

فصل ۱

مبانی کامپیوتر

بدیهی است که امروز بسیاری از اختراعات و اکتشافات به طور مستقیم یا غیرمستقیم به استفاده از کامپیوتر مربوط می‌شوند. کاربرد کامپیوتر در عصر حاضر اصولاً عجیبی را در زندگی انسانها ایجاد کرده است. کامپیوتر به عنوان یک ابزار قدرتمند محاسبه و تحلیل، به کمک انسانها آمده است. تا حدی زیاد اطلاعات را در حوزه ذخیره و سپس پردازش کند، اما قطعاً وضعیت امروز کامپیوتر، با گذشته تفاوت است.

کامپیوترهای اولیه بیشتر به شکل ماشین‌های حساب بودند. به عنوان مثال اولین وسیله‌ای (ماشین) محاسباتی چرتکه بوده است. این دستگاه که پیش از ۲۰۰۰ سال مورد استفاده قرار گرفته، اساس ماشین‌های حساب مکانیکی بود که بعداً به شکل ماشین‌های حساب الکترونیکی درآمدند. فردی به نام ریستگال اولین ماشین محاسباتی دیجیتال را در سال ۱۹۴۲ میلادی ساخت. این ماشین می‌توانست اعداد را با هم جمع کند. علاوه بر این، از طریق جمع‌های توالی و عمل جابجایی (تبدیل) می‌توانست عمل ضرب را نیز انجام دهد.

۱-۱ تعریف کامپیوتر

کامپیوتر ماشینی برای انجام محاسبات است که دارای مشخصات زیر است:

۱. الگوریتمی است و از اطلاعات الگوریتمی مثل مدارات مجتمع، تراشه‌ها، حافظه و غیره تشکیل شده است.
۲. دستورات و داده‌ها را می‌پذیرد و دستورات را با سرعت و دقت زیاد بر روی داده‌ها اجرا می‌کند. دستوراتی را که کامپیوتر اجرا می‌کند برنامه‌نویس کامپیوتر^۱ می‌نویسد. داده‌ها حقایق در مورد اشیا هستند. به عنوان مثال کامپیوتر می‌تواند امرات یک دانش‌آموز (داده‌ها) و دستورات محاسباتی معلم (دستورات) را بپذیرد و با سرعت و دقت زیاد معدل دانش‌آموز را محاسبه کند. **الگوریتم**، نامی از ترکیب داده‌ها است.

۱. استفاده از لامپ خلاء به عنوان اجزای اصلی مدارهای داخلی

۲. مدارهای ماشین‌ها بزرگ بود.

۳. به نیروی برق قوی نیاز داشتند.

۴. به علت ایجاد گرمای زیاد به وسایلی خنک کننده قوی نیاز داشتند.

یکی از کامپیوترهای این نسل، الیاک^۱ بود که دارای ۴۰ تن وزن بود و ۱۵۰ متر مربع سطح را اشغال می‌کرد و ۱۰۰۰۰ لامپ خلاء در آن به کار رفته بود و به ۱۵۰ کیلووات انرژی الکتریکی نیاز داشت. اما بعضی از کامپیوترهای دههٔ ۱۹۵۰ ساخته می‌شوند، به اندازهٔ سامیت میپی و با وزنی در حدود پند صد گرم بوده و مصرف آن‌ها کمتر از یک وات است.

گاهی این شیوه نیز به کار برده می‌شود که اگر غیرایمی که در ساخت کامپیوترها از بدو پدیدار می‌گردد، اکنون ایجاد شد، در صنعت اوجیل سازی به کار می‌روند، می‌توانست عنصر به سامیت اوجیل‌هایی به اندازهٔ سی سانتی‌متر با قیمت صد ریال، صرف بیش از یک لیر در هر میلیون ایلومتر و قدرتی به اندازهٔ قدرت بزرگ‌ترین گشتی‌های مسافری امروزی شود.

۱-۲-۲ کامپیوترهای نسل دوم

کامپیوترهایی هستند که در سال‌های ۱۳۳۰ تا ۱۳۹۰ شمسی ساخته شدند. یکی از مهم‌ترین ویژگی کامپیوترهای این نسل، به کارگیری ترانزیستور به جای لامپ خلاء است. این کامپیوترها به نیروی برق کمتری نیاز داشتند و اندازهٔ آن‌ها کوچکتر بود.

۱-۳-۳ کامپیوترهای نسل سوم

در اواخر دههٔ ۱۳۳۰ شمسی کامپیوترهای نسل سوم به بازار عرضه شدند. مهم‌ترین ویژگی کامپیوترهای این نسل، به کارگیری مدارات مجتمع^۲ است. مداراتی که شامل چندین عنصر منطقی بوده و در هر عنصر منطقی چند عنصر الکترونیکی مثل دیود و ترانزیستور به کار رفته و به روشی خاصی در چند سالی‌ها طرح جامع می‌شوند. این کار موجب افزایش سرعت کامپیوترها و کوچکتر شدن اندازهٔ آن‌ها شد. بعضی از ویژگی‌های کامپیوترهای این نسل عبارتند از:

۱. تراکم بیشتر مدارهای الکترونیکی

۲. ایجاد سازگاری بیشتر بین کامپیوترها جهت استفادهٔ مسازی سیستم بهره‌بردار

۳. پایداری کم‌های^۳ و رانندگی

۴. پایداری یک کاراکتر^۴ به عنوان کوچک‌ترین عنصر ساخته

در این دوره، کامپیوتر IBM 360 تولید شد که در زمینه‌های علمی و غیرعلمی قابل استفاده بود.

۱-۳-۴ کامپیوترهای نسل چهارم

کامپیوترهایی هستند که در حدود سال‌های ۱۹۵۰ ساخته شدند. ویژگی مهم کامپیوترهای این نسل، به کارگیری مدارات مجتمع با چگالی بالا است. منظور از چگالی بالا این است که در یک حجم معین تعداد عناصر الکترونیکی افزایش یابد. در این دوره استفاده از کامپیوترهای شخصی به شدت توسعه یافت و در بسیاری از منازل مشاهده شده است و ادارات و سازمان‌ها به کمک آن‌ها امور مربوط به خود را انجام می‌دادند. اکنون در نسل چهارم کامپیوترها هستیم.

۱-۳-۵ کامپیوترهای نسل پنجم

کامپیوترهای نسل پنجم هنوز ساخته نشده‌اند. یکی از تفاوت‌های کامپیوترهای این نسل با سایر نسل‌ها این است که کامپیوترهای نسل پنجم با برنامه‌ریزی همراه هستند. پروژه‌ای ساخت این کامپیوترها در سال ۱۹۸۰ میلادی توسط ژاپن به جهان اعلام شد و اکنون موسسات زیادی در سطح جهان در فکر ساختن کامپیوترهای این نسل هستند. ویژگی‌هایی که برای این کامپیوترها بیان شد مشابه ویژگی‌هایی است که در آن وجود دارد مثل: استنباط و استدلال کردن، البته بعدی نیست که انسان چنین عملیاتی را به واقعیت تبدیل کند. چون نمونه‌های قبلی عملیات مثل پرواز در آسمان و قضا به واقعیت پیوسته است. لذا انتظار می‌رود زمانی که مثل انسان انجام می‌دهد از کامپیوتر نتواند شود.

۱-۳-۶ کامپیوترهای نسل ششم

هدف از طراحی کامپیوترهای نسل ششم، نیرومندی عملیات‌های مثل انسان است. بدیهی است که مدارهای داخلی آن بسیار پیچیده و سریع خواهد بود.

۱-۴ مقایسه‌ی انسان و کامپیوتر از نظر کاری

انسان و کامپیوتر را از جهات زیر می‌توان به هم مقایسه کرد:

۱. دقت و صحت انجام کار
 ۲. قابلیت اشتغال
 ۳. نحوه و میزان ذخیره‌سازی داده‌ها
 ۴. سرعت دسترسی به اطلاعات
- هر یک از موارد را به طور مختصر شرح می‌دهیم.

۱-۴-۱ دقت و صحت انجام کار

منظور از دقت و صحت انجام کار این است که اگر دستورالعمل‌های داده شده به کامپیوتر درست باشد و داده‌ها به طور صحیح وارد شوند، کامپیوتر هیچ‌گاه اشتباه نمی‌کند. به عبارت دیگر اگر مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها با داده‌های صحیح توسط کامپیوتر یک بار به طور صحیح اجرا شود، برای همیشه در

دفعات دیگر به طور صحیح اجرا می‌شود. در حالی که اگر انسان این دستورالعمل‌ها را انجام دهد ممکن است هر بار دچار اشتباه شود. شاید به اندازه‌ای مراجعه کردید و از کارکنان بخش کامپیوتر آن اداره شنیده باشید که کامپیوتر ما دچار اشتباه شده است. به عنوان مثال- بر روی قهوه‌ای آب، برق، تگن و گاز، رقی چاب شده باشد که به واقعیت نزدیک نباشد این خطاها ممکن است ناشی از دو منبع باشند:

۱. حرکت مصرف- اشتباهات به طور خطا وارد کامپیوتر شده‌اند. بسیار اتفاق می‌افتد کسی که داده‌ها را وارد کامپیوتر می‌کند، دچار اشتباه شود.

۲. دستورالعمل‌های (برنامه‌های کامپیوتر) که محاسبات را انجام می‌دهند اشتباه باشند. ممکن است برنامه‌نویس در هنگام نوشتن برنامه، فرمول محاسبه را به درستی به کامپیوتر نداده باشد.

بنابراین نتیجه‌ای که به ظاهر توسط کامپیوتر می‌آید، ناشی از عملکرد انسانی است که با آن کار می‌کنند. کامپیوتر به خوبی خود را چاره‌اشده نمی‌شود. غلطی این است که کامپیوتر فقط محوری دستورالعمل (برنامه) است. بنابراین، اگر به انسانی رجوع و این جمله را شنیدید که کامپیوتر اشتباه کرده است، بطور دقیق.

۱-۴-۲ قابلیت اعتماد

به انجام کار توسط کامپیوتر اعتماد داریم. کامپیوتر دچار احساسات نمی‌شود. کامپیوتر دچار حسرتگی نمی‌شود. کامپیوتر عصبانی نمی‌شود. و کامپیوتر پارتی‌بازی نمی‌کند. بنابراین، اگر برنامه‌ها و داده‌های درستی وارد کامپیوتر شوند، محتمل هستیم که نتایج حاصل از کار کامپیوتر، بدون اشتباه است و رایج به آن شکری نداریم. اما انسان تحت شرایط مختلف می‌تواند تصمیمات مختلفی بگیرد. محاسبات نادرستی انجام دهد و نتایج غلطی را تولید کند. به کارهایی که به روش دستی انجام می‌شوند، اعتماد بیشتری نسبت به

نوسازی را در نظر بگیرید که ۱۰۰۰ کارمند دارد و کارکنان بخش حقوق و دستمزد می‌خواهند حقوق ۶۰۰۰ نفر را محاسبه کنند که در ترکیبی از اقلام مختلف به دست می‌آید. آیا محاسبه به نوبه عملیات خطیاتی دارد؟ یقیناً این طور نیست، چرا که احتمال اشتباه در محاسبات زیاد است.

۱-۴-۳ نحوه و میزان ذخیره‌سازی داده‌ها

انسان با ذهن و لمس کردن، تپالی تپالی خارج اطلاعات مربوط به آنها را در حافظه‌اش ذخیره می‌کند. کامپیوتر نیز از طریق دستگاه‌هایی به نام دستگاه‌های ورودی می‌تواند اطلاعات را از دنیای خارج از انحصار بگیرد و ذخیره کند. مثلاً به این موضوعات فکر کنید:

۱. آیا یک صندوقدار بانک می‌تواند اطلاعات مربوط به مشتریانش را در حافظه‌ی خود ذخیره کند و آنها را در موقع مناسب بازیابی کند؟

۲. آیا رئیس آموزش و پرورش می‌تواند اطلاعات مربوط به تمام دبیران خودش را نگهداری کند و در موقع لزوم از آنها استفاده کند؟

آیا یک شرکت ثبت اعمال یک شهرستان می‌تواند اطلاعات مربوط به تمام شهروندان را در حافظه خود داشته باشد؟

پاسخ سوالات بالا منفی است. اما کامپیوتر می‌تواند همگی این اطلاعات را در حافظه ذخیره نماید و در صورت لزوم آنها را در اختیار کاربران خود قرار دهد. منظور از کاربران کسانی هستند که به نحوی از کامپیوتر استفاده می‌کنند.

۱-۴-۴ سرعت دستیابی به اطلاعات

شاید شنیده باشید که کامپیوتر می‌تواند میلیون‌ها دستورالعمل را در مدتی کمتر از یک ثانیه انجام دهد. به نظر شما انسان نیز می‌تواند به همان سرعت کار کند؟ به نظر می‌رسد که پاسخ این پرسش منفی است. به عنوان مثال، می‌گویید که کامپیوتر ممکن است ۱۰۰ عدد را در کمتر از یک ثانیه با هم جمع کند ولی انسان چنین قدرتی ندارد. اما به این موضوع دقت کنید. وقتی شما یک ساختمان ۲۰ طبقه را می‌بینید، فوراً تصویری از آن ساختمان در ذهن شما ایجاد می‌شود. آیا سرعت انتقال همان تصویر به کامپیوتر، به اندازه‌ی سرعت انتقال آن تصویر به حافظه‌ی انسان است؟ پاسخ این پرسش منفی است. حالا به این موضوع بنگرید. فرض کنید اطلاعاتی که در طی ده سال وارد مغز انسان می‌شوند، وارد یک کامپیوتر شوند. از جمله اطلاعات افراد محلی که از طریق دیدن و ازده سخن‌انسان می‌شوند. اکثر تصویری شخصی را که انسان در ۱۰ سال پیش دیده است، در مقابل چشم انسان قرار گیرد. انسان در مدتی کمتر از یک ثانیه به یاد می‌آورد که آن شخص را در کدام چه هنگام و در چه رابطی ملاقات کرده است. اما اگر این تصویر به همان کامپیوتر داده شود نزدیک به ۲۰ سال طول می‌کشد تا کامپیوتر تشخیص دهد که آن شخص را در کدام چه هنگام و در چه رابطاتی دیده است. به نظر شما سرعت انسان بیشتر است یا کامپیوتر؟

۱-۵ کاربردهای کامپیوتر

کامپیوتر سیستمی رایج، تکنولوژی و صنعتی ایران مورد نیاز انسان دارد. زندگی بشر شده است به طوری که بسیاری از کارهای انسان توسط کامپیوترها صورت می‌گیرد. بعضی از موارد کاربرد کامپیوتر را بررسی می‌کنیم.

۱-۵-۱ کاربرد کامپیوتر در آموزش

کامپیوترها در مدارس برای نگهداری اطلاعات دانش‌آموزان به کار می‌آیند. کامپیوتر در دانشگاهها برای انجام دانشجویان مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تجربه و تحلیل سطح درسی دانش‌آموزان و دانشجویان به کار می‌آیند. دانشگاههای معتبر دنیا از طریق کامپیوتر به دانشجویان آموزش می‌دهند، مثلاً نام CDهای آموزشی را شنیده‌اید. معلمین صحرای عرب درس‌های خود را بر روی CDها ضبط می‌کنند و در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌دهند. روزی فرا می‌رسد که آموزش‌ها در سطح مدارس و دانشگاهها

فرآیند می‌گردد. یکی دیگر از کاربردهای کامپیوتر در صنعت کاربرد آن در طراحی و تولید است. برخی از برنامه‌های طراحی تولید مانند CAD و CAM وجود دارند. کاربرد دستگاههای خودمختار و رباتها در کارخانه‌ها و مراکز تولیدی بیشتر و بیشتر می‌باشد.

۱-۵-۴ کاربرد کامپیوتر در حمل و نقل

مداریت وسایل نقلیه هوایی، دریایی، زمینی و تشخیص هوایی‌های آن‌ها توسط کامپیوتر انجام می‌گیرد. اکنون کنترل اتومبیل‌ها توسط کامپیوتر انجام می‌گردد و روزهایی نزدیک پیشتر می‌باشد.

۱-۵-۵ کاربرد کامپیوتر در ثبت احوال

ثبت اطلاعات شخصی در سطح کشور، به‌خصوص در ثبت احوال و مراکز مورد دیگر توسط کامپیوتر انجام می‌شود. کامپیوتر اکنون در حل پرونده‌های بین‌المللی نیز سهم به عده گرفته است. ثبت سوابق سیاسی افراد و انتخاب بهترین سیاستمداران از جمله کمک‌های کامپیوتر است.

۱-۵-۶ کاربرد کامپیوتر در قوانین

سیستم‌های کامپیوتری در نگهداری سوابق مجرمین و تشخیص آثار انگشت نقش مهم دارند. پیوندگیری در کامپیوتر برای تشخیص مجرمین، ثبت قوانین و مقررات کشور، یافتن قوانین در مورد پرونده‌ها، احصای کمک‌های کامپیوتر در این زمینه است.

۱-۶ سازمان کامپیوتر

کامپیوتر باید داده‌های خارج از خود را گرفته، آن‌ها را ذخیره، کند، عملیات را بر روی داده‌ها انجام دهد، نتیجه را به خروجی منتقل کند و این اعمال را تحت نظام خاصی انجام دهد. انسان از طریق چشم و سایر حواس، داده‌ها را دریافت می‌کند. در سفر نگهداری می‌کند، آن‌ها را تجزیه و تحلیل می‌کند و از طریق نوشتن و صحبت کردن ارسال می‌کند و این اعمال تحت کنترل حواسی انجام می‌شوند. با یک کامپیوتر ساده می‌توان نتیجه گرفته اعمالی که کامپیوتر انجام می‌دهد، همان اعمالی هستند که انسان انجام می‌دهد. انسان برای این که بعضی از محاسبات را فراموش نکند، بر روی دفترچه‌ها (حافظه خارجی) یادداشت می‌کند. کامپیوترها نیز می‌توانند این عمل را انجام دهند. بنابراین می‌توان گفت که کامپیوتر از سیستم‌های زیر تشکیل شده است:

۱. واحد ورودی (input unit)
۲. واحد خروجی (output unit)
۳. واحد حافظه (memory unit)
۴. واحد محاسبه و منطقی (Arithmetic logic unit - ALU)
۵. واحد کنترل (control unit)



شکل ۱-۲-۴: ارتباط واحدهای کامپیوتر با یکدیگر

مجموعه‌ای از واحدهای حافظه، محاسبه و منطقی و کنترل را واحد پردازشگر مرکزی^۱ (CPU) گویند. رابطه‌ای بین واحدهای مختلف کامپیوتر را در شکل ۱-۲-۴ می‌بینید.

۱-۲-۴-۱ واحد ورودی

واحد ورودی کامپیوتر مجموعه‌ای از دستگاه‌ها است که داده‌ها را از خارج کامپیوتر گرفته وارد کامپیوتر می‌کند. تا به روزی آن‌ها پردازش‌هایی صورت گیرد. بدون داده‌هایی که کامپیوتر با آن‌ها سروکار دارد، تفاوت از داده‌هایی است که انسان با آن‌ها سروکار دارد. یکی از وظایف اصلی دستگاه‌های ورودی، تغییر شکل داده‌ها به صورتی است که کامپیوتر آن‌ها را درک کند.

۱-۲-۴-۲ واحد خروجی

واحد خروجی کامپیوتر مجموعه‌ای از دستگاه‌ها است که داده‌ها را از کامپیوتر گرفته به خارج از آن منتقل می‌کند. بدون داده‌هایی که کامپیوتر با آن‌ها سروکار دارد، تفاوت از داده‌هایی است که انسان با آن‌ها سروکار دارد. یکی از وظایف اصلی دستگاه‌های خروجی، تغییر شکل داده‌های ذخیره شده در کامپیوتر به صورتی است که انسان آن را درک کند.

۱-۲-۴-۳ واحد حافظه

حافظه محل نگهداری داده‌ها و اطلاعات در کامپیوتر است. آنچه که به نام واحد حافظه می‌ریخت قرار می‌گیرد. حافظه‌ای اصلی کامپیوتر است که سایر واحدها با آن ارتباط دارند. حافظه‌ای اصلی کامپیوتر را حافظه با مسئولیت اصلی^۲ (RAM) می‌نامند. RAM نیاز به منبع تغذیه دارد تا داده‌ها و دستورالعمل‌ها (برنامه کامپیوتری) را ذخیره کند. یعنی وقتی سیستم خاموش می‌شود، داده‌ها و برنامه‌های موجود در

از حداقل موجود شد. توجه کنید که RAM تنها حافظه‌ای موجود در سیستم کامپیوتری است، بلکه انواع دیگری از حافظه‌ها وجود دارند که آنها را در ادامه بررسی خواهیم کرد. اطلاعات در حافظه اصلی به‌طور موقت ذخیره می‌شود، ولی در نوع دیگری از حافظه‌ها به نام حافظه کش می‌تواند با حافظه کشوری اطلاعات به‌طور دائمی ذخیره شود.

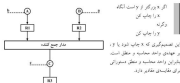
۹-۳-۲ واحد محاسبه و منطق

اصلی از فعل جمع، ضرب، تقسیم، مقایسه در مقدار، مقایسه با صفر و ... در واحد محاسبه و منطق انجام می‌شوند و مدار هر کدام در این قسمت وجود دارد.

در این واحد، حافظه‌هایی به نام ثبت وجود دارد که برای انجام اعداد محاسباتی از آنها استفاده می‌شود. اصولاً می‌توان گفت که محاسبات یعنی نقل و انتقال اطلاعات از قطعات به قطعات دیگر و تغییر شکل آنها که توسط ثبت‌ها انجام می‌گیرد. به عنوان مثال، فرض کنید در مقدار A و B باید با هم جمع شوند. اندازی که عمل جمع را انجام می‌دهد در واحد محاسبه و منطق قرار دارد. در مقدار A و B باید همزمان وارد ثبت شوند، چون مدار جمع همیشه فعال است، پس از مدتی اندک، حاصل جمع این دو مقدار در ثبت دیگری قرار می‌گیرد. شکل ۹-۳.

گروه‌های A، B و C که تحت کنترل خطوط C، B و A، این‌ها برای انتقال اطلاعات را می‌دهند. بدیهی است که سیگنال‌های A و B می‌تواند همزمان صادر شوند، ولی سیگنال C باید پس از این دو سیگنال صادر شود.

از وظایف دیگر واحد محاسبه و منطق تصمیم‌گیری در اعمال مقایسه‌های مثل بزرگتر، مساوی، کوچکتر و ... است. به‌عنوان مثال، مسوولانه زیر را در نظر بگیرید:



شکل ۹-۳ مدار جمع‌کننده

۱-۲-۴ کامپیوترهای شخصی با ریز کامپیوتر

ریز کامپیوترها^۴ یا کامپیوترهای شخصی^۵ کوچکترین و پرمصرفترین کامپیوترها هستند. این کامپیوترها در منازل، ادارات، شرکت‌های دولتی و خصوصی که با حجم اطلاعات کمی سروکار دارند کاربرد وسیعی دارند. از جمله این کامپیوترها می‌توان کامپیوترهای شخصی سازگار با IBM، کامپیوترهای APPLE کامپیوترهای خانگی و ... را نام برد. سرعت پردازش اطلاعات در ریز کامپیوتر تقریباً برابر با یک میلیون دستورالعمل در ثانیه است.

۱-۲-۵ اپدتها و نیتها

دستی دیگری از کامپیوترها که امروزه به وفور استفاده می‌شوند، اپدتها و نیتها هستند. این کامپیوترها به دلیل قابلیت حمل و نیز سرعت پردازش مناسبه توجه کاربران را به خود جلب کرده‌اند.

۱-۸ چندتهای مختلف یک کامپیوتر

هر کامپیوتر دارای دو جنبه است که عبارتند از جنبه سخت‌افزاری^۶ و جنبه نرم‌افزاری^۷. جنبه سخت‌افزاری کامپیوتر، شامل تمام اجزایی است که مشاهده می‌شوند، حتی کیبورد^۸، پرده اصلی^۹، صفحه نمایش، سیستم‌های رابط، موس و غیره.

جنبه نرم‌افزاری کامپیوتر، برنامه‌ها یا دستورالعمل‌هایی هستند که سخت‌افزار را راهنمایی کرده مورد تصمیم‌گیری قرار می‌دهند. بنابراین، آنچه که سخت‌افزار، یعنی موجود بی‌جان را به یک ابزار تصمیم‌گیرنده و پردازش کننده تبدیل می‌کند، نرم‌افزار است. پس از بررسی حافظه دو کامپیوترها که از چندتهای سخت‌افزاری است، به بررسی جنبه نرم‌افزاری می‌پردازیم.

۱-۹ حافظه

حافظه شامل نگهداری داده‌ها و برنامه‌هایی است که پردازنده هر زمان مناسبت از آن‌ها استفاده می‌کند. کامپیوتر داده‌ها را از خارج مورد دریافت می‌گیرد، آن‌ها را در حافظه ذخیره و دستورالعمل‌ها را اجرا می‌کند. بر روی داده‌ها اجرا می‌کند و نتیجه اجرا را در اختیار انسان قرار می‌دهد. انواع مختلفی از حافظه‌ها در کامپیوترها مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارتند از:

- حافظه اصلی یا RAM
- حافظه ROM یا فقط خواندنی^{۱۰}
- حافظه نهان^{۱۱}
- حافظه‌های جانبی یا ثانویه^{۱۲}

به نظر می‌رسد که اولین پرسش در مورد حافظه واحدهای اندازه‌گیری آن باشد. بنابراین، جهت روشن شدن پاسخ این پرسش، ابتدا به واحدهای اندازه‌گیری حافظه پرداخته، سپس انواع حافظه را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۱-۱ واحدهای اندازه‌گیری حافظه

حافظه همانند هر کمیت دیگر دارای مقیاس‌هایی برای اندازه‌گیری است. این مقیاس‌ها عبارتند از:

بیت (Bit): کوچک‌ترین واحد حافظه که ۰ یا ۱ را نگهداری می‌کند. بیت نام دارد. کلمه‌ی BB حافظه عبارت Binary Digit است.

بایت (Byte): مجموعه‌ای از ۸ بیت می‌تواند یک حرفه را نگهداری نماید. این حرفه بایت نیز نام دارد. با یک بایت می‌توان 256 کاراکتر را نمایش داد (2^8). این کاراکترها دارای مقادیر 0 تا 255 می‌باشد.

کلمه (Word): به مجموعه‌ای از ۲ یا ۴ بایت گفته می‌شود که ممکن است از ماشین به ماشین دیگر فرق کند.

کلمه مضاعف (Double Word): به مجموعه‌ای از دو کلمه گفته می‌شود.

گیگابایت (Gibibyte): مجموعه‌ای از 1024^3 بایت است و علامت اختصاری آن Gi یا GB است.

هر گیگابایت $1024 \times 1024 \times 1024$ بیت است.

مگابایت (Megabyte): هر 1024^2 (2^{20}) گیگابایت یک مگابایت نام دارد. هر مگابایت 1024×1024 بیت است.

بایت است و با علامت اختصاری MB یا Mb مشخص می‌شود. هر مگابایت برابر با $1024 \times 1024 \times 1024$ بیت است.

گیگابایت (Kibibyte): هر 1024^3 (2^{30}) مگابایت یک گیگابایت نام دارد که با علامت اختصاری Ki یا Gi مشخص می‌شود.

هر گیگابایت معادل $1024 \times 1024 \times 1024$ بیت است و معادل $1024 \times 1024 \times 1024$ مگابایت می‌باشد.

هر گیگابایت برابر با $1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024$ بیت است.

تریبایت (Terabyte): مجموعه‌ای از 1024^4 گیگابایت را تریبایت گویند و با علامت اختصاری T یا Ti مشخص می‌شود.

هر تریبایت معادل $1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024$ مگابایت است و معادل $1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024$ گیگابایت است.

$1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024$ بایت و $1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024$ بیت است.

پتابایت (Petabyte): مجموعه‌ای از 1024^5 تریبایت را پتابایت گویند و با علامت اختصاری P یا Pi مشخص می‌شود.

هر پتابایت معادل 1024^5 (2^{50}) گیگابایت است و معادل $1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024$ مگابایت است.

$1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024$ بایت و $1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024$ بیت است.

$1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024$ مگابایت است.

اکزابایت (Exabyte): مجموعه‌ای از 1024^6 پتابایت یک اکزابایت نام دارد. هر اکزابایت معادل 1024^6 (2^{60}) مگابایت است.

هر اکزابایت برابر با $1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024$ مگابایت است و معادل $1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024$ بیت است.

اختصاری آن Ei یا EiB است.

۴- مثال ۱-۱

کامپیوتری دارای ۳۲ گیگابایت حافظه داخلی است. این کامپیوتر دارای چند مگابایت کیلر است، بدین دو بیت حافظه است؟

$$\begin{aligned} 1 \text{ GB} &= 1024 \text{ MB} & , & \quad 32 \text{ GB} = 32 \times 1024 = 2^5 \times 2^{10} = 2^{15} \text{ MB} \\ 1 \text{ GB} &= 1024 \times 1024 \text{ KB} & , & \quad 32 \text{ GB} = 32 \times 1024 = 1024 = 2^5 \times 2^{10} = 2^{15} \text{ KB} \\ 1 \text{ GB} &= 1024 \times 1024 \times 1024 \text{ B} & , & \quad 32 \text{ GB} = 32 \times 1024 \times 1024 = 1024 \\ & & & \quad = 2^5 \times 2^{10} \times 2^{10} \times 2^{10} = 2^{35} \text{ B} \\ 1 \text{ GB} &= 1024 \times 1024 \times 1024 \times 8 \text{ bit} & , & \quad 32 \text{ GB} = 32 \times 1024 \times 1024 \times 8 \\ & & & \quad = 2^5 \times 2^{10} \times 2^5 \times 2^{10} \times 2^3 \end{aligned}$$

۱۱-۱-۱ حافظه RAM

حافظه RAM به معنی حافظه با دسترسی تصادفی یا حافظه خواندنی و نوشتنی است. معمولاً منظور از حافظه اصلی، همان حافظه RAM است. بخش حافظه RAM از نوع نیمه رسانا و روش دسترسی به اطلاعات آن تصادفی است. این حافظه در اختیار کاربر است که می‌تواند اطلاعاتی را به طور سراسر در آن ذخیره و یا از اطلاعات آن استفاده کند.

۱۲-۱-۱ حافظه ROM

حافظه ROM یک حافظه فقط قابل خواندن است. این حافظه حاوی دستورالعمل‌هایی است که کارهای سازشی کامپیوتر آن‌ها را می‌نویسد. این دستورالعمل‌ها برای دانستنی کامپیوتر و بخشی از اتصال دیگر مفید هستند. محتوای این حافظه را کاربر نمی‌تواند تغییر دهد. این حافظه **حافظه پایداری** نیز نام دارد زیرا با قطع جریان برق اطلاعات آن از بین نمی‌رود. بخش حافظه ROM - نیمه رسانا است. حافظه ROM دارای انواع مختلفی است که عبارتند از:

۱- حافظه PROM

۲- حافظه EPROM

۳- حافظه EEPROM

۱-۱۲-۱ حافظه PROM

نام این حافظه حافظه فقط خواندنی قابل برنامه‌ریزی است. حافظه PROM ابتدا تعریف شده و کاربر می‌تواند اطلاعات مورد نیاز خود را در آن ذخیره کند. این کار با یک دستگاه به نام PROM انجام می‌شود. این عمل فقط یک بار انجام می‌گیرد. یعنی پس از قرار دادن اطلاعات در آن، انجام تغییرات در

اطلاعات ممکن نیست. بهین در صورت اشکاف توسط کلایر از این حافظه نمی توان استفاده کرد (این حافظه می سوزد).

۱-۱۲-۲ حافظه EPROM

نام این حافظه حافظه فقط خواندنی قابل برنامه ریزی و قابل پاک شدن است. حافظه EPROM^۱ مانند حافظه PROM^۲ پیدا نمی آید. کلایر می تواند اطلاعات مورد نیاز خود را در آن ذخیره نماید. اطلاعات ذخیره شده در این نوع حافظه را می توان با استفاده از اشعه فرابنفش پاک کرد و مجدداً اطلاعات را در آن قرار داد. سرعت پاک کردن اطلاعات این حافظه پایین است.

۱-۱۲-۳ حافظه EEPROM

نام این حافظه حافظه فقط خواندنی، قابل برنامه ریزی و قابل پاک شدن به صورت الکترونیکی است. حافظه EEPROM^۳ مانند حافظه EPROM است. با این تفاوت که سرعت پاک کردن اطلاعات در این نوع حافظه بیشتر است. زیرا با روش الکترونیکی می توان اطلاعات را پاک نمود. تفاوت عمده حافظه RAM و ROM عبارت است از:

۱. با قطع جریان برق، اطلاعات موجود در حافظه RAM از بین می رود.
۲. حافظه ROM داده ها را در حافظه RAM است.
۳. حافظه ROM نسبت به حافظه RAM از ایمن تر است.

۱-۱۳ حافظه نهان

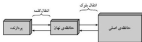
حافظه نهان^۴ نوعی حافظه با فناوری دستیابی سریع است و آخرین اطلاعات پردازش شده در CPU و در خود نگهداری می کند تا در صورت نیاز مجدد CPU به آن با سرعت مورد استفاده قرار گیرد. در واقع، حافظه نهان حاوی بخشی از اطلاعات حافظه اصلی است. وقتی پردازنده سعی می کند بخشی از اطلاعات را از حافظه بخواند، بررسی می کند که آیا آن بخش در حافظه نهان وجود دارد یا خیر. اگر وجود داشته باشد، آن بخش به پردازنده تحویل داده می شود. اگر آن بخش در حافظه نهان موجود نباشد، بطوریکه حافظه اصلی که حاوی تعداد معینی از داده ها است به حافظه نهان خوانده می شود و سپس آن بخش به پردازنده تحویل می گردد. این روند را در شکل ۱-۲ مشاهده می کنید. در اغلب کامپیوترهای امروزی، حدود ۱ مگابایت حافظه نهان وجود دارد. حافظه نهان به دو نوع تقسیم می شود:

۱. حافظه نهان داخلی
۲. حافظه نهان خارجی

۱. Erasable Programmable Read Only Memory

۲. Electronic Erasable Programmable Read Only Memory

۳. Cache



شکل ۱-۳ حافظه میزبان و حافظه اصلی

حافظه میزبان، حافظه نوعی حافظه‌ای شرح است که در داخل بردارنده قرار دارد و کلی دستورالعمل‌ها و داده‌هایی را که اغلب استفاده می‌شوند نگهداری می‌کند. حافظه میزبان خارجی روی برد اصلی کامپیوتر نصب می‌شود. این حافظه نیز سرعت اجرای برنامه‌ها را افزایش می‌دهد.

۱-۱۴ حافظه جانبی

علاوه بر حافظه اصلی کامپیوتر، حافظه‌های دیگری برای ذخیره‌ی اطلاعات کاربرد این حافظه‌ها و حافظه‌های جانبی (هارد) کاربرد معروف‌ترین و پرکاربردترین حافظه‌های جانبی، دیسک‌ها هستند. کلی استفاده از حافظه جانبی عبارتند از:

۱. حافظه RAM کامپیوتر محدود است.
۲. با قطع جریان برق اطلاعات حافظه RAM از بین می‌رود.
۳. بعضی از اطلاعات به صورت دورانی مورد استفاده قرار می‌گیرند.
۴. حافظه جانبی برای انتقال اطلاعات از یک نقطه به نقطه دیگر به کار می‌رود.

۱-۱۴-۱ دیسک مغناطیسی

دیسک بهترین حافظه جانبی است که در کامپیوترها مورد استفاده قرار می‌گیرد. دیسک صفحه‌ای دایره‌ای بزرگی با پلاستیکی است که از داخل قابل مغناطیسی شدن پوشیده شده است. داده‌ها با استفاده از یک سیستم پیچیده به نام هد خواندن و نوشتن یا به اختصار، هد بر روی آن نوشته یا خوانده می‌شوند. در هنگام خواندن یا نوشتن، هد ثابت است و صفحه زیر آن حرکت می‌کند. یکی از مهم‌ترین حافظه‌های دیسک مغناطیسی، دیسک سخت است که در ادامه بررسی می‌شود.

دیسک سخت

دیسک سخت در داخل کامپیوتر نصب می‌شود. سرعت دسترسی به اطلاعات در آن و ظرفیت آن فوق‌العاده بالا است. در گذشته دیسک سخت ظرفیت‌هایی مثل 40 MB، 80 MB، 120 MB و ... را داشت ولی امروزه ظرفیت‌های دیسک سخت در حدود چند ترابایت است. دیسک‌های سخت معمولاً

دامل چند ترسک کوچک هستند که حول محوری می‌چرخند. در دیسک‌های سخت چند عدد خواندن و نوشتن وجود دارد. این دایره‌ها در بین دایره‌ها حرکت افقی دارند و در یک لحظه به چهارهای هورایع (میلیدار) دسترسی دارند. نام دیگر ترسک سخت، ترسک ثابت¹ است.

انواع دیسک‌های سخت

دیسک‌های سخت به دو دسته تقسیم می‌شوند:

1. دیسک‌های سخت داخلی (Internal hard disk)

2. دیسک‌های سخت خارجی (External hard disk)

دیسک‌های سخت داخلی همان دیسک‌های ثابت هستند که در داخل کامپیوتر نصب می‌شوند. دیسک‌های سخت داخلی انواع مختلفی دارند که دو نوع آن EIDE و SCSI می‌باشد. EIDE برای کامپیوترهای روزمری و SCSI معمولاً برای سرورهای² شبکه به کار می‌رود.

دیسک سخت خارجی، قابل انتقال به کامپیوتر دیگر است. دیسک‌های سخت داخلی و خارجی تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند که عبارتند از:

1. سرعده دیسک سخت خارجی کمتر از دیسک سخت داخلی است.

2. قیمت دیسک سخت خارجی اگر از آن تر از دیسک سخت داخلی است.

3. دیسک‌های سخت خارجی از طریق کابل خارجی به کامپیوتر متصل می‌شوند ولی ترسک‌های سخت داخلی در داخل کامپیوتر نصب می‌گردند.

سازمان دخی و قابلهندی داده‌ها روی دیسک

عدد خواندن و نوشتن، دستگاه نسبتاً کوچکی است که قادر است عمل خواندن و نوشتن را بر روی بخشی از صفحه‌ای که در زیر آن حرکت می‌کند انجام دهد. به این ترتیب، داده‌ها بر روی صفحه در دایره‌های هم‌مرکزی به نام قطب سازمان‌دهی می‌شوند. قطب‌های هر قطب به اندازه‌ای جدا است که هر سطح هر از آن قطب وجود دارد.

مثالی 1-7 این طرح داده‌ها را نشان می‌دهد. بین قطب‌های همجوار **قطب**³ وجود دارد این فاصله‌ها از اطلاعاتی ناشی از تنظیم شماره‌بندی نوک با تعداد میدان‌های مقایسه‌ای به‌کارگیری می‌شود که به حداقل می‌رسند. برای ساده شدن مدارهای الکترونیکی، تعداد یکسانی از پشته‌ها روی هر قطب وجود می‌شوند. لذا **پیکانی**⁴ که بر حسب پشته در ایچ خطی بیان می‌شود از قطب خارجی به قطب داخلی افزایش می‌یابد. این پدیده در صفحه گرافیکون نیز رخ می‌دهد.

داده‌ها به صورت بلوک به 1 از دیسک منتقل می‌شوند. معمولاً اندازه‌ی بلوک کوچکی که از ظرفیت قطب است. داده‌ها در ناحیه‌هایی به اندازه‌ی بلوک به نام **قطب**⁵ ذخیره می‌شوند. (مثلاً 11-7)

الگوریتم

هدفی ما در ارائه آموزشی را انجام می‌دهیم که از نظام آموزشی بیرونی می‌کشد مانند روش مصرف داروها تا از بین رفتن کامل حلاله بیماری، روش تهیه یک نوع غذای معین، چگونگی رفتن به محل کار، نظامی موضوعی خاص و تهیه لوازم مورد نیاز روزانه. هر کدام از این امور با روش خاصی انجام می‌شوند. به نمونه‌ای از روش مصرف دارو توجه کنید:

«آقای بین رفتن کامل حلاله بیماری سه بار، هر بار یک قاشق چایخوری از این دارو را در یک لیوان آب سرد حل کرده قبل از غذا میل کنید.»

این گونه روش انجام کار را **الگوریتم** گویند. الگوریتم که به معنی تشریح دقیق مراحل مختلف و تسهیل انجام دادن کار به خصوصی است، از نام نویسنده نخستین موسس الگوریتمی ریاضیات و منطق ابوالی در قرن دوم هجری گرفته شده است.

برای این فرض به مفهوم الگوریتم مثالی را در نظر می‌گیریم. اگر به خواص بین تعدادی عدد، بزرگترین آنها را پیدا کنید چگونه عمل می‌کنید؟ ممکن است پاسخ این باشد که: این کار بسیار ساده است و با نگاه به مشخصاتی از اعداد می‌توان بزرگترین آنها را انتخاب کرد. اما این کار همیشه ممکن نیست زیرا اگر اعداد اعداد بسیار زیاد باشد این روش کارساز نخواهد بود. اصلاً پاسخ این است که یک بار تمام اعداد را از ابتدا تا انتها بررسی می‌کنیم و در هر لحظه به حاصل می‌سازیم که بزرگترین عددی که تاکنون با آن برخورد کردیم چه بوده است. هرگاه به عددی بزرگتر از عددی که به حاصل می‌سازیم برخوردیم، آن را به جای عدد قبلی به حاصل می‌سازیم و در طی این صورت به دنبال بزرگترین عدد به حاصل می‌رسد. البته به بررسی نحوه انجام می‌دهیم. این روش را می‌توان به صورت مجزای از دستورالعمل‌های معین بیان کرد.

۳-۱ تعریف الگوریتم

الگوریتم دستورالعملی برای حل مسئله است که دارای شرایط زیر باشد:

۱. به زبان دقیق گفته شود.
۲. جزئیات کاملی حل مسئله را داشته باشد.

۳. ترتیب مراحل آن مشخص باشد.

۴. شرط انجام عملیات مشخص باشد.

زبان دقیق: به این علت لازم است که اجرای الگوریتم درست به همان صورتی که بر نظر نویسنده الگوریتم است صورت گیرد. به عنوان مثال، در الگوریتم مصرف دارو از قاشق پیمائش‌ری نام برده شده که ممکن است از نظر افراد مختلف دارای اندازه‌های متفاوتی باشد. این امر باعث می‌شود که مصرف کننده دارو بدون آنکه متوجه باشد دارو را به شکل خطی مصرف کند.

میزبانیات کامل: به این علت لازم است که در طول اجرای الگوریتم عوامل تکنفاتی‌های پیش‌نیاز به عنوان حال ممکن است برای محاسبه‌ی اضافه‌کاری پرسنل یک سازمان، فرمول زیر ارائه شود:

مستورد ساختنی اضافه کار = (تعداد ساعت موظف - تعداد ساعت کار) × اضافه‌کاری

در این فرمول وضعیت تعداد ساعت کار و تعداد ساعت موظف معلوم است و روش محاسبه‌ی «مستورد ساختنی اضافه‌کار» مشخص نیست. یعنی عامل «مستورد ساختنی اضافه‌کار» شناخته شده نیست. لذا این فرمول پیمائش‌گری محاسبه‌ی اضافه‌کاری پرسنل نیست. مگر این که وضعیت این عامل نیز مشخص شود. اگر فرض شود که «مستورد ساختنی اضافه‌کار» به صورت زیر محاسبه می‌گردد، اضافه‌کاری پرسنل قابل محاسبه است:

[«مستورد ساختنی حقوق» - مستورد ساختنی اضافه‌کار]

ترتیب مراحل: اگر ترتیب مراحل الگوریتم مشخص نباشد ممکن است در هر بار اجرای الگوریتم، دستورات گوناگونی اجرا شوند و نتایج متفاوتی حاصل گردد.

شرط انجام الگوریتم: اگر این شرط رعایت نشود، انجام عملیات هیچ‌گاه انجام نمی‌یابد و الگوریتم به مدت نامحدودی اجرا می‌شود.

۳-۲ طراحی الگوریتم برای مسئله

الگوریتم‌ها برای حل مسئله نوشته می‌شوند. مشکل‌ترین بخش حل مسئله طراحی الگوریتم برای آن است. در طراحی الگوریتم، ابتدا مراحل کلی انجام کار را مشخص کنید و با حل هر مرحله اصلی، کل مسئله حل می‌شود. اغلب الگوریتم‌ها مراحل زیر را دارند:

۱. خواندن داده‌ها

۲. انجام محاسبات

۳. چاپی نتایج

هر مرحله از الگوریتم، با بررسی دقیق، ممکن است به بخش‌های گوناگونی تقسیم شود. به عنوان مثال، مرحله‌ی انجام محاسبات، یک مرحله‌ی کلی است که با پرداختن به مسئله به روابط ریاضی

تبدیل می‌شود که مسئله را حل می‌کند. اصولاً برای حل یک مسئله و طراحی الگوریتم برای آن موارد زیر باید مشخص شوند:

- تعریف دقیقی از مسئله جهت مشخص کردن نیازمندی‌های آن
- ورودی‌های مسئله
- خروجی‌های مسئله
- بررسی داده‌های مختلف مسئله
- رابطه‌ی بین ورودی‌ها و خروجی‌های مسئله
- انتخاب یک راه‌حل مناسب و تهیه الگوریتم برای آن راه‌حل
- اشتکال‌دهی الگوریتم

برای آشنایی با حل یک مسئله و طراحی الگوریتم آن، مثال را در نظر می‌گیریم:
 دانشگاهی - در هر ترم، شهریه‌ی ثابتی که در طول تحصیل یک دانشجو ثابت است، دریافت می‌کند. اگر میزان شهریه‌ی ثابت مشخص باشد، دانشجو در مدت t ترم، به مبلغی باید پرداخت کند.

ورودی‌های مسئله

- میزان شهریه‌ی ثابت هر ترم

خروجی‌های مسئله

- مبلغ شهریه‌ی ثابت پرداختی به ازای t ترم (مبلغ کل)

رابطه‌ی بین ورودی‌ها و خروجی‌های مسئله

۱ - «شهریه‌ی ثابت ترم - مبلغ کل

در این مسئله، تنها یکی ورودی، خروجی و رابطه‌ی بین آنها ساده است. ولی ممکن است در همین موارد به این سادگی نباشد و نیاز به فرض‌ها و استنباطات خاصی باشد.

۳-۳ مجری الگوریتم

الگوریتم‌های نوشته شده می‌تواند توسط افراد یا ماشین اجرا شوند و منظور از اجرای الگوریتم، انجام کردن کلیه دستورات الگوریتم و اخذ نتیجه مطلوب است. اگر مجری الگوریتم ماشین باشد آن را کامپیوتر می‌گویند. مجری الگوریتم بعضی از افعال را از قبل می‌داند و بعضی دیگر را نمی‌داند. به عنوان مثال، ممکن است مجری الگوریتم مفهوم جمع و تفریق را بداند و مفهوم باقیماندگی یک تقسیم را نداند. لذا نویسنده الگوریتم باید از جزئیاتی که مجری الگوریتم می‌داند آگاه باشد و هیچ‌گونه فرضی را در مورد مجری الگوریتم منظور نکند.

۳-۴ روش های بیان الگوریتم

الگوریتم‌ها را می‌توان به صورت‌های مختلفی بیان کرد که سه نمونه از آن عبارتند از:

۱. بیان الگوریتم با جملات فارسی
۲. بیان ریاضی الگوریتم
۳. بیان الگوریتم توسط شکل‌ها

۳-۴-۱ بیان الگوریتم با جملات فارسی

در این روش، الگوریتم‌ها بدون استفاده از سمبل‌های خاصی ذکر می‌شوند. نمونه‌ای از این الگوریتم‌ها را در ادامه مشاهده می‌کنید.

۴-۳-۱ مثال

الگوریتمی که مجموع دو عدد را محاسبه می‌کند.

۱. اولین عدد را انتخاب کرده به روی کاغذ بنویسید.
۲. دومین عدد را گرفته آن را زیر عددی بنویسید که به روی کاغذ نوشیدید.
۳. دو عدد روی کاغذ را با هم جمع کنید، زیر آن دو عدد بنویسید.
۴. مجموع عددی که به روی کاغذ نوشته شد، مجموع دو عدد است.
۵. پایان.

۴-۳-۲ مثال

الگوریتمی که از بین سه عدد، بزرگ‌ترین عدد را پیدا می‌کند.

۱. اولین عدد را به عنوان بزرگ‌ترین عدد انتخاب کن و روی کاغذ بنویس.
۲. عدد دوم را با عدد روی کاغذ مقایسه کن، اگر از عدد روی کاغذ بزرگ‌تر بود آن را به عنوان بزرگ‌ترین عدد یادداشت کن.
۳. اگر عدد سوم از عددی که به عنوان بزرگ‌ترین انتخاب شد بزرگ‌تر باشد آن را به عنوان بزرگ‌ترین عدد یادداشت کن.
۴. عدد روی کاغذ بزرگ‌ترین عدد است.
۵. پایان.

۳-۴-۲ بیان ریاضی الگوریتم

الگوریتم‌هایی که با تکیه بر طرح شده به زبان فارسی بیان گردیدند، نوشتن الگوریتم‌ها به زبان فارسی دارای دو اشکال عمده است:

۱. الگوریتم‌ها طولانی می‌شوند.
۲. از دستورات الگوریتم تفسیرهای گوناگونی می‌شود.

در این قسمت سعی می‌کنیم مفاهیمی را ارائه کنیم که الگوریتم را به جملات ریاضی بیان کنیم. زبان ریاضی زبان دقیق‌تری نسبت به زبان فارسی است؛ البته زبان ریاضی الگوریتم، تنها راه بیان دقیق مراحل الگوریتم نیست و روش‌های دیگری وجود دارند که در ادامه بررسی می‌شوند. هر بیان ریاضی الگوریتم با استفاده از روش کار داریم. این استفاده، محل‌های خاصی در رویه‌ها و خروجی‌های الگوریتم هستند. این استفاده را متغیر می‌نامیم. به عبارت دیگر می‌توان متغیر را این گونه تعریف کرد: متغیر نامی است که به کمیتی داده می‌شود و مقدار آن ممکن است در طول اجرای الگوریتم تغییر کند. به عنوان مثال، در الگوریتم مربوط به پیدا کردن بزرگ‌ترین عدد، عدد بزرگ‌ترین یک متغیر مهم است و باید نامی برای آن انتخاب شود. نام گذاری برای متغیر با ترکیبی از حروف A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 انجام می‌شود. نام متغیر باید با یکی از حروف شروع شود. حداقل طول نام متغیر در این کتاب ۹ حرف می‌شود. نمونه‌هایی از اسمی متغیرها عبارتند از: AVERAGE, MONEY, M, Y, X, SUM, AVERAGE و FIND. در نام گذاری متغیرها، تمامی این حروف کوچک و بزرگ وجود دارند.

۴ مثال ۲-۳

الگوریتمی که سه مقدار عددی را از ورودی خوانده، میانگین آن‌ها را محاسبه می‌کند، در این الگوریتم باید برای سه مقداری که از ورودی خوانده می‌شوند، نامی انتخاب کنیم. نام گذاری برای میانگین و مجموع انداز نیز لازم است.

متغیرهای الگوریتم

A	عدد اول
B	عدد دوم
C	عدد سوم
SUM	مجموع اعداد
AVE	میانگین اعداد

۱. A, B, C را از ورودی بخوان
۲. $SUM \leftarrow A + B + C$
۳. $AVE \leftarrow SUM / 3$
۴. AVE را چاپ کن
۵. پایان

نتیجه که از این الگوریتم می‌آوریم:

۱. اجرای الگوریتم "مفهوم خواندنی" را می‌داند.
۲. علامت + به معنی جمع است و اجرای الگوریتم مفهوم جمع را می‌داند.
۳. علامت $\leftarrow$ به معنی حکم انتساب است و مقدار سمت راست را در متغیر سمت چپ قرار می‌دهد.
۴. علامت / به معنی تقسیم است.
۵. اجرای الگوریتم مفهوم "چاپ کردن" را می‌داند.
۶. اجرای الگوریتم مفهوم "پایان" را می‌داند.
۷. اجرای الگوریتم مفهوم میانگین را نمی‌داند، بلکه راه حل محاسبه‌ای میانگین را توسط الگوریتم باید مشخص کند.

3-4-3 بیان الگوریتم توسط شکل‌ها

همان‌طور که دیدیم در بیان روشی الگوریتم، مراحل الگوریتم به صورت دستورالعمل‌های متوالی تعریف می‌شوند. وقتی الگوریتم متوالی باشد و یا پیچیدگی الگوریتم بیشتر شود، دنبال کردن مراحل الگوریتم، دشوار می‌شود.

بیان الگوریتم توسط شکل‌ها، به روش‌های مختلفی امکان‌پذیر است. یکی از این روش‌ها، فلوچارت نام دارد که به آن نمودار گردشی، نیز می‌گویند. این روش را در این فصل مورد بررسی قرار می‌دهیم. روش دیگر بیان الگوریتم توسط شکل‌ها، نمودار NS است که در فصل 7 مورد بررسی قرار می‌گیرد.

3-5 فلوچارت

در بیان الگوریتم توسط فلوچارت، از تعدادی شکل‌های خاص استفاده می‌شود که به شرح آن‌ها می‌رویم:

3-5-1 علامت‌های شروع و پایان

علامت‌های شروع و پایان، به صورت بیضی است که در داخل آن‌ها کلمه "شروع" یا "پایان" نوشته می‌شود.



3-5-2 علامت اتصال

برای اتصال بخش‌های مختلف یک فلوچارت، از فلش‌ها استفاده می‌شود. به عنوان مثال، از علامت شروع الگوریتم، همواره یک فلش خروجی وجود دارد که به دستورالعمل بعدی اتصال پیدا می‌کند و یک فلش ورودی می‌تواند به علامت پایان الگوریتم وارد شوند. شکل‌های زیر را ببینید.



3-5-3 علامت انشعب و محاسبات

برای نمایش دستورات انشعب و محاسبات، از یک شکل مستطیلی استفاده می‌شود. دستورات زیر را در نظر بگیرید:



۳-۵-۴ علامت‌های ورودی و خروجی

برای نمایش دستورالعمل ورودی و خروجی، از یک نماد برای اصلاح استفاده می‌شود. دستورات زیر را در نظر بگیرید:



برای دستورالعمل خروجی، از علامت‌های دیگری نیز استفاده می‌شود. در شکل‌های زیر برای خروجی بر روی صفحه نمایش و خروجی بر روی صفحه کاغذ مورد استفاده قرار می‌گیرند:



چاپ بر صفحه نمایش



چاپ بر روی کاغذ

۳-۵-۵ علامت انجام

با استفاده از علامت‌های انجام، می‌توان فلوجارت را در نقطه‌ای قطع کرد و سپس آن را از جای دیگری ادامه داد. برای اتصال این دو قسمت از علامت‌های خاصی استفاده می‌کنیم:



انجام فلوجارت را از قسمت ۵ دیگری کنید



انجام الگوریتم از این‌جا شروع می‌شود

علامت‌های دیگری نیز وجود دارند که پس از بررسی ملاحظات خاصی انجام مورد بحث قرار می‌گیرند. به عنوان نمونه، فلوجارت مثال ۳ را اصلاح کنید.

۳-۵-۶ علامت تفریقات

تفریقات مورد نیاز الگوریتم، در این علامت قرار می‌گیرد:



الگوریتم مثال ۴



۳-۶ عملگرها

در انجام محاسبات ریاضی، نمادهایی مثل $+$ ، $-$ ، $*$ ، $/$ که به ترتیب عمل جمع، تفریق و ضرب را انجام می‌دهند به نظر می‌رسند به عنوان نماد عملیات زیر را ببینید:

$$9 + 3 = 12 \quad , \quad 8 + 4 = 12 \quad , \quad 18 - 7 = 11 \quad , \quad 3 = 18 / 6$$

این نمادها را در اصطلاح کامپیوتر، عملگر^۱ گویند. اما کامپیوتر برای عمل تقسیم از علامت $/$ و برای عمل ضرب از علامت $*$ و برای اعمال جمع و تفریق نیز از $+$ و $-$ استفاده می‌کند.

۳-۷ عبارات محاسباتی و تقدم عملگرها

عبارات محاسباتی ترکیبی از متغیرها، اعداد و عملگرهاست. به عنوان مثال، عبارتهای زیر را در نظر بگیرید:

$$4 = (8 + 3) - 6$$

$$7 = 8 * 6 / 9$$

به راحتی، حاصل هر کدام از عبارتهای بالا بیست و نه است! برای اینکه حاصل این عبارتها را بدانیم، باید مشخص شود که کدام عملگر اول باشد، عملگر دوم کدام است و عملگر سوم کدام عملگر است! برای پاسخگویی به این سؤال، باید تقدم عملگرها را بدانیم. تقدم عملگرها، ترتیب انجام عملیات را مشخص می‌کند. در چهار عمل اصلی، تقدم ضرب و تقسیم یکسان و تقدم جمع و تفریق نیز یکسان

^۱ Operator

است ولی تقدم ضرب و تقسیم از تقدم جمع و تفریق بیشتر است؛ این قانون با پراکنش تغییر می‌کند، یعنی ابتدا عملگرهای موجود در پراکنش انجام می‌شوند و سپس سایر عملگرها عمل می‌کنند.

با توجه به مطالب گفته شده، در عبارت $A + (B * C) / D$ (داخل پرانتز) با هم جمع می‌شوند و حاصل کار که 10 است در 5 ضرب می‌شود و نتیجه‌ی آن 50 است. سپس عملگر تفریق عمل می‌کند و حاصل این عبارت برابر با 24 خواهد شد. در عبارت $E - F$ تقدم عملگرهای $*$ و $/$ یکسان است ولی چون $*$ قبل از $/$ آمده است، زودتر عمل می‌کند. بنابراین، ابتدا 3 در 5 ضرب می‌شود و حاصل آن که 15 است بر 9 تقسیم می‌شود و نتیجه‌ی آن یعنی 3 با 7 جمع شده حاصل این عبارت برابر با 9 می‌شود. بنابراین، اگر تقدم دو یا چند عملگر یکسان باشد، هر یک عبارت محاسبه‌ای، آن‌که زودتر ظاهر شد زودتر انجام می‌شود.

۴ مثال ۲-۲

الگوریتمی که شعاع دایره‌ای را از ورودی خواند، محیط و مساحت آن را محاسبه می‌کند و به خروجی می‌برد.

توضیح: مساحت و محیط دایره به صورت زیر محاسبه می‌شوند.

فرمولات:

$$\text{محیط دایره} = \text{شعاع} * 2 * 3.14$$

$$\text{مساحت دایره} = \text{شعاع} * \text{شعاع} * 3.14$$

متغیرها

R	شعاع دایره
S	مساحت دایره
P	محیط دایره

الگوریتم

۱. R را بخوان

$$2. S \leftarrow R * R * 3.14$$

$$3. P \leftarrow 2 * 3.14 * R$$

۴. S و P را چاپ کن

۵. پایان



۴ مثال ۲-۳

الگوریتمی که درجه حرارت را بر حسب سانتیگراد می‌خواند و به فارنهایت تبدیل می‌کند.

توضیح: از روی این الگوریتم، درجه حرارت بر حسب سانتیگراد و خروجی آن درجه حرارت بر حسب فارنهایت است. رابطه‌ی بین این دو درجه حرارت به صورت زیر است: $F > C$ به معنی فارنهایت و C به معنی سانتیگراد است.

$$F = 9/5 * C + 32$$

فلوجارت



الگوریتم

۱. L را بخوان
۲. $P \leftarrow 9 * L * 0.5 + 30$
۳. P را چاپ کن
۴. پایان

۴-۲ مثال ۲

الگوریتمی که طول و عرض مستطیلی را از ورودی خواند، محیط و مساحت آن را محاسبه می‌کند و به خروجی می‌برد.

توضیح: محیط و مساحت مستطیل به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$2 * (\text{عرض} + \text{طول}) = \text{محیط مستطیل}$$

$$\text{عرض} * \text{طول} = \text{مساحت مستطیل}$$

حالت داده پائید، فراموشی که دو ریاضیات بر روی عملگرهای چهار عمل اصلی حاکم است، در اینجا نیز کارور دارد. به عنوان مثال، در فرمول محاسبه محیط مستطیل، ابتدا عبارت داخل پرانتز محاسبه می‌شود و نتیجه آن در ۲ ضرب می‌شود.

فلوجارت



الگوریتم

۱. L و W را بخوان
۲. $P \leftarrow 2 * (W + L) * 2$
۳. $S \leftarrow W * L$
۴. P و S را چاپ کن
۵. پایان

متغیرها

L	طول
W	عرض
S	مساحت
P	محیط

۴. مثال ۳-۷

الگوریتمی که مقادیر H و B را از یکدیگر جابجا کند، بنویسید.

توضیح: جابجایی دو متغیر به صورت زیر محاسبه می‌شود:

مقدار B را از H کم کنید. $B = H - B$

مقدار H را از B کم کنید.

مقدار H را از B کم کنید.

B	مقدار
H	مقدار
B	مقدار

الگوریتم

۱. H و B را بخوان

۲. $B = H - B$

۳. $H = B$ را چاپ کن

۴. پایان



۴. مثال ۳-۸

الگوریتمی که دو مقدار X و Y را در یکدیگر جابجا کند، بنویسید.

توضیح: برای جابجایی دو متغیر، ابتدا مقدار X را به $TEMP$ می‌گذاریم، سپس مقدار Y را به X می‌گذاریم و در نهایت مقدار $TEMP$ را به Y می‌گذاریم.

توضیح: برای جابجایی دو متغیر، ابتدا مقدار X را به $TEMP$ می‌گذاریم، سپس مقدار Y را به X می‌گذاریم و در نهایت مقدار $TEMP$ را به Y می‌گذاریم.

۱. X و Y را بخوان

۲. $TEMP = X$

۳. $X = Y$

۴. $Y = TEMP$

۵. پایان

مقدار X را از Y کم کنید.



۴-۲ مثال

الگوریتمی که مثال ۴ را بدون استفاده از متغیر کمکی حل می‌کند.

توضیح ۱ در این روش، از عمل جمع استفاده می‌کنیم. بدین ترتیب که ابتدا حاصل جمع X و Y را در X قرار می‌دهیم. سپس X را از X بعید کنیم می‌کنیم و در Y قرار می‌دهیم. اکنون Y بعید را از X کم کرده نتیجه را در X قرار می‌دهیم. بدین ترتیب جایی دو متغیر عوض می‌شود. الگوریتم را به این $X=5$ و $Y=18$ امتحان می‌کنیم. حاصل جمع $X+Y$ برابر با ۱۸ است که در X قرار می‌گیرد. اکنون Y یعنی ۱۸ را از ۱۵ کم کرده حاصل آن یعنی ۳ را در Y قرار می‌دهیم. ۵ که مقدار قبلی X است را از مقدار فعلی Y یعنی ۳ کم کرده حاصل آن یعنی ۱۸ را در X قرار می‌دهیم. این الگوریتم در بعضی موارد ممکن است عمل کند، به نظر شما این موارد کدامند؟

فلوچارت



الگوریتم

۱ X و Y را بخوان

۲ $S = X + Y$

۳ $Y = X - Y$

۴ $X = S - Y$

۵ X و Y را چاپ کن

۶ پایان

۳-۴ دستورالعمل‌های شرطی

در الگوریتم‌هایی که مشاهده کردید، دستورالعمل‌های الگوریتم، به ترتیب، از اولین دستور به آخرین دستور اجرا شدند. اما الگوریتم‌هایی وجود دارند که در آنها بر اساس شرایطی که اتفاق می‌افتد، دستورات خاصی اجرا می‌شوند و از اجرای بعضی از آنها صرف‌نظر می‌کنند. برای مثال زمانی این گونه شرایط، از دستورالعمل‌های شرطی استفاده می‌نماید. دستورالعمل‌های شرطی به گامی اگر شروع می‌شود، نمونه‌ای از دستور شرطی، در زیر مشاهده می‌کنید.

اگر شرط آنگاه دستورات

در این دستور شرطی، اگر شرط داخل شده ارزش درستی داشته باشد، دستوراتی که در مقابل آن قرار شده‌اند اجرا می‌گردند.

نموداری دیگری از دستورالعمل‌های شرطی به صورت زیر است:

اگر شرط آنگاه دستورات ۱ وگرنه دستورات ۲

در این نوع دستور شرطی، بسته به شرط داخل شده دارای ارزش درستی باشد، دستورات ۱ و در صورتی که شرط دارای ارزش نادرستی باشد، دستورات ۲ اجرا می‌شوند.

با توجه به دستورالعمل‌های شرطی، می‌توان الگوریتم را در جایی خاصه داده و از جایی دیگری ادامه داد. بدین ترتیب، می‌توان کنترل اجرای الگوریتم را از نقطه‌ای به نقطه دیگر منتقل کرد به طوری که اجرای الگوریتم از نقطه جدید ادامه یابد. این کار را انتقال کنترل گویند. انتقال کنترل می‌تواند شرطی یا غیرشرطی باشد. در انتقال کنترل شرطی، کنترل الگوریتم تحت شرایط خاصی از جایی به جایی دیگر منتقل می‌شود. مثل اگر $A > B$ بود، برو به مرحله ۵ اما در انتقال کنترل غیرشرطی، کنترل اجرای الگوریتم در هر حالت به نقطه دیگری می‌رود. مثل دستور برو به مرحله ۵ که کنترل الگوریتم را بدون هیچ شرطی به مرحله ۵ می‌برد.

۳-۹ علامت‌های شرطی در فلوچارت

برای نمایش دستورات شرطی در فلوچارت، از آفری استفاده می‌شود. آفری می‌تواند دارای دو یا سه خروجی باشد. شکل (الف) با سه خروجی و شکل (ب) با دو خروجی است.



مثال 3-1

الگوریتمی که دو مقدار را از ورودی بخواند، مقدار بزرگتر را در خروجی چاپ می‌کند.

فلو چارت



متغیرها

X	مقدار اول
Y	مقدار دوم
MAX	مقدار بزرگتر

الگوریتم

1. X و Y را بخوان
2. اگر $X > Y$ باشد $MAX = X$ وگرنه $MAX = Y$
3. MAX را چاپ کن
4. پایان

مثال 3-2

الگوریتمی که عددی مثل X را از ورودی می‌خواند و مقدار Y را به صورت زیر محاسبه می‌کند:

$$\begin{aligned}
 Y &= 3X - 5 & X < 0 \\
 Y &= 2 & X = 0 \\
 Y &= 2X + 1 & X > 0
 \end{aligned}$$

فلو چارت



الگوریتم

1. X را بخوان
2. اگر $X < 0$ باشد $Y = 3 * X - 5$ وگرنه اگر $X = 0$ باشد $Y = 2$ وگرنه $Y = 2 * X + 1$
3. Y و X را چاپ کن
4. پایان

۴ مثال ۳-۳

الگوریتمی که حاصلی مثل X را از ورودی می‌خواند اگر عدد زوج باشد عبارت $2X + 3$ ولی اگر فرد باشد عبارت $2X - 3$ را محاسبه می‌کند و به خروجی می‌برد.

توضیح

برای اینکه تشخیص دهیم عدد X زوج است یا خیر، آن را بر ۲ تقسیم می‌کنیم. اگر باقیمانده تقسیم صحیح بر ۲ برابر با صفر باشد، عدد زوج است وگرنه فرد است. برای به دست آوردن باقیمانده تقسیم، خارج قسمت را در ۲ (مقسوم علیه ضرب) کرده از X (مقسوم) کم می‌کنیم.

فلوچارت



X	عدد ورودی برنامه
Y	حاصل عبارت
R	باقیمانده تقسیم بر ۲
B	خارج قسمت تقسیم صحیح

الگوریتم

۱. X را بخوان
 ۲. $B \leftarrow (X / 2)$
 ۳. $R \leftarrow X - B * 2$
 ۴. اگر $R = 0$ است که $Y \leftarrow 2 * B + 3$
 وگرنه $Y \leftarrow 2 * B - 3$
 ۵. Y را چاپ کن
 ۶. پایان

۴ مثال ۳-۴

الگوریتمی که عددی را خواند و در مقابل آن را دو خروجی چاپ می‌کند.

توضیح

اگر عدد حقیقت باشد در مقابل آن عدد را خودی برابر است ولی اگر عدد حقیقی باشد، آن را دو یک حقیقی ضرب می‌کنیم تا به حقیقت تبدیل شود. عدد را X نامگذاری می‌کنیم.

در این مثال، یک دستور انتقال، کنترل شرطی وجود دارد. در دستور شماره ۲، اگر $X > 0$ باشد آن‌گاه کنترل الگوریتم به مرحله ۳ می‌رود تا X را چاپ کرده در مرحله ۵ متوقف شود اما اگر شرط $X > 0$ از پیش درستی نداشته باشد (عدد حقیقی باشد)، مرحله ۳ اجرا می‌شود تا عدد در یک حقیقی ضرب شود و به حقیقت تبدیل گردد. از آن‌جا که مرحله ۳ به خط اجرا می‌شود.

الگوریتم



الگوریتم

- A را بخوان
- اگر $A > B$ آنگاه به مرحله ۵
- $X \leftarrow B$
- A را چاپ کن
- پایان

مثال ۳-۴

الگوریتمی که سه مقدار را از ورودی بخواند، آن‌ها را به ترتیب نزولی در خروجی چاپ می‌کند. منظور از ترتیب نزولی این است که اعداد از بزرگ به کوچک در خروجی چاپ شوند.

فلو چارت



متغیرها

A, B, C	اعداد خوانده شده
X	متغیر کمکی

الگوریتم

- A, B, و C را بخوان
- اگر $A < B$ آنگاه
 - $X \leftarrow A$
 - $A \leftarrow B$
 - $B \leftarrow X$
- اگر $A < C$ آنگاه
 - $X \leftarrow A$
 - $A \leftarrow C$
 - $C \leftarrow X$
- اگر $B < C$ آنگاه
 - $X \leftarrow B$
 - $B \leftarrow C$
 - $C \leftarrow X$
- A, B, و C را چاپ کن
- پایان

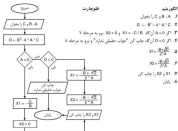
۴- مثال ۳-۱۵

الگوریتمی که جوابهای معادله حقیقی مرتبه دوم $AX^2 + BX + C = 0$ را پیدا کند، بر مبنای زیر
چاپ می‌کند.

توضیح: برای محاسبه جوابهای حقیقی این نوع معادلات، از رابطه‌ای زیر استفاده می‌شود:

$$X1 = \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4AC}}{2 \times A} \quad X2 = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2 \times A}$$

بایدی است که اگر حاصلی عبارت $B^2 - 4AC$ داخل رادیکال را منفی باشد، معادله جوابهای حقیقی ندارد.



۳-۱۰ اثبات درستی الگوریتم

یکی از مراحل مهم در طراحی الگوریتم، اثبات درستی الگوریتم است. به عبارت دیگر باید الگوریتم را به روش منطقی و با دادههای آزمایشی امتحان کرد تا مشخص شود که آیا الگوریتم به ازای آن دادههای آزمایشی درست عمل کرد یا خیر. اگر درست عمل کرد، تا حدود زیادی مطمئن هستیم که الگوریتم به درستی عمل می‌کند. ولی اگر به ازای دادههای آزمایشی به درستی عمل نکرد، باید مشکلات موجود را پیدا کرد. آن‌ها را برطرف نمود و سپس الگوریتم را امتحان کرد. برای امتحان الگوریتم می‌توان فلوچارت زیر را در نظر گرفت.

فلوجرات الیات درستی الگوریتم



برای اثبات درستی الگوریتم، جدولی از مقیم‌های ورودی، محاسباتی و خروجی تهیه می‌کنیم و مراحل الگوریتم را قدم به قدم اجرا می‌کنیم. اگر خروجی نهایی، با خروجی مورد انتظار ما برابر باشد، نتیجه می‌گیریم که الگوریتم به درستی عمل می‌کند.

مثال ۳-۱۶

بررسی صحت الگوریتم مثال ۳-۱۵.

توضیح می‌خواهیم این الگوریتم را به ازای $X=4$ امتحان کنیم. چون X عددی زوج است، انتظار داریم که حاصل عبارت $5+5+5$ که برابر با $15=5+5+5$ است، در Y قرار گیرد. اگر با اجرای مراحل الگوریتم، به همین نتیجه رسیدیم، نتیجه می‌گیریم که الگوریتم به ازای اعداد زوج به درستی عمل می‌کند.

امتحان الگوریتم برای $X=4$				
شماره دستور	X	Y	W	تغییراتی
1	4			
2			5	
3			10	
4		15		
5				12
6				

با این آزمایش، یک مسیر از الگوریتم امتحان شد و چون مقدار Y با مقدار مورد انتظار، برابر است، نتیجه می‌گیریم این مسیر از الگوریتم به درستی عمل می‌کند. اکنون الگوریتم را به ازای $X=7$ که یک

مقدار فرد است. امتحان می‌کنیم. انتظار داریم که حاصل عبارت $2^4 \times 3 - 3 = 9$ به برای $2^4 \times 3 - 3 = 9$ است در Δ قرار گیرد.

امتحان الگوریتم برای $X = Y$					
مقدار به دستور	X	Q	R	T	خروجی
1	T				
2		Q			
3			R		
4				T	
5					9
6					

با ورود عدد 9، مسیر دیگری از الگوریتم اجرا شد و نتیجه‌ای را که در Δ قرار گرفت با نتیجه مورد انتظار ما که عدد 9 است برابر است. بنابراین، نتیجه می‌گیریم که الگوریتم به درستی عمل می‌کند. به عنوان آخرین الگوریتم مثال ما را امتحان کنید.

۱۱-۳ حلقه‌های تکرار

الگوریتم‌هایی که تاکنون نوشته شده‌اند، طوری طراحی شده‌اند که نیاز به تکرار اجرای دستورات نبوده است. ولی در اغلب الگوریتم‌هایی که کامپیوتر با آنها سروکار دارد، دستوراتی وجود دارند که اجرای آنها باید چندین بار تکرار شود. به عنوان یک مثال ساده، این مسئله را در نظر بگیرید: دانشجو می‌خواهد الگوریتمی بنویسد که تعداد 100 عدد را از ورودی بخواند، آنها را با هم جمع کند، فکر می‌کند که از چه راه حل استفاده می‌کند؟ یک راه حل این است که 100 دستور خواندن از الگوریتم تکرار کند و به هر دستور، یک عدد را از ورودی بخواند و آنها را با هم جمع کند. به هرودی، بعد از حل دیگر این است که به کامپیوتر بگویید که عمل خواندن عدد و عمل جمع کردن (که دستور به جای 100 دستور را 100 بار تکرار کند) با مابین‌های ساده‌ی این دو روش، نتیجه می‌گیریم که روش دوم معقول‌تر است. بافتار تکرار اجرای دستورات را **حلقه تکرار** گویند.

در حلقه تکرار باید سه چیز مشخص باشد:

1. شرط حلقه تکرار که مشخص می‌کند، حلقه تکرار طی باید ادامه یابد. در مثال مورد نظر ما، شرط حلقه تکرار این است که 100 عدد بخواند شود.
2. شمارنده حلقه تکرار. که مشخص می‌کند تاکنون حلقه چند بار اجرا شده است.
3. گام افزایش به حلقه تکرار. مقداری است که به ازای هر بار اجرای حلقه، به شمارنده حلقه اضافه می‌شود.

مثال ۳-۲۲

الگوریتمی که تعداد X عدد را از ورودی خوانده، تعداد زوج را در خروجی چاپ می‌کند، برای تست زوج بودن عدد آن را بر ۲ تقسیم صحیح کرده، باقیمانده را پیدا می‌کنیم. اگر باقیمانده صفر باشد عدد زوج است. در این الگوریتم، تعداد دفعات حلقه تکرار ۵ است. که در داخل الگوریتم مشخص شده است. حلقه تکرار این الگوریتم از دستور ۵ تا ۹ است.

فلوچارت



متغیرها

X	عدد مورد بررسی
B	تخرج قسمت
R	باقیمانده
I	شماره حلقه تکرار

الگوریتم

۱ $I \leftarrow 1$

۲ تا زمانی که $I \leq 5$ است

دستورالعمل ۲ تا ۹ را تکرار کن

۳ X را بخوان

۴ $B \leftarrow X/2$ (تخرج قسمت صحیح)

۵ $R \leftarrow X - B * 2$

۶ اگر $R = 0$ آن را که X را چاپ کن

۷ $I \leftarrow I + 1$

۸ پایان حلقه

۹ پایان

مثال ۳-۲۳

الگوریتمی که تعداد X عدد را از ورودی خوانده، مجموع آن‌ها را محاسبه می‌کند و به خروجی می‌برد.

توضیح

در این الگوریتم، تعداد تکرار دستورالعمل حلقه تکرار، N است. که باید از ورودی خوانده شود. در مثال ۲۳-۳ مقدار ۵ در داخل الگوریتم تعداد دفعات تکرار را مشخص می‌کند. ولی در اینجا تعداد دفعات تکرار از ورودی خوانده می‌شود. حلقه تکرار این الگوریتم از دستور ۴ تا ۹ است.

متغیرها

X	عدد خوانده شده
i	شماره حلقه
SUM	مجموع اعداد

الگوریتم

۱. N را بخوان
 ۲. $SUM \leftarrow 0, i \leftarrow 1$
 ۳. تا وقتی که $i \leq N$ است،
 دستورات $P \leftarrow i$ را تکرار کن
 ۴. X را بخوان
 ۵. $SUM \leftarrow X + SUM$
 ۶. $i \leftarrow i + 1$
 ۷. پایان حلقه
 ۸. SUM را چاپ کن
 ۹. پایان

نمودار جریان



مثال ۴-۱۶

الگوریتمی که تعداد N اعداد را از ورودی خواند، تعداد اعداد منفی، صفر و مثبت را مشخص کند، بنویس.

توضیح: در این الگوریتم، شرط حلقه را در پایان حلقه قرار می‌دهیم. بدین ترتیب، اگر شرط حلقه از همان ابتدا درست نباشد، باز هم دستورات حلقه یک بار اجرا می‌شوند.

الگوریتم

۱. $i \leftarrow 1$
 ۲. $NP \leftarrow 0, P \leftarrow 0, Z \leftarrow 0$
 ۳. X را بخوان
 ۴. X را بخوان
 ۵. اگر $X = 0$ آن‌گاه، $P \leftarrow P + 1$
 وگرنه، اگر $X > 0$ آن‌گاه $NP \leftarrow NP + 1$
 وگرنه، $Z \leftarrow Z + 1$
 ۶. $i \leftarrow i + 1$
 ۷. اگر $i \leq N$ برود به مرحله ۳
 ۸. NP, P, Z را چاپ کن
 ۹. پایان

متغیرها

N	تعداد اعداد
Z	تعداد صفر
P	تعداد مثبت
NP	تعداد منفی
i	شماره حلقه



۴. مثال ۳-۱۹

الگوریتمی که تعدادی عدد را می‌خواند، بزرگترین عدد را پیدا و چاپ می‌کند. توضیح: در این الگوریتم فرض شده است که تمام اعداد ورودی، مثبت هستند. برای پیدا کردن بزرگترین عدد، ابتدا متغیر MAX برابر با اولین عدد می‌شود. سپس عددی را از ورودی می‌خواند، با MAX مقایسه می‌کند. چنانچه عدد ورودی از MAX بزرگتر باشد، آن عدد در MAX قرار می‌گیرد. این روند برای تمام اعداد تکرار می‌شود و پس از ختم شدن تکرار، متغیر MAX در خروجی چاپ می‌شود.

متغیرها

N	تعداد اعداد
MAX	بزرگترین عدد
X	شماره‌ها
A _i	عدد ورودی بررسی

الگوریتم



الگوریتم

۱. N را بخوان
۲. MAX را بخوان
۳. $i \leftarrow 1$
۴. تا زمانی که $i \leq N$ است، دستورات ۵ تا ۹ را تکرار کن
۵. A را بخوان
۶. اگر $A > MAX$ است آنگاه $MAX \leftarrow A$
۷. $i \leftarrow i + 1$
۸. پایان حلقه
۹. MAX را چاپ کن
۱۰. پایان

مثال ۳-۳

الگوریتمی که عدد صحیح و مثبت N را از ورودی می‌گیرد و فاکتوریل آن را محاسبه می‌کند.

توضیح

فاکتوریل عددی مثل N که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$N! = 1 \times 2 \times 3 \times \dots \times (N - 1) \times N$$

به عنوان مثال، فاکتوریل عدد ۴ به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$4! = 1 \times 2 \times 3 \times 4$$

فاکتوریل اعداد صحیح تعریف نشده است و فاکتوریل عدد صفر، برابر با یک تعریف شده است.

برای محاسبه فاکتوریل، مقدار اولیه فاکتوریل را برابر با یک تعیین می‌کنیم. سپس شمارنده‌ای را از یک تا عدد N مقدار می‌دهیم و مقدار حاصل را هر فاکتوریل ضرب کرده نتیجه جدید را آنکه می‌داریم. حلقه‌ای تکرار این الگوریتم از ۱ تا N است.

مطرحه‌ها

فاکتوریل	FACT
شمارنده	i
عدد مورد نظر	N

الگوریتم



الگوریتم

۱. $N \leftarrow 1$
 ۲. $FACT \leftarrow 1$
 ۳. N را بخوان
 ۴. تا زمانی که $N \neq 1$ است،
 دستورات ۵ تا ۶ را تکرار کن.
 ۵. $FACT \leftarrow FACT * N$
 ۶. $N \leftarrow N - 1$
 ۷. $FACT$ را چاپ کن.
 ۸. پایان

۴ مثال ۳-۳۳

الگوریتمی که نام، ساعت کار و دستمزد ماهی کارکن موسسه‌ای را خواند، حقوق آن‌ها را محاسبه می‌کند. اگر کارمندی بیش از ۹۰ ساعت کار کرده باشد، اضافه کار به او تعلق می‌گیرد. به ازای هر ساعت اضافه کاری، ۲۵٪ دستمزد ماهی، به عنوان اضافه کاری پرداخت می‌شود. حلقه تکرار این الگوریتم از دستور ۳ تا ۸ است.

متغیرها

N	تعداد کارکنان
NAME	نام
H	ساعت کار کرد
HP	ساعتی
CV	اضافه کاری
I	شمارنده
S	حقوق

الگوریتم

۱. $I \leftarrow 1$
 ۲. N را بخوان
 ۳. تا زمانی که $I \leq N$ است،
 دستورات ۴ تا ۸ را اجرا کن.
 ۴. $NAME$ ، H و HP را بخوان
 ۵. اگر $H > 40$ آن‌گاه $HP \leftarrow HP * 1.25$
 وگرنه $HP \leftarrow HP * 1.25 - (H - 40) * HP$
 ۶. $NAME$ و S را چاپ کن.
 ۷. $I \leftarrow I + 1$
 ۸. پایان حلقه
 ۹. پایان

الگوریتم مثال ۲-۲



۴ مثال ۲-۳

الگوریتمی که یک عدد میانی ۱۰ را تولید کند آن را به میانی ۲ می‌برد و نتیجه را چاپ می‌کند.

توضیح

تبدیل یک عدد از میانی ۱۰ به ۲ با تقسیم‌های متوالی انجام می‌شود و باقیمانده‌ها از آخرین باقیمانده به اولین باقیمانده نوشته می‌شوند. برای این منظور شمارنده‌ای در نظر گرفته شد که هر بار ۱۰ به توان آن شمارنده می‌رسد در باقیمانده ضرب می‌شود و حاصل کار با جمع جمع می‌شود. پس از مشاهده‌ی الگوریتم، آن را برای تبدیل عدد ۲ از میانی ۱۰ به میانی ۲ امتحان می‌کنیم.

متغیرها

N	عدد میانی ۱۰
i	شمارنده
M	توان قسمت تقسیم بر 2
P	باقیمانده
S	عدد میانی 2

فلوچارت:



الگوریتم:

1. $N \leftarrow 0$

2. $i \leftarrow 0$

3. N را بخوان

4. N زمانی که 0 نباشد

تست شود تا $N/2$ را بخوان کن

5. $M \leftarrow M/2$

6. $N \leftarrow N - M * 2$

7. $N \leftarrow N + N * 10^2$

8. $i \leftarrow i + 1$

9. $N \leftarrow 0$

10. پایان حلقه

11. N را چاپ کن

12. پایان

روش الگوریتم را به ازای

$M=3$ امتحان کنایی مقدار

10 را قرار گرفته که

نتیجه‌ی مورد انتظار باشد.

پس از این الگوریتم به درستی عمل می‌کند.

نتیجه	M	N	i	N	شماره دستور
1	3				1
2			0		2
3				3	3
4					4
5		1			5
6	3				6
7					7
8			1		8
9				1	9
10					10
11					11
12					12
13					13
14					14
15					15
16					16
17					17
18					18
19					19
20					20
21					21
22					22
23					23
24					24
25					25
26					26
27					27
28					28
29					29
30					30
31					31
32					32
33					33
34					34
35					35
36					36
37					37
38					38
39					39
40					40
41					41
42					42
43					43
44					44
45					45
46					46
47					47
48					48
49					49
50					50
51					51
52					52
53					53
54					54
55					55
56					56
57					57
58					58
59					59
60					60
61					61
62					62
63					63
64					64
65					65
66					66
67					67
68					68
69					69
70					70
71					71
72					72
73					73
74					74
75					75
76					76
77					77
78					78
79					79
80					80
81					81
82					82
83					83
84					84
85					85
86					86
87					87
88					88
89					89
90					90
91					91
92					92
93					93
94					94
95					95
96					96
97					97
98					98
99					99
100					100

شماره دستور	10	1	10	10	10
P					
0		2			
0			0		
10					
0					
10					
10					

۴ مثال P-10

الگوریتمی که برآورد معاملاتی (محدودی کارمزد را به عنوان نام آنها می خواند و بر اساس آن معاملاتی را به معامله می برد.

ملاحظات	درآمد معامله (تومان)
0	کسر از 40,000
1% نسبت به بازار	بین 40,000 و 50,000
12% نسبت به بازار	بیشتر از 50,000

مطابق با ملاحظات نسبت به بازار این است که، به عنوان مثال، اگر سفارش کسی 50,000 تومان باشد، 50,000 تومان معامله دارد و از طبقه (50,000 - 50,000) که بازار نام دارد 12% مبالغه کسر می گردد.

الگوریتم

1. $T = 1$

2. B را بخوان

3. T را به M که $M = 100000$ است، اضافه کن

4. $P(AABB)$ و B را بخوان

5. اگر $40000 < B$ آن که $B = T$

و اگر نه اگر $40000 < B$ و $50000 < B$ آن که $T = (B - 40000) * 1.12$

و اگر نه $T = (B - 50000) * 1.12 + (40000 - 50000) * 1.12$

6. $P = B - T$

7. P و $P(AABB)$ را چاپ کن

8. $T = 1 + T$

9. پایان حلقه

10. پایان

