



مبانی کامپیوتر و برنامه‌سازی

Algorithm-part 1 of 2

میثم سعیدی-استادیار گروه مهندسی مکانیک

همه ما روزانه اموری را انجام می‌دهیم که از نظام خاصی پیروی می‌کنند، مانند روش مصرف داروها تا از بین رفتن کامل علائم بیماری، روش تهیه یک نوع غذای معین، چگونگی رفتن به محل کار، مطالعه 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:

تا از بین رفتن کامل علائم روزی 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 نحوه انجام دادن کار بخصوصی است، از نام ابو جعفر محمد بن موسی الخوارزمی ریاضیدان و منجم ایرانی در قرن دوم هجری گرفته شده است.

برای پی بردن به مفهوم الگوریتم مثالی را در نظر می‌گیریم: اگر بخواهید بین تعدادی عدد، بزرگترین آنها را پیدا کنید چگونه عمل می‌کنید؟ ممکن است پاسخ این باشد که: این کار بسیار ساده است و با نگاهی به مجموعه‌ای از اعداد می‌توان بزرگترین آنها را انتخاب کرد. اما این کار همیشه ممکن نیست زیرا اگر تعداد اعداد بسیار زیاد باشد این روش کارساز نخواهد بود. احتمالاً پاسخ این است که یک بار تمام اعداد را از ابتدا تا انتها بررسی می‌کنیم و در هر لحظه به خاطر می‌سپاریم که بزرگترین عددی که تاکنون با آن برخورد کردیم چه بوده است. هرگاه به عددی بزرگتر از عددی که به خاطر سپرده‌ایم برخوردیم، آن را به جای عدد قبلی به خاطر می‌سپاریم و در غیر این صورت، بدون تغییر دادن عدد به خاطر سپرده شده، به بررسی خود ادامه می‌دهیم. این روش را می‌توان به صورت مجموعه‌ای از دستورالعمل‌های منظم بیان کرد.

تعریف الگوریتم

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

۱. به زبان دقیق گفته شود.

۲. جزئیات کامل حل مسأله را داشته باشد.

۳. ترتیب مراحل آن مشخص باشد.

۴. شرط خاتمه عملیات مشخص باشد.

زبان دقیق. به این علت لازم است که اجرای الگوریتم درست به همان صورتی که مورد نظر نویسنده الگوریتم است صورت گیرد. به عنوان مثال، در الگوریتم مصرف دارو از قاشق چایخوری 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 غلطی مصرف کند.

Razi University
Educational Use

جزئیات کامل. به این علت لازم است که در طول اجرای الگوریتم عوامل ناشناخته‌ای پیش نیایند. به عنوان مثال ممکن است برای محاسبه اضافه کاری پرسنل یک سازمان، فرمول زیر ارائه شود:

دستمزد ساعتی اضافه کار \times (تعداد ساعت موظف - تعداد ساعت کار) = اضافه کاری

در این فرمول وضعیت تعداد ساعت کار و تعداد ساعت موظف معلوم است و روش محاسبه "دستمزد ساعتی اضافه کار" مشخص نیست. یعنی عامل "دستمزد ساعتی اضافه کار" شناخته شده نیست. لذا این فرمول جوابگوی محاسبه اضافه کاری پرسنل نیست، مگر این که وضعیت این عامل نیز مشخص شود. اگر فرض شود که دستمزد ساعتی اضافه کار به صورت زیر محاسبه می‌گردد، اضافه کاری پرسنل قابل محاسبه است:

$$\frac{3}{2} \times \text{دستمزد ساعتی حقوق} = \text{دستمزد ساعتی اضافه کار}$$

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

طراحی الگوریتم برای مساله

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. چاپ نتایج

روش حل یک مسئله

هر مرحله از الگوریتم، با بررسی دقیق، ممکن است به بخشهای کوچکتری تقسیم شود. به عنوان مثال، مرحله انجام محاسبات، یک مرحله کلی است که با پرداختن به مسئله، به روابط ریاضی تبدیل می شود که مسئله را حل می کند. اصولاً برای حل یک مسئله و طراحی الگوریتم برای آن، موارد زیر باید مشخص شوند:

- تعریف دقیقی از مسئله جهت مشخص کردن نیازمندیهای آن
- ورودی های مسئله
- خروجی های مسئله
- بررسی راه حل های مختلف مسئله
- رابطه بین ورودی ها و خروجی های مسئله
- انتخاب یک راه حل مناسب و تهیه الگوریتم برای آن راه حل
- اشکال زدایی الگوریتم

برای آشنایی با حل یک مسئله و طراحی الگوریتم آن، مثالی را در نظر می‌گیریم:
دانشگاهی، در هر ترم، شهریه ثابتی که در طول تحصیل یک دانشجو ثابت است، دریافت می‌کند. اگر میزان شهریه ثابت مشخص باشد، دانشجو در مدت ۸ ترم، چه مبلغی باید پرداخت کند.

ورودی‌های مسئله

- میزان شهریه ثابت هر ترم

خروجی‌های مسئله

- مبلغ شهریه ثابت پرداختی به ازای ۸ ترم (مبلغ کل)

رابطه بین ورودی‌ها و خروجی‌های مسئله

$$۸ \times \text{شهریه ثابت ترم} = \text{مبلغ کل}$$

در این مسئله، تشخیص ورودی و خروجی و رابطه بین آنها ساده است، ولی ممکن است در همه موارد به این سادگی نباشد و نیاز به فرض‌ها و تسهیلات خاصی باشد.

مجری الگوریتم

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

روش های بیان الگوریتم

۱. بیان الگوریتم با جملات فارسی
۲. بیان ریاضی الگوریتم
۳. بیان الگوریتم توسط شکل ها

بیان الگوریتم با جملات فارسی

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

■ مثال ۱

الگوریتمی که مجموع دو عدد را محاسبه می‌کند.

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

■ مثال ۲

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

بیان ریاضی الگوریتم

الگوریتم‌هایی که تاکنون مطرح شدند، 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 مقدماتی را فراهم کنیم که الگوریتم را به جملات ریاضی بیان کنیم. زبان ریاضی زبان دقیق‌تری نسبت به زبان فارسی است. البته بیان ریاضی الگوریتم، تنها راه بیان دقیق مراحل الگوریتم نیست و روش‌های دیگری وجود دارند که در ادامه بررسی می‌شوند. در بیان ریاضی الگوریتم با نمادهایی سروکار داریم. این نمادها، محل‌های ذخیره ورودی‌ها و خروجی‌های الگوریتم هستند. این نمادها را متغیر می‌نامیم.

به عبارت دیگر می توان متغیر را این گونه تعریف کرد: متغیر نامی است که به کمیتی داده می شود و مقدار آن ممکن است در طول اجرای الگوریتم تغییر کند. به عنوان مثال، در الگوریتم مربوط به پیدا کردن بزرگترین عدد، عدد بزرگتر یک عامل مهم است و باید نامی برای آن انتخاب شود. نامگذاری برای متغیر با ترکیبی از حروف A تا Z و ارقام ۰ تا ۹ انجام می شود. نام متغیر باید با یکی از حروف شروع شود. نمونه هایی از اسامی متغیرها عبارتند از: M, Y, X1, SUM

FIND و AVERAGE, MONEY

مثال 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. نامگذاری برای میانگین و مجموع اعداد نیز لازم است.

A

عدد اول

۱. A و B و C را از ورودی بخوان

B

عدد دوم

۲. $SUM \leftarrow A + B + C$

C

عدد سوم

۳. $AVE \leftarrow SUM / 3$

SUM

مجموع اعداد

۴. AVE را چاپ کن

AVE

میانگین اعداد

۵. پایان

آنچه که از این الگوریتم می‌آموزیم:

۱. مجری الگوریتم "مفهوم خواندن" را می‌داند.
۲. علامت + به معنی جمع است و مجری الگوریتم مفهوم جمع را می‌داند.
۳. علامت ← به معنی حکم انتساب است و مقدار سمت راست را در متغیر سمت چپ قرار می‌دهد.
۴. علامت / به معنی تقسیم است.
۵. مجری الگوریتم مفهوم چاپ کردن را می‌داند.
۶. مجری الگوریتم مفهوم پایان را می‌داند.
۷. مجری الگوریتم مفهوم میانگین را نمی‌داند، بلکه راه حل محاسبه میانگین را نویسنده الگوریتم باید مشخص کند.

بیان الگوریتم توسط شکل ها

همان طور که دیدید، در بیان ریاضی الگوریتم، مراحل الگوریتم به صورت دستورالعمل های متوالی تنظیم می شوند. وقتی الگوریتم طولانی باشد و یا پیچیدگی الگوریتم بیشتر شود، دنبال کردن مراحل الگوریتم، دشوار می شود.

بیان الگوریتم توسط شکل ها، به روش های متفاوتی امکان پذیر است. یکی از این روش ها فلوچارت (flowchart) نام دارد که به آن نمودار گردش نیز می گویند.

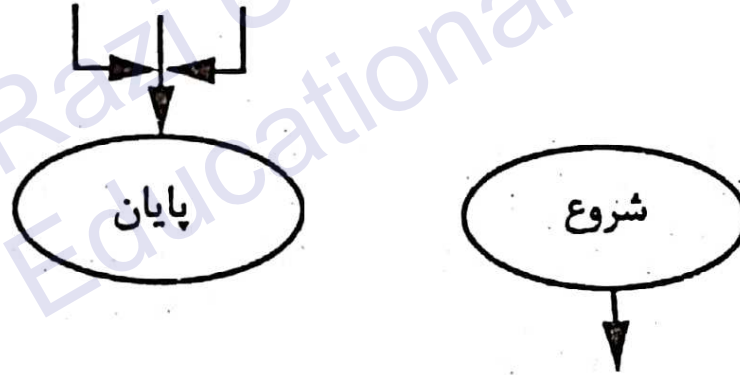
ابتدا و انتها

- علامت های شروع و پایان بصورت دایره یا بیضی است و در داخل آن ها کلمه شروع یا پایان نوشته می شود.



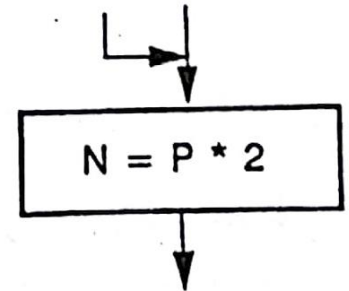
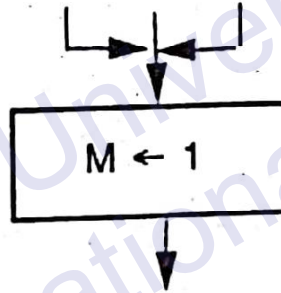
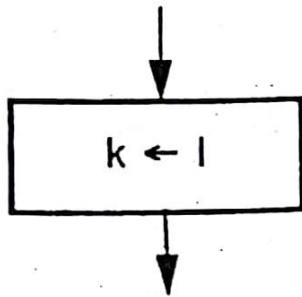
اتصال

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 چند فلش ورودی می‌توانند به علامت پایان الگوریتم وارد شوند. شکل‌های زیر را ببینید.



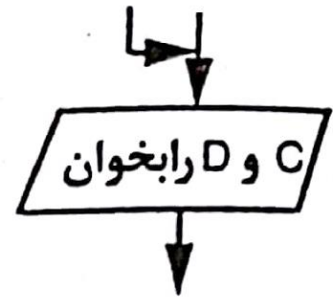
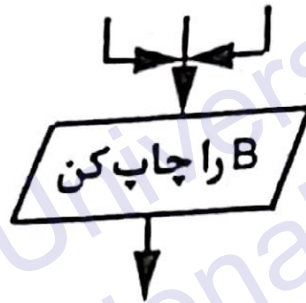
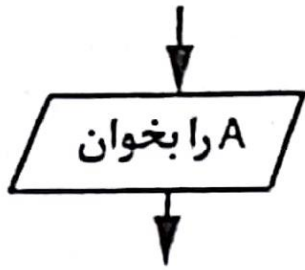
انتساب و محاسبه

برای نمایش دستورات انتساب و محاسباتی، از یک شکل مستطیلی استفاده می شود. دستورات زیر را در نظر بگیرید:

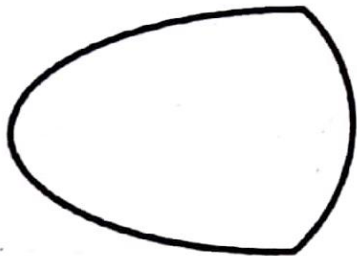


ورودی/خروجی

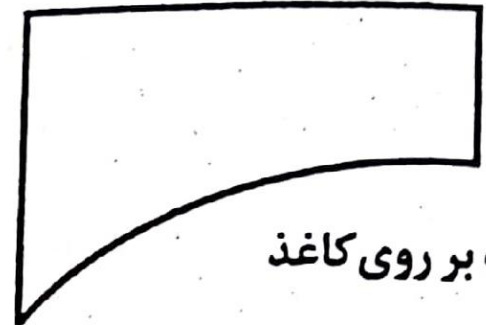
• برای نمایش دستورات ورودی و خروجی از متوازی الاضلاع استفاده می شود.



برای دستورات خروجی، از علامت‌های دیگری نیز استفاده می شود. در شکل‌های زیر برای خروجی بر روی صفحه نمایش و خروجی بر روی صفحه کاغذ مورد استفاده قرار می گیرند:



چاپ در صفحه نمایش



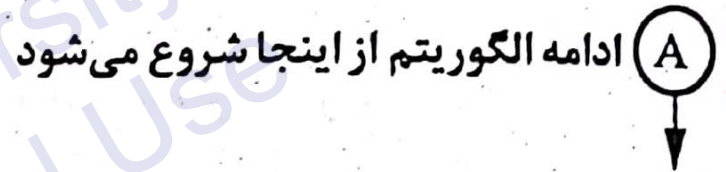
چاپ بر روی کاغذ

علامت ادامه

با استفاده از علامت‌های ادامه، 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 می‌گردد:



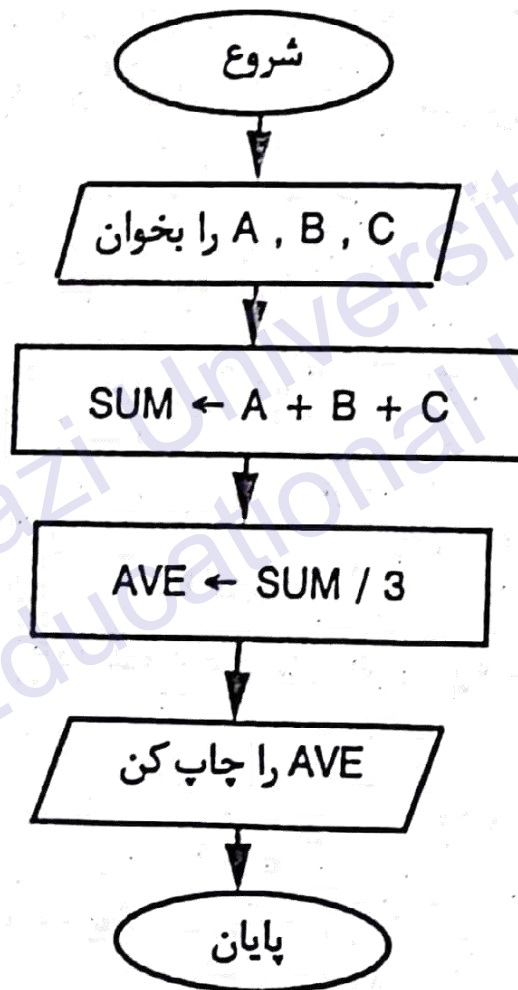
ادامه فلوجارت را از قسمت A پیگیری کنید



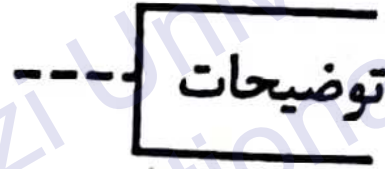
ادامه الگوریتم از اینجا شروع می‌شود

علامت‌های دیگری نیز وجود دارند که پس از بررسی موضوعات درسی آنها، مورد بحث قرار می‌گیرند. به عنوان نمونه، فلوجارت مثال ۳ را ملاحظه کنید.

فلوچارت مثال ۳



علامت توضیحات



عملگرها

در انجام محاسبات ریاضی، نمادهایی مثل $+$ ، $-$ ، \div ، \times که به ترتیب عمل جمع، تقسیم، تفریق و ضرب را انجام می دهند، به کار می روند. به عنوان مثال، اعمال زیر را ببینید:

$$5 + 10 = 15 \quad , \quad 10 - 7 = 3 \quad , \quad 8 \div 4 = 2 \quad , \quad 9 \times 3 = 27$$

این نمادها را در اصطلاح کامپیوتر، عملگر (operator) گویند، اما کامپیوتر برای عمل تقسیم از علامت $/$ و برای عمل ضرب از علامت $*$ و برای اعمال جمع و تفریق نیز از $+$ و $-$ استفاده می کند.

تقدم عملگرها

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

$$4 \times (8 + 2) - 6$$

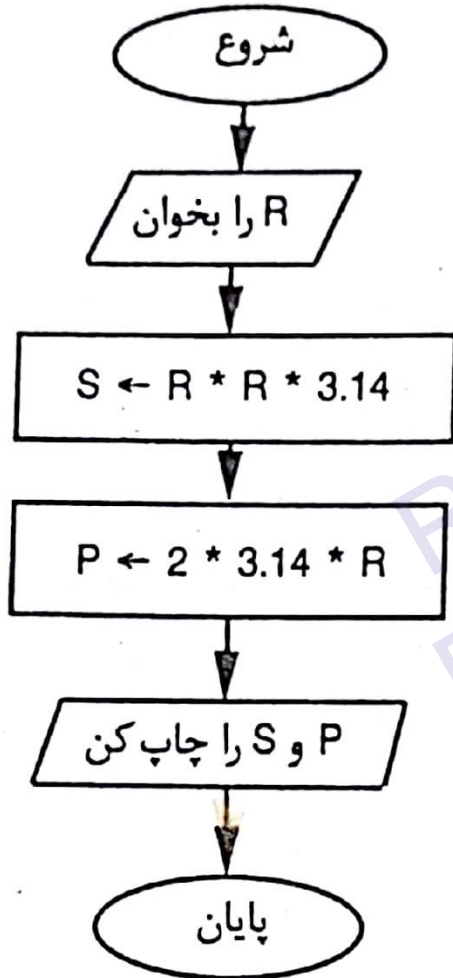
$$7 + 3 \times 6 / 9$$

به راستی، حاصل هر کدام از عبارتهای بالا چیست؟ 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، با تقدم عملگرها را بدانیم. ترتیب انجام عملیات را مشخص می‌کند. در چهار عمل اصلی، تقدم ضرب و تقسیم یکسان و تقدم جمع و تفریق نیز یکسان است ولی تقدم ضرب و تقسیم از تقدم جمع و تفریق بیشتر است. این قانون با پرانتز، تغییر می‌کند، یعنی ابتدا عملگرهای موجود در پرانتز انجام می‌شوند و سپس سایر عملگرها عمل می‌کنند.

با توجه به مطالب گفته شده، در عبارت ۱، ابتدا عدد ۸ با ۲ (داخل پرانتز) با هم جمع می‌شوند و حاصل کار که ۱۰ است در ۴ ضرب می‌شود و نتیجه آن ۴۰ است. سپس عملگر تفریق عمل می‌کند و حاصل این عبارت برابر با ۳۴ خواهد شد. در عبارت ۲، تقدم عملگرهای * و / یکسان است ولی چون \times قبل از / آمده است، زودتر عمل می‌کند. بنابراین، ابتدا ۳ در ۶ ضرب می‌شود و حاصل آن که ۱۸ است بر ۹ تقسیم می‌شود و نتیجه آن، یعنی ۲ با ۷ جمع شده، حاصل این عبارت برابر با ۹ می‌شود. بنابراین، اگر تقدم دو یا چند عملگر یکسان باشد، در یک عبارت محاسباتی، آنکه زودتر ظاهر شد، زودتر انجام می‌شود.

■ مثال ۴
الگوریتمی که شعاع دایره‌ای را از ورودی خوانده، محیط و مساحت آن را محاسبه می‌کند و به خروجی می‌برد.

فلوچارت



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

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

متغیرها

R	شعاع دایره
S	مساحت دایره
P	محیط دایره

الگوریتم

۱. R را بخوان
۲. $S \leftarrow R * R * 3.14$
۳. $P \leftarrow 2 * 3.14 * R$
۴. S و P را چاپ کن
۵. پایان

■ مثال ۵

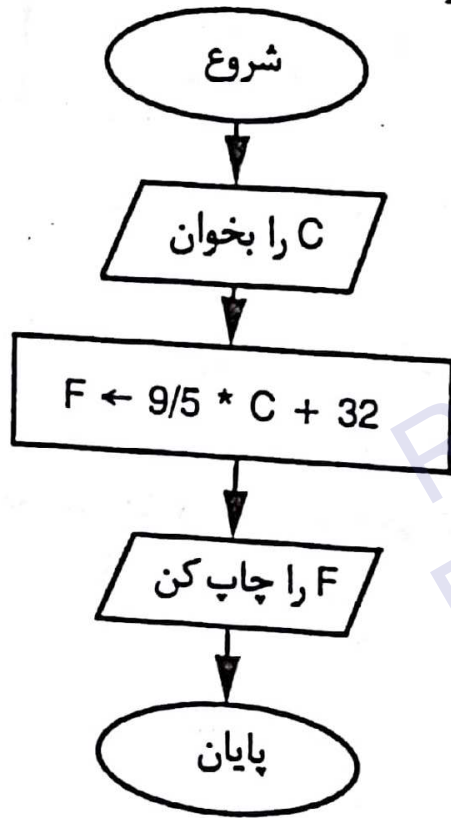
الگوریتمی که درجه حرارت را بر حسب سانتیگراد می خواند و به فارنهایت تبدیل می کند.

توضیح

ورودی این الگوریتم، درجه حرارت بر حسب سانتیگراد و خروجی آن، درجه حرارت بر حسب فارنهایت است. رابطه بین این دو درجه حرارت به صورت زیر است (F به معنی فارنهایت و C به معنی سانتیگراد است):

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

فلوچارت



الگوریتم

۱. C را بخوان

۲. $F \leftarrow 9/5 * C + 32$

۳. F را چاپ کن

۴. پایان

■ مثال ۶

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

توضیح

محیط و مساحت مستطیل به صورت زیر محاسبه می‌شود:

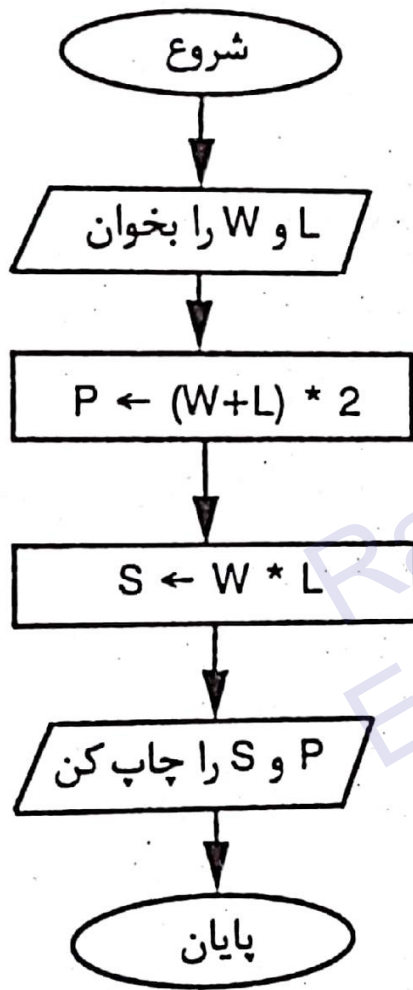
$$2 * (\text{عرض} + \text{طول}) = \text{محیط مستطیل}$$

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

Razi University
Educational Use

دقت داشته باشید که قواعدی که در ریاضیات بر روی عملگرهای چهار عمل اصلی حاکم است، در اینجا نیز کاربرد دارد. به عنوان مثال، در فرمول محاسبه محیط مستطیل، ابتدا عبارت داخل پرانتز محاسبه می‌شود و نتیجه آن در ۲ ضرب می‌شود.

فلوچارت



الگوریتم

1. W و L را بخوان
2. $P \leftarrow (W+L) * 2$
3. $S \leftarrow W * L$
4. P و S را چاپ کن
5. پایان

متغیرها

L	طول
W	عرض
S	مساحت
P	محیط

■ مثال ۷

الگوریتمی که قاعده و ارتفاع مثلثی را خوانده، مساحت آن را محاسبه می‌کند و به خروجی می‌برد.

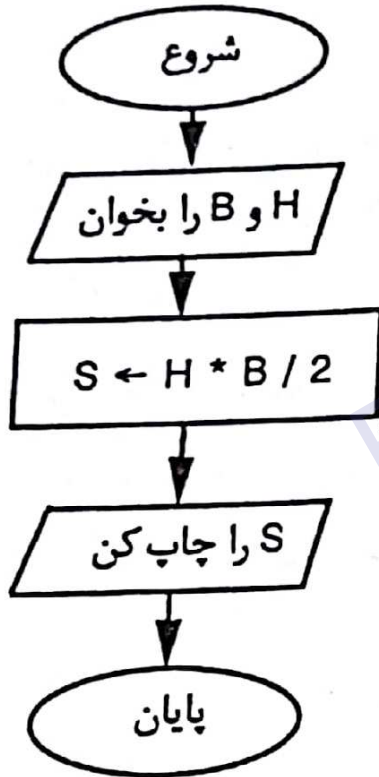
توضیح

مساحت مثلث به صورت زیر محاسبه می‌شود:

نصف ارتفاع * قاعده = مساحت مثلث

Razi University
Educational Use

فلوجارت



متغیرها

S	مساحت
H	ارتفاع
B	قاعده

الگوریتم

۱. H و B را بخوان
۲. $S \leftarrow H * B / 2$
۳. S را چاپ کن
۴. پایان

مثال ۸

الگوریتمی که دو مقدار را از ورودی خوانده، در دو متغیر X و Y قرار می‌دهد و سپس محتویات آن دو را با هم عوض کرده، در خروجی چاپ می‌کند.

توضیح

برای حل این مسئله، یک متغیر کمکی به نام $TEMP$ در نظر می‌گیریم. ابتدا مقدار X را به این متغیر منتقل کرده، مقدار Y را در X قرار می‌دهیم. اکنون مقدار قبلی X را که در $TEMP$ قرار دارد، در Y قرار می‌دهیم.

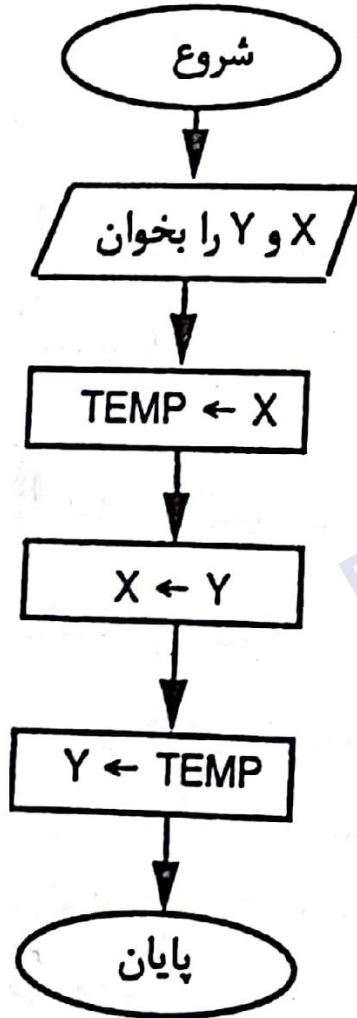
$$X=5$$
$$Y=10$$

$$X=Y \quad X=10$$
$$Y=X \quad Y=10$$

$$X=5$$
$$Y=10$$

$$Temp=X$$
$$X=Y \quad X=10$$
$$Y=Temp \quad Y=5$$

فلوچارت



الگوریتم

۱. X و Y را بخوان

۲. $TEMP \leftarrow X$

۳. $X \leftarrow Y$

۴. $Y \leftarrow TEMP$

۵. پایان

Razi University
Educational Use

■ مثال ۹

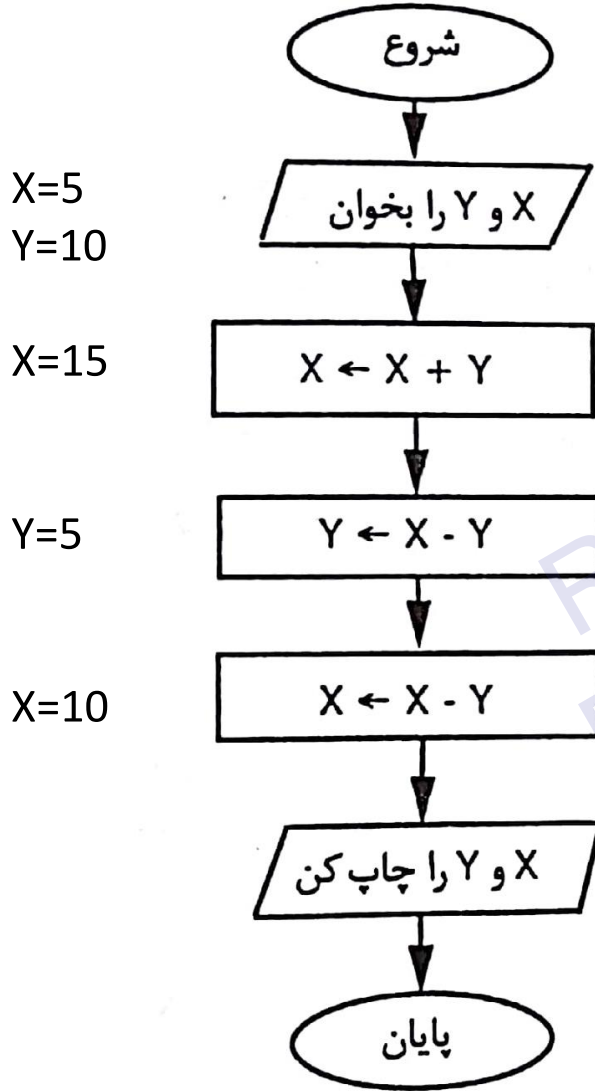
الگوریتمی که مثال ۸ را بدون استفاده از متغیر کمکی حل می‌کند.

توضیح

در این روش، از عمل جمع استفاده می‌کنیم. بدین ترتیب که، ابتدا حاصل جمع X و Y را در X قرار می‌دهیم. سپس Y را از X جدید کم می‌کنیم و در Y قرار می‌دهیم. اکنون Y جدید را از X کم کرده، نتیجه را در X قرار می‌دهیم. بدین ترتیب جای دو متغیر عوض می‌شود. الگوریتم را به ازای $X = 5$ و $Y = 10$ امتحان می‌کنیم. حاصل جمع $X + Y$ برابر با ۱۵ است که در X قرار می‌گیرد. اکنون Y یعنی ۱۰ را از ۱۵ کم کرده، حاصل آن، یعنی ۵ را در Y قرار می‌دهیم. ۵ که مقدار قبلی X است را از مقدار فعلی Y یعنی ۱۵ کم کرده، حاصل آن، یعنی ۱۰ را در X قرار می‌دهیم.

فلوچارت

الگوریتم



۱. X و Y را بخوان
۲. $X \leftarrow X + Y$
۳. $Y \leftarrow X - Y$
۴. $X \leftarrow X - Y$
۵. X و Y را چاپ کن
۶. پایان