

به نام خدا

# سیستم های عامل

رشته مهندسی کامپیوتر

وحید رنجبر

مهر ۹۸

# مراجع:

---

- [1] W. Stallings, “Operating Systems,” 9th ed., Pearson, 2018.
- [2]. A. Silberschatz, P. B. Galvin and G. Gagne, “Operating System Concepts,” 9th ed., John Wiley Inc., 2013.
- [3] A. S. Tanenbaum and H. Bos, “Modern Operating Systems,” 4rd ed., Pearson, 2015.
- [4] A. S. Tanenbaum, A. S. Woodhull, “Operating Systems Design and Implementation,” 3rd ed., Pearson, 2006.

# سیاست‌های درس:

---

زمان و مکان: ۱۰:۰۰ الی ۱۲:۰۰ روزهای یک شنبه و سه شنبه، کلاس ۳۵۵

میانترم: ۳۰٪

پایانترم: ۴۵٪

تمرین و پروژه: ۱۵٪

کوئیز و فعالیت کلاسی: ۱۰٪

کلاس حل تمرین؟

# عناوین فصل ها:

---

فصل اول : نگاه کلی به سخت افزار.

فصل دوم: نگاه کلی به سیستم عامل.

فصل سوم: فرآیندها.

فصل چهارم: نخها ،چند پردازشی متقارن و زیر هسته ها

فصل پنجم: همزمانی: انحصار متقابل و همگام سازی.

فصل ششم : بن بست و گرسنگی.

فصل هفتم: مدیریت حافظه.

فصل هشتم: حافظه مجازی.

فصل نهم: زمان بندی تک پردازنده ای

# فصل اول

---

نگاه کلی به سخت افزار

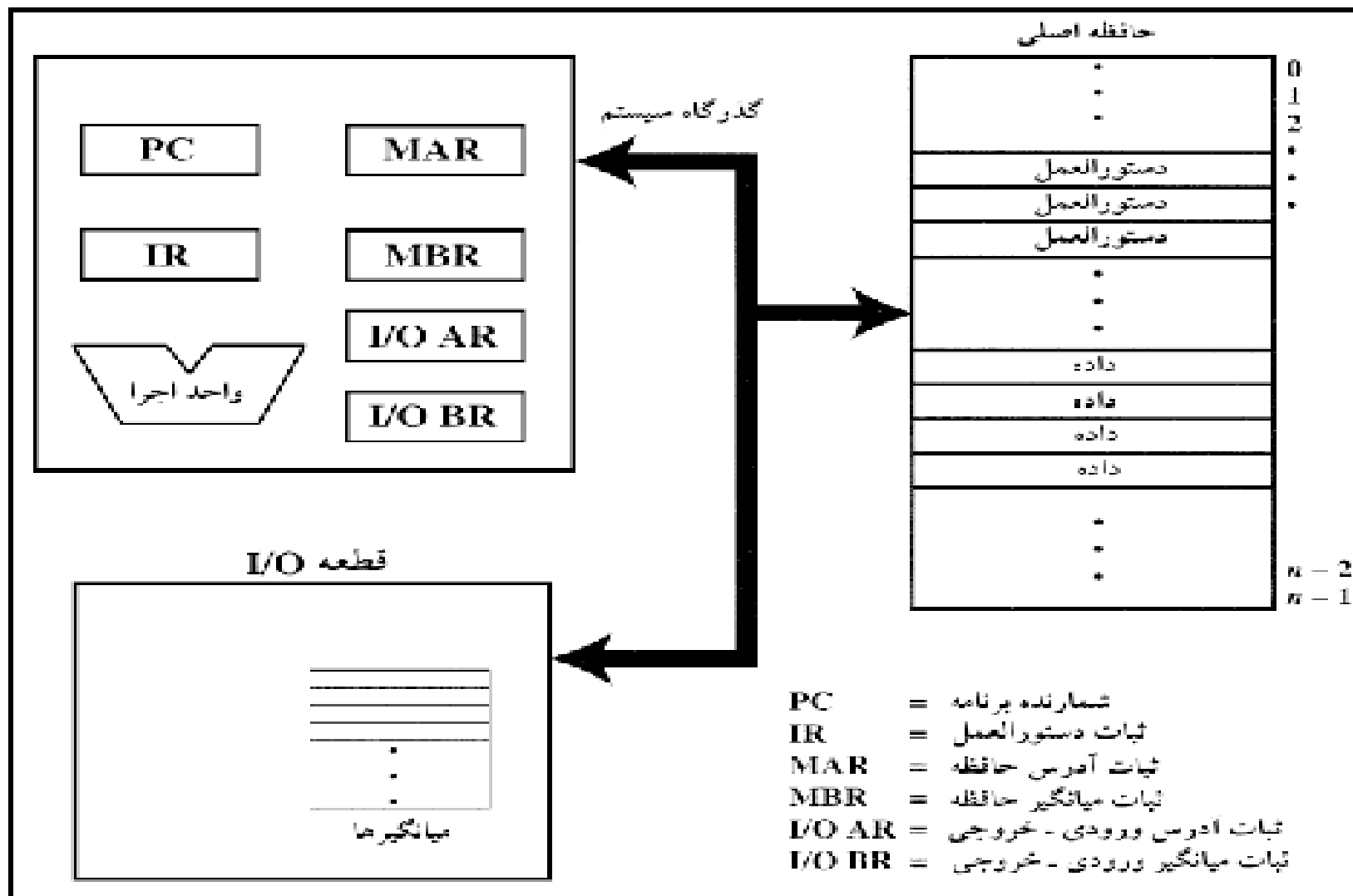
# نگاه کلی به سخت افزار:

---

چهار عنصر اصلی سخت افزار:

- ۱- پردازنده (cpu): کنترل و پردازش داده ها .
- ۲- حافظه اصلی: ذخیره داده ها و برنامه ها و نا پایدار.
- ۳- مولفه های ورودی و خروجی: انتقال داده ها بین کامپیوتر و محیط خارجی .
- ۴- اتصالات داخلی سیستم: جهت ارتباط بین سه مولفه دیگر .

# مولفه‌های درونی کامپیوتر



# واحد پردازش مرکزی

---

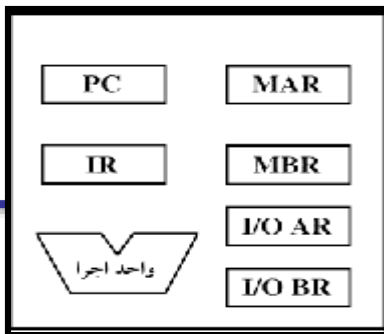
- حافظه :

شامل مجموعه محل هایی است ، که حاوی یک عدد دودویی می باشند، و می توانیم دستورالعمل یا داده ها را در آن ذخیره کنیم. و بوسیله شماره آدرس به هر خانه از حافظه دسترسی داریم.

- مولفه ی ورودی/خروجی

برای ورود و خروج داده بین کامپیوتر و محیط خارجی است. میانگیر جهت نگهداری داده ها تا فرارسیدن زمان انتقال می باشد.





# واحد پردازش مرکزی

- PC: حاوی دستورالعملی که باید واکنشی شود.
- IR: ثبات دستور العمل حاوی آخرین دستور العمل واکنشی شده.
- MAR: ثبات آدرس حافظه، محل خواندن و نوشتن را مشخص می کند.
- MBR: ثبات میانگیر حافظه، در برگیرنده داده ای است که قرار است خوانده یا نوشته شود.
- I/O AR: ثبات آدرس ورودی خروجی، مشخص کردن یک دستگاه ورودی یا خروجی خاص.
- I/O BR: ثبات میانگیر ورودی خروجی، برای تبادل داده بین پردازنده و مولفه ورودی خروجی.

# ثبتهای پردازنده

---

حافظه سریعتر و کوچکتر از حافظه اصلی است که در داخل پردازنده قرار گرفته است.

دو وظیفه آن:

۱- مراجعه به حافظه اصلی را به حداقل می رساند.  
(قابل رویت هستند)

۲- کنترل عملیات پردازنده  
(ثبات کنترل و وضعیت ؛ اغلب قابل رویت نیستند)

# ثبات قابل روئیت برای کاربرد

---

ثباتی است که برنامه نویس می تواند به وسیله دستورالعمل های ماشین به آنها مراجعه کند.

۱- **ثباتهای داده** : برنامه ساز می تواند به بعضی توابع نسبت دهد.

۲- **ثباتهای آدرس** : حاوی آدرس داده و دستورالعمل ها می باشد.

۳- **ثبات کد وضعیت** : بیت های هستند که به عنوان نتیجه عمل ها توسط سخت افزار مقدار گذاری می شود.

(بخشهایی از آن برای کاربر قابل روئیت نیست)

# ثبات های آدرس

---

۱- ثبات شاخص (  $X$  + مقدار پایه = آدرس موثر )

۲- ثبات اشاره گر قطعه: حافظه به قطعاتی تقسیم شده و یک ثبات برای نگهداری آدرس پایه (محل شروع) قطعه استفاده می شود. ممکن است چند ثبات آدرس پایه وجود داشته باشد.

۳- ثبات اشاره گر پشته: ثباتی خاص جهت اشاره به بالای پشته در حافظه اصلی.

# ثبات های کنترل وضعیت

---

این ثبات قابل روئیت برای کاربر نیست.

برای کنترل عمل پردازنده به کار می روند.

- شمارنده برنامه (Program Counter)

- ثبات دستورالعمل (Instruction Register)

- ثبات کلمه وضعیت (PSW): حاوی اطلاعات وضعیت.

علاوه بر کد وضعیت شامل اطلاعات ذیل می باشد

- بیت فعال و غیر فعال کردن وقفه.

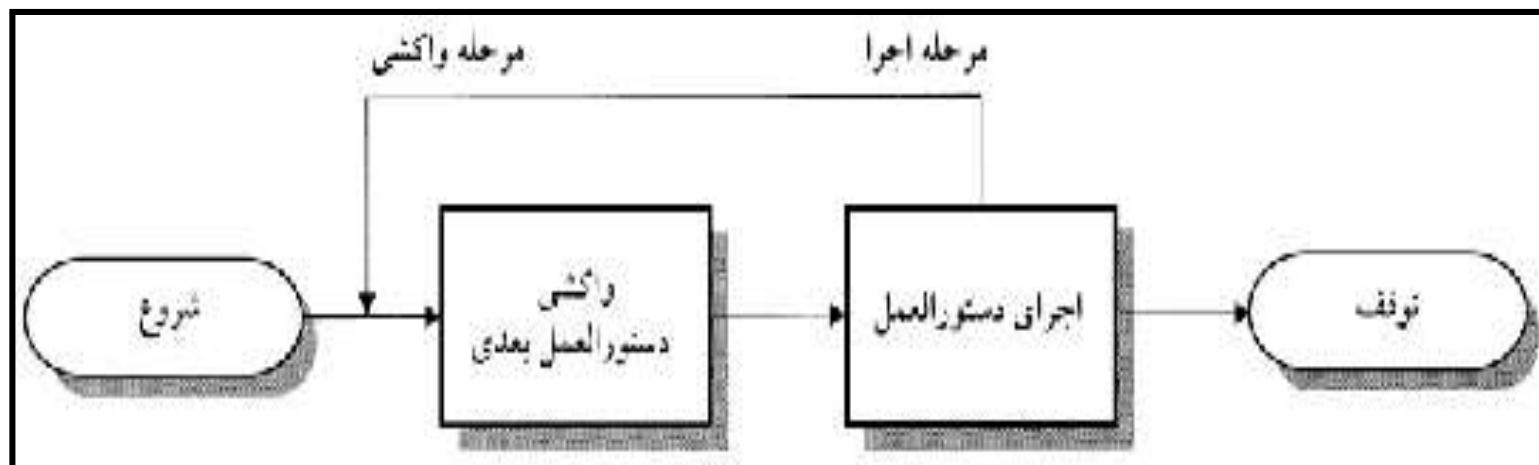
- بیت حالت کار بر / سرپرست.

تخصیص چند صد یا هزار کلمه از ابتدای حافظه برای مقاصد کنترلی  
متداول است

# چرخه دستورالعمل:

۱- چرخه واکنشی: یک دستور را از حافظه می خواند

۲- چرخه دستورالعمل: اجرای دستورالعمل واکنشی شده



- ثبات PC آدرس خانه‌ای از حافظه که لازمست واکشی شود را نشان می دهد.

- واکشی دستورالعمل به ثبات IR.

- معمولا پردازنده پس از واکشی دستورالعمل یک واحد به PC اضافه می کند.

- ثبات IR: معمولا دارای دوبخش اصلی است، کد عمل و آدرس

- کد عمل : عملی را که باید پردازنده انجام بدهد را نشان می دهد.

- آدرس: محلی که باید عمل بر روی آن انجام شود.

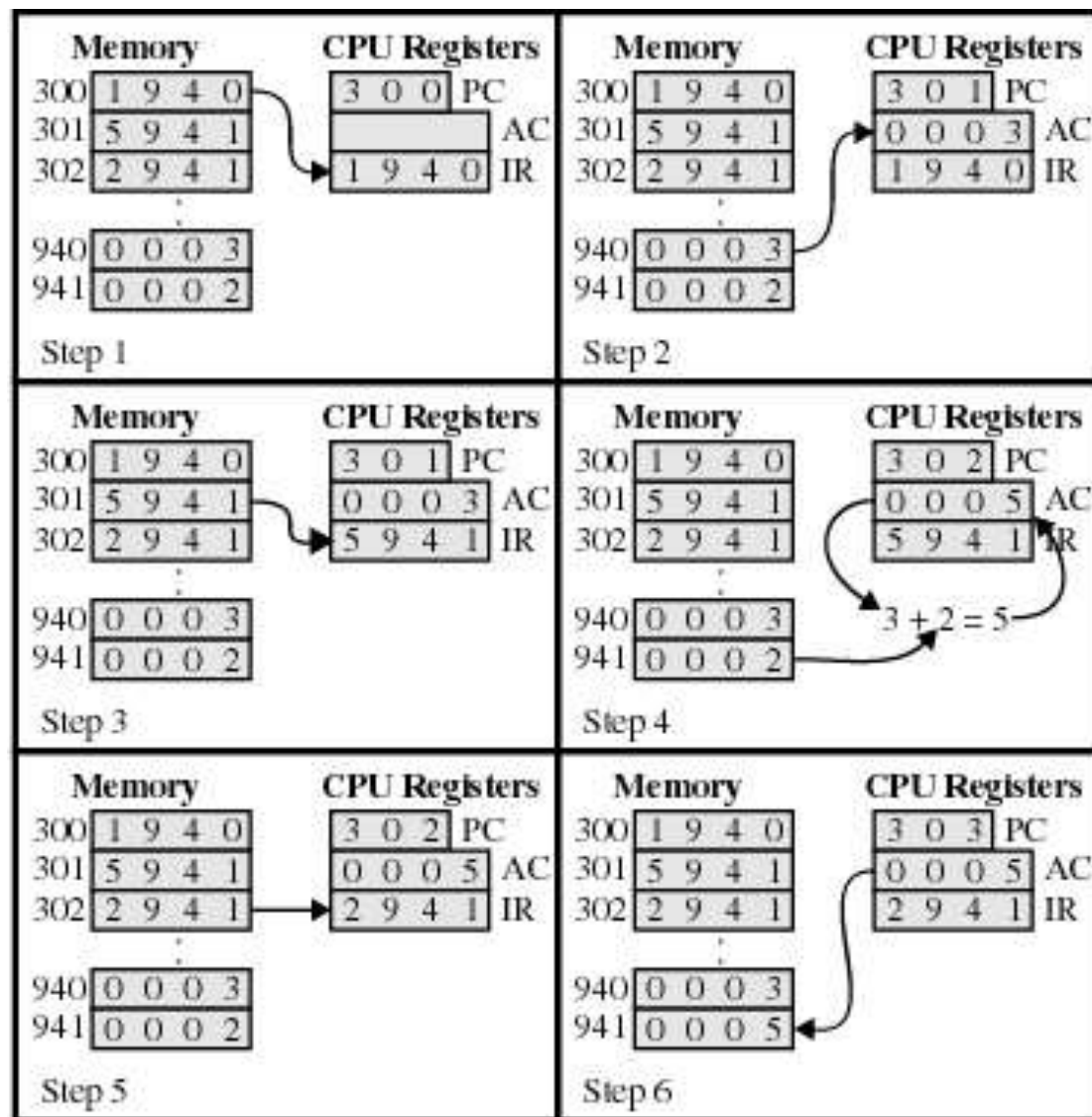
# اعمال پردازنده

---

- پردازنده\_حافظه: داده ها ممکن است از پردازنده به حافظه یا از حافظه به پردازنده منتقل شوند.
- پردازنده\_ورودی/خروجی: با انتقال داده ها بین پردازنده و مولفه I/O ، داده ها می توانند از دستگاه های جانبی دریافت یا به دستگاه های جانبی ارسال شوند.
- پردازش داده ها: پردازنده ممکن است عملیات محاسباتی یا منطقی را بر روی داده ها انجام دهد.
- کنترل: دستورالعمل ممکن است مشخص کند که ترتیب اجرا باید تغییر کند.



# مثالی برای فهم دقیق چرخه دستور العمل



فرضیات:

۱: بار کردن به AC

۲: ذخیره کردن مقدار AC در حافظه

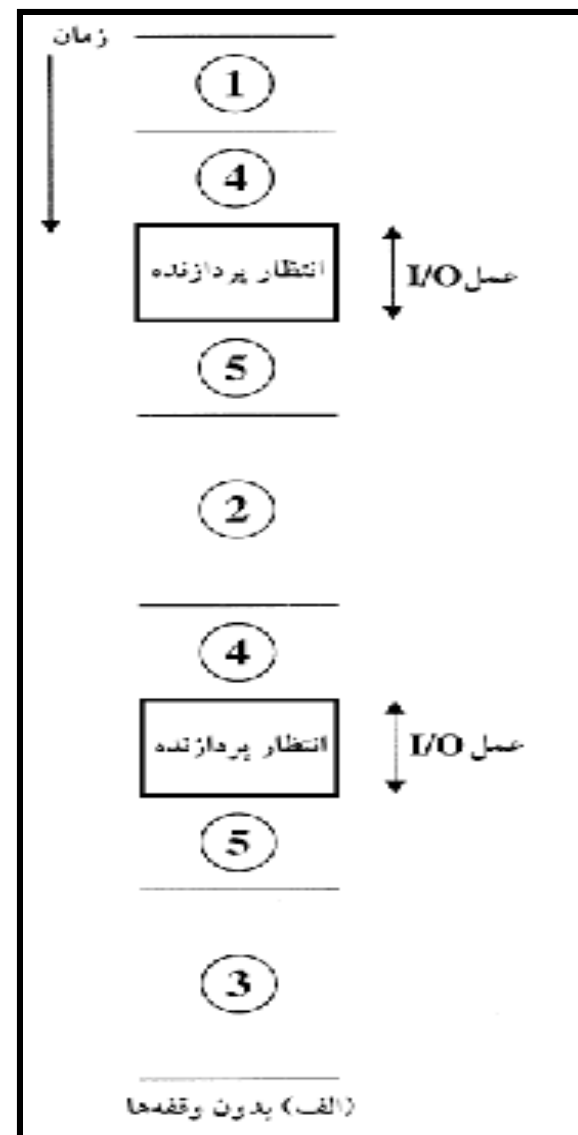
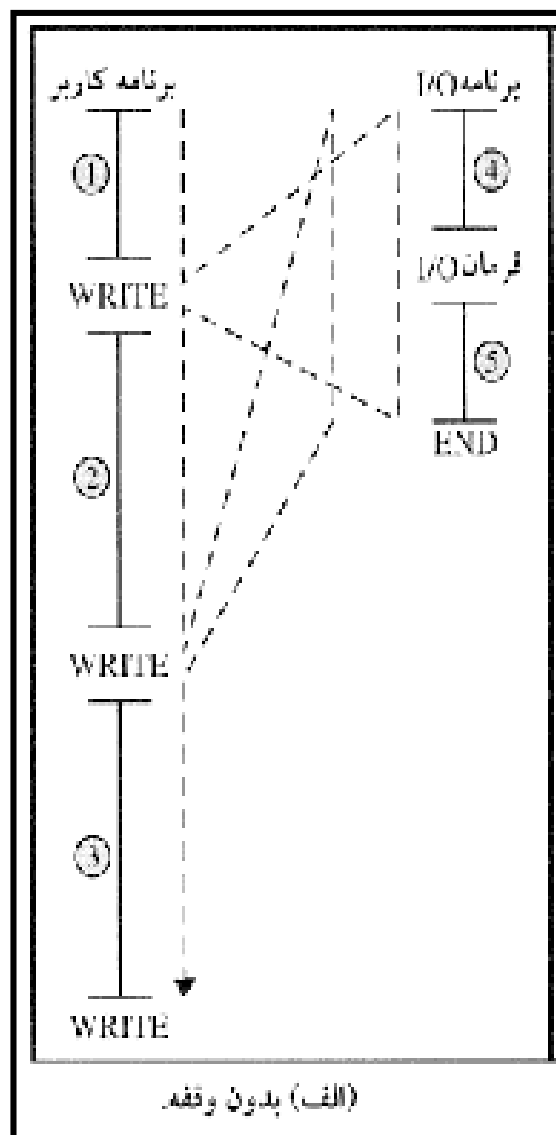
۵: اضافه کردن به AC

# وقفه (Interrupt)

---

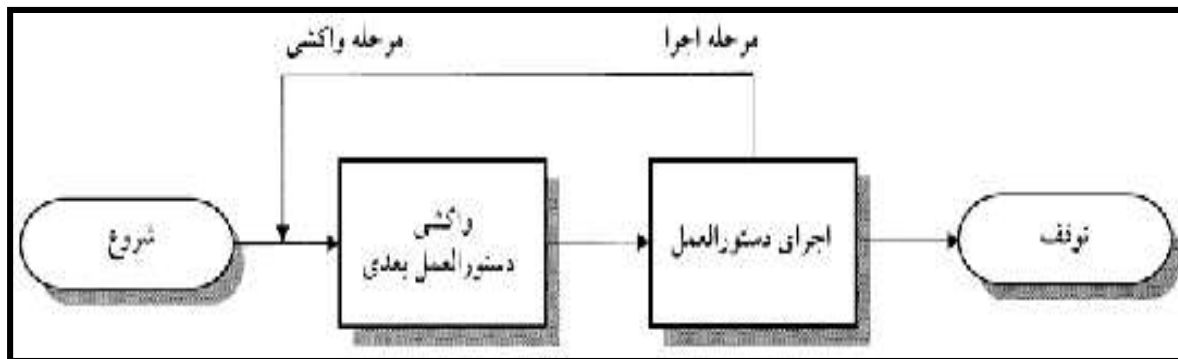
راهکاری است که قطعات دیگر کامپیوتر می توانند در کار پردازنده وقفه ایجاد کنند و به وسیله آن روند عادی دستور العمل توسط پردازنده متوقف شود و پس از انجام عمل دیگر به روند عادی خود باز گردد.

# جریان کنترل برنامه بدون وقفه



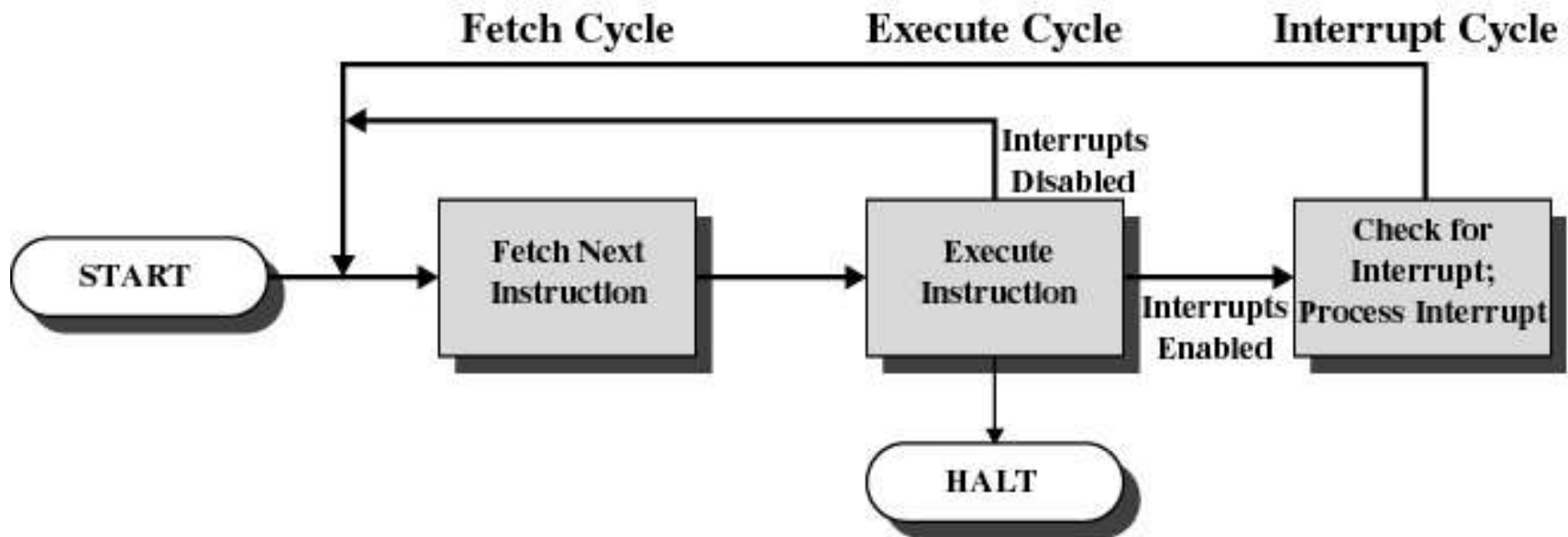
# وقفه

وقفه ها ابتدا برای بهبود کارایی پردازنده ایجاد شدند. به عنوان مثال، اغلب دستگاه های ورودی/خروجی خیلی کندتر از پردازنده اند. فرض کنید پردازنده ای براساس الگوی چرخه شکل زیر داده هایی را به چابگر ارسال می کند. پس از هر عملیات نوشتن، پردازنده باید متوقف شود و منتظر بماند تا چابگر آمادگی خودش را اعلان کند. مدت این انتظار ممکن است صدها یا هزاران برابر چرخه های دستورالعملی باشد که با حافظه کار ندارند. بدیهی است که زمان پردازنده به هدر می رود.

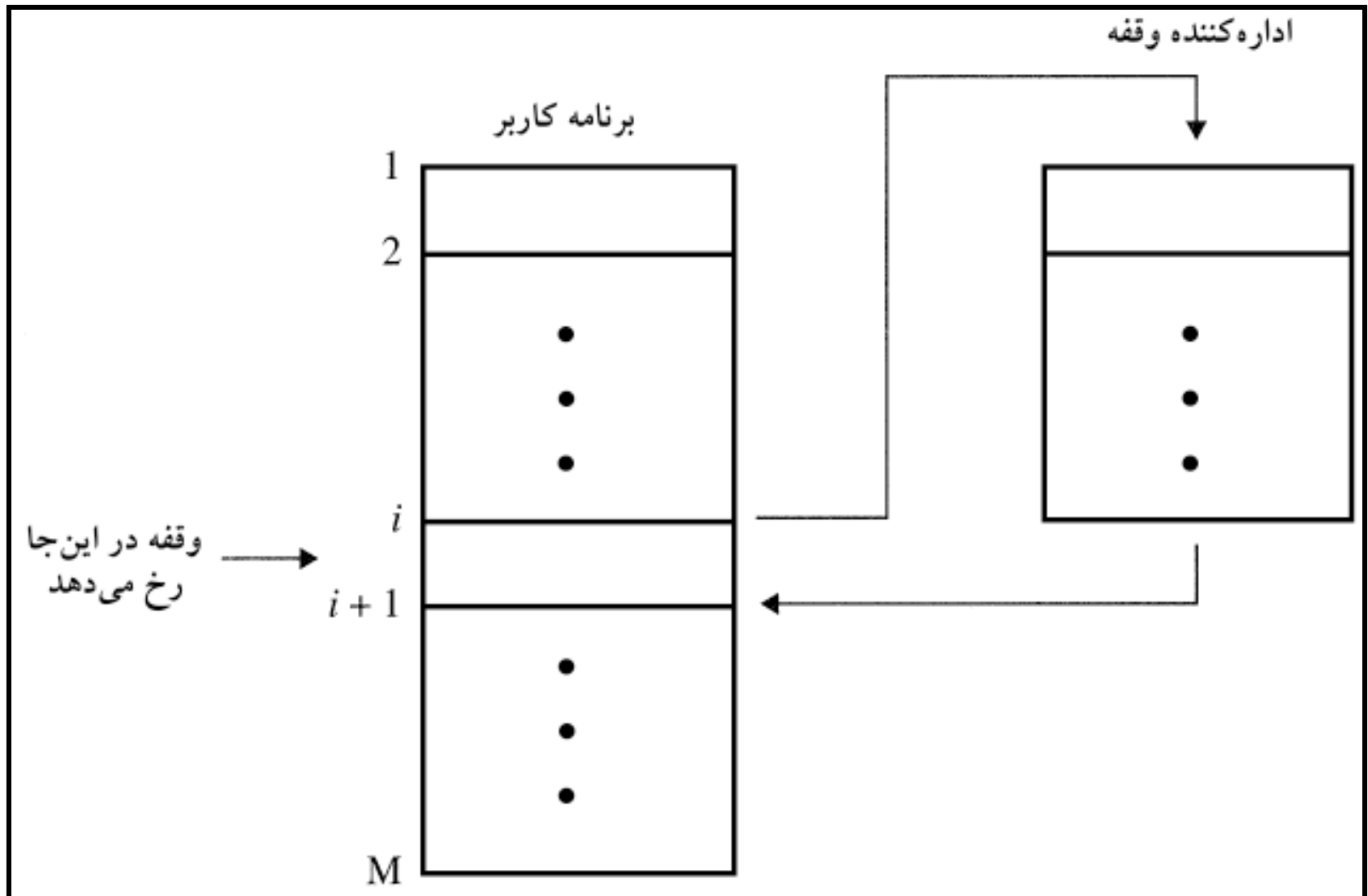


# گرداننده وقفه:

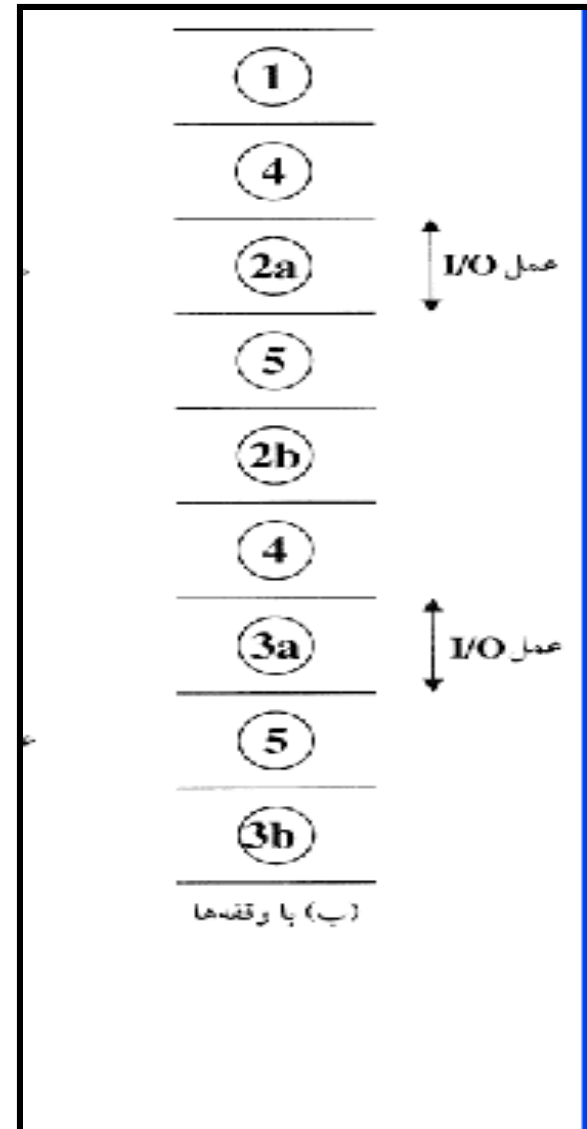
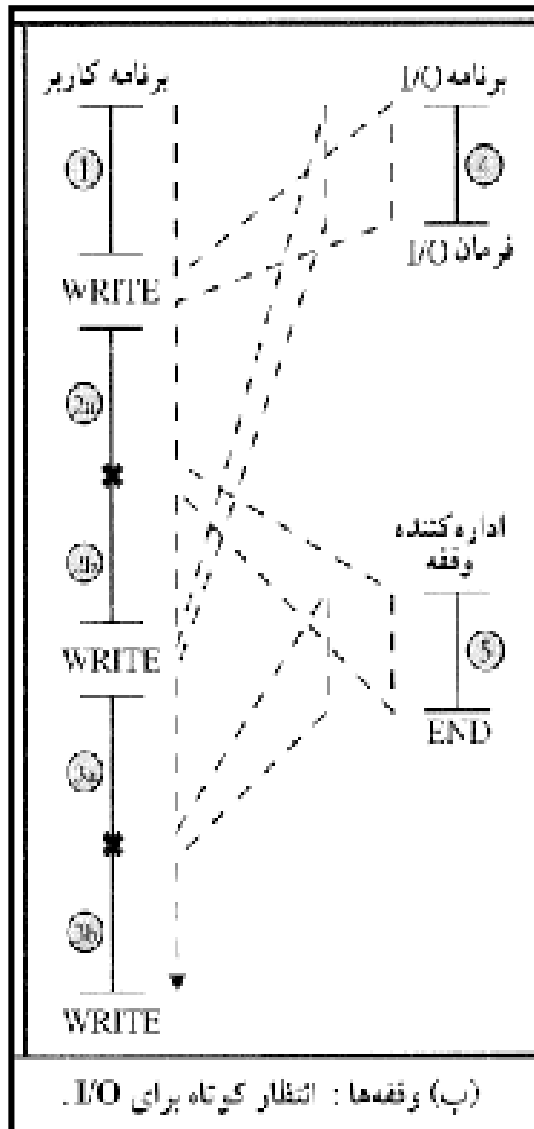
- چرخه دستورالعمل با وقفه: در پایان چرخه اجرا پردازنده وجود وقفه را بررسی می کند. در صورتیکه وقفه مطرح باشد پردازنده اجرای برنامه را مسکوت گذاشته و روال خدماتی وقفه یا برنامه گرداننده وقفه مربوطه را اجرا می کند.



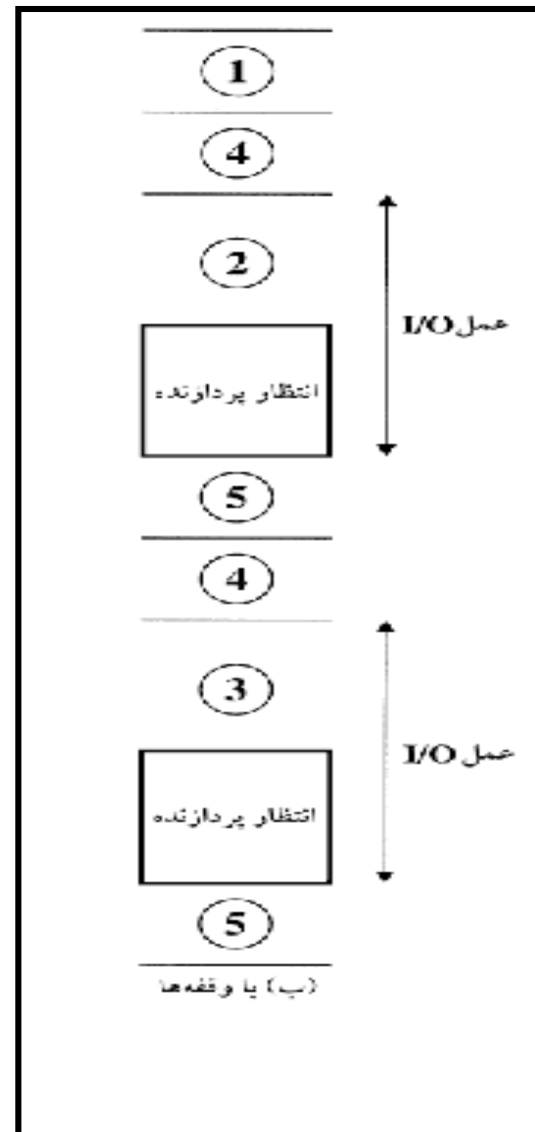
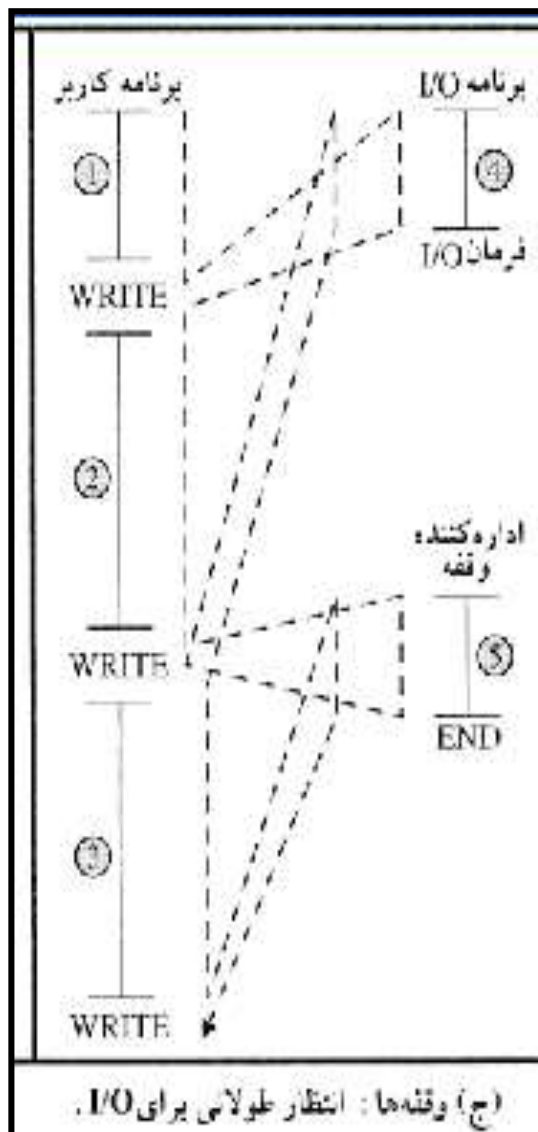
# وقفه:



# جریان کنترل برنامه با وقفه (با انتظار کوتاه برای i/o)



# جریان کنترل برنامه با وقفه (با انتظار طولانی برای I/O)





# پردازش وقفه ها :

- بروز وقفه موجب حوادث متعددی در سخت افزار و نرم افزار میشود. این حوادث در شکل نشان داده شده اند:



# پردازش یک وقفه

---

- ۱- یک دستگاه یک علامت وقفه برای پردازنده می دهد.
- ۲- اجرای دستورالعمل جاری به پایان می رسد.
- ۳- پردازنده اعلام وصول وقفه می کند.
- ۴- محتوای ثبات (PSW) و pc در بالای پشته کنترل قرار می دهد.
- ۵- پردازنده بر اساس وقفه مقدار pc جدید را قرار می دهد.

# پردازش یک وقفه

---

- ۶- باقیمانده اطلاعات وضعیت فرایند را ذخیره می کند.
- ۷- وقفه را پردازش می کند.
- ۸- بازیابی اطلاعات ثباتهایی که قبلا ذخیره شده.
- ۹- pc و psw قدیمی را دوباره پردازش کن.

# رایجترین وقفه ها

---

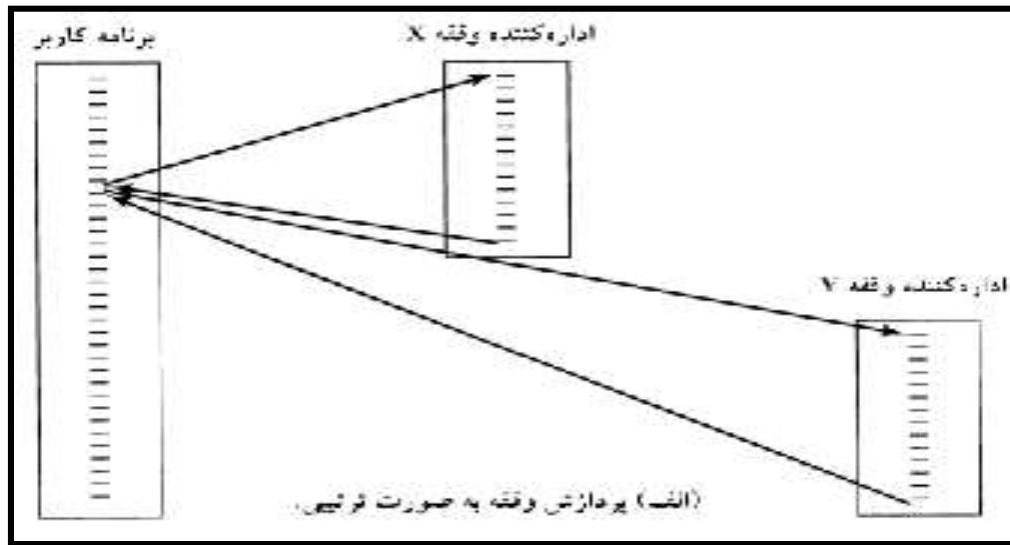
- برنامه: وقفه هایی که در اثر بعضی از شرایط حاصل از اجرای یک دستورالعمل، مثل سرریز، تقسیم بر صفر، سعی در اجرای دستورالعمل نامعتبر ماشین، و خروج از فضای حافظه مجازی رخ می دهند.
- تایمر : وقفه ای که توسط تایمر موجود در پردازنده ایجاد می شود. این وقفه موجب می شود سیستم عامل بعضی از اعمال را به طور منظم انجام دهد.
- ورودی/خروجی: وقفه ای که توسط کنترلگر ایجاد می شود تا کامل شدن یک عملیات یا وجود خطاهایی را در انجام عملیات اعلام کند.
- خرابی سخت افزار : این وقفه در اثر خرابی هایی مثل خرابی منبع تغذیه یا خطای توازن در حافظه رخ می دهد.

# وقفه های چند گانه:

(همزمانی چند وقفه)

دارای دو رویکرد:

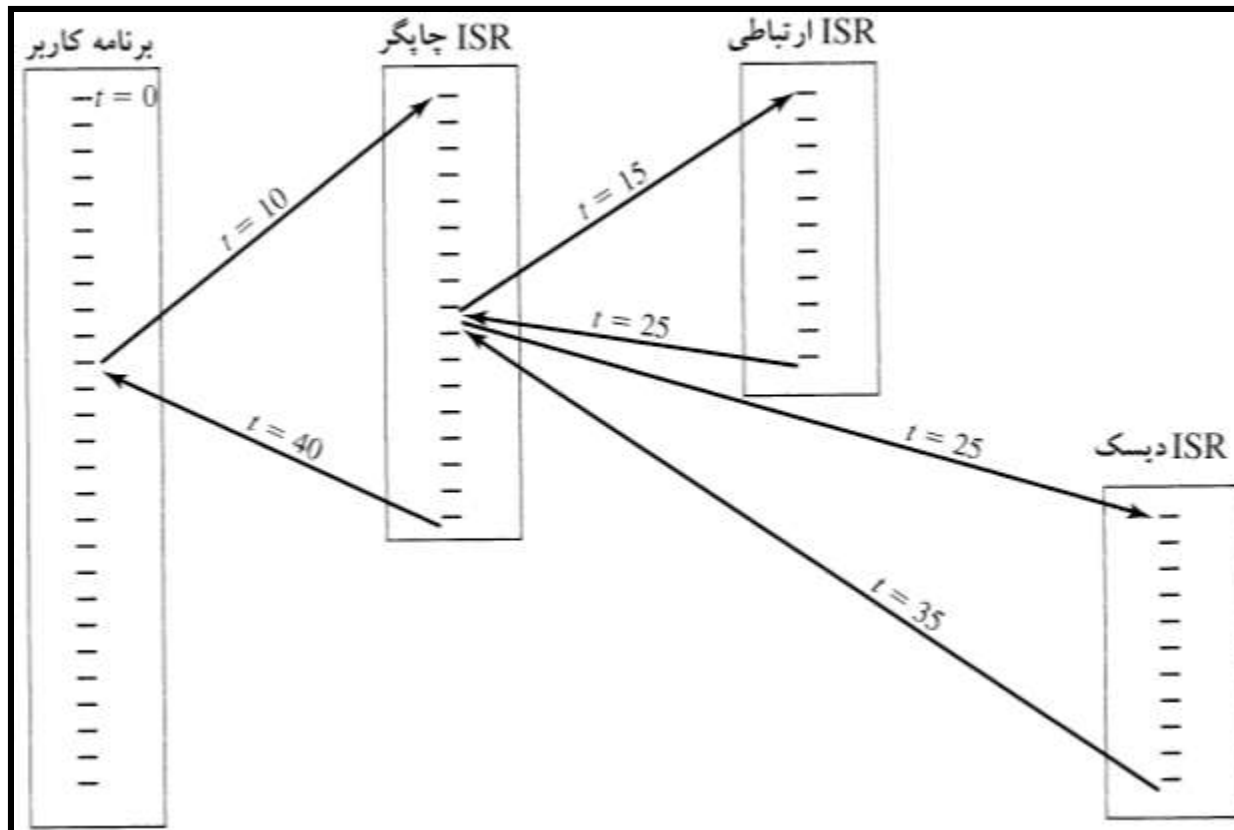
۱- پردازش ردیفی وقفه: در هنگام وقوع یک وقفه بقیه وقفه ها از کار بیفتند تا کار آن تمام شود.



نکته منفی : با این روش اولویت نسبی وقفه ها را در نظر نگرفته ایم.

## وقفه های چند گانه:

۲- پردازش وقفه تو در تو: در صورتی که وقفه دیگری رخ داد و اولویت بالایی داشت وقفه اول متوقف شده وقفه تازه وارد پردازش می شود.



## چند برنامگی :

---

چون پردازنده نسبت به قسمت های دیگر سریعتر است برای استفاده حداکثر از آن می توان در یک زمان چند برنامه از کاربر فعال باشد.

## چند برنامگی:

چند برنامه برای اجرا نوبت بگیرند.

- انواع مدل های حافظه:

- ثباتها، حافظه نهان، حافظه اصلی، دیسکها، CD، ...
- حافظه ها از نظر قیمت، سرعت و ظرفیت متفاوتند.

✓ زمان کمتر برای دسترسی، هزینه بیشتر برای هر بیت

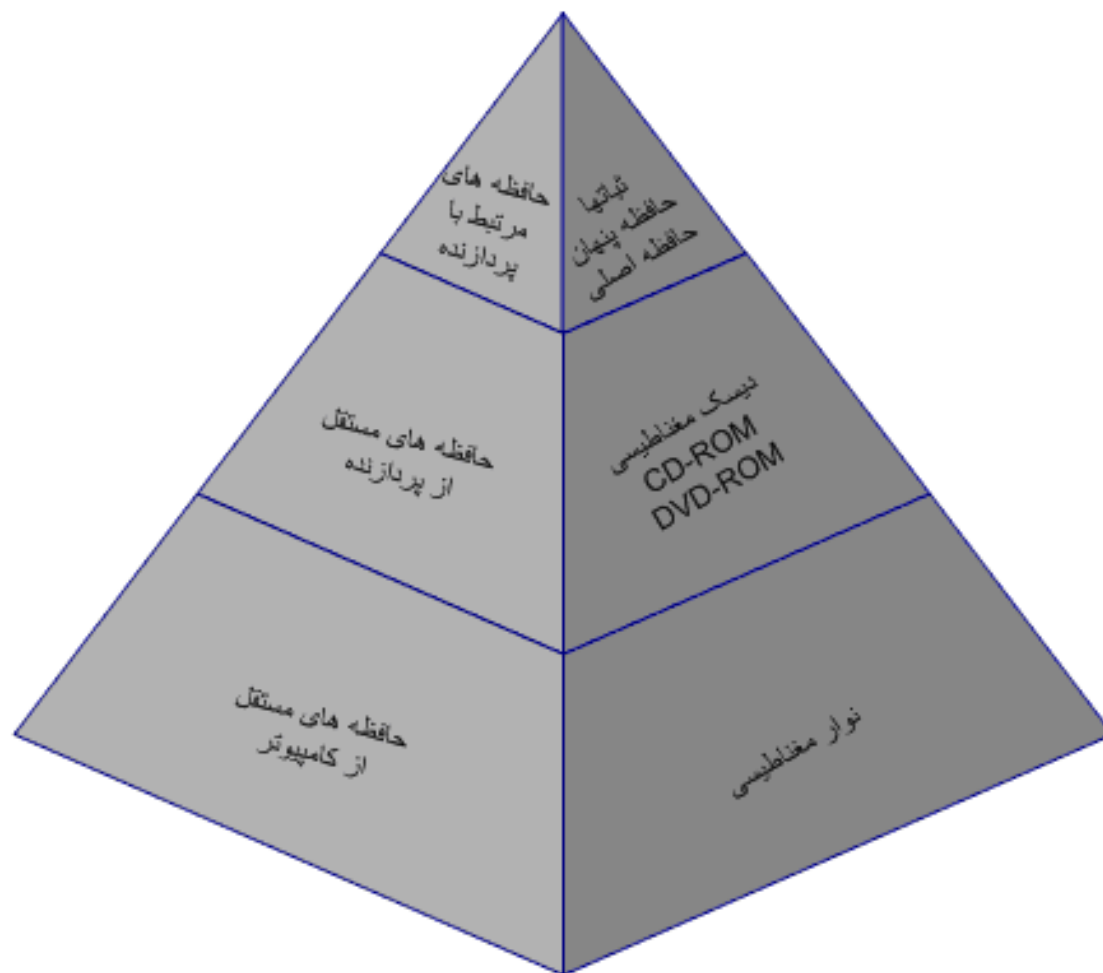
✓ ظرفیت بیشتر، هزینه کمتر برای هر بیت

✓ ظرفیت بیشتر، زمان دسترسی بیشتر



# سلسله مراتب حافظه

---



# توضیحات درباره نمودار فوق

---

با حرکت به سطوح پایین تر این سلسله مراتب:

**الف:** کاهش هزینه در هر بیت

**ب:** افزایش ظرفیت

**ج:** افزایش زمان دسترسی

**د:** کاهش تعداد دفعات دسترسی پردازنده به حافظه

اصل محلی بودن مراجعات: در طول اجرای برنامه مراجعات پردازنده به حافظه، چه برای داده‌ها و چه برای دستورالعمل‌ها، نزدیک به هم هستند.

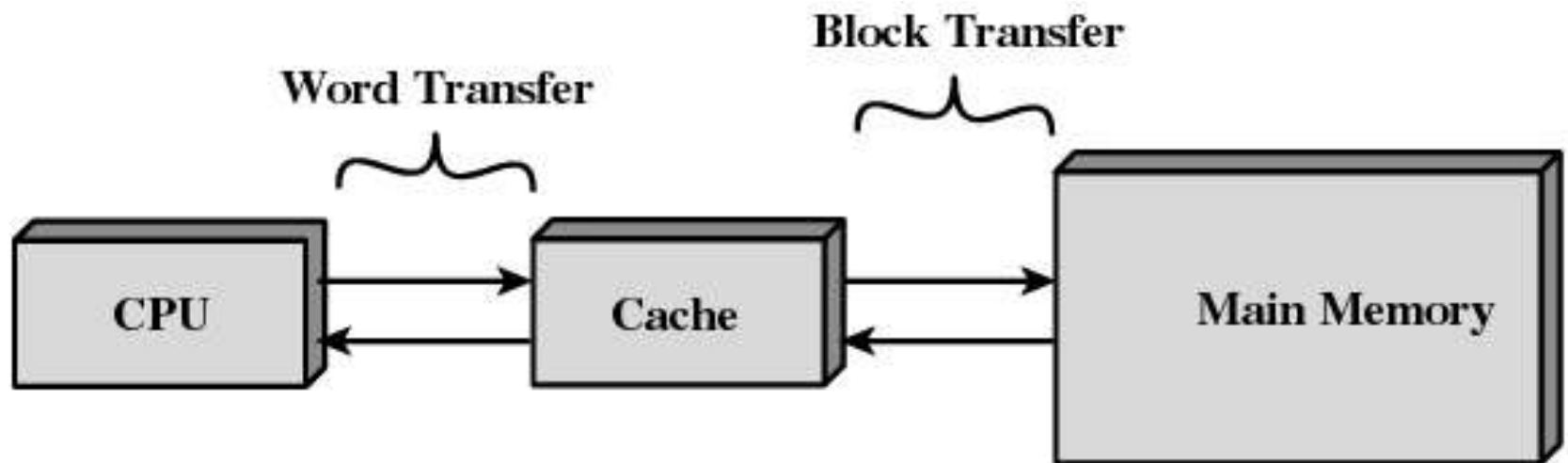
**ثباتها:** سریعترین و گرانترین و کوچکترین و ناپایدارند.

**حافظه اصلی:** دارای آدرس یکتا و ناپایدار هستند. با حافظه پنهان توسعه داده می شوند.

**حافظه پنهان:** قابل رویت برای کاربران نیست و ناپایدارند.

# حافظه نهان (Cache):

- برای سیستم عامل قابل مشاهده نیست.
- حافظه نهان به دلیل عدم تطابق سرعت حافظه اصلی با سرعت پردازنده طراحی شد.
- سرعت حافظه اصلی را افزایش میدهد.



## حافظه اصلی (Main memory)

---

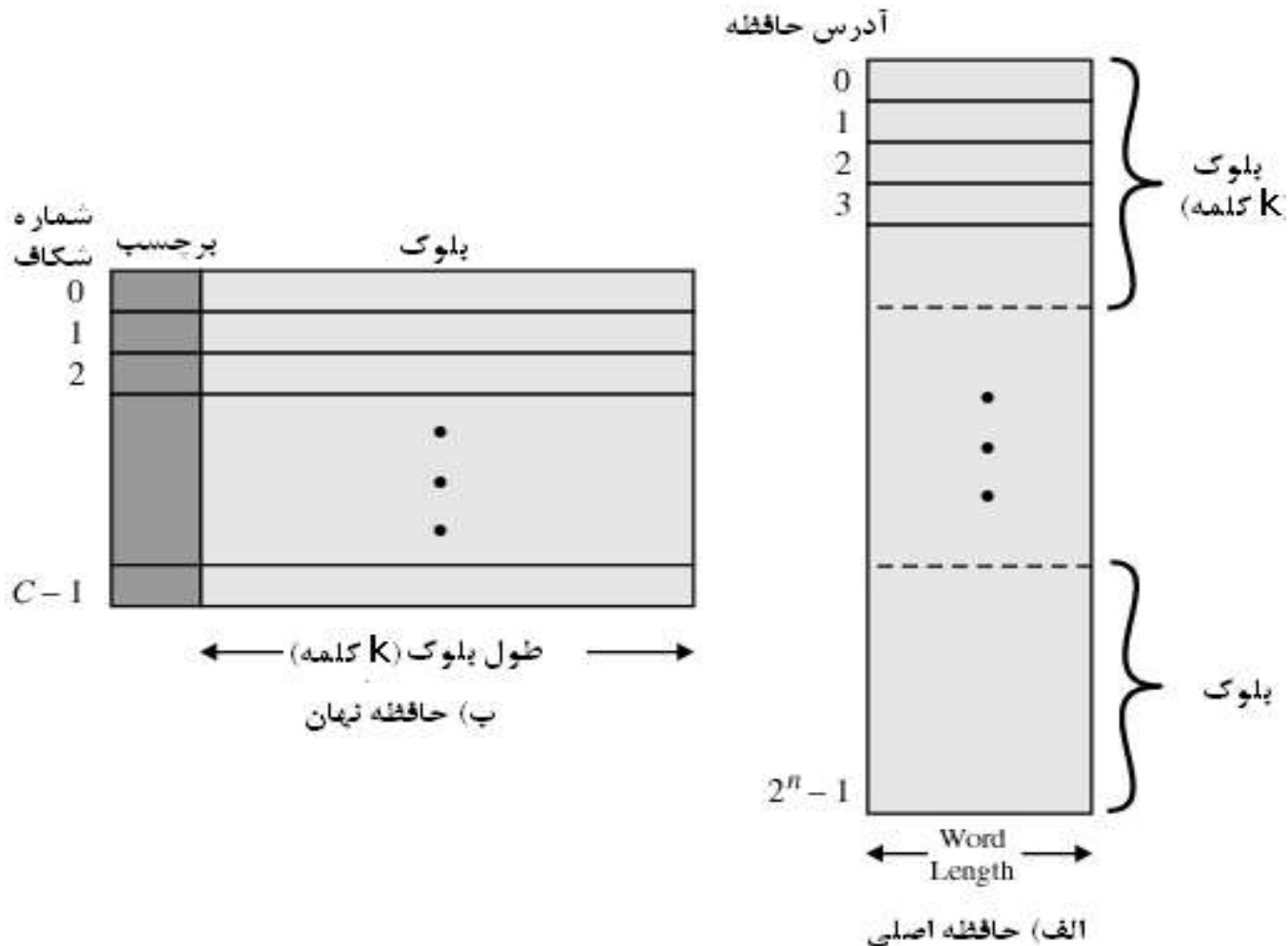
- هر گاه پردازنده به داده ها نیاز دارد ابتدا آنها را در حافظه نهان جستجو می کند، اگر آنها را یافت (اصابت) آنها را بازیابی میکند. در غیر این صورت (عدم اصابت) آنها را از **حافظه اصلی** می خواند.
- **ثباتها** : کوچکترین ، گران ترین، سریعترین نوع حافظه اند.
- **حافظه پنهان**: حافظه ای قابل رؤیت برای پردازنده، برای تبادل داده ها بین حافظه اصلی و ثباتها
- راه های توسعه حافظه اصلی :
  - از نظر سرعت : استفاده از حافظه نهان
  - از نظر ظرفیت : استفاده از دیسک ها

# اصول حافظه پنهان

---

- قسمتی از حافظه اصلی را نگه میدارد.
- پردازنده ابتدا حافظه پنهان را بررسی میکند.
- اگر در حافظه پنهان پیدا نشد بلوکی از حافظه اصلی که حاوی داده های مورد نیاز است به حافظه پنهان آورده میشود.
- حافظه اصلی به  $M$  بلوک  $K$  کلمه ای تقسیم میشود و حافظه پنهان به  $C$  شکاف  $K$  کلمه ای. اما چون  $M \gg C$  بنابراین هیچ بلوکی نمیتواند برای مدت طولانی در حافظه پنهان بماند.

# ساختار حافظه اصلی و حافظه نهان:



# حافظه پنهان :

---

این حافظه به دو صورت **کارایی** را افزایش می دهند:

۱-نوشتن های روی دیسک دسته بندی می شوند.

۲-بعضی از داده ها قبل از نوشتن به وسیله برنامه هایی مورد مراجعه قرار می گیرند.



# نقش حافظه نهان

---

- ارائه سریعترین حافظه موجود
- حافظه ای بزرگ از انواع ارزان تر حافظه های نیمه هادی
- حاوی بخشی از حافظه اصلی است.

# طراحی حافظه پنهان :

---

- اندازه حافظه پنهان :

- یک حافظه کوچک و سریع بسیار کارایی دارد

- اندازه بلوک :

- واحدهایی که بین حافظه پنهان و حافظه اصلی مبادله میشوند.

- اصابت به معنای پیدا کردن اطلاعات در حافظه پنهان است

- بلوک های با اندازه بزرگتر تا زمانی میزان اصابت را افزایش میدهند که احتمال وجود داده ها در حافظه پنهان بیشتر از احتمال واکنشی داده های جدید از حافظه اصلی باشد.

# طراحی حافظه پنهان :

---

- تابع نگاشت:

- تعیین کننده محل بلوک جدید وارد شده به حافظه پنهان

- الگوریتم تعویض:

- : تعیین کننده بلوکی که باید از حافظه پنهان حذف شود تا بلوک جدید جایگزین شود.

- معمولاً از الگوریتم LRU (Least Recently Used) استفاده میشود.

# طراحی حافظه پنهان :

---

- سیاست نوشتن:

- تعیین می کند چه زمانی بلوک موجود در کاشه در حافظه اصلی نوشته شود.

- زمانی که محتوای بلوک موجود در حافظه پنهان تغییر کند

- هنگام جایگزینی آن را روی حافظه اصلی

- حداقل میزان نوشتن

- متروک ماندن حافظه

# روشهای انتقال ورودی / خروجی

---

سه روش زیر وجود دارد:

۱- ورودی / خروجی برنامه سازی شده.

۲- ورودی / خروجی مبتنی بر وقفه.

۳- دسترسی مستقیم به حافظه (DMA)

# ورودی/خروجی برنامه سازی شده:

---

- هنگام مواجهه با یک عمل I/O در حین اجرای برنامه، CPU فرمان لازم را به مؤلفه I/O می فرستد.
- مؤلفه I/O فرمان را اجرا میکند.
- بیت های وضعیت را تغییر میدهد.
- هیچ عمل دیگری انجام نمی دهد (بویژه وقفه نمی دهد)
- وظیفه CPU است که متناوباً وضعیت مؤلفه I/O را چک کند.
- در حین انجام فرامین توسط I/O، پردازنده مدام باید در چرخه تست وضعیت دستگاه باقی بماند بنابراین کارایی سیستم بشدت پایین میاید.

# گروه‌های دستورالعمل‌های ورودی / خروجی

---

۱- کنترل: دستورالعمل‌ها برای فعال کردن دستگاه خارجی.

۲- وضعیت: بررسی مولفه‌های ورودی و خروجی.

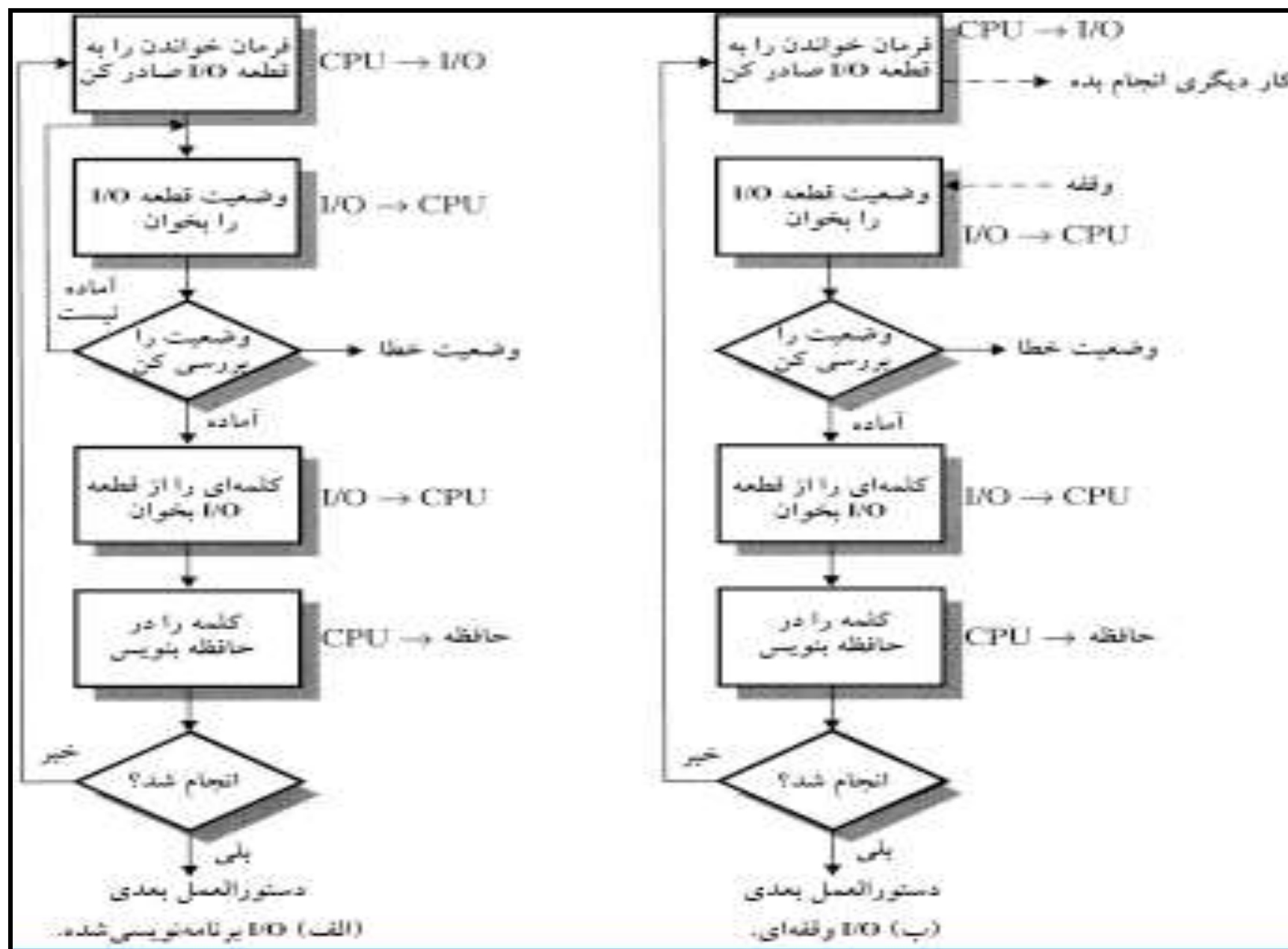
۳- انتقال: دستورالعمل‌هایی برای انتقال داده‌ها بین ثابت‌های پردازنده و دستگاه‌های خارجی.

# ورودی خروجی مبتنی بر وقفه:

---

- در این روش CPU پس از صدور فرمان به I/O به کار دیگری مشغول میشود.
- وقتی I/O برای مبادله داده ها آماده شد وقفه ای به پردازنده صادر میکند.
- CPU اجرای دستور العمل فعلی را به پایان میرساند.
- CPU درخواست وقفه را شناسایی میکند.
- CPU مقدار PC و PSW را ذخیره میکند.
- CPU آدرس اولین دستور روال گرداننده وقفه را در PC کپی میکند
- پس از اجرای روال گرداننده وقفه مقدار PC و PSW بازیابی میشود.
- CPU به اجرای برنامه قبلی خود باز میگردد.





# دسترسی مستقیم به حافظه

---

- در این روش از مولفه ای به نام DMA استفاده میشود. هنگام خواندن یا نوشتن پردازنده فرامین زیر را به DMA صادر می کند و خودش کنار میرود.
  - عمل خواندن مورد نیاز است یا نوشتن
  - آدرس دستگاه I/O درگیر
  - محلی از حافظه که از آن محل خواندن یا نوشتن شروع میشود.
  - تعداد کلماتی که باید خوانده یا نوشته شوند.
- پس از اتمام عملیات DMA به پردازنده وقفه ای مبنی بر اتمام عملیات میدهد.
- در این روش CPU تنها در ابتدا و انتهای عملیات I/O مشغول است.