



# فصل اول: مفاهیم سیستم‌های عامل

مریم تقی زاده

ترم اول ۱۴۰۴

Email: [taghizadehmail@gmail.com](mailto:taghizadehmail@gmail.com)

# منابع

## • کتاب

- Operating Systems, design and implementation (A. S. Tanenbaum, A. S. Woodhull)
  - طراحی و پیاده سازی سیستم عامل (اندرو تانن باوم، آلبرت وودهال)
- Operating System Concepts (A. Silberschatz, P. B. Galvin, G. Gagne)
  - مفاهیم و اصول طراحی سیستمهای عامل (سیلبرشاتس، گالوین، گین)
- Operating Systems, internals and design principles (W. Stallings)
  - مفاهیم و اصول طراحی سیستم عامل (استالینگ)
- ویدئوهای آموزشی

## • مقالات

# ارزیابی

- پایان ترم (امتحان کتبی)
- مطالب تدریس شده، جزوه کلاسی، کتاب، تمرین های کلاسی

- فعالیت کلاسی
  - تکالیف کلاسی
  - پروژه کلاسی (کدنویسی)
  - حضور فعال در کلاس
  - پروژه مطالعاتی همراه با ارائه
  - آزمونک



# رئوس مطالب فصل ۱

## • مفاهیم سیستم عامل

- نگاه سخت افزاری به سیستم
- اجزای سیستم کامپیوتری
- ساختار لایه ای کامپیوتر
- اجزای کامپیوتر
- معماری سیستم های کامپیوتری
- سیستم عامل چیست
- تاریخچه سیستم عامل
- انواع سیستم عامل
- سیستم عامل های دستگاه های خاص

## • ساختار سیستم عامل

- عملیات های سیستم عامل
- فراخوانی های سیستم

# مفاهیم سیستم عامل

1. نگاه سخت افزاری به سیستم

- اجزای سیستم کامپیوتری
- ساختار لایه ای کامپیوتر
- اجزای کامپیوتر
- معماری سیستم های کامپیوتری

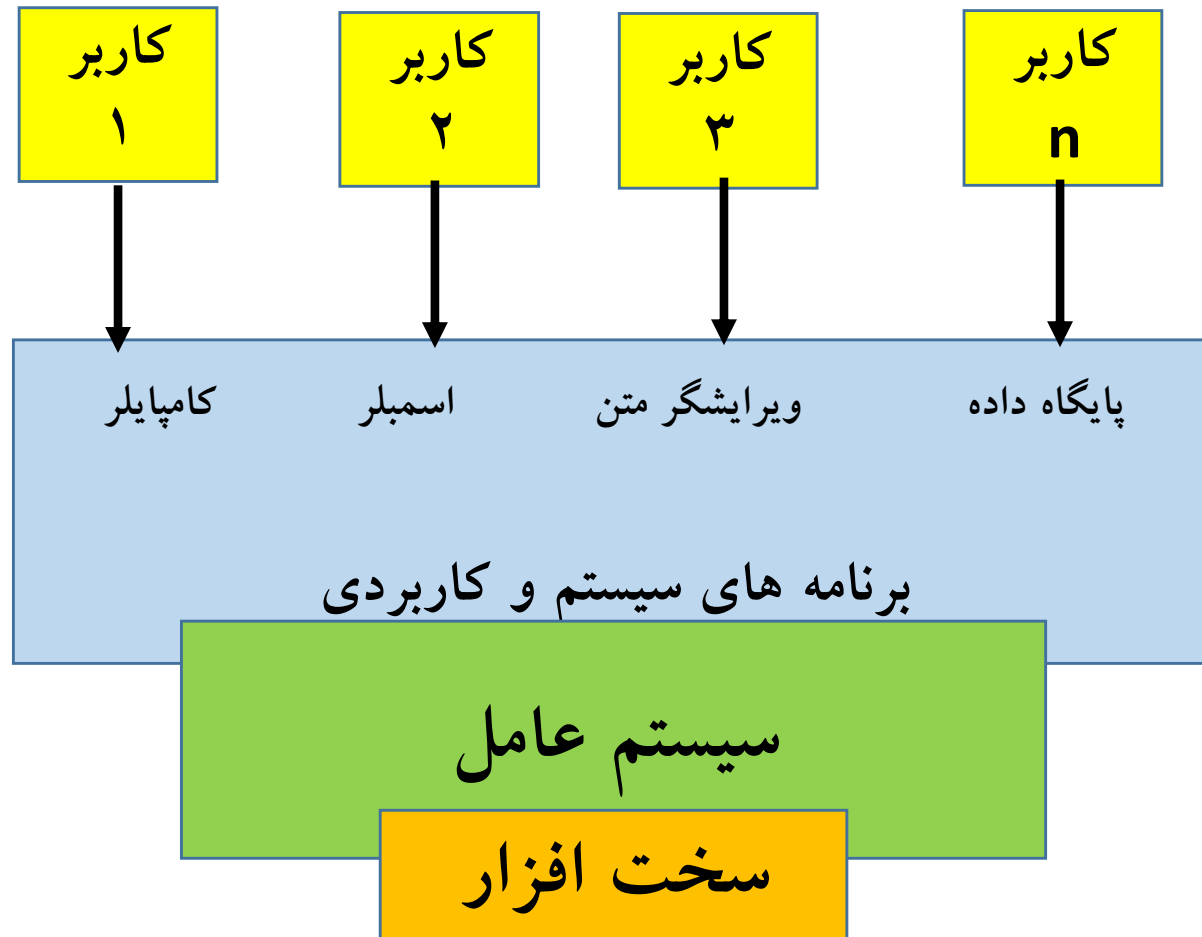
2. سیستم عامل چیست

3. تاریخچه سیستم عامل

4. انواع سیستم عامل

5. سیستم عامل های دستگاه های خاص

# ۱. نگاه سخت‌افزاری به سیستم



- اجزای سیستم کامپیوتری
  - سخت‌افزار
  - سیستم‌عامل
  - برنامه‌های سیستم برنامه‌های کاربردی
  - کاربران

# اجزای سیستم کامپیوتر

- سخت افزار
  - پردازنده (CPU)
  - حافظه
  - دستگاههای ورودی/خروجی
- سیستم عامل
  - مدیریت و کنترل سخت افزار
  - تخصیص منابع سخت افزاری به کاربرها

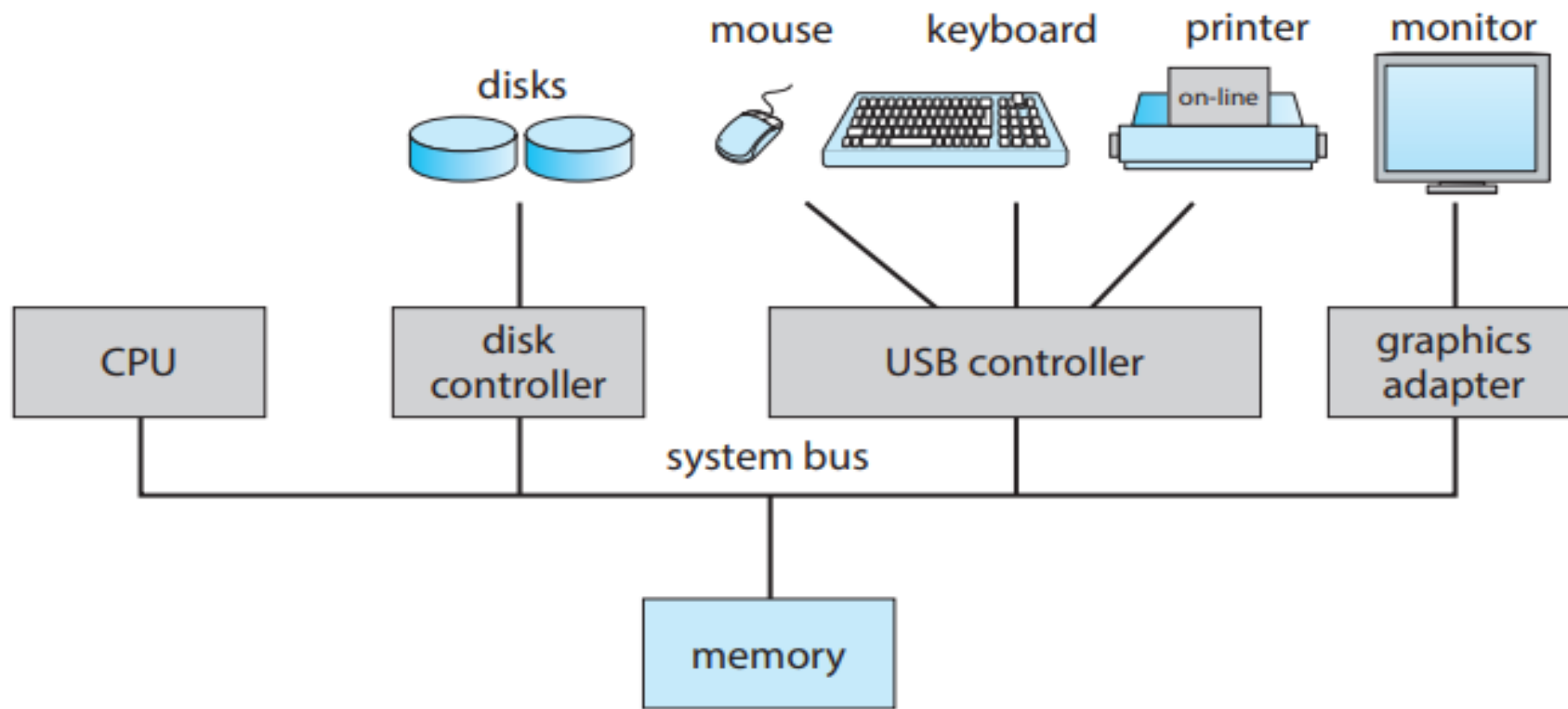


# اجزای سیستم کامپیوتر

- برنامه های کاربردی
- وب، ویرایشگر، برنامه های بازی، کامپایلرها و ...

- برنامه های سیستمی
- امکاناتی برای ایجاد، حذف، کپی و اجرای فایل و برنامه ها

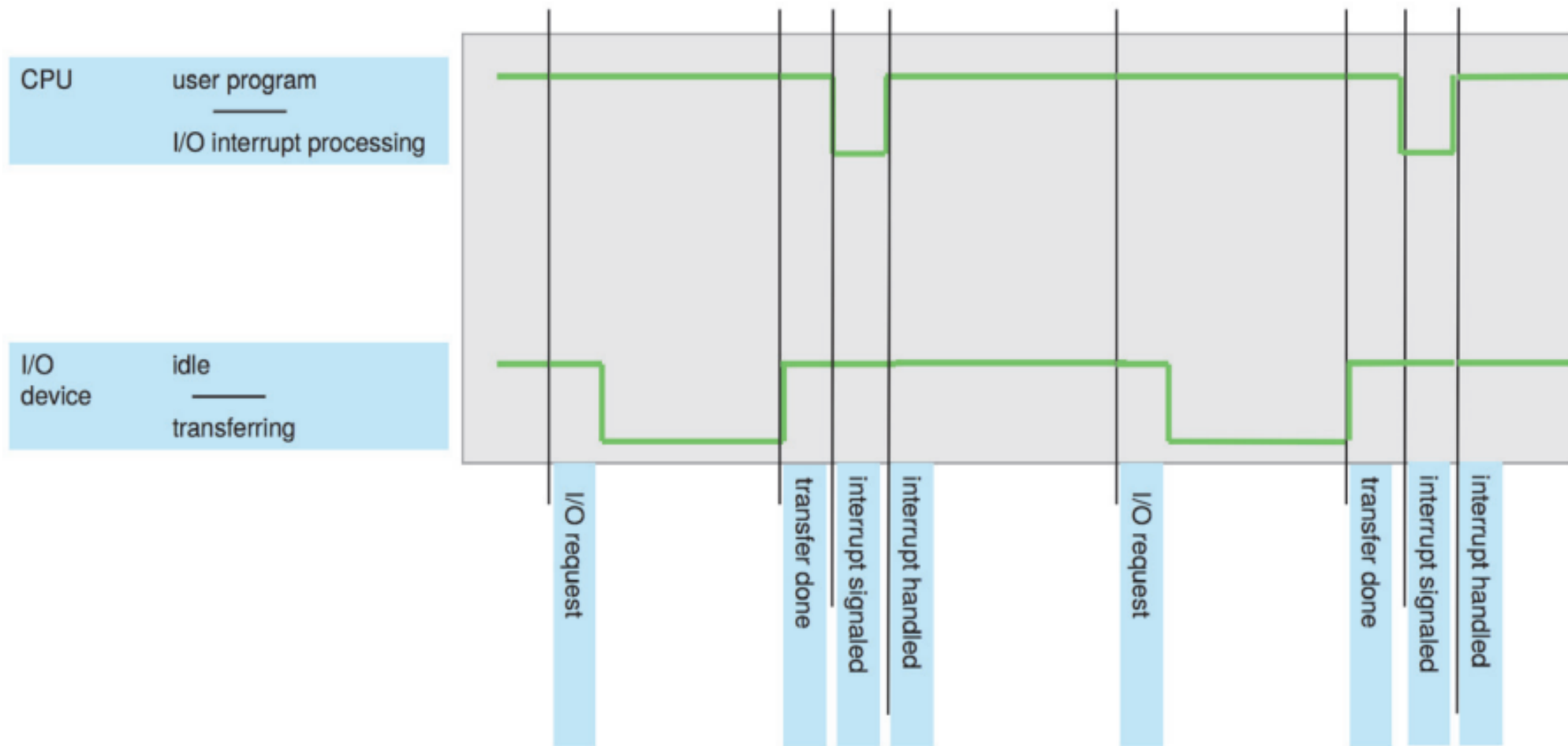
# اجزای سیستم کامپیوتر



# عملکرد سیستم کامپیوتر

- وظیفه کامپیوتر اجرای برنامه کاربران است. در سیستم دستگاههای کنترلر برای هماهنگی و تبدیلات مورد نیاز دستگاههای I/O با حافظه و پردازنده است.
- وقفه مبحث مهمی در عملکرد کامپیوتر است.
  - هر کامپیوتر دارای تعداد زیادی وقفه است.
  - تقاضای وقفه به CPU داده می شود.
  - CPU کاری را که در حال انجام است، متوقف کرده و به وقفه پاسخ می دهد.
  - برنامه روتین سرویس وقفه از محل خاصی که در حافظه ذخیره شده است، خوانده و اجرا می شود.
  - بعد از پاسخ به وقفه، CPU به ادامه دستورات برنامه خود بر می گردد.

# عملکرد سیستم کامپیوتر

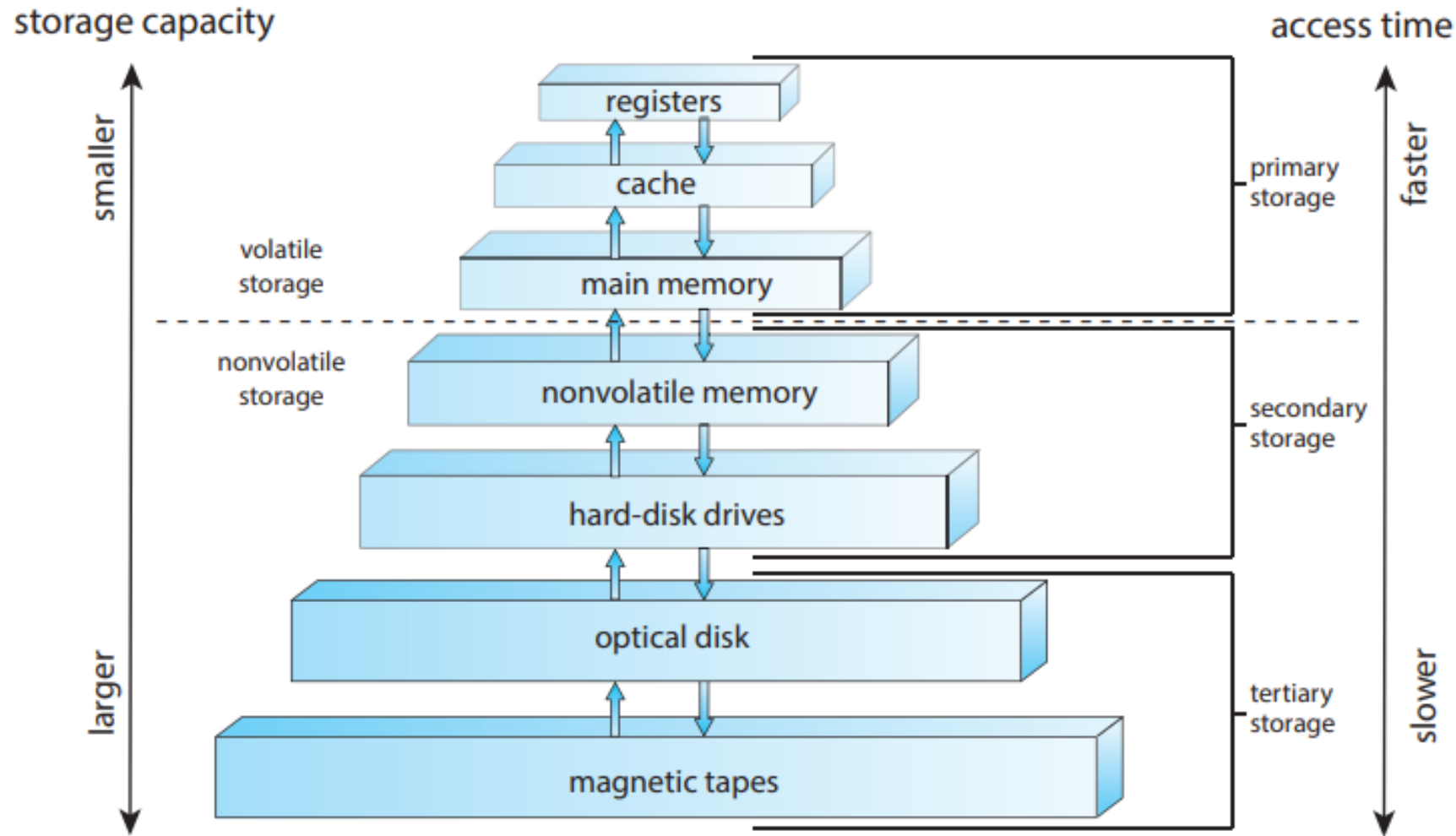


# ساختار ذخیره سازی

- هر برنامه در حافظه ذخیره می شود.
- برای اجرا، برنامه در حافظه اصلی RAM قرار می گیرد.
- حافظه با ظرفیت کم از حافظه استاتیک SRAM ساخته شده است.
- حافظه با ظرفیت بالا از حافظه ی دینامیک DRAM ساخته شده است.
- کامپیوترها از حافظه ی فقط قابل خواندنی ROM برای برنامه ها و اطلاعاتی که نباید بر اثر قطع برق از بین بروند، استفاده می کنند.
- کامپیوتر دارای حافظه ثانویه است. معمول ترین حافظه ثانویه، دیسک مغناطیسی است.
- دستگاههای ذخیره اطلاعات به ترتیب شامل ثبات، حافظه ی نهان، حافظه ی اصلی، دیسک (فلش)، دیسک مغناطیسی، دیسک نوری، نوار مغناطیسی است.
- تفاوت این حافظه ها، سرعت، اندازه و بهای واحد اطلاعات است. سلسله مراتب حافظه در تصویر آورده شده است.



# سلسله مراتب حافظه



HDD



SSD



## سلسله مراتب حافظه

### • دیسک سخت

• ذخیره سازی دائمی اطلاعات

• انواع دیسک سخت

• داخلی

• خارجی

• حالت جامد SSD

• هیبریدی (SSHDD)

ROM



ROM



حافظه اصلی



# سلسله مراتب حافظه



- **دیسک نوری**
- مبتنی بر فناوری لیزر
- جنس: پلاستیک فشرده
- ویژگی
- ماندگاری بالا
- هزینه پایین، قابلیت حمل و نقل آسان
- آسیب پذیری در مقابل خراشیدگی
- نیاز به درایور مخصوص برای خواندن
- کاربرد
- ذخیره سازی و پخش فیلم
- نرم افزار





# سلسله مراتب حافظه

- نوار مغناطیسی برای ذخیره سازی اطلاعات دیجیتالی بر روی نوار مغناطیسی با استفاده از روش ضبط دیجیتال است.

- ظرفیت بالا

- هزینه پایین

- ماندگاری بالا

- دسترسی ترتیبی

- کاهش سرعت دسترسی

- آسیب پذیری در برابر عوامل محیطی (مانند گرما، رطوبت و ..)

- کاربرد

- بایگانی داده های حجیم (مانند ویدئو، تصاویر و داده های علمی)

- پشتیبان گیری از داده ها

- ذخیره سازی اطلاعات بلند مدت

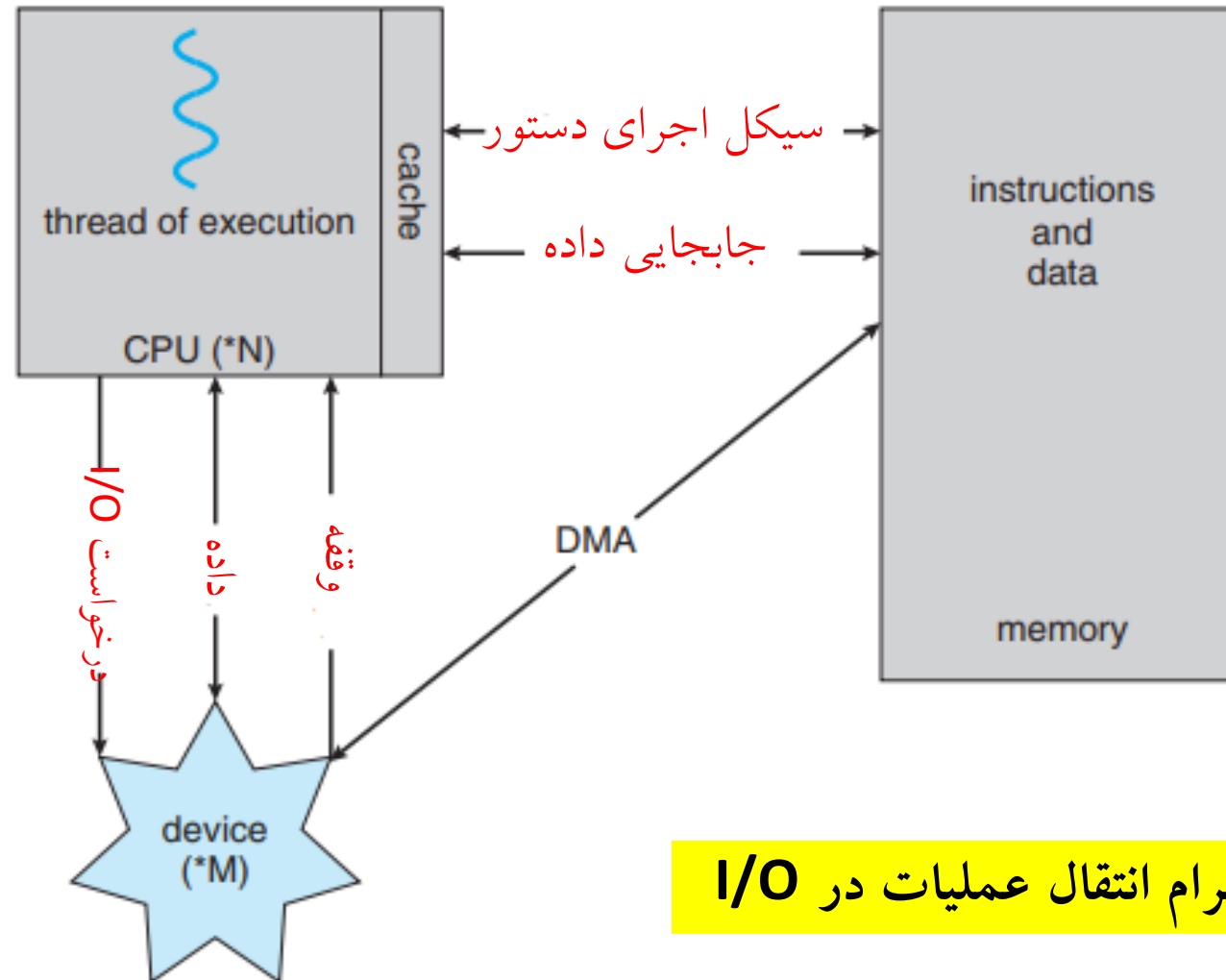
- حمل و نقل داده ها



# دستگاههای ورودی/خروجی

- هر سیستم کامپیوتری شامل تعدادی دستگاه ورودی/خروجی همراه با واسط و کنترلرهای مربوطه است.
- هر کنترلر
  - شامل مقداری بافر محلی (Local buffer)، تعدادی ثبات و اجزای دیگر است. وظیفه آن انتقال اطلاعات بین دستگاه ورودی-خروجی و بافر محلی است.
- سیستم عامل دارای نرم افزار درایور برای هر دستگاه کنترلر است. این نرم افزار :
  - مشخصات دستگاه کنترلر را شناسایی کرده و واسط بین دستگاه کنترلر و سیستم عامل است.
- برای شروع عملیات I/O،
  - نرم افزار درایور مقدارهای اولیه ی لازم را در ثبات های دستگاه کنترلر قرار می دهد.
  - کنترلر، محتویات ثبات ها را بررسی می کند و مشخص می کند که چه عملیاتی را انجام دهد.
  - بعد از اتمام عملیات، با وقفه پایان تبادل را به درایور اطلاع می دهد.
  - درایور، کنترل را به سیستم عامل بر می گرداند.
- انتقال عملیات در I/O
  - مبتنی بر وقفه
  - مبتنی بر دسترسی مستقیم حافظه ( DMA )

# دستگاه‌های ورودی/خروجی



بلاک دیاگرام انتقال عملیات در I/O

# روش DMA

- Direct Memory Access

- در این روش دستگاه I/O پس از تنظیم، بلوک بزرگی از داده ها را در زمان طولانی تر به یکباره منتقل می کند و سپس وقفه ای را به CPU می دهد.

- این انتقال توسط کنترلر سخت افزاری DMA کنترل می شود و نیازی به کنترل CPU ندارد.

- ثباتی برای آدرس حافظه

- ثبات های کنترلی (برای تعیین پورت I/O، جهت انتقال داده، واحد انتقال شامل بایت یا کلمه، تعداد بایت های انتقال)

- ثبات شمارش بایت

# معماری سیستم‌های کامپیوتری

- سیستم تک پردازنده (Single Processor Systems)
  - سیستمی با یک پردازنده CPU که قادر به اجرای دستورات است.
- سیستم چند پردازنده‌ای (Multiprocessor Systems)
  - سیستمی با دو یا تعداد بیشتر CPU است.
  - دستگاه‌های ورودی/خروجی، حافظه و گذرگاه مشترک دارند.
  - قابلیت پردازش موازی
- سیستم خوشه‌ای (Clustered Systems)

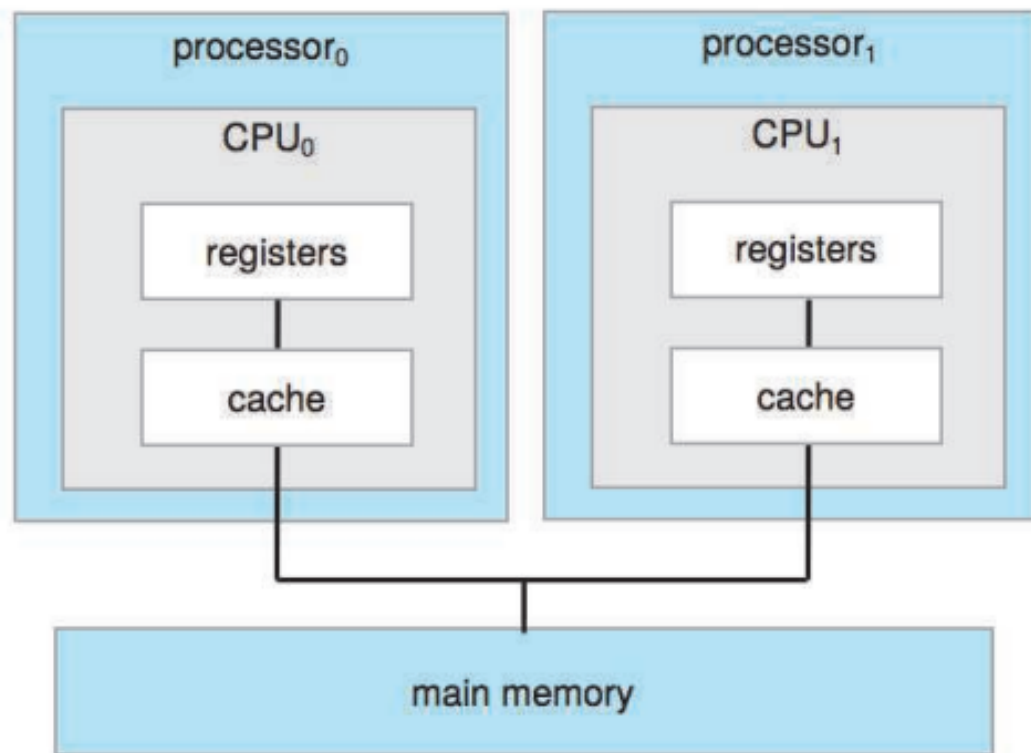
# معماری سیستم‌های کامپیوتری

- در سیستم چند پردازنده ای، CPU ها باید بتوانند از حافظه، امکانات ورودی/خروجی و گذرگاه سیستم به صورت اشتراکی استفاده کنند.
- انواع سیستم چند پردازنده ای
  - چند پردازنده متقارن (Symmetric Multi Processing-SMP)
  - چند پردازنده نامتقارن (Asymmetric Multi Processing-AMP)
- امتیازات سیستم چند پردازنده ای
  - قابلیت اطمینان بالا (Reliability).
  - تروپوت (بازدهی) بالا (Throughput)
  - مقرون به صرفه (Economic system)
- معایب سیستم چندپردازنده ای
  - افزایش هزینه
  - سیستم عامل پیچیده
  - نیاز به حافظه اصلی بزرگتری

# معماری سیستم‌های کامپیوتری

## • مشخصه SMP

- حافظه میان تمامی پردازنده‌ها مشترک است.
- همه پردازنده‌ها، همه انواع فرآیندهای درون سیستم عامل را اجرا می‌کنند.



- سیستم عامل می‌تواند بروی هر یک از پردازنده‌ها همزمان اجرا شود. پردازنده‌ها اعمال یکسانی را می‌توانند انجام دهند.
- متعادل شدن بار (Balancing)
- امنیت بیشتر

# معماری سیستم‌های کامپیوتری

## • مشخصه AMP

- هر پردازنده حافظه خصوصی خودش را دارد.
- مبتنی بر Master-Slave است.
- یک پردازنده نقش Master و دیگر پردازنده ها نقش Slave دارند.
- سیستم عامل بر روی پردازنده Master و دیگر برنامه های کاربران بر روی پردازنده های Slave اجرا می شوند.
- اگر پردازنده اجرا کننده سیستم عامل خراب شود، کل سیستم خراب می شود.



# معماری سیستم‌های کامپیوتری

- سیستم‌های خوشه ای

- مانند سیستم چندپردازنده ای از چند پردازنده (CPU) استفاده می کنند.
- شامل دو یا چند سیستم کامپیوتر با حافظه اشتراکی است که از طریق شبکه محلی LAN با هم در ارتباط هستند.
- یک برنامه به چند بخش تقسیم شده و به طور موازی در کامپیوترهای سیستم خوشه ای اجرا می شود.
- سرعت اجرای برنامه افزایش می یابد.
- افزایش قابلیت اطمینان و کارایی سیستم

- انواع سیستم خوشه ای

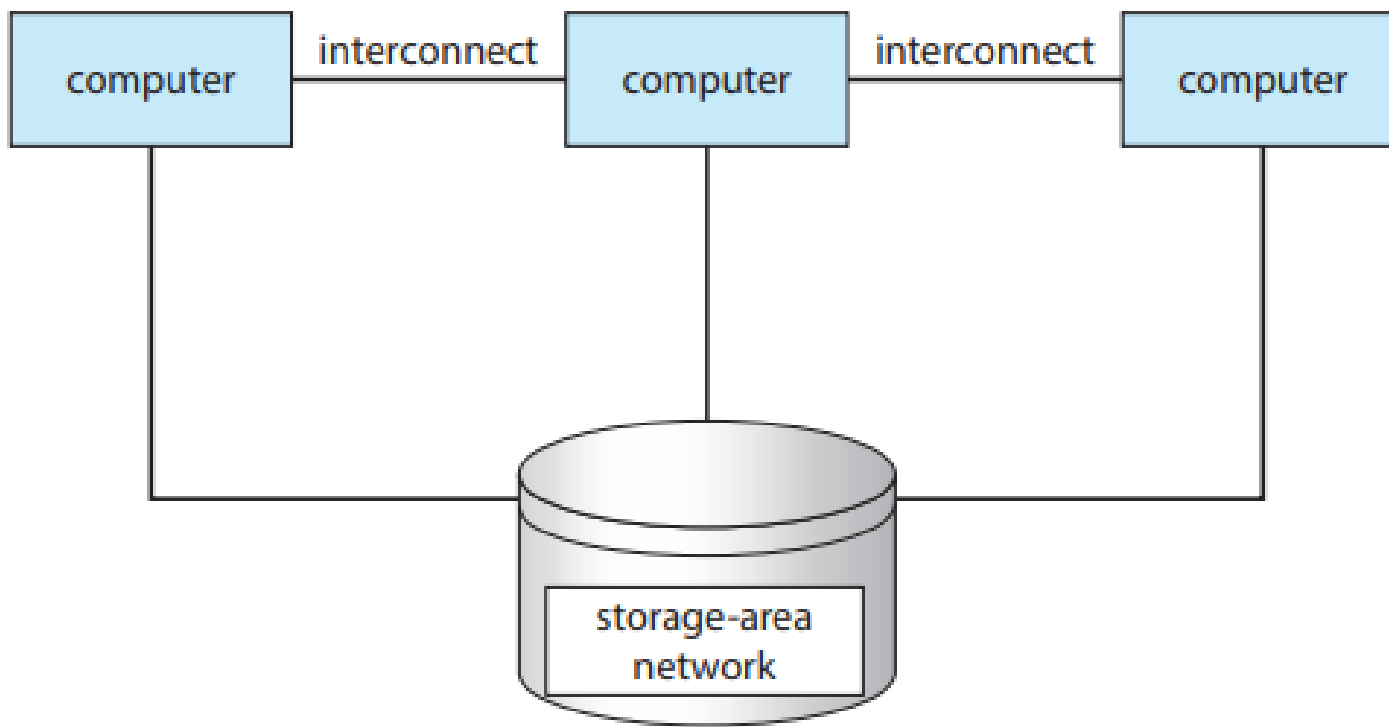
- متقارن
- نامتقارن

- با اتصال چند سیستم خوشه ای به شبکه محلی LAN، سیستم خوشه ای بزرگتر به صورت شبکه گسترده WAN ایجاد می شود.

سوال:

سیستم خوشه ای متقارن و نامتقارن چه ویژگی و تفاوت هایی دارند.

# سیستم خوشه‌ای



واحد SAN (حافظه گسترده شبکه)، راه حل های ذخیره سازی مقیاس پذیر، با کارایی بالا و متمرکز را ارائه می کند.

## ۲. سیستم عامل چیست

- بخش مهمی از سیستم کامپیوتر است.
- برنامه ای است که سخت افزار کامپیوتر را مدیریت می کند.
- به عنوان واسطه میان کاربر و سخت افزار کامپیوتر محسوب می شود.
- به کارگیری سخت افزار را میان برنامه های مختلف کاربران کنترل و تنظیم می کند.

## ۲. سیستم عامل چیست

از دیدگاه کاربران

- سیستم عامل از دیدگاه کاربر سیستم PC
  - برای سهولت استفاده کاربر طراحی شده است.
  - نگاهی به کارایی نیز دارد.
  - بهره وری منابع مهم نیست.
- سیستم عامل از دیدگاه کاربر کامپیوترهای بزرگ
  - کاربران در استفاده از منابع شریک هستند.
  - افزایش بهره وری منابع
- سیستم عامل از نگاه کاربر ایستگاههای کاری
  - میان بهره وری از منابع و استفاده شخصی توازن برقرار کند.

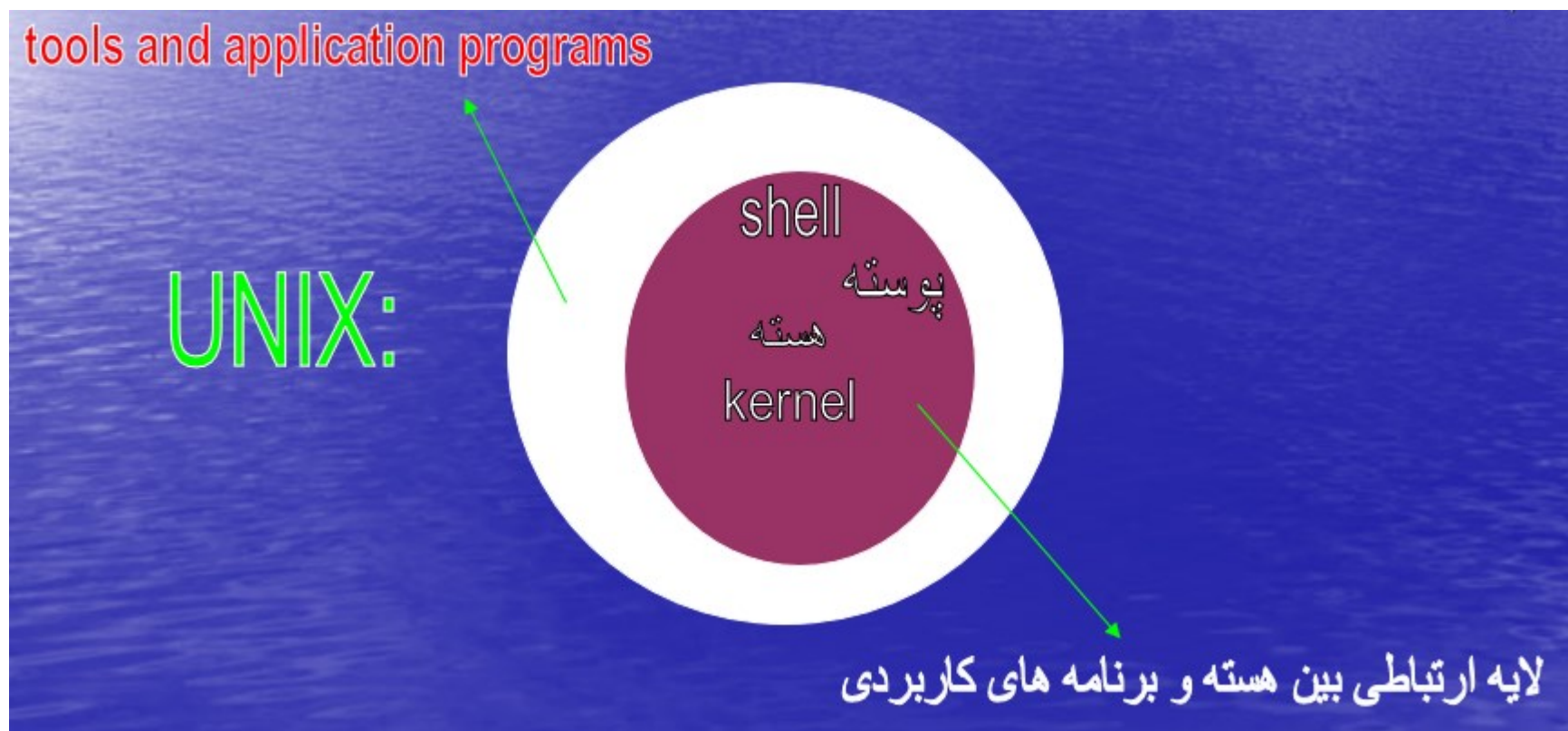
## ۲. سیستم عامل چیست

- سیستم عامل از دیدگاه سیستم
  - تخصیص دهنده منابع
  - منابع شامل CPU، فضای حافظه، فضای ذخیره سازی فایل، دستگاههای I/O
- تعریف سیستم عامل
  - برنامه ای است که همواره در سیستم کامپیوتری در حال اجرا است و به آن هسته (کرنل) گویند.
- اهداف سیستم عامل
  - محیط آسانی برای کاربر فراهم کند تا به کارگیری از کامپیوتر برای کاربر آسان شود.
  - بهره برداری بهینه از سخت افزار (برای سیستم های بزرگ چندمنظوره)

## ۲. سیستم عامل چیست

- سیستم عامل از دو بخش هسته ((کرنل)، kernel) و پوسته (shell) تشکیل شده است.
- کرنل یا هسته سیستم عامل بخشی است که شامل کدها و برنامه های پایه ای است که سبب میشه کاربر با سخت افزار ارتباط برقرار کند. (با زبان اسمبلی و C نوشته شده است)
- حال باید برنامه و بخشی وجود داشته باشد که بتوان با کمک آن با هسته ارتباط داشته و توابع آن را اجرا کرد. به این بخش پوسته گویند.
- در لینوکس پوسته در قالب (۱). گرافیک و (۲) خط فرمان وجود دارد.

## ۲. سیستم عامل چیست



## ۲. سیستم عامل چیست

- سیستم عامل ویندوز از چه زبان کدنویسی استفاده کرده است
  - زبان C
  - بخش زیادی از هسته ویندوز و درایورهای آن با این زبان نوشته شده است.
  - زبان C++
  - در توسعه رابط گرافیکی، برنامه های سیستمی ویندوز به کار می رود.
  - زبان اسمبلی
  - بخش هایی از ویندوز که به بهینه سازی بالا نیاز است مانند مدیریت حافظه و برخی توابع هسته.
  - زبان اسکریپتی
  - خودکار سازی وظایف، مدیریت سیستم و ... به کار می رود.



## ۳. تاریخچه سیستم عامل

- سیستم عامل ارتباط نزدیکی با معماری کامپیوتر دارد. بنابراین تاریخچه آن همان داستان تکامل نسل های کامپیوتر است.
- اولین کامپیوتر دیجیتال واقعی به نام «موتور تحلیلی» توسط چارلز بابیج طراحی شد.
  - ماشین کاملاً مکانیکی بود.
  - سیستم عامل نداشت.
  - برنامه نویسی به نام آیدالاویس را استخدام کرد و به همین دلیل اولین زبان برنامه نویسی به نام ایدا (Ada) نامگذاری شد.



# تاریخچه سیستم عامل (نسل اول)

- سیستم ها مبتنی بر لامپ خلاء بوده و در محدوده زمانی ۱۹۴۵-۱۹۵۵ واقع شده اند.

ماشین عظیم الجثه و به فضای فیزیکی زیادی نیاز داشت.



برنامه نویسی آن به زبان ماشین بود. زبان اسمبلی وجود نداشت. سیستم عامل هم نبود



تعیین وقت قبلی توسط کاربر برای کار با ماشین. انجام محاسبات سینوس، کسینوس و لگاریتم



ارائه کارت سوراخ دار یا پانچ و نوشتن برنامه بر روی آن. (کار کمی راحتتر شد)



# تاریخچه سیستم عامل (نسل دوم)

- سیستم ها مبتنی بر ترانزیستور بوده و در محدوده زمانی ۱۹۵۵-۱۹۶۵ واقع شده اند.
- زبان برنامه نویسی اسمبلی و زبان هایی مانند فرترن مطرح شد.

## • روال اجرای یک برنامه

- برنامه نویس، برنامه نوشته شده را بر روی کارت پانچ می کند.
- هنگام نوبت برنامه نویس، کارتها را به اپراتور مربوطه تحویل می دهد.
- برنامه نویس منتظر می ماند تا برنامه اش اجرا شده و خروجی ها را تحویل می گیرد.
- اپراتور، بعد از اتمام کار، از دستگاه چاپگر نتایج را برداشته و به اتاق خروجی می برد.
- این فرآیند مجدد برای کار دیگر تکرار خواهد شد.

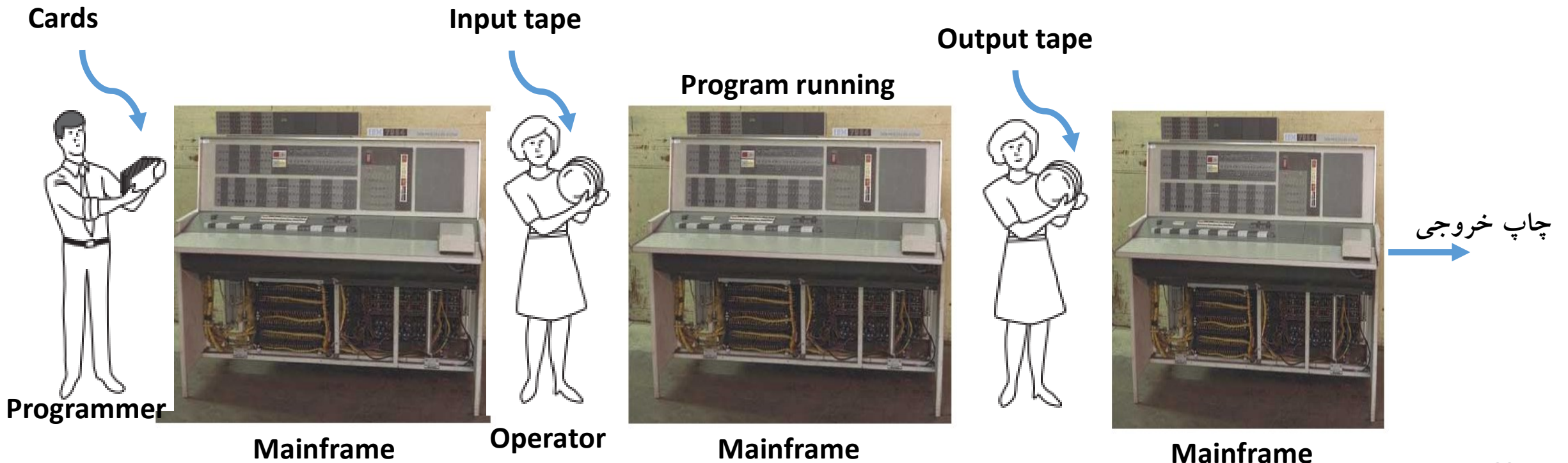
## • ایراد:

- اغلب وقت کامپیوتر صرف رفت و آمد اپراتور در اتاق کامپیوتر می شد.



# تاریخچه سیستم عامل (نسل دوم)

- با توجه به قیمت بالا و گرانی کامپیوترها، پژوهشگران بدنبال کاهش و حذف اتلاف وقت رفتند.
- راه حل: طراحی سیستم دسته ای (Batch system)



# تاریخچه سیستم عامل (نسل دوم)

- اپراتور برنامه خاصی را در مرحله ۲ در تصویر زیر بارگذاری می کند که کارها را یکی یکی از نوار ورودی خوانده و اجرا می کند.

• این برنامه جد سیستم عامل های امروزی است.

Input tape



Operator

Program running



Mainframe

## تاریخچه سیستم عامل (نسل دوم)

- کامپیوترهای بزرگ نسل دوم برای محاسبات علمی و مهندسی به کار گرفته می شدند.
- زبان برنامه نویسی آنها عمدتاً فرترن و اسمبلی بود.
- مهمترین سیستم عامل های این نسل، FMS سیستم نظارت فرترن و IBSYS می باشد.

# تاریخچه سیستم عامل (نسل سوم)

- دوره زمانی آن ۱۹۶۵-۱۹۸۰ می باشد.
- این نسل مبتنی بر مدارهای مجتمع (IC) است.
- در اوایل دهه ۱۹۶۰، دو طرز تفکر برای طراحی کامپیوتر وجود داشت:
  - کامپیوترهای تجاری که در بانکها به کار گرفته می شد.
  - کامپیوترهای علمی برای انجام محاسبات
- توسعه، بازاریابی و پشتیبانی از محصولات متفاوت، سبب افزایش هزینه ها می شد.
- برای حل همزمان این دو و داشتن سیستمی که هر دو قابلیت را همزمان داشته باشد، کامپیوتر System/360 توسط IBM معرفی شد.
- معماری و مجموعه دستورات یکسان و فقط از جنبه تعداد تجهیزات سخت افزاری متفاوت بودند.

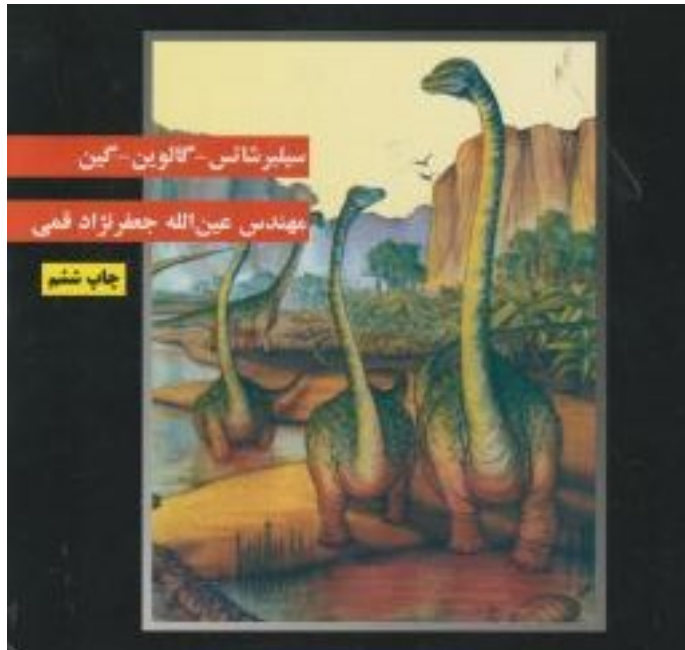
# تاریخچه سیستم عامل (نسل سوم)

- امتیاز هم خانواده بودن، این نوع سیستم به نوعی ایراد آن هم محسوب می شد.
- هدف این بود که تمام نرم افزارها و سیستم عامل آن (OS/360) بتوانند بر روی تمام مدل ها عمل کنند.
- ویژگی سیستم عامل OS/360:
  - باید بتواند در محیط های کاری مختلف بدرستی عمل کند.
  - با طیف وسیعی از وسایل جانبی کار کند
  - در تمام این شرایط کارایی مناسب خود را حفظ نماید.

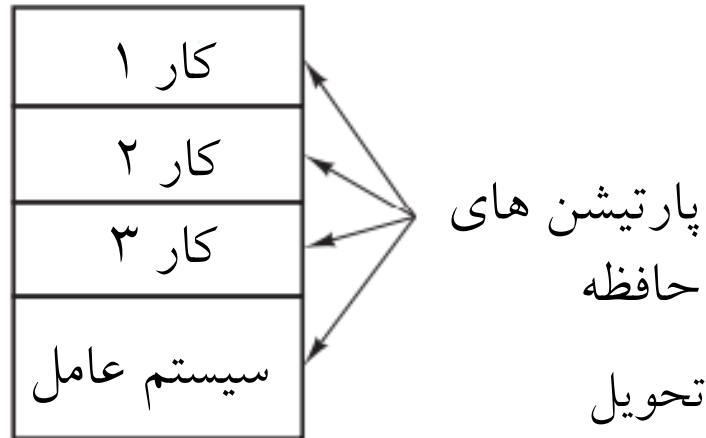


- بنابراین سیستم عامل بسیار پیچیده ای (با استفاده از زبان اسمبلی) طراحی شد





# تاریخچه سیستم عامل (نسل سوم)



- ویژگی های سیستم عامل OS/360

- چندبرنامگی (multiprogramming)

- انتقال سریع کارهای خوانده شده از کارتهای سوراخ دار به دیسک ها
- از بین رفتن اتلاف وقت

- **معایب**

- همچنان سیستم دسته ای است و کاربر باید برنامه را به اتاق کامپیوتر تحویل دهد

- در صورت رخ دادن خطا در کد برنامه، و نداشتن خروجی، وقت زیادی از کاربر گرفته می شد.



- سیستم های اشتراک زمانی (Time-sharing) معرفی شد.

# سیستم چندبرنامه‌ای (Multiprogramming)

- چندین برنامه در حافظه وجود دارد. پردازنده برنامه اول را از حافظه برداشته و اجرا می‌کند. زمانی که برنامه به دستگاه I/O نیاز داشته باشد، پردازنده به برنامه بعدی در حافظه سوئیچ می‌کند. در این حالت دستورات برنامه را اجرا می‌نماید. به همین روال کار ادامه می‌یابد.
- در هر لحظه از زمان، پردازنده درگیر اجرای برنامه است. بنابراین CPU، به طور موثرتری استفاده می‌شود.

# سیستم‌های اشتراک زمانی (Timesharing)

- چندین برنامه در حافظه قرار دارد. پردازنده با سوئیچ کردن میان برنامه‌هایی که در حافظه قرار دارد آن‌ها را اجرا می‌کند.
- سوئیچ بین برنامه‌ها آنقدر سریع است که کاربر تصور می‌کند در تمام لحظات، پردازنده در اختیارش قرار دارد.
- سیستم محاوره‌ای است.

# تاریخچه سیستم عامل (نسل سوم)

- در این دوره، مینی کامپیوتر (minicomputer) معرفی شد.
- در این مسیر، به سیستم عامل یونیکس (UNIX) ظهور پیدا کرد.
- کد منبع سیستم عامل یونیکس در اختیار همگان بود و بنابراین سبب ایجاد نسخه های ناسازگار متعددی شد.

# تاریخچه سیستم عامل (نسل چهارم)

- از سال ۱۹۸۰ معرفی شدند.
- مبتنی بر مدارهای مجتمع بزرگ مقیاس VLSI است.
- هزاران ترانزیستور بر روی یک تراشه قرار می گیرند.
- میکروپروسورها و کامپیوترهای شخصی معرفی شدند
- میکروپروسور 8080 در اندازه ۸ بیت توسط ایتل معرفی شد.
- سیستم عامل CP/M پدیدار شد.
- به مدت ۵ سال، این سیستم عامل انحصاری بازار را دست گرفت.
- میکروپروسور ۱۶ بیتی معرفی شد
- سیستم عامل DOS معرفی شد.

# تاریخچه سیستم عامل (نسل چهارم)

- سیستم عامل DOS
- مایکروسافت برای میکروپروسسور ۱۶ بیتی، یک بسته نرم افزاری پیشنهاد کرد که شامل مفسر Microsoft Basic و یک سیستم عامل جدید به نام DOS بود.
- سیستم عامل DOS (سیستم عامل دیسک)
  - محصول شرکتی بود که مایکروسافت آن را خریداری کرد و تغییر داد و به نام MS-DOS ارائه اش نمود.
  - این سیستم عامل به سرعت فراگیر شد.
  - مدل خط فرمان بود.
- در ادامه رقابت ها، ویندوز توسط مایکروسافت مطرح شد.
  - شامل یک پوسته گرافیکی بر روی MS-DOS بود و ۱۶ بیتی بود.
  - سپس ۳۲ بیتی آن معرفی شد که مرتبط با MS-DOS نبود.

# تاریخچه سیستم عامل (نسل چهارم)

- سیستم عامل یونیکس در کامپیوترهای مانند ایستگاههای کاری و سرویس دهنده های شبکه به کار گرفته شد.
- در کامپیوترهای مبتنی بر پردازنده ایتل، لینوکس پدیدار شد.
- با ظهور شبکه های محلی، سیستم عامل شبکه یا سیستم عامل توزیع شده معرفی شد.



## ۴. انواع سیستم عامل

- سیستم عامل دسته‌ای (Batch Operating System)
- سیستم عامل چند برنامه‌ای (Multi-programming Operating System)
- سیستم عامل اشتراک زمانی (Time-sharing Operating System)
- سیستم عامل شبکه
- سیستم عامل شبکه‌های توزیع شده (Distributed Operating System)
- سیستم عامل بلادرنگ (Real-time Operating System)

# انواع سیستم عامل

- سیستم دسته ای
  - دنباله ای از کارهای مجزا را خوانده، سپس انجام داده و در پایان خروجی را چاپ می کند.
  - کاربر با کار در حال اجرا تعاملی ندارد.
- سیستم عامل دسته ای
  - وظیفه آن انتقال کنترل از یک کار به کار دیگر است.
  - سیستم عامل همیشه در حافظه قرار داشت.

# انواع سیستم عامل

- سیستم چند برنامه ای
  - با سازماندهی کارها بهره وری پردازنده افزایش می یابد.
  - پردازنده در هر لحظه کاری برای اجرا دارد.
- سیستم عامل چندبرنامه ای
  - چندین کار را همزمان در حافظه نگه می دارد.
  - یک کار را انتخاب نموده و آن را به CPU داده که اجرا نماید.
  - ممکن است وظیفه (کار) نیاز به I/O داشته باشد و در این شرایط وظیفه منتظر می ماند.
  - سیستم عامل در این میان وظیفه دیگری را از حافظه انتخاب می کند و آن را اجرا می نماید.
  - پردازنده تا زمانی که کار در حافظه وجود دارد بیکار نمی ماند.

• در اینجا، سیستم عامل برای کاربران تصمیم می گیرد.



# انواع سیستم عامل

## • سیستم عامل چندبرنامه ای

در سیستم عامل چندبرنامه ای ، تمام کارهایی که وارد سیستم می شوند در مخزن نگهداری می شوند. این کارها شامل کلیه فرآیندهایی است که بر روی دیسک قرار دارند و منتظر هستند که حافظه به آنها تخصیص داده شود. اگر چندین کار آماده ورود به حافظه باشند و حافظه کافی برای همه آنها وجود نداشته باشد سیستم باید از بین آنها کارهایی را انتخاب نماید. به این انتخاب، **زمانبندی کار** می گویند.

# مفهوم Spooling

- Simultaneous Peripheral Operating Online
- عملیات همزمان (پیوسته) عملیات جانبی به صورت آنلاین
- ویژگی سیستم عامل نسل سوم
  - هرگاه یک کار در حال اجرا در حالت سیستم چندبرنامه ای به اتمام رسید، سیستم عامل می تواند یک کار جدید را از روی دیسک برداشته و در یک بخش خالی حافظه بارگذاری کند و سپس در زمان مناسب اجرا نماید. این تکنیک را Spooling می گویند. (عملیات پیوسته همزمان دستگاه جانبی)
  - یک تکنیک مدیریتی است که در سیستم عامل برای بهبود عملکرد به کار می رود.
  - این تکنیک را می توان برای دستگاه های خروجی (مانند چاپگر) نیز در نظر گرفت، در واقع، در سیستم هایی که سرعت CPU با سرعت دستگاه های جانبی و I/O و چاپگرها تفاوت زیادی دارد، این تکنیک به کار میرود.

# اسپولینگ

- اسپولینگ یک نوع صف‌بندی برای کارهای ورودی/خروجی است. به جای اینکه CPU مستقیماً با دستگاه‌های I/O کندتر درگیر شود، داده‌ها یا دستورات مربوط به این دستگاه‌ها ابتدا در یک حافظه موقت (بافر) به آن «صف اسپول» گفته می‌شود، ذخیره می‌شوند. سپس پردازنده به کارهای دیگر خود می‌پردازد و دستگاه‌های I/O به تدریج و با سرعت خودشان، داده‌ها را از صف اسپول می‌خوانند و پردازش می‌کنند.

# اسپولینگ آفلاین

- در این روش تنها یک پردازنده وجود دارد.
- روش مبتنی بر چند برنامه‌ریزی است و سیستم عامل چندبرنامه‌ای مطرح است.
- ورودی کارها پس از خوانده شدن بر روی دیسک پشتیبان قرار می‌گیرد.
- سیستم عامل کارهای آماده اجرا را که بر روی دیسک قرار دارند، به این ترتیب انتخاب کرده تا اجرا شوند. خروجی‌هایی مربوط به برنامه‌های اجرا شده نیز بر روی دیسک قرار می‌گیرد تا سیستم عامل آن‌ها را به دستگاه‌های خروجی ارسال می‌کند.
- در این روش مدیریت دستگاه‌های خروجی بر عهده سیستم عامل است. تمام عملیات ورودی و خروجی بر روی مستندات دیسک انجام می‌شود.

# انواع سیستم عامل

- سیستم اشتراک زمانی

- چندین برنامه در حافظه قرار داده می شود و CPU با سوئیچ کردن بین برنامه هایی که در حافظه قرار دارند آن ها را اجرا می کند. سوئیچ کردن بین برنامه ها انقدر سریع است که هر کاربر تصور می کند که کامپیوتر فقط برنامه ای او را اجرا می کند.
- یک سیستم محاوره ای است.

- سیستم عامل اشتراک زمانی

- چندین کاربر به طور همزمان از یک کامپیتر به طور اشتراکی استفاده می کنند. چون هر فعالیت یا فرمان در سیستم اشتراک زمانی کوتاه است. برای هر کاربر نیاز به وقت اندکی از CPU است. بنابراین CPU به سرعت بین کارهای مختلف تبادل می کند.

- با استفاده از زمانبندی CPU و چندبرنامه ای، کامپیوتر اشتراک زمانی را در اختیار کاربران قرار می دهد.
- هر کاربر حداقل یک برنامه در حافظه دارد.
- برنامه ای که به حافظه بارگذاری شده و اجرا می شود، را «**فرآیند**» گویند.



# انواع سیستم عامل

## • سیستم شبکه

- کامپیوترها از طریق شبکه بهم متصل هستند.
- کاربران از وجود ماشین های مختلف در شبکه مطلع هستند.
- کاربر از راه دور می تواند از دور وارد یک ماشین شود و کپی فایل انجام دهد.
- هر ماشین سیستم عامل محلی خودش را اجرا می کند. بنابراین می تواند مستقل از کامپیوترهای دیگر شبکه کار کند و یا با سایر کامپیوترهای شبکه ارتباط برقرار کند.

## • سیستم عامل شبکه

- به اشتراک گذاشتن فایل ها بین کامپیوترها و کاربرها
- تبادل اطلاعات و پیام بین پردازنده ها از کامپیوترهای مختلف

# انواع سیستم عامل

- سیستم شبکه توزیعی

- سیستم ها در یک محیط شبکه ای قرار دارند. قسمت های مختلف برنامه کاربر بدون آنکه خود متوجه باشد می تواند همزمان در چند کامپیوتر مجزا اجرا شود و سپس نتایج به سیستم اصلی برگردد.

- سیستم عامل شبکه های توزیع شده

- تقسیم اجزای مختلف کار در سیستم های مختلف توسط سیستم عامل انجام می شود
- بستری با استقلال کمتر نسبت به سیستم عامل شبکه، فراهم می کنند. در این سیستم ها، سیستم عامل کامپیوترهای مختلف، آن قدر با هم در ارتباط هستند و با هم کار می کنند که گویی فقط یک سیستم عامل در کل شبکه وجود دارد.
- از سیستم عامل شبکه پیچیده تر است.
- اطلاعات و بانک های حجیم داده می توانند بر روی سیستم های مختلف توزیع شوند.

# انواع سیستم عامل

## • سیستم بلادرنگ

- کامپیوترهای کوچک یا کامپیوترهای تعبیه شده که در کاربردهایی نظیر کنترل سوخت اتومبیل یا در ربات‌ها، دستگاههای ماکروویو، منشی تلفن، ماشین رختشویی، اسباب بازی، تجهیزات پزشکی و ... تعبیه می‌شوند، که هریک کار خاصی را انجام می‌دهند.
- سیستم باید در زمانی مشخص و معین حتما پاسخ دهد.
- زمان پاسخ باید سریع و تضمین شده باشد.

## • سیستم عامل بلارنگ

- در این سیستم‌ها، سیستم عامل پیشرفته وجود ندارد.
- وظیفه آن، مدیریت همزمان چند رویداد است که بتواند در محدوده زمانی قابل پیش بینی پاسخ بدهد.

# انواع سیستم عامل

- سیستم بلادرنگ
  - سخت (Hard real-time)
  - نرم (Soft real-time)
- سیستم بلادرنگ سخت
  - در مهلت زمانی باید پاسخ بدهد (دستگاههای مانیتورینگ پزشکی، موشک در صنایع دفاعی و ...)
  - تضمین می کند که کارهای بحرانی به موقع انجام می شود.
  - باید تمام تاخیرهای موجود در سیستم از بین برود
- سیستم بلادرنگ نرم
  - اولویت کار بی درنگ از سایر کارها بیشتر است و تا اجرای کامل این اولویت را دارد.
  - تاخیرهای هسته باید حذف شود.

## ۵. سیستم عامل های دستگاه های خاص

- سیستم هایی هستند که کار بخصوصی را انجام می دهند. مانند میکروکنترلرها
- کامپیترهایی که در دستگاه های موبایل هستند.
- سیستم های چندرسانه ای شامل فایل های تصویری و صوتی است.
- سیستم عامل اینگونه سیستم ها متفاوت با سیستم عامل های رایج است. وظیفه آنها تمرکز بر وظیفه خاصی است که در آن سیستم ها تعبیه شده است.

# ساختار سیستم عامل

سیستم عامل از نگاه ساختاری می تواند تقسیم بندی شود:

- سیستم های یکپارچه
- سیستم های لایه ای
- میکرو کرنل
- مشتری-خدمتگزار
- ماشین مجازی

# سیستم یکپارچه - ساده (Monolithic)

- ساختار تعریف شده خوبی ندارد.
- از برنامه ساده و کوچک شروع شده و بتدریج توسعه یافته است.
- به صورت یک مجموعه از رویه ها نوشته شده است که هر یک می توانند دیگری را به هنگام نیاز فراخوانی کنند.
- برای مخفی کردن اطلاعات امکاناتی وجود ندارد و هر رویه برای دیگر رویه ها کاملاً قابل مشاهده است.

## • مثال:

- سیستم عامل MS-DOS
- در MS-DOS، واسطه ها و سطوح عملیاتی به خوبی مجزا نشده اند.

# سیستم یکپارچه - ساده (Monolithic)

1. برنامه کاربردی تابع سیستم عامل را صدا می زند.
2. ماشین از حالت کاربر به حالت هسته می رود و کنترل به سیستم عامل منتقل می شود.
3. روال مربوطه (روال سرویس دهی) اجرا شده و در انتها به برنامه کاربر بر می گردد.

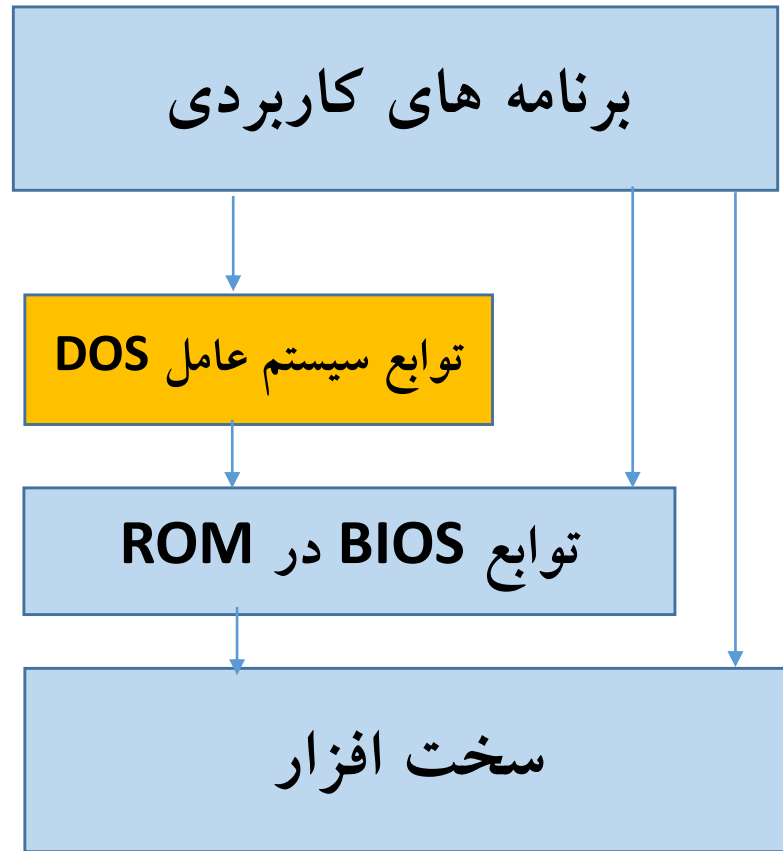
اگر برنامه کاربر خوب عمل نکند، ممکن است کل سیستم عامل خراب شود. (چون برنامه کاربر دسترسی مستقیم به سخت افزار دارد)





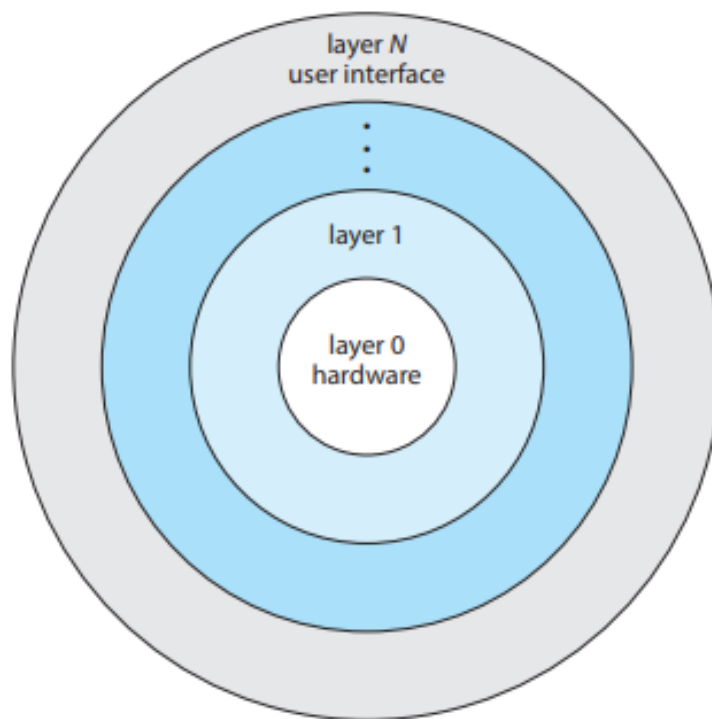
# سیستم یکپارچه - ساده (Monolithic)

ساختار سیستم عامل DOS



# سیستم لایه ای

- با پیشرفت فناوری، می توان طراحی سیستم عامل را به صورت مجموعه ای از اجزاء کوچکتر انجام داد. در واقع به صورت چند ماژول مختلف می توان سیستم عامل را طراحی نمود. با توجه به این تفکر، یکی از روش ها لایه بندی است.



# سیستم لایه ای

- سیستم عامل به تعدادی لایه (سطوح مختلف) تقسیم می شود.
  - پایین ترین لایه، لایه صفر است که سخت افزار می باشد.
  - بالاترین لایه (لایه N)، لایه ی واسط کاربر است.
- هر لایه وظیفه خاصی داشته و مستقل از لایه های دیگر طراحی و توسعه داده می شود.
- هر لایه فقط توابع و سرویس های پایین تر را استفاده می کند.
- لازم نیست که لایه ها بدانند این عملیات چگونه پیاده سازی شده اند.
- خطایابی و بررسی آسان تر می شود.

# سیستم لایه‌ای

## • مزیت

- هر لایه فقط توابع و سرویس های لایه پایین تر را استفاده می کند.
- هر لایه را می توان مستقل از لایه های دیگر طراحی کرد، بسط داد و خطایابی کرد.

## • معایب

- تعریف دقیق لایه ها ایراد این روش است.
- زیرا هر لایه فقط می تواند از لایه های زیرین استفاده کند، بنابراین نیاز به برنامه ریزی دقیقی است.
- بازدهی کمتری نسبت به دیگر روش ها دارد.

# میکرو کرنل - اگزو کرنل

- یک رویکرد طراحی سیستم عامل است که در آن، هسته سیستم عامل به حداقل وظایف ممکن محدود می شود. در واقع، بخشی از اجزای سیستم عامل از کرنل خارج می شود. سایر خدمات سیستم عامل به عنوان فرآیندهای کاربر در فضای کاربر اجرا می شود.

- در کرنل وظایف زیر در نظر گرفته شد:
- مدیریت حافظه: تخصیص و آزادسازی حافظه فیزیکی و مدیریت حافظه مجازی.
- ارتباط بین فرآیندها: فراهم کردن مکانیزم هایی برای ارتباط میان فرآیندها
- مدیریت فرآیند: ایجاد، خاتمه و زمانبندی فرآیندها

- مثال: ویندوز NT

# میکرو کرنل - اگزو کرنل

- **قابلیت اطمینات بالا**

- به دلیل کوچکی هسته، احتمال بروز خطا کمتر است.
- در صورت رخ دادن خطا، تاثیر آن بر سایر بخش ها احتمالا کمتر می باشد

- **امنیت بالا**

- بدلیل جداسازی هسته از عملیات های OS، آسیب پذیری امنیتی در یک سرویس تاثیر کمتری بر سایر بخش ها می گذارد.

- **انعطاف پذیری بالا**

- به دلیل ماژولار بودن ساختار، اضافه، حذف یا تغییر خدمات سیستم عامل به راحتی امکان پذیر است.

# میکرو کرنل - اگزو کرنل

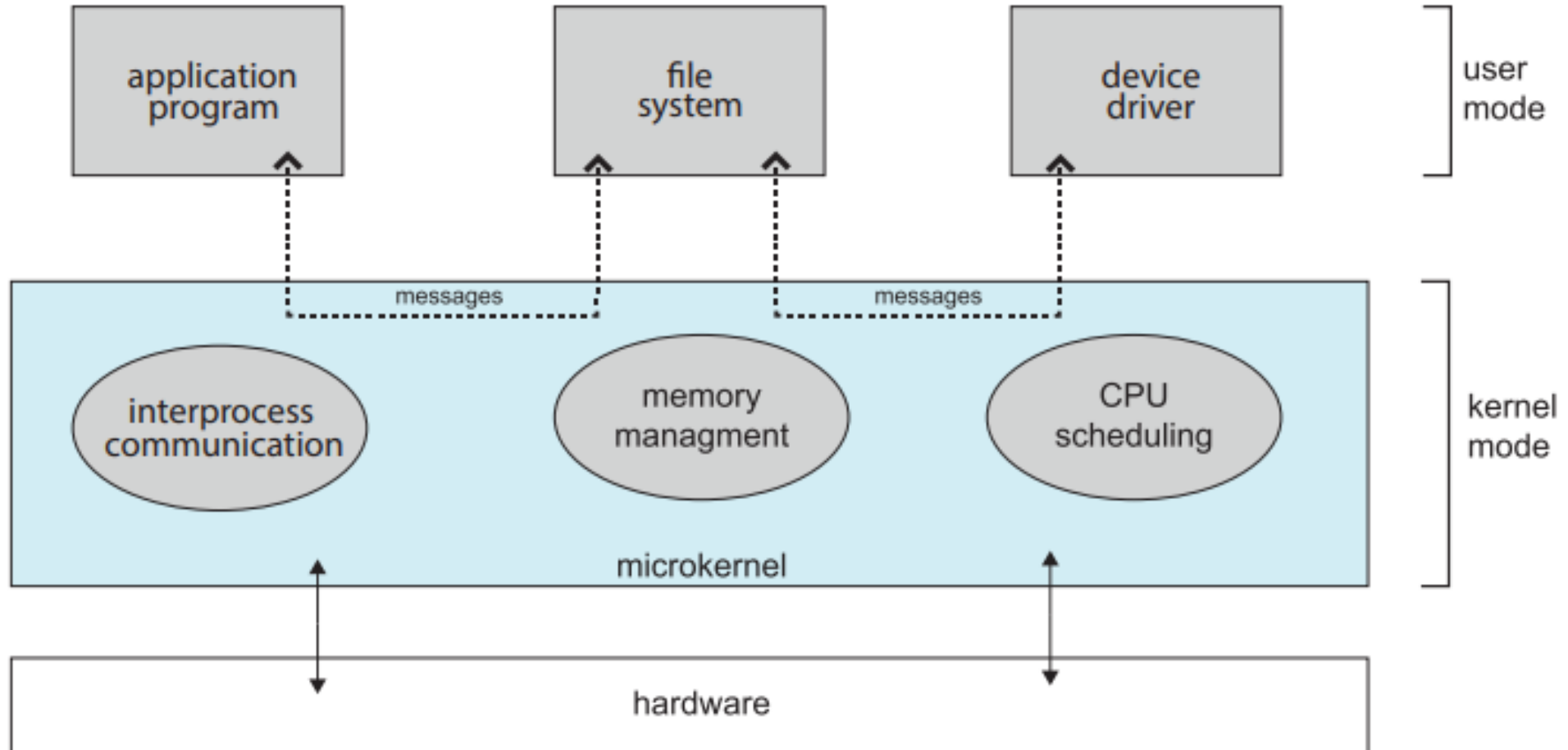
- **عملکرد پایین تر**

- به دلیل سربار ارتباطات بین فرآیندها، عملکرد این سیستم عامل ها پایین تر از سیستم عامل های مبتنی بر هسته یکپارچه است.

- **پیچیدگی بیشتر**

- طراحی و پیاده سازی سیستم عامل های مبتنی بر میکرو کرنل پیچیده تر از سیستم عامل های مبتنی بر هسته یکپارچه است.

# میکرو کرنل - اگزو کرنل





# مشتری-خدمتگزار (Client-Server)

- سیستم عامل به عنوان مجموعه ای از سرویس ها در نظر گرفته می شود که به درخواست های برنامه های کاربردی پاسخ می دهد.
- درخواست فرآیند کاریر (فرآیند مشتری) به یک فرآیند سرویس دهنده (خدمتگزار Server) فرستاده شده و پاسخ آن (نتیجه اجرای درخواست) به مشتری برگشت داده می شود.
- ایده:
- تقسیم وظایف سیستم عامل به بخش های کوچکتر
- وظایف سیستم عامل به صورت مجموعه ای از سرویس های مستقل طراحی شود.
- وظیفه هسته، برقراری ارتباط بین فرایندهای مشتری و سرویس دهنده است.

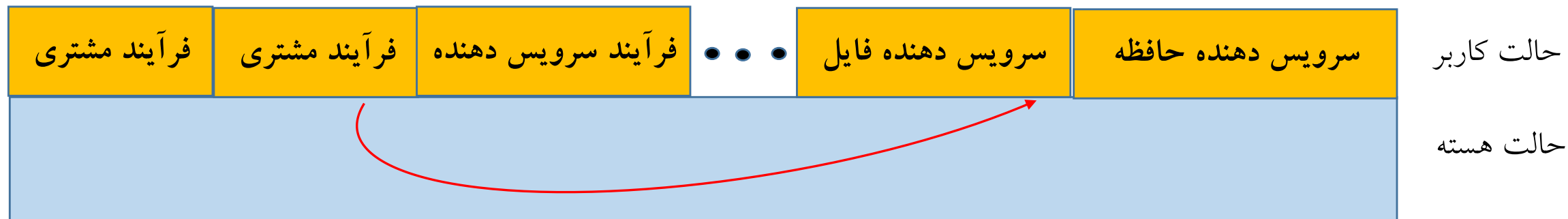
# مشتری-خدمتگزار (Client-Server)

- معایب
  - عملکرد پایین تر
  - به دلیل سربار ارتباطی ناشی از ارسال و دریافت پیام بین کلاینت ها و سرورها، عملکرد سیستم عامل ممکن است پایین تر از سیستم عامل های مبتنی بر هسته یکپارچه باشد.
- پیچیدگی بیشتر
- طراحی و پیاده سازی این سیستم عامل از سیستم عامل های یکپارچه دارای پیچیدگی بیشتر است.

# مشتری-خدمتگزار (Client-Server)

- مزایا
- **ماژولار بودن**
- سیستم عامل به صورت مجموعه ای از سرویس های مستقل طراحی شده است که قابلیت توسعه و نگهداری آسان تری دارد.
- **قابلیت اطمینان بالا**
- در صورت بروز خطا در یک سرویس، سرویس های دیگر مختل نمی شوند.
- **قابلیت توزیع**
- سرویس ها می توانند بر روی ماشین های مختلف در شبکه اجرا شوند.
- **امنیت بالا**
- سرویس ها در فضای کاربری مجزا اجرا شده و دسترسی مستقیم به سخت افزار ندارند

# مشتری - خدمتگزار



مشتری برای گرفتن سرویس به سرویس دهنده پیام می فرستد.

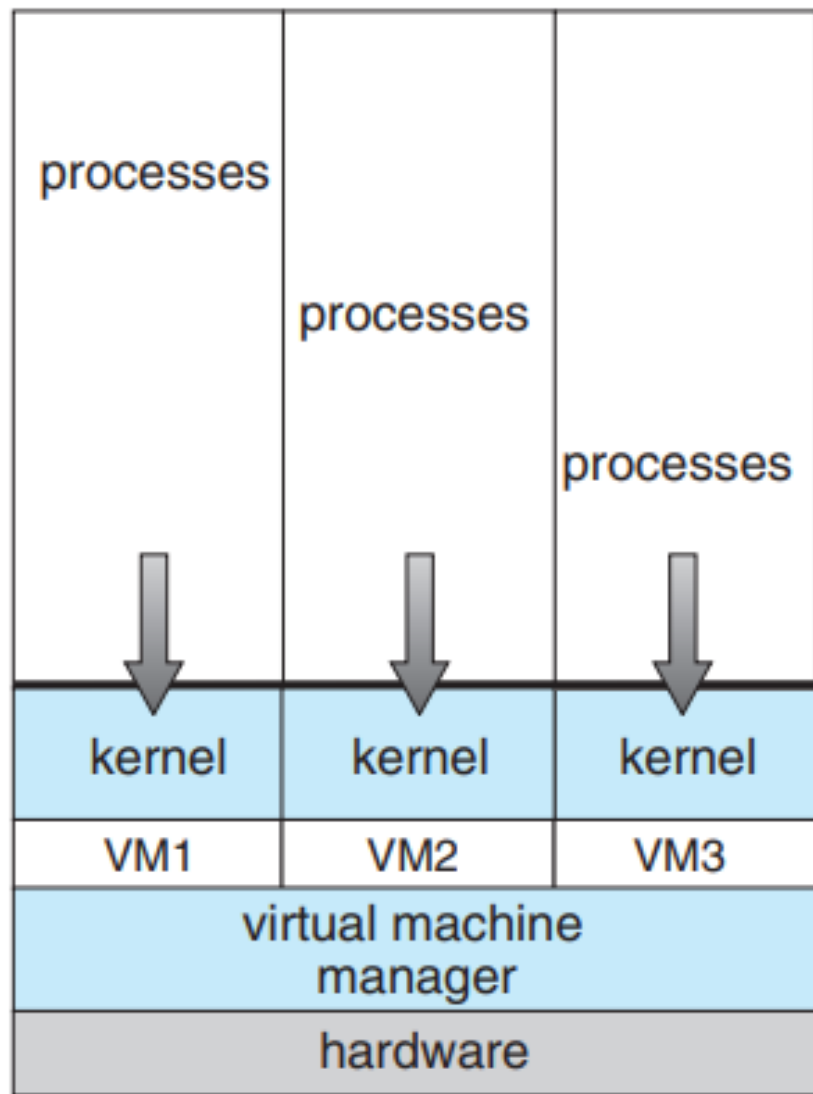
# ماشین مجازی

- یک لایه نرم افزاری است که یک محیط کامپیوتری کامل را شبیه سازی می کند. این محیط را ماشین مجازی گفته و می تواند سیستم عامل و برنامه های کاربردی خود را اجرا کند مانند یک کامپیوتر فیزیکی.
- اجزای اصلی ساختار ماشین مجازی
  1. هایپروایزر
  2. ماشین مجازی
  3. سیستم عامل میزبان
  4. سیستم عامل مهمان

# هایپروایزر

- نرم افزاری است که ماشین های مجازی را ایجاد و مدیریت می کند.
- وظیفه تخصیص منابع سخت افزاری به ماشین های مجازی را دارد.
- هایپروایزر
  - نوع ۱
  - نوع ۲
- نوع ۱ (Bare-metal)
  - مستقیماً روی سخت افزار اجرا می شود
- نوع ۲ (Hosted)
  - روی یک سیستم عامل میزبان اجرا می شود.

# ماشین مجازی



1. یک لایه سخت افزار
2. مدیر ماشین مجازی (بر روی سخت افزار اجرا می شود)
3. ماشین های مجازی
4. کرنل (سیستم عامل نصب شده)
5. فرآیندهای در حال اجرا

# ماشین مجازی

1. هر ماشین مجازی از سایر ماشین ها کاملاً جدا است.

1. مشکل امنیتی وجود ندارد

2. تداخل برنامه وجود ندارد.

2. برنامه های کاربران همزمان اجرا می شوند.

3. ماشین ها با یکدیگر تداخلی ندارند.

1. هر کدام می تواند سیستم عامل مجزا داشته باشد

• مثال از نرم افزار ماشین مجازی

• VMWare

• JVM (ماشین مجازی جاوا)



# ماشین مجازی

- امکان اجرای سیستم عامل های دیگر درون سیستم عامل کنونی را ارائه می کند.
- سیستم عامل مجازی به صورت یک برنامه درون سیستم عامل اجرا می شود.
- ماشین مجازی برنامه ای است که
  - به عنوان یک رایانه مجازی عمل می کند.
  - این برنامه بر روی سیستم عامل فعلی شما (که سیستم میزبان نام دارد) اجرا می شود.
  - سخت افزاری مجازی برای یک سیستم عامل میهمان ارائه می کند.
  - سیستم عامل میهمان دقیقاً مانند هر برنامه دیگری در یک پنجره بر روی سیستم عامل میزبان اجرا می شود.

# ماشین مجازی

- ماشین مجازی سخت افزارهای مجازی خود را دارد. شامل:
  - پردازنده، حافظه، هارددیسک، رابط شبکه و دیگر دستگاه ها است.
- دستگاه های سخت افزار مجازی از طرف ماشین مجازی به سخت افزارهای واقعی روی رایانه نگاشت می شوند. برای مثال هارددیسک یک ماشین مجازی در یک فایل بر روی هارددیسک کامپیوتر میزبان تعریف می شود.

# مزایای ماشین مجازی

- اجرای چندین سیستم عامل روی یک سخت افزار
- بدون نیاز به چندین کامپیوتر فیزیکی می توان چندین سیستم عامل را اجرا کرد.
- ایجاد محیط های ایزوله
- ماشین های مجازی از یکدیگر جدا هستند، پس امنیت و پایداری سیستم را افزایش می دهند.
- تست و توسعه نرم افزار
- محیط های مجازی، محیط ایده آلی برای تست و توسعه نرم افزار می باشد.

# عملیات های سیستم عامل

- فراخوانی های سیستم
  - مدیریت فرآیند
  - مدیریت دستگاه
  - مدیریت فایل
  - حفاظت
  - ارتباطات
  - مدیریت زمان

# انواع برنامه های سیستم کامپیوتر

- برنامه سیستمی
- عملیات کامپیوتر را مدیریت می کند
- برنامه کاربردی

- سیستم عامل
- هسته (وظایف مدیریتی را انجام می دهد)
- پوسته (فقط واسط بین کاربر و هسته)

# فراخوانی های سیستم (System call)

- هر سرویسی که کاربر از سیستم عامل می خواهد از طریق فراخوانی سیستم انجام می شود.

- مثال: برنامه کاربر شامل دستوری به صورت زیر است:

- خواندن یک فایل و نوشتن آن در فایلی دیگر در حافظه

- فراخوانی های سیستم:

- دریافت نام فایل ورودی

- دریافت نام فایل خروجی

- باز کردن فایل ورودی، اگر وجود نداشت، خارج شود و برنامه خاتمه یابد.

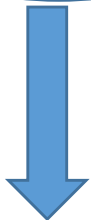
- ایجاد کردن فایل خروجی

- خواندن از فایل ورودی و نوشتن در فایل خروجی

- بستن فایل خروجی

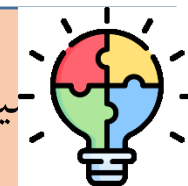
- پایان عملیات

فراخوانی  
سیستم



اجرای برنامه ای در  
کرنل سیستم عامل

سیستم عامل هزاران فراخوانی سیستم را در ثانیه برای کارهای متفاوت انجام می دهد.



# فراخوانی سیستم (مدیریت فرآیند)

- برنامه در حال اجرا متوقف شود.
- برنامه در حال اجرایی را خاتمه دهد.
- اگر برنامه در وقفه قرار گیرد، بتواند عملکرد صحیحی (مثلا نمایش پیام خطای مناسب) نشان دهد.
- یک فرآیند، بتواند برنامه دیگری را به حافظه بارگذاری کند تا اجرا شود.

# فراخوانی سیستم (مدیریت دستگاه ها)

- تخصیص منابع مورد نیاز به پروسس مانند حافظه، دستیابی فایل، I/O
- در صورتی که منابع فراهم نباشد، فرآیند در حالت انتظار قرار می گیرد.
- انجام عملیات مناسب بر روی I/O (مانند خواندن و نوشتن)



# فراخوانی سیستم (مدیریت فایل)

- در ارتباط با فایل ها به موارد زیر برخورد می کنیم:
- ایجاد فایل
- حذف فایل
- خواندن از فایل
- نوشتن در فایل
- ارائه صفات به فایل شامل نام، نوع فایل، چگونگی حفاظت از فایل و ...
- موارد دیگر

# فراخوانی سیستم (حفاظت)

- دسترسی به منابع سیستم باید حفاظتی باشد.
- برنامه های کاربران باید محافظت شود.
- برای استفاده کاربران از منابعی مانند فایل ها، دیسک و ... باید اجازه دسترسی به آنها داده شود.

# فراخوانی سیستم (نگهداری اطلاعات)

- هدف این فراخوانی، انتقال اطلاعات بین برنامه های کاربر و سیستم عامل است.
- فراخوانی هایی مانند:

## ۱. دریافت اطلاعات سیستم:

- تعیین تاریخ فعلی و زمان فعلی (time, date)
- دریافت اطلاعاتی راجع به سیستم عامل مانند:
- تعداد کاربران سیستم، نسخه سیستم عامل، میزان فضای آزاد دیسک

## ۲. اشکال زدایی (debugging)

- دفع حافظه (memory dump)، ردیابی فراخوانی های سیستم، پروفایل زمانی

## ۳. مدیریت اطلاعات فرآیند

- دریافت و تنظیم مشخصات فرآیند

# فراخوانی سیستم (ارتباطات)

- فراخوانی های سیستم نقش مهمی در ارتباطات بین فرآیندها در سیستم عامل را برعهده دارند.
- فرآیندها می توانند با هم ارتباط داشته باشند:
- مدل انتقال پیام (Message passing)
- مدل حافظه مشترک (Shared memory)

# فراخوانی سیستم (ارتباطات)

• مدل ارتباطی انتقال پیام

1. شناسایی و آدرس دهی فرآیندها
2. ایجاد و مدیریت ارتباط
3. انتقال پیام
4. پایان ارتباط

# فراخوانی سیستم (ارتباطات)

1

- Get processID
- Get hostID

2

- Open connection
- Accept connection
- Wait connection

3

- Read message
- Write message

4

- Close connection

# فراخوانی سیستم (ارتباطات)

- مدل ارتباطی حافظه مشترک
- فرآیندها با دسترسی به یک ناحیه مشترک از حافظه با یکدیگر ارتباط برقرار می کنند.
  1. ایجاد و مدیریت حافظه اشتراکی
  2. همگام سازی دسترسی به حافظه اشتراکی

1

- Shared\_memory\_create
- Shared\_memory\_attach

2

- Semaphor\_create
- Semaphor\_open

# پیوست فصل اول

- ایستگاه کاری

- سیستم کامپیوتری سطح بالایی است که برای کاربردهای فنی یا علمی طراحی شده است.
- هر زمان یک نفر می تواند از سیستم استفاده کند.
- اما همزمان به شبکه متصل است و سیستم عامل آن می تواند چند کاربره را اجرا نماید.



# پیوست فصل اول

- مد کاربر و مد هسته

- در سیستم عامل برای مدیریت منابع سخت افزاری و حفاظت از سیستم، دو حالت وجود دارد:

- مد کاربر (User mode)

- محدودیت دسترسی

- برنامه های کاربردی اجرا می شوند و دسترسی این برنامه ها به منابع سخت افزاری و برخی از دستورات سیستم عامل محدود است.

- حفاظت از سیستم

- برای جلوگیری از بروز خطا و آسیب توسط برنامه هایی کاربردی می باشد.

- مد هسته (Kernel mode)

- دستورات هسته سیستم عامل اجرا می شود. به منابع سخت افزاری و دستورات سیستم عامل دسترسی دارد. حفاظت از سیستم را انجام می دهد.