بسم الله الرحمن الرحيم

**وزارت علوم، تحقیقات و فناوری**

# دانشگاه تفرش

**دانشکده مهندسی برق**

## پایان نامه کارشناسی ارشد

# یک الگوریتم بهینه برای آشکارسازی لبه‌ها در تصاویر با استفاده ازالگوریتم های هوشمند

**استاد راهنما:**

**دکتر حمیدرضا رضاعلیخانی**

**استاد مشاور:**

**دکتر علیرضا نقش**

**دانشجو:**

**راضیه جلالی ورنامخواستی**

**زمستان ۱۳۹۱**

بادرود فراوان به روح پدر بزرگوارم

و به پاس قدردانی از همدلی و همراهی و همگامی مادر نازنینم

و نیز به پاس قدردانی از همسر مهربانم که صبورانه و صادقانه مرا در راه رسیدن به اهداف عالی همراهی می نماید

این مجموعه را با احترام به ایشان تقدیم می نمایم.

به مصداق « من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق » بسی شایسته است از استاد راهنمای فرهیخته و فرزانه جناب آقای دکتر حمیدرضا رضاعلیخانی و مشاور ارزشمندم جناب آقای دکتر علیرضا نقش که همواره راهنما و راه گشای من در اتمام و اکمال پایان نامه بوده‌اند و از هیچ گونه کمک علمی و عملی دریغ نکردند کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

به رسم ادب و قدرشناسی، از اساتید بزرگوار، جناب آقای دکتر حاجتی و دکتر عبدالهی فرد که زحمت قرائت و داوری این پایان نامه را تقبل کردند تشکر می‌نمایم.

## چکیده

در این پایان نامه، روشی ساده و در عین حال کارآمد برای آشکارسازی لبه در تصاویر نویزی ارائه شده است. روش ارائه شده شامل دو مرحله است: (الف) حذف نویز تصویر (ب) لبه یابی در تصویر فیلتر شده. اجرای عملیات با بهره گیری از مزایای تکنیک‌های هوشمندی چون سیستم استنتاج فازی و بهینه یابی کلونی مورچگان و شبکه های عصبی انجام شده است. بدین صورت که ابتدا یک سیستم فازی با مجموعه ای از قوانین فازی ساده به شناسایی پیکسل‌های نویزی می‌پردازد تا عملیات فیلترینگ فقط برای پیکسل‌های نویزی شناسایی شده انجام شود و نسبت سیگنال به نویز تصویر فیلتر شده در حد مطلوبی باقی بماند. در این قسمت با محاسبه توان سیگنال به نویز اثبات می‌شود که سیستم فازی ارائه شده در مقایسه با روش‌هایی که قبلاً ارائه شده است عملکرد بهتری داشته است. در این رساله از بهینه یابی کلونی مورچگان به صورت هدایت شده برای لبه یابی استفاده می‌شود. بدین ترتیب که برای پیکسل‌هایی که با احتمال بیشتری می‌توانند جزء پیکسل‌های لبه باشند میزان فرمون اولیه بیشتری در نظر گرفته می‌شود تا حرکت مورچه‌ها با سرعت بیشتری به سمت پیکسل‌های لبه هدایت شود. عامل دیگری که برای جهت بخشیدن به حرکت مورچه‌ها در نظر گرفته شده است تعریف اطلاعات ابتکاری به گونه ای است که حرکت هر مورچه با تغییر شدت روشنایی محلی در هر پیکسل متناسب باشد. تأثیر اطلاعات ابتکاری در حرکت مورچه‌ها با یک تابع نمایی منظور شده است. پس از اتمام حرکت مورچه‌ها یک ماتریس فرمون نهایی خواهیم داشت که با یک آستانه می‌توان اطلاعات لبه را از آن استخراج نمود و در این رساله از یک روش آستانه گذاری هوشمند استفاده شده است که با بهره گیری از شبکه های عصبی اجرایی گردیده است. در این پایان نامه اثبات می‌شود که روش ارائه شده هم در شرایط نویزی و هم در شرایطی که نویز وجود ندارد پاسخ‌های قابل قبولی دارد و در قیاس با دیگر روش‌ها، لبه های بیشتری را با کیفیت بهتری استخراج می‌کند.



**کلمات کلیدی:** آشکار سازی لبه، سیستم استنتاج فازی، بهینه یابی کلونی مورچگان، شبکه های عصبی، تصویر نویزی، آستانه گذاری هوشمند.

**فهرست مطالب**

**عنوان** **صفحه**

**فصل اول: مقدمه** ..... **۱**

۱-۱ پردازش تصاویر..... ۱

۱-۱-۱ وظایف اصلی در بینایی ماشین..... ۱

۱-۱-۲ تاریخچه پردازش تصویر..... ۳

۱-۱-۳ کاربردهای پردازش تصویر..... ۴

۱-۲ آشکارسازی لبه ..... ۵

۱-۳ نویز..... ۱۰

۱-۳-۱ مدل‌های نویز..... ۱۰

۱-۴ تکنیک های هوشمند..... ۱۴

۱-۴-۱ سیستم های فازی ..... ۱۴

۱-۴-۲ شبکه های عصبی ..... ۱۵

۱-۴-۳ الگوریتم های ابتکاری مورچگان..... ۱۷

۱-۵ بررسی روش های ارائه شده برای کاهش نویز..... ۱۹

۱-۶ بررسی روش های ارائه شده برای آشکارسازی لبه..... ۲۱

۱-۶-۱ روش های کلاسیک آشکارسازی لبه ..... ۲۲

۱-۶-۲ روش های آشکارسازی لبه مبتنی بر سیستم های فازی ..... ۲۶

۱-۶-۳ روش های آشکارسازی لبه مبتنی بر شبکه های عصبی ..... ۳۴

۱-۶-۴ روش های آشکارسازی لبه مبتنی بر بهینه یابی کلونی مورچگان ۳۶

**فصل دوم: روش پیشنهادی برای لبه یابی در تصاویر ۴۳**

۲-۱ روش ارائه شده برای کاهش نویز ۴۳

۲-۱-۱ قدر مطلق انحراف از میانه ۴۴

۲-۱-۲ انحراف مطلق رتبه بندی شده ۴۴

۲-۱-۳ سیستم فازی ۴۵

۲-۲ روش لبه یابی ارائه شده ۴۹

۲-۲-۱ شناسایی پیکسل‌های لبه احتمالی با استفاده از سیستم استنتاج فازی ۴۹

۲-۲-۲ روش لبه یابی بر مبنای سیستم اجتماع مورچگان ۵۱

۲-۳ آستانه گذاری هوشمند ۵۵

۲-۳-۱ آموزش شبکه عصبی ۵۶

**فصل سوم: نتایج شبیه سازی برای روش پیشنهادی و دیگر روش‌ها ۵۸**

۳ -۱ مقایسه نتایج حاصل از روش حذف نویز پیشنهادی و دیگر روش‌ها ۵۸

۳ -۲ مقایسه نتایج لبه یابی در تصاویر ۶۶

**فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهاد مسیر پژوهشی آینده ۷۷**

۴-۱ مقایسه تحقیق با تحقیقات مشابه ۷۷

۴-۲ جمع بندی نتایج ۷۷

۴-۳ پیشنهاد مسیر پژوهشی آینده ۷۸

**ضمیمه اول: آستانه گذاری اتسو ۷۹**

**ضمیمه دوم: برنامه ۸۱**

**واژه نامه** ..... **۸۹**

**فهرست مراجع**..... **۹۲**

## فهرست شکل‌ها

**عنوان** **صفحه**


شکل ۱-۱: نمایش ماتریس یک تصویر با سایز $M \times N$ و پیکسل‌های مربوطه..... ۳

شکل ۱-۲: نمایش سطوح مختلف پردازش تصویر..... ۴

شکل ۱-۳: نمونه‌هایی از تصویربرداری پزشکی..... ۵

شکل ۱-۴ : نمونه ای ساده از آشکارسازی لبه در یک تصویر..... ۶

شکل ۱-۵: نمایش مدل‌های لبه..... ۷

شکل ۱-۶: لبه پله ایده آل و غیرایده آل..... ۸

شکل ۱-۷: برخی از توابع چگالی احتمال مهم برای انواع نویز..... ۱۳

شکل ۱-۸: ساختار کلی سیستم فازی با فازی ساز و غیر فازی ساز..... ۱۴

شکل ۱-۹: ساختار کلی پردازش تصویر فازی..... ۱۵

شکل ۱-۱۰: ساختار شبکه سه لایه پیشخور..... ۱۶

شکل ۱-۱۱: ساختار کلی الگوریتم سیستم اجتماع مورچگان..... ۱۹

شکل ۱-۱۲: نتایج PSNR(dB) برای تصویر Lena با ۱۵٪ نویز ضربه[۹] ..... ۲۱

شکل ۱-۱۳: ماسک‌های آشکارساز لبه روبرتز..... ۲۲

شکل ۱-۱۴: نمایش همسایگی $3 \times 3$..... ۲۲

شکل۱-۱۵: ماسک‌های آشکارساز لبه پرویت..... ۲۳

شکل ۱-۱۶: ماسک‌های آشکارساز سوبل..... ۲۴

شکل ۱-۱۷: ماسک های سوبل برای تشخیص لبه های قطری..... ۲۴

شکل ۱-۱۸: ماسک های پرویت برای تشخیص لبه های قطری..... ۲۵

شکل ۱-۱۹: نمایی از توابع عضویت سه بعدی استفاده شده در [۱۴]..... ۲۶

شکل ۱-۲۰: نمایش همسایگی و چهار جهت اصلی در [۱۴]..... ۲۷
شکل ۱-۲۱: ساختار کلی روش لبه یابی ارائه شده در [۱۶]..... ۲۸
شکل ۱-۲۲: نمایش توابع عضویت برای ورودی ها و خروجی در[۱۶]..... ۲۹
شکل ۱-۲۳: نمایش توانایی آشکارساز ارائه شده در [۱۶]..... ۲۹
شکل ۱-۲۴: ساختار کلی الگوریتم فازی آشکارسازی لبه در [۱۷]..... ۳۰
شکل ۱-۲۵: نمایش توانایی آشکارساز ارائه شده در [۱۷]..... ۳۱
شکل ۱-۲۶: نمایش توابع عضویت نوع اول و دوم..... ۳۱
شکل ۱-۲۷: نمایش همسایگی $3 \times 3$ و جهت های لبه در [۱۹]..... ۳۲
شکل ۱-۲۸: نمایش متغیرهای زبانی و توابع عضویت در [۱۹]..... ۳۳
شکل ۱-۲۹:نمایش نتیجه روش ارائه شده در [۱۹] در مقایسه با نتیجه حاصل از سوبل و کنی برای تصویر lena..... ۳۴
شکل ۱-۳۰: آشکارسازی لبه با استفاده از آدالاین چند حالتی..... ۳۴
شکل ۱-۳۱: آشکارسازی لبه با روش ارائه شده در [۲۱] برای تصویر cameraman..... ۳۶
شکل ۱-۳۲: همسایگی مورد استفاده برای محاسبه تغییر شدت روشنایی در پیکسل (i,j) در [۲۳]..... ۳۷
شکل ۱-۳۳: نتایج لبه یابی حاصل از روش ارائه شده در [۲۳]..... ۳۸
شکل ۱-۳۴: همسایگی محلی مورد استفاده در [۲۵] برای محاسبه اطلاعات ابتکاری..... ۳۹
شکل ۱-۳۵: نتایج روش ارائه شده در [۲۵]..... ۴۰
شکل ۱-۳۶: نتایج حاصل از روش ارائه شده در [۲۷]..... ۴۲
شکل ۲-۱: مقدار پارامترهای ورودی سیستم فازی برای پیکسل های سالم و نویزی..... ۴۶
شکل ۲-۲: توابع عضویت برای ورودی قدر مطلق انحراف از میانه..... ۴۶
شکل ۲-۳: توابع عضویت ورودی برای انحراف مطلق رتبه بندی شده..... ۴۷
شکل ۲-۴: توابع عضویت برای خروجی سیستم فازی..... ۴۷
شکل ۲-۵: نمایش همسایگی $3 \times 3$..... ۴۹

شکل ۲-۶: توابع عضویت برای متغیر ورودی $x_i$ ..... ۵۰
شکل ۲-۷: توابع عضویت برای متغیر خروجی G ..... ۵۰
شکل ۲-۸: نمایش گراف متناظر با یک تصویر $M \times N$ ..... ۵۱
شکل ۲-۹: همسایگی محلی برای محاسبه اطلاعات ابتکاری در[۲۳] ..... ۵۲
شکل ۲-۱۰: ساختار کلی ACO ..... ۵۳
شکل ۲-۱۱: تصویر استاندارد woman ..... ۵۶
شکل ۲-۱۲: مشخصات همگرایی شبکه عصبی ..... ۵۷
شکل ۳-۱: نمایش تصاویر استاندارد lena و peppers ..... ۵۹
شکل ۳-۲: تصاویر تخریب شده با نویز ۵٪ ..... ۶۰
شکل ۳-۳: بازیابی تصاویر تخریب شده با نویز ۵٪ توسط فیلتر میانگین حسابی با سایز $3 \times 3$ ..... ۶۰
شکل ۳-۴: بازیابی تصاویر تخریب شده با نویز۵٪ توسط فیلتر میانه با سایز $3 \times 3$ ..... ۶۰
شکل ۳-۵: نتایج بازیابی تصاویر تخریب شده با نویز ۵٪ توسط روش ارائه شده در [۹] ..... ۶۱
شکل ۳-۶: نتایج بازیابی تصاویر تخریب شده با نویز ۵٪ توسط روش پیشنهادی ..... ۶۱
شکل ۳-۷: تصاویر تخریب شده با نویز ۱۵٪ ..... ۶۲
شکل ۳-۸: تصاویر تخریب شده با نویز ۲۰٪ ..... ۶۴
شکل ۳-۹: پاسخ به نویز گاوسین ..... ۶۹
شکل ۳-۱۰: نتیجه لبه یابی با روش پیشنهادی برای دو مقدار متفاوت از مورچه‌ها ..... ۷۳
شکل ۳-۱۱: نتیجه لبه یابی با روش پیشنهادی برای دو مقدار متفاوت از گام‌ها ..... ۷۴
شکل ۳-۱۲: اثر افزایش پارامتر ρ ..... ۷۵
شکل ۳-۱۳: اثر افزایش پارامتر φ ..... ۷۵
شکل ۳-۱۴: اثر تغییر تعداد تناوب‌ها ..... ۷۵

## فهرست جدول‌ها

**عنوان** **صفحه**

جدول ۱-۱: نمایش بردارهای عضو نمونه ی متناظر با هر کلاس در [۱۴]..... ۲۸

جدول ۳-۱: PSNR(dB) برای روش‌های مختلف کاهش نویز در چگالی نویز ۵٪ ..... ۶۱

جدول ۳-۲: نتایج بازیابی تصاویر تخریب شده با نویز ۱۵٪..... ۶۳

جدول ۳-۳: PSNR(dB) برای روش‌های مختلف کاهش نویز در چگالی نویز ۱۵٪ ..... ۶۴

جدول ۳-۴: نتایج بازیابی تصاویر تخریب شده با نویز ۲۰٪ ..... ۶۵

جدول ۳-۵: PSNR(dB) برای روش‌های مختلف کاهش نویز در چگالی نویز ۲۰٪ ..... ۶۶

جدول ۳-۶: نتایج لبه یابی تصاویر در شرایط بدون نویز..... ۶۸

جدول ۳-۷: نتایج لبه یابی تصاویر در شرایط نویزی با چگالی ۱۰٪ ..... ۷۰

جدول ۳-۸: نتایج لبه یابی تصاویر در شرایط نویزی با چگالی ۲۰٪ ..... ۷۱

جدول ۳-۹: نتایج لبه یابی تصاویر نویزی با روش های مختلف پس از اجرای مرحله حذف نویز ارائه شده..... ۷۲

جدول ۳-۱۰: نتایج لبه یابی حاصل از چندین روش بر مبنای ACO..... ۷۳

**پیشگفتار**

در این پایان نامه از ساختاری به شکل زیر برای ارائه استفاده شده است.

در فصل اول، مطالبی در مورد مفاهیم پردازش تصویر و بینایی ماشین و وظایف و کاربردهای آن‌ها و نیز تاریخچه پردازش تصویر آورده شده است. همچنین مفهوم آشکارسازی لبه و انواع لبه های موجود در تصویر را معرفی کرده‌ایم. مفهوم نویز و مدل‌های مختلف آن مرور شده است. تعدادی از الگوریتم‌هایی را که در سال‌های گذشته در کتاب‌ها و مقالات گوناگون ارائه شده اند را مرور می کنیم. مقدمه ای راجع به تکنیک های هوشمند که در بسیاری از مقالات برای حذف نویز و یا لبه یابی مورد استفاده قرار گرفته اند، آورده شده است. در نهایت تعدادی از روش‌هایی را که در گذشته در زمینه حذف نویز ضربه و لبه یابی تصاویر ارائه شده اند بررسی کرده ایم. این روش ها با استفاده از تکنیک های مختلفی ارائه شده اند و بر همین مبنا نیز در دسته های مختلف مورد بررسی قرار گرفته اند.

در فصل دوم، روش ارائه شده در این پایان نامه را گام به گام شرح داده‌ایم. مفاهیم بنیادین استفاده شده در این روش همان تکنیک های هوشمند مرور شده در فصل اول می باشند.

در فصل سوم، نتایج شبیه سازی حاصل از روش ارائه شده در این پایان نامه و تعدادی از روش های بررسی شده در فصل اول را برای تصاویر مختلف آورده‌ایم.

در فصل چهارم، نتیجه گیری پایان نامه و پیشنهاداتی برای ادامه کار مطرح شده است.

در نهایت مراجع مورد استفاده برای انجام پایان نامه ذکر شده‌اند.

# فصل اول

## مقدمه

چون تصاویر نقش مهمی در آگاهی بشر بازی می‌کنند، بینایی را می‌توان یکی از مهم‌ترین حواس انسان دانست. مطالعه‌ی درک و فهم مرئی انسان و حیوانات مختلف از تصاویر منجر به ایجاد سیستم‌های بینایی مصنوعی شده است که در سخت افزار و نرم افزار به کار گرفته می‌شوند. تبادلات علمی میان بینایی بیولوژیکی و بینایی مصنوعی فواید زیادی را در هر دو زمینه به وجود آورده است. بر خلاف انسان‌ها که تنها به محدوده مرئی طیف الکترومغناطیسی[1] محدود هستند، ماشین‌های تصویر برداری تقریباً تمام طیف الکترومغناطیسی را پوشش می‌دهند و از این روست که زمینه های کاربردی پردازش تصویر[2] بسیار وسیع و گسترده است. کاربرد وسیع پردازش تصویر باعث می‌شود تا بر خود لازم بدانیم که آشنایی اولیه ای با تاریخچه پردازش تصویر و مفاهیم اولیه‌ی آن داشته باشیم. در ادامه فصل نیز مفاهیم مرتبط با پردازش تصویر همچون آشکارسازی لبه و نویز مورد بررسی قرار خواهند گرفت و مروری بر تکنیک های هوشمندی که به وفور در زمینه پردازش تصویر استفاده شده اند خواهیم داشت. در انتهای فصل تعدادی از روش های ارائه شده در زمینه حذف نویز و آشکارسازی لبه مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

## ۱-۱پردازش تصاویر

پردازش تصویر دارای دو شاخه عمده بهبود تصاویر و بینایی ماشین[3] است. بهبود تصاویر در بر گیرنده روش‌هایی چون استفاده از فیلتر محو کننده و افزایش تضاد برای بهتر کردن کیفیت دیداری تصاویر و اطمینان از نمایش درست آن‌ها در محیط مقصد است، در حالی که بینایی ماشین به روش‌هایی می‌پردازد که به کمک آن‌ها می‌توان معنا و محتوای تصاویر را درک کرد تا از آن‌ها در کارهایی چون رباتیک استفاده شود. بینایی ماشین یکی از شاخه های مدرن و پر تنوع هوش مصنوعی است که با ترکیب روش‌های مربوط به پردازش تصویر و ابزارهای تعلّم ماشینی رایانه‌ها را به بینایی اشیاء، مناظر و درک هوشمند خصوصیات گوناگون آن‌ها توانا می‌گرداند.

### ۱-۱-۱ وظایف اصلی در بینایی ماشین

- تشخیص شیء : تشخیص حضور و یا حالت شیء در یک تصویر. به عنوان مثال:

1. Electromagnetic Spectrum
2. Image Processing
3. Computer Vision

جستجو بر اساس محتوای تصاویر (بازیابی محتوا محور تصاویر).
شناسایی صورت انسان‌ها و موقعیت آن‌ها در تصویر.
تخمین حالت سه بعدی انسان‌ها و اندام‌هایشان.

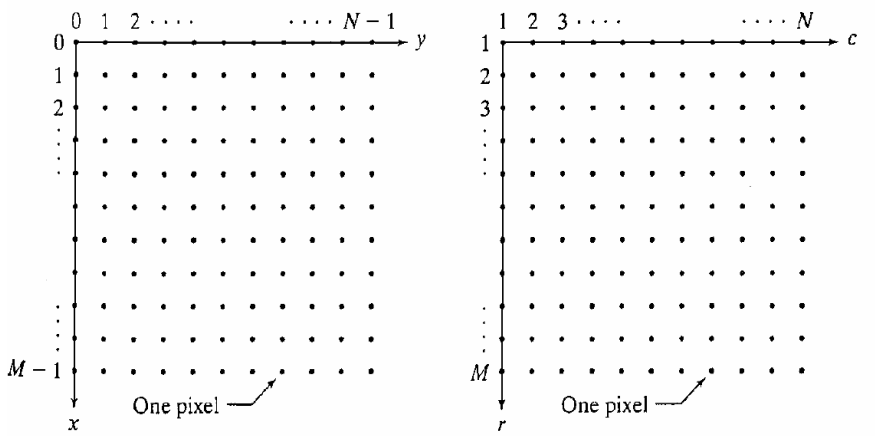
- پیگیری : پیگیری اشیای شناخته شده در یک دنباله از تصاویر. به عنوان مثال:
پیگیری یک شخص هنگامی که در یک مرکز خرید راه می‌رود.

- تفسیر منظره : ساختن یک مدل از یک تصویر ثابت یا متحرک. به عنوان مثال :
ساختن یک مدل از ناحیه پیرامون به کمک تصاویری که از دوربین نصب شده بر روی یک ربات گرفته می‌شوند.

- خود مکان یابی : مشخص کردن مکان و حرکت خود دوربین به عنوان عضو بینایی رایانه. به عنوان مثال:
مسیریابی یک ربات درون یک موزه.

پس از بحث پیرامون وظایف اصلی بینایی ماشین شایسته است در مورد سامانه های بینایی ماشین نیز شرح مختصری داشته باشیم. یک سامانه‌ی بینایی ماشینی شامل زیر سامانه های تصویربرداری، پیش پردازش، استخراج ویژگی و ثبت می‌باشد. ابتدا تصویر یا دنباله تصاویر با یک ابزار تصویر برداری مثل دوربین برداشته می‌شود و معمولاً ابزار تصویر برداری قبل از استفاده باید تنظیم شود. در گام پیش پردازش، تصویر در معرض اعمال سطح پایین قرار می‌گیرد که هدف این گام کاهش نویز و کم کردن مقدار کلی داده‌ها است. این کار نوعاً با به‌کارگیری روش‌های گوناگون پردازش تصویر دیجیتال انجام می‌شود. یکی دیگر از زیر سامانه های مورد بحث، استخراج ویژگی است که هدف از آن کاهش دادن بیشتر داده‌ها به مجموعه ای از ویژگی‌هاست. انجام آشکار سازی لبه، استخراج ویژگی‌های گوشه ای و بدست آوردن خطوط تراز و احتمالاً گذر از صفرهای خمش نمونه‌هایی از استخراج ویژگی می‌باشند. گام بعدی ثبت است که هدف آن برقراری تناظر میان ویژگی‌های مجموعه برداشت شده و ویژگی‌های اجسام شناخته شده در یک پایگاه داده است. در گام ثبت باید به یک فرضیه نهایی رسید. تخمین کمترین مربعات، تبدیل هاگ در انواع گوناگون، درهم سازی هندسی و پالودن ذره ای چند روش این کار می‌باشند.

منظور از پردازش تصویر دیجیتال، پردازش یک تصویر دو بعدی به وسیله‌ی یک رایانه‌ی دیجیتال است. تصویر دیجیتال که با تعداد محدودی از بیت‌ها نمایش داده می‌شود، آرایه ای از اعداد حقیقی یا مختلط است. تصاویر بدست آمده از ابزارهای تصویربرداری ابتدا دیجیتایز شده و سپس در حافظه رایانه‌ها به صورت اعداد باینری ذخیره می‌شوند. یک تصویر را می‌توان به صورت یک تابع دو بعدی $f(x,y)$ تعریف کرد که $(x,y)$ مختصات مکانی و $f$ دامنه تابع یا همان شدت روشنایی تصویر در محل $(x,y)$ است. اگر مقادیر $x$ و $y$ و $f$ همگی کمیت‌های گسسته باشند، تصویر را دیجیتال گویند و به هر یک از المان‌های تصویر که با مختصات $(x,y)$ نمایش داده می‌شوند یک پیکسل می‌گویند. برای نمایش یک تصویر $M \times N$ از یک آرایه دو بعدی که $M$ سطر و $N$ ستون دارد استفاده می‌کنیم. مقدار هر عنصر از آرایه نشان دهنده شدت روشنایی تصویر در آن نقطه است. این تعبیر در شکل ۱- ۱ نشان داده شده است.




**شکل ۱-۱ : نمایش ماتریس یک تصویر با سایز $\mathbf{M \times N}$ و پیکسل‌های مربوطه.**

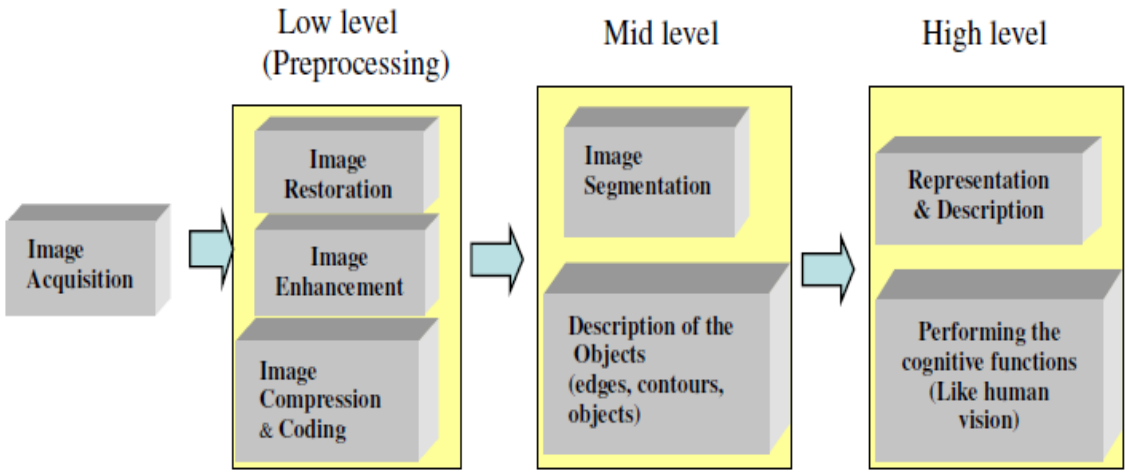
## ۱-۱-۲ تاریخچه پردازش تصویر

تاریخچه پردازش تصویر و یکی از اولین کاربردهای آن به صنعت روزنامه برمی‌گردد و زمانی که اولین تصاویر از طریق دریا بین لندن و نیویورک مبادله شدند. در ابتدا زمان مورد نیاز برای این کار بیش از یک هفته بود که در اوایل سال ۱۹۲۰ با معرفی کابل *Bart lane* به حدود ۳ ساعت کاهش یافت. در آن زمان تصاویر در طرف فرستنده کد می‌شدند و پس از ارسال در طرف گیرنده مجدداً کدها بازگشایی شده و تصاویر بازیابی می‌شدند و نکته قابل توجه اینکه تعداد سطوح روشنایی که قابلیت کد شدن داشتند در آن زمان حدود ۵ سطح بود که چند سال بعد این توانایی به ۱۵ سطح افزایش یافت.

پیدایش رایانه های دیجیتال به منظور انجام کارهای پردازش تصویر به دهه ۱۹۶۰ برمی‌گردد و از آن زمان به بعد با توجه به افزایش قابل توجه توانایی‌های رایانه‌ها، پردازش تصویر نیز رشد چشمگیری داشته است. با اینکه نمی‌توان مرز مشخصی بین پردازش تصویر از یک طرف و بینایی ماشین از طرف دیگر مشخص کرد اما می‌توان سه نوع پردازش سطح پایین، سطح میانی و سطح بالا را تشخیص داد. پردازش سطح پایین شامل پردازش‌های ابتدایی مانند پیش پردازش‌هایی برای حذف نویز، بهبود کنتراست[1] و فیلتر کردن تصویر است. مشخصه این نوع پردازش این است که ورودی و خروجی آن تصویر هستند. پردازش سطح میانی شامل بخش بندی تصویر[2] به منظور تقسیم آن به نواحی و اشیاء مختلف، توصیف اشیاء به فرمی که برای پردازش کامپیوتر مناسب باشند و طبقه بندی و تشخیص اشیاء مختلف است. ویژگی این نوع پردازش این است که ورودی آن معمولاً تصویر و خروجی آن صفاتی از اشیاء تصویر مانند لبه‌ها می‌باشد. پردازش سطح بالا شامل فهمیدن روابط بین اشیاء تشخیص داده شده، استنباط و تفسیر صحنه و انجام تفسیر و تشخیص‌هایی است که سیستم بینایی انسان انجام می‌دهد. بسیاری از پردازش‌های سطح بالا در حیطه بینایی ماشین قرار می‌گیرند. به طور مثال، یک سیستم تشخیص اتوماتیک متن را در نظر بگیرید. پردازش

1. Contrast
2. Image Segmentation

برای مشخص کردن ناحیه حاوی متن، پیش پردازش تصویر حاصل، استخراج حروف مختلف و تشخیص آن حروف در حیطه بحث پردازش تصویر قرار دارند. استنباط مفهوم و محتوای متن مورد نظر در حیطه بینایی ماشین یا آنالیز تصویر قرار می‌گیرد. شکل ۱– ۲ سطوح مختلف پردازش تصویر را نمایش می‌دهد.




**شکل ۱–۲ : نمایش سطوح مختلف پردازش تصویر**

### ۱–۱–۳ کاربردهای پردازش تصویر

سطوح مختلف پردازش تصویر به طور گسترده در زمینه های پزشکی، فضایی، صنعتی، جغرافیا، باستان شناسی، نجوم، پدافند و غیره به کار می‌رود. در این قسمت برای درک اهمیت عملیات پردازش تصویر برخی از این کاربردها را به اختصار شرح می‌دهیم.

- سیستم‌های بازرسی اتوماتیک که برای افزایش کیفیت محصولات در صنایع ضروری می‌باشند. به عنوان مثال در کارخانه های فولاد در آسیاب‌های غلتان سرد یا گرم نیازمندیم تا هر گونه عیبی را در سطح فلز بیابیم که این کار می‌تواند با تکنیک‌های پردازش تصویر مثل آشکارسازی لبه یا شناسایی بافت انجام شود.

- تکنیک‌های تصویر برداری پزشکی: انواع مختلفی از وسایل تصویر برداری مثل اشعه X یا تصاویر ماموگرافی و سونوگرافی و ... به طور وسیعی برای اهداف پزشکی استفاده می‌شوند. به عنوان مثال در تصاویر ماموگرافی بسیاری از تکنیک‌های پردازش تصویر مثل بهبود کنتراست و تقطیع و استخراج شاخص استفاده می‌شود تا مشخص شود که آیا تومور خوش‌خیم یا بدخیم است. شکل ۱–۳ نمونه‌هایی از تصویربرداری پزشکی را نشان می‌دهد.

- کاربردهای نظامی : اهمیت کاربرد تکنیک‌های پردازش تصویر در امور نظامی به روشنی برای همگان قابل درک است. هر کشوری به طور مداوم نیازمند مانیتور کردن حریم زمینی و دریایی و هوایی خویش است تا کوچکترین تجاوز را در کوتاهترین زمان ممکن دریافته و با تحلیل تصاویر راداری شیء متجاوز را شناسایی کند.

**شکل ۱-۳ : نمونه‌هایی از تصویربرداری پزشکی**

- تفسیر تصاویر دریافتی از دوردست : به طور مثال اطلاعات مربوط به هواشناسی از تحلیل و تفسیر تصاویر دریافتی از ماهواره‌ها استخراج می‌شود. تصاویر با سنسورهای موجود در ماهواره های دوردست از سطح زمین جمع آوری می‌شود و سپس برای پردازش بیشتر به ایستگاه های زمینی ارسال می‌گردد.

- فشرده سازی تصاویر : فشرده سازی در ارتباط با کاهش مقدار داده مورد نیاز برای نمایش تصویر دیجیتالی است. از آنجایی که انتقال تصاویر ویدئویی بدون هیچ فشرده سازی توسط کانال‌های ارتباطی و آن هم بدون اتلاف زمان کاری سخت است، فشرده سازی ویدئو یک زمینه کاربردی بسیار مهم در پردازش تصویر است. فشرده سازی با حذف یکی از سه نوع افزونگی اصلی داده به دست می‌آید: (۱) افزونگی کد گذاری؛ وقتی وجود دارد که از کلمات کد غیر بهینه استفاده شود (۲) افزونگی بین پیکسلی که از همبستگی بین پیکسل‌های تصویر به وجود می‌آید و (۳) افزونگی روان بصری که به خاطر اطلاعاتی است که توسط سیستم بینایی انسان نادیده گرفته می‌شود.

یکی دیگر از جنبه های توانمندی تصویر برداری دیجیتال تنوع گونه های تصویری است که اتفاق می‌افتد. این گونه های تصویری را می‌توان در سه گروه عمده بیان کرد: (۱) تصاویر انعکاسی که مربوط به تابشی هستند که از سطح شیء بازتاب داده می‌شوند و تصویر برداری چشم انسان از اشیاء نیز مربوط به همین امر است. (۲) تصاویر انتشاری که در این مورد اشیاء تصویر برداری شده خود تابش هستند. (۳) تصاویر جذبی که در این مورد تابش از شیء عبور می‌کند و به وسیله مواد سازنده شیء مورد نظر جذب یا تضعیف می‌شود. میزان جذب، سطح تابش دریافتی در تصویر ثبت شده را دیکته می‌کند و تصاویر اشعه ایکس از این دسته می‌باشند.

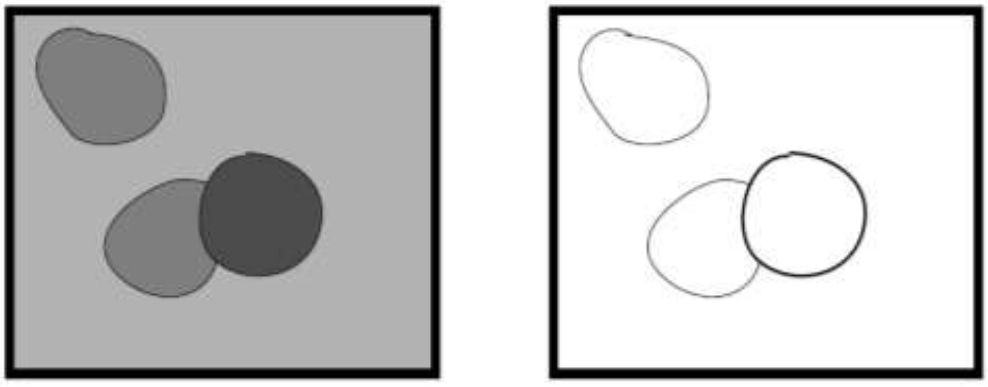
## ۱-۲ آشکارسازی لبه

همان طور که گفته شد تکنیک‌های پردازش تصویر برای تحلیل تصاویر حاصله از ماشین‌های تصویربرداری استفاده می‌شوند تا

نتایج کاربردی در علوم مختلف حاصل شود. یکی از مهم‌ترین تکنیک‌های استفاده شده در تحلیل تصویر آشکارسازی لبه است. دلیل این اهمیت این است که لبه‌ها در یک تصویر مرز بین اشیاء و پس زمینه و نیز مرز بین اشیاء همپوشان را نشان می‌دهند و این بدین معنی است که اگر لبه‌ها را در یک تصویر به دقت شناسایی کنیم همه اشیاء مشخص شده و خصوصیات مهمی چون مساحت و محیط می‌تواند اندازه گیری شود.

به طور ایده آل، لبه گذری بین دو سطح شدت روشنایی است که روی فاصله یک پیکسل رخ دهد. آشکارسازی لبه بخشی از فرآیند تقطیع تصویر است. آشکارسازی لبه پیکسل‌های لبه را شناسایی می‌کند و بهبود لبه کنتراست بین لبه و پس زمینه را افزایش می‌دهد تا لبه‌ها واضح‌تر باشند اما در عمل این دو واژه به جای یکدیگر استفاده می‌شوند چون بیشتر برنامه های آشکارسازی لبه یک سطح روشنایی خاص را به پیکسل‌های لبه اختصاص می‌دهند و بنابراین لبه‌ها به سادگی قابل مشاهده هستند.

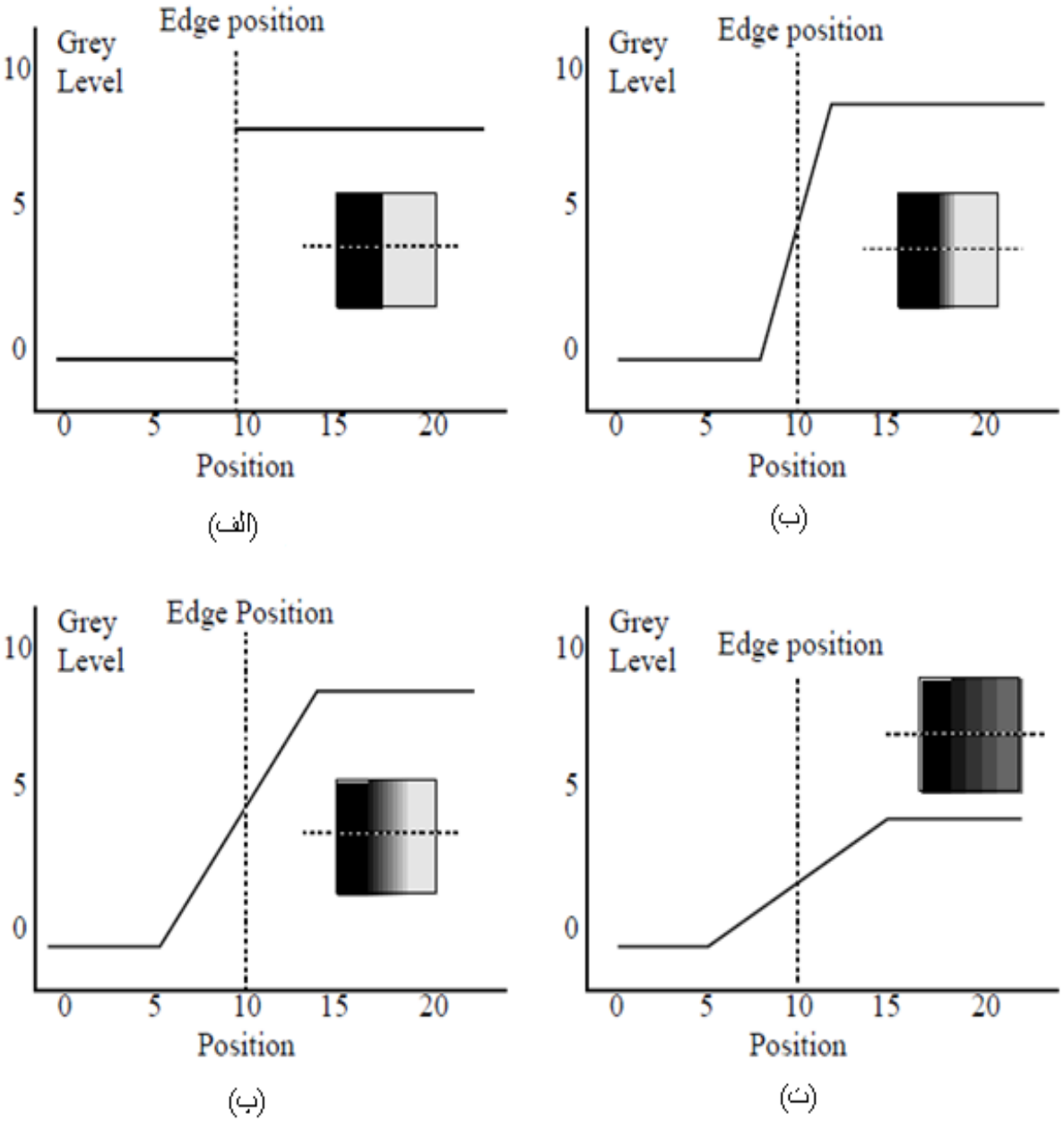
شکل ۱-۴ یک مثال ساده از آشکارسازی لبه را نشان می‌دهد. در تصویر اصلی (شکل ۱-۴ – الف) دو شیء همپوشان در یک پس زمینه خاکستری وجود دارد. در شکل ۱-۴- ب لبه‌ها با خطوط تیره آشکار شده‌اند و می‌توان مشخص کرد که یکی از حباب‌ها بخشی از حباب دیگر را پوشانده است. اگر چه در این مورد تشخیص پس زمینه و اشیاء دشوار است و فقط مرزهای بین نواحی شناسایی شده‌اند اما در مورد تصاویری که مفهوم بیشتری در بر داشته باشند مانند تصاویر چهره، با آشکارسازی لبه تشخیص پس زمینه و مفهوم اساسی ممکن می‌گردد.



(ب) (الف)

**شکل ۱-۴ : نمونه ای ساده از آشکارسازی لبه در یک تصویر (الف) تصویر اصلی (ب) لبه های استخراج شده.**

انواع متنوعی از لبه‌ها در تصاویر وجود دارند که در شکل ۱-۵ نمایش داده شده‌اند. آسان‌ترین آشکارسازی در خصوص لبه پله ایده آل اتفاق می‌افتد (شکل ۱-۵- الف) اما یک لبه پله ایده آل هرگز در یک تصویر واقعی اتفاق نمی‌افتد چون اشیاء به ندرت دارای مرزهای تیز هستند و یک منظره هرگز طوری نمونه برداری نمی‌شود که لبه‌ها واقعاً در حد یک پیکسل اتفاق بیفتند.




**شکل ۱–۵: نمایش مدل‌های لبه (الف) تغییر سطح دقیقاً در پیکسل ۱۰ اتفاق می‌افتد (ب) همان تغییر سطح قبلی روی ۴ پیکسل و با مرکزیت پیکسل ۱۰ اتفاق می‌افتد (پ) تغییر سطح روی ۱۰ پیکسل و با مرکزیت پیکسل ۱۰(ت) تغییر سطح کوچکتری روی ۱۰ پیکسل اتفاق می‌افتد [۳].**

بنابراین تغییر در سطح روشنایی ممکن است روی تعدادی از پیکسل‌ها اتفاق بیفتد (شکل ۱–۵– ب تا ۱–۵– ت) که در این حالت موقعیت اصلی لبه مرکز شیب متصل کننده سطوح روشنایی پایین و بالا است. این شیب نیز فقط در دنیای ریاضی تعریف می‌شود