

# اصول فشرده سازی تصاویر پزشکی و هوایی در نرم افزار متلب

تهیه و تألیف:

آرام صالحی

سید یحیی مرادی

محمد حسین محمدی

مسعود ردائی



عنوان و نام پدیدآور	فشرده سازی تصاویر هوایی و پزشکی در نرم افزار متلب
مشخصات نشر	تهران: آرنا، ۱۳۹۹
مشخصات ظاهری	۱۲۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۶۲۲-۲۹۱-۰۰۱-۳
وضعیت فهرست‌نویسی	فیبا
یادداشت	کتابنامه: ص. ۱۲۷-۱۲۸.
موضوع	سیستم های تصویر گری در پزشکی -- داده پردازي
موضوع	Image system in medicine - Data processing
موضوع	متلب
موضوع	MATLAB
موضوع	فشرده سازی تصویر
موضوع	Image compression
موضوع	عکس های هوایی -- عکس پردازي - روش های رقمي
رده‌بندی کنگره	Aerial photographs - Image processing - Digital techniques
رده‌بندی دیویی	۶۱۶/۰۷۵۴
شماره کتاب‌شناسی ملی	۷۴۳۱۰۴۴

## اصول فشرده سازی تصاویر پزشکی و هوایی در نرم افزار متلب

نویسنده: آرام صالحی - سید یحیی مرادی - محمد حسین محمدی - مسعود ردائی

ناشر: انتشارات آرنا

طراح جلد: حمزه احمدی

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

نوبت چاپ: اول ۱۳۹۹

قیمت: ۴۴۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۹۱-۰۰۱-۳



# سخن مؤلفان

با سپاس از خداوند متعال، خوش حالیم که فرصتی ایجاد شد تا بتوانیم به یکی دیگر از نیازهای دانشجویان پاسخ مثبت دهیم.

کتاب حاضر که تحت عنوان اصول فشرده سازی تصاویر پزشکی و هوایی در نرم افزار متلب خدمتتان تقدیم میگردد، شامل مبانی تصاویر پزشکی، تصاویر هوایی و مبانی فشرده سازی است.

خوش حال میشویم که نظرات، پیشنهادات، انتقادات و نواقص کتاب را به تیم ما گوشزد فرمائید تا در ویرایش های بعدی مد نظر قرار گیرند.

با تشکر فراوان

زمستان ۱۳۹۹



## چکیده

امروزه روش‌های فشرده سازی کاربردهای بسیاری در جنبه‌های مختلف کامپیوتر و ارتباطات پیدا کرده‌اند. هدف از فشرده سازی تصاویر، کاهش افزونگی محتویات عکس می‌باشد. به زبان دیگر، فشرده سازی تصویر یعنی ذخیره سازی آن بصورت مجموعه‌ای از تبدیلات است. فشرده سازی یک نوع عمل کدینگ است که در آن داده‌های ورودی به طریقی کد می‌شوند که فضای کمتری را اشغال نموده و نیز بتوانند دوباره در هر زمان دلخواه بازیابی شده و داده اصلی را برای ما باز گردانند. هدف اصلی در فشرده سازی کوچک کردن حجم داده هاسیستم اطلاعاتی امروزی به گونه‌ای مستقیم و یا غیرمستقیم از مزایا و منافع روش‌های فشرده سازی، بهره می‌برند. پایان نامه‌ای که در مقابل شماست، تلاشی است برای معرفی روشهای فشرده سازی تصویر و پیاده سازی برخی از این الگوریتم‌ها بر روی تصاویر استاندارد است.



## فهرست مطالب

### کلیات

۱۳

- ۱-۱- مقدمه..... ۱۳
- ۱-۲- پیشینه تحقیق..... ۱۳
- ۱-۳- تصویر چیست؟..... ۱۴
- ۱-۳-۱- کیفیت و حجم تصویر..... ۱۴
- ۱-۳-۲- ساختن تصاویر ثابت..... ۱۵
- ۱-۳-۳- مدل‌های رنگ کامپیوتر..... ۱۶
- ۱-۴- تصاویر BITMAP..... ۱۸
- ۱-۴-۱- سیستم‌های دیجیتال..... ۱۹

### مبانی تصاویر پزشکی

۲۱

- ۲-۱- مقدمه..... ۲۱
- انواع تصاویر پزشکی..... ۲۳
- ۲-۲- روش‌های پرتوی یونیزه‌کننده..... ۲۳
- ۲-۲-۱- پرتونگاری..... ۲۳
- ۲-۲-۲- فلوروسکپی..... ۲۳
- ۲-۲-۳- ماموگرافی..... ۲۴
- ۲-۲-۴- آنژیوگرافی..... ۲۵
- ۲-۲-۵- مقطع‌نگاری کامپیوتری (CT)..... ۲۷
- ۲-۳- روش‌های پرتوی غیر یونیزه‌کننده..... ۲۸
- ۲-۳-۱- ام آر آی..... ۲۸

- ۳۱.....fMRI روش ۲-۳-۲
- ۳۲.....روش های نوری ۲-۳-۳
- ۳۳.....روش OCT ۲-۳-۴
- ۳۳.....اولتراسوند ۲-۳-۵
- ۳۴.....روش های هسته ای ۲-۴
- ۳۴.....اسپکت ۲-۴-۱
- ۳۵.....پت اسکن ۲-۴-۲
- ۳۷.....دیگر روش های پزشکی هسته ای ۲-۵
- ۳۷.....اسکن استخوان ۲-۵-۱
- ۳۷.....اسکن مغزی ۲-۵-۲
- ۳۷.....اسکن گالیم ۲-۵-۳
- ۳۸.....اسکن موگا ۲-۵-۴
- ۳۹.....اسکن های ریوی ۲-۵-۵
- ۳۹.....اسکن ریوی پرفیوژنی ۲-۵-۵-۱
- ۳۹.....اسکن ریوی تهویه ای ۲-۵-۵-۲
- ۴۰.....اسکن سستامیسی تکنیتیوم-۱۹۹م ۲-۵-۶
- ۴۰.....جرقه نگاری یا سیتی گرافی ۲-۵-۷
- ۴۱.....اسکن تیروئید ۲-۵-۸
- ۴۲.....روش های تلفیقی یا ترکیبی ۲-۶
- ۴۴.....سیستم های ترکیبی X-Ray/MRI ۲-۶-۱
- ۴۵.....ترکیب MRI و تصویربرداری نوری ۲-۶-۲
- ۴۵.....PET/CT ۲-۶-۳
- ۴۷.....SPECT/CT ۲-۶-۴
- ۴۷.....PET/MRI ۲-۶-۵
- ۴۷.....روش های دیگر ۲-۷
- ۴۷.....تصویرگری با امواج THz ۲-۷-۱



۴۹	۲-۷-۲- سنجش تراکم استخوان یا دانسیتومتری
۵۱	۲-۷-۳- اسکن رادیو ایزوتوپ
۵۳	۲-۷-۴- آنژیوگرافی Angiography
۵۳	۲-۷-۵- ونوگرافی Venography
۵۴	۲-۷-۶- میلوگرافی Myelography
۵۵	۲-۷-۷- آرتروگرافی Arthrography
۵۶	۲-۷-۸- سی تی اسکن (CT)

## ۶۱ تصاویر هوایی

۶۱	۳-۱- مقدمه
۶۴	۳-۲- دلایل اهمیت پهپادها
۶۴	۳-۳- هواپیماهای بدون سرنشین چگونه کار می کنند؟
۶۵	۳-۴- تاریخچه پهپاد
۶۶	۳-۵- تاریخچه پهپادهای ساخت ایران
۶۸	۳-۶- انواع پهپادها
۶۸	۳-۶-۱- پهپاد های چندمنظوره
۶۹	۳-۶-۲- پهپاد های بال ثابت
۷۰	۳-۶-۳- پهپاد های تک منظوره
۷۰	۳-۶-۴- پهپاد های ترکیبی VTOL
۷۱	۳-۶-۵- میکرو پهپادها
۷۲	۳-۶-۶- مینی پهپادها
۷۳	۳-۶-۷- پهپادهای جاسوسی-عکسبرداری
۷۴	۳-۶-۸- پهپادهای تحقیق و اکتشاف
۷۴	۳-۷- کاربرد پهپادها
۷۶	۳-۸- کاربرد پهپادهای تحقیق و پژوهش
۷۶	۳-۹- کاربرد پهپادها در خبرنگاری و عکاسی
۷۷	۳-۱۰- کاربرد پهپاد در کشاورزی

- ۱-۱۰-۳- پهبادهای محلول پاش (سم، کو و ریزمغذی ها) ..... ۷۸
- ۱۱-۳- پهباد تبلیغات و تحویل مرسوله ..... ۷۹
- ۱۲-۳- پهباد نقشه برداری ..... ۷۹
- ۱۳-۳- کاربردهای پهباد نقشه برداری در مناطق شهری ..... ۸۰
- ۱۴-۳- کاربرد پهباد نقشه برداری در معادن ..... ۸۱
- ۱۵-۳- روش های تصویربرداری پهباد ..... ۸۲
- ۱۶-۳- نقش پهبادها در تصویربرداری هوایی ..... ۸۳

۸۵

## مبانی فشرده سازی

- ۱-۴- فشرده سازی چیست؟ ..... ۸۵
- ۲-۴- تکنیک های فشرده سازی ..... ۸۷
- ۳-۴- الگوریتم های رمز گذاری و فشرده سازی ..... ۹۰
- ۱-۳-۴- رمز گذاری آنتروپی ..... ۹۰
- ۲-۳-۴- رمز گذاری منبع ..... ۹۱
- ۴-۴- دسته بندی روش های کدینگ بدون اتلاف [۱۷] ..... ۹۴
- ۱-۴-۴- کدینگ طول متغیر ..... ۹۵
- ۲-۴-۴- فشرده سازی تصاویر به روش کد هافمن [۱۶، ۱۷] ..... ۹۶
- ۳-۴-۴- رمز گشایی به روش کد هافمن ..... ۹۸
- ۴-۴-۴- JPEG[3] ..... ۹۸
- ۵-۴-۴- JPEG200 ..... ۹۹
- ۴-۴-۵- فرکتال و نظریه فرکتالها ..... ۱۰۰
- ۱-۴-۵- موارد استفاده از فرکتالها ..... ۱۰۳
- ۲-۴-۵- آنالیز در حوزه فرکانس ..... ۱۰۵
- ۳-۴-۵- تبدیل فوریه زمان-کوتاه ..... ۱۰۸
- ۷-۴- آنالیز چند رزولوشنه ..... ۱۱۲
- ۷-۴- تبدیل موجک یک بعدی ..... ۱۱۳
- ۱-۷-۴- تبدیل موجک پیوسته ..... ۱۱۳

۱۱۴.....	۴-۷-۲- تبدیل ویولت گسسته
۱۱۵.....	۴-۸- تبدیل ویولت دوبعدی
۱۱۷.....	۴-۸-۱- App Designer
۱۱۸.....	۴-۸-۲- نحوه پیاده‌سازی برنامه
۱۱۹.....	۴-۹- قابلیت‌های این برنامه
۱۱۹.....	۴-۱۰- نمایی از محیط نرم‌افزار
۱۲۱.....	بررسی نحوه ی عملکرد برنامه
۱۲۱.....	۵-۱- مقدمه
۱۲۱.....	۵-۲- نمایش محیط برنامه
۱۲۵.....	نتیجه گیری
۱۲۵.....	۶-۱- نتیجه‌گیری
۱۲۶.....	۶-۲- پیشنهادها
۱۲۷.....	منابع و مآخذ



# کلیات

## ۱-۱- مقدمه

هدف از فشرده سازی تصاویر، کاهش افزونگی محتویات عکس می باشد. به زبان دیگر، فشرده سازی تصویر یعنی ذخیره سازی آن بصورت مجموعه ای از تبدیلات. فشرده سازی یک نوع عمل کدینگ است که در آن داده های ورودی به طریقی کد می شوند که فضای کمتری را اشغال نموده و نیز بتوانند دوباره در هر زمان دلخواه بازیابی شده و داده اصلی را برای ما باز گردانند [۱].

هدف اصلی در فشرده سازی کوچک کردن حجم داده ها است. شاید سال ها پیش همزمان با ایجاد مبحث فشرده سازی، این هدف بسیار بزرگ می نمود. چرا کم منابع ذخیره داده حجم محدودی داشتند و بسیار هم گران قیمت بودند. اکنون به نظر می رسد که آن زمان گذشته است و امروزه نیاز به فشرده سازی نه تنها کمتر نشده است، بلکه به صورت روزافزونی بیشتر هم می شود. و تفاوت در نحوه اعمال روش های فشرده سازی است [۲].

## ۱-۲- پیشینه تحقیق

ایده خود متشابه در اصل توسط لایبنیتس بسط داده شد. او حتی بسیاری از جزئیات را حل کرد. در سال ۱۸۷۲ کارل وایرشتراس مثالی از تابعی را پیدا کرد با ویژگی های غیر بصری که در همه جا پیوسته بود ولی در هر جا مشتق پذیر نبود. گراف این تابع اکنون فرکتال نامیده می شود. در سال ۱۹۰۴ هلگه فون کخ به همراه خلاصه ای از تعریف تحلیلی وایرشتراس، تعریف هندسی تری از تابع خود متشابه ارائه داد که حالا به برفدانه کخ معروف است. در سال

۱۹۱۵ واکلو سرپینسکی مثلثش را و سال بعد فرش اش (فرکتالی) را ساخت. ایده منحنی های خود متشابه توسط پاول پیر لوی مطرح شد او در مقاله اش در سال ۱۹۳۸ با عنوان «سطح یا منحنی های فضایی و سطوحی شامل بخش های متشابه نسبت به کل» منحنی فرکتالی جدیدی را توصیف کرد [۳].

گنورگ کانتور مثالی از زیرمجموعه های خط حقیقی با ویژگی های معمول ارائه داد. این مجموعه های کانتور اکنون به عنوان فرکتال شناخته می شوند. اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم توابع تکرار شونده در سطح پیچیده توسط هانری پوانکاره، فلیکس کلاین، پیر فاتو و گاستون جولیا شناخته شده بودند. با این وجود بدون کمک گرافیک کامپیوتری، آن ها نسبت به نمایش زیبایی بسیاری از اشیایی که کشف کرده بودند، ناتوان بودند [۲، ۴].

در سال ۱۹۶۰ بنوا مندلبرو تحقیقاتی را در شناخت خود-همانندی طی مقاله ای با عنوان «طول ساحل بریتانیا چقدر است؟ خود متشابه ای اماری و بعد کسری» آغاز کرد. این کارها بر اساس کارهای پیشین ریچاردسون استوار بود. در سال ۱۹۷۵ مندلبرو برای مشخص کردن شئی که بعد هاوسدورف-بیسکوویچ آن بزرگ تر از بعد توپولوژیک آن است کلمه فرکتال را ابداع کرد. پیش از اینکه مندلبرو این واژه را ابداع کند، برای چنین اشکالی، از واژه «منحنی های هیولایی» استفاده می شد [۲، ۵، ۶].

### ۳-۱- تصویر چیست؟

یک کمیت انالوگ یا پیوسته در مکان و عمق رنگ است. بی نهایت نقطه در صفحه می توان نمونه برداری کرد. تعداد نقاطی که از یک تصویر نمونه برداری می شود وضوح تصویر نامیده می شود، مثلاً  $600 \times 800$  هر تصویر یک مقدار گسسته است پس باید نمونه برداری و کوئتیزاسیون انجام شود و تبدیل به یک مقدار گسسته شود. هر نمونه را در یک تصویر، یک پیکسل گویند [۷-۹].

### ۳-۱-۱- کیفیت و حجم تصویر

کیفیت تصویر به دو عامل زیر بستگی دارد [۹-۱۱]:

(۱) تعداد نمونه‌ها در واحد مکان (Resolution)

(۲) عمق بیتی

حجم فایل تصویر به صورت زیر محاسبه می‌شود:

حجم فایل تصویر = عمق بیتی  $\times$  وضوح تصویر

- Monochrom:1bit/sample
- Gray scale:8bit/sample
- High color:16bit/sample
- True color:24bit/sample
- Highest color:32bit/sample

## ۲-۳-۱- ساختن تصاویر ثابت

تصاویر ثابت در حالت‌های مختلفی دیده می‌شود. ممکن است کوچک، بزرگ، تمام صفحه و یا رنگی باشد. به صورت تصادفی در مکان‌های مختلف صفحه نمایش قرار گرفته باشند و یا بصورت یک شکل هندسی باشند [۹, ۱۱].

تصاویر ثابت به دو روش، توسط کامپیوتر تولید می‌شوند [۱۱, ۱۲]:

(۱) Bitmap ها (طرح‌های گرافیکی نقاشی شده)

(۲) طرح‌های گرافیکی ترسیم شده برداری (ترسیمات مسطح)

Bitmap ها جهت ترسیمات پیچیده‌ای که به تشریح جزئیات نیاز دارند، بکار می‌روند. اشیاء ترسیم شده برداری، در رسم اشکال هندسی بکار می‌روند و با تعیین زوایا، فواصل و مختصات، مشخص می‌شوند. می‌توان یکشی رسم شده را با رنگها و طرح‌های مختلف پر کرده و یا بعنوان یکشی مجزا انتخاب نمود. نمایش انواع تصاویر، به دقت تفکیک صفحه نمایش، طرح و امکانات و قابلیت‌های مانیتور سخت افزار گرافیکی کامپیوتر بستگی دارد. تصاویر با توجه انواع آن‌ها، در قابلیت‌هایی با فرمت‌های مختلف ذخیره می‌شوند و می‌توانند از یک برنامه کاربردی به یک برنامه دیگر، یا از یک سیستم کامپیوتری به یک سیستم دیگر منتقل شوند. فایل‌های تصویری، معمولاً به منظور صرفه‌جویی در حافظه و فضای دیسک،

فشرده می‌شوند. امروزه، بسیاری از فرمت‌های گرافیکی نظیر JPEG, GIF و Png در ذخیره‌سازی فایل تکنیک فشرده‌سازی را بکار می‌برند.

می‌توان گفت تصاویر ثابت، مهم‌ترین عنصر پروژه چندرسانه‌ای به شمار می‌رود؛ بنابراین، لازم است مدت‌زمان لازم برای فراگیری روش‌ها و امکانات موجود در نرم‌افزار ترسیم، تعیین شود. وجود افرادی که در هنر نقاشی و طراحی مهارت دارند، برای موفقیت پروژه ضروری است. قضاوت مخاطبین در مورد پروژه، تحت تأثیر مستقیم آثار Visual آن خواهد بود.

### ۳-۱-۳- مدل‌های رنگ کامپیوتر

رنگ یک پیکسل روی مانیتور یک کامپیوتر، معمولاً با مقدار قرمز، سبز و آبی آن مشخص می‌شود. هرچه مقادیر قرمز، سبز و آبی بیشتر باهم ترکیب شوند، سایه‌های رنگ بیشتری قابل رؤیت است. مدیریت و نمایش این ترکیبات به‌صورت دیجیتالی، زمان پردازش و حافظه زیادی مصرف می‌نماید. در کامپیوتر، مدل‌ها و متدلوژی‌های مختلفی برای تعریف رنگ‌ها وجود دارد، نظیر RGB، HSB، HSL، CMYK، CIE و غیره. با استفاده مدل RGB (قرمز، سبز و آبی) و با تنظیم مقادیر قرمز، سبز و آبی در محدوده صفر تا ۲۵۵، می‌توان رنگی را تعیین کرد. شکل رنگی شماره ۱. مکعب رنگی RGB را نشان می‌دهد. سه بعد آن مقادیر سه کانال رنگی را نشان می‌دهد که یک‌رنگ را تعریف و مشخص می‌کنند [۸، ۱۱].

جدول ۱-۱ بیت‌های مشخص‌کننده رنگ‌های مختلف

رنگ	آبی	سبز	قرمز
سفید	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵
زرد	۰	۲۵۵	۲۵۵
ارغوانی	۲۵۵	۰	۲۵۵
آبی کبود	۲۵۵	۲۵۵	۰



قرمز	۰	۰	۶۵۵۳۵
سبز	۰	۶۵۵۳۵	۰
آبی	۶۵۵۳۵	۰	۰

در مدل‌های HSB (هاله رنگ، غلظت، شدت روشنایی) و HSL (هاله رنگ، غلظت، شدت نور)، هاله رنگ روی یک دایره رنگی به صورت درجه‌ای در محدوده صفر درجه تا ۳۶۰ درجه و نیز میزان غلظت و روشنایی به صورت درصد مشخص می‌شود. شدت روشنایی یا شدت نور، درصد رنگ سیاه یا سفیدی است که با یکرنگ ترکیب می‌شود. شدت روشنایی ۱۰۰ درصد رنگ سفید و صفر درصد رنگ مشکی است. رنگ خالص دارای شدت روشنایی ۵۰ درصد می‌باشد. غلظت، میزان شدت رنگ است. اگر غلظت ۱۰۰ درصد باشد، رنگ خالص و اگر غلظت صفر درصد باشد، رنگ یا سفید یا سیاه و یا خاکستری خواهد بود. [۴]

شکل رنگی ۲، موقعیت رنگ‌ها را روی دایره رنگی نشان می‌دهد که به صورت زیر تعریف می‌شود:

جدول ۱-۲ بیت های مشخص کننده رنگ های مختلف

درجه	رنگ
۰	قرمز
۶۰	زرد
۱۲۰	سبز
۱۸۰	آبی کبود
۲۴۰	آبی
۳۰۰	ارغوانی

مدل CMYK، در تولید سیستم‌های چندرسانه‌ای کاربرد کمی دارد و بیشتر در کارهای چاپی بکار می‌رود که در آن‌ها عملیات چاپ از رنگ‌های آبی کبود، ارغوانی، زرد سیاه، جهت تفکیک رنگ‌ها استفاده می‌شود. سایر مدل‌های رنگ نظیر CIF، YIQ، YUV و CIE.YCC میزان فرکانس، غلظت و روشنایی رنگ‌ها را مشخص می‌کنند (آبی/زرد یا قرمز/سبز که با گیرنده‌های موجود در مخروط‌های چشم رابطه دارند) مدل CIE. تشابه بیشتری با فرایند ادراک رنگ توسط انسان دارد. ولی در دستگاه‌های خاصی نظیر اسکنرها، قادر به تکرار این فرایند نیستند. مدل‌های VHQ و YUV بر پایه روشنایی و کرومیوم استوارند که با دامنه و فاز موج وابسته به یک منبع، مشخص می‌شوند. جزئیات توسط روشنایی (سیاه و سفید) انتقال می‌یابد؛ بنابراین کاهش رنگ، باعث از دست رفتن جزئیات تشریح تصویر نمی‌شود. این فرایند آنالوگ می‌تواند به مقادیر عددی تبدیل شود؛ بنابراین، کامپیوتر می‌تواند برای تبدیل یکرنگ به یک پیکسل، از یک جعبه‌رنگ یا CLUT یا جدول مرجع رنگ استفاده نماید [۴].

مدل Photo YCC، توسط شرکت Kodak عرضه شده است. این مدل تعریفی را ارائه می‌کند که نمایش سازگاری از تصاویر رنگی دیجیتال تا حاصل از نگاتیوها، اسلایدها و سایر ورودی‌های کیفیت بالا به وجود می‌آورد. مدل YCC برای تصاویر Photo CD بکار می‌رود [۱۱].

#### ۴-۱- تصاویر BITMAP

یک Bitmap، ماتریس ساده‌ای از اطلاعات است که نقاطی منحصربه‌فرد را تشریح می‌کند این نقاط، کوچک‌ترین عنصر تفکیک در یک صفحه نمایش یا دستگاه چاپ هستند. برای تصاویر تک‌رنگ یا مونوکروم (مانند اشیاء سیاه و سفید)، یک ماتریس یک‌بعدی و برای تشریح بیش از ۱۶ میلیون رنگ (که در بعضی از تصاویر وجود دارد)، ماتریسی با ابعاد (تعداد بیت‌های اطلاعاتی) بیشتر، مورد نیاز است. (شکل ۱-۳) این عناصر که تصاویر را تشکیل می‌دهند، پیکسل، نامیده می‌شوند. پیکسل‌ها می‌توانند روشن یا خاموش باشند (که در این صورت Bitmap های یک بیتی بارنگ‌های سفید و سیاه ایجاد می‌شود)، یا می‌توانند

سایه‌هایی از رنگ‌های مختلفی را به نمایش بگذارند. (Bitmap چهار بیتی ۱۶ رنگ، ۸ بیتی ۲۵۶ رنگ، ۱۶ بیتی ۶۵۵۳۶ رنگ و ۲۴ بیتی میلیون‌ها رنگ). موقعیت مکانی پیکسل‌ها روی صفحه نمایش، تصویر را روی بیننده قابل‌رؤیت می‌کند [۸، ۹].

برای ساختن یک تصویر Bitmap، می‌توان از سه روش استفاده کرد:

- از یک برنامه نقاشی استفاده کرد.
- با استفاده از یک برنامه Screen carputer، از صفحه‌نمایش فعال Capture گرفته و آن را به برنامه کاربردی یا نقاشی اضافه نمود.
- با استفاده از یک اسکنر یا دستگاه مخصوص دریافت تصویر، از یک عکس، اثر هنری، یا تصاویر تلویزیونی، Bitmap تهیه نمود.

#### ۱-۴-۱- سیستم‌های دیجیتال

ساده‌ترین نمایش تصویر دیجیتال، دنباله‌ای از قاب‌ها است که هرکدام متشکل از شبکه مستطیلی از عناصر تصویر، یا پیکسل است. هر پیکسل می‌تواند بیت منفردی باشد که برای نمایش سیاه یا سفید به کار رود. کیفیت چنین سیستمی، مانند تصویری است که با ارسال عکس رنگی توسط دور نویس به دست می‌آید (بسیار بد است). (در صورت امکان این کار را انجام دهید، در غیر این صورت، عکس رنگی را در ماشین کپی که پیمایش خط به خط را انجام نمی‌دهد کپی کنید).

مرحله بعدی از استفاده از ۸ بیت در هر پیکسل برای نمایش ۲۵۶ سطح خاکستری است. این الگو، تصویر سیاه‌وسفید خوبی را ارائه می‌کند. برای تصویر رنگی، سیستم‌های خوب از ۸ بیت برای هر رنگ آر جی بی استفاده می‌کند، گرچه تقریباً تمام سیستم‌ها، این‌ها را در تصویر مرکبی، برای انتقال میکس می‌کند. بااینکه استفاده از ۲۴ بیت در هر پیکسل به ۱۶ میلیون محدود می‌کند، چشم انسان نمی‌تواند این رنگ‌ها را تمایز دهد، چه رسد به بیش از این‌ها. تصاویر رنگی دیجیتال با استفاده از سه پرتو پیمایش کننده ایجاد می‌شود (به ازای هر رنگ، یک پرتو). برای ایجاد حرکت آهسته تصویر دیجیتال مانند تصویر آنالوگ، حداقل باید با سرعت ۲۵ قاب در ثانیه نمایش داده شود، اما از آنجاکه نمایشگرهای باکیفیت بالای کامپیوتر

می تواند صفحه نمایش را از تصویر ذخیره شده در حافظه، ۷۵ مرتبه در هر ثانیه یا بیشتر از آن مجدداً پیمایش نماید، نیاز به بافتی (Interlacing) نیست و معمولاً مورد استفاده قرار نمی گیرد. اگر قابی سه بار در یک سطر نقاشی شود (رسم گردد)، موجب حذف نوسان (لرزش) می شود [۸، ۹، ۱۱].