| ۱-۸ | پیشگفتار                      | ۳۱۹ |
| ۲-۸ | تبدیل موجک سریع               | ۳۲۲ |
| ۳-۸ | کار با ساختمان‌های تجزیه موجک | ۳۳۳ |
| ۴-۸ | تبدیل معکوس موجک سریع         | ۳۳۴ |
| ۵-۸ | موجک در پردازش تصویر          | ۳۴۷ |
|     | خلاصه                         | ۳۵۲ |

### فصل نهم: فشرده سازی تصویر

|     |                     |     |
|-----|---------------------|-----|
| ۱-۹ | پیشگفتار            | ۳۵۴ |
| ۲-۹ | افزونگی کدگذاری     | ۳۵۷ |
| ۳-۹ | افزونگی درون پیکسلی | ۳۷۵ |

|     |     |                                     |
|-----|-----|-------------------------------------|
| ۳۸۰ | ۴-۹ | افزودگی روان بصری (اطلاعات نامربوط) |
| ۳۸۲ | ۵-۹ | فشرده‌سازی JPEG                     |
| ۳۹۶ | ۶-۹ | فشرده‌سازی ویدیو                    |
| ۴۰۶ |     | خلاصه                               |

### فصل دهم: شکل‌شناسی

|     |      |                                   |
|-----|------|-----------------------------------|
| ۴۰۸ | ۱-۱۰ | مبانی                             |
| ۴۱۱ | ۲-۱۰ | اتساع و سایش                      |
| ۴۱۹ | ۳-۱۰ | ترکیب سایش و اتساع                |
| ۴۳۰ | ۴-۱۰ | برچسب‌گذاری مؤلفه‌های مرتبط       |
| ۴۳۳ | ۵-۱۰ | بازسازی شکل‌شناسی                 |
| ۴۳۶ | ۶-۱۰ | شکل‌شناسی در تصاویر مقیاس خاکستری |
| ۴۴۸ |      | خلاصه                             |

### فصل یازدهم: قطعه‌بندی تصویر

|     |      |                               |
|-----|------|-------------------------------|
| ۴۵۰ | ۱-۱۱ | آشکار سازی نقطه، خط و لبه     |
| ۴۶۴ | ۲-۱۱ | آشکار سازی خط توسط تبدیل هاف  |
| ۴۷۰ | ۳-۱۱ | آستانه گذاری                  |
| ۴۸۶ | ۴-۱۱ | قطعه‌بندی بر ناحیه‌گرا        |
| ۴۹۵ | ۵-۱۱ | قطعه‌بندی توسط تبدیل آب‌پخشان |
| ۵۰۱ |      | خلاصه                         |

### فصل دوازدهم: نمایش و توصیف

|     |      |                                    |
|-----|------|------------------------------------|
| ۵۰۳ | ۱-۱۲ | مقدمه                              |
| ۵۱۰ | ۲-۱۲ | نمایش                              |
| ۵۲۶ | ۳-۱۲ | توصیف‌گرهای مرز                    |
| ۵۴۱ | ۴-۱۲ | توصیف‌گرهای ناحیه‌ای               |
| ۵۵۶ | ۵-۱۲ | توصیف با استفاده از مؤلفه‌های اصلی |
| ۵۶۷ |      | خلاصه                              |

### فصل سیزدهم: شناسایی اشیاء

|     |      |  |
|-----|------|--|
| ۵۶۹ | ۱-۱۳ | پیشگفتار                                     |
| ۵۷۰ | ۲-۱۳ | اندازه‌گذاری فاصله در MATLAB                 |
| ۵۷۳ | ۳-۱۳ | شناسایی با روش‌های مبتنی بر تئوری تصمیم‌گیری |
| ۵۸۳ | ۴-۱۳ | شناسایی ساختاری                              |
| ۵۹۵ |      | خلاصه  |

### پیوست A: خلاصه توابع

|     |     |                   |
|-----|-----|-------------------|
| ۵۹۷ | ۱-A | توابع IPT و DIPUM |
| ۶۰۶ | ۲-A | MATLAB            |

### پیوست B: رابطه‌های گرافیکی ICE و MATLAB

|     |     |                         |
|-----|-----|-------------------------|
| ۶۱۴ | ۱-B | ایجاد رابطه گرافیکی ICE |
| ۶۱۶ | ۲-B | برنامه‌نویسی رابط ICE   |

## مقدمه

در نسخه کنونی کتاب پردازش تصاویر دیجیتالی در MATLAB یک بازنگری کلی صورت گرفته است. در ویرایش قبلی کتاب نیز گفتیم که در پردازش تصاویر دیجیتالی به مجموعه‌ای از تصاویر نمونه نیاز است تا به کمک آن‌ها به شبیه‌سازی و تست نتایج پردازشیم. اگرچه الگوریتم‌ها بر اساس مبانی نظری نوشته می‌شود، اما اجرای الگوریتم نیاز به تخمین پارامتر، بازبینی و مقایسه بین راه حل‌های موجود دارد. بنابراین، انتخاب محیط نرم‌افزاری جامع و انعطاف پذیر، فاکتور کلیدی در کاهش وقت، هزینه و بدنبال آن افزایش احتمال حل شدن مسئله مورد نظر است.

جمع‌آوری اصول تئوری و پیاده‌سازی مفاهیم پردازش تصاویر دیجیتالی بصورت نرم‌افزاری، در یک کتاب درسی از اهمیت خاصی برخوردار است. اما مطالبی که در این زمینه نوشته شده باشد، به حد کافی وجود ندارد. اولین ویرایش این کتاب در سال ۲۰۰۴ نوشته شد. هدف این کتاب نیز ایجاد الگوریتم‌های پردازش تصاویر با استفاده از نرم‌افزار MATLAB در زمینه پردازش تصاویر دیجیتالی، تحلیل ریاضی و برنامه‌های کامپیوتری، در سطح تحصیلات دانشگاهی می‌باشد.

برای دسترسی به این اهداف، دو عنصر کلیدی مورد نیاز است. اولی انتخاب موضوعات اصلی آموزشی در حوزه پردازش تصاویر و دومی انتخاب ابزارهای نرم‌افزاری مناسب است که در دنیای واقعی کاربردهای گسترده‌ای داشته باشد.

در ارتباط با موضوع اول، بیشتر مفاهیم تئوری از کتاب «پردازش تصاویر دیجیتال» نوشته‌ی گنزالس و وودز و ابزارهای نرم‌افزاری نیز از جعبه ابزار پردازش تصاویر MATLAB (یا همان IPT) انتخاب شده‌اند. یکپارچه سازی مفاهیم تئوری و بیان کاربردهای نرم‌افزاری باعث شده تا این کتاب در حوزه‌های آموزشی و صنعتی از موقعیت یکسانی برخوردار باشد.

کتاب هم تراز با پردازش تصاویر دیجیتال است و خواننده می‌تواند به جزئیات بیشتری در مورد مفاهیم عملیات پردازش تصاویر دسترسی پیدا کند. به همین دلیل مطالب تئوری به اختصار آمده و بیشتر بر کاربردهای نرم‌افزاری تمرکز شده‌است. با توجه به اینکه این عملیات در محیط محاسباتی MATLAB انجام می‌شود، IPT نه تنها ابزار محاسباتی مفیدی است، بلکه در اکثر سیستم‌های عملیاتی کنونی پشتیبانی می‌شود. ویژگی بی‌نظیر دیگر کتاب، تأکید بر چگونگی ایجاد تابع جدید به منظور افزایش کاربرد MATLAB و IPT است. چرا که در حوزه‌ای مانند پردازش تصاویر نیاز به توسعه الگوریتم‌های موجود و انجام کارهای تجربی است.

بعد از معرفی توابع اصلی و برنامه نویسی در محیط MATLAB، پردازش تصاویر به عنوان موضوع کتاب دنبال می‌شود که شامل تبدیلات شدت، فیلترینگ مکانی خطی و غیر خطی، فیلترینگ در حوزه فرکانس، ثبت و بازیابی تصویر، پردازش تصویر رنگی، موجک، فشرده سازی تصویر، شکل شناسی پردازش تصویر، قطعه بندی تصویر، نمایش مرز، ناحیه و شناسایی عنصر تصویر می‌باشد. چگونگی حل مسائل پردازش تصاویر با استفاده از توابع IPT و MATLAB کامل کننده بحث است. اگر تابع مورد نیاز موجود نبود، به عنوان بخشی از آموزش کتاب، تابع جدیدی نوشته می‌شود. بیش از ۱۲۰ تابع جدید که با هدف چگونگی حل مسائل جدید پردازش تصویر ارائه شده؛ حوزه IPT را تقریباً ۴۵٪ افزایش داده‌است.

موضوعات قبل بصورت کتاب درسی ارائه شده و به همین دلیل، کتاب حالت راهنمای نرم‌افزاری ندارد. همراه با کتاب وب سایتی نیز وجود دارد که دانشجویان می‌توانند خودآموزها و مروری بر مطالب اصلی، پروژه‌ها و داده‌های تصاویر موجود در کتاب را بیابند (بخش ۱-۵). مریبان نیز در این سایت می‌توانند مطالب قابل ارائه در کلاس مثل اسلایدهای پاورپوینت تصاویر کتاب را پیدا کنند. برای افراد آشنا به پردازش تصاویر و مبانی IPT، این سایت مرجع به روز و مفیدی از تکنیک و مطالب تکمیلی جدید است. همچنین خریداران کتاب می‌توانند فایل توابع جدید نوشته شده را دانلود کنند.

## سپاسگذاری

افراد زیادی در دانشگاه‌ها، صنعت و دولت همت به آماده سازی کتاب گماردند و به روش‌های مختلفی در این کار مشارکت داشته‌اند. نام این افراد در زیر آمده‌است.

Mongi A.Abidi, Peter J.Acklam, Serge Beucher, Ernesto Bribiesca, Michael W.Davidson, Courtney Esposito, Naomi Fernandes, Thomas R.Gest, Roger Heady, Brain Johonson, Lisa Kempler, Roy Lurie, Ashley Mohamed, Joseph E.Pascente, David R.Pickens, Edgardo FelipeRiveron, Micheal Robinson, Loren Shoure, Jack Sklanski, Sally Stowe, Craig Watson, Greg Wolodkin.

همچنین از سازمان‌هایی که اجازه دادند از تصاویر و مطالبشان استفاده کنیم سپاسگزاریم. کارکنان در پرنتمیس‌هال که در تولید کتاب همکاری کامل داشته‌اند سپاسگذاری ویژه می‌شود.

## وب سایت کتاب

هر چند این کتاب بصورت خودآموز نوشته شده است اما در وب سایتی به آدرس

[www.ImageProcessingPlace.com](http://www.ImageProcessingPlace.com)

می‌توانید در موارد زیر از آن استفاده کنید.

دانشجویان و خوانندگان علاقه‌مند می‌توانند:

- مروری بر MATLAB، آمار و احتمالات، بردارها و ماتریس‌ها داشته باشند.
- پروژه‌های کامپیوتری ساده‌ای را مشاهده کنند.
- خودآموزهای زیادی در مورد مطالب کتاب پیدا کنند.
- به تمامی پایگاه‌های داده موجود در کتاب دسترسی پیدا کنند.

اساتید نیز قادرند :

- مطالب قابل ارائه در کلاس درس بصورت پاورپوینت و
  - لینک‌های مفیدی به سایر منابع آموزشی پیدا کنند.
- برای افرادی که شغلی در این زمینه دارند سایت شامل موارد زیر است:

- لینک‌هایی به سایت‌های تجاری
- انتخاب مراجع جدید
- لینک‌هایی به پایگاه داده تصاویر صنعتی

اگرچه تلاش‌های زیادی برای آماده سازی کتاب صورت گرفته، اما اگر غلط تایپی در این کتاب وجود داشته باشد از طریق همین وب سایت معلوم خواهد شد.



## درباره نویسندگان

Rafael C. Gonzalez

R.C. Gonzalez فارغ التحصیل رشته کارشناسی مهندسی برق از دانشگاه میامی در سال 1965 و دارنده مدارک کارشناسی ارشد و دکترای رشته مهندسی برق از دانشگاه گینس ویل فلورایدا به ترتیب در سال‌های 1967 و 1970 می‌باشد. در سال 1970 وی به دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه UTK<sup>1</sup> پیوست، و مراتب دانشجویی (در سال 1973)، پرفسور (در سال 1978) و استاد برجسته خدمات را (در سال 1984) کسب کرد. و از سال‌های 1994 تا 1997 به عنوان رئیس دانشکده بود. در حال حاضر به عنوان پرفسور بازنشسته در رشته مهندسی برق و کامپیوتر در دانشگاه UTK مشغول به فعالیت است.

وی بنیانگذار آزمایشگاه تجزیه و تحلیل الگو و تصویر سازی و آزمایشگاه بینایی ماشین و رباتیک در دانشگاه Tennessee می‌باشد. همچنین بنیان گذار شرکت Perceptics (در سال 1982) و از سال 1992 رئیس این شرکت بوده است. شرکت perceptics با رهبری او، در پردازش تصویر، بینایی ماشین و فناوری ساخت دیسک‌های لیزری موفق گردید. در ده سال اولیه، شرکت perceptics محصولاتی معرفی کرد که شامل موارد زیر می‌باشد: اولین سیستم بینایی ماشین تجاری (برای خواندن خودکار پلاک اتومبیل‌های در حال حرکت)، یک سری از پردازنده‌های تصویر مقیاس بالا و سیستم آرشیو استفاده شده در شش سایت متفاوت تولید (در نیروی دریایی ایالات متحده برای بازرسی موتور موشک‌ها در پروژه زیردریایی Trident II)، پیشقدمی در بازار رایانه‌های پیشرفته مکینتاش و خط تولید دیسک‌های تریلیون بایت لیزری.

وی مشاور ثابت در زمینه‌های شناسایی الگوها، پردازش تصاویر و فراگیری ماشین می‌باشد. افتخارات علمی او در این زمینه‌ها عبارتند از: جایزه هیئت علمی موفقیت مهندسی از دانشگاه UTK (در سال 1977)، جایزه تحقیق دانش پژوهی ریاست دانشگاه از دانشگاه UTK (در سال 1978) جایزه پرفسورای مهندسی Magnavox (در سال 1980) و جایزه پرفسور برجسته Brooks در مقطع کارشناسی ارشد (در سال 1980). در سال 1981 وی به عنوان پرفسور شرکت IBM در دانشگاه Tennessee و متعاقباً به عنوان پرفسور برجسته در همان دانشگاه در سال 1984 انتخاب شد. همچنین وی جایزه دانش آموختگی دانشگاه میامی (در سال 1985)، جایزه دانش پژوهی Phi Kappa Phi (در سال 1986) و جایزه Tennessee's Nathan W. Dougherty برای مهندسی برتر (در سال 1992) را از آن خود کرد. افتخارات وی در انجام و اجرای صنعتی عبارتند از: جایزه مهندسی برجسته IEEE (مؤسسه مهندسی برق و الکترونیک) برای توسعه تجاری در Tennessee (در سال 1987)، جایزه ملی Albert Rose برای برتری در پردازش تصاویر تجاری (در سال 1988)، جایزه B. Otto Wheeley برای برتری در انتقال فناوری (در سال 1989)، جایزه سال کارآفرینی Coopers and Lybrand (در سال 1989)، جایزه سه مهندس برتر IEEE (مؤسسه مهندسی برق و الکترونیک) (در سال 1992) و جایزه انجمن ملی تصویرسازی خودکار در توسعه فناوری (در سال 1993).

دکتر Gonzalez نویسنده یا دستیار نویسنده بیش از یکصد مقاله فنی، دو کتاب تنظیم شده، و پنج کتاب در زمینه شناسایی الگوها، پردازش تصویر و رباتیک می‌باشد. کتاب‌های وی در پانصد دانشگاه و موسسات پژوهشی در سراسر جهان استفاده می‌شود. نام وی در لیست‌های با اعتبار و بین المللی Marquis Who's who in America, Marquis Who's who in engineering, Marquis Who's who in the world ثبت شده است. وی دارنده دو ثبت اختراع در ایالات متحده و کمک ویراستار ژورنال‌های علمی IEEE، انسان و فرمان‌شناسی، و مجله بین المللی علوم کامپیوتر و اطلاعات بوده است. وی عضو بسیاری از انجمن‌های حرفه‌ای از قبیل Phi Kappa Phi, Eta Kappa Nu, Sigma Xi و Tau Beta Pi و IEEE نیز می‌باشد.

---

1. University of Tennessee, Knoxville

## **Richard E. Woods**

Richard E. Woods مدارک کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترای خود را در رشته مهندسی برق از دانشگاه UTK اخذ نموده است. تجارب حرفه‌ای وی حاصل آموزش‌های آکادمیک سنتی، مشاوره، فعالیت‌های دولتی و کارهای صنعتی می‌باشند. وی اخیراً MedData Interactive (یک شرکت با فناوری بالا، متخصص در توسعه سیستم‌های رایان‌های برای کاربردهای پزشکی) را بنیاد نهاده است. همچنین بنیان گذار و معاون شرکت Perceptics و متصدی توسعه قسمت‌های تجزیه و تحلیل تصاویر و محصولات با قابلیت تصمیم‌گیری خودکار می‌باشد.

پیش از فعالیت در MedData و Perceptics، دکتر Woods، استادیار در رشته مهندسی برق و علوم کامپیوتر در دانشگاه Tennessee بود. قبل از این، به عنوان مهندس کاربرد کامپیوتر در شرکت Union Carbide فعالیت داشته است. به عنوان مشاور، در توسعه برخی از پردازنده‌های دیجیتال یک منظوره برای آژانس‌های فضایی و نظامی گوناگون از جمله NASA، سیستم فرمان موشک‌های بالستیک و آزمایشگاه ملی Oak Ridge شرکت نموده است.

دکتر Woods مقالات بسیاری در رابطه با پردازش سیگنال‌های دیجیتال منتشر کرده و دستیار نویسنده کتاب پردازش تصاویر دیجیتال می‌باشد. همچنین عضو چندین انجمن حرفه‌ای شامل Tau Beta, Phi Kappa Phi و IEEE است. در سال 1986 به عنوان دانش‌آموخته (فارغ التحصیل) برجسته در دانشگاه Tennessee شناخته شد.

## **Sreven L. Eddins**

Steven L. Eddins مدیر توسعه گروه پردازش تصویر شرکت MathWorks بوده و توسعه چندین نسخه از جعبه ابزارهای پردازش تصویر شرکت را رهبری کرده است. تجارب حرفه‌ای وی ساختن نرم‌افزارها بر پایه آخرین تحقیقات در زمینه الگوریتم‌های پردازش تصاویر است که در علوم و مهندسی کاربردهای فراوانی دارد.

قبل از پیوستن به شرکت MathWorks در سال 1993، دکتر Eddins عضو هیئت علمی رشته علوم کامپیوتر و مهندسی برق در دانشگاه Illinois شیکاگو بود و در آنجا کلاس‌های سطوح ارشد در پردازش تصاویر دیجیتال، تصاویر مجازی در رایانه، الگو شناسی و طراحی فیلترها را تدریس می‌کرد و تحقیقی در حوزه فشرده سازی تصاویر انجام داده است.

دکتر Eddins دارنده مدارک کارشناسی (1986) و دکترا (1990)، در رشته مهندسی برق از مؤسسه فناوری Georgia می‌باشد و عضو انجمن IEEE نیز می‌باشد.



## مقدمه

برای بررسی امکان پذیری راه حل مطرح شده در حوزه پردازش تصاویر دیجیتالی، بکار تجربی گسترده‌ای نیاز است. در این فصل چگونگی ترکیب تئوری و نرم‌افزار در یک محیط پیش نمونه شرح داده می‌شود. هدف از ایجاد چنین محیطی آماده سازی مجموعه ابزارهای مناسب، برای حل مسائل گسترده‌ای در پردازش تصویر دیجیتالی است.

## ۱-۱ پیشگفتار

ویژگی مهمی که در طراحی سیستم پردازش تصویر بر آن تأکید می‌شود، انجام آزمایشات بسیار زیاد قبل از رسیدن به یک راه حل قابل قبول است. این ویژگی اشاره به روش‌های فرمول‌سازی و راه‌حل‌های پیش نمونه دارد و در کاهش هزینه و زمان بکار رفته برای پیاده سازی سیستم پایدار نقش اصلی ایفا می‌کند. برای ایجاد ارتباط بین تئوری و کاربرد آن در یک محیط نرم‌افزاری مناسب، مطالب کمی‌نوشته شده‌است. هدف اصلی این کتاب یکی کردن مفاهیم تئوری با دانش مورد نیاز برای اجرای این مفاهیم، با استفاده از ابزارهای نرم‌افزاری مدرن پردازش تصویر است. مبانی تئوری فصل‌های بعدی عمدتاً از کتاب پردازش تصاویر دیجیتالی (Gonzalez and Woods [2008]) از انتشارات پرنتمیس‌هال می‌باشد. کد نرم‌افزار و ابزارهای پشتیبان از جعبه ابزار تصویر MATLAB (بخش ۱-۳) استفاده شده‌اند. این کتاب از لحاظ طراحی، نگارش و سبک با کتاب گنزالس و وودز شباهت دارد. بنابراین ارتباط بین دو کتاب را تسهیل می‌بخشد.

هر چند کتاب جامع است ولی برای یادگیری مطالب آن خواننده باید در مورد پردازش تصاویر دیجیتالی اطلاعات مقدماتی داشته باشد. بهتر است خواننده با MATLAB و اصول مقدماتی برنامه نویسی

کامپیوتری آشنا باشد. چون MATLAB یک زبان آرایه-گرا است، آشنایی با اصول تحلیل ماتریسی نیز مفید خواهد بود.

کتاب بر اساس اصولی سازمان‌دهی و بصورت کتاب درسی ارائه شده‌است و به همین دلیل، حالت راهنمای نرم‌افزاری ندارد. بنابراین قبل از گسترش مفاهیم جدید برنامه ریزی، ایده‌های اساسی و نرم‌افزاری توضیح داده شده‌اند. مطالب با مثال‌های زیادی از بخش‌های صنعتی و پزشکی تا سنجش از دور و نجوم بیان شده‌است. این روش باعث پیشرفت منظمی می‌شود که از مفاهیم ساده شروع شده و به اجرای الگوریتم‌های پیچیده پردازش تصویر خواهند رسید. خواننده‌ای که با MATLAB و IPT و اصول اساسی پردازش تصویر آشنایی دارد نیز می‌تواند به کاربردهای خاص مورد نظرش بپردازد و از کتاب برای گسترش توابع IPT استفاده کند. توابع جدید بیان شده در کتاب مستند هستند و کد این توابع در هر فصل یا در پیوست C بیان شده‌است.

بیش از ۱۲۰ تابع جدید ارائه شده در فصل‌های بعدی، تقریباً با افزایش ۴۵٪ مجموعه IPT را کامل می‌کنند. علاوه بر کاربردهای خاصی که هر تابع جدید دارد، این توابع مثال‌هایی از نحوه ترکیب توابع MATLAB و IPT با کدهای جدید، برای گسترش راه کارهای اولیه در طیف گسترده‌ای از مسایل پردازش تصاویر دیجیتال هستند.

## ۲-۱ پردازش تصویر دیجیتال چیست؟

یک تصویر را می‌توان بصورت یک تابع دو بعدی  $f(x, y)$  تعریف کرد که  $x, y$  مختصات مکانی است و دامنه  $f$  در هر مختصات  $(x, y)$  شدت یا سطح خاکستری از تصویر در آن نقطه نامیده می‌شود. وقتی  $x$  و  $y$  و مقادیر  $f$  متناهی، مجزا و گسسته باشند به این تصویر، تصویر دیجیتالی می‌گویند. پردازش تصویر دیجیتالی به پردازش‌های دیجیتالی روی تصویر دیجیتالی با استفاده از رایانه اشاره دارد. توجه کنید که تصویر دیجیتالی ترکیبی از تعداد عنصر محدود است که هر کدام مکان و مقدار خاصی دارند. این المان‌ها، نقاط تصویر یا پیکسل<sup>۱</sup> نامیده می‌شوند. پیکسل واژه‌ای است که به طور گسترده برای مشخص کردن المان‌های تصویر دیجیتالی بکار می‌رود. این عناصر در فصل ۲ به طور مفصل شرح داده خواهد شد.

بینایی از حس‌های پیش رفته انسان است. بنابراین شگفت‌آور نیست که تصاویر نقش بسیار مهم و منحصر به فردی را در ادراک آدمی بازی می‌کنند. برخلاف انسان‌ها، که منحصر به باند مرئی طیف الکترومغناطیسی هستند، ماشین‌های تصویر برداری تقریباً تمامی طیف الکترومغناطیسی را که از اشعه گاما تا امواج رادیویی گسترده‌است؛ می‌پوشانند و می‌توانند روی تصاویری (مثل تصاویر مافوق صوت، میکروسکوپ الکترونی، و تصاویر ایجاد شده توسط رایانه) عمل کنند که منبع ایجاد آن‌ها، برای انسان نامأنوس است. بنابراین پردازش تصویر دیجیتالی کاربردهای گسترده و متنوعی را دربر می‌گیرد.

نویسندگان در خصوص اینکه پردازش تصویر چه زمانی متوقف شود و سایر نواحی وابسته به آن، مانند تحلیل‌های تصویر و بینایی ماشین، آغاز شود؛ توافق کلی ندارند. گاهی پردازش تصویر عملیاتی تعریف می‌شود که ورودی و خروجی آن تصویر باشد. ما نیز برای ایجاد محدودیت و تعیین مرز ساختگی به این امر اعتقاد داریم. برای مثال، با این تعریف، حتی عملیات جزئی محاسبه شدت میانگین از یک تصویر به عنوان عملیات پردازش تصویر در نظر گرفته نمی‌شود. از طرف دیگر، حوزه‌هایی وجود دارد که مقصد نهایی آن استفاده از رایانه‌ها برای تقلید حس بینایی انسان است. مثلاً در بینایی ماشین یادگیری، استنباط، نتیجه‌گیری و انجام عملیات براساس ورودی‌های بصری انجام می‌شود. این حوزه‌ها شاخه‌ای از هوش

1. pixel, pels, image element, picture element

مصنوعی هستند که می‌خواهند از هوش انسان تقلیدکنند و در گام‌های اولیه پیشرفت قرار دارند. حوزه تحلیل تصویر (که درک تصویر نیز خوانده می‌شود) بین پردازش تصویر و بینایی ماشین واقع شده است. در زنجیره‌ای که پردازش تصویر در یک طرف و بینایی ماشین در طرف دیگر است، مرزهای کاملاً مشخصی وجود ندارد. به هر حال، یک الگوی مناسب در نظر گرفتن سه نوع پردازش کامپیوتری در این زنجیره است: پردازش‌های سطح پایین، میانی، و سطح بالا. پردازش‌های سطح پایین شامل عملیات ابتدایی پردازش تصویر به منظور کاهش نویز، بهبود کنتراست و تیز کردن تصویر است. در پردازش‌های سطح پایین ورودی و خروجی تصویر است. پردازش‌های سطح میانی، شامل کارهایی از قبیل قطعه بندی (تقسیم بندی تصویر به نواحی یا عناصر)، توصیف عناصر به فرم مناسبی برای پردازش‌های رایانه‌های و دسته بندی (شناسایی) عناصر می‌باشد. در پردازش‌های سطح میانی ورودی عموماً تصویر، اما خروجی صفاتی استخراج شده‌ای از آن تصویر (مثلاً لبه‌ها، محیط‌ها و ماهیت عناصر منفرد) است. در نهایت پردازش‌های سطح بالا با ایجاد حساسیت در یک مجموعه شناسایی شده از عناصر در ارتباط است و در طرف دیگر زنجیره به انجام توابع شناختی که معمولاً با بینایی انسان همراه است می‌پردازد.

بر اساس نظریات قبل می‌بینیم که پردازش تصویر و تحلیل تصویر در شناسایی نواحی یا عناصر منفرد تصویر، با یکدیگر هم‌پوشانی منطقی دارند. بنابراین آنچه در این کتاب پردازش تصویر دیجیتالی خوانده می‌شود شامل پردازش‌هایی با ورودی و خروجی تصویر است و بعلاوه استخراج صفاتی از تصویر و شناسایی عناصر منفرد را دربر می‌گیرد. به عنوان مثال ساده‌ای که این مفاهیم را بهتر بیان کند، تحلیل خودکار یک متن رادر نظر بگیرید. فرآیند بدست آوردن ناحیه‌ی متن از تصویر، پیش پردازش آن تصویر، استخراج (قطعه‌بندی) کاراکترهای منفرد، توصیف کاراکترها به فرم مناسب برای پردازش رایانه‌ای و شناسایی آن کاراکترها، همه در حوزه‌ای هستند که در این کتاب پردازش تصویر خوانده می‌شود.

### ۳-۱ MATLAB و جعبه ابزار پردازش تصویر

MATLAB یک زبان سطح بالا برای محاسبات فنی است و یک در محیط ساده؛ محاسبات، تجسم و برنامه‌نویسی را جمع کرده و مسایل و راه‌حل‌ها را بصورت نگارش ریاضی بیان می‌کند. استفاده عمومی از این نرم‌افزار شامل موارد زیر است:

- ریاضیات و محاسبه.
- گسترش الگوریتم.
- دریافت داده.
- مدل‌سازی، شبیه‌سازی، ایجاد نمونه اولیه.
- آنالیز داده، داده کاوی و به تصویر کشیدن داده‌ها
- گرافیک‌های علمی و فنی.
- گسترش برنامه‌های کاربردی با ایجاد رابط گرافیکی کاربر.

MATLAB یک سیستم تعاملی است و المان اصلی آن، آرایه می‌باشد. بدین ترتیب در MATLAB بسیاری از مسایل تکنیکی محاسباتی (مخصوصاً آن‌هایی که شامل نمایش ماتریسی هستند)، در زمان کمتری نسبت به زبانی مانند C یا فورترن قابل نمایش است.

نام MATLAB از MATrix LABratory یا آزمایشگاه ماتریس گرفته شده و برای دسترسی آسان به نرم‌افزارهای ماتریسی توسعه یافته در پروژه‌های LINPACK و EISPACK طراحی شده است. امروزه در MATLAB کتابخانه‌های LAPACK و BLAS وجود دارد و نرم‌افزار محاسباتی ماتریسی مدرنی شکل گرفته است.

در محیط‌های دانشگاهی، MATLAB ابزار محاسباتی استاندارد است که در ریاضیات، مهندسی و علوم کاربرد دارد. در صنعت، MATLAB ابزار محاسباتی تحقیق، گسترش و تحلیل است. MATLAB با خانواده‌ای از راه‌حل‌های کاربردی که جعبه ابزار نامیده می‌شود، کامل شده‌است. IPT مجموعه توابعی است (با نام M-file یا M-Function) که قابلیت MATLAB برای حل مسایل پردازش تصویر دیجیتالی را گسترش می‌دهد. گاهی از جعبه ابزارهای دیگری نیز برای تکمیل IPT استفاده می‌شود، مانند جعبه ابزارهای پردازش سیگنال، شبکه عصبی، منطق فازی و جعبه‌ابزار موجک. نسخه دانشجویی MATLAB نسخه‌ی کاملی از MATLAB است و با تخفیف قابل ملاحظه‌ای در وب سایت ([www.mathwork.com](http://www.mathwork.com)) قابل خریداری است.

## ۱-۴ آنچه از پردازش تصویر که در این کتاب آموزید

در هر فصل این کتاب موضوعاتی از MATLAB و IPT برای اجرای روش‌های پردازشی بحث شده‌است. وقتی برای انجام روش خاصی، توابع MATLAB یا IPT وجود نداشته باشد، تابع جدیدی را ایجاد کرده و سنددار می‌کنیم. همانطور که قبلاً گفته شد، لیست کامل توابع جدید در این کتاب موجود است. دوازده فصل باقیمانده کتاب شامل مطالب زیر است.

**فصل ۲: اصول و مبانی.** این فصل در مورد مسایل اصلی نگارش MATLAB، مفاهیم اندیس‌گذاری و برنامه‌ریزی است. این مطالب پایه و اساس مطالب سایر فصول می‌باشد.

**فصل ۳: تبدیلات شدت و فیلترینگ مکانی.** این فصل به بررسی جزئیات چگونگی استفاده از MATLAB و IPT برای اجرای توابع تبدیلات فضایی؛ فیلترهای خطی و غیر خطی فضایی می‌پردازد.

**فصل ۴: پردازش در حوزه فرکانس.** موضوعات این فصل چگونگی استفاده از توابع IPT برای محاسبه تبدیل سریع مستقیم و معکوس فوریه (FFT)ها، به تصویر کشیدن طیف فوریه و اجرای فیلترینگ در حوزه فرکانس، همچنین روش ایجاد فیلترهای حوزه فرکانس از فیلترهای فضایی خاص را نشان می‌دهد.

**فصل ۵: بازسازی تصویر.** روش‌های سنتی بازسازی تصویر، مانند فیلتر وینر در این فصل قرار گرفته‌است. روش‌های تکراری و غیرخطی مانند روش Richardson-Lucy و تقریب بزرگترین همسایگی برای دی‌کانولوشن کور (بازپیش‌کور)، بررسی و توضیح داده شده‌است. همچنین شامل تصحیحات هندسی و ثبت تصویر است.

**فصل ۶: تبدیلات هندسی و ثبت تصویر.** در این فصل اصول و تکنیک‌های اجرایی تبدیلات هندسی، مانند تبدیل آفین و تبدیلات تصویری بحث می‌شود. همچنین روش‌های درون‌یابی و تکنیک‌های مختلف ثبت تصویر همراه با مثال‌هایی بیان خواهد شد.

**فصل ۷: پردازش تصویر رنگی.** این فصل در ارتباط با تصویر تمام رنگی یا تصویر شبه رنگی است. مدل‌های رنگی قابل اعمال به پردازش تصاویر بررسی شده و کارایی IPT در پردازش تصاویر رنگی از طریق اجرای مدل‌های رنگی بیشتر، گسترش یافته‌است. در این فصل کاربردهای رنگ برای آشکارسازی لبه و قطعه‌بندی ناحیه توضیح داده می‌شود.

**فصل ۸: موجک.** IPT تابع مربوط به تبدیل موجک ندارد. مجموعه‌ای از توابع مرتبط با موجک در مقایسه با جعبه‌ابزار موجک در این فصل گسترش یافته‌است و بدین ترتیب خواننده می‌تواند همه مفاهیم تبدیل موجک بررسی شده در کتاب گنزالز و وودز را اجرا کند.

**فصل ۹: فشرده سازی تصویر.** IPT تابعی برای فشرده سازی داده ندارد. در این فصل مجموعه توابعی را گسترش می‌دهیم که می‌تواند بدین منظور استفاده شود.

**فصل ۱۰: شکل‌شناسی پردازش تصویر.** در این فصل طیف گسترده‌ی توابع موجود در IPT برای شکل‌شناسی پردازش تصویر با استفاده از تصاویر باینری و تصویر مقیاس‌خاکستری شرح داده شده‌است.

**فصل ۱۱: قطعه‌بندی تصویر.** مجموعه توابع موجود در IPT برای قطعه‌بندی تصویر در این فصل بررسی شده‌است و برای تبدیل هاف و رشد ناحیه نیز توابع جدیدی گسترش‌یافته‌است.

**فصل ۱۲: نمایش و توضیح.** در این فصل چندین تابع جدید برای شرح و نمایش عنصر، شامل کد زنجیری و نمایش چندضلعی، گسترش‌یافته‌است. توابع جدید همچنین شامل شرح و توضیح عنصر، توصیف گره‌های فوریه، بافت و ثابت‌های گشتاور می‌باشند. این توابع، توابع گسترده‌ی موجود در IPT را کامل می‌کنند.

**فصل ۱۳: شناسایی عنصر.** یکی از ویژگی‌های مهم این فصل، اجرای کارآمد توابع محاسبه‌ی فاصله‌ی اقلیدسی و ماهالانوبیس است. این توابع در تطبیق الگو نقش مرکزی دارند. در این فصل چگونگی دستکاری رشته‌هایی از نشانه‌ها در MATLAB بررسی می‌شود. دستکاری رشته و تطبیق، در شناسایی الگوها بسیار مهم هستند.

علاوه بر موضوعات قبل کتاب شامل دو پیوست و یک CD است.

**پیوست A:** شامل خلاصه‌ای از همه‌ی توابع IPT و توابع جدید پردازش تصویر گسترش‌یافته در کتاب و توابع پرکاربرد MATLAB است. این مرجع خوبی است که یک دید کلی از توابع جعبه ابزار و کتاب ایجاد می‌نماید.

**پیوست B:** چگونگی اجرای رابط گرافیکی کاربر (GUI) در MATLAB را بررسی می‌کند. GUIها متمم مفیدی برای موضوعات این کتاب هستند، چرا که ایجاد و کنترل توابع متعامل را ساده می‌کنند.

**CD کتاب:** هنگامی که تابع جدیدی ایجاد شده، کُد تابع جدید در همان فصل وجود دارد. این کدها در CD کتاب نیز آمده‌اند. کُد بعضی از توابع عمداً در CD قرار داده شده تا بدینوسیله از توضیحات متن اصلی منحرف نشویم.

## ۵-۱ وب سایت کتاب

ویژگی مهم این کتاب پشتیبانی موارد موجود در کتاب از طریق وب سایت زیر است

[www.prenhall/gonzalezwoodsddins](http://www.prenhall/gonzalezwoodsddins)

که در موارد زیر از کتاب پشتیبانی می‌کند:

- دانلود M-Fileهای کتاب
- خودآموزها
- پروژه‌ها
- موارد آموزشی
- اتصال به پایگاه‌های داده‌ی همه‌ی تصاویر کتاب
- به روز رسانی کتاب

در این سایت، وب سایت کتاب Gonzalez و wood، به آدرس زیر وجود دارد

[www.prenhall.com/gonzalezwoods](http://www.prenhall.com/gonzalezwoods)

## ۶-۱ شیوه نگارش

معادلات در کتاب با استفاده از نشانه‌های کج و یونانی بصورت  $f(x, y) = A \sin(ux + vy)$  و  $\phi(u, v) = \tan^{-1}[I(u, v) / R(u, v)]$  و نام همه توابع MATLAB و نشانه‌ها با فونت Verdana مانند `fft2(f)`، `logical(A)` و `riopoly(f,c,r)` تایپ شده است. از حروف پرنج، مانند **Tab**، **Return** برای کلیدهای صفحه کلید و همچنین برای ارجاع به مواردی که روی صفحه رایانه یا منوها وجود دارد، مانند **Edit**، **File** استفاده می‌کنیم. (شماره عناوین اصلی و شکل‌ها همگی از راست به چپ خوانده می‌شود).

## ۷-۱ میز کار MATLAB

میز کار MATLAB پنجره اصلی کار با این نرم‌افزار است. این پنجره شامل یک سری ابزارهای گرافیکی است که به کمک آن‌ها می‌توان فرمان‌های MATLAB را اجرا کرد، خروجی را مشاهده نمود و همچنین فایل‌ها و متغیرها را مدیریت کرد. همانطور که شکل ۱-۱ نشان می‌دهد، میز کار در حالت پیش‌فرض شامل پنج زیر پنجره است: پنجره فرمان، مرورگر فضای کاری، پنجره فهرست کنونی و پنجره تاریخچه دستورات. در شکل ۱-۱ پنجره دیگری را می‌بینید که برای نمایش تصاویر و گرافیک‌ها به کار می‌رود. پنجره دستور (یا Command Window) پنجره‌ای است که کاربر فرمان‌ها و عبارات MATLAB را در مقابل نشانه  $(>>)$  تایپ می‌کند و خروجی آن فرمان‌ها نمایش داده می‌شوند. مثلاً کاربر می‌تواند تابعی را فراخوانی کند یا به یک متغیر، مقدار دلخواهی اختصاص دهد. مجموعه متغیرهایی که در یک نشست ایجاد می‌شود را workspace یا فضای کاری گویند.

پنجره تاریخچه دستورات (یا Command History Window) شامل رکوردهایی از فرمان‌های اجرا شده توسط کاربر در پنجره فرمان است. فرمان‌های قبلی اجرا شده در MATLAB را می‌توان با راست کلیک روی فرمان یا فرمان‌های متوالی موجود در پنجره تاریخچه دستورات این فرمان‌ها را اجرا، کپی یا در فایلی ذخیره نمود.

میزکاری MATLAB را می‌توان طوری شکل‌بندی کرد که یک، یا چند، یا همه ابزارها و پنجره‌های قبلی را نمایش دهد. ابزارهای میزکار در جدول ۱-۱ نشان داده شده است.

مستطیل بالایی پنجره مسیر کنونی (یا Current Directory) را نشان می‌دهد. این مستطیل شامل مسیری است که کاربر در حال حاضر با آن کار می‌کند. این مسیر را می‌توان با علامت پیکان سمت راست مستطیل یا با کلیک روی دکمه ("...") تغییر داد. فایل‌های موجود در مسیر کنونی با مرورگر مسیر کنونی (Current Directory Browser) قابل مشاهده و تغییر است.