به نام خدا

موسسه غیر انتفاعی طبری بابل

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد

**معرفي مدل‌های نويز در پردازش تصوير و راهکاری برای كاهش نويز با استفاده از منطق فازی**

امیرحسین زاهدی

استاد راهنما: دکتر میرحسینی

# **فصل اول: پروپوزال**

## **1-1 تعریف مسئله**

با پیشرفت روزافزون دانش مخابرات نرخ تبادل اطلاعات به صورت چشم‌گیری افزایش یافته است. با در نظر گرفتن این نکته که حجم بالایی از اطلاعاتی که کاربران به مبادله می‌پردازند به شکل تصویری می‌باشد، اهمیت پردازش تصویر مشخص می‌شود. به علاوه، در پردازش تصویر هدف بهبود کیفیت تصویر برای بیننده و یا آماده کردن تصویر برای استخراج اطلاعات نهفته در آن شامل ترکیب‌ها، خصوصیات و ساختارهای مشخص است.

برای هر دو کاربرد فوق افزایش کیفیت تصویر جهت بهبود خواص ظاهری تصویر و یا پر کردن جنبه‌ی خاصی از اطلاعات تصویر ضروری است. اما به خاطر طبیعت فیزیکی تصادفی موجود در سیستم‌های تصویربرداری، وجود نویز در تصویر امری اجتناب ناپذیر است. به عنوان مثال میزان روشنایی و دمای حسگرهای تصویربرداری از مهمترین موارد موثر در میزان نویز تصویر هستند. همچنین از آنجا که حسگرهای تصویر تعداد فوتون‌های دریافتی را می‌شمارند، تصاویر عموما نویزِ شمارش فوتون دارند. به علاوه به دلایل مختلف در حین تبدیل تصویر از یک قالب به قالب دیگر مثال تصویر برداری، کپی کردن، اسکن کردن، دیجیتال کردن، انتقال در کانال، نمایش دادن، چاپ و یا فشرده‌سازی تصویر، همواره انواع گوناگونی نویز به تصویر افزوده می‌شود. یکی از نویزهای رایجی که در تصاویر ایجاد می‌شوند نویزهای ضربه‌ای هستند. دو نوع معمول از نویزهای ضربه‌ای، نویزهای فلفل نمکی و نویزهای با مقدار تصادفی هستند. برای تصاویر تخریب شده توسط نویزهای ضربه‌ای فلفل نمکی، پیکسل‌های نویزی دارای ارزش مقادیر ماکزیمم و مینیمم هستند.

برای پیکسل‌های 8 بیتی، نویز نمکی دارای مقدار ارزش ماکزیمم 255 و نویز فلفل دارای مقدار ارزش مینیمم صفر است. حضور نویز از لحاظ ظاهری آزار دهنده است و به علاوه انجام پردازش‌های گوناگون تصویر مانند بخشبندی، تشخیص و تفسیر را با مشکل مواجه می‌کند. بنابراین افزایش کیفیت تصویر و حذف نویزهای ایجاد شده در تصویر یک مرحله اساسی قبل از هر عملیات پردازشی است. اما نکته مهم در طول روند حذف نویز این است که تصویر اصلی و به خصوص جزئیات آن تا حد امکان آسیبی نبیند و ساختار تصویر اصلی حفظ شود. بر این اساس روش‌های مختلفی برای حذف نویز مطرح شده است.

از اینرو، براي کاهش نویز در تصاویر دیجیتال سیاه و سفید فیلتر هاي متنوعی پیشنهاد شده است. فیلترهاي استاندارد جعبه ابزار پردازش تصویر از جمله فیلترهاي میانگین، ماکزیمم، مینیمم، فیلترهاي وفقی و فیلتر وینر فیلترهاي موثري در جهت کاهش نویز در تصاویر هستند اما گاهی بسته به تصویر و یا نوع و میزان نویز موجود در تصویر پس از فیلترینگ تصویر تیره و تار می شود و تصویر کیفیت اصلی خود را پیدا نمی‌کند . بنابراین براي کاهش نویز در تصاویر به فیلترهاي مبتنی بر منطق فازي روي آورده شده است. سیستم هاي منطق فازي سال 1965 توسط پروفسور لطفی زاده ارائه شد.

منطق فازي با مجموعه‌هاي فازي و روابط منطقی براي مدل سازي با مسئله‌هاي استدلال انسان در جهان واقعی سروکار دارد. مجموعه فازي، بر خلاف مجوعه‌هاي معمولی، همه عناصر مجموعه جهانی را شامل می‌شوند اما با درجه‌هاي عضویت مختلف در فاصله [0,1] در صورتی که مجموعه معمولی به صورتی نوشته می شود که درجه عضویت اعضاي آن برابر 1 براي اعضایی که شامل آن مجموعه هستند و سایر اعضاي مجموعه جهانی درجه صفر دارند. منطق فازي در زمینه پردازش تصاویر دیجیتال کاربردهاي وسیعی پیدا کرده است.

## **2-1 پژوهش‌هاي علمي انجام شده در ارتباط با پايان نامه**

بسیاری از توسعه‌های علمی که نیازمند فعالیت در زمینه حذف نویز در تصاویر است، باید به طور مداوم و یکنواخت به بررسی حوزه‌ی مربوط به نظریه حذف نویز توجه کنند. از طرفی دیگر، بسیاری از محققان به بررسی ادبی جنبه‌های علمی و نظری این پدیده پرداخته‌اند.

اکثر نشانی‌های مربوط به نویز در سیستم‌های تصویری معمولا به لحظه گرفتن عکس، کدنویسی، انتقال و مراحل پردازش تصویر مربوط می‌شود. نویز معمولا در سیگنال‌های مربوط به صدا، تصویر و ویدیو ایجاد اختلال می‌کند. از همین‌رو برخی سوالات در ذهن محققان شکل می‌گیرد، نظیر اینکه چه مقدار از سیگنال اصلی خراب شده است؟ چگونه می‌توان سیگنال را بازسازی کرد؟ کدام مدل نویز به تصویر خراب شده‌ی ما مربوط است؟

با این حال همیشه نیاز است تا به تقویت و افزایش آگاهی تئوری و عملی نگرانی‌های موجود در ارتباط با نویز در تصاویر دیجیتالی بپردازیم. نویز، سیگنال تصادفی است که موجب تخریب بخشی از اطلاعات تصویر می‌شود. تخریب تصویر رایج‌ترین آسیبی است که در پردازش تصویر وجود دارد. تصویر می‌تواند توسط انواع مختلفی از نویزها شامل نویز گوسی، نویز پواسون، نویز اسپاک، نویز فلفل و نمک و بسیاری دیگر تخریب شود. علت ایجاد این نویزها می‌تواند در منبع نویز مجاور دستگاه‌های تصویر برداری باشد و یا محل ذخیره‌سازی معیوب و یا ممکن است اشتباه/نقص وسیله‌های تصویر برداری مانند دوربین‌ها، لنزها و فاصله کانونی ضعیف، پراکندگی و یا هر شرایط نامطلوبی که به بروز نویز کمک می‌کند باشد.

در سال های اخیر، کاهش نویز تصاویر به عنوان یکی از قدیمی ترین حوزه‌هاي پردازش تصویر کماکان داراي اهمیت است . روش‌هاي مؤثري براي کاهش نویز تصاویر ارائه شده است . همچنین در بسیاري از مقالات از منطق فازي براي کاهش نویز در تصاویر استفاده شده است . برخی از فیلترهاي فازي به جاي استفاده از اطلاعات آماري از ویژگی هاي ساختاري درون تصاویر بهره جسته اند. با در نظر گرفتن این که عموم روش های فازی ارائه شده برای کاهش نویز تصاویر مربوط به نویزهای ضربه ای می باشد، برای این منظور به برخی از آن ها اشاره می شود.

*فیلتر میانگین*

این فیلتر یکی از فیلتر هاي استاندارد جعبه ابزار پردازش تصویر می‌باشد. این فیلتر در جهت کاهش نویز تصویر موثر است اما مشکلی که این نوع فیلتر دارد این است که پس از کاهش نویز تصویر تیره و تار می‌شود و از کیفیت اصلی تصویر می‌کاهد. مشکل عمده‌اي که این نوع فیلترها دارند این است که اقدام به اصلاح هر دو نوع پیکسل نویزي و پیکسل‌هاي فاقد نویز می‌کنند، به عبارت دیگر تمام پیکسل‌هاي تصویر را فیلتر می‌کنند، بنابراین روي تمام پیکسل‌ها تاثیر می‌گذارند و حتی بر جایی که فاقد نویز است هم تاثیر می‌گذارد. درنتیجه تصویر تیره و تار می‌شود.

*فیلتر هوشمند فازي جهت کاهش نویز ضربه*

این فیلتر توسط ماهیش و پراب هانجان در سال 2010 ارائه شد. این فیلتر براي کاهش نویز ضربه بسیار مناسب می‌باشد. عملکرد فیلتر به گون‌ اي است که ابتدا مشتق فازي را به منظور کاهش حساسیت نسبت به تغییرات تصویر مانند لبه ها محاسبه می‌کند. سپس توابع عضویت را براي فیلترینگ مورد نظر بدست می‌آورد. با چند بار اعمال این فیلتر می‌توان نویز‌هاي تصویر را به شدت کاهش داد. توابع عضویت مورد نیاز براي سیستم فازي در هر بار تکرار فیلترینگ با توجه به سطح نویز باقیمانده در تصویر اقتباس می‌شوند.

فیلتر هوشمند فازي تصویر براي حذف نویز ضربه

این فیلتر توسط چانگ لی و چاین هاسو در سال 2002 ارائه شد. این فیلتر شامل دو فرآیند تعیین عدد هوشمند فازي و فرآیند استنتاج فازي است. ویژگی کلی تصویر توسط عدد فازي نمایش داده می‌شود. این عدد طی الگوریتمی با استفاده از هیستوگرام تصویر بدست می‌آید و ویژگی‌هاي کلی درباره تصویر و نویز آن را در بر دارد. در فرآیند دوم با استفاده از عدد فازي بدست آمده در الگوریتم قبل به حذف نویز در تصویر می‌پردازیم . تعداد قواعد فازي و توابع عضویت فازي در این روش براي تصاویر مختلف با توجه به عدد فازي آن‌ها متفاوت می‌باشد.

## **3-1 فرضيات پژوهش**

در این پایان نامه فرض بر این است که تصاویر با نویز سفید تخریب شوند.

در این مطالعه، به بررسی فیلتر های حذف نویز پرداخته و از جمله نویز ضربه ای (فلفل و نمک) که رایج ترین نویز در تصاویر می باشد ارائه می دهیم.

فیلتر های موجود را بر روی تصاویر استاندارد اعمال کرده و با استفاده از پارامتر های نسبت سیگنال به نویز (*PSNR*) و میانگین مربعات خطا (*MSE*) مورد ارزیابی قرار می دهیم.

محاسبات عددی این پژوهش، با استفاده از نر افزار *MATLAB* است.

نتایج عددی حاصل از آزمایش ها حاکی از کارآمدی فیلتر پیشنهادی از نظر معیارهای کمی و کیفی می باشند.

## **4-1 اهداف این پژوهش**

بررسی انواع نویزها در تصاویر دیجیتال

مطالعه و بررسی منطق فازی در پردازش تصاویر دیجیتال

بررسی فیلترهای رفع نویز شامل فیلترهای استاندارد و فیلترهای رفع نویز مبتنی بر منطق فازی

تلاش برای ارائه‌ی یک رویکرد جدید برای کاهش نویز در تصاویر دیجیتال با بهره‌گیری از منطق فازی

## **5-1 خلاصه مراحل روش پژوهش و زمانبندی اجرای پايان نامه**

از آنجا که پردازش تصویر شاخه‌ای گسترده از دانش رایانه به شمار می‌آید و به دلیل اینکه پژوهش ما مستقیما با آن در ارتباط است، مطالعه و درک کلی پردازش تصویر امری ضروری بنظر می‌رسد. گام بعدی یافتن و ترجمه مراجع و مقالات مرتبط با موضوع کاهش نویز تصاویر با منطق فازی و آشنایی با فعالیت‌های پیشین این حیطه و همچنین آشنایی با منطق فازی می‌باشد. در گام‌های بعدی سعی می‌شود تا با بررسی روش‌های گذشته به ارائه‌ی یک رویکرد جدید برای کاهش/حذف نویز در تصاویر دیجیتالی بر اساس منطق فازی ارائه شود.

# **فصل دوم: پردازش تصویر**

## **1-2 تصویر دیجیتالی چیست؟**

در ساده‌ترین حالت یک تصویر را می‌توان توسط تابع دوبعدی  *f(x,y)* نشان داد که در آن *X* و *Y* را مختصات مکانی و مقدار *f* در هر نقطه را شدت روشنایی تصویر درآن نقطه می‌نامند. برای نمایش یک تصویر *N\*M* از یک آرایه دو بعدی (ماتریس) که *M* سطر و *N* ستون دارد استفاده می‌کنیم. يک تصوير ديجيتالی از تعدادی عناصر محدود با مقدار و موقعيت مختلف تشکيل شده است. اين عناصر، عناصر تصوير *element Picture* يا پيکسل (*Pixel*) ناميده می‌شوند.

مقدار هر عنصر از آرایه نشان دهنده شدت روشنایی تصویر در آن نقطه است. هر عنصر آرایه یک مقدار 8 بیتی است که می‌تواند مقداری بین 0 و 255 داشته باشد. مقدار صفر نشان دهنده رنگ تیره (سیاه) و مقدار 255 نشان دهنده رنگ روشن (سفید) است.

## **2-2 زمینه شکل­گیری تصاویر دیجیتال**

علاقه به روش‌هاي پردازش تصویر دیجیتالی از دو محدوده‌ي کاربردي اصلی نشأت می‌گیرد که آن محدوده‌ها عبارتند از: بهبود اطلاعات تصویري به منظور تعبیر انسانی، و پردازش داده‌هاي صحنه براي ادراك ماشینی مستقل. یکی از اولین کاربردهاي فنون پردازش تصویر در دسته‌ي اول، بهبود عکس‌هاي دیجیتالی شده‌ي روزنامه بود که از طریق کابل زیردریایی بین لندن و نیویورك منتقل می‌شد. استفاده از سامانه‌‌ي کابلی انتقال عکس *Bartlane* در ابتداي دهه‌ي 1920، زمان مورد نیاز براي انتقال یک عکس از عرض دریاي آتلانتیک را از بیشتر از یک هفته، به کمتر از سه ساعت کاهش داد. تجهیزات مخصوصی عکس‌ها را براي انتقال کابلی به صورت رمز درآورده و سپس آن‌ها را در محل دریافت بازسازي می‌کردند

شکل 2-1 به این روش انتقال یافت و در یک چاپگر تلگراف که الگوي نیم­تن[[1]](#footnote-1) را شبیه‌سازي می‌کرد، بازسازي شد. بعضی از مشکلات اولیه در مورد بهبود کیفیت دیداري این تصاویر اولیه، با انتخاب شیوه‌هاي چاپ و توزیع سطوح روشنایی مرتبط بود. روش چاپ مورد استفاده در شکل 2-1 تا پایان سال 1921 با روش دیگري که مبتنی بر تجدید چاپ عکس با استفاده از نوارهاي سوراخ شده در پایانه‌ي تلگراف بود، جایگزین شد. شکل 2-2 یک تصویر حاصل از این روش را نشان می‌دهد. بهبود نسبت به شکل 2-1 هم در کیفیت "تُنی" و هم در تفکیک، آشکار است. سامانه‌هاي اولیه‌ي *Bartlane* قادر به رمزنگاري تصویر با 5 سطح روشنایی متفاوت بود. این توانایی در سال 1929 م. به 15 سطح افزایش یافت. شکل نوع 2-3 تصویري را که می‌توان با استفاده از یک وسیله‌ي 15 رنگ به دست آورد، نشان می‌دهد. در خلال این مدت، اختراع سامانه‌ي ظهور صفحه فیلم با استفاده از پرتوهاي نوري مدوله شده با نوار عکس رمز شده، به مقدار زیادي فرآیند تجدید چاپ را بهبود داد.



شکل 2-1/ عکس رقمی که در سال 1921 از یک نوار رمز شده به وسیله­ي یک چاپگر تلگرافی که داراي نوك­هاي چاپ مخصوص بود، تهیه شد.



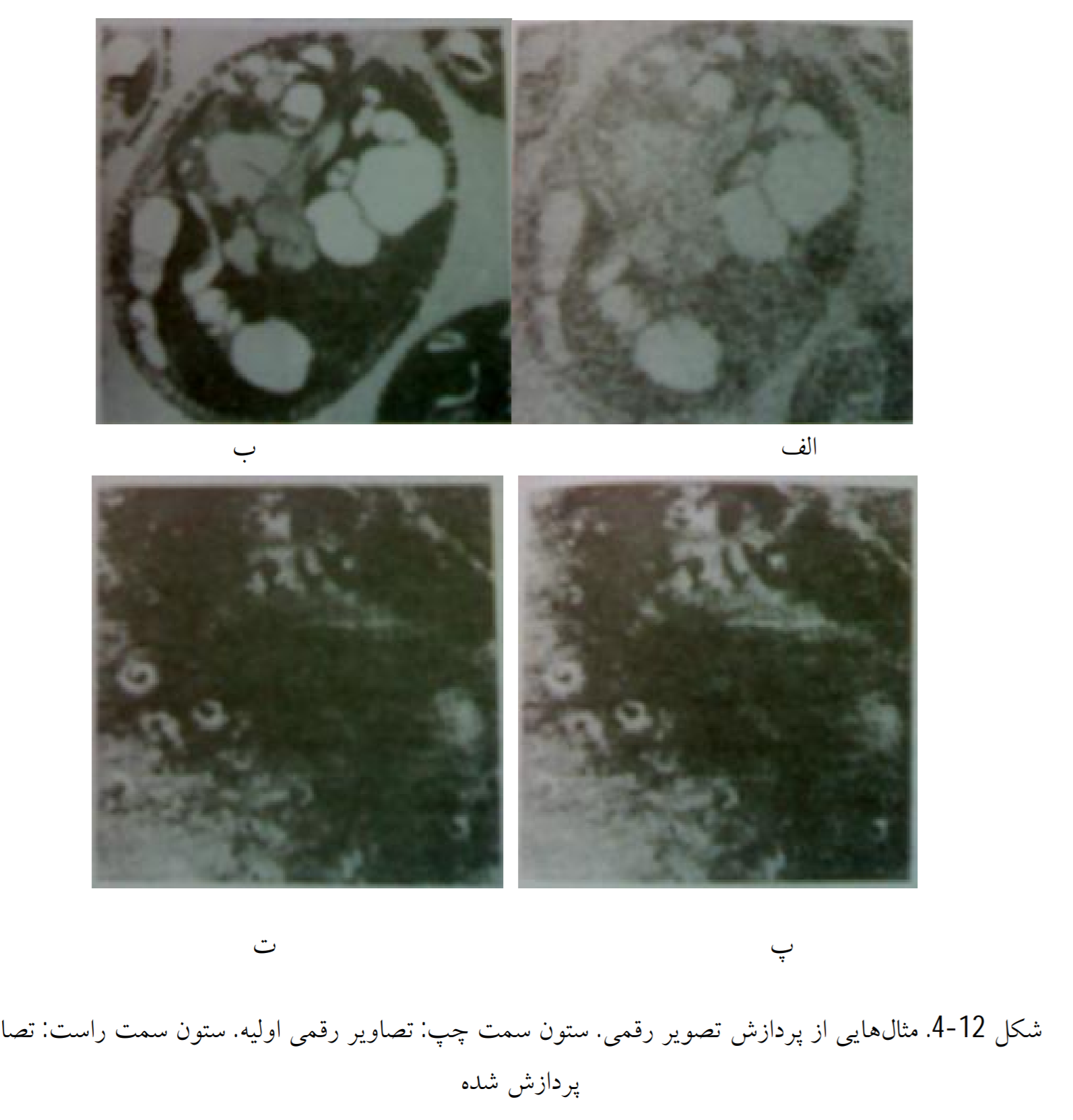
شکل 2-2/ عکس رقمی که در سال 1922 از نواري که پس از دو بار عبور سیگنال­ها از روي دریاي آتلانتیک سوراخ شده بود، تولید شد. چند خطا آشکار است.

در طی 35 سال بعد، روش‌هاي پردازش عکس‌هاي دیجیتالی انتقال یافته، بهبود یافت. با این حال توجه به مفاهیم پردازش تصویر تا زمان اختراع رایانه‌هاي بزرگ دیجیتالی و کاربرد آن‌ها در برنامه‌هاي فضایی به تأخیر افتاد. در سال 1964 در *California*, *Pasadena Laboratory Propulsion Jet* کار روي استفاده از فنون رایانه‌اي براي بهبود تصاویر ارسالی کاوشگر فضایی شروع شد. در آن هنگام عکس‌هاي ماه ارسالی از *Ranger 7* به وسیله‌ي رایانه پردازش می‌شد تا انواع گوناگون نویز تصویر، ناشی از دوربین تلوزیونی کاوشگر را تصحیح کند. این فنون به عنوان مبناي روش‌هاي بهبود یافته‌ي ارتقا و بازیابی تصاویر حاصل از مأموریت‌هاي *Surveyor* به ماه، مجموعه مأموریت‌هاي *Mariner* به مریخ، پروازهاي سرنشیندار *Apollo* به ماه و غیره به کار رفت.

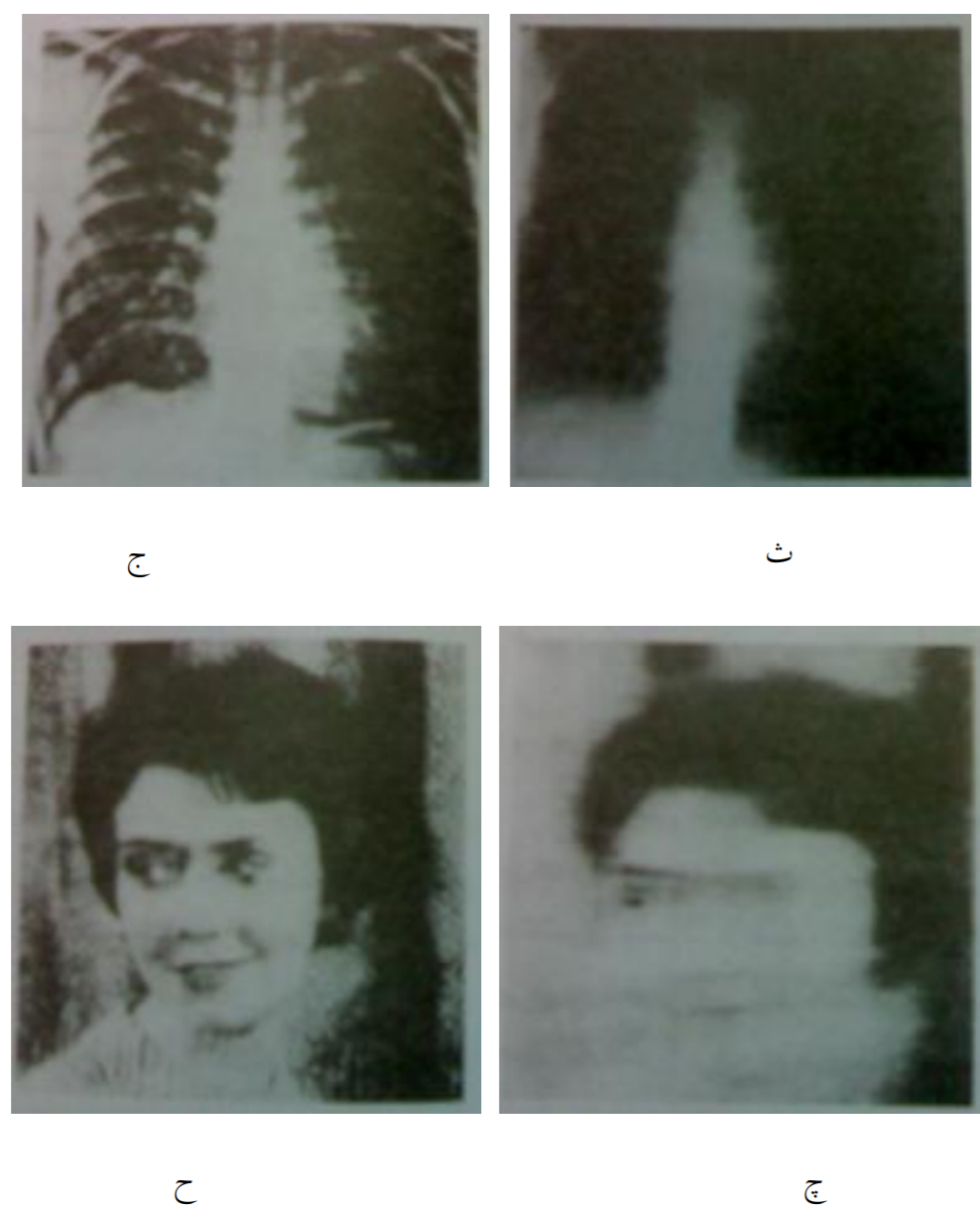


شکل 2-3/ عکس کابی اصلاح نشده از *Pershing* و *Foch* ، که در سال 1929 با یک دستگاه 15 رنگ از لندن به نیویورك انتقال یافت.

از سال 1964 تا کنون، موضوع پردازش تصویر، رشد فراوانی کرده است. علاوه بر برنامه‌ي تحقیقات فضایی، اکنون از فنون پردازش تصویر، در موارد متعددي استفاده می‌شود. گرچه اغلب این مسائل با هم نامرتبط هستند، اما عموماً نیازمند روش‌هایی هستند که قادر به ارتقاي اطلاعات تصویري براي تعبیر و تصویر و تحلیل انسان باشد. براي نمونه در پزشکی شیوه‌هاي رایانه‌اي تمایز[[2]](#footnote-2) تصویر را ارتقا می‌دهند یا این که براي تعبیر آسانتر تصاویر اشعه ایکس یا سایر تصاویر پزشکی، سطوح شدت روشنایی را با رنگ، رمز می‌کنند. متخصصان جغرافی نیز از این روش‌ها یا روش‌هاي مشابه براي مطالعه‌ي الگوهاي آلودگی هوا که با تصویربرداري هوایی و ماهوارهاي به دست آمده است، استفاده می‌کنند. روش‌هاي ارتقا و بازیابی تصویر براي پردازش تصاویر آسیب‌دیده‌ي اشیاي غیرقابل بازیافت یا تصاویر آزمایش‌هایی که تکرار آنها بسیار پرهزینه است، به کار می‌روند. در باستان‌شناسی نیز روش‌هاي پردازش تصویر براي بازیابی عکس‌هاي مات شده‌اي که تنها باقیمانده‌ي آثار هنري نادر هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در فیزیک و زمینه‌هاي مرتبط، فنون رایانه‌اي بارها تصاویر آزمایش‌هاي مربوط به موضوعاتی نظیر پلاسماهاي پرانرژي و تصاویر ریزبینی الکترونی را ارتقا داده‌اند. کاربردهاي موفق دیگري از پردازش تصویر را نیز می‌توان در نجوم، زیستشناسی، پزشکی هسته‌اي، اجراي قانون، دفاع و صنعت بیان کرد.



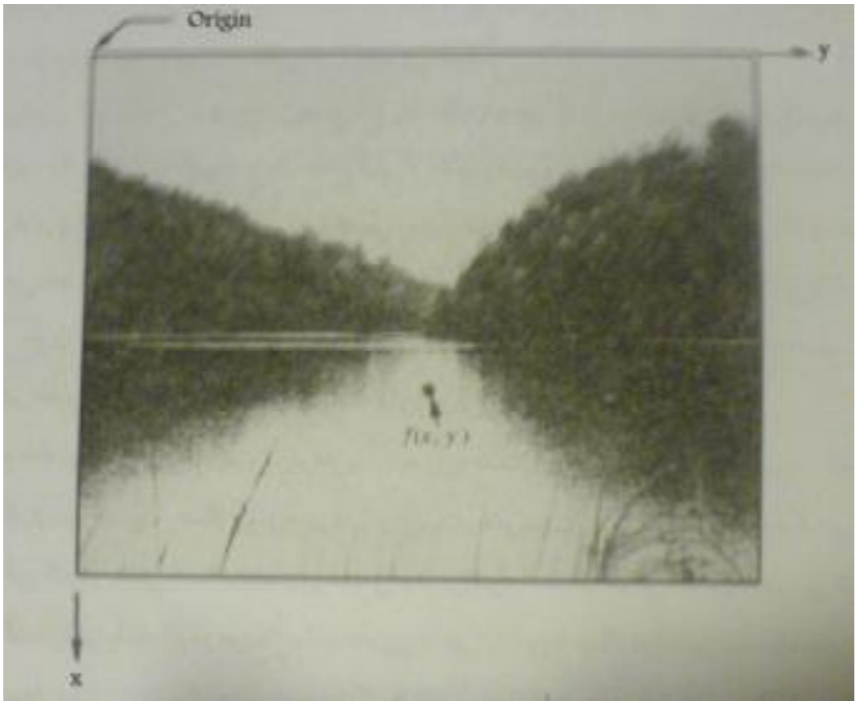
شکل 2-4/ مثال­هایی از پردازش تصویر رقمی. ستون سمت چپ: تصاویر رقمی اولیه. ستون سمت راست: تصاویر پردازش شده



شکل 2-4/ ادامه

شکل 2-4 چند مثال نوعی از نتایج قابل حصول با فنون پردازش تصویر دیجیتالی را نشان می‌دهد. تصاویر اولیه در سمت چپ و تصاویر پردازش شده متناظر آن‌ها در سمت راست است. شکل 2-4 الف تصویر یک سلول است که نویز الکتریکی آن را شدیدا خراب کرده است. شکل 2-4 ب حاصل متوسط‌گیري از چند تصویر نویزدار را که روش متداولی براي کاهش نویز است، نشان می‌دهد. شکل 12-4 پ عکسی از سطح مریخ است که تداخل[[3]](#footnote-3)، آن را در طی انتقال از کاوشگر فضایی به زمین خراب کرده است. همانطور که شکل 2-4 ت نشان می‌دهد، تداخل را، که در این حالت به صورت مجموعه‌هاي از خطوط عمودي مشخص است، می‌توان تقریباً به طور کامل با پردازش رایانه‌اي برطرف کرد. اشکال 2-4 پ و ج بهبود ممکن را روي تصویر اشعه‌ي ایکس به وسیله‌ي ارتقاي تمایز و لبه نشان می‌دهد. تصویر شکل 2-4 چ در خلال نورخوردگی به وسیله‌ي حرکت یکنواخت مات شد و تصویر شکل 2-4 ح پس از اجراي الگوریتم ماتزدایی به دست آمد.

این مثال‌ها نتایج پردازشی را نشان می‌دهد که براي بهبود تعبیر و دریافت انسانی اجرا شد. از موارد مهم دیگر در کاربرد فنون پردازش دیجیتالی همانطور که قبلاً ذکر شد، حل مسائل مربوط به درك ماشینی است. در این مورد، شیوه‌هاي استخراج اطلاعات از تصویر به طوري که براي پردازش رایانه‌اي مناسب باشد، مورد توجه قرار می‌گیرد. غالباً این اطلاعات، به ویژگی‌هاي دیداري که انسان‌ها براي تعبیر محتواي تصویر استفاده می‌کنند، شباهت کمی دارند. مثال‌هایی از نوع اطلاعات مورد استفاده در ادراك ماشینی عبارتند از: گشتاورهاي آماري، ضرایب تبدیل فوریه و سنجه‌هاي فاصله‌ي چند بعدي.



شکل 2-5/ قرارداد محورها مورد استفاده در نمایش تصویر رقمی

مسائل نوعی در ادراك ماشینی که به طور مکرر از فنون پردازش تصویر بهره می‌گیرند، عبارتند از: تشخیص خودکار نویسه[[4]](#footnote-4)، بینایی ماشینی براي ساخت و وارسی تولیدات صنعتی، تشخیص نظامی، پردازش خودکار اثر انگشت‌ها، نمایش تصاویر اشعه‌ي ایکس و نمونه‌هاي خونی، پردازش ماشینی تصاویر هوایی و ماهواره‌اي براي پیشبینی‌هاي هواشناسی و ارزیابی محصولات کشاورزي.

## **3-2 نمایش تصویر رقمی**

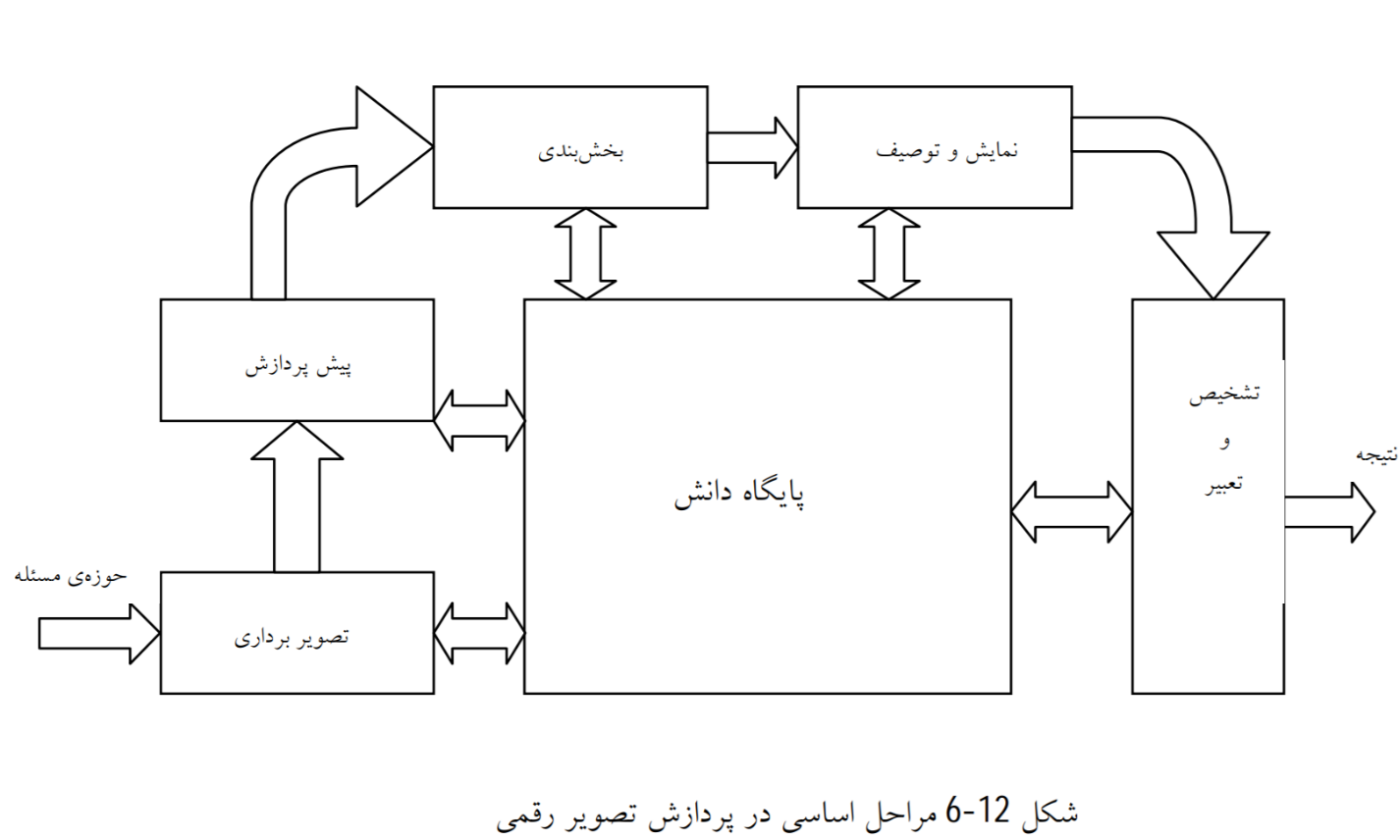
عبارت تصویر تک‌رنگ[[5]](#footnote-5) یا به طور ساده، تصویر به یک تابع شدت روشنایی دو بعدي *f(x, y)* اشاره می‌کند، که *x* و *y* بیانگر مختصات مکانی است و مقدار f در هر نقطه *(x, y)* متناسب با روشنایی (یا سطح خاکستري[[6]](#footnote-6)) تصویر در آن نقطه است. شکل 12-5 قرارداد محورها را نشان می‌دهد. گاهی دیدن تصویر به شکل پرسپکتیو که محور سوم آن روشنایی باشد، مفید است. اگر شکل 12-5 به این طریق دیده شود، به صورت مجموعه‌اي از قله‌هاي تیز در نواحی داراي تغییرات متعدد روشنایی و نواحی هموارتر یا ثابت در جاهایی که سطح روشنایی تغییرات کمی دارد یا ثابت است، دیده می‌شود. استفاده از قرارداد انتساب مقادیر نسبتاً بزرگتر به نواحی روشن‌تر، بلندي اجزاي شکل را با روشنایی آن اجزا در تصویر متناسب می‌سازد.

تصویر رقمی، یک تابع تصویر *f(x, y)* است که هم در مختصات مکانی و هم در روشنایی گسسته شده باشد. تصویر رقمی را می‌توان ماتریسی دو بعدي در نظر گرفت که هر زوج از اندیس‌هاي سطري و ستونی آن یک نقطه‌ي‌ تصویر را مشخص می‌کند. عناصر چنین آرایه‌ي رقمی را عناصر تصویر[[7]](#footnote-7)، عناصر عکس[[8]](#footnote-8)، پیکسل‌ها[[9]](#footnote-9) یا پل‌ها[[10]](#footnote-10) می‌خوانند که دو نام آخر مخفف‌هاي متداول براي "عناصر عکس" است.

گرچه ابعاد تصویر رقمی بسته به کاربرد متغیر است ولی انتخاب آرایه‌هاي مربعی که ابعاد و تعداد سطوح خاکستري آن‌ها توان‌هاي صحیح 2 باشد، فواید زیادي دارد. مثلاً یک اندازه‌ي نوعی که از نظر کیفی با تصویر تلوزیونی قابل مقایسه است، آرایه‌ي 512\*512 با 128 سطح خاکستري می‌باشد.

## **4-2 مراحل اساسی پردازش تصویر**

پردازش تصویر رقمی محدوده‌ي وسیعی از سخت‌افزار، نرم‌افزار و مبانی نظري را در برمی‌گیرد. براي روشن ساختن موضوع این بخش از یک مثال پایه‌اي[[11]](#footnote-11) استفاده می‌کنیم. یک کاربرد که فهم آن بدون اطلاع قبلی از مفاهیم تصویربرداري نیز نسبتاً آسان است، استفاده از روش‌هاي پردازش تصویر براي خواندن آدرس روي بسته‌هاي پستی می‌باشد. همانطور که شکل 12-6 نشان می‌دهد، هدف کلی این فرآیند به دست آوردن خروجی‌ها از حوزه­ي مسئله[[12]](#footnote-12) به وسیله‌ي پردازش تصویر است. حوزه‌ي مسئله در این مثال، بسته‌هاي پستی، و هدف خواندن آدرس روي هر بسته است. بنابراین خروجی مطلوب در اینجا، رشته‌اي از نویسه‌هاي حرفی-عددي[[13]](#footnote-13) است.



شکل 2-6/ مراحل اساسی در پردازش تصویر رقمی

مرحله‌ي اول این فرآیند، تصویربرداري[[14]](#footnote-14) -یعنی به دست آوردن تصویر رقمی- است. انجام دادن چنین کاري نیازمند یک حسگر تصویربردار[[15]](#footnote-15) و قابلیت رقمی سازي سیگنال خروجی حسگر می‌باشد. حسگر ممکن است یک دوربین تلویزیونی تک رنگ یا رنگی باشد که در هر ثانیه تصویر کاملی از حوزه‌ي مسئله تولید می‌کند. همچنین حسگر تصویربردار ممکن است یک دوربین پیمایشگر خطی[[16]](#footnote-16) باشد که در هر پیمایش یک خط تصویر را مرور می‌کند. در این حالت با حرکت شییء از مقابل پیمایشگر خطی یک تصویر دو بعدي تولید می‌شود. اگر در ابتدا خروجی دوربین یا سایر حسگرهاي تصویربردار به شکل رقمی نباشد، یک مبدل "آنالوگ به رقمی" آن را رقمی می‌کند. ماهیت حسگر و تصویري که تولید می‌کند، به نوع کاربرد بستگی دارد. بنابراین طبق این مثال خواندن آدرس بسته‌هاي پستی اغلب با استفاده از دوربین‌هاي پیمایشگر خطی انجام می‌شود.

پس از اینکه تصویر رقمی به دست آمد، مرحله‌ي بعدي پردازش آن است. وظیفه‌ي اصلی پیش-پردازش، بهبود تصویر به روش‌هایی است که امکان توفیق سایر پردازش‌ها را نیز افزایش دهد. در این مثال، پیش‌پردازش، به طور معمول به روش‌هایی براي ارتقاي تمایز، حذف نویز و جداسازي آن نواحی که زمینه‌شان نشان‌دهنده‌ي احتمال وجود اطلاعات حرفی-عددي است، می‌پردازد.

مرحله‌ي بعدي به بخشبندي می‌پردازد. در تعریف وسیع، بخشبندي[[17]](#footnote-17) فرآیندي است که تصویر ورودي را به قسمت‌ها یا اجزاي تشکیل‌دهنده‌اش تقسیم می‌کند. به طور کلی بخشبندي یکی از مشکلترین کارها در پردازش تصویر رقمی است. از طرفی، یک شیوه‌ي قوي بخشبندي تا حد زیادي فرآیند را به حل موفق مسئله‌ي مورد نظر نزدیک می‌‌کند. از طرف دیگر الگوریتم‌هاي ضعیف یا خطادار بخشبندي، تقریباً همیشه باعث خرابی اتفاقی[[18]](#footnote-18) می‌شوند. در تشخیص نویسه، نقش اصلی بخشبندي استخراج نویسه‌ها و کلمات مجزا از متن است.

خروجی مرحله‌ي بخشبندي معمولاً داده‌هاي پیکسلی خام است که یا مرز یک ناحیه یا تمام نقاط درون آن ناحیه را تشکیل می‌دهند. در هر دو حالت باید داده‌ها را به شکل مناسب براي پردازش رایانه‌اي تبدیل نمود. اولین تصمیمی که باید گرفته شود این است که آیا داده‌ها باید به صورت مرز یا به صورت یک ناحیه‌ي کامل نمایش داده شود. نمایش مرزي وقتی مفید است که مشخصات خارجی شکل نظیر گوشه‌ها یا خمیدگی‌ها مورد نظر باشد. نمایش ناحیه‌اي وقتی مفید است که خواص درونی بخش‌های تصویر نظیر بافت یا استخوانبندي شکل مورد توجه باشد. در هر حال در بعضی کاربردها هر دو نمایش به کار می‌رود. این وضعیت در کاربردهاي تشخیص نویسه که اغلب نیازمند الگوریتم‌هایی بر اساس شکل مرز و نیز شکل استخوانبندي و سایر خواص درونی هستند، رخ می‌دهد.

انتخاب یک روش نمایش، تنها قسمتی از راه تبدیل داده‌هاي خام به شکل مناسب براي پردازش بعدي رایانه‌اي است. روشی نیز باید براي توصیف داده‌ها تعیین شود به طوري که ویژگی‌هاي مورد علاقه برجسته شوند. توصیف[[19]](#footnote-19)، که انتخاب ویژگی[[20]](#footnote-20) نیز خوانده می‌شود، به استخراج ویژگی‌هایی که مقداري از اطلاعات کمی مورد نظر را به ما می‌دهند یا براي تشخیص گروهی از اشیا از گروه دیگر، اساسی هستند، می‌پردازد. از نظر تشخیص نویسه، توصیفگرهایی نظیر حفره‌ها (سوراخ‌ها) و شکاف‌ها ویژگی‌هاي مهمی است که کمک می‌کند تا بعضی حروف را از سایر آن‌ها تشخیص دهیم.

مرحله­ي آخر شکل 2-6 ، شامل تشخیص و تعبیر است. تشخیص[[21]](#footnote-21) فرآیندي است که بر اساس اطلاعات حاصل از توصیفگرها یک برچسب را به یک شییء منتسب می‌کند. تعبیر[[22]](#footnote-22) شامل انتساب معنا به یک مجموعه از اشیاي تشخیص داده شده است. از نظر مثال کاربردي اخیر، شناسایی یک نویسه، مثلاً به عنوان *c*، نیازمند مربوط نمودن توصیفگرهاي آن نویسه با برچسب *c* است. فرآیند تعبیر می‌خواهد به هر مجموعه از چیزهاي برچسب‌خورده معنایی را مرتبط کند. مثلاً یک رشته 5 عددي-یا 5 عدد، یک خط و 4 عدد دیگر- را می‌توان به عنوان یک شناسه‌ي پستی[[23]](#footnote-23) تعبیر کرد.

تا کنون مطلبی درباره‌ي نیاز به دانش قبلی یا در مورد تعامل بین پایگاه دانش[[24]](#footnote-24) و واحدهاي پردازش موجود در شکل 2-6 نگفته‌ایم. دانش درباره‌ي حوزه‌ي مسئله به شکل پایگاه داده‌ي دانش در درون سامانه‌ي پردازش تصویر، ذخیره می‌شود. این دانش ممکن است، تنها دانستن محل نواحی داراي جزئیات مورد علاقه باشد. بنابراین جستوجوي مورد نیاز براي آن اطلاعات محدود می‌شود. پایگاه دانش ممکن است کاملاً پیچیده باشد، نظیر فهرست به هم مرتبط تمام نقایص اصلی ممکن در یک مسئله بازرسی مواد یا یک پایگاه داده‌ي تصویري که حاوي تساوي ماهوارهاي تفکیک بالا از یک منطقه در ارتباط با کاربردهاي آشکارسازي تغییر[[25]](#footnote-25) باشد. پایگاه دانش علاوه بر هدایت عمل هر واحد پردازش، بر تعامل بین واحدها نیز نظارت می‌کند. شکل 2-6 این تفاوت را با استفاده از پیکان‌هاي دو سر بین واحدهاي پردازش و پایگاه دانش و پیکان‌هاي یک سر که واحدهاي پردازش را به هم پیوند می‌دهند، نشان می‌دهد. این نمودار نشان می‌دهد که ارتباط بین واحدهاي پردازش اغلب بر اساس دانش قبلی در مورد نتیجه‌ي پردازش است. مثلاً براي اینکه ماشین نتیجه بگیرد که رشته‌اي از نویسه‌ها یک شناسه‌ي پستی است، باید دانشی به سامانه داده شود که بتواند محل این رشته را نسبت به سایر اجزاي میدان آدرس تشخیص دهد. این پایگاه دانش نه تنها عمل هر واحد را هدایت می‌کند، بلکه به عملیات بازخورد[[26]](#footnote-26) بین واحدها نیز کمک می‌کند. براي نمونه، رشته‌اي از اعداد در محل صحیح اما داراي تنها چهار نویسه (که یکی از آن‌ها را نمی‌توان تشخیص داد) ممکن است باعث شود که واحد تعبیر در مورد اتصال دو نویسه شک کند. تقاضاي بازخورد از طریق پایگاه دانش به بخشبندي براي "نگاه" مجدد مثالی از کاربرد دانش در پردازش تصویر است.

گرچه اکنون نمایش تصویر را مبسوط شرح نمی‌دهیم، اما باید بدانیم که نتایج پردازش تصویر ممکن است در خروجی هر یک از مراحل شکل 2-6 نظاره شوند. همچنین یادآور می‌شویم که تمام کاربردهاي پردازش تصویر به تعامل‌هاي پیچیده‌ي شکل 2-6 فراهم شده است، انجام می‌شود. در بعضی موارد، حتی هیچ یک از آن واحدها نیاز نیستند. مثلاً ارتقاي تصویر براي تعبیر دیداري انسانی به ندرت از مرحله‌ي پیشپردازش فراتر می‌رود. به طور کلی کارهاي پردازشی که شامل تشخیص و تعبیر است، به کاربردهایی از تحلیل تصویر مربوط می‌شوند که در آن‌ها هدف استخراج خودکار یا حتی نیمه خودکار اطلاعات از تصویر است. تشخیص، تنها یک مثال آن است.

## **5-2 کاربردهای پردازش تصاویر**

علیرغم اینکه پردازش تصویر رقمی دانش جدیدي است و سابقه‌ي آن به پس از اختراع رایانه‌هاي رقمی باز می‌گردد، این علم نوپا در چند دهه‌ي اخیر از هر دو جنبه‌ي نظري و عملی پیشرفت‌هاي چشم‌گیري داشته است. سرعت این پیشرفت به اندازهاي بوده است که هم‌اکنون و پس از این مدت، به راحتی می‌توان ردپاي پردازش تصویر را در بسیاري از علوم و صنایع مشاهده نمود. بعضی از کاربردهای پردازش تصویر در علوم و صنعت آنچنان وابسته هستند که بدون آن، اساساً قابل استفاده نمی‌باشند. یک نمونه از چنین کاربردهایی تشخیص تومور با استفاده از تصاویر *Scan-CT* (تومورنگاري رایانه‌اي) است. اگرچه ذکر تمامی کاربردهاي پردازش تصویر رقمی دیجیتال در حوصله‌ي این نوشتار نمی‌باشد، اما نمونه‌هایی از کاربرد پردازش تصویر را در دنیاي امروز، مانند: صنعت، هواشناسی، شهرسازي، کشاورزي، علوم نظامی و امنیتی، نجوم و فضانوردي، پزشکی، فناوري هاي علمی، باستان شناسی، تبلیغات، سینما، اقتصاد، روانشناسی و زمین‌شناسی را در ادامه مختصراً بیان می‌کنیم:

### **2-5-1 صنعت**

امروزه کمتر کارخانه‌ي پیشرفته‌اي وجود دارد که بخشی از خط تولید آن توسط برنامه هاي هوشمند بینایی ماشین کنترل نشود. خطاي بسیار کم، سرعت زیاد، هزینه‌ي نگهداري بسیار پایین، عدم نیاز به حضور اپراتور 24 ساعته و خیلی مزایاي دیگر باعث شده که صنایع و کارخانه‌ها به سرعت به سمت پردازش تصویر و بینایی ماشین روي بیاورند. دستگاهی ساخته شده که قادر است کیک‌هاي پخته را از کیک‌هایی که نیاز به پخت مجدد دارند، تشخیص دهد و آنها را به صورت اتوماتیک به بسته‌بندي بفرستد و کیک‌هایی که نیاز به پخت دارند را دوباره براي پختن ارسال کند. یکی دیگر از دلایل استفاده از بینایی ماشین قابلیت دیدن و اندازه‌گیري محصولاتی است که دیدن یا اندازه‌گیري آن‌ها با چشم غیر مسلح غیر ممکن است. عناصر تشکیل دهنده‌ي یک سیستم بینایی ماشین، نرم‌افزار هوشمند بینایی است که ورودي خود را از دوربین‌هاي نصب شده در بخش‌هاي مختلف خط تولید می‌گیرد و بر اساس تصاویر دریافتی دستورات لازم براي کنترل ماشین‌هاي صنعتی را صادر می‌کند. پردازش تصویر در تشخیص دماي کوره‌هایی که هیچ وسیله‌ي مکانیکی و الکترونیکی تحمل دماي آن‌ها را ندارد، کاربرد دارد. دوربین‌هاي حرارتی می‌توانند مشکل بخشی از سازه‌ي مورد نظر را تشخیص دهند.

### **2-5-2 هواشناسی**

از آنجایی که در علم هواشناسی تشخیص و پیش‌بینی آب و هوا اکثراً از طریق تصاویر هوایی و ماهواره‌اي انجام می‌گیرد، پردازش تصویر در این علم کاربرد زیادي دارد و دقت و سرعت پیش بینی آب و هوا و طوفان‌ها را بسیار بالا می‌برد. جبهه‌هاي پرفشار، کم فشار، گردبادها و گرداب‌هاي به‌وجود آمده در سطح کره زمین را می‌توان مشاهده کرد.

### **2-5-3 شهرسازي**

با مقایسه‌ي عکس‌هاي مختلف از سال‌هاي مختلف یک شهر می‌توان میزان گسترش و پیشرفت آن را مشاهده کرد. کاربرد دیگر پردازش تصویر می تواند در کنترل ترافیک باشد. با گرفتن عکس‌هاي هوایی از زمین، ترافیک هر قسمت از شهر مشخص می‌شود. قبل از ساختن یک شهر می‌توان آن را توسط کامپیوتر شبیه‌سازي کرد که به صورت دو بعدي از بالا و حتی به صورت سه‌بعدي از دیدهاي مختلف، یک شهرك چطور ممکن است به نظر برسد. تصاویر ماهواره‌اي که از شهرها گرفته می‌شود، می‌تواند توسط فیلترهاي مختلف پردازش تصویر فیلتر شود و اطلاعات مختلفی از آن استخراج شود. به طور مثال این که شهر در چه قسمت‌هایی داراي ساختمان‌ها، آب‌ها یا راه‌هاي بیشتري است و همین طور می‌توان جاده‌هایی که داخل یا خارج از شهر کشیده شده‌اند را تحلیل کرد.

### **2-5-4 کشاورزی**

این علم در بخش کشاورزي معمولاً در دو حالت کاربرد دارد. یکی در پردازش تصاویر گرفته‌شده از ارتفاعات بالا مثلاً از هواپیما و دیگري در پردازش تصاویر نزدیک به زمین. در تصاویر دور به عنوان مثال می‌توان تقسیم‌بندي اراضی را تحلیل کرد. همچنین می‌توان با مقایسه تصاویر دریافتی در زمان‌هاي متفاوت میزان صدمات احتمالی وارد به محیط زیست را دید. به عنوان مثال می‌توان برنامه‌اي نوشت که با توجه به محل رودخانه‌ها و نوع خاك مناطق مختلف، به صورت اتوماتیک بهترین نقاط براي کشت محصولات مختلف را تعیین می‌کند. تصاویر نزدیک هم در ساخت ماشین‌هاي هرز چین اتوماتیک کاربرد دارد. امروزه ماشین‌هاي بسیار گران قیمت کشاورزي وجود دارند که می‌توانند علف‌هاي هرز را از گیاهان تشخیص بدهند و به صورت خودکار آن‌ها را نابود کنند. براي مثال یکی از پروژه‌هاي جالب در بخش کشاورزي، تشخیص خودکار گل زعفران براي جداسازي پرچم قرمز رنگ آن بوده است. این پروژه توسط نرم افزار *Rdetection Stigma* انجام گرفته است.

### **2-5-5 علوم نظامی و امنیتی**

پردازش تصویر به‌خصوص بینایی هوشمند، کاربردهاي بسیاري را در علوم نظامی و امنیتی دارند و این کاربرد براي دولت اکثر کشورها بسیار مهم است. به عنوان مثال موشک هدایت شونده‌ي خودکاري وجود دارد که می‌تواند روي در یک ساختمان قفل کند و حتی می تواند به درز بین در و دیوار آن ساختمان که حساس‌ترین جاي ساختمان است به راحتی نفوذ کند. این موشک به صورت اتوماتیک این قسمت را شناسایی کرده و به سمت آن حمله می‌کند.

در مسائل امنیتی هم کاربرد پردازش تصویر کاملاً در زندگی ما مشهود است. دوربین‌هایی که به صورت اتوماتیک از ماشین‌هایی که تخلف رانندگی انجام می‌دهند عکس‌برداري می‌کند. از سیستم‌هاي امنیتی دیگر می‌توان سیستم تشخیص اثر انگشت اتوماتیک را نام برد. در لپ‌تاپ‌هاي جدید قابلیت *print finger* به آن‌ها اضافه شده و می‌تواند صاحب لپ‌تاپ را توسط اثر انگشت شناسایی کند.

کد امنیتی دیگري که همیشه همراه انسان حمل می‌شود، چشم انسان است. دانشمندان ثابت کرده‌اند که پترن‌هاي *Pattern* موجود در مردمک چشم هر انسان منحصر به فرد است و هیچ دو فردي در دنیا وجود ندارند که پترن‌هایی که در مردمک چشم آن‌ها وجود دارد دقیقاً مثل هم باشد. از همین روش براي شناخت افراد و سیستم‌هاي امنیتی استفاده می‌شود. در کل این خواص بیومتریک در انسان بسیار زیاد است. عرض و طول صورت، فاصله بین انگشتان دست، طول و عرض انگشت‌ها، فاصله‌ي بندها از یکدیگر و حتی خط‌هاي کشیده شده کف دست و هزاران خاصیت دیگر، تماماً خصوصیاتی هستند که براي انسان‌ها منحصر به فرد هستند.

دوربین‌هایی وجود دارند که به صورت دید در شب، قادر هستند چیزهایی را که ما نمی‌بینیم، ببینند و پردازش کنند. اسلحه‌هاي خودکاري ساخته شده‌اند که به صورت اتوماتیک و دقیق نشانه‌گیري می‌کنند. پردازش تصویر همینطور با پردازش تصاویر گرفته شده از فاصله هاي دور هم می تواند در علوم نظامی و امنیتی کمک کند. به عنوان مثال دوربینی قادر است با سرعت بسیار زیاد یک توپ را دنبال کند. این مسئله کاربرد بسیار زیادي در مسائل نظامی دارد.

### **2-5-6 نجوم و فضانوردي**

ساخت دستگاه‌هاي اتوماتیک رصد آسمان و ثبت وقایع آسمانی به صورت خودکار از کاربردهاي پردازش تصویر است که امروزه روي آن کار می‌شود. از پروژه‌هاي جدید در بخش نجوم که بخشی از آن توسط سیستم پردازش تصویر انجام می‌شود، تهیه‌ي نقشه‌ي سه‌بعدي از کل عالم کائنات است!

پردازش تصویر در فضانوردي هم کاربرد زیادي دارد. در تصاویر دور می‌توان سطح سیارات و همچنین سطح قمرها را اسکن کرده و اطلاعات بسیار ریزي از آنها استخراج کنیم.کاربرد دیگر پردازش تصویر در فیلترکردن عکس‌هایی است که توسط تلسکوپ‌هاي فضایی مختلف از جمله هابل *Telescope Space Hubble*، از فضا گرفته می‌شود.

کاربرد دیگر آن حذف گرد و خاك و جو سیاره‌ها از تصاویر به کمک تصویربرداري *IR* و *RAY-X* به صورت همزمان و ترکیب این تصاویر است. در تصاویر نزدیک هم کاربرد دارد، از جمله هدایت مریخ نوردها، فرود فضاپیماهاي بدون سرنشین و الصاق تجهیزات جدید به ایستگاه‌هاي فضایی به صورت خودکار.

از امکانات سایت گوگل، امکاناتی است به نام *Mars Google* که این برنامه دقیقاً مانند *Google Earth* طعمل می‌کند با این تفاوت که *Earth* *Google* سطح زمین را در هر زمان که بخواهید و در هر نقطه‌اي از زمین و از ارتفاع‌هاي بسیار پائین هم نشان می‌دهد ولی *Mars* *Google* دقیقاً همین کار را براي سطح سیاره مریخ انجام می‌دهد.

### **2-5-7 پزشکی**

یکی از مهمترین کاربردهاي پردازش تصویر در علم پزشکی است. در جایی که ما نیاز داریم تمام عکس‌ها با نهایت شفافیت و وضوح گرفته شوند زیرا دیدن تمام جزئیات لازم است. جراحی‌هاي ریز *microsurgery* با ایجاد یک سوراخ کوچک و فقط دیدن محل جراحی توسط پزشک، از راه دور و توسط بازوهاي رباتیک بسیار دقیق انجام می‌شوند.

**2-5-8 فناوري‌هاي علمی**

پردازش تصویر در افزایش سرعت پیشرفت‌هاي علمی تأثیر فوق‌العاده داشته است. اولین و مشخص‌ترین تأثیر آن را می‌توان در علم عکاسی یا هنر دید. شکار لحظه‌هاي شگفت‌آوري که در کسري از ثانیه اتفاق می‌افتد، بالا بردن وضوح عکس‌هاي گرفته شده و ایجاد افکت هاي خیره کننده، از دستاوردهاي پردازش تصویر است.

همچنین در توسعه‌ي تکنولوژي پیشرفته *(Systems Positioning Global (gps* کمک زیادي داشته و تهیه‌ي نقشه‌هاي سه‌بعدي از جاده‌ها در تمام نقاط جهان، از کاربردهاي دیگر آن است. با به وجود آمدن این علم، مسابقات ربات‌هاي فوتبالیست به صورت جدي دنبال شد. این علم در پیشرفت علوم پایه‌ي فیزیک ، شیمی و مخصوصاً تحقیقات فیزیکی و مکانیکی، کمک فراوانی کرده است. به عنوان مثال وسیله‌اي براي حمل و نقل کالاها در مسیرهاي صعب‌العبور ساخته شده است. قبل از ساخت آن، رفتار چهارپایان در حالت‌هاي مختلف توسط کامپیوتر تحلیل و عیناً به دستگاه آموزش داده شده است.در کل پردازش تصاویر به علت سرعت زیاد آن، در ساخت وسایل مکانیکی پر سرعت، کاربرد زیادي دارد. وسیله‌اي وجود دارد که قادر است، توپی که با سرعت بسیار زیاد به سمت پائین می‌آید را مهار کند.

### **2-5-9 باستان­شناسی**

در علم باستان‌شناسی تن‌ها مدارك باقی‌مانده از دوران باستان، دست نوشته‌ها، نقاشی‌ها و غارنگاري‌هاي قدیمی است. تهیه‌ي تصاویر از بناهاي گذشته و بازسازي مجازي این بناهاي تاریخی یکی از کاربردهاي پردازش تصویر در این علم است. همچنین می‌توان نقاشی‌ها و غارنگاري ها را مورد پردازش دقیق قرار داد و شکل آن‌ها را همان طور که در ابتدا بوده‌اند، شبیه‌سازي کرد. حتی می‌توان مکان‌هاي باستانی را از زوایایی که تصاویر مستندي از آن‌ها وجود ندارد، شبیه‌سازي کرد. امروزه یکی از پروژه‌هاي پر سر و صداي بازسازي بناهاي باستانی، بازسازي شهر روم باستان توسط دانشمندان ایتالیایی است. هم اکنون توریست‌ها با زدن عینک‌هاي مخصوص می‌توانند در خیابان‌هاي شهر روم باستان قدم بزنند.

### **2-5-10 تبلیغات**

از مقایسه‌ي تبلیغات دهه‌ي 70 و 80 میلادي با تبلیغات امروزي می‌توان تأثیر تکنولوژي را در تبلیغات کاملاً درك کرد. تغییر شکل تبلیغات از اشکال مربع و زاویه‌دار به شکل‌هاي دایره‌اي، تغییر رنگ تبلیغات و هزاران تغییر دیگر. یکی از مهمترین فاکتورهاي فروش و دلایل بالا رفتن یا پایین آمدن فروش،شکل و نحوه‌ي بسته‌بندي کالاست. پردازش تصویر می‌تواند به ما کمک کند تا قبل از تولید یک بسته‌بندي آن را شبیه‌سازي کنیم. با ادغام کردن علم الگوریتم ژنتیک با پردازش تصویر می‌توان برنامه‌اي را نوشت که به صورت اتوماتیک به ساختن بسته‌بندي‌هاي مختلف بپردازد و آن­هایی که از نظر کاربران زیباتر و جالب‌تر به نظر خواهند آمد را به ما معرفی نماید.

### **2-5-11 سینما**

اولین علمی که پردازش تصویر در آن مورد استفاده قرار گرفت، هنر و سینما بود. یکی از تکنولوژي‌هاي برتر دنیا *capture motion* است که در آن یک کاراکتر انیمیشنی قادر است حرکات دست انسان را تقلید کند. امروزه این سیستم جهت ساخت فیلم‌ها و بازي‌هاي کامپیوتري مورد استفاده قرار می‌گیرد. در پردازش تصویر قابلیتی به نام هیستوگرام *Histogram* وجود دارد که با آن قادرند تصاویر را شفاف یا تیره‌تر کرده و یا هر تغییر مورد نیاز دیگري را روي تصاویر با توجه به منحنی‌ها و نمودارهاي هیستوگرام بدهند. در سینما براي اینکه تصویري شفاف به نظر آید، با استفاده از یک کره‌ي نقره‌اي رنگ، تصاویر اطراف دوربین را هم ثبت می‌کنند. بنابراین تصویر نسبت به محیط اطراف خود شفافیت غیر قابل تصوري پیدا می‌کند.

### **2-5-12 اقتصاد**

در دنیاي امروز تمام نوآوري‌ها، به نوعی مستقیم یا غیر مستقیم باعث تغییراتی در اقتصاد گروهی از کشورها و یا کل دنیا می‌شوند. پردازش تصویر هم، به صورت مستقیم و غیر مستقیم در اقتصاد تأثیرگذار است. در تبلیغات، سیاست، فضانوردي، کشاورزي، شهرسازي، سینما، پزشکی و علوم نظامی می‌تواند تأثیر غیر مستقیمی در اقتصاد کشورها داشته باشد. همچنین از تأثیر مستقیم آن در اقتصاد، می‌توان به وجود شعبه‌هاي بانک بدون کارمند اشاره کرد. این شعبه‌ها قادرند به صورت خودکار سریال چک‌ها و قبوض پرداختی را بخوانند، نوع اسکناس‌ها را تشخیص دهند و تا حد زیادي از کارهاي یک بانک عادي را انجام دهند.

### **2-5-13 روانشناسی**

بحث تاثیر رنگ در روحیه‌ي انسان اهمیت بسیار زیادي دارد به طوري که در روانشناسی گرایشی به نام روانشناسی رنگ وجود دارد. در این علم در مورد رنگ‌ها و تأثیر هر یک بر روح و جسم انسان صحبت می‌شود. به عنوان مثال رنگ قرمز بیشتر تأثیر را در چشم انسان دارد .در حالی که رنگ سبز بیشترین تأثیر را در مغز انسان دارد.

همچنین رنگ آبی باعث ایجاد حس آرامش و اطمینان در انسان می‌شود. به همین دلیل در سخنرانی‌هاي اکثر سیاستمداران دنیا از پرده آبی رنگ در پشت سر آن‌ها استفاده می‌شود.با پردازش تصویر می‌توان به راحتی تصاویر ثابت و متحرك را ویرایش کرد. به طور مثال رنگ آبی را براي ایجاد حس اطمینان یا رنگ سبز را براي حس زیبایی و قرمز را براي ایجاد هیجان در تصاویر پررنگ‌تر کرد.

### **2-5-14 زمین­شناسی**

با پردازش تصویر می‌توان کانی‌هاي مختلف را از روي رنگ و اندازه آن‌ها شناسایی و دسته‌بندي کرد. همچنین در زمین‌شناسی براي پی‌بردن به مواد تشکیل‌دهنده کانی ها از روش پرتونگاري *tomography* استفاده می‌کنند و پردازش تصویر در این بخش می‌تواند سرعت و دقت این روش را بسیار بالا ببرد. کاربرد دیگر آن این است که دانشمندان با مقایسه کردن ارتفاع آب در سال‌هاي مختلف، در واقع روند تند شدن یا کند شدن کاهش آّب در سطح زمین را مورد بررسی قرار می‌دهند.

# **فصل سوم: منطق فازی**

## **1-3 چرا سیستم­های فازی؟**

واژه‌ي "فازي"[[27]](#footnote-27) در فرهنگ لغت آکسفورد به‌صورت "مبهم، گنگ، نادقیق، گیج، مغشوش، درهم و نامشخص" تعریف شده است. سیستم‌هاي فازي، سیستم‌هایی هستند با تعریف دقیق و کنترل فازي نیز نوع خاصی از کنترل غیرخطی می‌باشد که آن هم دقیقاً تعریف می‌گردد. این مطلب مشابه کنترل و سیستم‌هاي خطی می‌باشد که واژه‌ي "خطی" یک صفت فنی بوده که حالت و وضعیت سیستم و کنترل را مشخص می‌کند. چنین چیزي در مورد واژه‌ي "فازي" نیز وجود دارد. اساساً گرچه سیستم‌­­هاي فازي پدیده­هاي غیرقطعی و نامشخص را توصیف می­کنند، با این حال خود تئوري فازي یک تئوري دقیق می­باشد. در این متن دو نوع توجیه براي تئوري سیستم­هاي فازي وجود دارد:

دنیاي واقعی ما بسیار پیچیده­تر از آن است که بتوان یک توصیف و تعریف دقیق براي آن به­دست آورد، بنابراین باید یک توصیف تقریبی یا همان فازي که قابل قبول و قابل تجزیه و تحلیل باشد، براي یک مدل معرفی شود.

با حرکت ما به سوي عصر اطلاعات، دانش و معرفت بشري بسیار اهمیت پیدا می­کند. بنابراین ما به فرضیه­اي نیاز داریم که بتواند دانش بشري را به شکلی سیستماتیک فرموله کرده و آن­را به همراه سایر مدل­هاي ریاضی در سیستم­هاي مهندسی قرار دهد.

توجیه اول گرچه درست است، با این حال طبیعت واحدي را براي تئوري سیستم­هاي فازي مشخص نمی­کند. در حقیقت تمامی نظریه­هاي علوم مهندسی، دنیاي واقعی را به شکلی تقریبی، توصیف می­کنند. به عنوان مثال در عالم واقع تمامی سیستم­ها به صورت غیرخطی می­باشند ولی تقریباً تمامی مطالعات و بررسی­ها بر روي سیستم­هاي خطی می­باشد. یک تئوري مهندسی خوب از یکسو باید بتواند مشخصه­هاي اصلی و کلیدي دنیاي واقعی را توصیف کرده و از سویی دیگر قابل تجزیه و تحلیل ریاضی باشد. بنابراین از این جنبه، تئوري فازي تفاوتی با سایر تئوري­هاي علوم مهندسی ندارد.

توجیه دوم مشخصه­ي واحدي از سیستم­هاي فازي را توصیف کرده و وجود تئوري سیستم­هاي فازي را به عنوان یک شاخه­ي مستقل در علوم مهندسی توجیه می­کند. به عنوان یک قاعده­ي کلی یک تئوري مهندسی خوب باید قادر باشد از تمامی اطلاعات موجود به نحو مؤثري استفاده کند.

در سیستم­هاي عملی اطلاعات مهم از دو منبع سرچشمه می­گیرند. یکی از منابع افراد خبره می­باشند که دانش و آگاهیشان را در مورد سیستم با زبان طبیعی تعریف می­کنند. منبع دیگر اندازه­گیري­ها و مدل­هاي ریاضی هستند که از قواعد فیزیکی مشتق شده­اند. بنابراین یک مسئله­ي مهم ترکیب این دو نوع اطلاعات در طراحی سیستم­ها است. براي انجام این ترکیب سؤال کلیدي این است که چگونه می­توان دانش بشري را در چهارچوبی مشابه مدل­هاي ریاضی فرموله کرد. به عبارت دیگر سؤال اساسی­ اين است که چگونه می­توان دانش بشري را به یک فرمول ریاضی تبدیل کرد. اساساً آنچه که یک سیستم فازي انجام می­دهد، همین تبدیل است. براي اینکه بدانیم این تبدیل چگونه صورت می­گیرد، ابتدا باید بدانیم سیستم­هاي فازي، چگونه سیستم­هایی هستند.

1. Halftone [↑](#footnote-ref-1)
2. Contrast [↑](#footnote-ref-2)
3. interference [↑](#footnote-ref-3)
4. Character [↑](#footnote-ref-4)
5. Monochrome image [↑](#footnote-ref-5)
6. Gray level [↑](#footnote-ref-6)
7. Image element [↑](#footnote-ref-7)
8. Picture element [↑](#footnote-ref-8)
9. Pixel [↑](#footnote-ref-9)
10. Pel [↑](#footnote-ref-10)
11. Theme example [↑](#footnote-ref-11)
12. Problem domain [↑](#footnote-ref-12)
13. Alpha-numeric character [↑](#footnote-ref-13)
14. Image acquistion [↑](#footnote-ref-14)
15. Imaging sensor [↑](#footnote-ref-15)
16. Line- Scan camera [↑](#footnote-ref-16)
17. Segmentation [↑](#footnote-ref-17)
18. Eventual failure [↑](#footnote-ref-18)
19. Description [↑](#footnote-ref-19)
20. Feature selection [↑](#footnote-ref-20)
21. Recognition [↑](#footnote-ref-21)
22. Interpretation [↑](#footnote-ref-22)
23. ZIP code [↑](#footnote-ref-23)
24. Knowledge base [↑](#footnote-ref-24)
25. Change detection [↑](#footnote-ref-25)
26. Feed back [↑](#footnote-ref-26)
27. Fuzzy [↑](#footnote-ref-27)