

## جزوه درس

# ذخیره و بازیابی اطلاعات



## فصل اول :

# وسایل ذخیره و بازیابی اطلاعات

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### تعریف حافظه :

- هر دستگاهی که قادر به نگهداری اطلاعات باشد به نحوی که استفاده از آن بتواند به اطلاعات مورد نیازش در هر لحظه که لازم باشد دستیابی داشته باشد . حافظه ها به دو دسته تقسیم می گردند .
- (۱) حافظه های درون ماشینی که پردازنده مستقیماً با آن در ارتباط است
  - (۲) حافظه های برون ماشینی

### خصوصیات و ویژگیهای انواع حافظه :

- (۱) نوشتن و خواندن : هر حافظه باید این قابلیت را داشته باشد که در آن بتواند اطلاعات را نوشت ( درج کرد ) و یا بتوان از آن اطلاعات را خواند ( بازیابی کرد ) مانند : RAM ها و هارد دیسک .
- (۲) قابلیت دستیابی پذیری : هر حافظه را می توان با استفاده از مکانیزم آدرس دهی مورد دستیابی قرار داد . دستیابی ممکن است به منظور خواندن یا نوشتن در حافظه صورت گیرد. مدت زمانی را بین لحظه ی دستور خواندن یا نوشتن در حافظه و زمانی که داده دستیابی می شود را زمان دستیابی یا ( Access time ) گفته می شود .
- (۳) آدرس پذیر بودن : هر حافظه مجهز به یک مکانیزم آدرس است به تعبیر دیگری می توان به کمک این قابلیت به مکانی از حافظه دسترسی پیدا کرد .
- (۴) نرخ انتقال یا سرعت انتقال : به میزان اطلاعاتی که در واحد زمان در حافظه قابل انتقال است نرخ انتقال گفته می شود و واحد آن بایت بر ثانیه می باشد .
- (۵) ظرفیت : هر حافظه دارای ظرفیتی است که با بیت یا بایت یا با آدرس پارامترهای وابسته بیان می شود .
- (۶) مانا یا نامانا بودن اطلاعات : برخی از حافظه ها اطلاعات را به صورت دائمی نگهداری می کنند ( مانا ) و برخی حافظه ها اطلاعات را به صورت موقت در خود نگهداری می کنند ( نامانا )

### دلایل به کارگیری انواع مختلف رسانه های ذخیره سازی :

- (۱) حافظه های درون ماشینی دارای حافظه های محدود هستند .
- (۲) لزومی ندارد که همه ی اطلاعات مورد نیاز برای یک محیط عملیاتی ، همیشه در حافظه ی درون ماشینی باشد بلکه باید آن دسته از اطلاعات که مورد نیاز برای اجرای برنامه می باشد ، در حافظه ی درون ماشینی وجود داشته باشد .
- (۳) رسانه های ذخیره سازی سریع ( حافظه های درون ماشینی ) غالباً گران هستند .
- (۴) حجم اطلاعات ذخیره سازی روز به روز به صورت تصاعدی در حال افزایش است و ما نمی توانیم این حجم عظیم اطلاعات را در حافظه نگهداری کنیم .
- (۵) حافظه های درون ماشینی معمولاً نامانا هستند و اطلاعات را نمی توانند به صورت دائم در خود نگه دارند .

### مقایسه ی حافظه های درون ماشینی با حافظه های برون ماشینی :

- (۱) ظرفیت حافظه های برون ماشینی نسبت به درون ماشینی بسیار بالاتر می باشد .
- (۲) هزینه ی یک بایت اطلاعات در حافظه های درون ماشینی بسیار بیشتر از حافظه های برون ماشینی می باشد .
- (۳) سرعت دستیابی به اطلاعات در حافظه های درون ماشینی بسیار بیشتر از حافظه های برون ماشینی می باشد .

## ذخیره و بازیابی اطلاعات



رده بندی حافظه ها ( سلسله مراتب حافظه ها ) بر اساس افزایش ظرفیت و کاهش سرعت و هزینه :

- (۱) ثبات
- (۲) حافظه نهان ( cash )
- (۳) RAM
- (۴) دیسک سخت
- (۵) دیسک نوری
- (۶) دیسک مغناطیسی

### انواع حافظه های برون ماشینی :

- (۱) کارت و نوار منگنه شدنی
  - (۲) نوار مغناطیسی
  - (۳) دیسک مغناطیسی
  - (۴) طبله یا درام ( Drum )
  - (۵) دیسک نوری
  - (۶) دیسک نوری - مغناطیسی
- که در ادامه به بررسی برخی از این موارد خواهیم پرداخت .

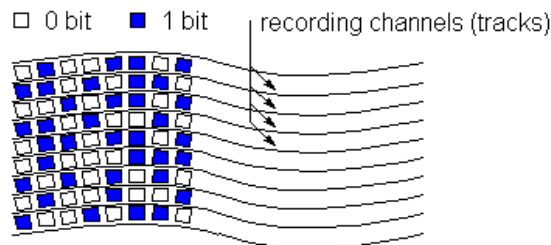
### نوار مغناطیسی :



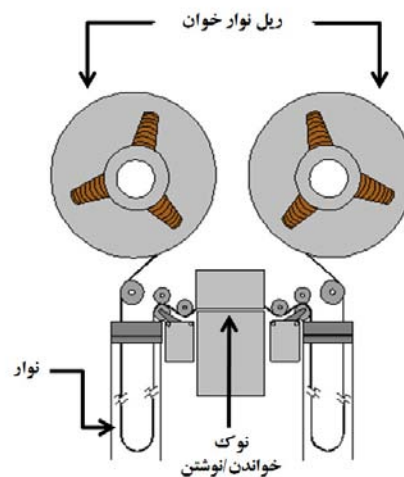
رسانایی است از جنس پلاستیک با غشای مغناطیسی اطلاعات بر روی شیارهایی که در سطح نوار قرار گرفته اند ذخیره می شود . نوار مغناطیسی توسط دستگاه نوار خوان به حرکت در می آید . هر دستگاه نوار خوان دارای یک نوک خواندن و نوشتن می باشد . نوار مغناطیسی اصولاً برای پردازش ترتیبی یا پی در پی اطلاعات استفاده می گردد .

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

**نکته:** در نوار برای هر کاراکتر یک بیت parity وجود دارد. که به آن بیت parity عرضی یا کاراکتری می گویند و برای هر بلاک نیز یک بیت parity وجود دارد که به آن بیت parity طولی می گویند.



دستگاه نوارخوان مجهز به نوک خواندن/نوشتن است که می تواند اطلاعات را از/بر روی نوار بخواند یا بنویسد.

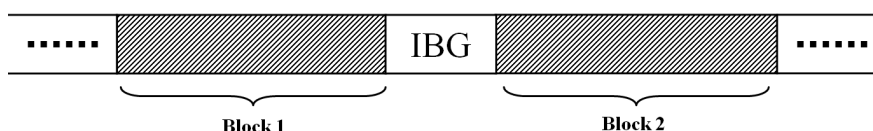


### چگالی نوار (Density):

تعداد بیت قابل ضبط در هر اینچ را چگالی نوار می گویند. چگالی را با واحد بیت در اینچ ( bpi ) تعریف می کنند.

### : Gap

فضایی است بلا استفاده (waste - هرز) بین دو رکورد یا دو بلاک که برای تنظیم سرعت حرکت هد خواندن و نوشتن استفاده می شود. به فضای هرز بین دو رکورد (Inter Record Gap) IRG. به فضای هرز بین دو بلاک (Inter Block Gap) IBG گفته می شود.



**نکته:** در فضای Gap هیچ اطلاعاتی خوانده یا نوشته نمی شود.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### پارامترهای اساسی نوار :

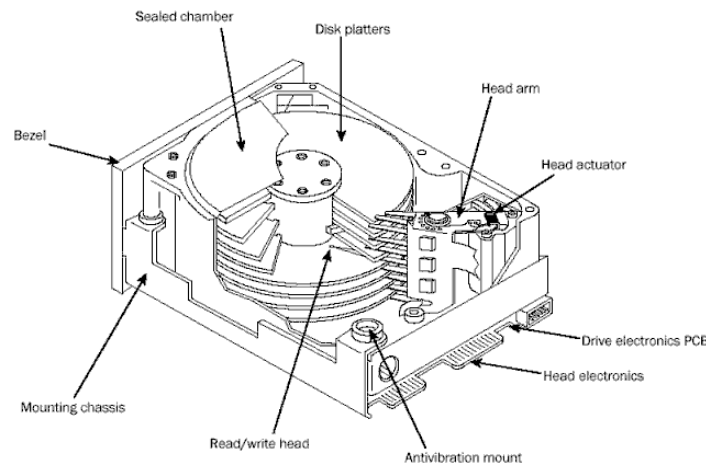
- ✓ سرعت
- ✓ چگالی
- ✓ نرخ انتقال

که در واقع می توان دسته بندی دیگری نیز بیان کرد .

- ✓ پارامترهای ظرفیتی ( چگالی ، طول نوار )
- ✓ پارامترهای زمانی ( سرعت ، نرخ انتقال ، زمان حرکت ، توقف )

### دیسک مغناطیسی :

نوار مغناطیسی دارای محدودیت هایی است . یکی از آنها نوع قرار گرفتن داده ها بر روی نوار به صورت ترتیبی می باشد که امکان دسترسی مستقیم به اطلاعات را مقدور نمی سازد . دیسک مغناطیسی رسانه ای است با امکان دستیابی مستقیم به داده های ذخیره شده . دیسک مغناطیسی شامل صفحه ای است دوار حول یک محور عمودی بر روی این صفحه دواير با شیارهای متحدالمرکزی وجود دارد که داده ها به صورت سریالی در این شیارها قرار می گیرد . اطلاعات بر روی این شیارها توسط بازوی خواندن و نوشتن نوشته یا از آن خوانده می شود .



### دسته بندی دیسک ها :

دیسک ها را از نظر نقطه نظرهای مختلفی رده بندی می کنیم .

- (۱) از نظر جا به جا شدن : دیسک های ثابت و دیسک های جا به جا شدنی
- (۲) از نظر ثابت بودن یا متحرک بودن : هد خواندن و نوشتن که به دو دسته ی دیسک ها با نوک ثابت و دیسک ها با نوک متحرک تقسیم می شوند .

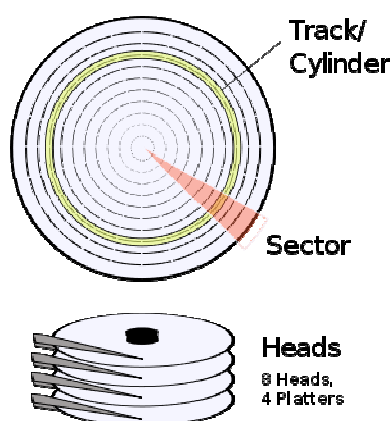
در دیسک ها با نوک ثابت ، بازویی که نوک خواندن و نوشتن به آن متصل است در آن حرکت نمی کند و در دیسک هایی با نوک متحرک این بازو بر روی رویه ی دیسک در مسیر شعاع دیسک از شیار به شیار دیگر حرکت می نماید

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

- در دیسک ها با نوک ثابت هر شیار هد خواندن و نوشتن مخصوص خود را دارد و دیگر نیازی به حرکت بازو از شیار به شیار دیگر نیست . اینگونه دیسک ها سریعتر و البته گران ترند .
- (۳) از نظر تعداد صفحاتی که روی محور عمود قرار می گیرند به دو دسته تقسیم می شوند : دیسک های تک صفحه ای دیسک های چند صفحه ای به دیسک های چند صفحه ای اصطلاحاً PACK می گویند .
- یک PACK با  $n$  صفحه دارای  $2n$  رویه است . که  $2n-2$  رویه برای ذخیره سازی اطلاعات و دو رویه ی بالایی و پایینی برای حفاظت و کنترل بیت ها استفاده می شود .
- (۴) از نظر جنس صفحه به دو دسته ی دیسک سخت ( Hard disk ) و دیسک انعطاف پذیر یا نرم ( Floppy disk ) تقسیم می شوند .

### تقسیمات دیسک :

- (۱) استوانه یا سیلندر : شیارهای هم شعاع بر روی صفحه های هم مرکز بر روی رویه های مختلف سیلندر می گویند .
- (۲) شیار یا Track : به دوائر متحدالمرکز که اطلاعات بر روی آنها در قالب صفر و یک ذخیره می شود شیار گفته می شود .
- (۳) سکتور یا قطاع : تقسیمات از شیار به اندازه های مساوی را سکتور می گویند .



### دو نوع سکتور وجود دارد :

- (۱) سکتور سخت افزاری که توسط سازنده ی دیسک ایجاد می شود .
- (۲) سکتور نرم افزاری که توسط سیستم فایل یا سیستم عامل ایجاد می گردد و ضریبی از سکتور سخت افزاری است .
- همانگونه که از تعریف بالا بر می آید با توجه به دایره های بودن شیارها ممکن است این مطلب استنباط گردد که سکتورهای خارجی به دلیل طول بیشتر میزان اطلاعات ذخیره شده ( چگالی اطلاعات ) بیشتری نسبت به شیارهای داخلی دارد . در حالی که این مطلب صحت نداشته و در تمام شیارها میزان اطلاعات ذخیره شده یکسان می باشد و فقط در شیارهای بیرونی ، فضای هرز بیشتری خواهیم داشت . ( البته در دیسک های امروزی شیارهای بیرونی به تعداد سکتورهای بیشتری نسبت به شیارهای درونی ، تقسیم می شوند که این امر موجب به هدر رفتن کمتر اطلاعات می گردد ) .

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### پارامترهای دیسک را به دو دسته کلی زیر تقسیم بندی می کنیم :

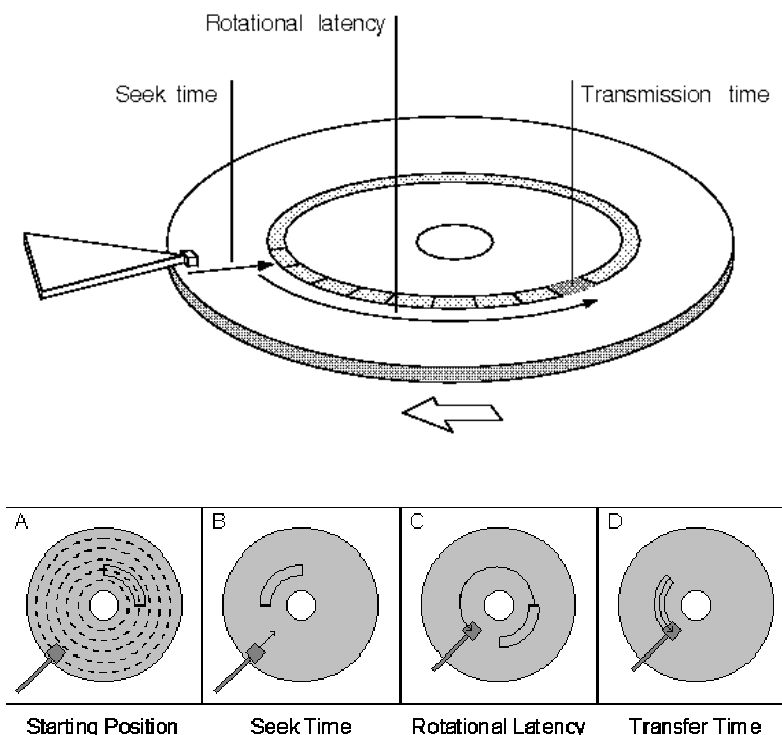
- (۱) پارامترهای ظرفیتی : شامل سکتور در شیار ، تعداد شیارهای هر رویه یا صفحه ، تعداد صفحات دیسک .
- (۲) پارامترهای زمانی : که عبارتند از زمان استوانه جوئی ، زمان انتظار دورانی ، سرعت گردش دیسک و نرخ انتقال .

**زمان استوانه جوئی (Seek Time) :** زمانی است که جهت رسیدن نوک خواندن و نوشتن و قرار گرفتن بر روی استوانه ای که اطلاعات مورد نظر ما بر روی آن قرار دارد صرف می شود و آنرا با  $s$  نمایش می دهند و واحد آن میلی ثانیه است .

**زمان انتظار دورانی :** زمانی است که پس از رسیدن نوک خواندن و نوشتن بر روی استوانه ای مورد نظرباید سپری شود تا داده ی مورد نظر به زیر نوک خواندن و نوشتن برسد و واحد آن میلی ثانیه است و متوسط آن را  $r$  با نمایش می دهیم که نصف زمان لازم برای یک دور دیسک ( $2r$ ) می باشد. ( $0 \leq r < 2r$ )

**سرعت گردش دیسک :** مقدار دورهای دیسک در دقیقه می باشد و با  $\text{rpm}$  (Rotation per Minute) نمایش داده می شود و واحد آن دور به دقیقه است .

**نرخ انتقال :** تعداد بایتی است که در یک ثانیه به رسانه منتقل و یا از رسانه به سیستم منتقل می شود .





## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### فرمت بندی شیارها در دیسک :

این فرمت بندی در سیستم های مختلف ، متفاوت است . به طور کلی دو دسته فرمت بندی داریم :

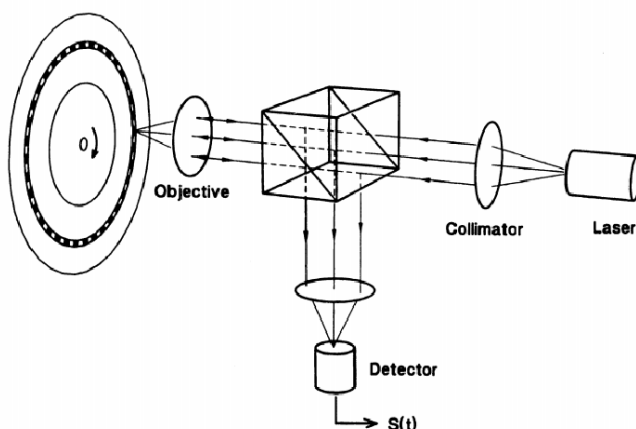
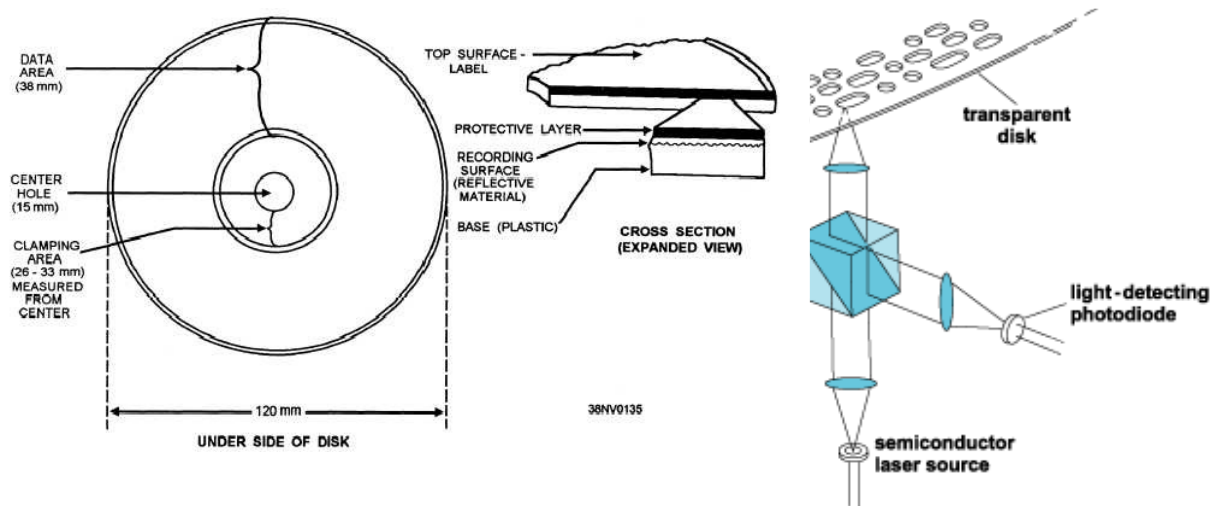
(۱) سخت افزاری (Hard Sector)

(۲) نرم افزاری (Soft Sector)

در فرمت بندی سخت افزاری تقسیم بندی های دیسک از قبیل شیار و سکتور از قبل مشخص بوده و توسط شرکت سازنده تعیین می گردد و قابل تغییر نمی باشد در حالی که در فرمت بندی نرم افزاری این تنظیمات را از طریق نرم افزار انجام می دهیم که اطلاعات موجود در مورد هر داده می تواند شامل اطلاعات حفاظتی ، طول داده ، بیت های parity و ... می باشد .

### دیسک نوری :

در این دیسک ها برای ذخیره سازی اطلاعات ، از نور لیزر به جای ، مغناطیسی کردن استفاده می گردد که استفاده از این روش این مزیت را دارد که فضای کمتری برای ذخیره سازی یک بیت مصرف می شود.

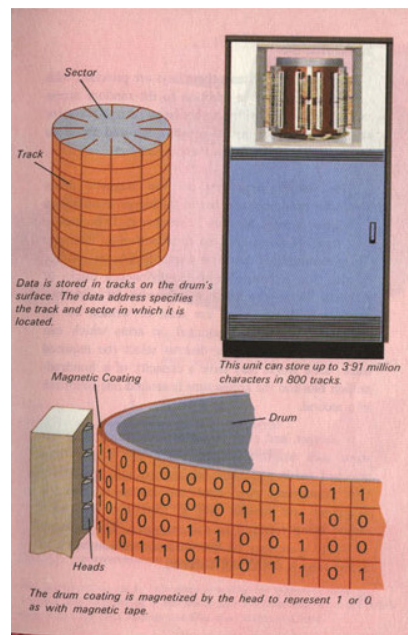


برای خواندن اطلاعات ذخیره شده بازوی اپتیکی تغییرات بازتاب را به سیگنال الکتریکی تبدیل می کند. یک عدسی در داخل بازو پرتو کم توان لیزر را به لکه کوچک نوری بر روی مسیر متمرکز می کند و همچنین نور بازتاب شده از دیسک را مجدداً به آشکار ساز نوری هدایت می کند. خروجی آشکار ساز نوری بر اساس توزیع گودالهای طول مسیر تغییر می کند و سیگنال الکتریکی بدست می دهد که می توان سیگنال صدا ، تصویر و یا داده ها را دوباره بدست آورد.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### طبله یا Drum :

رسانه ای است معادل با دیسک ، البته با نوک ثابت . در واقع یک استوانه است که بر روی سطح آن دارای شیارهایی است و اطلاعات بر روی این شیارها ذخیره می گردد . برای خواندن اطلاعات در این دستگاه برای هر شیار یک نوک خواندن و نوشتن وجود دارد بنابراین در این رسانه زمان استوانه جوئی برابر صفر می باشد .



## فصل دوم :

# رکورد بلاک و روشهای بلاک بندی

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### رکورد:

مجموعه اطلاعاتی است که در مورد یک نوع موجودیت در یک محیط عملیاتی نگهداری می کنیم .

### محیط عملیاتی:

منظور محیطی است که می خواهیم سیستم ذخیره و بازیابی را برای آن ایجاد کنیم . به عنوان نمونه می توانیم حسابداری یک سازمان یا فعالیتهای ثبت نام یک دانشگاه را به عنوان یک محیط عملیاتی در نظر بگیریم .

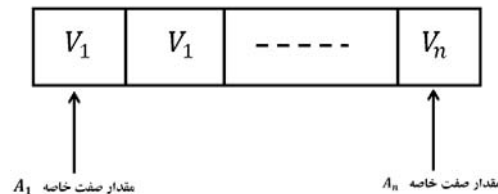
### موجودیت:

مصادق کلی پدیده ، فرد ، شیء یا مفهومی که می خواهیم در مورد آن اطلاعات داشته باشیم . بدیهی است که ما برای هر محیط عملیاتی نیاز به موجودیت هایی برای آن محیط خواهیم داشت .  
وجه تمایز بین موجودیت ها توسط صفات خاصه (Attribute) مشخص می گردد . به عنوان نمونه موجودیت دانشجو دارای صفات خاصه شماره دانشجویی ، نام و نام خانوادگی ، رشته تحصیل و ... می باشد .

### مدلهای مختلف رکورد در پیاده سازی:

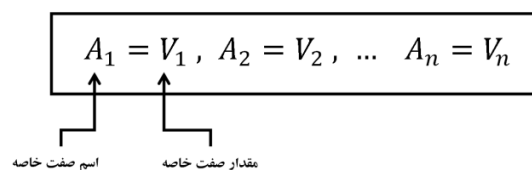
برای پیاده سازی رکورد ، دو طرح کلی وجود دارد که عبارتند از :

- ۱- ذخیره سازی رکوردها با قالب ثابت و مکانی: در این طرح ، رکورد مجموعه است از فیلدها و در هر فیلد یک مقدار صفت خاصه ذخیره می گردد . در این روش تعداد فیلدها و طول هر فیلد در تمام نمونه های رکورد یکسان می باشد .



این روش دارای معایبی می باشد . از جمله اینکه اگر مقداری که می خواهید ذخیره کنید از مقدار تعیین شده برای فیلد کوتاهتر باشد ، بقیه فضای در نظر گرفته شده بلا استفاده می ماند که این فضای هرز و بلا استفاده باعث بزرگتر شدن فایل و به هدر رفتن حافظه ی دیسک می گردد . همچنین این روش برای رکوردهایی که ممکن است طول آنها متغیر باشد ، چندان مناسب نیست ، ولی مزیت مهم این روش دسترسی آسان و ساده در هنگام خواندن و نوشتن می باشد .

- ۲- ذخیره سازی رکوردها با قالب ثابت و غیر مکانی: تعداد فیلدها ، طول آنها و همچنین محل قرار گیری آنها در رکورد ، در نمونه های مختلف رکورد متفاوت می باشد .



## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### دلایل متغیر شدن طول رکورد :

- (۱) ممکن است که طول برخی از فیلدها متغیر باشد . مثلاً ، فیلد مربوط به نام و نام خانوادگی یا آدرس که می تواند طول متغیر داشته باشد .
- (۲) ممکن است که برخی از فیلدها دارای چندین صفت خاصه باشند که در نمونه های مختلف آن تعداد مقادیر متفاوتی داشته باشد به عنوان نمونه دروس انتخاب شده در یک ترم در رکورد اطلاعاتی دانشجو، که تعداد دروس برای فیلد ثبت نام متفاوت می باشد .
- (۳) ممکن است برای رکورد ، حالت مختلفی از فیلدها ( تعداد فیلدها متغیر است ) را دارا باشیم . به عنوان نمونه در رکورد اطلاعاتی مربوط به کارمندان یک سازمان ، فیلدهای کارمندان رسمی و کارمندان قراردادی با یکدیگر متفاوت می باشد .

### رکورد را از سه دیدگاه بررسی می کنیم :

- (۱) رکورد در سطح مفهومی یا انتزاعی : که این دید مربوط به طراح سیستم ذخیره و بازیابی است .
- (۲) رکورد در سطح منطقی : در واقع همان رکوردی است که توسط برنامه نویس تعریف می گردد و شامل مجموعه ای از فیلدهای داده ای می باشد .
- (۳) رکورد در سطح فیزیکی : که مربوط به نحوه قرار گیری داده ها بر روی محیط عملیاتی می باشد .

### رکورد در محیط ذخیره سازی ( رکورد فیزیکی ) :

در محیط ذخیره سازی ، رکورد از دو قسمت ، داده ای و غیر داده ای تشکیل شده است .

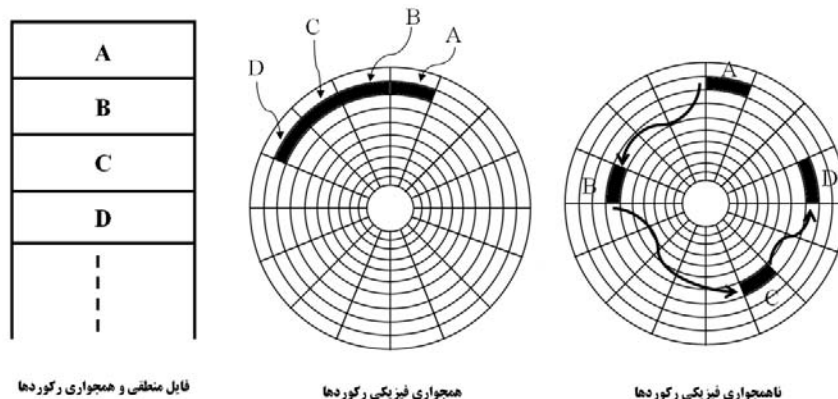
بخش داده ای	بخش غیر داده ای
-------------	-----------------

در بخش داده ای اطلاعات مورد نظر ما ذخیره می گردد و در بخش غیر داده ای حاوی اطلاعاتی است که سیستم فایل برای ثبت رکورد در محیط فیزیکی به آنها نیاز دارد که بسته به نوع سیستم های فایلینگ متفاوت است . به عنوان نمونه می توان گفت غیر داده ای شامل اطلاعاتی نظیر طول رکورد ، نوع رکورد ، اشاره گر ها و Flag های عملیاتی می باشند که در زیر به شرح آنها خواهیم پرداخت .

- **طول رکورد :** در هنگامی که رکوردها دارای طول متغیرها هستند از این فیلد برای نگهداری و مشخص کردن محدوده یا طو بخش داده ای ( اطلاعات مورد نظر ما جهت ذخیره سازی ) می باشد. ولی در رکوردها یی با طول ثابت به این فیلد نیازی نمی باشد.
- **نوع رکورد :** برای فایل هایی که دارای چندین نوع رکورد می باشند از این فیلد جهت مشخص کردن نوع رکورد استفاده می شود.
- **Flag های عملیاتی (پرچم) :** یک نشانگر برای فیلدهاست، عملیاتی که قرار است بررسی آن انجام گیرد یا انجام شده است را نگهداری می کند. مثلاً در یک فایل، عمل حذف به صورت منطقی انجام گیرد. فلگ مربوطه را علامت گذاری می کنیم تا بعد در هنگام یکپارچه سازی رکوردهای حذف شده منطقی را به صورت فیزیکی حذف می کنیم.

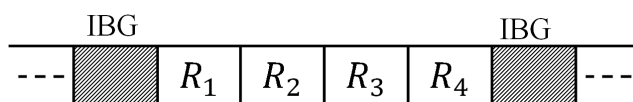
## ذخیره و بازیابی اطلاعات

- **اشاره گرها:** از این فیلد جهت ارتباط منطقی بین رکوردهای فایل استفاده می شود. در واقع از این فیلد در پیاده سازی ساختار منطقی فایل در محیط فیزیکی استفاده می شود. ساختار منطقی فایل، همان دیدی است که کاربر نسبت به فایل دارد. یعنی یک مجموعه ای از رکوردها که با نظم خاصی و بر اساس صفت خاصی به طور مرتب، پشت سر هم ذخیره شده اند. ولی در هنگام ذخیره سازی رکوردها، لزوماً دارای همجواری فیزیکی نیستند. لذا ما از این فیلد، جهت برقراری ارتباط منطقی بین رکوردهای ی که از نظر فیزیکی همجوار نیستند، استفاده می کنیم.



### بلاک بندی (Blocking):

قراردادن چندین رکورد را در یک قالب بزرگتر جهت عملیات خواندن و نوشتن از رسانه ذخیره سازی بلاک بندی می گویند. در واقع بلاک مجموعه ای است از تعدادی رکوردها طول ثابت. بلاک کمترین داده ای است که در یک عملیات خواندن و نوشتن به یا از دیسک منتقل می شود. بین هر دو بلاک فضای هرزی وجود دارد که به آن IBG (Inter Block Gap) گفته می شود. ظرفیت بلاک را با B نمایش می دهیم.



### ضریب بلاک بندی (blocking factor):

به تعداد رکوردهای موجود در بلاک بندی گفته می شود و آن را با  $B_f$  نمایش می دهیم.

### حالات مختلف ذخیره سازی یک بلاک بر روی دیسک:

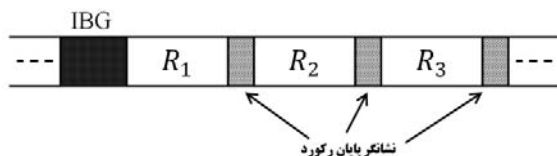
- (۱) شیار
- (۲) یک سکتور سخت افزاری
- (۳) ترکیبی از چند سکتور سخت افزاری
- (۴) بخشی از شیار مشخص شده توسط نرم افزار (سکتور نرم افزاری)

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

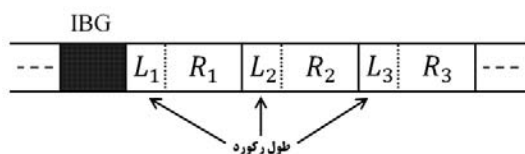
### تکنیک های تعیین محدوده ی رکورد با طول متغیر در بلاک :

اگر طول رکورد ثابت باشد ، سیستم فایل یکبار طول رکورد را در سیستم ذخیره کرده و از آن برای تمامی نمونه های آن رکورد در بلاک استفاده می کند. ولی اگر طول رکورد متغیر باشد، از سه تکنیک زیر برای مشخص نمودن محدوده رکورد در بلاک استفاده می کنیم.

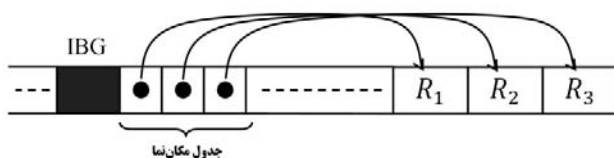
(۱) درج نشانگر در پایان رکورد



(۲) درج طول در بخش پیوندی



(۳) ایجاد جدول مکان نما : در این روش ، آدرس هر رکورد نسبت به ابتدای بلاک در جدولی ذخیره می شود.

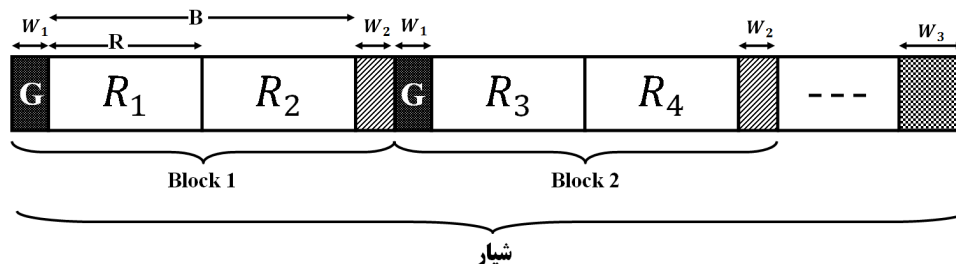


### تکنیک های بلاک بندی :

- (۱) بلاک بندی رکوردها با طول ثابت و یکپاره
- (۲) بلاک بندی رکوردها با طول متغیر و یکپاره
- (۳) بلاک بندی رکوردها با طول متغیر و دوپاره

در هریک از این روش ها یک فضای هرز Waste در شیار ایجاد می شود و همچنین تعداد رکوردهایی که در یک بلاک جای می گیرند متفاوت است. دقت داشته باشید در مسائل زیر فضای هرز را با  $w$  نمایش می دهیم.

### روش اول: تکنیک بلاک‌بندی رکوردهای با طول ثابت و یکپاره



در این تکنیک سه نوع فضای هرز بوجود خواهد آمد:

- ۱-  $W_1$ : فضای هرز مربوط به GAP که با G نمایش می‌دهیم.
  - ۲-  $W_2$ : فضای هرز ناشی از نگنجیدن آخرین رکورد در بلاک. (به علت ثابت بودن طول رکورد)
  - ۳-  $W_3$ : فضای هرز ناشی از نگنجیدن آخرین بلاک در شمار
- B: سایز بلاک      R: سایز رکورد

$$B_f = \left\lceil \frac{B}{R} \right\rceil \text{ ضریب بلاک‌بندی}$$

حافظه هرز به‌ازی هر بلاک برابر است با:  $W_B = W_1 + W_2$

و در صورتیکه که  $W_3$  نیز داشته باشیم آنگاه:  $W_B = W_1 + W_2 + \frac{W_3}{T_f}$   
که در آن  $T_f$  فاکتور (ضریب) شماربندی می‌گوییم و برابر تعداد بلاکهای موجود در شمار می‌باشد.  
در صورتیکه برای  $W_2$  مقدار متوسط آن یعنی  $W_2 = \frac{R}{2}$  درنظر بگیریم خواهیم داشت:

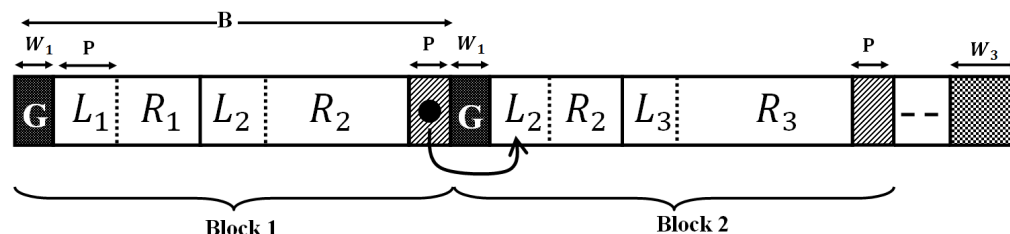
$$W_B = G + \frac{R}{2} + \frac{W_3}{T_f}$$

و در نتیجه با توجه به اینکه  $W_R = \frac{W_B}{B_f}$  خواهیم داشت:

$$W_R = \frac{1}{B_f} \left( G + \frac{R}{2} + \frac{W_3}{T_f} \right)$$

### روش دوم: تکنیک بلاک‌بندی رکوردهای با طول متغیر و دوپاره

همانند بلاک‌بندی رکوردها با طول ثابت است با این تفاوت که جدول طول‌ها باید موجود باشد (بعلت متغیر بودن سایز رکوردها) و دیگر تفاوت آن را روش قبل در این است که در صورتیکه که یک رکورد در بلاک بصورت یکپاره نتواند ذخیره شود، می‌توان آنرا به دو قسمت کرد.





## ذخیره و بازیابی اطلاعات

همانگونه که در شکل فوق مشاهده می کنید، R2 تماماً در بلاک اول جا نمی گیرد، بنابراین به صورت دوپاره در بلاک اول و دوم ذخیره می شود.

فاکتور بلاک بندی در این روش برابر است با :  $B_f = \left\lfloor \frac{B-P}{R+P} \right\rfloor$   
که در فرمول فوق P سایز فیلد مربوط به طول رکوردها می باشد که از نظر سایز با سایز فیلد اشاره گر در انتهای بلاک یکی در نظر گرفته می شود.

و میزان حافظه هرز بهازی هر بلاک برابر است با :

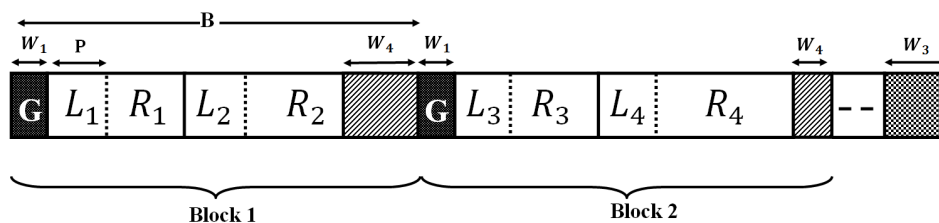
$$W_B = G + P + B_f \cdot P + \frac{W_3}{T_f}$$

و در نتیجه با توجه به اینکه  $W_R = \frac{W_B}{B_f}$  خواهیم داشت :

$$W_R = \frac{1}{B_f} \left( G + P + B_f \cdot P + \frac{W_3}{T_f} \right) = P + \frac{G + P}{B_f} + \frac{W_3}{B_f \cdot T_f}$$

## روش سوم : تکنیک بلاک بندی رکوردهای با طول متغیر و یکپاره

در این تکنیک حافظه هرز جدیدی بنام  $W_4$  بعلاوه اینکه R2 را دوپاره نکرده ایم بوجود آمده است.



متوسط اندازه  $W_4$  را برابر  $\frac{R}{2}$  در نظر می گیریم.

فاکتور بلاک بندی در این روش برابر است با :  $B_f = \left\lfloor \frac{B-W_4}{R+P} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{B-\frac{R}{2}}{R+P} \right\rfloor$

و میزان حافظه هرز بهازی هر بلاک برابر است با :

$$W_B = G + B_f \cdot P + W_4 + \frac{W_3}{T_f} = G + B_f \cdot P + \frac{R}{2} + \frac{W_3}{T_f}$$

و در نتیجه با توجه به اینکه  $W_R = \frac{W_B}{B_f}$  خواهیم داشت :

$$W_R = \frac{1}{B_f} \left( G + B_f \cdot P + W_4 + \frac{W_3}{T_f} \right) = P + \frac{G + \frac{R}{2}}{B_f} + \frac{W_3}{B_f \cdot T_f}$$

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### مزایا و معایب این سه روش :

در روش اول پیاده سازی و مدیریت راحت تر است ولی در صورتی که طول رکوردها عوض نشود به همین دلیل روش اول فاقد انعطاف پذیری می باشد ولی در روش دوم و سوم نسبت به روش اول انعطاف پذیری بیشتری وجود دارد ولی نرم افزار پیچیده تری نیاز می باشد.

در مقایسه دو روش دوم و سوم، روش سوم از نظر حافظه مقرون به صرفه تر می باشد. ولی به نرم افزار پیچیده تری نیاز دارد. در تکنیک های اول و دوم مشکلی که مطرح است این است که حد اکثر طول رکورد به طول بلاک محدود می شود یعنی در مرحله ایجاد فایل باید حداکثر طول رکورد را برابر طول بلاک در نظر بگیریم در حالیکه تکنیک دوم این محدودیت را ندارد و از این نظر انعطاف پذیرتر است.

از نظر زمانی به علت اینکه روش سوم حافظه ی هرز بیشتری دارد طول فایل بیشتر از روش دوم می باشد. برای خواندن تمام فایل و یا پردازش آن زمان بیشتری صرف می کنیم.

### مزایای بلاک بندی :

- ۱- کاهش دفعات خروجی/ورودی و در نتیجه کاهش زمان برنامه
- ۲- صرفه جوئی در مصرف حافظه ی دیسک به علت کم شدن میزان Gap ها . چرا که در صورت استفاده نکردن از بلاک بندی، رکوردها دارای Gap بوده که سبب افزایش طول فایل و در نتیجه افزایش زمان پردازش خواهد شد .

### معایب بلاک بندی :

- ۱- مصرف حافظه ی اصلی به علت نیاز به Buffering
- ۲- کار نرم افزاری بیش تر برای بلاک بندی و بلاک گشائی

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### مسائل:

(۱) در یک فایل طول بلاک 1700 بایت می‌باشد. در صورتیکه طول هر رکورد را ثابت و برابر 300 در نظر بگیریم، ضریب بلاک-بندی در این فایل را محاسبه کنید.

$$B_f = \left\lfloor \frac{B}{R} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{1700}{300} \right\rfloor = 5$$

(۲) برای بلاک‌بندی رکوردهای یک فایل از روش بلاک‌بندی رکوردها با طول متغیر و دوپاره استفاده می‌شود. در صورتیکه طول هر بلاک در این سیستم برابر 1140 بایت و طول متوسط رکورد برابر 180 بایت در نظر بگیریم، ضریب بلاک‌بندی در این روش چقدر است؟ (با فرض اینکه سائز فیلد نگهداری طول رکورد و اشاره‌گر انتهای بلاک برابر 20 بایت می‌باشد).

$$B_f = \frac{B - P}{R + P} = \frac{1140 - 20}{180 - 20} = \frac{1120}{160} = 7$$

(۳) در سیستم‌فایلی از روش بلاک‌بندی رکوردها با طول ثابت و یکپاره استفاده می‌شود. اگر فضای هرز بین بلاکی 19 بایت، متوسط فضای هرز ناشی از نگنجیدن رکورد در بلاک 86 بایت و فضای هرز ناشی از نگنجیدن بلاک در شیار 360 بایت در نظر بگیریم، با فرض  $T_f = 9$ ، مطلوبست یافتن فضای هرز به‌ازی هر رکورد.

$$W_B = G + \frac{R}{2} + \frac{W_3}{T_f} \Rightarrow W_B = 19 + 86 + \frac{360}{9} = 18 + 86 + 40 = 145 \text{ Byte}$$

(۴) در یک رسانه ذخیره‌سازی، اگر ضریب بلوک‌بندی برابر 20 و میزان فضای هرز هر بلاک برابر 320 بایت باشد، فضای هرز هر رکورد در این رسانه را محاسبه کنید.

$$W_R = \frac{1}{B_f} \times W_B = \frac{1}{20} \times 320 = 16 \text{ Byte}$$

(۵) در روش بلاک‌بندی رکوردها با طول متغیر و یکپاره، اگر  $2W_4 = 2P = G$  و فضای هرز انتهای هر بلاک 18 بایت و فضای هرز انتهای شیار صفر و ضریب بلاک‌بندی 5 فرض می‌شود، مطلوبست یافتن میزان فضای هرز به ازای هر رکورد.

$$W_3 = 0 \quad \text{و} \quad B_f = 5 \quad \text{و} \quad W_4 = 18$$

$$W_B = G + P \times B_f + W_4 + \frac{W_3}{T_f} \Rightarrow W_B = 2W_4 + \frac{2}{3}W_4 \times 5 + W_4 + 0 \Rightarrow W_B = 2 \times 18 + \frac{10}{3} \times 18 + 18$$

$$\Rightarrow W_B = 114 \text{ Byte}$$

(۶) اگر طول بلاک داده به‌همراه بخش کنترلی آن 57 بایت باشد و  $W_2 = 2W_1$  و  $W_3 = 3W_1$  و طول شکاف بین بلاکی 6 بایت فرض شود، رابطه بین حافظه هرز بلاکی با ظرفیت اسمی شیار  $C_N$  را بدست آورید.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

$$W_B = W_1 + W_2 + \frac{W_3}{T_f} \quad \text{و} \quad T_f = \frac{C_N}{B+C} \Rightarrow W_B = W_1 + 2W_1 + \frac{3W_1}{\frac{C_N}{B+C}}$$

$$\Rightarrow W_B = 3W_1 + \frac{3W_1 \times (B+C)}{C_N}$$

$$\Rightarrow W_B = 3 \times 6 + \frac{3 \times 6 \times (57)}{C_N} = 18 \left( 1 + \frac{57}{C_N} \right)$$

(۷) در سیستم فایلی، بلاک‌ها بگونه‌ای انتخاب شده‌اند که تمامی فضای شیار را پر می‌نمایند. اگر طول هر رکورد و بلاک به ترتیب برابر ۹۰ و ۴۲۵ بایت در نظر گرفته شود. با فرض آنکه طول هر شکاف بین بلاکی ۱۹ بایت باشد، فضای هرز هر رکورد را بدست آورید.

$$W_1 = G = 19 (B) \quad \text{و} \quad W_2 = \frac{R}{2} = \frac{90}{2} = 45 (B) \quad \text{و} \quad W_3 = 0$$

$$W_R = \frac{1}{B_f} \left( W_1 + W_2 + \frac{W_3}{T_f} \right) \quad \text{و} \quad B_f = \left\lfloor \frac{B}{R} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{425}{90} \right\rfloor = 4$$

$$W_R = \frac{1}{4} (19 + 45 + 0) = \frac{64}{4} = 16 (B)$$

(۸) در یک فایل که با استفاده از رکوردهای با طول ثابت، بلوک‌بندی شده است، اطلاعات زیر موجود است:

$$\begin{array}{lll} W_R = 15 (B) & R = 42 (B) & B_f = 4 \\ W_1 = 12 (B) & C_N = 350 (B) & W_3 = 8W_1 \end{array}$$

مطلوبست یافتن طول بخش کنترلی هر بلاک (با فرض اینکه هر بلاک بطور کامل از رکوردها پر شده است)

$$W_R = \frac{1}{B_f} \times W_B \rightarrow 15 = \frac{1}{4} \times W_B \Rightarrow W_B = 60 (B)$$

$$W_B = G + W_2 + \frac{W_3}{T_f} \quad \text{و} \quad G = W_1 = 12 \quad \text{و} \quad W_3 = 8W_1 = 96$$

$$\Rightarrow 60 = 12 + 0 + \frac{96}{T_f} \Rightarrow 48 = \frac{96}{T_f} \Rightarrow T_f = 2 \quad \text{و} \quad B = R \times B_f = 42 \times 4 = 168$$

$$T_f = \frac{C_N}{B+C} \Rightarrow 2 = \frac{350}{168+C} \Rightarrow C = 7 (byte)$$

(۹) در صورتیکه از روش رکوردها با طول متغیر و یکپاره در بلاک‌بندی استفاده کنیم، اگر طول هر رکورد ۱۰P که P سایز قسمت اندازه طول رکورد است و طول بلاک را ۱۹۰ بایت در نظر بگیریم، مطلوبست یافتن ضریب بلاک‌بندی در این سیستم فایل.

$$B_f = \frac{B - R/2}{R + P} = \frac{B - 5P}{11P} = \frac{190 - 25}{55} = \frac{165}{55} = 3$$

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

۱۰) اگر در روش بلاک بندی رکوردها با طول متغیر و یکپاره، طول بلاک داده برابر 76 بایت و فضای هرز بلاکی برابر 20 بایت باشد و  $R=6P$  به ازای  $P=2$  بایت برقرار باشد، فضای هرز یک رکورد را بدست آورید.

$$B_f = \frac{B - R/2}{R + P} = \frac{76 - 3P}{7P} = \frac{76 - 3 \times 2}{7 \times 2} = \frac{70}{14} = 5$$

$$W_R = \frac{1}{B_f} \times W_B = \frac{1}{5} \times 20 = 4 \text{ (Byte)}$$

۱۱) در مسئله قبل اگر طول رکورد سه برابر شود، فضای هرز هر رکورد را بدست آورید و با حالت قبل مقایسه کنید.

$$B_f = \frac{B - R/2}{R + P} = \frac{76 - 9P}{19P} = \frac{76 - 9 \times 2}{7 \times 2} = \frac{58}{38} \cong 2$$

$$W_R = \frac{1}{B_f} \times W_B = \frac{1}{2} \times 20 = 10 \text{ (Byte)}$$

باتوجه به آنکه فضای هرز انتهای بلاک برابر  $R/2$  می باشد پس با افزایش میزان سایز رکورد فضای هرز انتهای بلاک افزایش یافته و در نتیجه بر روی فضای هرز به ازای هر بلاک و رکورد موثر خواهد بود

۱۲) در یک فایل با رکوردهایی با طول متغیر و دوپاره، اطلاعات زیر موجود می باشد:

$$B = 120 \text{ (B)} \quad R = 25 \text{ (B)} \quad G = 15 \text{ (B)}$$

$$P = 4 \text{ (B)} \quad W_3 = 2G \quad T_f = 3$$

مطلوبست یافتن میزان فضای هرز هر بلاک و هر رکورد این فایل.

$$W_B = G + P \times B_f + P + \frac{W_3}{T_f} \quad \text{و} \quad B_f = \frac{B - P}{R + P} \Rightarrow B_f = \frac{120 - 4}{25 + 4} = 4$$

$$W_B = 15 + 4 \times 4 + 4 + \frac{2 \times 15}{3} = 15 + 16 + 4 + 10 = 45$$

$$W_R = \frac{1}{B_f} \times W_B = \frac{1}{4} \times 45 \cong 11 \text{ (Byte)}$$

۱۳) با مفروضات زیر، در صورتیکه از بلاک بندی رکوردها با طول ثابت و یکپاره استفاده کنیم،

$$B = 68 \text{ (B)} \quad C = 18 \text{ (B)} \quad C_N = 430 \text{ (B)}$$

$$R = 16 \text{ (B)} \quad W_1 = 3 \text{ (B)} \quad W_3 = 85 \text{ (B)}$$

مطلوبست محاسبه میزان حافظه هرز به ازای هر رکورد

$$T_f = \frac{C_N}{B + C} = \frac{430}{68 + 18} = \frac{430}{86} = 5 \quad \text{و} \quad W_B = W_1 + W_2 + \frac{W_3}{T_f} = G + \frac{R}{2} + \frac{W_3}{T_f} = 3 + \frac{16}{2} + \frac{85}{5} = 3 + 8 + 17 = 28 \text{ (B)}$$

$$B_f = \left\lfloor \frac{B}{R} \right\rfloor = 4 \Rightarrow W_R = \frac{1}{B_f} \times W_B = \frac{1}{4} \times 28 = 7 \text{ (B)}$$



## فصل سوم :

# سیستم فایل

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### فایل :

فایل مجموعه‌ای از اطلاعات مرتبط به هم است که بر روی حافظه جانبی ذخیره می‌شود، از دید کاربر، فایل کوچکترین واحد تخصیص یافته در حافظه ثانویه است. یعنی داده‌ها نمی‌توانند در حافظه جانبی نوشته شوند مگر اینکه در فایلی قرار گیرند. معمولاً فایل حاوی برنامه و داده‌ها است. فایل‌های ممکن است عددی، الفبایی یا دودویی باشند. فایل ممکن است فرمت آزاد داشته باشد مانند فایل‌های متنی یا دقیقاً فرمت‌بندی شده باشد مثل فایل‌هایی که شامل رکوردها هستند.

فایل در دیسک به دو صورت ذخیره می‌شود .

(۱) **پیوسته** : فایل در بلاک‌های فیزیکی همجوار بر روی دیسک ذخیره می‌شود.

(۲) **ناپیوسته** : برای ذخیره سازی فایل تعدادی بلاک نا همجوار به آن تخصیص داده می‌شود.

در مورد مزایای روش اول می‌توان به این نکات اشاره کرد که اولاً این طرح پیاده‌سازی ساده است چرا که با داشتن آدرس بلاک اول فایل بر روی دیسک می‌توان به کلیه بلاک‌های دیگر دسترسی پیدا کرد و ثانیاً این نوع ذخیره‌سازی از راندمان عملیاتی بالایی در خواندن فایل برخوردار است ولی روش اول دارای معایبی نیز می‌باشد. از جمله اینکه برای مشخص کردن تعداد بلاک‌های فیزیکی هم جوار برای تخصیص به فایل حد اکثر اندازه‌ی فایل باید مشخص شود و هم چنین فایل امکان رشد و افزایش حجم نخواهد داشت.

ساختار فایل خود به دوصورت فیزیکی و منطقی تقسیم‌بندی می‌شود. ساختار منطقی فایل نشان دهنده طرحی است که بر اساس آن رکوردهای منطقی پشت‌سرهم قرار دارند. به بیان دیگر، از دید کاربر، ساختار منطقی فایل چگونگی ارتباطات و پیوندهای بین رکوردهای منطقی را نشان می‌دهد. ساختار فیزیکی فایل نشان دهنده چگونگی ذخیره‌سازی بلاک‌ها در رسانه (مثلاً) دیسک است.

### صفات فایل :

- **نام** : برای فایل نامی انتخاب می‌شود تا کاربران بتوانند به آن مراجعه کنند. نام فایل رشته‌ای از کاراکترها است. مثلاً TEST.txt نام فایل از دو بخش تشکیل شده است که با نقطه از هم جدا شده‌اند.
- **شناسه** : نامی است که توسط سیستم‌فایل قابل تشخیص است که گاه می‌تواند عددی باشد.
- **مکان فایل** : به دستگاه یا محلی اشاره می‌کند که فایل در آنجا ذخیره شده است.
- **اندازه فایل** : اندازه فعلی فایل بر حسب بایت، کلمه یا بلوک است.
- **حفاظت** : اطلاعاتی که دستیابی به فایل را کنترل می‌کند. مانند اینکه چه کسانی می‌توانند فایل را بخوانند و یا چه کسانی می‌توانند در فایل تغییراتی را اعمال کنند.
- **زمان، تاریخ** : این اطلاعات برای کنترل بیشتر بر روی فایل بکاربرده می‌شود. مثلاً فایل در چه تاریخی ایجاد شده است، آخرین دسترسی به فایل کی بوده است و یا آخرین تغییرات بر روی فایل در چه زمانی انجام شده است و موارد مشابه.

اطلاعات مربوط به فایل‌ها در ساختار دایرکتوری نگهداری می‌شوند که این ساختار نیز در حافظه جانبی قرار دارد. ورودی دایرکتوریا شامل نام فایل و شناسه یکتای آن است. شناسه فایل، مکان صفات دیگر فایل را مشخص می‌کند. برای هر فایل ممکن است که اندازه این دایرکتوری بسته به نوع سیستم فایل از ۱ کیلوبایت تا ۱ مگابایت متغیر باشد.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### عملیات فایل :

- فایل یک نوع داده انتزاعی (Abstract Data Type) است. هر سیستم فایل نه تنها باید شامل ابزاری برای ذخیره‌سازی داده‌ها به صورت فایل باشد بلکه باید مجموعه‌ای از عملیات که می‌تواند بر روی فایل انجام پذیرد را نیز شامل شود. عملیات متداول بر روی سیستم‌فایل عبارتند از:
- **ایجاد فایل :** فایل جدیدی تعریف می‌شود و در ساختار دایرکتوری قرار می‌گیرد. ایجاد فایل در دو مرحله صورت می‌گیرد : در مرحله اول در سیستم فایل فضایی برای فایل پیدا می‌شود و در مرحله دوم، یک ورودی باید برای فایل در ساختار دایرکتوری ایجاد شود.
  - **حذف فایل :** برای حذف فایل در ساختار دایرکتوری جستجو می‌شود، پس از پیدا شدن، فضای آن آزاد شده و از ساختار دایرکتوری حذف می‌گردد.
  - **بازکردن فایل :** فایل وقتی باز است که فرآیندی بتواند کاری روی آن انجام دهد. برای خواندن از فایل، سیستم یک اشاره‌گر خواندن را نگهداری می‌کند تا محل بعدی خواندن در فایل مشخص باشد. در بعضی از سیستم‌ها، علاوه بر اشاره‌گر خواندن، اشاره‌گر نوشتن نیز وجود دارد که محل بعدی نوشتن در فایل را مشخص می‌کند.
  - **بستن فایل :** فایل وقتی بسته است که فرآیند نتواند کاری روی آن انجام دهد.
  - **نوشتن در فایل :** فرآیند می‌تواند فایل را به‌روز رسانی (به‌هنگام‌سازی) کند. برای این کار داده جدیدی به فایل اضافه می‌کند تا اندازه فایل افزایش یابد یا داده‌های موجود در فایل را تغییر می‌دهد.

### سیستم‌های مدیریت فایل

- سیستم مدیریت فایل، نرم‌افزاری است که خدماتی را برای کاربران و برنامه‌های کاربردی در استفاده از فایل فراهم می‌کند. به این ترتیب، کاربر یا برنامه‌نویس مجبور نیست برای هر برنامه کاربردی نرم‌افزار ویژه‌ای ایجاد کند. اهداف سیستم‌های مدیریت فایل عبارتند از:
- برآورده کردن نیازهای مدیریت داده‌ها و خواسته‌های کاربر شامل ذخیره‌سازی داده‌ها و توانایی انجام عملیاتی است که گفته شد.
  - تضمین معتبر بودن داده‌ها
  - بهینه‌سازی کارایی، هم از نظر سیستم براساس توان عملیاتی و هم از نظر کاربر براساس زمان پاسخ
  - پشتیبانی I/O برای انواع مختلفی از دستگاه‌های ذخیره‌سازی
  - به حداقل رساندن یا از بین بردن احتمال حذف یا تخریب داده‌ها
  - تهیه مجموعه از روال‌های واسط I/O استاندارد
  - پشتیبانی I/O برای چندین کاربرد در سیستم‌های چند کاربره

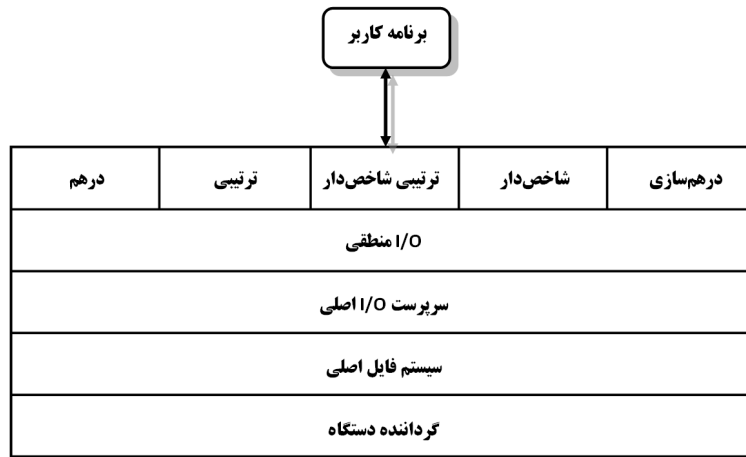
- در مورد نکته اول (برآورده کردن خواسته‌های کاربر)، گسترش این خواسته به تنوع برنامه‌های کاربردی و محیطی بستگی دارد که کامپیوتر در آن استفاده می‌شود. در سیستم‌های محاوره‌ای و همه‌منظوره، حداقل نیازها عبارتند از:
- ۱- هر کاربر باید قادر به ایجاد، حذف، خواندن و یا تغییر فایل‌ها باشد
  - ۲- هر کاربر باید بتواند دسترسی کنترل‌شده‌ای برای فایل‌های خود برای جلوگیری از دسترسی سایر کاربران داشته باشد.
  - ۳- هر کاربر باید قادر به انتقال داده‌ها بین فایل‌ها باشد.
  - ۴- هر کاربر باید در هنگام خرابی، قادر به تهیه پشتیبان و ترمیم داده‌ها باشد.



## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### معماری سیستم فایل :

یک روش درک حوزه مدیریت فایل، نگاهی به سازمان یک نرم‌افزار سیستم‌فایل است که در شکل زیر مشاهده می‌نمایید. البته در سیستم‌های مختلف این سازمان به اشکال مختلف پیاده‌سازی می‌شود، اما این سازمان به عنوان نماینده منطقی آنها محسوب می‌شود.



در پایین‌ترین سطح **گرداننده‌های دستگاه** مستقیماً با دستگاه‌های جانبی یا کنترل کننده‌های آنها یا کانالها ارتباط برقرار می‌کنند. گرداننده دستگاه مسئول شروع I/O بر روی یک دستگاه و پردازش کامل درخواست I/O است. برای عملیات فایل، معمولاً گرداننده‌های دیسک و نوار کنترل می‌شوند.

سطح بعدی **سیستم فایل اصلی** یا **I/O فیزیکی** نام دارد. این سطح واسطه اصلی با دنیای خارج سیستم کامپیوتری است. با بلاک‌های داده‌ای سروکار دارد که با سیستم دیسک یا نوار مبادله می‌شوند. محتویات داده‌ها یا ساختار فایل را درک نمی‌کند. سیستم فایل اصلی معمولاً بعنوان بخشی از سیستم عامل در نظر گرفته می‌شود.

**سرپرست I/O اصلی**، مسئول تمام عملیات آغازین و پایانی I/O فایل است. در این سطح، ساختارهای کنترلی نگهداری می‌شوند که با دستگاه I/O، زمان‌بندی و وضعیت فایل سروکار دارند. سرپرست I/O با انتخاب دستگاهی سروکار دارد که عمل I/O باید بر روی آن اجرا شود. این انتخاب، به فایلی که کاربر انتخاب کرده است، بستگی دارد. علاوه بر این به زمان‌بندی دیسک و دستیابی به نوار برای بهینه‌سازی کارایی سروکار دارد.

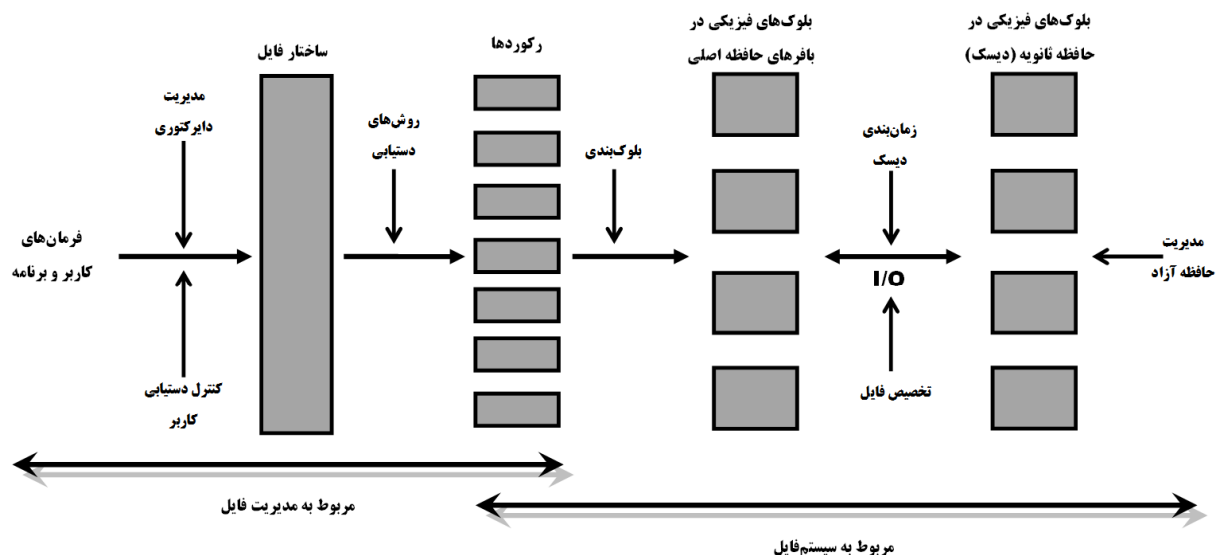
**I/O منطقی**، کاربران و برنامه‌های کاربردی را قادر به دستیابی به رکوردها می‌کند. لذا برعکس سیستم فایل اصلی که با بلاک‌هایی از داده سروکار دارد، I/O منطقی با رکوردهای فایل سروکار دارد.

نزدیک‌ترین سطح سیستم فایل به کاربر، **روش دستیابی** نام دارد. واسطه‌های استاندارد را مابین برنامه‌های کاربردی، سیستم فایل و دستگاه‌های حاوی داده‌ها فراهم می‌کند. روش‌های دستیابی مختلف، ساختارهای فایل گوناگون (ترتیبی، شاخص‌دار و ...) و روش‌های مختلفی را برای دستیابی و پردازش اطلاعات ارائه می‌کند.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### وظایف مدیریت فایل

شکل زیر نگاهی مختصر به اعمال سیستم فایل دارد. همانگونه که در زیر مشاهده می کنید کاربران و برنامه های کاربردی از طریق فرمان هایی برای ایجاد و حذف فایل ها و انجام عملیات بر روی فایل ها، با سیستم فایل در ارتباط هستند. قبل از اجرای هر عملیات، سیستم فایل باید فایل مورد نظر را شناسایی و پیدا کند. این کار مستلزم استفاده از دایرکتوری است که محل فایل ها و صفات آنها را توصیف می کند. علاوه بر این، اغلب سیستم های اشتراکی، کنترل دستیابی کاربر را اعمال می کنند به طوری که فقط کاربران مجاز می توانند به روش خاصی به فایل ویژه ای دستیابی داشته باشند. عملیات اصلی که کاربر یا برنامه کاربردی می تواند در فایل انجام دهد، در سطح رکورد انجام می شوند. از نظر کاربر یا برنامه کاربردی، فایل ساختاری دارد که رکوردها را سازمان دهی می کند، مثل ساختار ترتیبی که در آن رکوردهای پرسنلی به ترتیب حروف الفبای نام ذخیره می شوند. لذا، برای ترجمه فرمان های کاربر به فرمان های ویژه دستکاری فایل، روش دستیابی متناسب با ساختار فایل باید انتخاب شود.



برعکس کاربران و برنامه های کاربردی که با رکوردها سروکار دارند، I/O براساس بلوک انجام می گیرد. لذا، رکوردهای فایل برای خروجی باید به صورت بلوک درآیند و برای ورودی باید از حالت بلوک خارج شوند. برای پشتیبانی I/O بلوکی فایل، چند عمل باید انجام گیرد. حافظه ثانویه باید مدیریت شود. این کار شامل تخصیص فایل ها به بلوک های آزاد روی حافظه ثانویه و مدیریت بر حافظه آزاد است، به طوری که مشخص باشد چه بلوک هایی برای فایل های جدید وجود دارند و رشد فایل موجود چگونه است. علاوه بر این، هر درخواست I/O بلوک، باید زمان بندی دیسک و تخصیص فایل با بهینه سازی کارایی سروکار دارد. همانطور که انتظار می رود، این اعمال باید باهم در نظر گرفته شوند.

### دایرکتوری های فایل

به همراه هر سیستم مدیریت فایل و مجموعه ای از فایل ها، یک دایرکتوری فایل وجود دارد. دایرکتوری فایل حاوی اطلاعاتی راجع به فایل ها از جمله صفات، محل و مالکیت است. اغلب این اطلاعات بخصوص اطلاعات مربوط به حافظه، توسط سیستم عامل مدیریت می شود. دایرکتوری خودش یک فایل است که در مالکیت سیستم عامل قرار دارد و روال های مختلف مدیریت فایل می تواند به آن دستیابی داشته باشند. اگرچه بعضی از اطلاعات موجود در دایرکتوری در اختیار کاربران و برنامه های کاربردی است،

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

ولی این اطلاعات بطور غیرمستقیم توسط روال های سیستم فراهم می شوند. لذا، کاربران حتی در حالت فقط خواندنی نیز نمی-توانند مستقیماً به دایرکتوری دستیابی داشته باشند.

جدول زیر اطلاعاتی را که معمولاً برای هر فایل در دایرکتوری ذخیره می شوند، نشان می دهد. از دیدگاه کاربر، دایرکتوری، نگاشتی را بین اسامی فایل که کاربران و برنامه های کاربردی آن ها را می شناسند و خود فایل ایجاد می کند. لذا، هر وارده فایل شامل نام فایل است. تقریباً تمام سیستم ها با انواع مختلفی از فایل ها و سازمان های فایل سروکار دارند و این اطلاعات نیز فراهم می شوند. یک بخش مهم از اطلاعات مربوط به فایل ها، در مورد حافظه آنها از جمله محل و اندازه است. در سیستم های اشتراکی، تهیه اطلاعاتی برای کنترل دستیابی به فایل اهمیت دارد. سرانجام، اطلاعات استفاده از فایل، برای مدیریت استفاده فعلی و ثبت سابقه استفاده از آن مفید است.

مناصر اطلاعاتی در دایرکتوری فایل	
<b>اطلاعات اصلی</b>	
نامی که توسط ایجاد کننده (یا برنامه کاربر) انتخاب می شود باید در دایرکتوری، منحصر بفرد باشد.	نام فایل
مانند فایل متنی، دودویی و غیره	نوع فایل
برای سیستم هایی که سازمان های مختلفی را پشتیبانی می کنند.	سازمان فایل
<b>اطلاعات آدرس</b>	
دستگاهی را مشخص می کند که فایل بر روی آن ذخیره شده است.	جلد (Volume)
شروع آدرس فیزیکی در حافظه جانبی (سیلندر، شیار، شماره بلوک روی دیسک)	آدرس شروع
اندازه فعلی فایل بر حسب بایت، کلمه یا بلاک	اندازه فعلی
حداکثر اندازه فایل	اندازه تخصیص یافته
<b>اطلاعات کنترل دستیابی</b>	
کاربری که کنترل فایل را برعهده دارد. مالک ممکن است مجوزها را به کاربران دیگر بدهد یا لغو کند و این امتیازات را تغییر دهد.	مالک
نسخه ساده ای از این عنصر شامل نام کاربر و کلمه رمز هرکاربر مجاز است.	اطلاعات دستیابی
خواندن، نوشتن، اجرا و انتقال در شبکه را کنترل می کند.	فعالیت های مجاز
<b>اطلاعات استفاده از فایل</b>	
فایل در چه زمانی در دایرکتوری قرار داده شده.	تاریخ ایجاد
معمولاً ولی نه الزاماً مالک فعلی است.	هویت ایجادکننده
تاریخ آخرین زمانی که رکوردی خوانده شده	تاریخ آخرین دستیابی خواندن
کاربری که فایل را خوانده است	هویت آخرین خواننده
تاریخ آخرین به هنگام سازی شامل درج، حذف یا به روز رسانی رکوردها	تاریخ آخرین تغییر
کاربری که فایل را تغییر داده است	هویت آخرین تغییر دهنده
تاریخ آخرین زمانی است که از فایل بر روی رسانه دیگر پشتیبان تهیه شده است.	تاریخ آخرین پشتیبان
اطلاعات مربوط به فعالیت فعلی در فایل، مثل فرآیندهایی که توسط فایل باز شدند، اینکه توسط فرآیند قفل شده است و اینکه فایل در حافظه اصلی تغییر یافته ولی هنوز نوشته نشده است.	استفاده فعلی

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### ساختار دایرکتوری

روش ذخیره اطلاعات جدول میحث قبلی در سیستم‌های مختلف فرق می‌کند. بعضی از اطلاعات ممکن است در رکورد سرآیند (Header record) فایل ذخیره شوند. بدین ترتیب، میزان حافظه موردنیاز برای دایرکتوری کاهش می‌یابد و برای بهبود سرعت می‌توان تمام دایرکتوری‌ها را در حافظه اصلی نگهداری کرد. بعضی از عناصر کلیدی نظیر نام فایل، آدرس فایل و اندازه فایل در حافظه اصلی نگهداری می‌شود.

این ساختار ساده‌ی دایرکتوری، لیستی از واردها است که هر وارده مربوط به یک فایل است. این ساختار را می‌توان با فایل ترتیبی ساده نمایش داد به‌طوری که نام فایل به عنوان کلید عمل می‌کنند. در بعضی از سیستم‌های تک کاربره اولیه، از این تکنیک استفاده شده است. اما، وقتی چندین کاربر از سیستمی بطور اشتراکی استفاده می‌کنند، یا هریک از کاربران فایل‌های زیادی داشته باشند، مفید نیست.

برای درک خواسته‌های ساختار فایل، بررسی انواع عملیاتی که ممکن است در دایرکتوری انجام شود مفید است

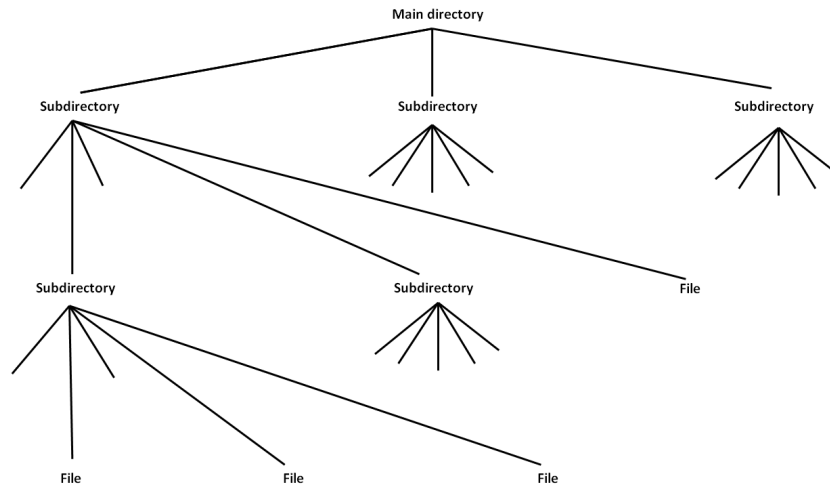
- **جست‌وجو:** وقتی کاربر یا برنامه کاربردی به فایل مراجعه می‌کند، دایرکتوری باید برای یافتن وارده متناظر با آن، فایل جستجو شود.
- **ایجاد فایل:** وقتی فایل جدیدی ایجاد می‌شود، واردهای باید در دایرکتوری قرار گیرد.
- **حذف فایل:** وقتی فایلی حذف می‌شود، واردهای باید از دایرکتوری حذف گردد.
- **لیست دایرکتوری:** تمام یا بخش از دایرکتوری ممکن است درخواست شود. معمولاً این درخواست توسط کاربر انجام می‌گیرد و لیستی از فایل‌های تحت مالکیت آن کاربر به همراه بعضی صفات (مانند نوع، اطلاعات کنترل دستیابی، اطلاعات استفاده از فایل) نمایش داده می‌شوند.
- **به‌هنگام‌سازی دایرکتوری:** چون بعضی از صفات فایل در دایرکتوری ذخیره می‌شود، تغییر در یکی از این صفات، نیاز به تغییر در وارده متناظر در دایرکتوری دارد.

لیست ساده برای پشتیبانی از این عملیات مناسب نیست. نیازهای یک کاربر را در نظر بگیرید. کاربر ممکن است فایل‌هایی از انواع مختلف داشته باشد، مثل فایل‌های متنی واژه‌پرداز، فایل‌های گرافیکی، صفحه گسترده‌ها و غیره. کاربر ممکن است بخواهد آنها را بر حسب پروژه، نوع یا راه‌های دیگری سازمان‌دهی کند. اگر دایرکتوری یک لیست ترتیبی ساده باشد، به سازماندهی فایل‌ها کمکی نمی‌کند و کاربر ملزم به عدم استفاده از فایل‌های همنام از یک نوع است. مسئله در سیستم‌های اشتراکی بدتر است و نام‌گذاری منحصربفرد جدی‌تر می‌شود. علاوه بر این، وقتی ساختار ارثی در دایرکتوری وجود نداشته باشد، پنهان کردن بخشی از دایرکتوری از کاربران دشوارتر خواهد بود.

شروع حل این مسئله را با طرح دوسطحی آغاز می‌کنیم. در این حالت یک دایرکتوری اصلی و برای هر کاربر نیز یک دایرکتوری وجود دارد. برای هر دایرکتوری کاربر، واردهای در دایرکتوری اصلی وجود داد که آدرس و اطلاعات کنترل دستیابی را ارائه می‌کند. هر دایرکتوری کاربر، لیست ساده‌ای از فایل‌های آن کاربر است. معنای این ساختار این است که اسامی فقط باید در داخل مجموعه‌ای از فایل‌های یک کاربر، منحصربفرد باشد و سیستم فایل به آسانی می‌تواند محدودیتهای دستیابی را به دایرکتوری‌ها اعمال کند. اما در سازماندهی مجموعه‌ای از فایل‌ها به کاربر کمکی نمی‌کند.

یک روش قدرتمندتر و باقابلیت انعطاف بیشتر که تقریباً توسط همه مورد قبول است، روش سلسه مراتبی یا ساختار درختی است (نمونه‌ای از آن را در شکل زیر مشاهده می‌کنید).

## ذخیره و بازیابی اطلاعات



همانند قبل، یک دایرکتوری اصلی وجود دارد که چند دایرکتوری کاربر در زیر آن واقع هستند. هریک از دایرکتوری‌های کاربر نیز ممکن است حاوی دایرکتوری فرعی (Sub Directory) باشد که فایل‌هایی در داخل هریک از آنها موجود باشد. این موضوع در هر سطحی صادق است. یعنی در هر سطح دایرکتوری ممکن است حاوی واردهایی برای فایل یا دایرکتوری دیگری باشد.

اکنون به چگونگی سازماندهی دایرکتوری‌ها می‌پردازیم البته ساده‌ترین روش این است که هر دایرکتوری بصورت یک فایل ترتیبی ذخیره شود. اگر تعداد واردهای دایرکتوری خیلی زیاد باشد زمان جستجو زیاد می‌شود. در این صورت باید از روش درهم‌سازی استفاده شود.

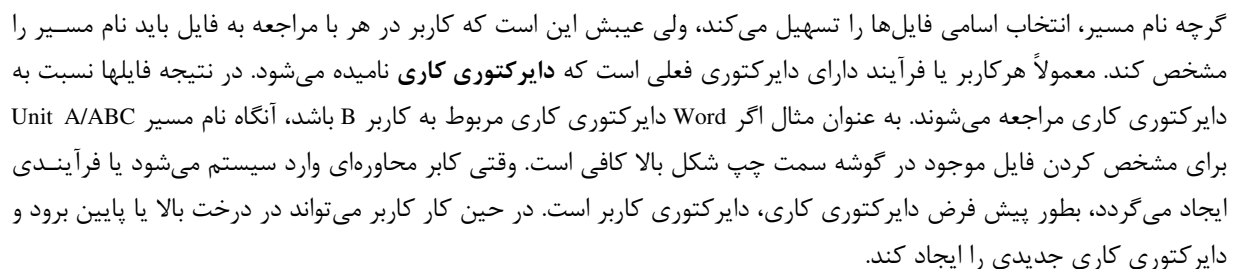
## نام‌گذاری

کاربران باید بتوانند از طریق نام نمادین به فایل مراجعه کنند. بدیهی است که هر فایل موجود در سیستم باید نام منحصر بفردی داشته باشد تا در مراجعه به آن ابهامی وجود نداشته باشد. از طرف دیگر نمی‌توان کاربران را وادار به انتخاب نام منحصر بفرد برای فایل، بخصوص در سیستم اشتراکی کرد.

استفاده از دایرکتوری با ساختار درختی؛ نام‌گذاری منحصر بفرد فایل‌ها را ساده می‌کند. هر فایل در سیستم می‌تواند با دنبال کردن مسیری از دایرکتوری اصلی (ریشه) به شاخه‌های مختلف مشخص شود. مجموعه‌ای از نام دایرکتوری‌ها، از جمله نام آن فایل، نام مسیر را برای آن فایل تشکیل می‌دهد.

به عنوان مثال، مسیر مربوط به فایل موجود در گوشه چپ در شکل زیر برابر User B/Word/UnitA/ABC است. از نماد / برای جدا کردن نامها استفاده می‌شود. نام دایرکتوری اصلی به‌طور ضمنی اعلان می‌شود، زیر تمام مسیرها از این دایرکتوری شروع می‌شوند. توجه کنید که چند فایل همنام می‌توانند در مسیرهای مختلفی وجود داشته باشند. لذا فایل دیگری به نام ABC در سیستم و در مسیر User B/Draw/ABC نیز وجود دارد.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات



در سیستم چندکاربره، تقریباً همیشه لازم است فایل‌ها بین تعدادی از کاربران مشترک باشند، در این صورت دو موضوع حقوق دستیابی و مدیریت دستیابی، همزمان مطرح می‌شود.

سیستم فایل باید ابزار انعطاف‌پذیری برای اشتراک فایل‌ها بین کاربران فراهم کند. سیستم فایل باید گزینه‌هایی را فراهم کند تا روش دستیابی به فایل تحت کنترل باشد. معمولاً به کاربران یا گروهی از کاربران، حقوق دستیابی خاصی به فایل اعطا می‌شود. این حقوق می‌تواند سلسله مراتبی را ایجاد کند، بطوری که هر حقی شامل حقوق قبل از آن نیز هست. لذا اگر حق به هنگام‌سازی فایل به کاربر داده شود، آنگاه حقوق آگاهی، اجرا، خواندن و افزودن نیز به کاربر داده خواهد شد. معمولاً کسی که فایل را ایجاد کرده است مالک فایل است. مالک تمام حقوق دستیابی را دارا است و می‌تواند به دیگران نیز واگذار کند.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### دستیابی همزمان

وقتی حق دستیابی به هنگام سازی و افزودن به فایل، به بیش از یک کاربر داده شد، سیستم عامل یا سیستم مدیریت فایل باید نظامی را اعمال کند. در یک روش عادی، کاربر مجاز است کل فایل را در زمان به هنگام سازی، قفل کند. کنترل عالی تر این است که رکوردی که به هنگام سازی می شود قفل گردد. اساس این مسئله، مسئله خوانندگان و نویسندگان است. موضوعات انحصار متقابل و بن بست باید در طراحی قابلیت دستیابی اشتراکی در نظر گرفته شوند.

### مدیریت حافظه ثانویه

فایل در حافظه ثانویه از چندین بلوک تشکیل شده است، سیستم عامل یا مدیریت فایل مسئول تخصیص بلوکها به فایل است. دو موضوع مدیریتی مطرح می شود. اولاً فضای حافظه ثانویه باید به فایلها تخصیص یابد و ثانیاً ردیابی فضای موجود برای تخصیص ضروری است. خواهیم دید که این دو وظیفه به هم مرتبط هستند یعنی روش تخصیص فایل ممکن است روش مدیریت فضای آزاد را تحت تأثیر قرار دهد. علاوه بر این خواهیم دید که تعاملی بین ساختار فایل و سیاست تخصیص وجود دارد.

### تخصیص فایل

موضوعات زیادی در مورد تخصیص فایل وجود دارد:

۱. وقتی فایل جدیدی ایجاد می شود، آیا حداکثر فضای مورد نیاز فایل تخصیص می یابد؟
۲. فضا یک یا چند واحد پیوسته به فایل تخصیص می یابد که به آنها بخش گفته می شود. اندازه هر بخش می تواند از یک بلوک تا کل فایل باشد. برای تخصیص فایل، اندازه بخش چقدر باید باشد؟
۳. برای نگهداری بخش های تخصیص یافته به فایل از چه ساختمان داده یا جدولی استفاده می شود؟

چنین جدولی را جدول تخصیص فایل (FAT) می نامند.

### پیش تخصیص در مقابل تخصیص پویا

در سیاست پیش تخصیص، لازم است حداکثر اندازه فایل در زمان ایجاد فایل اعلان شود. در مواردی مثل ترجمه برنامه، تهیه خلاصه ای از فایل داده، یا انتقال فایل از سیستم دیگر از طریق شبکه، مقدار حافظه مورد نیاز را بخوبی می توان برآورد کرد. اما برای بسیاری از برنامه های کاربردی برآورد دقیق اندازه فایل اگر غیرممکن نباشد، دشوار است. در این مورد، کاربران و برنامه نویسان کاربردی سعی می کنند فضای بیشتری را برآورد کنند تا دچار کمبود حافظه نشوند. این موضوع از دیدگاه تخصیص حافظه ثانویه، هدر دادن حافظه است. لذا بهتر است از تخصیص پویا استفاده شود که در صورت نیاز بخش هایی را به فایل تخصیص می دهد.

### اندازه بخش

مسئله دوم در تخصیص فایل، اندازه بخش تخصیص یافته به فایل است. یک حالت این است که بخش بتواند کل فایل را دربرگیرد و حالت دیگر این است که هربار یک بلوک از فضای دیسک تخصیص یابد، در انتخاب اندازه بخش، بین کارایی از دیدگاه یک فایل و کارایی کل سیستم، توازنی برقرار است. در این موازنه باید چهار عنصر زیر در نظر گرفته شود:

۱. پیوستگی فضا مخصوصاً برای عملیات بازیابی بعدی و انجام تراکنش در سیستم عامل تراکنشی موجب افزایش کارایی می شود.
۲. تعداد زیادی از بخشهای کوچک، اندازه جدول های مورد نیاز برای مدیریت اطلاعات تخصیص را دشوار می کند.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

۳. بخش‌هایی با اندازه ثابت (مثل بلوک‌ها) تخصیص مجدد فضا را تسهیل می‌کند.
۴. بخش‌هایی با اندازه متغیر یا کوچک و با اندازه ثابت، اتلاف حافظه در اثر تخصیص بیش از حد را به حداقل می‌رساند

البته این موارد باهم تعامل دارند و باید باهم در نظر گرفته شوند. نتیجه‌اش دو گزینه عمده زیر است:

- **بخش‌های پیوسته بزرگ و متغیر** : این گزینه کارآیی بهتری فراهم می‌کند. اندازه متغیر از اتلاف حافظه‌ها جلوگیری می‌کند و جدول‌های تخصیص فایل کوچکتر هستند. اما استفاده مجدد از فضا دشوار است.
- **بلوک‌ها** : بخش‌های کوچک با اندازه ثابت، قابلیت انعطاف زیادی دارند. ممکن است برای تخصیص آنها نیازی به جدول‌های بزرگ یا ساختارهای پیچیده‌ای باشد. پیوستگی مطرح نیست و بلوک‌ها در صورت نیاز تخصیص می‌یابند.

هر دو گزینه با تخصیص پویا و پیش تخصیص سازگارند. در مورد بخش‌های پیوسته بزرگ و متغیر، گروه پیوسته‌ای از بلوک‌ها به فایل تخصیص می‌یابد. در این صورت نیازی به جدول تخصیص فایل نیست بلکه فقط به اشاره‌گر اولین بلوک و تعداد بلوک‌های تخصیص یافته نیاز است. در مورد گزینه دوم (بلوک‌ها)، تمام بخش‌های مورد نیاز همزمان تخصیص می‌یابند، بدین معنا که اندازه جدول تخصیص فایل ثابت باقی می‌ماند.

در بخش‌هایی با طول ثابت، با تکه‌تکه شدن فضای آزاد مواجه‌ایم. بعضی از راهبردهای ممکن عبارتند از:

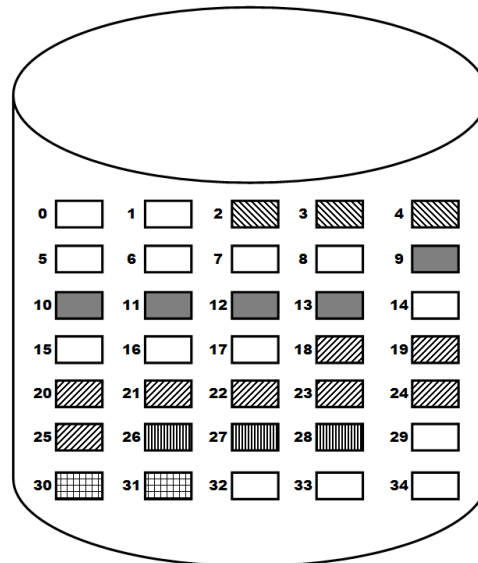
- **اولین برآزش (اولین جای مناسب)** : اولین گروه از بلوک‌های استفاده نشده و به اندازه کافی را از لیست بلوک‌های آزاد انتخاب می‌کند.
- **بهترین برآزش (بهترین جای مناسب)** : کوچک‌ترین گروه از بلوک‌های استفاده نشده و با اندازه کافی را انتخاب می‌کند.
- **نزدیک‌ترین برآزش** : گروه استفاده نشده و با اندازه مناسب از بلوک‌هایی را انتخاب می‌کند که به آخرین تخصیص قبلی فایل نزدیک است. به این ترتیب احتمال محلی بودن را افزایش می‌یابد.



## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### روش های تخصیص فایل

پس از بررسی تخصیص پویا در مقابل پیش تخصیص و اندازه بخش، می توانیم روش های تخصیص فایل را بررسی کنیم. سه روش پیوسته، زنجیره ای و شاخص دار متداول هستند که در زیر به معرفی و شرح آنها خواهیم پرداخت. در **تخصیص پیوسته**، هنگام ایجاد فایل مجموعه ای پیوسته ای از بلوک های تخصیص می یابد. یعنی از راهبرد پیش تخصیص با بخشی هایی با اندازه متغیر استفاده می شود (شکل زیر). جدول تخصیص فایل برای هر فایل یک وارده دارد که شروع بلاک و طول فایل را مشخص می کند. از دیدگاه ترتیبی، تخصیص پیوسته بهترین راهبرد است.

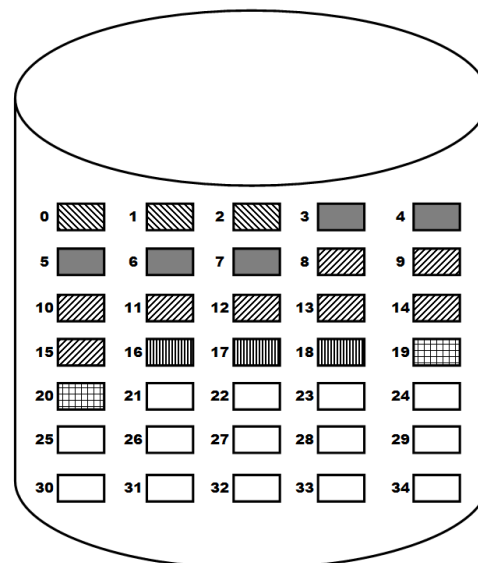


تخصیص فایل به صورت پیوسته

جدول تخصیص فایل

نام فایل	بلوک شروع	طول
فایل A	2	3
فایل B	9	5
فایل C	18	8
فایل D	30	2
فایل E	26	3

برای بهبود کارایی I/O در پردازش ترتیبی، چندین بلوک را می توان بصورت همزمان به حافظه آورد. بازیابی یک بلوک نیز آسان است. به عنوان مثال اگر فایلی از بلوک b شروع شود و بلوک نام فایل درخواست گردد، محل آن در حافظه ثانویه برابر  $b+i-1$  است. تخصیص پیوسته مشکلاتی نیز دارد. تکه تکه شدن خارجی بوجود می آید که یافتن بلوک های پیوسته ای از فضای آزاد و با اندازه کافی را دشوار می کند. هر از گاهی نیاز به اجرای الگوریتم فشرده سازی است تا فضای بیشتری از دیسک آزاد شود (شکل زیر). حتی در پیش تخصیص نیاز به اعلان اندازه فایل در هنگام ایجاد آن است که مسائل خاص خودش را دارد.



تخصیص فایل به صورت پیوسته

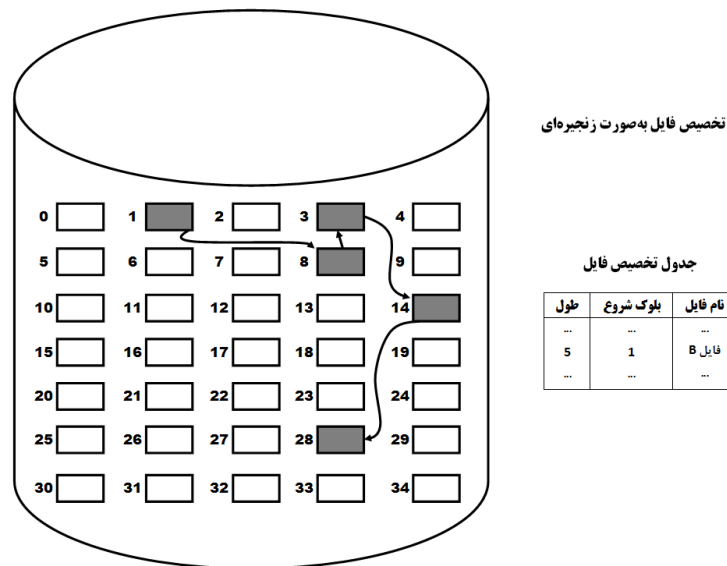
(پس از فشرده سازی)

جدول تخصیص فایل

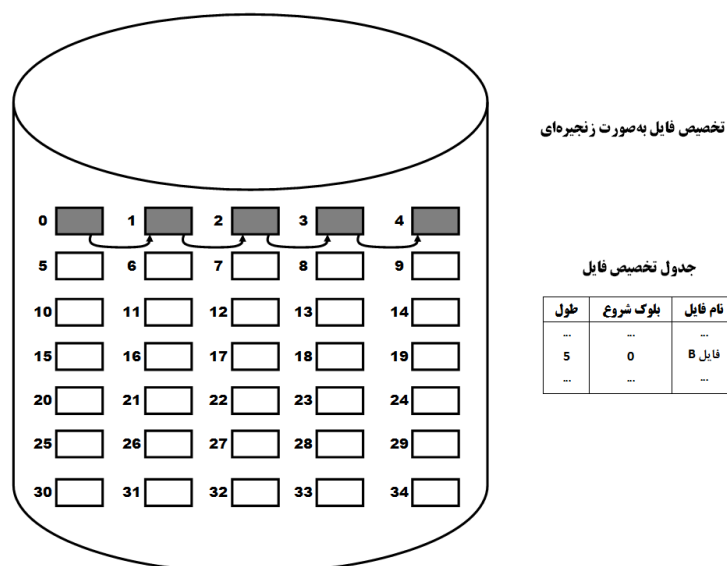
نام فایل	بلوک شروع	طول
فایل A	0	3
فایل B	3	5
فایل C	8	8
فایل D	19	2
فایل E	16	3

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

در مقابل تخصیص پیوسته، تخصیص زنجیره‌ای قرار دارد (شکل زیر) معمولاً تخصیص بر اساس بلوک انجام می‌شود. هر بلوک حاوی اشاره‌گری به بلوک بعدی موجود در زنجیره است. در اینجا نیز جدول تخصیص فایل به ازای هر فایل یک وارده دارد که بلوک شروع و طول فایل را نشان می‌دهد. گرچه پیش تخصیص امکان‌پذیر است ولی تخصیص بلوک موردنیاز متداول است. انتخاب بلوک‌ها نیز چندان مهم نیست. هر بلوک آزاد را می‌توان به زنجیره اضافه کرد. چون در هر زمان یک بلوک نیاز است در مورد تکه-تکه شدن خارجی نگرانی وجود ندارد. این نوع سازمان فیزیکی برای پردازش ترتیبی فایل مناسب‌ترین است. برای انتخاب بلوک خاصی از فایل، ردیابی زنجیره تا بلوک موردنظر ضروری است.

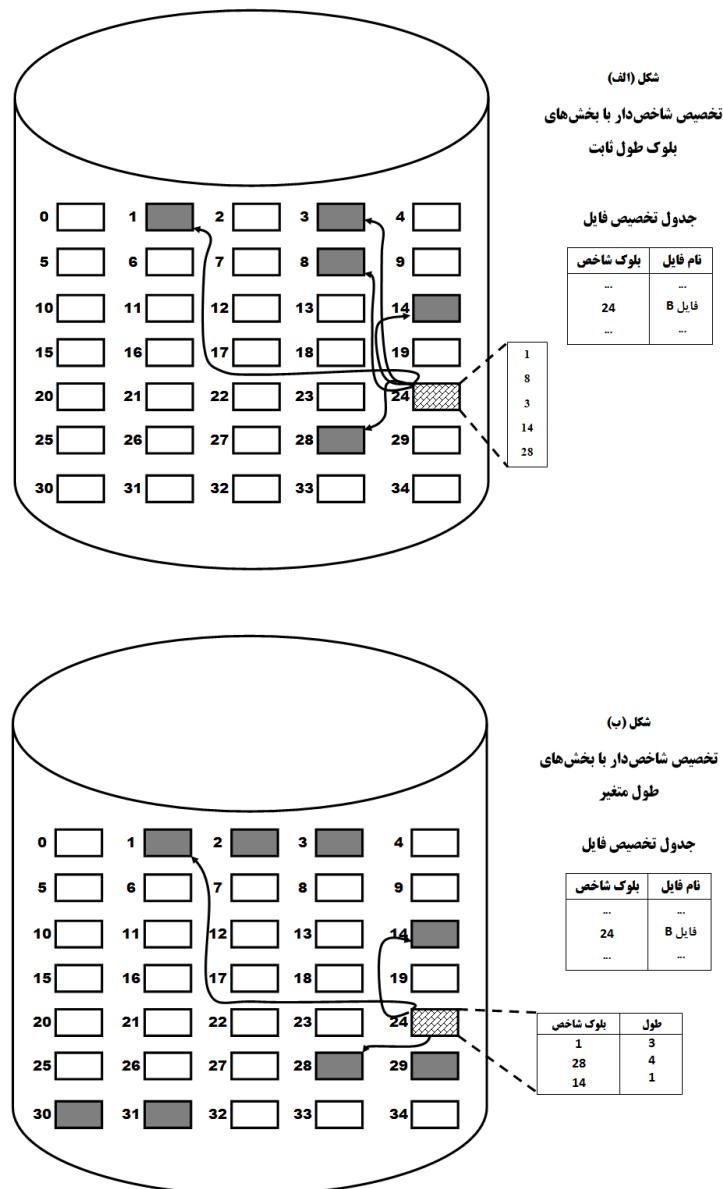


یک پیامد زنجیره‌ای که تاکنون توصیف شده است این است که اصل محلی بودن جایی ندارد. لذا اگر همانند پردازش ترتیبی لازم باشد چندین بلوک به حافظه بیایند نیاز به مجموعه‌ای از دستیابی‌ها به نقاط مختلف دیسک است. احتمالاً این مهمترین تأثیر در سیستم تک کاربره است ولی ممکن است در سیستم اشتراکی نیز مورد توجه باشد. برای غلبه بر این مسئله بعضی از سیستم عامل‌ها فایل‌ها را بصورت متناوب یکپارچه می‌کنند (شکل زیر).



## ذخیره و بازیابی اطلاعات

**تخصیص شاخص‌دار** بسیاری از مسائل تخصیص پیوسته و زنجیره‌ای از حل می‌کند. در این روش، جدول ایجاد فایل برای هر فایل، شاخص یک سطحی جداگانه‌ای دارد. این شاخص به‌ازای هر بخش تخصیص یافته به فایل یک وارده دارد. معمولاً شاخص‌های فایل بطور فیزیکی به عنوان بخش از جدول تخصیص فایل ذخیره نمی‌شود. در عوض شاخص فایل در بلوک جداگانه‌ای نگهداری می‌شود و وارده فایل در جدول تخصیص فایل، به آن بلوک اشاره می‌کند. تخصیص ممکن است بر اساس بلوک‌های با طول ثابت (شکل الف) زیر) یا بخش‌های طول متغیر (شکل ب) باشد.



تخصیص بلوک‌ها، تکه‌تکه‌شدن خارجی را از بین می‌برد درحالی‌که تخصیص بخش‌های با طول متغیر، محلی بودن را بهبود می‌بخشد. در هر حال یکپارچه‌سازی فایل هرازگاهی انجام می‌شود. یکپارچه‌سازی فایل در مورد بخش‌های طول متغیر از اندازه شاخص

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

می‌کاهد اما در مورد تخصیص بلوک اینطور نیست. تخصیص شاخص‌دار از دستیابی ترتیبی و مستقیم به فایل پشتیبانی می‌کند و در نتیجه معروفترین شکل تخصیص است.

### مدیریت فضاهای آزاد دیسک

فضای آزاد نیز همانند فضای تخصیص یافته به فایل باید مدیریت شود. برای اجرای هریک از تکنیک‌های تخصیص فایل (که بطور کامل تشریح شدند) دانستن بلوک‌های موجود روی دیسک ضروری است. لذا علاوه بر جدول تخصیص فایل به جدول تخصیص دیسک نیز نیاز داریم. بعضی از تکنیک‌های پیاده‌سازی شده را در زیر بررسی می‌کنیم.

۱- **جدول‌های بیتی:** این روش از برداری استفاده می‌کند که به‌ازای هر بلوک یک بیت دارد. مقدار "صفر" نشان دهنده بلوک آزاد و مقدار "یک" نشان دهنده بلوک استفاده شده است. به عنوان مثال برای دیسک شکل مربوط به تخصیص فایل به صورت پیوسته به برداری با طول ۳۵ نیاز است که مقدار آن بردار برابر است با :

0011100001111100001111111111011000

مزیت جدول بیتی آن است که یافتن یک یا گروه پیوسته‌ای از بلوک‌ها آسان است. لذت جدول بیتی برای هر روش تخصیص فایل مناسب است. مزیت دیگرش کوچک بودنش است. میزان حافظه مورد نیاز (برحسب بایت) برای بلوک بیتی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود

اندازه دیسک بر حسب بایت

اندازه بلوک سیستم فایل  $8 \times$

لذا برای یک دیسک ۱۶ گیگابایتی با بلوک‌های ۵۱۲ بیتی جدول تقریباً ۴ مگابایت را اشغال می‌کند.

۲- **بخش‌های آزاد زنجیره‌ای:** بخش‌های آزاد ممکن است با استفاده از اشاره‌گر و مقدار طول در هر بخش، با هم زنجیره شوند. این روش سربار فضای کوچکی دارد زیرا نیاز به جدول تخصیص دیسک نیست و فقط نیاز به اشاره‌گر ابتدای زنجیر و طول اولین بخش است. این روش برای تمام روش‌های تخصیص فایل مناسب است. اگر هر بار یک بلوک تخصیص یابد، بلوک آزاد ابتدای زنجیر انتخاب می‌شود و اولین اشاره‌گر با مقدار طول تنظیم می‌گردد. اگر تخصیص با بخش متغیر انجام شود، ممکن است از الگوریتم اولین برازش استفاده شود: هر با سرآیندهای (Header) هر بخش واکشی می‌شوند تا بخش آزاد مناسب بعدی در زنجیر پیدا شود، سپس اشاره‌گر و مقادیر طول تنظیم می‌شوند.

این روش مشکلات خاص خودش را دارد. پس از مدتی استفاده، دیسک کاملاً تکه‌تکه می‌شود و طول بسیاری از بخش‌ها به اندازه یک بلوک می‌شود. همچنین توجه کنید که هر وقت بلوکی تخصیص می‌یابد قبل از نوشتن داده‌ها در آن بلوک، ابتدا باید بلوک خوانده شود تا اشاره‌گر به اولین بلوک آزاد جدید، تعیین شود. اگر قرار باشد برای عملیات فایلی، چند بلوک به‌طور همزمان تخصیص یابند ایجاد فایل کند می‌شود. به‌طور مشابه، حذف کردن فایلی که خیلی تکه‌تکه شده است نیز وقت زیادی می‌گیرد.

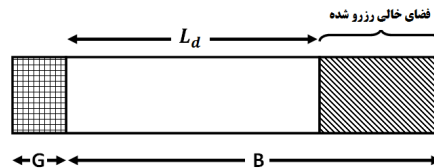
۳- **شاخص‌بندی:** روش شاخص‌بندی، با فضای خالی مثل فایل رفتار می‌کند و همانطور که در تخصیص فایل گفته شد، از جدول شاخص استفاده می‌شود. برای کارایی، شاخص باید بر اساس بخش‌هایی با طول متغیر باشد نه بلوک‌ها. لذا برای هر بخش آزاد روی دیسک، یک وارده در جدول وجود دارد. این راهبرد از تمام روش‌های تخصیص فایل پشتیبانی می‌کند.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

در ادامه بعد از بررسی روش‌های و تکنیک‌های ذخیره‌سازی فایل در دیسک به سایر موارد مربوط به سیستم فایل همانند لوکالیتی، آدرس‌دهی و بافرینگ خواهیم پرداخت.

### چگالی لود اولیه (Loading Density):

در صورتیکه بتوانیم حجم عملیات ذخیره‌سازی بر روی فایل را از قبل تخمین بزنیم، می‌توانیم تمام فضای یک بلاک را در لود اولیه برای ذخیره‌سازی پر نکرد و مقداری از فضا در هر بلاک داشته باشیم تا از این حافظه بعداً در عملیات ذخیره‌سازی استفاده شود.



چگالی لود اولیه توسط درصدی از اندازه بلاک مشخص می‌شود که از رابطه زیر بدست می‌آید

$$\text{چگالی لود اولیه} = \frac{L_d}{B} < 1$$

### مزایای در نظر گرفتن حافظه رزرو در بلاک:

- ۱- این امر موجب افزایش لوکالیتی فایل می‌شود چراکه از پراکندگی نشست رکوردها روی دیسک تا حدودی جلوگیری می‌کند. این موضوع میزان پراکندگی در زمان دست‌یابی تصادفی و نیز زمان پردازش ترتیبی فایل را بهبود می‌بخشد.
- ۲- موجب تسهیل در انجام برخی از عملیات بر روی فایل خواهد شد. مثلاً در هنگام درج رکوردی که طول آن در اثر عملیات بهنگام‌سازی افزایش یافته دیگر نیاز به حذف منطقی از بلاک فعلی و درج در بلاک دیگری نخواهد بود و می‌توان با یک شیفت درون بلاکی، رکورد تغییر یافته را در جای قبلی خود بازنویسی کرد.

### معایب در نظر گرفتن حافظه رزرو در بلاک:

- ۱- این حافظه، در واقع نوعی حافظه هرز محسوب می‌شود که موجب افزایش اندازه و حجم فایل خواهد شد و در نتیجه زمان خواندن کل فایل افزایش می‌یابد.
- ۲- در صورتیکه توزیع رکوردها یکنواخت نباشد، موجب باقی ماندن حافظه هرز در انتهای بعضی از بلاک‌ها خواهد شد.

### لوکالیتی یا میزان همسایگی رکوردها در فایل (Locality):

رکورد منطقی بعدی، رکوردی است که در هنگام تعریف فایل باید بعد از رکورد فعلی پردازش شود و در واقع رکورد منطقاً همجوار رکورد فعلی است ولی می‌دانیم که در هنگام ذخیره‌سازی این امر اتفاق نمی‌افتد و رکوردهای منطقی پشت‌سرهم ذخیره می‌شوند.

**تعریف:** میزان همسایگی (نزدیکی) فیزیکی رکورد منطقی بعدی به رکورد فعلی را لوکالیتی می‌گویند.

هرچه لوکالیتی رکوردها قوی‌تر باشد زمان پردازش سریال آنها کمتر خواهد بود. چراکه دیگر در هنگام خواندن، زمان کمتری برای انتقال هد دیسک به جلو و عقب برای خواندن رکورد بعدی صرف خواهد شد.

نکته: در هنگام کار سیستم فایل، لوکالیتی کاهش می‌یابد که باید فایل را سازماندهی مجدد گردد.

سطوح آدرس دهی به فایل:

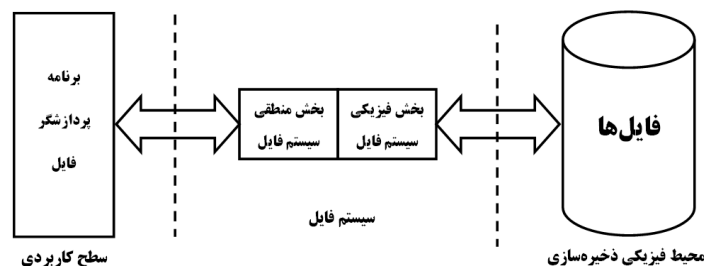
## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### سطوح آدرس دهی (Addressing Level):

فایل را می توان از دو دیدگاه مورد بررسی قرار داد :

- ۱- **فایل منطقی**: فایلی که نشان دهنده ساختاری که رکوردهای فایل بر اساس آن مورد دستیابی و پردازش قرار می گیرد.
- ۲- **فایل فیزیکی**: نشان دهنده نحوه ذخیره رکوردها بر روی دیسک می باشد.

**سیستم فایل**: بخشی از سیستم عامل است که با فایل ها سروکار دارد از دو بخش تشکیل شده است.



- ۱) **بخش منطقی سیستم فایل** که وظیفه انجام در خواست های کاربر نظیر باز کردن فایل و... را دارد.
- ۲) **بخش فیزیکی سیستم فایل** که وظیفه دارد که درخواست های دریافتی از بخش منطقی را جهت ارسال به دیسک تبدیل به دستورات مناسبی نماید.

فرمان هایی که از طرف بخش فیزیکی سیستم فایل بررسی دیسک ارسال میشود متفاوت از فرمان های بخش منطقی می باشد ولی به طور کلی سه عمل اصلی در محیط فیزیکی انجام می شود که عبارتند از :

۱. مکان یابی (seek)
۲. خواندن از دیسک (read)
۳. نوشتن در دیسک (write)

که تمامی این عملیات باید به صورت فیزیکی انجام شود.

### سطوح مختلف آدرس دهی فایل:

- الف- در سطح برنامه پردازش گر فایل
- ب- در سطح سیستم فایل منطقی
- ج- در سطح سیستم فیزیکی

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### الف - آدرس دهی در بخش برنامه پردازشگر فایل:

معمولا در این سطح به یکی از سه روش زیر آدرس دهی انجام می شود.

- (۱) نسبی
- (۲) محتوایی
- (۳) نمادی

در آدرس دهی نسبی کاربر فایل، فایل را به صورت یک ساختار خطی مشاهده می کند که در آن هر رکورد دارای شماره دارد، با شروع از صفر برای اولین رکورد فایل. در این روش کاربر آدرس رکورد RRA (Relative Record Address) را به عنوان آرگومان جستجو می دهد.

در آدرس دهی محتوایی کاربر یک مقدار صفت خاصه را به عنوان پارامتر جستجو می کند .  
در آدرس دهی نمادی کاربر رکورد مورد نظرش را به کمک یک اسم سمبلیک مشخص می کند.

### ب - آدرس دهی در سطح منطقی سیستم فایل:

در این سطح از آدرس دهی نسبی، استفاده می کنیم ولی این آدرس نسبی با آدرس نسبی از دید کاربر متفاوت است. در واقع این آدرس نسبی در سطح کل فضای ذخیره سازی محاسبه می شود. بخش منطقی سیستم فایل کل فضای ذخیره سازی را به شکل آرایه ای از بلاک ها می بیند آدرس یا شماره بلاک را با RBA (Relative Block Address) نشان می دهند که آدرس نسبی بلاک اول برابر صفر در نظر گرفته می شود.



برای بدست آوردن آدرس نسبی حاوی رکورد مورد نظر، ابتدا باید آدرس نسبی بلاکی را که رکورد در آن قرار دارد به دست آوریم

$$\text{آدرس نسبی بلاک حاوی رکورد } i \text{ ام (نسبت به بلاک اول فایل)} = \left\lfloor \frac{(i-1) \times R}{B} \right\rfloor$$

(که این آدرس نسبت به شروع بلاک های می باشد)

حال برای بدست آوردن آدرس نسبی بلاک رکورد مورد نظر باید این آدرس نسبی را با RBA بلاک اول جمع می کنیم.

$$RBA_R = RBA_B + \left\lfloor \frac{(i-1) \times R}{B} \right\rfloor$$

$RBA_R$ : آدرس نسبی حاوی رکورد مورد نظر

$RBA_B$ : آدرس نسبی بلاک اول فایل

مثال: فرض کنید که می خواهیم رکورد ۲۲ را از یک فایل بخوانیم با فرض اینکه تعداد کل رکوردهای فایل برابر ۵۰ رکورد و هر رکورد ۱۰۰ بایت ، فضا را جهت ذخیره سازی لازم داشته باشد . اگر طول هر بلاک ۳۰۰ بایت و آدرس اولین بلاک بر روی دیسک را برابر ۸ در نظر بگیریم ،  $RBA$  بلاک حاوی رکورد مورد نظر نسبت به اولین بلاک و نسبت به اول دیسک چقدر می باشد ؟

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### ج - آدرس دهی در سطح فیزیکی سیستم فایل :

در این سطح باید آدرس فیزیکی یعنی آدرسی که داده ی مورد نظر بر روی دیسک ذخیره شده است مشخص گردد که بخش فیزیکی سیستم فایل جهت این کار ابتدا آدرس را از بخش منطقی دریافت و سپس تبدیل به آدرس فیزیکی برای محیط ذخیره سازی می نماید .



### بافر (Buffer) :

ناحیه ای است از حافظه ی اصلی که جهت هماهنگی در عملیات ورودی و خروجی و عملیات CPU بکار می رود . بافر ناحیه ای است که حداقل یک بلاک را بتواند در خود جای دهد که در هر بار عملیات خواندن و نوشتن از دیسک حداقل یک بلاک در بافر گذاشته و یا خوانده می شود . در صورتی که فایل را بلاک بندی کرده باشیم معمولاً برای انجام عملیات ورودی و خروجی بر روی فایل ها از دو بافر ورودی و خروجی استفاده می شود . بافرها به سه روش ایجاد می شوند :

- ۱) توسط برنامه نویس با ایجاد ناحیه ای از حافظه در برنامه
- ۲) توسط سیستم عامل در هنگام باز شدن فایل و یا بستن آن
- ۳) اجرای یک ماکرو و درخواست ایجاد بافر از طرف سیستم عامل

### روشهای دسترسی سیستم فایل به محتوای بافر :

- ۱- روشهای انتقالی (Move Mode)
- ۲- روشهای مکان نمائی (Locate Mode)

**روش انتقالی :** در این روش رکورد از بافر ورودی به ناحیه کاری که همان ناحیه برنامه می باشد منتقل شده و برعکس از ناحیه کاری برنامه به بافر منتقل می گردد . در این صورت همانگونه که مشاهده می کنید تنها بافری که برنامه به آن دسترسی دارد همان بافر مربوط به خود می باشد و ناحیه جداگانه ای از حافظه را جهت بافر ورودی/خروجی اختصاص نداده ایم.

**روش مکان نمائی :** در این روش برنامه به طور مستقیم عملیات نقل و انتقال داده ها را بر روی بافر ورودی/خروجی انجام می دهد و در واقع کاربر از همان بافر به عنوان ناحیه کاری استفاده می کند .

### انواع بافر از نظر محل ایجاد :

- ۱) **بافر نرم افزاری :** ناحیه ای است از حافظه اصلی که توسط سیستم عامل در اختیار برنامه ها قرار می گیرد .
- ۲) **بافر سخت افزاری :** بافر موجود در دستگاههایی مانند کارت خوان، چاپگر و .. استفاده می شود. این بافرها معمولاً حجم زیادی از اطلاعات را می توانند ذخیره کنند این نوع بافر با سرعت دستگاه ذخیره سازی پر شده و پس از آن که بافر تکمیل شد محتوای آن را با سرعت انتقال کانال به کامپیوتر و از آنجا به بافر نرم افزاری منتقل می شود.



## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### انواع بافرینگ:

از نظر تعداد بافرهایی که به عملیات برنامه سیستم فایل تخصیص داده می شود عبارتند از:

- الف) بافرینگ استاندارد (Single buffering)
- ب) بافرینگ مضاعف (Double buffering)
- ج) بافرینگ چند گانه (Multiple buffering)

**الف) بافرینگ استاندارد:** در این روش یک بافر در اختیار برنامه پردازش گر فایل قرار داده می شود. هنگامی که بافر در حال پر شدن است CPU نمی تواند از محتویات بافر استفاده کند پس باید منتظر بماند تا کار فعلی بافر تمام شده که این امر موجب پایین آمدن کارایی و تعلیق برنامه ها خواهد شد. در محیط های چند برنامه گی می توان از این زمان انتظار برای ایجاد دیگر برنامه ها استفاده کرد.

**ب) بافرینگ مضاعف:** در هنگامی که یک بلاک خوانده می شود و به یک بافر منتقل می شود می توانید به طور همزمان بافری دیگر را پردازش کنیم. در پردازش فایل ها به صورت انبوه و پی در پی که تمام بلاک ها خوانده می شوند، لازم است که حتماً دو بافر داشته باشیم، چرا که در غیر این صورت سرعت و کارایی عملیات پایین خواهد آمد.

با توجه به این مطلب که در هنگام پر شدن یک بافر می توانیم بافر دیگر را مورد استفاده قرار دهیم. به این نتیجه می رسیم که باید زمانی که CPU صرف پردازش یک بافر می کند از زمان پر شدن بافر دیگر کمتر باشد.

$$C_B < b_{tt} \qquad C_B \leq \frac{B + G}{t} \qquad C_B \leq \frac{R + W_R}{t}$$

در فرمول های فوق:

$C_B$ : زمان لازم جهت پردازش محتوای بلاک در بافر

$b_{tt}$  (Block Transfer Time): زمان انتقال یک بلاک به حافظه بر حسب ثانیه برابر است با

$t$ : نرخ انتقال بر حسب بایت بر ثانیه

$B$ : طول بلاک بر حسب بایت

$G$ : طول گپ بر حسب بایت

$W_R$ : حافظه هرز به ازای هر رکورد

$R$ : طول رکورد بر حسب بایت

**نکته:** در صورتیکه شرط  $C_B < b_{tt}$  برقرار نباشد با فرینگ مضاعف کارایی خود را از دست می دهد و نرخ انتقال کاهش پیدا می کند.

**ج) بافرینگ چند گانه:** در این روش با تخصیص چند بافر به برنامه پردازش گر در هنگام خواندن فایل ها این امکان را که رکوردهای فایل از قبل خوانده شده و در بافر قرار گیرند وجود داشته و بنابراین در هر لحظه رکوردهای بعدی در بافر است البته در پردازش فایل ها با ساختار مستقیم و تصادفی این روش کارایی چندانی ندارد چرا که از قبل نمی دانیم که رکورد قبلی در کجا قرار دارد.

## فصل چهارم :

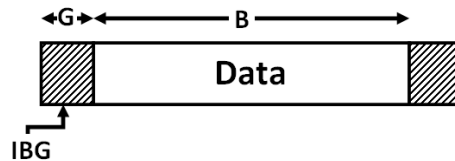
# ارزیابی پارامتریک رسانه‌های ذخیره‌سازی (دیسک ، نوار)

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

در این فصل دو ویژگی مهم وسایل ذخیره سازی را ارزیابی می کنیم . ظرفیت واقعی ذخیره سازی و نرخ یا سرعت واقعی انتقال که این دو پارامتر را در مورد نوار مغناطیسی و دیسک مغناطیسی بررسی خواهیم کرد.

### ظرفیت واقعی نوار:

ظرفیت واقعی نوار را با داشتن ظرفیت اسمی آن می توان بررسی کرد. عاملی که باعث می شود از ظرفیت واقعی نوار به طور کامل استفاده نکنیم، وجود Gap می باشد.



باتوجه به شکل فوق به ازای هر B بایت (B+G) بایت از نوار جهت ذخیره سازی استفاده می کنیم. بنابراین درصد استفاده واقعی از نوار برابر خواهد بود با :

$$\text{درصد استفاده واقعی از نوار} = \frac{B}{B+G} \times 100$$

$$L \times D = \text{ظرفیت اسمی نوار}$$

که در فرمول فوق L طول نوار بر حسب اینچ و D چگالی نوار بر حسب بایت در اینچ می باشد. پس میزان استفاده واقعی از نوار برابر خواهد بود با :

$$\text{درصد استفاده واقعی از نوار} = \frac{B}{B+G} \times L \times D$$

همانطور که می بینید طول گپ و طول بلاک در میزان واقعی استفاده از نوار تاثیر گذار هستند.

### اندازه بلاک:

اندازه یک بلاک با توجه به نوع دستگاه ذخیره سازی و نوع سیستم عامل تعیین می شود. در صورتی که اندازه یک بلاک را کوچک در نظر بگیریم باعث می شود میزان بلاک های استفاده شده برای ذخیره سازی افزایش یافته در نتیجه به موازات آن تعداد گپ ها نیز افزایش می یابد و فضای هرز بیشتری در سیستم تولید می شود.

مثال : فایلی با  $10^5$  رکورد که هر رکورد 100 بایت می باشد را بر روی نوار به چگالی 1000 بایت در اینچ می خواهیم ذخیره سازی نماییم. در صورتی که طول گپ را 0.04 اینچ فرض کنیم با فرض  $B_f=1$  و  $B_r=4$  موارد زیر را حساب کنید؟  
الف) درصد استفاده واقعی از نوار  
ب) طول واقعی بر روی دیسک

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### نرخ انتقال واقعی نوار:

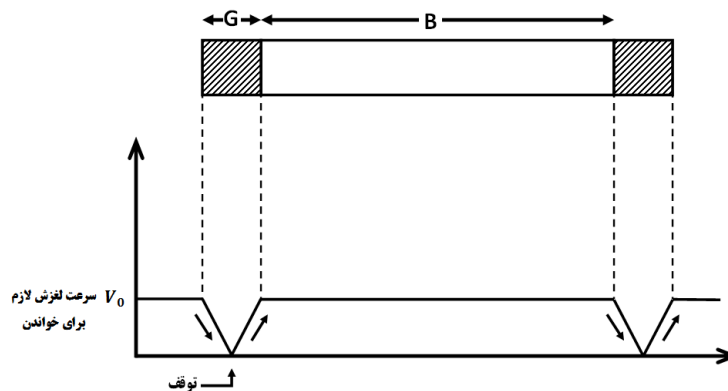
برای خواندن نوار به طور کلی دو روش وجود دارد.

- (۱) شیوه بلاکی (Block mode): در این روش در هر بار فقط یک بلاک خوانده یا نوشته می‌شود.
- (۲) شیوه جریانی (Stream mode): در این روش در هر بار N بلاک خوانده و نوشته می‌شود.

در واقع مشکل تفاوت بین نرخ انتقال واقعی و نرخ انتقال رسمی به دو دلیل عامل کاهنده زیر است.

- ۱- زمان حرکت توقف
- ۲- زمان طی کردن گپ

در صورتی که نوار را به صورت بلوکی بخوانیم نوک خواندن و نوشتن فقط یک بلاک را می‌خواند و می‌ایستد و در صورتی که از روش جریانی استفاده کنیم این توقف بعد از خواندن N بلاک انجام می‌گیرد. در روش جریانی گپ‌های بین بلاک با همان سرعتی که بلاکها خوانده می‌شوند طی خواهند شد ولی در روش بلوکی این زمان برابر زمان حرکت توقف می‌باشد.



زمان خواندن یک بلاک  $b_{tt}$  بدون در نظر گرفتن گپ برابر است با  $b_{tt} = \frac{B}{t}$  که  $t$  نرخ انتقال اسمی بر حسب بایت در ثانیه می‌باشد.

زمان خواندن یک بلاک (بدون در نظر گرفتن عوامل کاهنده)  $\frac{B}{t}$  است. اما واقعاً زمان سپری شده برابر است با:  $\frac{B}{t} + \frac{G}{t} + \frac{\tau}{1000}$

$\tau$ : زمان حرکت-توقف بر حسب میلی ثانیه می‌باشد. در این صورت تقسیم بر ۱۰۰۰ می‌شود تا بر حسب ثانیه بدست آید.

$$\text{نرخ انتقال واقعی در روش بلوکی} = \frac{\frac{B}{t}}{\frac{B}{t} + \frac{G}{t} + \frac{\tau}{1000}} \times t$$

در صورتیکه  $\tau$  را بر حسب ثانیه در نظر بگیریم خواهیم داشت:

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

ولی در روش جریانی، هر بار  $N$  بلاک بدون توقف از نوار خوانده می شود. بنابراین خواهیم داشت.

$$\text{نرخ انتقال واقعی در روش جریانی} = \frac{N \times \frac{B}{t}}{N \times \frac{B}{t} + N \times \frac{G}{t} + \frac{\tau}{1000}} \times t$$

در صورتیکه  $\tau$  را بر حسب ثانیه در نظر بگیریم خواهیم داشت :

مثال ۱: در یک نوار با طول بلاک ۵۰۰ بایت و طول گپ ۱۵۰ بایت، زمان لازم برای حرکت توقف ۲۰ میلی ثانیه می باشد. اگر نرخ انتقال اسمی ۱۸۰۰ بایت بر ثانیه باشد، نرخ انتقال واقعی این رسانه چقدر خواهد بود؟ (فرض کنید از شیوه بلاکی برای خواندن بلاک ها استفاده شده است).

مثال ۲: برای خواندن یک فایل با روش جریانی به صورت ۸ بلاکی با فرض آنکه طول هر بلاک ۳۲۰ بایت و طول هر گپ ۸۰ بایت در نظر گرفته شود، با در اختیار داشتن نرخ انتقال اسمی نوار برابر ۹۵۰ بایت بر ثانیه و سرعت حرکت توقف هد برابر ۲۰ میلی ثانیه باشد. نرخ انتقال واقعی چقدر خواهد بود؟

مثال ۳: برای خواندن یک فایل با بلاک های به طول ۸۰۰ بایت و طول گپ ۱۵۰ بایت و نرخ انتقال اسمی ۶۰۰۰ بایت بر ثانیه و حرکت/توقف برابر با ۵۳۰ میلی ثانیه، مطلوبست نرخ انتقال واقعی در هر یک از حالات زیر:

الف- استفاده از شیوه بلاکی

ب- استفاده از شیوه جریانی با  $N=5$

مثال ۴: در یک نوار مغناطیسی با طول بلاک و گپ به ترتیب برابر ۲۵۰ و ۶۰ بایت زمان لازم برای حرکت یا توقف مجدد سوزن ۲۵ میلی ثانیه می باشد. اگر برای انتقال یک بلاک به بافر نیازمند زمانی برابر ۸۰ ثانیه باشیم، زمان واقعی بلاک چقدر خواهد بود؟

مثال ۵: اگر در یک نوار مغناطیسی نرخ انتقال واقعی برابر ۰.۲۵ نرخ انتقال اسمی آن باشد و شیوه جریانی برای دست یابی به بلاک های نوار با  $N=4$  استفاده شود، طول هر گپ ۲۵ و طول هر بلاک ۱۵۰ بایت و ح برابر ۵۰ میلی ثانیه. مطلوبست یافتن نرخ انتقال اسمی در این نوار؟

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### ظرفیت واقعی نوار یا دیسک:

نحوه فرمت‌بندی شیار در ارزیابی ظرفیت واقعی دیسک تاثیر به سزایی دارد. برای ارزیابی ظرفیت واقعی باید تمام حافظه های هرز (گپ) را با توجه به نحوه فرمت‌بندی شیار و تکنیک‌های بلاک‌بندی در سطح یک شیار از ظرفیت اسمی، کم نمود. اندازه یک بلاک از جمله پارامترهای مهم در میزان استفاده واقعی از دیسک می‌باشد. هر چه طول بلاک کمتر در نظر گرفته شود، تعداد بلاک‌ها افزایش پیدا می‌کند و در نتیجه تعداد گپ‌های ایجاد شده در یک شیار افزایش خواهد یافت و از طرف دیگر اگر طول بلاک را بزرگ در نظر بگیریم باعث مشکل پارگی داخلی و همچنین باعث بروز حافظه هرز ناشی از نگنجیدن آخرین بلاک در شیار می‌شود. برای محاسبه میزان واقعی استفاده از حافظه دیسک‌ها از رابطه‌های زیر استفاده می‌کنیم.

$$N = \left\lceil \frac{B}{L_s} \right\rceil \quad E = \frac{R \times B_f}{L_s \times N} \times 100$$

R : طول رکورد

$L_s$  : طول سکتور

N : تعداد سکتورها در بلوک

E : درصد استفاده واقعی

که در رابطه بالا  $R \times B_f$  میزان واقعی ذخیره‌سازی و  $L_s \times N$  برابر میزان فضایی است که برای ذخیره‌سازی در نظر گرفته می‌شود.

مثال : فرض کنید در یک سیستم فایل هر رکورد دارای طولی برابر 600 بایت بوده. طول هر سکتور برابر 512 بایت. در صورتی که  $B_f$  برابر 6 در نظر گرفته شود. درصد استفاده واقعی از این نوار را محاسبه نمایید.

**نکته :** یکی از عوامل موثر در کاهش فضای هرز (Gap) در دیسک‌ها طول بلاک می‌باشد که بهتر است ضریب صحیحی از اندازه سکتور باشد. چرا که همانطور که می‌دانیم این امکان که فضای هرز در انتهای شیار (به علت نگنجیدن بلاک) بوجود آید، زیاد می‌باشد.

**تعیین طول بلاک در تعیین طول بلاک باید به محدودیت‌ها و فاکتورهای زیر توجه داشته باشیم :**

- ۱- نحوه پردازش فایل : اگر فایل به صورت تصادفی پردازش شود، به‌علت اینکه برای پردازش هر رکورد باید کل بلاک آن خوانده شود، در نتیجه طولانی بودن زمان خواندن بلاک، زمان کل پردازش را افزایش خواهد داد.
- ۲- نوع سیستم عامل : در محیط‌هایی که سیستم عامل آنها از تکنیک حافظه مجازی استفاده می‌کنند. اندازه بلاک محدود به میزان حافظه‌ای است که سیستم برای هر بار خواندن تعریف می‌نماید. (اندازه صفحه)
- ۳- در محیط‌هایی که چندین برنامه از یک فایل استفاده می‌نماید اندازه بلاک باید با توجه به اندازه کوچکترین بافر تعیین گردد.
- ۴- امکانات بافرینگی (buffering) که سیستم در اختیار ما می‌گذارد.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### نرخ انتقال واقعی در دیسک:

عوامل موثر در نرخ انتقال واقعی عبارتند از:

۱- سرعت انتقال بلاک به حافظه  $b_{tt}$

۲- زمان استوانه جویی  $S$

۳- زمان درنگ دورانی  $r$

برای محاسبه نرخ انتقال واقعی خواهیم داشت :

( $S + r + b_{tt}$  برابر زمان خواندن یک بلاک می باشد)

$$\text{نرخ انتقال واقعی} = \frac{B}{S + r + b_{tt}}$$

البته دقت داشته باشید که در اینجا فرض شده است که در هر بار نقطه یک بلاک از هر کجای دیسک و به صورت تصادفی پردازش می کنیم.

بنابراین برای خواندن  $N$  بلاک باید برای هر بلاک زمان  $S + r + b_{tt}$  صرف کرد بنابراین خواهیم داشت.

$$\text{زمان (بلاک ها به صورت تصادفی خوانده می شوند)} = N \times (S + r + b_{tt})$$

ولی چنانچه بخواهیم بلاک ها را به صورت انبوه و پشت سر هم پردازش کنیم. زمان خواندن  $N$  بلاک کمتر از حالت قبل خواهد شد. چرا که در این حالت  $S + r$  فقط یکبار و آن هم در هر حله مکان یابی آغاز بلاک ها مورد استفاده قرار می گیرد.

$$\text{زمان انتقال } N \text{ بلاک به صورت انبوه (پی در پی)} = S + r + N \times b_{tt}$$

## فصل پنجم :

# بهبود کار آیی سیستم فایل



## ذخیره و بازیابی اطلاعات

در بعضی از کاربردها، لازم است که فایل به صورت ترتیبی و یا پی‌درپی خوانده شود. داشتن مدیریت بافرینگ کارا و امکانات تخصیص بافر، نقش مهمی در بهبود کارایی پردازش تمام فایل، به ویژه در حالت پی‌درپی ایفا می‌کند. علاوه بر آن تکنیک‌های متعددی، چه نرم‌افزاری و چه سخت‌افزاری وجود دارند که منجر به بهبود کارایی دیسک می‌شوند. این تکنیک‌ها زمان پیگرد (S) و درنگ دورانی (r) را کاهش می‌دهند و یا سرعت پردازش فایل را افزایش می‌دهند.

از بین تکنیک‌های متعددی که وجود دارد موارد زیر را تشریح خواهیم کرد.

- استفاده از بافر برای افزایش سرعت پردازش فایل‌ها. (درفصل‌های قبلی بررسی شده است)
- سازماندهی داده‌ها با استفاده از سیلندرها (استوانه‌ها) جهت کاهش زمان پیگرد و درنگ دورانی
- استفاده از الگوریتم‌های مناسب جهت حرکت هد خواندن/نوشتن برای ترتیب انتخاب درخواستها و کاهش زمان پیگرد
- توزیع داده‌ها بین چند دیسک کوچکتر به جای یک دیسک بزرگ. در این روش با تعداد هدهای بیشتر برای خواندن، به تعداد بیشتری از بلوک‌ها در واحد زمان دستیابی خواهیم داشت و زمان پیگرد کاهش می‌یابد (استفاده از سیستم RAID)
- استفاده از حافظه نهان دیسک
- استفاده از تکنیک درهم یا تداخل بلاک‌ها (Interleaving) جهت کاهش درنگ دورانی
- تغییر نقطه آغاز شیارها (Track Staggering) جهت کاهش درنگ دورانی

### الف) سازماندهی داده‌ها با استفاده از سیلندرها (استوانه‌ها)

چون زمان پیگرد تقریباً نصف میانگین زمان دستیابی به بلوک‌ها را شامل می‌شود، در بسیاری از کاربردها بهتر است داده‌هایی که با احتمال زیاد با هم دستیابی می‌شوند، در یک سیلندر قرار داده شوند. اگر فضای کافی وجود نداشته باشد (حجم بلوک‌ها بیش از ظرفیت یک سیلندر باشد)، می‌توان از چند سیلندر همجوار استفاده کرد.

در واقع اگر تمام بلوک‌های موجود در یک شیار یا یک سیلندر را بطور ترتیبی بخوانیم، می‌توانیم از تمام زمانهای پیگرد و درنگ دورانی (به جز زمان اولین پیگرد برای انتقال به سیلندر و اولین درنگ دورانی جهت انتقال بر روی اولین بلوک در سیلندر) صرف نظر کرد.

این روش در مواردی که بلوک‌های داده روی دیسک به ترتیب خوانده و نوشته می‌شوند به‌طوریکه از قبل قابل پیش‌بینی باشند و فقط یک فرآیند در هر زمان از دیسک استفاده کند، بسیار مفید است. اما در مواردی که چندین فرآیند به‌طور موازی اجرا می‌شوند و از یک دیسک به‌صورت اشتراکی استفاده می‌نمایند، مناسب نیست.

### ب) استفاده از الگوریتم‌های مناسب جهت حرکت هد خواندن/نوشتن

همانگونه که قبل گفته شد و مشاهده کردید؛ می‌توان با تقویت لوکالیتی زمان خواندن فایل را در روش انبوه کاهش داد و با استفاده از بافرینگ مضاعف زمان پردازش فایل‌ها را کم نمود ولی در یک محیط چند برنامه ای (اجرای چندین برنامه به طور همزمان بر روی CPU) سیستم عامل باید به حرکت بر روی دیسک چند برنامه پاسخ دهد. بنابراین امکان بی‌نظمی در اثر حرکت زیاد هد وجود دارد که این حرکت باعث افزایش زمان استوانه‌جویی می‌شود. بنابراین بهتر است در چنین سیستم‌هایی از الگوریتم‌های مناسب برای پاسخگویی به درخواست‌های برنامه‌ها برای دسترسی به دیسک استفاده گردد.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### (۱) الگوریتم FCFS یا FIFO (First In First Out – First Come First Out) :

ساده ترین شکل زمانبندی دیسک، سرویس به ترتیب ورود (FCFS) یا خروج به ترتیب ورود (FIFO) است که عناصر صف را به ترتیب ورود به صف پردازش می کند. امتیاز این روش عادلانه بودن آن است زیرا درخواستها به ترتیب وارد شدن به صف پردازش می شوند. در این روش اگر فقط چند فرآیند نیاز به دستیابی داشته باشند و سکتورهای مجاور درخواست شوند، می توانیم به کارآیی خوب روش امیدوار باشیم. اما اگر تعداد زیادی از فرآیندها برای دیسک رقابت کنند، این تکنیک از نظر کارآیی چندان خوبی ندارد.

در این روش درخواستها به ترتیب ورود اجرا می شوند.

**مثال :** با فرض اینکه هد خواندن/نوشتن بر روی شیار 80 قرار داشته باشد و درخواستهای زیر را از چپ به راست برای دسترسی به شیارها داشته باشیم، متوسط زمان حرکت به ازای هر درخواست در صورت استفاده از الگوریتم FCFS بدست آورید.

30 , 55 , 95 , 70 , 150 , 120 , 180 , 25 : درخواستها

### (۲) الگوریتم SSTF (Shortest Seek Time First) :

منطقی است که درخواستهای نزدیک به محل فعلی هد، زودتر اجرا شوند. این ایده اصلی برای الگوریتم سرویس بر اساس کوتاهترین زمان پیگرد (SSTF) است. الگوریتم SSTF درخواستی را انتخاب می کند که نسبت به موقعیت فعلی هد کمترین تفاضل زمان استوانه جویی (نزدیک ترین شیار) را دارد. چون زمان استوانه جویی با تعداد شیارهایی که توسط هد پیموده می شود رابطه مستقیم دارد، بنابراین اگر بتوانیم هرچه مقدار این شیارهای پیموده شده را کمتر کنیم، موجب افزایش کارآیی دیسک خواهد شد. البته انتخاب کمترین تفاضل زمان پیگرد تضمین نمی کند که میانگین استوانه جویی حداقل باشد، اما نسبت به FCFS کارآیی بهتری دارد. البته اشکالی که در این روش است این می باشد اگر بطور مداوم درخواستهایی نزدیک محل فعلی هد (دقت داشته باشید که صف درخواستها پویا است) وارد صف شوند این امکان که درخواستهای دورتر از محل فعلی دیرتر جواب داده شوند وجود دارد که به این وضعیت گرسنگی می گویند.

**مثال :** با فرض اینکه هد خواندن/نوشتن بر روی شیار 80 قرار داشته باشد و درخواستهای زیر را از چپ به راست برای دسترسی به شیارها داشته باشیم، متوسط زمان حرکت به ازای هر درخواست در صورت استفاده از الگوریتم SSTF بدست آورید.

30 , 55 , 95 , 70 , 150 , 120 , 180 , 25 : درخواستها

### (۳) الگوریتم پیمایش (SCAN) :

در این روش هد دیسک مرتب به طرف شیارهای ابتدایی و انتهایی در حال حرکت است و در این حرکت درخواستهایی که در سر راهش قرار دارند را پاسخ می دهد. دقت داشته باشید در این روش پس از رسیدن به یک سمت دیسک (شیار ابتدایی و شیار انتهایی) جهت حرکت عوض می شود. الگوریتم پیمایش را گاهی الگوریتم آسانسور نیز می نامند زیرا هد دیسک مانند آسانسور در یک ساختمان عمل می کند.

**مثال :** با فرض اینکه هد خواندن/نوشتن بر روی شیار 80 قرار داشته باشد و درخواستهای زیر را از چپ به راست برای دسترسی به شیارها داشته باشیم، متوسط زمان حرکت به ازای هر درخواست در صورت استفاده از الگوریتم SCAN بدست آورید. (جهت حرکت دیسک به سمت شیارهای بیرونی می باشد)

30 , 55 , 95 , 70 , 150 , 120 , 180 , 25 : درخواستها

#### ۴) الگوریتم پیمایش حلقوی (Circular Scan – C-SCAN) :

این الگوریتم شکل دیگری از الگوریتم پیمایش است که زمان انتظار را به طور یکنواخت توزیع می کند. هد دیسک در یک جهت حرکت می کند تا به انتهای دیسک برسد و در بین راه به درخواست ها پاسخ می دهد. وقتی به انتهای دیسک رسید، فوراً به ابتدای دیسک برمی گردد و حرکت را دوباره از ابتدا آغاز می کند (توجه کنید که در برگشت به هیچ درخواستی پاسخ نمی دهد و این زمان برگشت از شیار انتهایی به شیار ابتدایی را صفر در نظر می گیریم).  
مثال : با فرض اینکه هد خواندن/نوشتن بر روی شیار 80 قرار داشته باشد و درخواست های زیر را از چپ به راست برای دسترسی به شیارها داشته باشیم، متوسط زمان حرکت به ازای هر درخواست در صورت استفاده از الگوریتم C-SCAN بدست آید.

30 , 55 , 95 , 70 , 150 , 120 , 180 , 25 : درخواست ها

#### ۵) الگوریتم پیمایش LOOK :

در الگوریتم پیمایش و پیمایش حلقوی، دیدید که هد دیسک در کل دیسک حرکت می کند. در عمل هیچ الگوریتمی بدین صورت پیاده سازی نمی شود بلکه، هد دیسک حداکثر تا آخرین درخواست (موجود فعلی در صف درخواست ها) برای شیار در جهت حرکت پیش می رود و سپس فوراً برمی گردد (بدون آنکه به انتهای دیسک برسد).

#### ۶) الگوریتم LIFO (Last In First Out) :

سیاست پاسخگویی به تازه ترین درخواست یا خروج به ترتیب عکس ورود (LIFO) امتیازاتی دارد. در سیستم های پردازش تراکنش، تخصیص دستگاه به کار تازه وارد، برای حرکت در فایل ترتیبی منجر به هیچ حرکتی یا حرکت اندک هد دیسک می شود. مزیت این حرکت محلی، موجب بهبود توان عملیاتی و کاهش طول صف ها می شود.

انتخاب الگوریتم زمان بندی مناسب

با توجه به وجود الگوریتم های متعدد برای زمان بندی حرکت هد دیسک، کدام یک را باید انتخاب کرد؟ SSTF متداول بوده و جذابیت آن طبیعی است. پیمایش و پیمایش حلقوی در سیستم هایی مناسب است که بار زیادی بر روی دیسک وجود دارد، زیرا احتمال اینکه منجر به گرسنگی شود، کمتر است. برای هر لیستی از درخواست ها، می توان ترتیب بهینه ای را برای بازیابی تعریف کرد اما محاسبات لازم برای یافتن زمان بندی بهینه ممکن است نسبت به استفاده از الگوریتم SSTF یا SCAN مقرون به صرفه نباشد.

در هر الگوریتم، کارایی به تعداد و نوع درخواست ها موجود در صف بستگی دارد. به عنوان مثال، فرض کنید همیشه یک درخواست در صف وجود دارد، در این صورت تمام الگوریتم ها مانند هم عمل می کنند زیرا یک انتخاب بیشتر ندارند و همه مانند FCFS عمل می کنند.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### ج) استفاده از سیستم RAID

کوتاه شده عبارت Redundant Array of Inexpensive Disks می باشد و کار آن ایجاد یک واحد از مجموع چند هارد دیسک میباشد. یکی از موانع مهم در مقابل افزایش کارایی سیستم های رایانه ای محدودیت سرعت عملیات ورودی/خروجی یا I/O است. در حالی که سرعت ریز پردازنده ها و حجم حافظه با شتاب زیادی رو به افزایش است. در سال ۱۹۹۸ سه محقق از دانشگاه برکلی در مقاله ای ایده اولیه RAID را مطرح ساختند. RAID آرایه ای از دیسک های مستقل است که به طور موازی عملیات I/O را انجام داده و بدین ترتیب باعث بهبود کارایی در ورودی و خروجی سیستم می شوند. ایده اصلی RAID ترکیب چندین هارد دیسک مستقل، ارزان و با ظرفیت پائین و استفاده از آنها به عنوان یک هارد دیسک بزرگ و سریع است

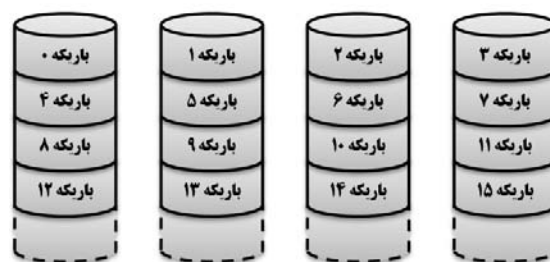
طرح RAID شامل هفت سطح است که از 0 تا 6 شماره گذاری می شود. این سطوح دارای معماری (طراحی) مختلفی دارند ولی سه ویژگی مشترک دارند که عبارتند از:

1. RAID مجموعه ای از گرداننده های دیسک فیزیکی است. سیستم عامل آن را یک درایو منطقی می بیند.
  2. داده ها بر روی گرداننده های فیزیکی هر آرایه توزیع می شوند.
  3. ظرفیت افزونگی دیسک، برای ذخیره اطلاعات توازن (Parity) به کار می رود که قابلیت ترمیم داده ها در صورت خرابی دیسک را تضمین می کند.
- جزئیات ویژگی های اول و دوم برای سطوح مختلف RAID فرق می کند. سطح صفر RAID ویژگی سوم را پشتیبانی نمی کند.

#### ۱- RAID سطح صفر

RAID سطح صفر عنصر واقعی خانواده RAID نیست چراکه فاقد افزونگی برای بهبود کارایی می باشد. برای RAID سطح صفر، داده های کاربر و سیستم در تمام دیسک های آرایه ای توزیع می شوند. این کار امتیاز قابل توجهی نسبت به دیسک یکپارچه دارد. اگر دو درخواست I/O مختلف برای دو بلوک مختلف داده ای وجود داشته باشد، احتمال اینکه بلوک ها درخواستی روی دیسک های مختلفی باشند، زیاد است. بنابراین دو درخواست را می توان به طور موازی صادر کرد تا زمان صف بندی I/O کاهش یابد.

اما RAID سطح صفر، همانند سایر سطوح RAID فقط توزیع داده ها بر روی آرایه دیسک ها نیست. داده ها بر روی چند دیسک باریکه سازی (Striped) می شوند.



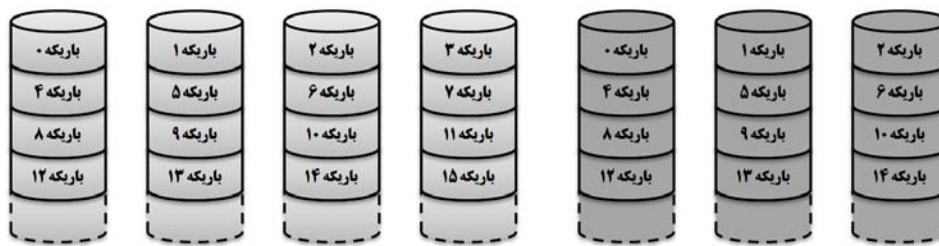
RAID سطح صفر (بدون افزونگی)

تمام داده های کاربر و سیستم بر روی دیسک منطقی خیره می شوند. دیسک به باریکه هایی تقسیم می شود. این باریکه ها ممکن است بلوک های فیزیکی، قطاع ها یا واحد دیگری باشند. باریکه ها به طور گردشی به عناصر متوالی حافظه نگاشت می شوند. مجموعه ای از باریکه ها منطقاً یک باریکه را به هر عنصر آرایه نگاشت می کند یک نوار (Strip) نامیده می شود. در آرایه n دیسکی، n باریکه منطقی اول (به طور فیزیکی) به عنوان اولین نوار هر n دیسک ذخیره می شود. n باریکه دوم به عنوان دومین نوار بر روی هر دیسک ذخیره می گردد و به همین ترتیب الی آخر.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### ۲- RAID سطح ۱

تفاوت RAID سطح ۱ با سطوح ۲ تا ۶ این است که افزونگی در آن ایجاد می‌شود. در سطوح ۲ تا ۶ نوعی محاسبات توازن برای معرفی افزونگی به کار می‌رود، در حالیکه در RAID سطح ۱ افزونگی از طریق تکرار داده‌ها ایجاد می‌شود. همانگونه که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، همانند RAID سطح صفر، از باریکه‌سازی داده‌ها استفاده می‌شود. اما در RAID سطح ۱ هر باریکه منطقی، در دو دیسک جداگانه نوشته می‌شود بطوریکه هر دیسک موجود دارای یک دیسک دیگر و یکسان از نظر داده‌ای می‌باشد. RAID سطح ۱ را آینه کردن دیسک‌ها (Disk Mirroring) نیز می‌نامند.



RAID سطح ۱ (آینه بندی)

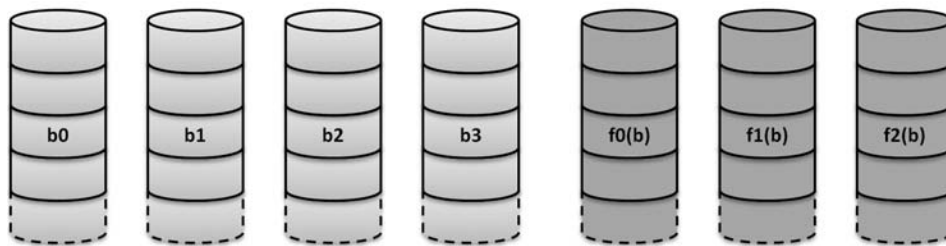
مزایایی این روش عبارت است از:

- درخواست خواندن را از بین دو دیسکی که حاوی داده درخواستی هستند، آن دیسکی پاسخ می‌دهد که حداقل زمان استوانه‌جویی و درنگ دورانی را برای درخواست موردنظر داشته باشد.
  - درخواست نوشتن باید توسط هر دو دیسک پاسخ‌دهی شود ولی اینکار می‌تواند به صورت موازی انجام گیرد. لذا کارایی نوشتن توسط آن در این روش کندتر است. (زمان کل نوشتن را آن دیسکی مشخص می‌کند که دارای زمان استوانه‌جویی و درنگ دورانی بیشتری باشد)
  - ترمیم خرابی در آن آسان است. وقتی گرداننده‌ای با شکست مواجه می‌شود، داده‌ها می‌توانند از گرداننده دیگر دستیابی شوند.
- عیب RAID سطح ۱ هزینه زیاد آن می‌باشد چراکه به دو برابر فضای دیسک منطقی جهت ذخیره‌سازی داده‌ها نیاز دارد.

### ۳- RAID سطح ۲

RAID سطح ۲ از تکنیک دستیابی موازی استفاده می‌کند. در این روش به جای افزونگی از گداهای تصحیح خطا که بر روی بیت‌های متناظر در هر دیسک داده محاسبه می‌شود و بیت‌های این گد در بیت‌های متناظر بر روی دیسک‌های توازن چندگانه ذخیره می‌شود. معمولاً از گد همینگ استفاده می‌شود که قادر است خطاهای یک بیتی را تصحیح و خطاهای دو بیتی را تشخیص دهد، استفاده می‌شود. اگر چه RAID سطح ۲ نسبت به سطح ۱ به تعداد دیسک‌های کمتری نیاز دارد ولی هنوز هم گران است. (تعداد دیسک‌های افزونگی، متناسب با لگاریتم تعداد دیسک‌های داده‌ای است) در هنگام درخواست عمل خواندن، تمام دیسک‌ها همزمان دستیابی می‌شوند. داده‌ها درخواستی از دیسک‌های داده‌ای و گداهای کنترل خطا نیز از دیسک‌های افزونگی خوانده می‌شوند و اگر خطای یک بیتی وجود داشته باشد، تشخیص داده می‌شود و تصحیح می‌شود.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

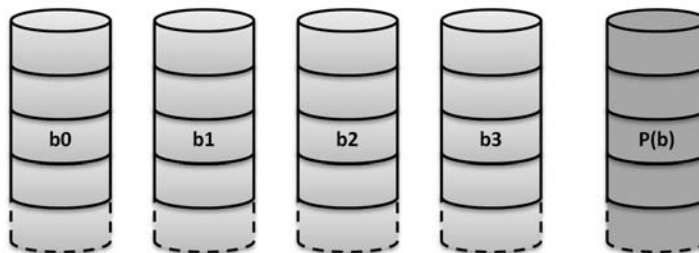


RAID سطح ۲ (افزونی از طریق کد همینگ)

RAID سطح ۲ در محیط‌هایی استفاده می‌شود که تعداد خطاهای دیسک زیاد باشد.

### ۴ - RAID سطح ۳

RAID سطح ۳ همانند سطح ۲ سازماندهی می‌شود با این تفاوت که RAID سطح ۳ بدون توجه به تعداد دیسک‌های داده‌ای فقط به یک دیسک اضافه نیاز دارد. RAID سطح ۳ به جای کد تصحیح خطا از یک بیت توازن برای مجموعه بیت‌های موجود در مکان یکسان بر روی دیسک‌های داده‌ای استفاده می‌شود.



RAID سطح ۳ (توازن بیتی)

### ۵ - RAID سطح ۴

در RAID سطوح ۴ الی ۶ باریکه تقریباً بزرگ هستند. در RAID سطح ۴، یک باریکه توازن برای بیت‌به‌بیت باریکه‌های متناظر بر روی دیسک‌های داده‌ای، محاسبه می‌شود و بیت‌های توازن در باریکه متناظر روی دیسک توازن ذخیره می‌شوند.

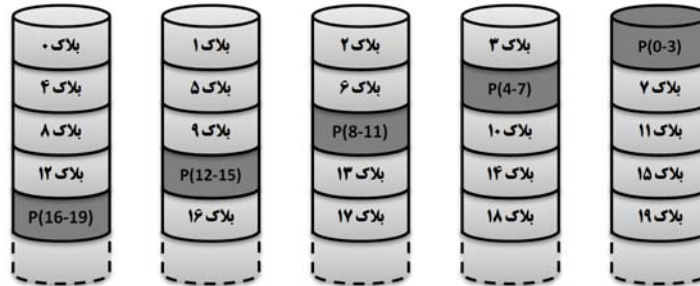


RAID سطح ۴ (توازن سطح بلاک)

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### ۶- RAID سطح ۵

RAID سطح ۵ همانند سطح ۴ سازماندهی می‌شود با این تفاوت که در سطح ۵ باریکه‌های توازن بر روی تمام دیسک‌ها توزیع می‌شود. یک روش توزیع طرح نوبت گردشی است که در شکل زیر مشاهده می‌کنید.



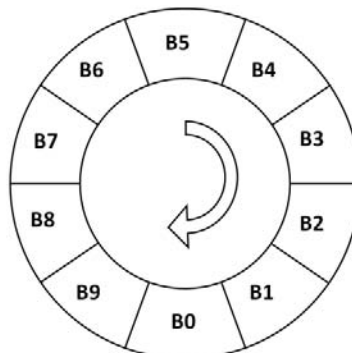
RAID سطح ۵ (توازن توزیعی سطح بلاک)

### د) حافظه نهان دیسک

حافظه نهان (Cache memory) به حافظه‌ای گفته می‌شود که کوچک‌تر و سریع‌تر از حافظه اصلی است و بین حافظه اصلی و پردازنده قرار می‌گیرد. این نوع حافظه با استفاده از اصل محلی بودن از میانگین زمان دستیابی به حافظه می‌کاهد. چنین قاعده‌ای را می‌توان برای حافظه دیسک نیز در نظر گرفت. حافظه نهان دیسک حاوی نسخه‌ای از چند قطاع دیسک است. وقتی درخواستی برای داده خاصی صورت می‌گیرد، بررسی می‌شود که آیا آن داده در حافظه نهان دیسک وجود دارد یا خیر، اگر وجود دارد که درخواست از طریق حافظه نهان برآورد می‌شود و گرنه درخواست به دیسک ارجاع داده می‌شود تا داده خوانده شده و به حافظه نهان دیسک منتقل شود. به دلیل محلی بودن ارجاعات وقتی بلوکی از داده‌ها به حافظه نهان واکنشی می‌شود، احتمالاً درخواست‌های بعدی نیز در همان بلوک داده‌ای منتقل شده می‌باشد.

### ه) تکنیک درهم یا تداخل بلاک‌ها (Interleaving)

فرض کنید تعداد ۱۰ بلاک از B0 تا B9 در شیار قرار دارند بطوریکه بلاک‌هایی که از نظر منطقی همجوار هم هستند، بطور فیزیکی بر روی یک شیار و بترتیب پشت‌سرهم قرار گرفته‌اند.



فرض کنید هد خواندن/نوشتن بر روی بلاک B0 واقع است و فقط یک بافر وجود دارد و خواندن هر بلاک 0.5 میلی‌ثانیه و زمان پردازش آن برابر 1 میلی‌ثانیه است. پس از خواندن بلاک B0، ۱ میلی‌ثانیه طول می‌کشد تا بلاک B0 پردازش شود. در این مدت هد از روی بلاک‌های B1 و B2 عبور کرده و به بلاک B3 رسیده است. حال اگر بخواهیم بلاک را به ترتیب منطقی بخوانیم پس مجبور خواهیم بود تا یک دور زده و هد خواندن نوشتن را بر روی بلاک B1 قرار دهیم (جهت چرخش از چپ به راست است).

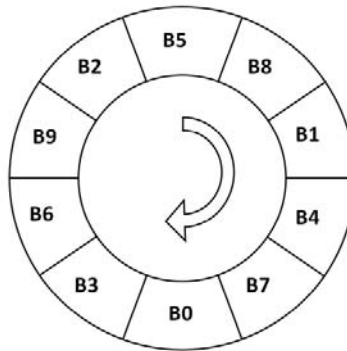


## ذخیره و بازیابی اطلاعات

در واقع برای خواندن بلاک B1 باید هِد خواندن/نوشتن ۸ بلاک را خوانده تا به سر بلاک B1 برسد و سپس بلاک B1 را در 0.5 میلی ثانیه بخواند. این مشکل در مورد خواندن بلاک B2 نیز وجود دارد. بنابراین می توانیم بگوییم که برای خواندن هر بلاک با توجه به مفروضات فوق، زمان 0.5 میلی ثانیه برای خواندن، زمان 1 میلی ثانیه برای پردازش در بافر و زمان  $8 \times 0.5$  میلی ثانیه برای رفتن به سر بلاک بعدی در ترتیب منطقی نیاز دارد. بنابراین برای خواندن هریک از بلاک های B0 تا B8 زمان  $0.5 + 1 + 8 \times 0.5$  میلی ثانیه نیاز خواهد بود بجز بلاک آخر B9 که نیاز به زمان رفتن به سر بلاک بعدی ندارد و زمان آن برابر  $0.5 + 1$  میلی ثانیه می باشد.

$$\text{زمان لازم برای پردازش کل بلاک ها} = 8 \times (0.5 + 1 + 8 \times 0.5) + (0.5 + 1) = 45.5 \text{ ms}$$

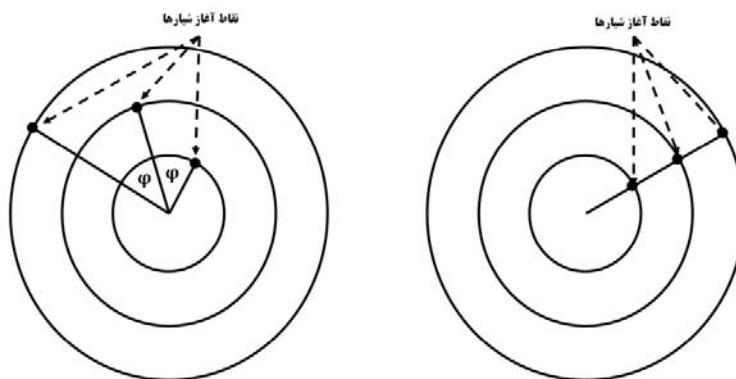
اگر بخواهیم بعد از پردازش بلاک B0، بلاک B1 بلافاصله در زیر نوک هِد خواندن/نوشتن قرار داشته باشد، باید بین بلاک B0 و B1 ۲ بلاک وجود داشته باشد در اینصورت بعد از خواندن هر بلاک در 0.5 میلی ثانیه و پردازش آن در بافر در زمان 1 میلی ثانیه، بلاک بعدی در زیر نوک هِد خواندن/نوشتن وجود دارد و دیگر نیاز به صرف زمانی برای رفتن به سر بلاک بعدی نیست.



$$\text{زمان لازم برای پردازش کل بلاک ها بعد از درهم چینی} = 9 \times (0.5 + 1) = 13.5 \text{ ms}$$

## ی) تغییر نقطه آغازین شیارها

در حالت معمولی نقطه آغاز شیارها به صورتی است که در یک راستا بوده و یک شعاع صفحه را تشکیل می دهند. اما در این روش نقطه آغاز هر شیار نسبت به شیار قبلی زاویه  $\varphi$  می سازد. بدین ترتیب در بلاک های متوالی در شیارهای متعدد ذخیره شده و در هنگام حرکت از یک شیار به شیار دیگر هِد خواندن/نوشتن در سر بلاک بعدی قرار می گیرد.





## فصل پنجم :

# انواع ساختارهای فایل ها

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

در هر سیستم فایل اهداف اصلی عبارتند از:

- سرعت عملیات در بازیابی و ذخیره سازی
- صرفه جویی در حافظه

برای رسیدن به این دو هدف در طراحی سیستم های ذخیره و بازیابی باید به معیارهایی همچون حداقل بودن میزان افزونگی داده-ها، دستیابی سریع، سهولت در عملیات بهنگام سازی، سهولت در نگهداری سیستم، قابلیت اطمینان بالا، امنیت داده ها و ... توجه داشته باشیم.

برای رسیدن به این اهداف در سیستم فایل روشهای مختلف ذخیره سازی فایل ها را بررسی خواهیم نمود. انواع فایل ها و هر کدام با روش سازماندهی خاصی که دارند ما را برای رسیدن به این اهداف یاری می کنند.

انواع ساختارهای فایل عبارتند از:

- ۱- فایل بی نظم (Pile)
- ۲- فایل ترتیبی (Sequential)
- ۳- فایل ترتیبی شاخص دار (Indexed Sequential)
- ۴- فایل چند شاخصی یا شاخص بندی شده (Indexed file)
- ۵- فایل مستقیم (Direct file)
- ۶- فایل چندحلقه (Multi Ring file)

در ابتدا به معرفی و بیان خصوصیات و شرح تکنیکی هر کدام از این فایل ها خواهیم پرداخت و سپس ساختار و ویژگی های هریک از آنها را تشریح خواهیم کرد.

برای ارزیابی ساختارهای مختلف فایل باید پارامترهای زیر را در نظر بگیرید :

- ۱-  $T_F$  (Fetch) : زمان لازم برای واکنشی یک رکورد از فایل .
  - ۲-  $T_N$  (Get Next) : زمان لازم برای واکنشی رکورد بعدی .
  - ۳-  $T_I$  (Insert) : زمان لازم برای درج یک رکورد به درون فایل با توجه به ساختارها .
  - ۴-  $T_U$  (Update) : زمان لازم برای بهنگام سازی یک رکورد .
  - ۵-  $T_X$  (Exhaustive read) : زمان لازم برای خواندن تمام رکوردهای فایل .
  - ۶-  $T_Y$  (Restructuring) : زمان لازم برای سازمان دهی مجدد فایل .
- دقت داشته باشید که عمل حذف حالت خاصی از بهنگام سازی است .

به طور کلی می توان فایل ها را به دو دسته ی متراکم (Dense) و پراکنده (Sparse) تقسیم بندی کرد .

- **فایل متراکم** : فایلی است که تمام رکوردها در تمام فیلدها دارای مقدار باشند.
  - **فایل پراکنده** : فایلی است که بعضی از رکوردها در بعضی از فیلدها، مقدار نداشته باشند.
- بدیهی است که اگر فایل را با رکوردهایی با قالب غیر ثابت مکانی، طراحی کنیم حالت پراکنده (غیرمتراکم) پدید نمی آید. پس هنگامی فایل پراکنده است که رکوردهایی با طول ثابت و قالب ثابت مکانی داشته باشیم و طبعاً حافظه هرز ایجاد می شود.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### افزونگی (Redundancy) :

افزونگی به معنای تکرار بعضی از صفات خاص فایل بیش از یک بار در محیط فیزیکی می باشد. افزونگی به دو دسته تقسیم می شود.

(۱) **افزونگی طبیعی** : صفت خاصه ( فیلد) به صورتی است که یک مقدار مشخص از آن در تعدادی از نمونه ها (رکوردها) وجود دارد. مثلاً : شماره ی درس برای تمام دانشجویانی که آن درس را برداشته اند، تکرار می شود.

(۲) **افزونگی تکنیکی** : تکرار بعضی یا تمام مقادیر یک یا چند صفت خاصه به خاطر ایجاد یک استراتژی خاص در دستیابی به فایل. مثل کلید خارجی.

این افزونگی را می توان با تکنیک هایی کاهش داد، به ویژه اگر صفت خاصه خود چند مقداری هم باشد (یعنی در یک نمونه از رکورد، چند مقدار از آن صفت خاصه وجود داشته باشد). چند مقداری موجب متغیر شدن طول رکوردها می شود، حال اگر وجود این پدیده با پدیده افزونگی نیز همراه باشد (که معمولاً نیز چنین است) افزونگی تشدید می شود. زیرا مقادیر یک صفت خاصه در تعدادی فیلد از یک نمونه رکورد وجود دارند و ضمناً در نمونه های دیگر نیز تکرار همان مقادیر دیده می شود.

برای کاهش مصرف حافظه در حالت وجود افزونگی طبیعی می توان از یکی از دو روش متداول زیر استفاده کرد:

- طراحی فایل با ساختار مناسبتری
- استفاده از یک تکنیک فشرده سازی

### عملیات شگانه قابل انجام بر روی انواع ساختارهای فایل

اساساً شش نوع عمل روی فایل ها توسط سیستم فایل انجام می شود که عبارتند از:

۱- **واکشی رکورد دلخواه (Fetch)** : واکشی یک رکورد یک عمل محتوایی است که در آن یکی یا تعداد بیشتری از صفات خاصه رکورد به عنوان آرگومان جستجو مدنظر قرار داده می شود که لازمه این امر جستجو در فایل، دستیابی به بلاک حاوی رکورد مورد نظر و خواندن آن می باشد، که رسیدن به بلاک مورد نظر بستگی به ساختار فایل دارد.

• **درخواست ساده (Single request)** : درخواستی است که در آن عمل جستجو بر اساس یک صفت از رکورد انجام گیرد. مانند : جستجو با شماره دانشجویی

• **درخواست محدوده ای (Range request)** : درخواستی است که در آن عمل جستجو در محدوده ای از مقادیر کلید ( اصلی یا ثانویه ) انجام می شود مانند : جستجوی دانشجویان با شماره دانشجویی بین x و y.

• **درخواست تابعی (Functional request)** : درخواستی است که در آن جواب با انجام محاسبات و پردازش هایی بر روی فیلدها انجام می شود. به عنوان مثال برای بدست آوردن معدل باید بر روی نمرات دانشجو محاسباتی انجام شود. ( با فرض اینکه معدل جزو فیلدها نیست)

• **درخواست بولین (Boolean request)** : درخواستی است که در آن صفات همراه با عملگرهای منطقی (AND و XOR و OR) در بازیابی رکوردها نقش دارند. مانند : دانشجویانی که قدشان x و ورودی سال y باشند.

• **درخواست مرکب (Composite request)** : درخواستی است که در آن عمل جستجو بر اساس چندین فیلد انجام می شود و در واقع حالت خاصی از درخواست بولین است

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

۲- **واکشی رکورد بعدی (Get Next):** بدست آوردن رکورد بعدی عملی است که وابسته به ساختار فایل می باشد در حالیکه واکشی یک رکورد (Fetch) عملی است محتوایی. موقعیت رکورد بعدی نسبت به رکورد فعلی می تواند یکی از سه حالت زیر باشد.

- با رکورد فعلی ارتباطی ندارد یعنی باید بر روی رکورد بعدی دوباره عمل جستجو انجام شود
- آدرس رکورد بعدی از رکورد فعلی بدست می آید (یعنی از رکورد فعلی به بعدی اشاره گر وجود دارد).
- رکورد بعدی همجوار فیزیکی با رکورد فعلی است

۳- **درج یک رکورد (Insert):** عمل درج یک عمل نوشتن نیست بلکه باید در هنگام درج، ساختار منطقی نیز حفظ گردد. به عنوان مثال در فایل درهم یا بی نظم در هر کجای فایل عمل درج می تواند انجام گیرد ولی در فایلی با ساختار ترتیبی (منظم) رکورد باید در جای منطقی اش اضافه گردد.

- برای درج یک رکورد باید عملیات زیر انجام گیرد
- بازیابی بلاکی که رکورد باید در آن درج شود.
- نوشتن رکورد بر روی بلاکی که در بافر قرار دارد.
- بازنویسی بلاک
- انجام عملیات مربوط به تنظیم ساختار فایل (در صورت نیاز)

۴- **به هنگام سازی یک رکورد (Update):** برای این عمل ابتدا باید رکورد مورد نظر بازیابی و پس از اعمال تغییرات بر روی آن دوباره در فایل نوشته شود. به طور کلی عمل به هنگام سازی به دو صورت انجام می گیرد.

- **به هنگام سازی درجا (Inplace):** در این نوع به هنگام سازی رکورد به هنگام شده در جای قبلی نوشته می شود.
- **به هنگام سازی برون از جا (Out place):** در این نوع به هنگام سازی رکورد به هنگام سازی شده در جای دیگری غیر از محل اصلی بازنویسی می شود

۵- **خواندن تمام فایل (Exhaustive read):** خواندن تمام فایل به دو صورت امکان پذیر است.

- **پی درپی:** یعنی بلاکها به ترتیب از اول تا آخر پشت سر هم خوانده می شوند.
  - **سریال:** عمل خواندن بر اساس ترتیب مقادیر یکی از صفات خاصه (معمولاً کلید اصلی) انجام می پذیرد
- خواندن سریال در واقع یک سلسله عملیات Get Next است. بنابراین هرگاه در ساختاری عمل بازیابی رکورد بعدی ناممکن باشد، خواندن سریال هم ناممکن است.

۶- **سازماندهی مجدد فایل (Restructuring):** هر فایل پس از لود اولیه به علت انجام عملیات بازیابی یا ذخیره سازی، دستخوش تغییراتی می شود که موجب کاهش کارایی اولیه آن خواهد شد.

دلایل سازماندهی مجدد فایل عبارتند از

- احیاء نظم ساختار اولیه فایل
- از بین بردن حافظه های هرز موجود
- اصلاح استراتژی دستیابی (در فایل های شاخص دار)

جهت سازماندهی مجدد فایل، ابتدا فایل باید به طور کامل خوانده شده (به صورت سریال یا پی درپی، بسته به نوع ساختار فایل) پس از حذف رکوردهای حذف شدنی، باقیمانده رکوردها را با توجه به ساختار فایل بازنویسی کرد و در آخر در صورت نیاز باید بازسازی ساختار مربوط به استراتژی دستیابی را انجام دهیم.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### زمان بازنویسی بلاک (TRW) :

همانگونه که گفته شد در عملیات درج، بهنگام سازی و سازمان دهی مجدد بعد از خواندن بلاکها و انجام عملیات بر روی آنها عمل بازنویسی بلاک را خواهیم داشت. زمان بازنویسی یک بلاک همان انتقال محتوای بافر به دیسک است که می توان برابر زمان خواندن بلاک در نظر گرفت ( $S + r + b_{tt}$ ). در صورتی که انتقال به بلاک به بافر سریع انجام گیرد و زمان لازم برای انجام عملیات در بافر کوتاه باشد ( $C_B \ll 2r$ ). می توان بلاک را در همان دور جاری در دیسک بازنویسی کرد. در اینصورت

ولی اگر عملیات بافر به موقع انجام نشود آن گاه ممکن است سیستم یک دور را از دست بدهد و تا دور بعدی منتظر بماند. به عنوان مثال :

در بحث های آتی، غالباً فرض بر این است که  $C_B \ll 2r$

### فایل بی نظم، پایل (Pile) :

رکوردها در این نوع فایل بر اساس هیچ فیلد یا فیلدهایی مرتب نیستند. در واقع در این نوع ساختار که ساده ترین ساختار جهت پیاده سازی می باشد، رکوردها دارای طول متغیر هستند. تعداد فیلدها و همچنین مکان آنها نیز در نمونه های مختلف رکوردها متفاوت می باشد. برای ساختن این فایل رکوردها بخش بندی نشده و هیچ استراتژی مشخصی برای دستیابی به رکوردها وجود ندارد. ساختمان رکورد در این فایل به صورت زیر می باشد.

$$A_1 = V_1 , A_2 = V_2 , \dots$$

که در ساختمان فوق  $A_i$  نام فیلد یا اسم صفت و  $V_i$  مقدار آن فیلد می باشد. دقت داشته باشید تعداد رکوردها و محل قرار گرفتن آنها برای نمونه های مختلف متفاوت است. با توجه به ساختار ذخیره سازی رکوردها در این شیوه برای دستیابی به رکوردها هیچگونه استراتژی خاصی نداریم و باید رکوردها را به صورت ترتیبی (یعنی همه را برای پیدا کردن یک رکورد خاص) جستجو کنیم و از طرفی نمی توانیم از ابتدای یک رکورد بر سر رکورد بعدی پرش کنیم چرا که اندازه هر رکورد متغیر بوده و به ناچار مجبور به خواندن کلیه مقادیر رکوردها می باشیم.

### کاربرد و موارد استفاده فایل pile :

- ۱) در محیط های عملیاتی که داده ها اساساً نظم پذیر نباشند (وجود نظم درجه ایمنی فایل را کاهش می دهد).
- ۲) در محیط هایی که فقط عملیات خواندن از ابتدا به انتهای فایل نیاز است.

## ارزیابی کارایی فایل Pile :

۱- **زمان واکنشی یک رکورد ( $T_F$ )**: همانگونه که گفته شد برای دستیابی به رکوردها به دلیل عدم وجود ساختار مشخص و ثابت باید کلیه رکوردهای فایل خوانده شود. در حالت کلی می توان گفت برای واکنشی یک رکورد باید نصف رکوردها بررسی گردد چرا که به دلیل بی نظم بودن رکوردها ممکن است که رکورد در اولین بلاک فایل و یا آخرین بلاک فایل باشد، پس به طور متوسط باید نصف بلاکها جستجو شوند. در صورتی که تعداد بلاکهای فایل را  $b$  بلاک فرض کنیم که هر کدام  $B$  بایت حافظه اشغال کنند و تعداد کل رکوردها برابر  $n$  در نظر بگیریم آنگاه زمان واکنشی  $T_F$  از فرمولهای زیر بدست می آید .

$$T_F = \frac{1}{2} b \frac{B}{t} \quad T_F = \frac{1}{2} n \frac{R}{t}$$

چون تعدادی بلاک باید خوانده شود لذا نرخ انتقال انبوه ( $\dot{t}$ ) در نظر گرفته می شود.  
البته برای رسیدن به ابتدای فایل، زمان  $S+t$  نیز صرف می گردد که قابل صرف نظر کردن می باشد.

۲- **زمان بازیابی رکورد بعدی ( $T_N$ )**: در این ساختار رکورد بعدی مفهومی ندارد چرا که هیچ گونه ارتباطی بین رکورد فعلی و رکورد بعدی برقرار نیست . بنابراین برای پیدا کردن آن باید کل فایل مورد جستجو قرار گیرد (این در صورتی است که بدانیم رکورد بعدی چه رکوردی خواهد بود).

$$T_N = T_F$$

۳- **زمان درج یک رکورد ( $T_I$ )**: با توجه به ساختار بی نظم فایل pile، برای درج کردن یک رکورد در این فایل باید به انتهای فایل رفته و عمل درج انجام گیرد. بنابراین ابتدا باید بلاک آخر فایل خوانده شده و بعد از درج رکورد در بلاک موجود در بافر، بلاک را بازنویسی کنیم. برای رفتن به انتهای فایل و خواندن بلاک انتهائی زمان  $S+t+b_{tt}$  صرف می شود و بازنویسی بلاک را نیز  $T_{RW}$  در نظر می گیریم . بنابراین

$$T_I = S + r + b_{tt} + T_{RW}$$

دقت کنید در این فرمول، از زمان اضافه کردن رکورد در بلاک موجود در بافر به علت اینکه عملیات مربوط به آن در حافظه صورت می گیرد و بسیار سریع می باشد، صرف نظر کرده ایم.  
همانگونه که گفته شد اگر فرض کنیم  $C_B \ll 2r$  یعنی اضافه کردن رکورد به بلاک موجود در بافر خیلی کمتر از یک دور دیسک باشد آن گاه خواهیم داشت:

$$T_I = S + r + b_{tt} + 2r = S + 3r + b_{tt}$$

دقت داشته باشید که در فرمولهای فوق فرض کرده ایم که آدرس آخرین بلاک فایل را در اختیار داریم در غیر اینصورت مجبوریم کل فایل را از ابتدا به انتها خوانده تا به آخرین بلاک برسیم

۴- **زمان به هنگام سازی یک رکورد ( $T_U$ )**: همانگونه که قبلاً گفته شد عمل به هنگام سازی به دو صورت انجام می پذیرد: درجا و برون از جا. ابتدا به هنگام سازی درجا را در این ساختار بررسی می کنیم. اگر طول رکورد قبل و بعد از عمل به هنگام سازی تغییر نکند پس می توانیم رکورد را در همان جای قبلی اش بازنویسی کنیم. در این حالت زمانی را که جهت خواندن رکورد به حافظه صرف خواهد شد. در صورتیکه فرض کنیم زمان عمل بازنویسی و تغییر رکورد در حافظه کمتر از یک

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

دور چرخش دیسک است ( $C_B \ll 2r$ ) آنگاه در دور بعدی هد دیسک، می‌توانیم آن را بازنویسی کنیم که این زمان برابر  $2r - b_{tt}$  و برای بازنویسی رکورد نیز زمان  $b_{tt}$  را صرف خواهیم کرد در نتیجه خواهیم داشت:

$$T_{U_{Inplace}} = T_F + 2r - b_{tt} + b_{tt} = T_F + 2r$$

ولی در صورتیکه طول رکورد عوض شود، دیگر نمی‌توانیم در جای قبلی آن عملیات درج را انجام دهیم. بنابراین مجبوریم که رکورد را به عنوان یک رکورد جدید در انتهای فایل درج کرده و آن را از جای قبلی‌اش حذف کنیم، در نتیجه خواهیم داشت:

$$T_{U_{Outplace}} = T_F + T_{RW} + T_I = T_F + 2r + T_I$$

**۵- زمان حذف یک رکورد ( $T_D$ ):** برای حذف یک رکورد ابتدا باید آن را واکنشی کرد و سپس علامت حذف منطقی را در آن قرار داده و دوباره رکورد را بازنویسی کنیم چون در این حالت اندازه رکورد تغییری نمی‌یابد بنابراین همان بهنگام‌سازی درجا خواهد بود. در نتیجه:

$$T_D = T_F + T_{RW} = T_F + 2r$$

**۶- زمان خواندن تمام فایل ( $T_X$ ):** همانگونه که گفته شد خواندن فایل به دو صورت پی‌درپی و سریال انجام می‌پذیرد که هر کدام را بررسی می‌کنیم.

در حالت بازیابی فایل به صورت پی‌درپی تمام رکوردهای فایل از ابتدا تا انتها بدون در نظر گرفتن هیچ گونه ترتیب منطقی خاصی خوانده می‌شود بنابراین خواهیم داشت:

$$T_{X_{seq}} = b \times b_{tt} = 2 \times \left( \frac{1}{2} \times b \times b_{tt} \right) = 2T_F$$

دقت داشته باشید فایل pile را نمی‌توان بصورت سریال خواند چرا که بازیابی رکورد بعدی در این فایل عملی نمی‌باشد. برای این کار باید ابتدا فایل را بر حسب فیلد خاصی مرتب کرده و سپس خوانده شود، که زمان مرتب سازی فایل را برابر  $T_{sort}(n)$  برای  $n$  رکورد در نظر می‌گیریم. بنابراین

$$T_{X_{ser}} = T_{sort}(n) + T_{X_{seq}}$$

**۷- زمان سازماندهی مجدد فایل ( $T_Y$ ):** برای سازماندهی مجدد فایل ابتدا باید فایل خوانده و رکوردهایی را که به صورت منطقی حذف شده‌اند را و نوعی حافظه هرز محسوب می‌شوند را حذف کرد، بنابراین برای این عمل ابتدا باید فایل را خوانده و پس از حذف رکوردهای حذف شده دوباره بازنویسی کرد.

$$T_Y = (n + i) \frac{R}{t} + (n + i - d) \frac{R}{t}$$

در فرمول فوق مقدار کل رکوردها در لود اولیه برابر  $n$  فرض شده که از این رکوردها  $d$  تا رکورد، حذف منطقی و تعداد  $i$  رکورد جدید نسبت به حالت اولیه در انتهای فایل درج شده‌اند  
 $(n + i) \frac{R}{t}$ : خواندن کل فایل (فایل اولیه به همراه رکوردهای اضافه شده جدید)  
 $(n + i - d) \frac{R}{t}$ : بازنویسی فایل بدون در نظر گرفتن رکوردهای حذف شده منطقی و همراه با رکوردهای درج شده بعد از لود اولیه.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

**مثال ۱:** در یک فایل پایل شامل 2000 رکورد با طول 160 بایت. مطلوبست بدست آوردن زمان لازم برای واکشی رکورد و زمان یافتن رکورد بعدی در این فایل در صورتیکه نرخ انتقال انبوه برابر 800 بایت بر میلی ثانیه باشد.

**مثال ۲:** در یک فایل پایل مشخصات زیر را داریم

$$S = 8.5(ms) \quad r = 2.5(ms) \quad B = 250(B) \quad t = 1000\left(\frac{B}{ms}\right)$$

مطلوبست یافتن زمان لازم برای بهنگامسازی در این فایل.

**مثال ۳:** در یک فایل پایل اطلاعات زیر را داریم

$$\begin{aligned} T_N &= 125(ms) & t &= 3000\left(\frac{B}{ms}\right) & t &= 500\left(\frac{B}{ms}\right) \\ S &= 6.5(ms) & r &= 1.5(ms) & b &= 600 \end{aligned}$$

مطلوبست یافتن زمان لازم برای بهنگامسازی این فایل.

**مثال ۴:** اگر زمان حذف در فایل پایل برابر 18.5 ms و زمان درنگ دورانی برابر 6.5 ms باشد، مطلوبست زمان لازم برای انجام عمل خواندن کل فایل موردنظر به صورت پی در پی

**مثال ۵:** زمان درج و یافتن رکورد بعدی در یک فایل پایل به ترتیب برابر 18 و 12.5 میلی ثانیه است. اگر تعداد رکوردهای این فایل برابر 450 رکورد فرض شود با توجه به داده های زیر، نرخ انتقال انبوه را در این فایل محاسبه نمائید.

$$t = 300\left(\frac{B}{ms}\right) \quad B_f = 8 \quad r = 3.4(ms) \quad S = 5.5(ms)$$

**مثال ۶:** در یک فایل پایل، اگر زمان واکشی برای فایلی با 1200 رکورد برابر 18 ms باشد و نیز نرخ انتقال انبوه برابر  $\frac{2}{3}$  نرخ انتقال اسمی و زمان استوانه جویی  $\frac{2}{3}$  زمان درنگ دورانی آن باشد، با توجه به آنکه زمان بازنویسی برابر 8.5 ms می باشد، مطلوبست یافتن زمان لازم برای بهنگامسازی در این فایل ( $B_f = 12$  فرض شده و شرط  $C_B \ll 2r$  برقرار است)

**مثال ۷:** در یک فایل پایل، زمان بهنگامسازی  $\frac{7}{5}$  زمان حذف از آن فایل و همچنین زمان حذف، خود  $\frac{8}{3}$  زمان لازم برای انتقال بلاک به بافر می باشد. اگر زمان استوانه جویی و درنگ دورانی به ترتیب برابر 5.5 و 8.5 میلی ثانیه باشد، چه زمانی صرف انتقال هر بلاک به بافر خواهد شد.

**مثال ۸:** زمان حذف و بهنگامسازی در یک فایل پایل به ترتیب برابر 22.5 و 37 میلی ثانیه است. با وجود اطلاعاتی به شرح زیر مطلوبست زمان بازنویسی یک بلاک

$$t = 2190\left(\frac{B}{ms}\right) \quad B = 730(B) \quad S = 6.4(ms)$$

**مثال ۹:** در یک فایل پایل با زمان بهنگامسازی برابر 35 ms، زمان لازم برای درج و حذف برابر می باشد. اگر زمان درنگ دورانی برابر 7.5 ms باشد، زمان خواندن کل فایل به صورت پی در پی چند میلی ثانیه خواهد بود.



## فایل با ساختار ترتیبی (Sequential):

در این ساختار تمام رکوردها دارای ساختار و قالب یکسانی می‌باشند. بدین مفهوم که در این ساختار برای هر فیلد میزان فضای گرفته شده مشخص است. بنابراین دیگر نیازی به ثبت نوع رکورد و سائز آن همانند فایل pile نخواهد بود. یکی از ویژگیهای مهم این ساختار مرتب بودن آن بر اساس کلید اصلی (شامل فیلد یا فیلدها) می‌باشد. ویژگی کلید اصلی یکتایی مقدار آن است. بنابراین در این ساختار رکوردهایی با مقدار یکسان کلید نخواهیم داشت. این ویژگی یعنی یکتایی مقدار کلید اصلی موجب کاهش افزونگی در فایل خواهد شد، ولی آن را از بین نخواهد برد. در مقابل با داشتن طول ثابت برای فیلدها و در نتیجه رکوردها میزان انعطاف پذیری کاهش خواهد یافت چرا که دیگر این اجازه را در ضمن عملیات بهنگام‌سازی طول رکورد تغییر کند، از ما سلب خواهد شد و از طرفی با ثابت بودن مدل رکوردها در صورتی که بخواهیم بعضی از فیلدها را مقداردی کنیم به علت ثابت بودن ساختار مجبوریم فضایی برای آن فیلدها در نظر بگیریم هر چند که مقداری در آنها نباشد (NULL باشند).

$V_1$	$V_2$	$V_3$	---	$V_n$
-------	-------	-------	-----	-------

این ساختار نسبت به ساختار فایل پایل دارای مزایایی است که عبارتند از:

- ۱) صرفه‌جویی در مصرف حافظه به خاطر عدم ذخیره‌سازی اسم صفت در نمونه رکورد
- ۲) ساده‌تر بودن قالب رکورد، به‌نحوی که رکورد ذخیره شده عملاً نگاشتی از آنچه در برنامه پردازشگر است، می‌باشد
- ۳) نرم‌افزار ساده‌تر برای ایجاد، مدیریت و پردازش فایل
- ۴) وجود یک استرژژی دستیابی، که در این نوع ساختار شیوه دسترسی ترتیبی است (رکوردها بر اساس کلید اصلی مرتب شده‌اند)
- ۵) پردازش سریال رکوردها سریع‌تر و راحت‌تر انجام می‌پذیرد

معایب این ساختار عبارتند از:

- ۱) مصرف حافظه بیشتر به خاطر شکل ثابت و مکانی رکوردها (ممکن است در بعضی از نمونه‌ها، بعضی از فیلدها مقداردی نشوند)
- ۲) وجود پدیده عدم تقارن (Asymmetry): زیرا فقط دسترسی اساس فیلد یا فیلدهای کلید اصلی انجام می‌شود و سایر فیلدها نقشی ندارند و درواقع استرژژی دستیابی متکی به کلید اصلی است.
- ۳) کاهش انعطاف‌پذیری ساختار: نخست از نظر طول رکورد، بدین مفهوم اگر بخواهیم طول بعضی از فیلدهای رکوردها تغییر کند، این امر امکان‌پذیر با توجه به ساختار نیست و باید از همان اول برای هر فیلد سایر حداکثری را که نیاز خواهیم داشت در نظر بگیریم و دیگر از نظر انجام عملیات فایلی (درج، حذف و بهنگام‌سازی) که این ساختار فاقد انعطاف‌پذیری است. مثلاً در مورد درج، رکورد باید در نقطه خاصی درج شود تا نظم ساختار فایل ترتیبی حفظ شود که این امر بدلیل شیف‌ت زمان‌بر است.

دقت داشته باشید در عمل درج یک رکورد در این فایل دیگر نمی‌توان این عمل را با اضافه کردن رکورد به انتهای فایل انجام داد، چرا که در اینصورت ساختار و ترتیب منطقی رکوردها به هم خواهد خورد. پس باید آن را در جای منطقی‌اش درج کنیم که این مستلزم زمان زیادی به علت شیف‌تهای مربوط به رکورد می‌باشد. بنابراین از فایلی به نام T.L.F استفاده می‌کنیم.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### فایل ثبت تراکنشها (Transaction Log File) T.L.F :

جهت بالا بردن سرعت عملیات و پردازش فایل، عمل درج در فایل اصلی انجام نمی‌شود بلکه در یک فایل کمکی به نام ثبت تراکنشها انجام می‌پذیرد که در آن رکوردهای اضافه شونده‌ی جدید درج خواهند شد، چرا که اگر قرار باشد رکورد در جای اصلی خود در فایل اولیه ذخیره گردد مجبوریم تعدادی عمل شیفت انجام دهیم که بسیار زمان‌بر است. مخصوصاً وقتی که حجم فایل زیاد باشد. بنابراین رکوردهای جدید را در انتهای فایل T.L.F ذخیره می‌کنیم (دقت داشته باشید که فایل T.L.F مرتب نمی‌باشد). سپس بعد از هر چند وقت فایل اصلی را سازمان دهی مجدد کرده و آنگاه است که رکوردهای فایل T.L.F در جای اصلی خود قرار می‌گیرد.

### ارزیابی کارایی فایل ترتیبی :

با توجه به مطالب گفته شده حال به بررسی پارامترهای موجود برای فایلی با ساختار ترتیبی می‌پردازیم.

۱- **زمان واکنش یک رکورد ( $T_F$ ) :** با توضیح بالا، در هنگام جستجوی یک رکورد بعد از جستجو در فایل اولیه فایل T.L.F به صورت خطی جستجو خواهد شد (چرا که مرتب نبوده)، حال اگر فرض کنیم که فایل T.L.F دارای  $i$  رکورد می‌باشد آنگاه زمان بازیابی یک رکورد برابر خواهد بود با :

$$T_F = \frac{1}{2}(n + d) \frac{R}{t}$$

دقت داشته باشید که در اینجا فرض بر این است که جستجو براساس فیلد یا فیلدهایی غیر از کلید اصلی انجام شده است. اگر بخواهیم بر روی فیلدی غیر از کلید اصلی جستجو انجام دهیم، باید فایل را از ابتدا تا انتها همانند فایل pile پردازش کنیم، چرا که فایل براساس سایر فیلدها مرتب نبوده و بی‌نظم است.

در صورتیکه بخواهیم عملیات جستجو را بر اساس کلید اصلی انجام دهیم در این صورت زمان جستجو بسته به نوع الگوریتمی است که ما استفاده می‌کنیم. به عنوان نمونه دو روش جستجوی عمومی بر روی این نوع فایل که عبارتند از جستجوی باینری و جستجوی بلاکی را در زیر شرح می‌دهیم.

**الف - جستجوی باینری :** در این روش جستجو بر اساس کلید اصلی و در دو سطح انجام می‌پذیرد. در ابتدا جستجو برای پیدا کردن بلاک حاوی رکورد مورد نظر انجام گرفته و سپس در بلاک خوانده شده جستجو برای پیدا کردن رکورد انجام شد

$$T_{F \text{ Binary Search}} = ($$

$$S + r + b_{tt} : \text{زمان خواندن یک بلاک}$$

$$C_B : \text{زمان پردازش یک بلاک در بافر که می‌توان بعلت کم بودن از آن صرف‌نظر کرد}$$

$$\log_2^b : \text{تعداد دفعات مراجعه به فایل برای خواندن بلاک}$$

$$\frac{1}{2} \cdot i \cdot \frac{R}{t} : \text{زمان جستجوی خطی در فایل T.L.F (i تعداد رکوردهای فایل T.L.F)}$$

برای اینکه بتوانیم الگوریتم جستجوی دودویی را پیاده‌سازی کنیم باید فایل در یک فضای پیوسته در دیسک ذخیره شده باشد چرا که در صورت تکه‌تکه بودن فایل در نقاط مختلف روی دیسک، پیدا کردن آدرس بلاک وسطی فایل به آسانی انجام نمی‌گیرد.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

ب- جستجوی بلاکی: این جستجو نیز مانند جستجوی قبلی است با این تفاوت که جستجو در داخل بلاک انجام می-گیرد. کلید رکورد مورد نظر با کلید آخرین رکورد بلاک مقایسه می-گردد، در صورتیکه از آن بزرگتر باشد به بلاک بعد پرش کرده و در صورت کوچکتر بودن محتویات همان بلاک را برای پیدا کردن رکورد مورد جستجو قرار می-دهد. زمان اجرای این روش رابطه مستقیمی با فاکتور بلاک‌بندی دارد، بنابراین محاسبه مقدار بهینه  $B_f$  کمکی برای به حداقل رساندن زمان جستجو می‌باشد.

در این روش به طور متوسط می‌توانیم مقدار بهینه  $B_f$  را محاسبه کنیم.

اگر  $N$  تعداد رکوردهایی باشد که باید بررسی شوند، می‌دانیم که بطور متوسط  $\frac{b}{2}$  (نصف بلاکهای فایل) پردازش می‌شوند تا بلاک حاوی رکورد موردنظر پیدا گردد. بعد از پیدا کردن بلاک، داده‌های درون آن مورد جستجوی خطی قرار می‌گیرند، بنابراین خواهیم داشت:

$$N = \frac{b}{2} + \frac{B_f}{2} = \frac{1}{2} \left( \frac{n}{B_f} + B_f \right), \quad n = b \cdot B_f$$

برای آنکه  $N$  حداقل شود باید مشتق رابطه بالا را نسبت به  $B_f$  بدست آوریم

$$\frac{d(N)}{d(B_f)} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2} \left( \frac{-n}{B_f^2} + 1 \right) = 0 \Rightarrow B_f = \sqrt{n}$$

بنابراین اگر  $B_f = \sqrt{n}$  باشد، آنگاه تعداد رکوردهایی که باید بررسی شوند تا به رکورد موردنظر برسیم، حداقل خواهند بود.

۲- زمان بدست آوردن رکورد بعدی ( $T_N$ ): در این ساختار رکورد بعدی معمولاً بلافاصله بعد از رکورد فعلی قرار دارد ولی امکان دارد که در بلاک بعدی قرار داشته باشد با این توضیح احتمال اینکه رکورد بعدی در همان بلاک خوانده شده که در بافر موجود است قرار داشته باشد برابر  $1 - \frac{1}{B_f}$  است و به احتمال  $\frac{1}{B_f}$  نیز رکورد فعلی آخرین رکورد بلاک است که برای دستیابی به رکورد بعدی نیاز داریم که بلاک بعدی را بخوانیم بنابراین

$$T_N = \left( 1 - \frac{1}{B_f} \right) \times 0 + \frac{1}{B_f} (r + b_{tt}) = \frac{r + b_{tt}}{B_f}$$

در فرمول فوق زمان لازم برای خواندن بلاک بعدی را برابر  $r + b_{tt}$  در نظر می‌گیریم و زمان  $S$  را برابر صفر، چرا که هد خواندن/نوشتن بر روی بلاک قرار دارد، بنابراین دیگر زمانی را جهت پیدا کردن استوانه بلاک بعدی ( $S$ ) صرف نخواهیم کرد.

در صورتیکه رکورد بعدی در فایل T.L.F باشد به علت عدم ارتباط منطقی بین فایل اصلی و فایل T.L.F مجبور به یک جستجوی خطی در فایل T.L.F خواهیم بود که این جستجو امکان پذیر نیست مگر آن که کلید رکورد بعدی را داشته باشیم

۳- زمان درج یک رکورد ( $T_I$ ): در هنگامی که فایل اصلی کوچک باشد، رکورد را در جای منطقی‌اش درج می‌کنیم ولی در مورد فایل‌هایی با حجم زیاد عمل شیفت بسیار زمان‌گیر می‌باشد و باید در فایل T.L.F ذخیره گردد. در دو حالت فوق زمان درج را بررسی خواهیم کرد:

در حالت اول رکورد باید در سر جای خود درج شود و سپس کلیه رکوردهای بعد از آن یک واحد به سمت انتهایی فایل شیفت داده شوند، چون دقیقاً مشخص نیست که رکورد در کجا باید درج شود، به طور متوسط نصف رکوردهای فایل شیفت داده می‌شوند بنابراین خواهیم داشت

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

$$T_I = T_F + \frac{1}{2}b(b_{tt} + T_{RW}) \quad b_{tt} = \frac{B}{t}$$

$T_F$ : زمان پیدا کردن محل منطقی رکورد جدید جهت درج

$b_{tt} + T_{RW}$ : زمان شیفت یک بلاک

در حالت دوم یعنی حالتی که حجم فایل زیاد می‌باشد بعلت زمان گیر بودن عمل شیفت، عمل درج در انتهای فایل T.L.F انجام می‌پذیرد تا بعداً در سازمان‌دهی مجدد فایل به سر جای اصلی خود باز گردد.

$$T_I = S + r + b_{tt} + T_{RW} = S + 3r + b_{tt}$$

$S + r + b_{tt}$  زمان صرف‌شده برای خواندن آخرین بلاک فایل ثبت تراکنش‌ها T.L.F (البته به شرط داشتن آدرس آخرین بلاک) است و در گردش بعدی دیسک یعنی  $2r$  آنرا در سر جای خود (بعد از اضافه کردن رکورد جدید در بلاک خوانده شده و موجود در بافر) بازنویسی می‌کند.

البته برای اطمینان بیشتر از اینکه شرط یکتائی کلید اصلی رعایت شود ابتدا زمان  $T_F$  بر روی فایل اصلی صرف می‌گردد تا مشخص شود که آیا رکورد جدید دارای مقدار کلید تکراری است یا خیر و در صورت تکراری نبودن عملیات درج انجام می‌پذیرد.

### ۴- زمان حذف یک رکورد ( $T_D$ ): برای حذف یک رکورد از دو روش حذف منطقی و حذف فیزیکی استفاده می‌شود. در روش

فیزیکی باید کلید رکوردهای بعد از آن یک واحد به ابتدای فایل شیفت داده شوند که این امر زمان‌گیر است به همین علت از حذف منطقی استفاده می‌شود که برای انجام دادن آن ابتدا رکورد خوانده شده و سپس فیلد مربوط به حالت حذف آن مقدار دهی شده و دوباره رکورد را بازنویسی می‌کنیم. بنابر این

$$T_D = T_F + T_{RW} = T_F + 2r$$

البته دقت داشته باشید که در اینجا نیز زمان پردازش بلاک در بافر را کمتر از یک دور دیسک در نظر گرفته ایم  $C_B \ll 2r$

### ۵- زمان بهنگام‌سازی رکورد ( $T_U$ ): در عمل بهنگام سازی دو حالت پیش می‌آید:

اول اینکه بهنگام‌سازی بر روی فیلد یا فیلدهایی غیر از کلید اصلی انجام پذیرد، بنابراین بعد از انجام عمل بهنگام‌سازی رکورد در همان جای قبلی‌اش بازنویسی می‌شود چرا که کلید اصلی تغییر نکرده، پس مکان منطقی فایل تغییری نمی‌کند بنابراین

$$T_U = T_F + T_{RW} = T_F + 2r$$

ولی در حالت دوم بهنگام‌سازی بر روی کلید اصلی انجام می‌شود، بنابراین دیگر در هنگام بازنویسی نمی‌توانیم رکورد را در سر جای قبلی‌اش بازنویسی کنیم چرا که ترتیب رکوردها بر هم خواهد خورد. بنابراین ابتدا رکورد را خوانده و به صورت منطقی حذف می‌کنیم و بعد از آن رکورد جدید را با کلید تغییر یافته در انتهای فایل اضافه خواهیم کرد. بنابراین

$$T_U = T_D + T_F$$

### ۶- زمان خواندن کل فایل ( $T_X$ ): در صورتی که بخواهیم کل فایل را به صورت پی‌درپی بخوانیم خواهیم داشت

$$T_{XSeq} = (n + i) \frac{R}{t}$$

که در فرمول فوق،  $n$  تعداد رکوردهای فایل در لود اولیه،  $i$  تعداد رکوردهای فایل T.L.F می‌باشد.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

ولی در صورتیکه بخواهیم فایل را به صورت سریال بخوانیم ابتدا باید بخش T.L.F را مرتب‌سازی کنیم. بنابراین

$$T_{X_{Ser}} = T_{sort}(i) \cdot$$

البته در این عمل کل رکوردها بصورت مرتب خوانده نمی‌شوند، بلکه هر قسمت (فایل اصلی و بخش T.L.F) مرتب خوانده می‌شوند. در صورتیکه بخواهیم کل رکوردها را به صورت مرتب بازیابی کنیم باید فایل را سازماندهی مجدد کنیم.

**۷- زمان سازماندهی مجدد فایل ( $T_Y$ ):** برای سازماندهی مجدد فایل ترتیبی ابتدا بخش فایل تراکنشی (T.L.F) مرتب‌سازی می‌شود و سپس با خواندن کلیه رکوردهای فایل اصلی و فایل تراکنشی و حذف رکوردهای حذف شدنی منطقی، فایل سازماندهی شده جدید را به صورت مرتب و بدون حافظه‌های هرز خواهیم داشت.

$$T_Y = T_{sort}(i) + n \frac{R}{t} + i \frac{R}{t} + (n + i - d) \frac{R}{t}$$

$T_{sort}(i)$ : زمان مرتب‌سازی فایل T.L.F با  $i$  رکورد

$n \frac{R}{t}$ : زمان خواندن فایل اصلی با  $n$  رکورد لود اولیه

$i \frac{R}{t}$ : زمان خواندن فایل T.L.F با  $i$  رکورد

$(n + i - d) \frac{R}{t}$ : زمان بازنویسی دوباره رکوردها به همراه حذف  $d$  رکورد حذف‌شده منطقی

### موارد استفاده ی فایل ترتیبی :

- (۱) کاربردهای تجاری
- (۲) وقتی پردازش به صورت دسته ای یا Batch باشد.
- (۳) هنگامی که نیاز به رکوردی با طول ثابت داریم.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

**مثال ۱:** زمان مرتب‌سازی یک فایل ترتیبی با 1024 رکورد و فایل T.L.F با 86 رکورد، که در آن هر رکورد دارای سایزی برابر ۱۲۰ بایت می‌باشد، 10.5 ms است. با توجه به آن که نرخ انبوه مربوط به این فایل 3000 بایت بر میلی‌ثانیه است. مطلوبست زمان خواندن کل فایل به صورت سریال

**مثال ۲:** اگر بخواهیم با جستجو به روش پرش بلاکی در یک فایل ترتیبی با حداقل تعداد مقایسه‌ها برای یافتن رکورد اقدام کنیم با وجود 625 رکورد تعداد مقایسه‌ها چقدر خواهد بود ؟

**مثال ۳:** در یک فایل ترتیبی از الگوریتم پرش بلاکی استفاده می‌شود. اگر در این فایل 200 رکورد وجود داشته باشد که طول هر یک برابر 75 بایت و طول هر بلاک 300 بایت باشد. تعداد مقایسه‌های لازم برای یافتن یک رکورد چقدر است

**مثال ۴:** برای انجام عمل واکشی با استفاده از تخمین و کاوش باید 120 بلاک خوانده شود تا رکورد موردنظر یافته شود. اگر اطلاعات زیر از این فایل موجود باشد، زمان موردنیاز برای واکشی یک رکورد را پیدا کنید.

$$S = 6(ms) \quad r = 10.5(ms) \quad B = 620(B) \quad t = 1500\left(\frac{B}{ms}\right) \quad \dot{t} = 4000\left(\frac{B}{ms}\right)$$

**مثال ۵:** در یک فایل ترتیبی 400 رکورد در فایل اصلی و 50 رکورد در فایل تغییرات وجود دارد. اگر طول هر بلاک برابر 110 بایت و نرخ انتقال انبوه برابر 3100 بایت بر میلی‌ثانیه باشد، با در اختیار داشتن  $T_{RW}$  برابر 14 میلی‌ثانیه و  $b_f$  برابر 8، مطلوبست زمان عمل درج در این فایل.

**مثال ۶:** یک فایل حاوی 100 بلاک هر یک به طول 240 بایت قرار است یک رکورد را در بلاک 20 این فایل اضافه کنیم در صورتی که بخواهیم درج در جای صحیح و در فایل اصلی انجام گیرد با فرض اینکه زمان شیفت هر بلاک 0.05 میلی‌ثانیه و نرخ انتقال انبوه 1200 بایت بر میلی‌ثانیه باشد. زمان درج در این فایل را بدست آورید

**مثال ۷:** مطلوبست یافتن طول رکورد در صورتی که تمام فایل ترتیبی به صورت پی‌درپی خوانده شود. با فرض اینکه تعداد رکوردهای فایل اصلی 420، تعداد رکوردهای فایل T.L.F 80، نرخ انتقال انبوه 2900 بایت بر میلی‌ثانیه و زمان خواندن کل فایل به صورت پی‌درپی 100 میلی‌ثانیه باشد.

**مثال ۸:** اگر در یک فایل ترتیبی، مجموع تعداد رکوردهای فایل اصلی و تغییرات 300 باشد و زمان انتقال رکورد به بافر برابر 0.4 میلی‌ثانیه فرض شود، مدت زمانی که برای خواندن سریال این فایل صرف می‌شود 59 میلی‌ثانیه در نظر گرفته می‌شود. مدت زمانی که برای مرتب‌سازی فایل T.L.F صرف می‌شود را محاسبه نمایید.

**مثال ۹:** اگر در یک فایل ترتیبی بدون حذف هیچ رکوردی، تعداد رکوردهای موجود 150 و تعداد رکوردهای درجی 25 باشد، در صورتیکه زمان انتقال رکورد به بافر 0.32 ثانیه فرض شود و 50 میلی‌ثانیه زمان صرف مرتب‌سازی فایل T.L.F نیاز باشد، زمان سازماندهی مجدد در این فایل چقدر خواهد بود.

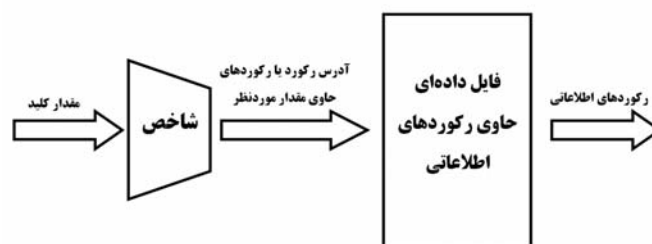
**مثال ۱۰:** در یک فایل ترتیبی که شامل 2500 بلاک به طول 1000 بایت می‌باشد. طول هر رکورد چقدر باشد تا تعداد کل مقایسه‌ها با روش پرش بلاکی به حداقل میزان خود برسد.

## فایل با ساختار شاخص دار (Indexed):

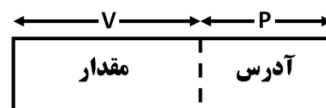
یکی از مشکلات فایل های ترتیبی زمانگیر بودن عمل واکشی رکورد بود که برای بهبود این مشکل از تکنیکی بنام شاخص بندی استفاده می کنیم. بدین مفهوم که فایل در لود اولیه یک فایل ترتیبی است. دستیابی بر اساس ترتیب کلید انجام می پذیرد. بعلاوه اینکه براس تسریع در عمل واکشی رکوردها، ساختار شاخص به آن اضافه می شود.

### شاخص:

شاخص ساختمان داده ای است که مقدار کلیدی از رکورد را به عنوان ورودی می پذیرد و رکوردهایی با آن مقدار کلید (در صورت وجود) را سریعاً پیدا می کند.



تعریف: عبارتست از مجموعه ای از تعدادی مدخل که هر مدخل یک رکورد با طول  $V+P$  است. در این ساختار  $V$  میزان فضای فیلد یا فیلدهایی است که شاخص بر اساس آن ساخته شده است و  $P$  آدرس مستقیم رکورد یا مجموعه ای از رکوردها در فایل اصلی می باشد.



در صورتیکه فایل شاخص خود بزرگ باشد، جستجوی ترتیبی در آن زمانگیر خواهد بود. برای رفع این مشکل دو روش زیر پیشنهاد می گردد:

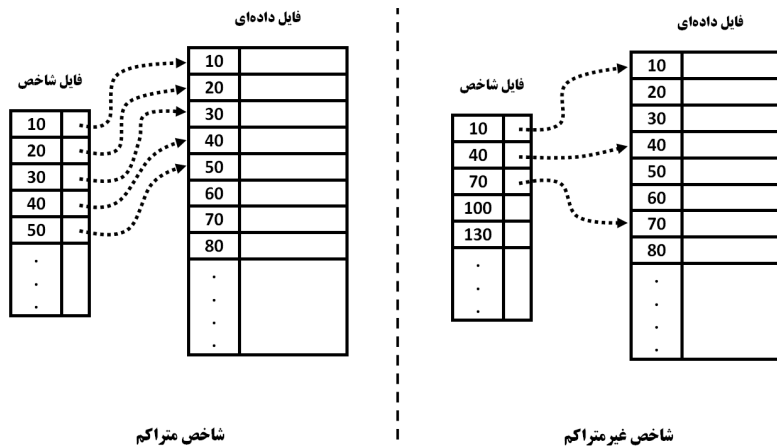
- (۱) استفاده از یک الگوریتم مناسب جهت جستجو مانند جستجوی باینری یا جستجوی بلاکی
- (۲) استفاده از سطوح مختلف شاخص (شاخص چند سطحی) که رایج تر می باشد.

## لنگره گاه (Anchor opint):

نقطه ای از فایل داده ای که از مدخل بخش شاخص به آن اشاره گر (نشانگر) داریم. از این نقطه نظر دو نوع شاخص داریم:

- ۱- شاخص متراکم (Dense Index): اگر نقطه مورد نظر در فایل یک رکورد باشد به آن شاخص متراکم می گوئیم یا به بیان دیگر اگر هر مدخل فایل شاخص به یک رکورد اشاره کند.  
اگر شاخص متراکم باشد، لازم نیست فایل داده ای بر حسب کلید مرتب باشد.
- ۲- شاخص پراکنده یا غیرمتراکم (Non Dense Index): در صورتیکه هر مدخل فایل شاخص به گروهی از رکوردها در فایل داده ای اشاره کند، شاخص را غیرمتراکم می گویند. در این نوع شاخص فایل داده ای باید مرتب باشد چراکه در واقع عمل دسته بندی داده ها انجام می شود و یک نمونه از هر دسته در مدخل فایل شاخص قرار می گیرد.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات



بطور کلی جستجو بر اساس شاخص بسیار کارآمدتر از جستجو ترتیبی می‌باشد چراکه

- معمولاً فایل شاخص دارای تعداد بلاکهای کمتری نسبت به فایل داده‌ای می‌باشد بنابراین زمان واکنشی کمتری دارد.
- چون کلیدها در فایل شاخص مرتب هستند، برای یافتن کلید از روش جستجوی دودویی استفاده می‌کنند. اگر تعداد بلاک‌های فایل شاخص برابر  $n$  در نظر بگیریم، با استفاده از جستجوی دودویی فقط  $\log_2^n$  بلاک را جستجو خواهیم کرد.
- ممکن است بعلت کوچک بودن فایل شاخص آنرا در حافظه اصلی نگهداری کنیم که در اینصورت دیگر برای دسترسی به شاخص نیازی به دستیابی به دیسک نیست و این امر موجب افزایش سرعت در کار با فایل خواهد شد.

### شاخص اصلی و شاخص (های) ثانویه :

در صورتیکه شاخص را بر روی کلید اصلی بنا کنیم، شاخص را شاخص اصلی می‌نامیم. اما هر فیلد دیگری نیز می‌تواند به عنوان فیلد مدخل ورودی شاخص انتخاب شود که در این حالت شاخص (های) ثانویه خواهیم داشت.

### ظرفیت نشانه‌روی شاخص (Index fanout) :

فایل شاخص نیز همانند فایل اصلی دارای بلاک‌بندی می‌باشد و در هر بلاک تعدادی از سطرها فایل شاخص قرار می‌گیرد. تعداد مدخل‌های یک بلاک شاخص را ظرفیت نشانه‌روی بلاک شاخص می‌گویند و با  $y$  نمایش می‌دهند.

$$y = \left\lfloor \frac{\text{اندازه بلاک شاخص}}{\text{طول مدخل شاخص}} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{B}{P} \right\rfloor$$

ظرفیت نشانه‌روی در فایل شاخص همانند فاکتور بلاک‌بندی در فایل اصلی می‌باشد. در هر دو سائز بلاک برابر  $B$  می‌باشد ولی در فایل شاخص هر رکورد دارای سائز  $V+P$  می‌باشد ولی در فایل داده‌ای برابر  $R$  می‌باشد.

### شاخص چندسطحی (Multi Level Index) :

همانگونه که دیدید شاخص می‌تواند چندین بلاک را اشغال کند. اگر این بلاک‌ها در جای مشخصی از دیسک (مثلاً در سیلندرها) وجود نداشته باشند که بتوان براحتی به آن دسترسی داشت، برای یافتن آنها نیاز به ساختمان داده دیگری است. حتی اگر

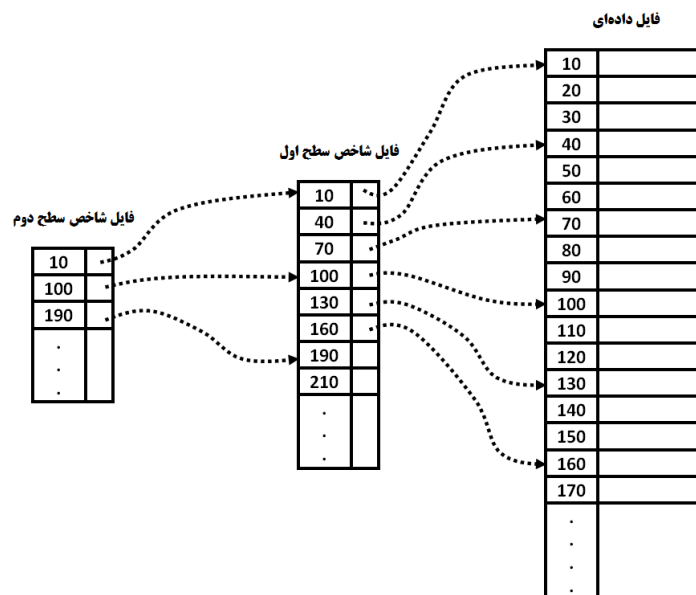


## ذخیره و بازیابی اطلاعات

بتوان براحتی آنها را پیدا کرد و سپس با استفاده از جستجوی دودویی به کلیدی در شاخص دست یافت باز هم در شرایط زیر نمی توان به یک سطح از شاخص اکتفا کرد

- شاخص بزرگ باشد بطوریکه استفاده از آن منجر به کارایی زیادی نباشد (قطعه قطعه بودن فایل شاخص یا زیاد بودن زمان واکنشی برای پیدا کردن کلید موردنظر)
- در شاخص پراکنده تعداد رکوردهای موجود در بلوک یا گروهی از رکوردها بسیار زیاد باشد.

در شاخص چندسطحی می توان شاخصی برای شاخص دیگر انتخاب کرد. به عنوان مثال در شاخص دو سطحی، شاخص جدیدی ایجاد می شود که به عنوان شاخصی برای سطح اول عمل می کند. این روند می تواند ادامه داشته باشد و شاخص ها به چندین سطح گسترش پیدا کنند. اما این روش محدودیت هایی دارد که به جای آن معمولاً از درخت های B استفاده خواهد شد.



در شاخص چندسطحی، شاخص سطح اول می تواند پراکنده یا متراکم باشد ولی شاخص های سطوح بالاتر حتماً پراکنده هستند.

تعداد سطوح را با  $x$  نمایش می دهیم. شاخص سطح  $x$  از نظر حافظه چنان است که در حافظه قرار دارد و به آن سرشاخص (Master Index) گفته می شود (بهتر است شاخص سطح  $x$  کمتر از یک بلاک باشد)

$$b_1 = \frac{n}{B_f}$$

$$b_2 = \frac{b_1}{B_f}$$

تعداد مدخل های سطح اول

تعداد مدخل های سطح دوم

$$b_1 \times (P + 1) = \text{سایز فایل شاخص در سطح اول}$$

$$b_2 \times (P + 1) = \text{سایز فایل شاخص در سطح دوم}$$

و به همین صورت الی آخر

$$x = \left\lceil \log_y^{b_1} \right\rceil = \left\lceil \log_y^{(n/B_f)} \right\rceil$$

تعداد سطوح شاخص

هرچه تعداد سطوح بیشتر شود، دفعات دسترسی برای واکنشی رکورد بیشتر خواهد شد و در نتیجه سرعت دسترسی کم خواهد شد، برای کاهش تعداد سطوح باید ظرفیت نشانه روی شاخص را افزایش داد که لازمه اینکار این است که با اندازه بلاک را زیاد کنیم یا طول مدخل شاخص را کاهش دهیم.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

مثال: فرض کنید که یک فایل بزرگ با  $10^7$  رکورد داریم. اگر طول هر رکورد 200 باید در نظر بگیریم و طول بلاک در این سیستم ذخیره سازی 2000 بایت باشد. با فرض اینکه طول فیلد شاخص 12 بایت و طول فیلد آدرس 8 بایت باشد، مطلوبست اندازه فایل شاخص در هر سطح به همراه تعداد مدخل های هر سطح.

### معایب ساختار چندسطحی:

- ۱- مصرف حافظه اضافی برای نگهداری سطوح شاخص
- ۲- فزونکاری در عملیات ذخیره سازی (به عنوان مثال در عملیات درج و حذف ممکن است لازم باشد تمام سطوح شاخص تغییر یابند)

شاخص چندسطحی بیشتر برای محیطهای عملیاتی مورد استفاده قرار می گیرد که ایستا باشند و عملیات درج و حذف و یا بهنگام سازی در آن خیلی کم اتفاق بیفتد.

### فایل با ساختار ترتیبی شاخص دار

با توجه به مطالب گفته شده اکنون می توانیم ساختاری کامل برای چنین فایلی ارائه دهیم. در این ساختار علاوه بر یک فایل ترتیبی که فایل اصلی داده ای می باشد و در آن داده ها براساس کلید مرتب شده اند، جهت واکنشی سریعتر رکوردها از فایل یا فایل هایی که شامل جداول شاخص بر روی فایل اصلی می باشد، نیز استفاده می شود. شاخص در این ساختار می تواند متراکم یا پراکنده باشد. در این ساختار از یک ناحیه سرریز (overflow area) نیز جهت انجام عملیات ذخیره سازی برای داده های جدید پس از لود اولیه فایل داده ای اصلی، استفاده می شود. نکته: شاخص در این ساختار فقط به داده های موجود در فایل اصلی اشاره می کند و هیچ اشاره ای به داده های موجود در بخش سرریز نخواهد داشت. این داده ها در هنگام بازسازی مجدد فایل به داخل فایل اصلی انتقال داده می شوند و در بخش شاخص نیز وارد می شود. نکته: در این ساختار، شاخص بصورت ایستا (Static) می باشد بنابراین در هنگام عملیات ذخیره سازی در فایل تغییری بر روی شاخص انجام نخواهد گرفت. نکته: از شاخص برای تسریع واکنشی رکوردها استفاده می شود بنابراین در عملیاتی مانند خواندن تمام فایل بصورت پی در پی یا سریال، چندان کاربرد ندارد.

### تکنیک های خواندن فایل ترتیبی شاخص دار

در هنگام پردازش فایل ترتیبی شاخص دار به دو صورت عمل می کنیم

- ۱- خواندن فایل بصورت پی در پی: که برای اینکار داده های موجود در ناحیه اصلی و ناحیه سرریز بصورت بلاک به بلاک خوانده می شوند.
- ۲- خواندن فایل بصورت سریال: برای خواندن فایل به این روش، باید فایل بر روی کلید اصلی مرتب باشد. مشکلی که در اینجا وجود دارد مربوط به ناحیه سرریزی است که داده های آن مرتب نیستند. برای اینکار رکوردها را از فایل اصلی بترتیب می خوانیم تا به مکانی برسیم که یک اشاره گر به ناحیه سرریزی دارد. این بدان معنی است که رکورد بعدی در ناحیه سرریزی و بعد از لود اولیه فایل اضافه شده، در نتیجه به ناحیه سرریزی مراجعه کرده و شروع به خواندن رکورد

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

می‌کنیم تا به اشاره‌گر به فایل اصلی برسیم. دوباره به سر جای خود در فایل اصلی بازگشته و این عمل را تا خواندن کل فایل اصلی و سرریز ادامه می‌دهیم (این تکنیک در جلوتر توضیح داده خواهد شد).

### انتخاب فضا برای درج رکوردهای سرریزی

برای اضافه کردن رکوردهای جدید، همانگونه که اشاره شد باید یک ناحیه سرریزی داشته باشیم که به سه روش متداول می‌توانیم این ناحیه سرریزی را ایجاد کنیم:

(۱) در نظر گرفتن یک فایل جداگانه برای ناحیه سرریزی: این روش بدلیل زمانگیر بودن ارتباط بین فایل اصلی و فایل سرریزی چندان مناسب نمی‌باشد.

(۲) در نظر گرفتن فضایی از بلاک در لود اولیه برای رکوردهای جدید: این روش هر چند که لوکالیتی را بهتر خواهد کرد ولی امکان توزیع نامناسب داده‌ها و در نتیجه پر شدن سریع بعضی از این حافظه و خالی بودن بقیه وجود دارد. در صورتیکه بتوانیم محدوده داده‌های سیستم را حدس بزنیم می‌توانیم تا حدودی از بوجود آمدن این مشکل جلوگیری کنیم.

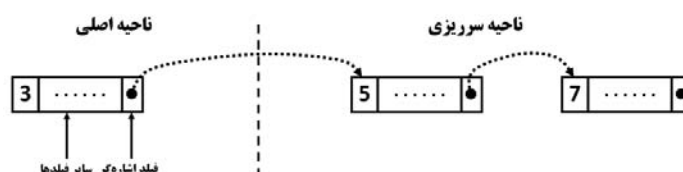
(۳) انتخاب فضایی از فایل اصلی برای ناحیه سرریزی: که مناسب‌ترین روش می‌باشد که خود این روش به دو صورت قابل پیاده‌سازی است:

- اختصاص ناحیه‌ای از شی‌های انتهایی هر استوانه به ناحیه سرریزی که باعث قرار گرفتن رکوردهای جدید مربوط به هر استوانه در همان استوانه می‌شود و باعث کاهش زمان استوانه‌جویی نیز خواهد شد.
- اختصاص استوانه‌هایی در انتهای فایل برای ناحیه سرریزی که موجب کاهش لوکالیتی و افزایش S خواهد شد.

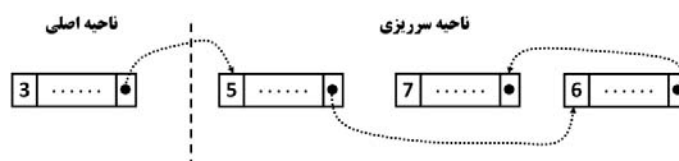
### روش‌های درج رکوردهای در ناحیه سرریزی

دو تکنیک متداول وجود دارد که عبارتند از:

(۱) درج در اولین بلاک جا دار در ناحیه سرریزی: در این روش رکورد در اولین بلاک جا دار در ناحیه سرریزی اضافه می‌شود و از رکوردی که منطقاً (در مرتب‌سازی منطقی) قبل از آن قرار دارد، اشاره‌گری به رکورد جدید ایجاد می‌شود. در این تکنیک برای هر رکورد ناحیه اصلی و ناحیه سرریزی فیلد اشاره‌گر در نظر می‌گیریم (هر چند که امکان null بودن آن وجود دارد).



همانگونه که می‌بینید در صورتیکه فیلد اشاره‌گر رکورد منطقی قبل از رکورد درج شده در ناحیه سرریزی به رکورد دیگر اشاره کند، زنجیره اشاره‌گر را دنبال می‌کنیم تا به محلی برسیم که رکورد منطقاً باید در آنجا درج شود و سپس اشاره‌گرها را تصحیح می‌کنیم. دقت داشته باشید که در انتهای هر زنجیره، رکوردی با فیلد اشاره‌گر null وجود خواهد داشت. به عنوان مثال در شکل فوق، اگر بخواهیم رکوردی با کلید 6 را درج کنیم، بعد از تصحیحات مربوط به اشاره‌گرها خواهیم داشت.



## ذخیره و بازیابی اطلاعات

۲) **درج با جابجایی (Push through):** در این روش، رکورد جدید در بلاک مربوطه در ناحیه اصلی (درمحل) که باید منطقاً درج شود قرار می‌گیرد و رکوردهای بعدی همان بلاک، به سمت انتهای بلاک شیفت داده می‌شوند و آخرین رکورد بلاک به اولین بلاک جادار در ناحیه سرریزی منتقل می‌شود. در این روش نیز زنجیره رکوردهای سرریزی هم ایجاد می‌شود ولی تفاوت اصلی آن این است که در این روش برای هر بلاک از ناحیه اصلی، یک اشاره‌گر به ناحیه سرریزی وجود دارد و نه برای هر رکورد یک اشاره‌گر به ناحیه سرریز (در روش قبل).

**نکته:** در روش درج با جابجایی، لوکالیتی رکوردهای بیشتر حفظ می‌گردد و همچنین پردازش فایل بصورت سریال در روش دوم ساده‌تر است.

**نکته:** در هیچ‌کدام از این دو تکنیک فایل شاخص تغییر نمی‌کند زیرا در این ساختار، شاخص ایستا است و در واقع فقط یک ناظر به ناحیه اصلی داده‌ای می‌باشد.

### موارد استفاده و کاربرد ساختار تریبی شاخص‌دار

بیشتر در محیط‌هایی که نیاز به پردازش سریال فایل بر روی یک فیلد (کلید اصلی) مطرح باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین در سیستم‌هایی که عمل واکنشی رکوردها از طریق مقدار کلیدها انجام می‌شود.

### ارزیابی کارایی فایل تریبی شاخص‌دار:

۱) **زمان واکنشی یک رکورد ( $T_F$ ):** برای واکنشی یک رکورد در این ساختار، باید ابتدا سرشاخص (Master Index) که در حافظه اصلی قرار دارد را بررسی کنیم، سپس در سطوح شاخص آنقدر عمل بررسی و رفتن به سطح بعدی را انجام می‌دهیم تا به مدخل مربوط به سطح اول برسیم. بعد از پیدا کردن آدرس بلاکی که باید از ناحیه اصلی خوانده شود (این آدرس در بررسی سطح اول شاخص بدست می‌آید) بلاک را از ناحیه فایل داده‌ای اصلی به حافظه می‌آوریم. در مرحله بعد احتمال دارد که رکورد در بلاک موردنظر نباشد و مجبور به رجوع به ناحیه سرریزی و خواندن بلاک‌های این ناحیه (دنبال کردن زنجیره‌های) تا پیدا نمودن رکورد موردنظر ادامه می‌دهیم.

۲) **زمان بدست آوردن رکورد بعدی ( $T_N$ ):** برای بازیابی رکورد بعدی، باید از آخرین رکورد واکنشی شده شروع کنیم، ببینیم آیا رکورد بعدی در بلاکی از ناحیه اصلی است یا در بلاکی از ناحیه سرریزی. بنابراین می‌توان گفت که به احتمال  $\frac{1}{B_f}$  رکورد بعدی در بلاکی از ناحیه اصلی است، پس زمان خواندن آن برابر  $\frac{1}{B_f} \cdot b_{tt}$  می‌باشد. و احتمال اینکه در ناحیه سرریزی باشد برابر  $\frac{i}{n+i}$  می‌باشد، بنابراین خواهیم داشت.

$$T_N = \frac{1}{B_f} \cdot b_{tt} + \frac{i}{n+i} \cdot (r + b_{tt})$$

اما برای ارزیابی دقیقتر این زمان، باید مکان رکورد بعدی را دقیقتر مشخص کرد. شش حالت وجود دارد و هریک از حالات به احتمالی ممکن است بروز کند. پس از در نظر گرفتن احتمالات و ساده کردن آنها خواهیم داشت.

$$T_N = \frac{n + i \cdot B_f}{(n + i) \cdot B_f}$$

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

**۳) زمان درج یک رکورد ( $T_I$ ):** برای درج یک رکورد، ابتدا باید بلاکی را که رکورد در آنجا باید درج شود را پیدا کنیم، سپس رکورد موردنظر را در آن بلاک (بعد از خواندن از دیسک) بازنویسی کنیم و رکورد آخر بلاک را در بافر قرار دهیم (که این زمان را بعلت کمی آن صفر در نظر می گیریم).

بعد از بازنویسی رکورد جدید، بلاکی را از ناحیه سرریزی خوانده و رکورد موجود در بافر (رکورد آخر بلاکی که عمل درج در آن انجام شده است) را در آن نوشته و دوباره بلاک را در ناحیه سرریزی بازنویسی می کنیم. بنابراین خواهیم داشت:

$$T_I = T_F + T_{RW} + r + b_{tt} + T_{RW}$$

$T_F$ : زمان خواندن بلاکی که عمل درج باید در آن انجام گیرد.

$T_{RW}$ : زمان بازنویسی بلاکی که رکورد جدید به آن اضافه شده است ( $2r$ )

$r + b_{tt}$ : زمان لازم جهت خواندن یک بلاک از ناحیه سرریزی ( $S$ ) را بعلت اینکه ناحیه سرریزی در همان استوانه قرار گرفته است، صفر فرض کرده ایم)

$T_{RW}$ : زمان لازم جهت بازنویسی بلاک خوانده شده از ناحیه سرریزی ( $2r$ )

$$T_I = T_F + 2r + r + b_{tt} + 2r = T_F + 5r + b_{tt}$$

دقت کنید که در محاسبه روابط بالا، زمان پردازش بروی بلاک در بافر را کوچک در نظر گرفته و قابل صرف نظر کردن می باشد  $C_B \ll 2r$

**۴) زمان بهنگام سازی یک رکورد ( $T_N$ ):** در بهنگام سازی، همانگونه که در ساختارهای قبلی مشاهده کردید، دو حالت پیش می آید:

اگر بهنگام سازی بر روی فیلدی غیر از کلید اصلی انجام پذیرد، پس رکورد را می توان پس از انجام تغییرات دوباره در همان محل قبلی اش بازنویسی کرد (بهنگام سازی درجا)

$$T_{U_{Inplace}} = T_F + T_{RW} = T_F + 2r$$

ولی در صورتیکه تغییر بر روی فیلد کلید اصلی انجام پذیرد، دیگر نمی توان رکورد را در همان جای قبلی اش بازنویسی کرد. برای اینکار باید ابتدا رکورد را بازیابی کرده و پس از تنظیم فیلد مربوط به حذف منطقی و دوباره نویسی آن، رکورد تغییر یافته با مقدار کلید جدید را در فایل درج کنیم (بهنگام سازی برون ازجا)

$$T_{U_{Outplace}} = T_F + T_{RW} + T_I = T_F + 2r + T_F + 5r + b_{tt} = 2T_F + 7r + b_{tt}$$

**۵) زمان حذف یک رکورد ( $T_D$ ):** برای حذف در این ساختار از حذف منطقی استفاده می کنیم (بعلت زمانگیر بودن حذف فیزیکی) که برای این عمل ابتدا رکورد را واکشی نموده و پس از تنظیم فیلد حذف منطقی، آنرا بازنویسی می کنیم. این رکوردهایی که بصورت حذف منطقی، حذف شده اند، نوعی حافظه هرز در فایل محسوب می شوند که پس از سازماندهی مجدد فایل بطور فیزیکی حذف خواهند شد (حذف حالت خاصی از بهنگام سازی درجا می باشد).

$$T_D = T_F + T_{RW} = T_F + 2r$$

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

**(۶) زمان خواندن تمام فایل ( $T_X$ ):** همانند ساختارهای قبلی، در اینجا نیز می‌توانیم فایل را به دو صورت پی‌درپی و سریال بخوانیم.

برای خواندن فایل بصورت سریال رکوردها، با خواندن اولین رکورد، بقیه از روی زنجیره‌های موجود و توسط عملیات بازیابی رکورد بعدی بدست خواهند آمد. بنابراین خواهیم داشت (  $i$  تعداد رکوردهای بخش سرریزی و  $n$  تعداد رکوردهای بخش فایل اصلی داده‌ای است)

$$T_{X_{ser}} = T_F + (n + i - 1) \cdot T_N$$

در صورتیکه بخوانیم فایل را بصورت پی‌درپی بخوانیم، ابتدا رکوردهای ناحیه اصلی داده‌ای فایل و سپس رکوردهای بخش سرریزی پشت سرهم خوانده می‌شوند. بنابراین خواهیم داشت:

$$T_{X_{seq}} = (n + i) \cdot \frac{R}{t}$$

**(۷) زمان سازماندهی مجدد فایل ( $T_Y$ ):** هنگامی که ناحیه سرریزی پر شود و یا طول زنجیره‌ها طولانی گردد، فایل را سازماندهی مجدد می‌کنیم. برای اینکار فایل را باید بصورت سریال خوانده و رکوردهایی که بصورت منطقی حذف شده‌اند را بصورت فیزیکی حذف کنیم (ننوشتن در فایل سازماندهی جدید) و سپس فایل سازماندهی شده را بازنویسی کنیم و بعد از آن شاخص را بر روی فایل جدید بازسازی نماییم.

$$T_Y = T_{X_{seq}} + (n + i - d) \cdot \frac{R}{t} + \frac{S_I}{t}$$

$T_{X_{seq}}$ : زمان خواندن فایل بصورت سریال

$n$ : تعداد کل رکوردهای فایل در لود اولیه

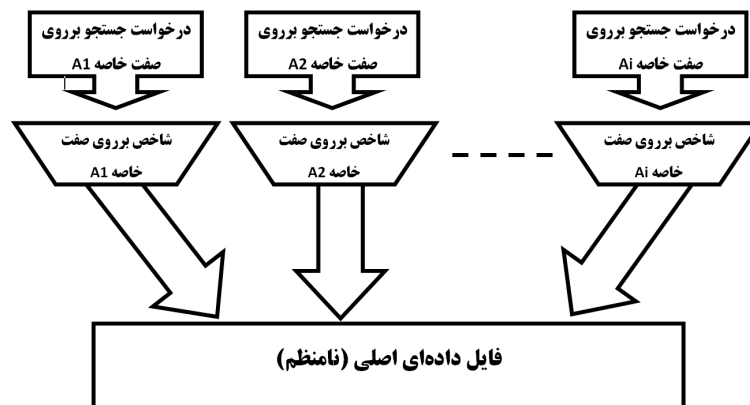
$i$ : تعداد رکوردهای موجود در ناحیه سرریزی

$d$ : تعداد رکوردهای حذف شده منطقی

$\frac{S_I}{t}$ : زمان بازنویسی بلاک‌های شاخص (بازنویسی شاخص جدید)

### فایل چندشاخص (Multi Index) :

فایل چندشاخصی از نظر ساختار همانند فایل ترتیبی شاخص‌دار است با این تفاوت که در این ساختار روی تعدادی و یا حتی تمامی فیلدهای رکورد می‌توان شاخص داشت. این روش بعلا برطرف کردن پدیده عدم تقارو در ساختار قبلی پیشنهاد گردید. چرا که در روش قبلی دسترسی به یک رکورد براساس فیلد خاصی (کلید اصلی فایل) انجام می‌گرفت و از طرفی در این ساختار مشکل سرریزی بصورتی که در ساختار ترتیبی شاخص‌دار وجود داشت، وجود ندارد و خود ساختار شاخص نیز وضعیتی پویا دارد و همگام با تغییرات فایل داده‌ای، بهنگام می‌شود.



فایل اصلی داده‌ای در این ساختار می‌تواند حتی بصورت بی‌نظم‌ترین شکلش (پایل) وجود داشته باشد و در این ساختار چندین فایل شاخص (حتی می‌توان به تعداد فیلدهای فایلی شاخص داشت) وجود دارد و بدین ترتیب کاربر می‌تواند بر اساس هریک از صفات خاصه (فیلدهای رکورد) جستجو را بر روی فایل انجام دهد.

استراتژی دستیابی به رکورد در این ساختار توسط شاخص‌ها مشخص می‌گردد. چراکه فایل داده‌ای بی‌نظم بوده و فاقد هرگونه استراتژی دستیابی است. لذا آنچه در این ساختار بسیار مهم است، ساختار درونی فایل‌های شاخص می‌باشد که باید در پیاده‌سازی آنها از روش‌هایی استفاده کرد که رفتاری پویا، انعطاف‌پذیر باشند و عملیات بر روی فایل اصلی را تسریع کنند، همانند ساختارهایی نظیر B-tree که در ادامه به تشریح آنها خواهیم پرداخت.

**نکته :** در صورتیکه بر روی تمامی صفات، شاخص ایجاد کرده باشیم، فایل را وارون (Invert File) می‌گوییم

همانگونه که گفته شد تنها استراتژی دسترسی به فایل چندشاخصی (باتوجه به اینکه فایل از نوع بی‌نظم است) توسط شاخص انجام می‌پذیرد. با توجه به اینکه در تعریف فایل چند شاخصی، امکان ایجاد شاخص بر روی هر کدام از صفات خاصه وجود دارد، ما دارای تعدادی فایل شاخص هستیم که برای دسترسی به رکوردها بکار برده می‌شوند. ساختار شاخص باید بگونه‌ای باشد که همگام به عملیات بر روی فایل اصلی (درج، حذف یا بهنگام‌سازی) بطور پویا قابلیت بهنگام شدن را داشته باشد. ساختار مناسبی که در فایل‌های چندشاخصی استفاده می‌شود مدل B-tree است.

قبل از تشریح درختان B، ابتدا به معرفی درخت‌هاست جستجوی m می‌پردازیم.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### درخت‌های جستجوی m طرفه

همانطور که می‌دانید هدف اصلی شاخص‌بندی این است که تعداد دستیابی‌ها به دیسک کاهش یابد و درخت‌ها ساختارهای مناسبی برای این منظور هستند.

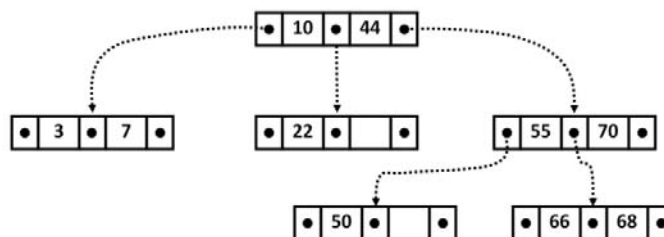
یک درخت جستجوی m طرفه، یا تهی است یا خواص و شرایط زیر را دارا می‌باشد:

- ۱- درخت جستجوی m طرفه T درختی است که درجه تمام گره‌های آن کوچکتر یا مساوی m است
- ۲- هر گره درخت شامل صفات زیر است:

$P_0$	$K_1$	$P_1$	$K_2$	$P_2$	---	$K_n$	$P_n$
-------	-------	-------	-------	-------	-----	-------	-------

که در آن

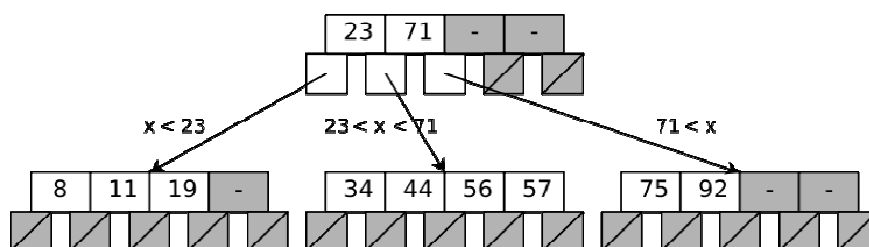
- $1 \leq n \leq m$
  - $k_i$  مقادیر کلید در گره هستند  $(1 \leq i \leq n)$
  - $P_i$  اشاره‌گرهایی به زیردرخت‌های T هستند  $(1 \leq i \leq n)$
- ۳- به ازای هر  $1 \leq i \leq n$  خواهیم داشت  $k_i \leq k_{i+1}$
  - ۴- مقادیر موجود در زیر درختی که  $P_i$  به آن اشاره می‌کند، کوچکتر از مقادیر کلید  $k_{i+1}$  هستند  $(1 \leq i \leq n)$
  - ۵- مقادیر کلید موجود در زیر درختی که  $P_n$  به آن اشاره می‌کند، بزرگتر از  $k_n$  هستند.
  - ۶- تمام زیردرخت‌هایی که  $P_i$   $(1 \leq i \leq n)$  به آن اشاره می‌کند، درخت‌های جستجوی m طرفه هستند.



دو نوع درخت جستجوی m طرفه معروف عبارتند از درخت B-tree و درخت B<sup>+</sup>-tree می‌باشند.

### جستجوی در یک درخت جستجوی m طرفه

فرض کنید خواسته باشیم درخت جستجوی m طرفه‌ای مانند T را برای کلید x مورد جستجو قرار دهیم و همچنین فرض کنید که T بر روی دیسک قرار داشته باشد. در ابتدا شروع به بازیابی گره ریشه درخت T از دیسک خواهیم نمود. با جستجو کلیدها در ریشه، i را بگونه‌ای تعیین می‌کنیم که  $k_i \leq x \leq k_{i+1}$  باشد. اگر  $x = k_i$  باشد، آنگاه جستجو به اتمام می‌رسد، در غیر این صورت براساس تعریف درختان جستجوی m طرفه، چنین استنباط می‌گردد که x در زیر درختی است که به آن اشاره می‌کند و این جستجو در زیر درختها را تا آنجا ادامه می‌دهیم که کلید x پیدا شود.





## ذخیره و بازیابی اطلاعات

بطور کلی می‌توان گفت که تمام درخت‌ها مناسب شاخص نیستند، بلکه درخت‌هایی برای این کار مناسب هستند که

- گره‌های آن‌ها تقریباً پر باشند
- متوازن باشند

درختی که این دو ویژگی را داشته باشد، کوتاه است. درخت‌های  $B - tree$  و  $B^+ - tree$  دارای چنین ویژگی‌هایی هستند که در ادامه به بررسی آنها خواهیم پرداخت

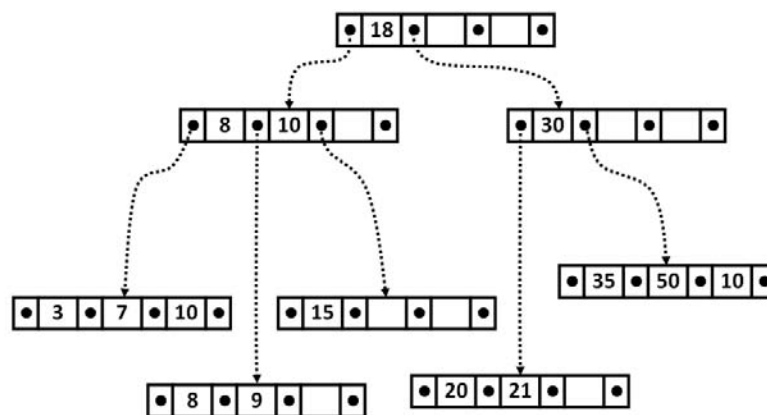
### درخت $B - tree$

درخت  $B$  در واقع یک درخت جستجوی  $m$  طرفه است. مشکل درخت جستجوی  $m$  طرفه عدم توازن آن بود که درخت  $B$  این مشکل را مرتفع نموده است.

هر گره درخت  $B$  یک رکورد شاخص است و هرکدام از این رکوردها دارای تعدادی از جفت‌های کلید-آدرس هستند که مرتبه درخت نام دارد. معمولاً رکوردها دارای حداقلی از جفت‌های کلید-آدرس هستند که برابر نصف مرتبه درخت است. مثلاً اگر درخت  $B$  با مرتبه 50 داشته باشیم، هر رکورد حداقل دارای 25 کلید و حداکثر 50 کلید است. ریشه استثناء است و می‌تواند حداقل 2 فرزند داشته باشد.

**تعریف درخت  $B$ :** درخت  $B$  مرتبه  $m$ ، درخت جستجوی  $m$  طرفه‌ای است که یا خالی باشد یا خواص ریز را برآورده سازد

- 1- گره ریشه حداقل دارای دو فرزند باشد.
- 2- تمام گره‌ها غیر از ریشه حداقل دارای  $\left\lceil \frac{m}{2} \right\rceil$  فرزند باشند (و یا به مفهوم دیگر حداقل  $\left\lceil \frac{m}{2} \right\rceil - 1$  کلید دارد)
- 3- تمام گره‌های برگ در سطح مشابه و یکسانی قرار دارند.
- 4- در سطح برگ‌ها، تمام کلیدها بصورت مرتب قرار دارند.



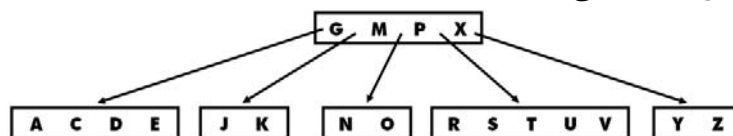
### درج درخت $B$ :

برای درج یک رکورد در درخت  $B$ ، ابتدا باید درخت را جستجو کنیم که آیا کلید موردنظر ما قبلاً در درخت وجود داشته است یا خیر؟ در صورتیکه وجود نداشته باشد، این جستجو ما را به گره برگ‌ای خواهد رساند که رکورد جدید باید در آنجا درج شود. در صورتیکه بعد برگ فضا برای اضافه کردن کلید جدید داشته باشد با مشکلی مواجه نخواهیم بود. ولی اگر برگ پر باشد، مجبوریم که رکوردهای موجود در برگ را به دو قسمت تقسیم کنیم (البته بعد از اضافه نمودن کلید جدید در محل منطقی صحیح‌اش). در این

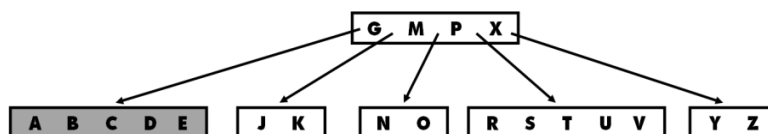
## ذخیره و بازیابی اطلاعات

تقسیم دقت داشته باشید که هر دو گره جدید دارای  $\lceil \frac{m}{2} \rceil$  کلید خواهند بود و کلید وسط را به گره پدر منتقل کرده و اشاره-گرهای گره پدر به این دو گره جدید را تنظیم می‌کنیم. حال در صورتیکه گره پدر پُر باشد، دوباره همین روال را برای آن انجام می‌دهیم. این روال تا آنجا که نیازی به شکستن گره وجود نداشته باشد ادامه خواهیم داد (این امکان وجود دارد که این روال تا سطح ریشه پیش رفته و حتی خود ریشه نیز شکسته شود).

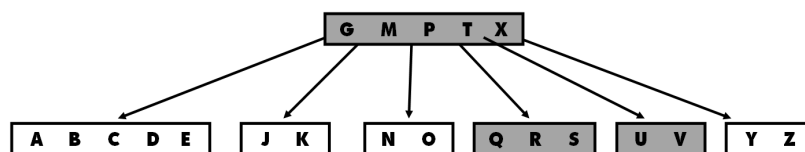
فرض کنید که درخت B (m=5) زیر مفروض است. تغییرات درخت را در هر مرحله بعد از اضافه کردن یک کلید جدید مطابق الگوریتم گفته شده را مشاهده می‌کنید.



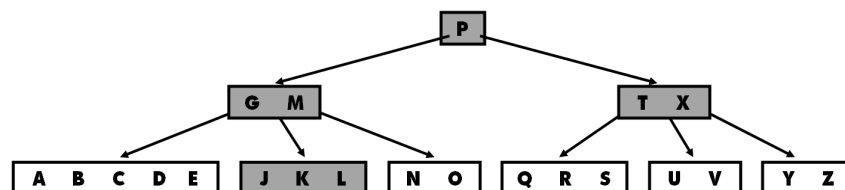
اضافه کردن کلید B



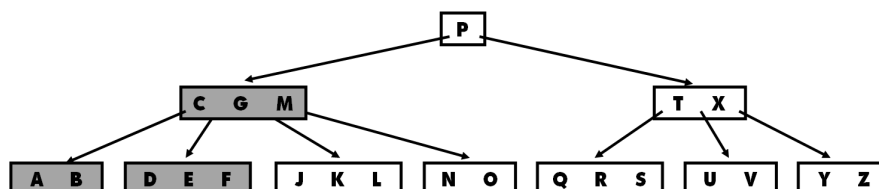
اضافه کردن کلید Q



اضافه کردن کلید L



اضافه کردن کلید F



مثال ۱: درخت B از مرتبه ۳ را با استفاده از مقادیر زیر که از چپ به راست وارد می‌شوند، ایجاد نمایید  
10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

مثال ۲: درخت B مرتبه ۵ با استفاده از مقادیر زیر که از چپ به راست وارد می‌شوند را بسازید.  
C, N, G, A, H, E, K, Q, M, F, W, L, T, Z, D, P, R, X, Y, S

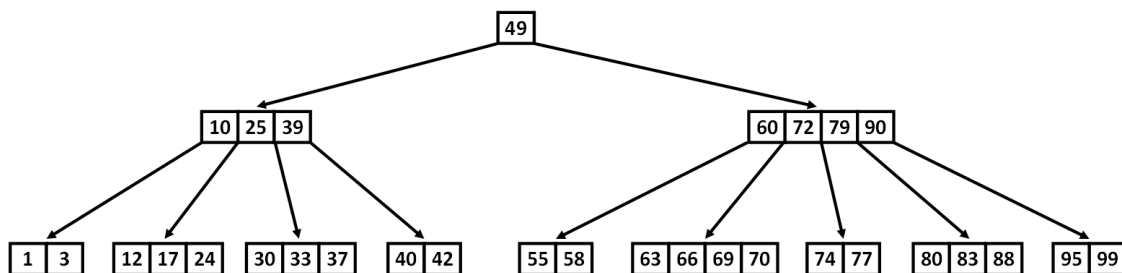
### حذف از درخت B:

در حذف، بخلاف درج در درخت B حالات مختلفی پیش خواهد آمد که هر حالت قوانین خاص خود را دارد ولی در همه حالات باید خواص درخت B حفظ گردد یعنی:

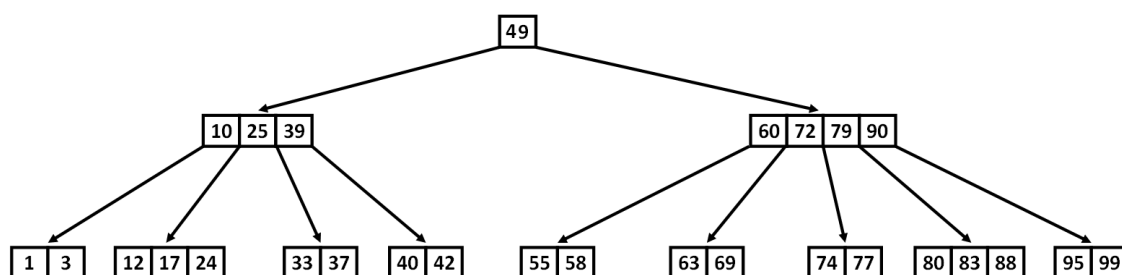
- ریشه حداقل باید دارای یک مقدار کلید باشد
- بقیه گره‌ها حداقل باید  $\left\lceil \frac{m}{2} \right\rceil - 1$  کلید داشته باشند.

### حالت اول: حذف کلید از گره‌های برگ

در صورتیکه با حذف کلید، تعداد کلیدهای باقیمانده در برگ موردنظر بیشتر یا مساوی  $\left\lceil \frac{m}{2} \right\rceil - 1$  باقی بماند (راحت‌ترین حالت حذف) کلید را حذف و بقیه درخت تغییر نخواهد کرد.  
به عنوان مثال، در درخت B زیر از مرتبه ۵ را در نظر می‌گیریم.



در درخت فوق هر گره حداقل باید دارای  $\left\lceil \frac{5}{2} \right\rceil - 1 = 2$  کلید داشته باشد.  
در صورتیکه بخواهیم کلیدهای 33 و 66 و 70 را حذف کنیم، شرط دوم که هر گره حداقل بعد از حذف باید دارای 2 کلید باشد نقض نخواهد شد بنابراین درخت فوق بعد از حذف گره‌ها به شکل زیر در خواهد آمد.

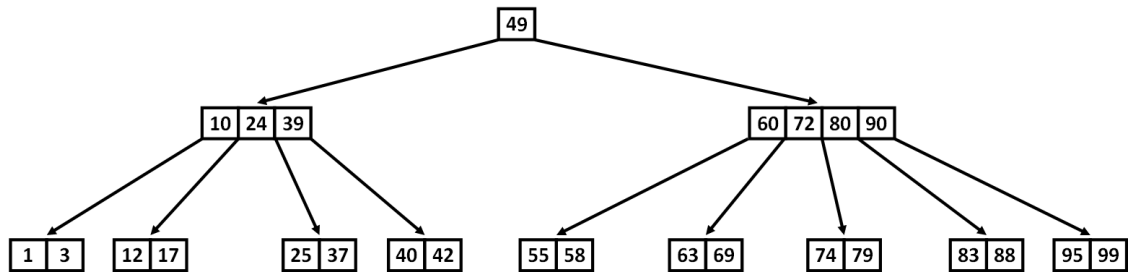
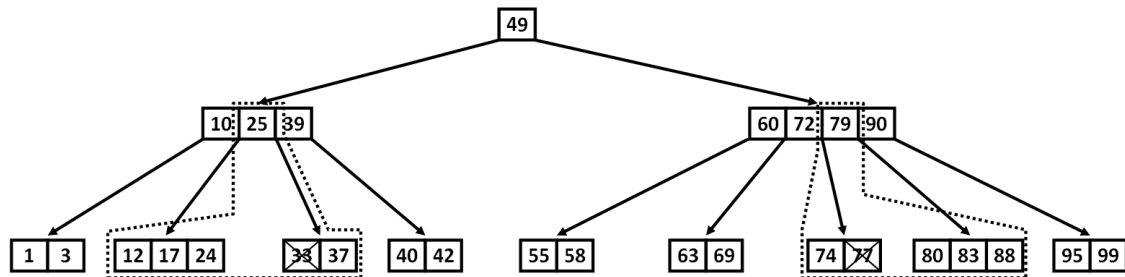


ولی اگر بعد از حذف کلیدهای باقیمانده در گره کمتر از  $\left\lceil \frac{m}{2} \right\rceil - 1$  باشد آنگاه باید کلیدی را از گره همزاد آن به این گره منتقل کنیم و یا آنرا با گره‌های همزاد آن ترکیب کنیم. سه وضعیت ممکن است رخ دهد

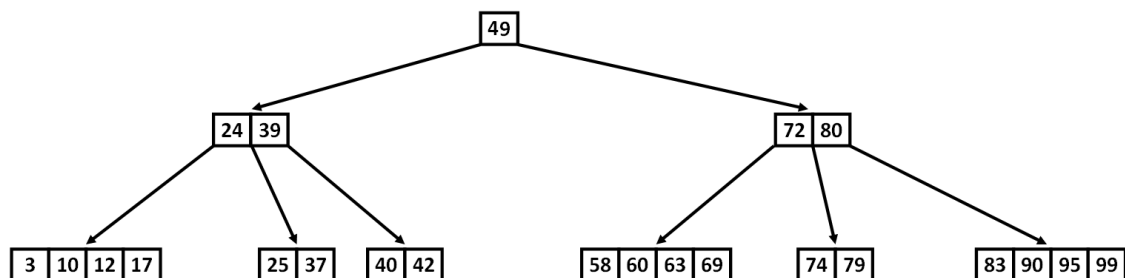
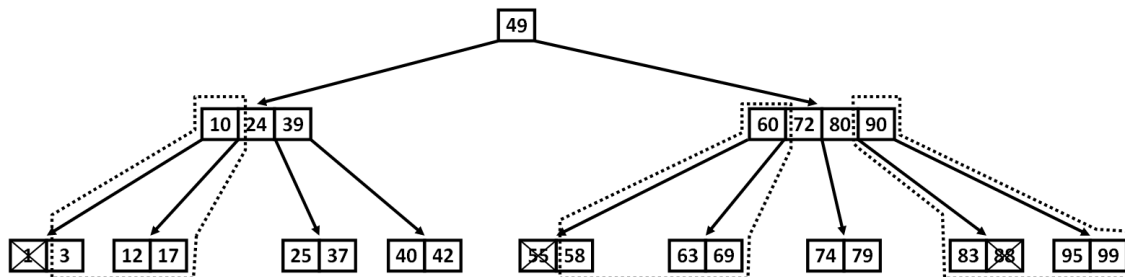
- (۱) نزدیک‌ترین همزاد راست بیش از  $\left\lceil \frac{m}{2} \right\rceil - 1$  کلید دارد.
- (۲) نزدیک‌ترین همزاد چپ بیش از  $\left\lceil \frac{m}{2} \right\rceil - 1$  کلید دارد.
- (۳) هیچ کدام از نزدیک‌ترین همزاد چپ یا راست بیش از  $\left\lceil \frac{m}{2} \right\rceil - 1$  کلید ندارند.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

در حالت‌های ۱ و ۲ یکی از کلیدها را از همزادی با بیش از  $\left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor - 1$  کلید به گره پدر انتقال می‌دهیم و سپس یک کلید از گره پدر را به گره برگی که کلیدی را از آن حذف کرده‌ایم؛ منتقل می‌کنیم. فرض کنید که در مثال فوق، می‌خواهیم گره 33 و 77 را حذف کنیم، خواهیم داشت



در حالت ۳ که هیچ همزادی بیش از  $\left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor - 1$  کلید ندارد، گره برگی را که کلیدی از آن حذف شده است را با یکی از همزادهایش ترکیب می‌کنیم و کلیدی را از گره پدر به این گره جدید (ترکیب شده برگی که کلیدی از آن حذف شده و همزادش) انتقال می‌دهیم. اگر تعداد کلیدهای گره ریشه کمتر از  $\left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor - 1$  باشد، روند فوق را برای این گره تکرار می‌کنیم. در صورتیکه بترتیب کلیدهای 88 و 1 و 55 را حذف کنیم خواهیم داشت.



## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### حالت دوم : حذف کلید از گره‌های غیر برگ

اگر کلیدی که باید حذف شود، در برگ نباشد، کلید پیشین یا بعدی آن در برگ وجود خواهد داشت. بنابراین با تبدیل ساده‌ای می‌توان حذف کلید از گره غیر برگ را به حذف کلید از گره برگ تبدیل کرد. فرض کنید  $k_i$  کلیدی در گره  $P_i$  باشد که باید حذف شود. فرض کنید گره  $P$  به صورت زیر باشد.

$K_1$	$K_2$	---	$K_i$	---	$K_n$	
$P_0$	$P_1$	$P_2$	---	$P_i$	---	$P_n$

چون  $P$  گره برگ نیست بنابراین  $P_i \neq null$  است. حال به جای کلید  $k_i$  که می‌خواهیم حذف کنیم، می‌توانیم کوچک‌ترین مقدار زیر درختی که  $P_i$  به آن اشاره می‌کند را قرار دهیم. این مقدار که در سمت چپ ترین برگ زیر درخت  $P_i$  وجود دارد را جایگزین  $k_i$  کرده و سپس آنرا از برگ همانند حذف یک کلید از برگ، حذف می‌کنیم.

### بررسی ویژگی‌های درخت B

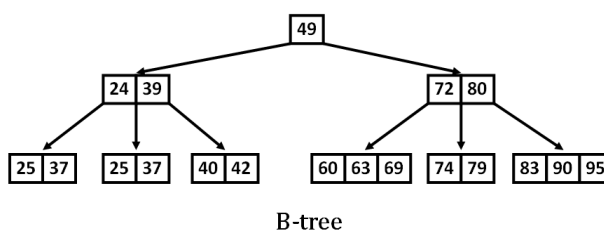
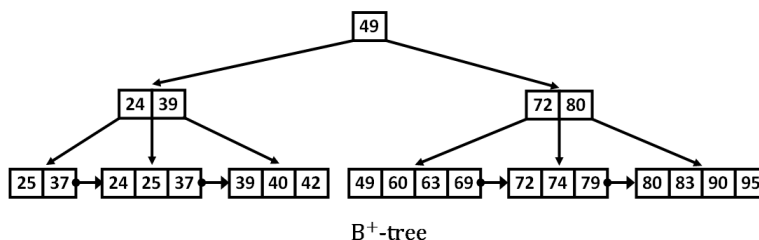
بعد از بررسی اعمال ممکن بر روی درخت B، حال بهش شرح بعضی از ویژگی‌های این درخت می‌پردازیم.

- درخت B همواره از نظر ارتفاع متوازن است.
  - درجه درخت B مرتبه  $m$ ، برابر با  $m$  است. یعنی حداکثر تعداد فرزندان یک گره برابر  $m$  است.
  - در درخت B با مرتبه  $m$  با ارتفاع  $h$  داریم
- $$\sum_{i=0}^{h-1} m^i = \frac{m^h - 1}{m - 1} = \text{حداکثر تعداد گره‌های ممکن}$$
- حداکثر تعداد مقادیر کلید در هر گره درخت B مرتبه  $m$ ، برابر با  $(m-1)$  است.
  - حداکثر تعداد مقادیر کلید در درخت B مرتبه  $m$  برابر است با
- گره ریشه حداقل دو فرزند دارد
  - تمام گره‌ها بجز گره ریشه حداقل می‌تواند  $\left\lceil \frac{m}{2} \right\rceil$  فرزند داشته باشد.
  - حداقل تعداد مقادیر کلیدها در گره ریشه برابر با یک است (اگر درخت خالی نباشد)
  - حداقل تعداد مقادیر کلید در هر گره غیر ریشه برابر با  $\left\lceil \frac{m}{2} \right\rceil - 1$  است.
  - هر مقدار کلید فقط یک بار در درخت ظاهر می‌شود.

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

### درخت $B^+$

درخت  $B^+$  از تغییر کوچکی در درخت  $B$  بدست می‌آید. تفاوت اصلی در بین این دو نوع درخت، تکرار تمامی مقادیر کلید در سطح برگ در درخت  $B^+$  است.



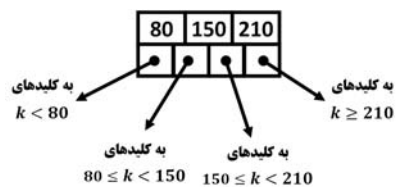
علاوه بر این تفاوت، در سطح برگ بین گره‌های برگ پیوندی وجود دارد که می‌توان کلیدهای سطح برگ را پشت‌سرهم و بودن نیاز به پیمایش درخت، خواند (البته این خواندن به صورت صعودی یا نزولی است و در آن تمام کلیدها شرکت دارند). در درخت  $B^+$  آدرس رکورد داده‌ها در فایل اصلی فقط در سطح برگها ذخیره می‌شوند و در گره‌های داخلی درخت  $B^+$  فقط کلیدها ذخیره می‌شوند. در واقع گره‌های داخلی فقط برای انجام عمل جستجو و رسیدن به گره برگ مناسب مورد استفاده قرار می‌گیرند. اگر داده موردنظر کوچکتر از کلیدی در یک گره داخلی باشد، اشاره‌گر سمت چپ و به تبع آن وارد زیر درخت سمت چپ می‌شویم ولی اگر بزرگتر باشد اشاره‌گر سمت راست و در نتیجه وارد زیردرخت سمت راست خواهیم شد. ولی در عمل جستجو همانگونه که قبل گفتیم، از کلید سمت چپ گره شروع می‌کنیم و آنقدر جلو می‌رویم تا به کلیدی در گره برسیم که از داده مورد جستجو بزرگتر باشد، آنگاه اشاره‌گر سمت چپ کلید را دنبال می‌کنیم و اگر هیچ کدام از کلیدهای موجود در گره از داده مورد جستجو کوچکتر نباشند، آخرین اشاره‌گر گره (سمت راست‌ترین) را دنبال می‌کنیم.

بعضی از ویژگی‌های درخت  $B^+$  عبارتند از:

- اشاره‌گرهای مربوط به رکورد داده‌ها (یا خود رکورد داده‌ها) فقط در برگ‌ها ذخیره می‌شوند.
- گره‌های داخلی (غیربرگ) را گره‌های شاخص، و گره‌های برگ را گره‌های داده‌ها می‌نامند.
- گره‌های داخلی فقط شامل کلیدها و اشاره‌گرها درخت هستند
  - می‌توان اشاره‌گرهای بیشتری را در گره‌های داخلی ذخیره کرد
  - به دلیل سطوح کمتر درخت، جستجو با سرعت بیشتری انجام می‌شود.
- فضایی به‌خاطر اشاره‌گرهای تهی در گره‌های برگ به‌هدر نمی‌رود

## ذخیره و بازیابی اطلاعات

ساختار گره‌های داخلی درخت  $B^+$  دقیقاً مثل ساختار گره‌های درخت B است.



ساختار گره‌های برگ درخت  $B^+$  به صورت زیر است

