فصل دوم

مقدمه‌ای بر برنامه‌نویسی C++

اهداف

- **نوشتن برنامه‌های ساده کامپیوتری در C++.**
- **نوشتن عبارات ساده ورودی و خروجی.**
- **استفاده از نوع‌های بنیادین.**
- **مفاهیم حافظه.**
- **استفاده از عملگرهای محاسباتی.**
- **نوشتن عبارات ساده تصمیم‌گیری.**

رئوس مطالب

۲-۱ مقدمه

در این فصل به معرفی برنامه‌نویسی C++ می‌پردازیم، که طراحی برنامه‌ها را تسهیل خواهد بخشید. اکثر برنامه‌های که در این کتاب با آنها مواجه خواهید شد، مبادرت به پردازش اطلاعات و نمایش نتایج می‌کنند. در این فصل، به معرفی پنج مثال می‌پردازیم که نحوه نمایش پیغام و همچنین دریافت داده از کاربران را به شما نشان می‌دهند. سه مثال اول، ساده بوده و تنها مبادرت به نمایش پیغام در صفحه نمایش می‌کنند. برنامه بعدی، دو عدد از کاربر دریافت کرده و مجموع آنها را محاسبه و نتیجه را بنمایش درمی‌آورد. در ضمیمه بحث، شما را با نحوه انجام انواع محاسبات و ذخیره نتایج برای استفاده‌های بعدی آشنا خواهیم کرد. مثال پنجم در ارتباط با تصمیم‌سازی است که مبادرت به مقایسه دو عدد کرده و سپس پیغامی براساس مقایسه بنمایش درمی‌آورد. برای اینکه درک مناسب و آسانی از برنامه‌نویسی C++ بدست آورید، خط به خط هر برنامه را تحلیل می‌کنیم. برای اینکه مهارت‌های کسب کرده خود از این فصل را بکار گیرید، چند مسئله برنامه‌نویسی در بخش تمرینات در نظر گرفته‌ایم.

۲-۲ یک برنامه ساده: چاپ یک عبارت متنی

زبان C++ از نمادهای استفاده می‌کند که ممکن است برای غیر برنامه‌نویسان عجیب و غریب بنظر برسند. در این بخش به بررسی برنامه‌ای می‌پردازیم که عبارتی را در یک خط چاپ می‌کند. برنامه و خروجی آن در شکل ۲-۱ آورده شده است. این برنامه حاوی چندین ویژگی مهم زبان C++ است. برای آشنایی بهتر شما، به توضیح خط به خط برنامه می‌پردازیم.

در خطوط 1 و 2

```
// Fig. 2.1: fig02_01.cpp
// Text-printing program.
```

که با //، آغاز شده‌اند، نشان‌دهنده این مطلب هستند که این خطوط *توضیح* می‌باشند. برنامه‌نویسان توضیحات را در برنامه یا لیست کد قرار می‌دهند تا خوانایی کدهای خود را افزایش دهند. توضیحات می‌توانند در خط متعلق به خود جای داده شوند که آنها را *توضیحات تمام خط* می‌نامیم یا در انتهای یک خط از کد که آنها را توضیحات *انتهای خط می‌نامیم*، قرار بگیرند. کامپایلر C++ توضیحات را نادیده می‌گیرد، به این معنی که توضیحات هیچ تأثیری در اجرای برنامه ندارند. توضیح بکار رفته در خط 1 فقط نشان‌دهنده شماره تصویر و نام فایل این برنامه است. البته برخی از برنامه‌نویسان عبارات توضیحی خود را مابین کاراکترهای */ و /* قرار می‌دهند.

```
1  // Fig. 2.1: fig02_01.cpp
2  // Text-printing program.
3  #include <iostream> // allows program to output data to the screen
4
5  // function main begins program execution
6  int main()
7  {
8     std::cout << "Welcome to C++!\n"; // display message
9
10    return 0; // indicate that program ended successfully
11
12 } // end function main
```

```
Welcome to C++!
```

شکل ۱-۲ | برنامه چاپ عبارت.

برنامه‌نویسی ایده‌ال

هر برنامه‌ای باید با یک یا چندین توضیح در ارتباط با اهداف برنامه و همچنین نام برنامه‌نویس، تاریخ و زمان آغاز شود.

خط 3

```
#include <iostream> // allows program to output data to the screen
```

یک رهنمود *پیش‌پردازنده* است، که پیغامی برای پیش‌پردازنده C++ می‌باشد. خطوطی که با نماد # آغاز می‌شوند، قبل از اینکه برنامه کامپایل شود توسط پیش‌پردازنده پردازش می‌شوند. این خط به پیش‌پردازنده اعلان می‌کند تا *محتویات سرآیند جریان ورودی/خروجی فایل* <***iostream***> را در برنامه وارد سازد. بایستی این فایل در هر برنامه‌ای که می‌خواهد داده‌ای به صفحه نمایش انتقال دهد، یا اینکه از صفحه‌کلید و با استفاده از جریان ورودی/خروجی C++ داده‌ای دریافت نماید، وارد شود. در شکل۱-۲ خروجی برنامه آورده شده است. در فصل ششم با فایل‌های سرآیند در فصل پانزدهم با محتویات **iostream** آشنا خواهید شد.

خطای برنامه‌نویسی

در صورتیکه افزودن فایل سرآیند <iostream> به برنامه‌ای که مبادرت به دریافت داده از صفحه کلید یا ارسال داده به صفحه نمایش می‌کند، فراموش شود، کامپایلر یک پیغام خطا ارسال خواهد کرد.

خط 4 فقط یک خط خالی است. برنامه‌نویسان برای اینکه قرائت‌های خود را آسانتر کنند از خطوط خالی، کاراکترهای فاصله (space) و تب (tab) استفاده می‌کنند. به مجموعه این کاراکترها، white space می‌گویند. معمولاً این کارکترها توسط کامپایلر نادیده گرفته می‌شوند. در این فصل و چند فصل بعدی، در ارتباط با قواعد رایج در استفاده از کاراکترهای white-space صحبت خواهیم کرد تا خوانایی برنامه‌ها افزایش یابد.

برنامه‌نویسی ایده‌ال

با استفاده از خطوط خالی و کاراکترهای فاصله، خوانایی برنامه‌ها را افزایش دهید.

خط 5

```
// function main begins program execution
```

هم یک خط توضیحی تمام خط است که اعلان می‌کند برنامه از خط بعدی شروع می‌شود.

خط 6

```
int main()
```

بخشی از هر برنامه C++ است. پرانتزهای واقع پس از **main** نشان می‌دهند که **main** یک بلوک برنامه بنام *تابع* است. برنامه‌های C++ می‌توانند حاوی یک یا چندین تابع و کلاس باشند، اما بایستی یکی از آنها حتما **main** باشد، حتی اگر **main** اولین تابع در برنامه نباشد. کلمه کلیدی **int** که در سمت چپ **main** قرار گرفته، بر این نکته دلالت دارد که **main** یک مقدار صحیح "برمی‌گرداند" (عدد بدون اعشار). کلمه‌کلیدی، کلمه‌ای در کد است که توسط C++ رزرو شده است. لیست کامل کلمات کلیدی C++ در جدول شکل ۳-۴ آورده شده‌اند. به هنگام مطالعه فصل سوم و ششم به توضیح مفهوم دقیق "مقدار برگشتی" از سوی یک تابع خواهیم پرداخت. اما برای این لحظه، کافیست بدانید که کلمه کلیدی int در سمت چپ برنامه‌های شما قرار خواهد گرفت.

بایستی براکت چپ، {، (خط 7) در ابتدای بدنه هر روالی قرار داده شود. براکت متناظر، براکت راست، }، (خط 12) است،که باید آنرا در انتهای بدنه هر روالی قرار داد. خط 8

```
std::cout << "Welcome to C++!\n"; // display message
```

به کامپیوتر *فرمان* می‌دهد تا رشته‌ای از کاراکترها را که مابین جفت گوتیشن قرار دارند بر روی صفحه نمایش چاپ کند. گاهی اوقات رشته بنام رشته کاراکتری، پیغام یا رشته *لیترال* هم خوانده می‌شود. کاراکترهای *white space* توسط کامپایلر نادیده گرفته می‌شوند.

کل خط 8، شامل **std::cout**، عملگر <<، رشته "**Welcome to C++ ! \n**" و یک سیمیکولن (;) است، که به کل این خط یک *عبارت* گفته می‌شود. هر عبارتی در C++ باید با یک سیمیکولن خاتمه پذیرد (که به آن *خاتمه‌دهنده عبارت* هم گفته می‌شود). رهنمودهای پیش‌پردازنده (همانند **#include**) با سیمکولن خاتمه نمی‌یابند. خروجی و ورودی در C++ با *جریانی* (*stream*) از کاراکترها پیاده‌سازی می‌شود. بنابر این، زمانیکه عبارت قبلی اجرا می‌شود، مبادرت به ارسال جریانی از کاراکترهای ***Welcome to C++ !*** به *شی جریان خروجی استاندارد* (**std::cout**) که معمولا با صفحه نمایش مرتبط است می‌کند. در فصل پانزدهم به بررسی بیشتر **std::cout** خواهیم پرداخت.

دقت کنید که **std::** قبل از **cout** قرار گرفته است. انجام این عمل به هنگام استفاده از رهنمود پیش‌پردازنده **#include <iostream>** الزامی است. نماد **std::cout** نشان می‌دهد که در حال استفاده از یک نام هستیم، که این نام در این مورد cout می‌باشد، که متعلق به "*فضای‌نامی*" **std** است. فضاهای‌نامی از ویژگیهای پیشرفته C++ هستند. در فصل بیست‌وچهارم بطور کامل با فضاهای‌نامی آشنا خواهید شد. اما برای این لحظه، باید بخاطر داشته باشید که کلمه **std::** را قبل از هر کدامیک از نمادهای **cout**، **cin** و **cerr** در یک برنامه قرار دهید. در برنامه شکل ۱۳-۲ از این نمادها به همراه عبارت using استفاده شده است، که ما را قادر به حذف **std::** قبل از هر استفاده از فضای نامی **std** می‌کند.

عملگر << نشاندهنده، *عملگر درج جریان* است. هنگامی که این برنامه اجرا می‌شود، مقدار موجود در سمت راست این عملگر، *عملوند* سمت راست، وارد جریان خروجی می‌گردد. دقت کنید که عملگر مستقیماً به مکانی اشاره می‌کند که داده باید به آنجا برود. معمولا کاراکترهای قرار گرفته در سمت راست عملگر به همان شکلی که مابین جفت گوتیش‌ها آورده شده‌اند، چاپ می‌شوند. با این وجود، توجه نمائید که کاراکتر **n**\ بر روی صفحه نمایش چاپ نمی‌شود. کاراکتر \ کاراکتر *escape* نامیده می‌شود. این کاراکتر نشان می‌دهد که یک کاراکتر *ویژه* چاپ خواهد شد. زمانیکه در دنباله‌ای از رشته‌های کاراکتری یک کاراکتر \ وارد شود، کاراکتر پس از آن بعنوان یک *توالی escape* در نظر گرفته خواهد شد. در این برنامه توالی escape کاراکتر **n**\ است، که به مفهوم *خط جدید* یا *newline* می‌باشد. این کاراکتر سبب

می‌شود تا کرسر به ابتدای خط بعدی در صفحه نمایش منتقل شود. در جدول شکل ۲-۲ تعدادی از توالی‌های escape که از کاربرد بیشتری برخوردار هستند آورده شده‌اند.

توالیescape	توضیحات
\n	خط جدید. کرسر را در ابتدای خط بعدی قرار می‌دهد.
\t	تب افقی. کرسر را به اندازه یک تب(tab) به جلو انتقال می‌دهد.
\r	*enter*. کرسر را به ابتدای خط جاری باز می‌گرداند. آنرا با \n اشتباه نگیرید.
\a	هشدار. زنگ یا صدای سیستم را فعال می‌کند.
\\	کاراکتر \. برای چاپ کاراکتر \ استفاده می‌شود.
\'	کاراکتر '. برای چاپ کارکتر ' استفاده می‌شود.
\"	جفت گوتیشن. از این توالی برای چاپ کاراکتر جفت گوتیشن استفاده می‌شود.

شکل ۲-۲ |توالی escape.

خطای برنامه‌نویسی

فراموش کردن سیمیکولن در پایان یک عبارت، خطای نحوی (syntax error) بدنبال خواهد داشت. این نوع خطا زمانی رخ می‌دهد که کامپایلر با عبارتی مواجه شود و نتواند مفهوم آنرا تشخیص دهد. معمولا در چنین حالتی کامپایلر یک پیغام خطا ارسال می‌کند تا به برنامه‌نویس در یافتن مکان خطا و رفع آن کمک نماید. خطاهای نحوی به هنگام خروج از قواعد نگارش زبان رخ می‌دهند. گاهاً به این خطاها، خطاهای کامپایل هم گفته می‌شود، چراکه این خطاها در زمان فاز کامپایل شدن برنامه رخ می‌دهند.

خط 10

```
return 0; // indicate that program ended successfully
```

در پایان هر تابع **main** وجود خواهد داشت. کلمه کلیدی **return** یکی از چندین روش موجود برای *خروج از یک تابع* است. زمانیکه عبارت **return** در پایان تابع **main** بکار گرفته می‌شود، همانند این برنامه، مقدار **0** نشاندهنده این مطلب است که برنامه با موفقیت به کار خود پایان داده است. در فصل ششم، با جزئیات عملکرد توابع و دلایل افزودن چنین عباراتی به آنها بیشتر آشنا خواهید شد. اما برای این لحظه، کافیست بدانید که این عبارت در انتهای هر برنامه‌ای قرار داده می‌شود. براکت راست، **}**، (خط 12) انتهای تابع **main** را نشان می‌دهد.

برنامه‌نویسی ایده‌ال

بسیاری از برنامه‌نویسان در انتهای آخرین کاراکتر چاپ شده توسط یک تابع، کاراکتر \n را قرار می‌دهند. با این عمل مطمئن می‌شوند که تابع در پایان کار خود، کرسر را در ابتدای خط بعدی قرار خواهد داد. این عمل می‌تواند در راستای ایجاد برنامه‌هایی با قابلیت استفاده مجدد موثر باشد.

برنامه‌نویسی ایده‌ال

به دندانه‌دار بودن خطوط کد دقت کنید. این عمل یکی از قواعد بکارگیری فاصله‌ها در برنامه است. دندانه‌دار کردن کد برنامه‌ها، باعث افزایش خوانای و گرامر آن می‌شود.

برنامه‌نویسی ایده‌ال

برای حفظ ظاهر آراسته و مرتب در میان کدهای نوشته شده، بهتر است میزان دندانه‌گذاری مورد نظر خود را از همان ابتدا مشخص سازید. پیشنهاد می‌کنیم تا از کلید tab با فاصله گذاری ¼ اینچ یا سه فاصله (space) از سطح دندانه‌گذاری شده فوقانی استفاده کنید.

۲-۳ اصلاح برنامه

این بخش ادامه‌دهنده معرفی برنامه‌نویسی C++ با دو مثال است، که نحوه اصلاح برنامه مطرح شده در شکل ۱-۲ را نشان می‌دهند. در مثال اول، متن در یک خط با استفاده از چندین عبارت چاپ می‌شود. در مثال دوم همان متن توسط یک عبارت و در چندین خط چاپ می‌گردد.

چاپ متن در یک خط توسط چند عبارت

رشته Welcome to C++! می‌تواند به چندین روش چاپ شود. برای مثال، در برنامه شکل ۳-۲ از دو عبارت برای وارد کردن جریان (خطوط 8-9)استفاده شده است، تا همان خروجی برنامه شکل ۱-۲ تولید شود. خروجی برنامه دوم دقیقاً همانند برنامه اول است، چرا که هر عبارت از مکانی که عبارت قبلی به عمل چاپ پایان داده، شروع به چاپ می‌کند. عبارت اول کلمه Welcome و بدنبال آن یک فاصله چاپ کرده و عبارت دوم هم کار چاپ را از همان خط و پس از فاصله چاپ شده دنبال می‌کند. بطور کلی، C++ به برنامه‌نویس امکان می‌دهد تا عبارات را به روش‌های گوناگون بکار گیرد.

چاپ متن در چند خط توسط یک عبارت

همانند برنامه شکل ۴-۲ می‌توان یک عبارت را در چندین خط به نمایش در آورد. هر بار که عبارت ارسالی به خروجی با کاراکتر توالی **\n** مواجه شود، کرسر به ابتدای خط بعدی منتقل خواهد شد. برای ایجاد یک خط خالی در خروجی، دو کاراکتر خط جدید را پشت سرهم، همانند خط 8 قرار دهید.

```
1  // Fig. 2.3: fig02_03.cpp
2  // Printing a line of text with multiple statements.
3  #include <iostream> // allows program to output data to the screen
4
5  // function main begins program execution
6  int main()
7  {
8     std::cout << "Welcome ";
9     std::cout << "to C++!\n";
10
11    return 0; // indicate that program ended successfully
12
13 } // end function main
```

```
Welcome to C++!
```

شکل ۳-۲ | چاپ متن در یک خط با چند عبارت.

```
1  // Fig. 2.4: fig02_04.cpp
2  // Printing multiple lines of text with a single statement.
3  #include <iostream> // allows program to output data to the screen
4
5  // function main begins program execution
6  int main()
7  {
8     std::cout << "Welcome\nto\n\nC++!\n";
9
10    return 0; // indicate that program ended successfully
11
12 } // end function main
```

```
Welcome
to

C++!
```

شکل ٤-۲ | چاپ متن در چند خط با یک عبارت.

٤-۲ یک برنامه ساده دیگر: جمع اعداد صحیح

در برنامه بعدی از شی جریان ورودی **std::cin** و عملگر استخراج <<، برای بدست آوردن دو عدد صحیح تایپ شده از سوی کاربر از طریق صفحه‌کلید، جمع آنها و نمایش نتیجه بدست آمده با استفاده از **std::cout** می‌پردازیم. برنامه شکل ۵-۲ عمل جمع و خروجی حاصل از این برنامه را نشان می‌دهد.

```
1  // Fig. 2.5: fig02_05.cpp
2  // Addition program that displays the sum of two numbers.
3  #include <iostream> // allows program to perform input and output
4
5  // function main begins program execution
6  int main()
7  {
8     // variable declarations
9     int number1; // first integer to add
10    int number2; // second integer to add
11    int sum; // sum of number1 and number2
12
13    std::cout << "Enter first integer: "; // prompt user for data
14    std::cin >> number1; // read first integer from user into number1
15
16    std::cout << "Enter second integer: "; // prompt user for data
17    std::cin >> number2; // read second integer from user into number2
18
19    sum = number1 + number2; // add the numbers; store result in sum
20
21    std::cout << "Sum is " <<sum <<std::endl; //display sum; end line
22
23    return 0; // indicate that program ended successfully
24
25 } // end function main
```

```
Enter first integer: 45
Enter second integer: 72
Sum is 117
```

شکل ۵-۲ | برنامه جمع که مجموع دو عدد صحیح دریافتی از صفحه کلید را محاسبه می‌کند.

توضیحات موجود در خطوط 1 و 2

```
// Fig. 2.5: fig02_05.cpp
// Addition program that displays the sum of two numbers.
```

نشاندهنده نام فایل و هدف برنامه هستند. رهنمود پیش‌پردازنده C++

```
#include <iostream> // allows program to perform input and output
```

در خط 3 حاوی محتویات سرآیند فایل ***iostream*** در برنامه است.

همانطوری که قبلاً هم گفته شد، هر برنامه‌ای با اجرای تابع **main** آغاز می‌شود(خط 6). براکت سمت چپ (خط 7) ابتدا و آغاز بدنه **main** و براکت متناظر سمت راست (خط 25)، انتها و پایان بدنه را نشان می‌دهد.

خطوط 9-11

```
   int number1; // first integer to add
   int number2; // second integer to add
   int sum; // sum of number1 and number2
```

بخش *اعلان* می‌باشند. کلمات **number1**، **number2** و **sum** اسامی *متغیرها* هستند. متغیرها مکان‌های در حافظه کامپیوتر هستند که می‌توان مقادیری را برای استفاده برنامه در آنها ذخیره کرد. این اعلان‌ها مشخص می‌کنند که متغیرهای **number1**، **number2** و **sum** از نوع داده **int** هستند، به این معنی که این متغیرها قادر به نگهداری مقادیر صحیح همانند اعداد 31914 ,0 ,11- ,7 و غیره می‌باشند. تمامی متغیرها بایستی دارای نام و یک نوع داده باشند تا بتوان از آنها در برنامه استفاده کرد. چندین متغیر از یک نوع را می‌توان در خط یا چند خط مجزا از هم اعلان کرد. می‌توانیم هر سه متغیر فوق را در یک خط و بصورت زیر اعلان کنیم:

```
   int number1, number2, sum;
```

با این همه، در این حالت خوانائی برنامه کاهش یافته و مانع می‌شود تا توضیحات مناسب برای هر متغیر و هدف از آن متغیر در برنامه را وارد سازیم. اگر بخواهیم بیش از یک متغیر در یک خط اعلان کنیم

(همانند مورد بالا) باید اسامی را با یک ویرگول(,) از یکدیگر جدا کنیم. که به این حالت *لیست جدا شده با ویرگول* گفته می‌شود.

برنامه‌نویسی ایده‌ال

پس از هر ویرگول(,) یک فاصله قرار دهید تا خوانائی برنامه افزایش یابد.

برنامه‌نویسی ایده‌ال

برخی از برنامه‌نویسان ترجیح می‌دهند تا هر متغیر را در یک خط جداگانه اعلان کنند. در این حالت قراردادن یک توضیح در کنار هر اعلان به آسانی صورت می‌گیرد.

بزودی در مورد نوع داده ***double*** (خاص اعداد حقیقی، اعداد با نقطه اعشار همانند 3.4 و 11.19-) و نوع داده ***char*** (خاص داده کاراکتری، یک متغیر از نوع **char** فقط می‌تواند یک حرف کوچک، یک حرف بزرگ، یک رقم یا یک کاراکتر خاص همانند $ یا * را در خود ذخیره سازد) صحبت خواهیم کرد.

غالباً به نوع‌های همانند **double**، **int** و **char** نوع‌های بنیادین، نوع‌های اصلی یا نوع‌های *توکار* (*built-in*) می‌گویند. انواع نوع‌های بنیادین از جمله کلمات کلیدی هستند و از اینرو باید تماماً با حروف کوچک به نمایش درآیند.

نام یک متغیر (همانند **number1**) می‌توانند هر *شناسه* معتبری که یک کلمه کلیدی نیست، باشد. یک شناسه متشکل از دنباله‌ای از کاراکترها شامل حروف، ارقام و خط زیرین (_) است. یک شناسه نمی‌تواند با یک رقم آغاز شود. زبان C++ از جمله زبان‌های *حساس به موضوع* است، به این معنی که مابین حروف کوچک و بزرگ تفاوت قائل می‌شود. از اینرو شناسه‌های a1 و A1 با هم برابر نیستند.

قابلیت حمل

زبان C++ به شناسه‌ها امکان می دهد تا هر طولی داشته باشند، اما امکان دارد سیستم شما یا ساختار C++ بکار رفته محدودیت‌هائی بر روی طول شناسه‌ها اعمال کند. از اینرو برای حفظ سازگاری و قابلیت حمل، از شناسه‌هائی با طول 31 کاراکتر یا کمتر استفاده کنید.

برنامه‌نویسی ایده‌ال

انتخاب اسامی با معنی به برنامه کمک می‌کند که خود به عنوان توضیحی بر برنامه باشد (self- documenting). در چنین حالتی اگر متن برنامه در اختیار دیگران قرار داده شود، بدون اینکه نیازی به راهنما و توضیحات اضافی باشد، عملکرد برنامه مشخص خواهد بود.

برنامه‌نویسی ایده‌ال

از اختصار یا کوته‌سازی شناسه‌ها اجتناب کنید، تا خوانایی برنامه افزایش یابد.

برنامه‌نویسی ایده‌ال

از ایجاد شناسه‌های که با یک خط زیرین یا دو خط زیرین آغاز می‌شوند اجتناب کنید، چراکه امکان دارد کامپایلر C++ از اسامی مشابه‌ای برای انجام مقاصد داخلی خود استفاده کرده باشد. در اینصورت از ایجاد تداخل مابین خود و کامپایلر جلوگیری خواهید کرد.

اجتناب از خطا

زبان‌های همانند C++ همیشه در حال بسط و گسترش هستند. امکان در زمان تکامل، کلمات کلیدی جدیدی به آنها افزوده شود. از کلمات مسئولیت آوری همانند object بعنوان شناسه اجتناب کنید. حتی اگر امروز کلمه object جزء کلمات کلیدی در C++ نباشد، اما می‌تواند روزی تبدیل به کلمه کلیدی گردد و در آینده برنامه شما در زمان کامپایل با خطای جدیدی مواجه شود که قبلا چنین چیزی وجود نداشت.

تقریباً می‌توان اعلان متغیرها را در هر کجای برنامه قرار داد، اما باید قبل از اینکه توسط برنامه بکار گرفته شوند، اعلان گردند. برای مثال، در برنامه شکل ۵-۲، اعلان در خط 9

```
int number1; // first integer to add
```

می‌توانست بلافاصله قبل از خط

```
std::cin >> number1; // read first integer from user into number1
```

قرار داده شود. اعلان موجود در خط 10

```
int number2; // second integer to add
```

می‌توانست بلافاصله قبل از خط 17

```
std::cin >> number2; // read second integer from user into number2
```

و اعلان خط 11

```
int sum; // sum of number1 and number2
```

می‌توانست بلافاصله قبل از خط 19

```
sum = number1 + number2; // add the numbers; store result in sum
```

اعلان گردد.

برنامه‌نویسی ایده‌ال

بهتر است در میان خطوط توضیحات از یک خط خالی استفاده شود. در اینصورت توضیحات از کد برنامه جدا شدهٔ و خوانائی برنامه افزایش می‌یابد.

برنامه‌نویسی ایده‌ال

اگر ترجیح می‌دهید که اعلان‌ها را در ابتدای یک تابع قرار دهید، آنها را از بخش عبارات اجرائی موجود در

داخل بدنه تابع و با استفاده از یک خط خالی جدا کنید تا این دو بخش از هم متمایز شوند.

خط 13

```
std::cout << "Enter first integer: "; // prompt user for data
```

مبادرت به چاپ رشته Enter first integer (بعنوان رشته لیترال نیز شناخته می‌شود) بر روی صفحه نمایش می‌کند. به چنین پیغام‌های *prompt* گفته می‌شود، چراکه به کاربر می‌گویند که چه کاری باید انجام دهد. خط 14

```
std::cin >> number1; // read first integer from user into number1
```

با استفاده از شی ورودی **cin** (از فضای نامی **std**) و عملگر <<، مقداری از صفحه‌کلید دریافت می‌کند. با استفاده از عملگر<< به همراه **std::cin** کاراکترها از یک ورودی استاندارد که معمولا صفحه‌کلید است، دریافت می‌شوند. در واقع می‌توان گفت که **std::cin** مقداری برای **number1** دریافت می‌کند.

هنگامی که برنامه اجرا شده و به عبارت فوق می‌رسد، منتظر می‌ماند تا کاربر مقداری برای متغیر **number1** وارد سازد. کاربر با تایپ یک مقدار صحیح و سپس فشردن کلید *Enter* (گاهاً به این کلید، کلید *Return* هم می‌گویند) به برنامه پاسخ می‌دهد. با این عمل مقدار تایپ شده به کامپیوتر ارسال می‌شود. سپس کامپیوتر کاراکترهای دریافت شده را به یک عدد صحیح تبدیل و این عدد (یا مقدار) را به متغیر **number1** نسبت می‌دهد. از این نقطه به بعد هر مراجعه‌ای به **number1** در این برنامه مترادف با استفاده از این مقدار خواهد بود.

شی‌های **std::cout** و **std::cin** تعامل مابین کاربر و کامپیوتر را تسهیل می‌بخشند. بدلیل اینکه این تعامل بفرم یک گفتگو است، غالباً به اینحالت محاسبه تعاملی یا محاوره‌ای گفته می‌شود.

خط 16

```
std::cout << "Enter second integer: "; // prompt user for data
```

مبادرت به چاپ Enter second integer بر روی صفحه نمایش می‌کند. این عبارت به کاربر اعلان می کند که چه کاری انجام دهد. خط 17

```
std::cin >> number2; // read second integer from user into number2
```

مقداری برای متغیر **number2** از سوی کاربر بدست می‌آورد.

عبارت تخصیص دهنده در خط 19

```
sum = number1 + number2; // add the numbers; store result in sum
```

مجموع متغیرهای **number1** و **number2** را محاسبه و نتیجه آنرا به متغیر **sum** تخصیص می‌دهد. از عملگر تخصیص = به این منظور استفاده شده است. مفهوم عبارت فوق به این مضمون است "sum مقدار خود را از number1 + number2 بدست می‌آورد." اکثر محاسبات در بین عبارات تخصیصی صورت می‌گیرند. به عملگر = و عملگر + ، عملگرهای *باینری* گفته می‌شود چرا که هر کدامیک از آنها دارای دو عملوند هستند. در مورد عبارت فوق، عملگر + ، دارای دو عملوند **number1** و **number2** است. همچنین عملگر =، دارای دو عملوند **sum** و مقدار بدست آمده از **number1 + number2** است.

برنامه‌نویسی ایده‌ال

در هر دو طرف یک عملگر باینری چند فاصله قرار دهید. فاصله‌ها باعث متمایز شدن نقش عملگر شده و خوانائی عبارتا افزایش می‌یابد.

خط 21

```
std::cout << "Sum is " << sum << std::endl; // display sum; end line
```

مبادرت به چاپ رشته کاراکتری Sum is و بدنبال آن مقدار عددی متغیر **sum** توسط عبارت **std::endl** می‌کند. **end1** کوتاه شده "end line" بوده و متعلق به فضای‌نامی **std** می‌باشد. کنترل کننده جریان **std::endl** یک خط جدید به خروجی منتقل و سپس "*بافر خروجی را خالی می‌کند.*" به این معنی که، در برخی از سیستم‌ها خروجی در ماشین انباشته می‌شود تا زمانیکه "ارزش" نمایش در صفحه نماش را پیدا کنند، عبارت **std::endl** خروجی‌های انباشته شده را مجبور می‌کند تا در یکباره به نمایش در آیند.

دقت کند که عبارت قبلی دو مقدار از انواع مختلف را خارج می‌سازد. عملگر >> از نحوه ارسال هر نوع داده به خروجی مطلع است. به روش استفاده از چندین عملگر >> در یک عبارت، عملیات زنجیر کردن، متصل کردن یا فرآیند آبشاری گفته می‌شود. از اینرو، داشتن چندین عبارت خروجی برای خارج کردن چند داده متمایز ضروری نیست.

البته می‌توان محاسبات را در بین عبارات خروجی هم انجام داد. می‌توانیم عبارات موجود در خطوط 19 و 21 را در یک عبارت، بفرم زیر داشته باشیم

```
std::cout << "Sum is " << numbeer1 + number2 << std::endl;
```

بنابر این دیگر نیازی به متغیر **sum** نخواهد بود. براکت راست، **}**، به کامپیوتر اطلاع می‌دهد که به انتهای تابع **main** رسیده است.

از جمله توانمندیهای C++ این است که به کاربران اجازه می‌دهد تا نوع داده‌های مورد نیاز و متعلق به خود را ایجاد کنند (در فصل سوم در این مورد و در فصل‌های نهم و دهم نگاهی دقیق به این موضوع خواهیم داشت). سپس با نحوه رسیدگی C++ به هنگام کار با نوع داده‌های جدید با استفاده از عملگرهای << و >> بیشتر آشنا خواهید شد (مبحث عملگرهای سربارگذاری در فصل یازدهم).

۲-۵ مفاهیم حافظه

اسامی متغیرها، همانند **number1**، **number2** و **sum** مطابق با مکان‌های واقعی در حافظه کامپیوتر هستند. هر متغیر دارای یک نام، نوع، سایز و مقدار است. در برنامه جمع ۲-۵ زمانیکه عبارت

```
std::cin >> number1; // read first integer from user into number1
```

در خط 14 اجرا می‌شود، کاراکترهای تایپ شده توسط کاربر به یک عدد صحیح تبدیل می‌شود و در مکانی از حافظه با نام **number1** و با کمک کامپایلر C++ قرار داده می‌شود. فرض کنید که کاربر عدد 45 را به عنوان مقداری برای **number1** وارد کند. کامپیوتر 45 را دریافت و در مکان **number1** همانند شکل ۲-۶ قرار می‌دهد.

زمانیکه مقداری در یک مکان حافظه قرار می‌گیرد، مقدار جدید بر روی مقدار قبلی بازنویسی می‌شود. مجدداً به سراغ برنامه جمع می‌رویم، هنگامی که عبارت

```
std::cin >> number2; // read second integer from user into number2
```

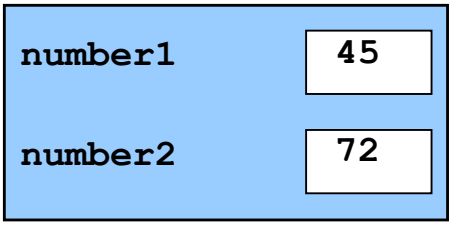
در خط 17 اجرا شود، فرض کنید کاربر مقدار 72 را وارد سازد، این مقدار وارد مکان **number2**، شده و تصویر حافظه همانند شکل ۲-۷ خواهد شد. دقت کنید که این مکان‌های حافظه ضرورتا، نبایستی در کنار هم قرار داشته باشند.

پس از اینکه برنامه مقادیر **number1** و **number2** را بدست آورد، این مقادیر را با هم جمع کرده و مجموع را در درون متغیر **sum** قرار می‌دهد. عبارت

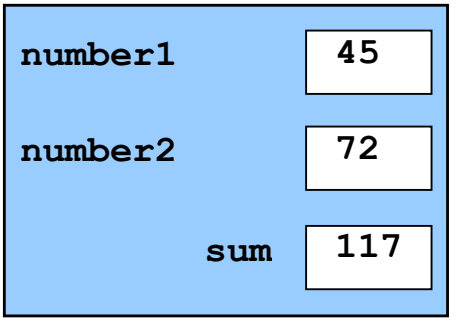
```
sum = number1 + number2; // add the numbers; store result in sum
```

علاوه بر آنکه عمل جمع را انجام می‌دهد، مقدار حاصله را هم در **sum** ذخیره می‌سازد. این عمل زمانی رخ می‌دهد که مجموع دو متغیر **number1** و **number2** محاسبه شده‌اند و در مکان **sum** ذخیره می‌شود. پس از اینکه **sum** محاسبه شد، حافظه بفرم شکل ۸-۲ تبدیل خواهد شد. توجه نمائید که مقادیر **number1** و **number2** پس از انجام محاسبه **sum** همچنان بدون تغییر باقی می‌ماند. با اینکه از این مقادیر استفاده شده است، اما مقادیر اولیه آنها با انجام عمل محاسباتی از بین نمی‌رود.

شکل ٦-٢ | مکان حافظه در حال نمایش نام و مقدار متغیر number1.



شکل ۷-۲ | مکان‌های حافظه پس از ذخیره‌سازی مقادیر برای number1 و number2.



شکل ۸-۲| مکان‌های حافظه پس از محاسبه sum با استفاده از number1 و number2.

٦-٢ محاسبات

اکثر برنامه‌ها محاسبات ریاضی انجام می‌دهند. عملگرهای ریاضی در جدول شکل ۹-۲ لیست شده‌اند. توجه کنید که تمام نمادهای بکار رفته در جبر در C++ بکار گرفته نمی‌شوند. علامت ستاره (*) نشاندهنده ضرب و علامت درصد (%) نشاندهنده باقیمانده است. اکثر عملگرهای حسابی (در جدول ۹-

۲) از نوع عملگرهای باینری هستند چرا که هر عملگر مابین دو عملوند قرار می‌گیرد. برای مثال، عبارت حسابی number1 + number2 شامل عملگر باینری + و دو عملوند **number1** و **number2** می‌باشد.

عملیات C++	عملگر محاسباتی	عبارت جبری	عبارت++C
جمع	+	$f + 7$	$f + 7$
تفریق	-	$p - c$	$p - c$
ضرب	*	bm	$b * m$
تقسیم	/	x / y یا $\frac{x}{y}$ یا $x \div y$	x / y
باقیمانده	%	$r \bmod s$	$r \% s$

شکل ۹-۲ | عملگرهای محاسباتی.

قوانین تقدم عملگر

C++ عملگرها را در عبارات محاسباتی با توالی که *قانون تقدم عملگرها* تعیین می‌کند بکار می‌برد. این قوانین شبیه قوانین موجود در جبر هستند:

۱- عملگرهایی که در درون جفت پرانتز قرار دارند دارای اولویت اول هستند. بنابر این برنامه‌نویس با استفاده از پرانتز می‌تواند ترتیب اجرای محاسبات را در دست بگیرد. پرانتزها دارای بالاترین سطح تقدم می‌باشند. در مواردی که پرانتزها به صورت تودرتو (آشیانه‌ای) قرار گرفته‌باشند، عملگر پرانتزی که در داخلی‌ترین سطح قرار دارد ابتدا انجام می‌گیرد، همانند

```
((a + b) + c)
```

عملگر قرار گرفته در جفت پرانتز داخلی ابتدا بکار گرفته می‌شود.

۲- عملگرهای ضرب و تقسیم و باقیمانده در مرحله بعدی بکار گرفته می‌شوند. اگر عبارتی شامل چندین عملگر ضرب، تقسیم و باقیمانده باشد، عملگرها از سمت چپ به راست اجرا خواهند شد. ضرب، تقسیم و باقیمانده دارای اولویت هم سطح یا برابر هستند.

۳- عملگرهای جمع و تفریق در آخرین مرحله به کار می‌روند. اگر عبارتی شامل چندین عملگر تفریق و جمع باشد، عملگرها به ترتیب از سمت چپ به راست اجرا خواهند شد. عملگرهای جمع و تفریق دارای اولویت هم سطح هستند.

وجود قوانین تقدم عملگرها، زبان C++ قادر می‌سازد تا عملگرها را با ترتیب صحیح بکار گیرد. در جدول شکل ۱۰-۲ خلاصه‌ای از قوانین تقدم عملگرها آورده شده است. این جدول با معرفی عملگرهای دیگر C++ در فصل‌های بعدی تکمیل‌تر خواهد شد. جدول کامل تقدم عملگرها در پیوست کتاب موجود است.

عملگر(ها)	عملیات	ترتیب ارزیابی (تقدم)
( )	پرانتز	اولویت اول. اگر پرانتزها به صورت تودرتو باشند، عبارتی که در درون داخلی‌ترین پرانتز قرار دارد ابتدا محاسبه می‌شود. اگر چندین جفت پرانتز در یک خط قرار گرفته باشند (تودرتو نباشند) ترتیب اجرا از سمت چپ به راست خواهد بود.
*, / , %	ضرب و تقسیم و باقیمانده	اولویت دوم. اگر چند مورد از چنین عملگرهای وجود داشته باشد، ترتیب اجرا از سمت چپ به راست خواهد بود.
+, -	جمع و تفریق	اولویت آخر. اگر چندین عملگر جمع و تفریق وجود داشته باشد ترتیب اجرا از سمت چپ به سمت راست خواهد بود.

شکل ۱۰-۲ | تقدم عملگرهای محاسباتی.

عبارات ساده جبری و C++

حال اجازه دهید تا به چند عبارت محاسباتی نگاهی بیاندازیم تا بخوبی با قوانین تقدم عملگرهای محاسباتی آشنا شوید. در هر مثالی که ذکر می‌شود عبارت جبری و معادل C++ آن عبارت نیز آورده شده است. مثال زیر یک عبارت ریاضی را نشان می‌دهد که منظور از آن به دست آوردن میانگین پنج عدد است:

$$\text{جبری: } m = \frac{a+b+c+d+e}{5}$$

```
C++ : m = (a + b + c + d + e) / 5;
```

وجود پرانتز در این عبارت ضروری است چرا که عملگر تقسیم تقدم بالاتری نسبت به عملگر جمع دارد، در نتیجه مقدار داخلی پرانتز بر 5 تقسیم می‌شود. اگر پرانتز در این عبارت حذف شود، منظور محاسبه a + b + c + d + e / 5 خواهد بود که معادل عبارت زیر است:

$$a+b+c+d+\frac{e}{5}$$

عبارت زیر نشاندهنده یک معادله است:

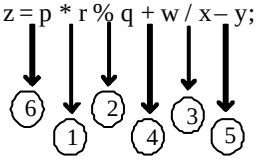
```
جبری: y = mx + b
C++ : y = m * x + b;
```

وجود پرانتز در این عبارت نیاز نیست، چرا که عملگر ضرب تقدم بالاتری نسبت به عملگر جمع دارد و در ابتدا انجام می‌شود. عمل تخصیص در آخرین مرحله صورت می گیرد چرا که به نسبت عمل ضرب و جمع از اولویت پایین‌تری برخوردار است.

مثالی که در زیر آورده شده حاوی عملگرهای توان، ضرب، تقسیم اعشاری، جمع و تفریق است:

جبری : `z = pr%q + w / x - y`

C++ : z = p * r % q + w / x – y;



دایره‌های حاوی اعداد نشاندهنده ترتیب اجرای عملگرها هستند. عملگر ضرب در اولویت اول قرار دارد و عملگرهای باقیمانده و تقسیم در اولویت‌های بعدی و به ترتیب از سمت چپ به راست اجرا می‌شوند و پس از آنها عملگرهای جمع و تفریق به ترتیب اجرا شده و در پایان عمل تخصیص صورت می‌گیرد.

توجه کنید که در این جدول در مورد پرانتزهای تودرتو مطالبی بیان شده است، اما تمام عبارات محاسباتی که دارای چندین جفت پرانتز هستند، ممکن است حاوی پرانتزهای تودرتو نباشد. برای مثال، اگر چه عبارت زیر

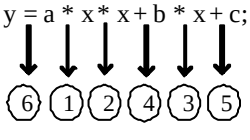
```
a * (b + c) + c * (d + e)
```

شامل دو جفت پرانتز است، اما هیچ کدامیک از آنها پرانتز تودرتو نمی‌باشند. در چنین حالتی هر دو آنها دارای سطح یکسان می‌باشند.

ارزیابی معادله درجه دوم

برای درک بهتر قوانین تقدم عملگرها به مثال زیر که یک چند جمله‌ای درجه دوم است توجه کنید:

y = a * x* x + b * x + c;



دایره‌های حاوی اعداد نشاندهنده ترتیب اجرای عملگرها هستند. در C++ عملگر محاسباتی برای انجام عمل توان وجود ندارد، از اینرو عبارت x^2 را بصورت **x * x** نشان داده‌ایم. بزودی در مورد تابع استاندارد کتابخانه‌ای ***pow*** (توان) صحبت خواهیم کرد.

خطای برنامه‌نویسی

*برخی از زبان‌های برنامه‌نویسی از عملگرهای ** یا ^ برای نمایش توان استفاده می‌کنند. در حالیکه زبان C++ از این عملگرها پشتیبانی نمی‌کند، و استفاده از آنها خطای نحوی خواهد بود.*

حال فرض کنید که a، b، c و x بصورت a = 2، b = 3، c = 7 و x = 5 مقداردهی شده باشند. با توجه به شکل ۱۱-۲ تقدم عملگرها در این چند جمله‌ای درجه دوم و نتیجه اجرای آنرا تعقیب می‌کنیم.

برنامه‌نویسی ایده‌ال

در عملیات جبری استفاده از پرانتزهای اضافی موجب می‌شود که عبارات از وضوح کافی برخوردار شوند (پرانتزهای غیرضروری redundant parentheses یا پرانتزهای افزونگی نیز نامیده می‌شوند). به کمک این پرانتزها می‌توان عبارات بزرگ و پیچیده را دسته‌بندی کرده و سبب واضح شدن طریقه انجام محاسبات شد.

۲-۷ تصمیم‌گیری: عملگرهای مقایسه‌ای و رابطه‌ای

در این قسمت به معرفی ساختار **if** در C++ می‌پردازیم که بر مبنای برقرار بودن یا نبودن برخی از *شرط‌ها* اقدام به تصمیم‌گیری می‌کند. عبارت موجود در یک ساختار **if**، شرط نامیده می‌شود. اگر شرط مورد قبول واقع شود (شرط true باشد) عباراتی که در داخل بدنه ساختار **if** قرار گرفته‌اند اجرا می‌شوند و اگر شرط مورد قبول واقع نشود عبارات داخل بدنه اجرا نخواهند شد. برای آشنائی شما با چنین ساختاری به بررسی یک مثال خواهیم پرداخت.

شرط‌های که در ساختار **if** بکار می‌روند می‌توانند از *عملگرهای مقایسه‌ای* و *رابطه‌ای* که در جدول شکل ۱۲-۲ آورده شده‌اند، استفاده کنند. تمام عملگرهای رابطه‌ای دارای اولویت یکسان بوده و از سمت چپ به راست ارزیابی می‌شوند. عملگرهای مقایسه‌ای به نسبت عملگرهای رابطه‌ای از اولویت پایین‌تری برخوردار هستند و آنها هم از سمت چپ به راست ارزیابی می‌شوند.

گام اول Y = 2 * 5 * 5 + 3 * 5 + 7;	
2 * 5= 10	**سمت چپ‌ترین ضرب**
گام دوم Y = 10 * 5 + 3 * 5 + 7;	
10 * 5 = 50	**سمت چپ‌ترین ضرب**
گام سوم Y = 50 + 3 * 5 + 7;	
3 * 5 = 15	**ضرب قبل از جمع**
گام چهارم Y = 50 + 15 + 7;	
50 + 15 = 65	**سمت چپ‌ترین جمع**
گام پنجم Y = 65 + 7;	
65 + 7 = 72	**آخرین جمع**
گام ششم Y = 72;	

شکل ۱۱-۲ | ترتیب اجرای عملگرهای محاسباتی در یک چند جمله‌ای درجه دوم.

عملگرهای مقایسه‌ای یا رابطه‌ای استاندارد در جبر	عملگرهای مقایسه‌ای یا رابطه‌ای در C++	مثال در C++	مفهوم شرط
عملگرهای مقایسه‌ای			
=	==	x ==y	x با y برابر است.
≠	!=	x!=y	x با y برابر نیست.
عملگرهای رابطه‌ای			
>	>	x>y	x از y بزرگتر است.
<	<	x<y	x از y کوچکتر است.
≥	>=	x>=y	x بزرگتر یا مساوی y است.
≤	<=	x<=y	x کوچکتر یا مساوی y است.

شکل ۱۲-۲ | عملگرهای مقایسه‌ای و رابطه‌ای.

خطای برنامه‌نویسی

در صورتیکه مابین هر کدامیک از عملگرهای ==، =!، =< و => فاصله قرار دهید با خطای نحوی مواجه خواهید شد.

خطای برنامه‌نویسی

معکوس نوشتن عملگرهای =!، =< و => بصورت !=، <= و >= خطای نحوی بدنبال خواهد داشت. در برخی از موارد نوشتن عملگر =! بصورت != خطای نحوی تلقی نمی‌شود اما بصورت یک خطای منطقی و در زمان اجرای برنامه تاثیر خود را نشان می‌دهد.

خطای برنامه‌نویسی

اشتباه گرفتن رفتار عملگر رابطه‌ای == با عملگر تخصیص = می‌تواند خطای منطقی بدنبال داشته باشد.

برنامه زیر از شش عبارت **if** برای مقایسه بین دو عدد ورودی از سوی کاربر استفاده می‌کند. اگر شرط موجود در هر کدامیک از عبارات **if** برقرار باشد (true)، خروجی مرتبط با آن عبارت به اجرا درخواهد آمد. برنامه شکل ۱۳-۲ نشاندهنده برنامه و کادرهای ورودی و خروجی از اجرای نمونه برنامه است.

```
1  // Fig. 2.13: fig02_13.cpp
2  // Comparing integers using if statements, relational operators
3  // and equality operators.
4  #include <iostream> // allows program to perform input and output
5
6  using std::cout; // program uses cout
7  using std::cin;  // program uses cin
8  using std::endl; // program uses endl
9
10 // function main begins program execution
11 int main()
12 {
13    int number1; // first integer to compare
14    int number2; // second integer to compare
15
16    cout << "Enter two integers to compare: "; // prompt user for data
17    cin >> number1 >> number2; // read two integers from user
18
19    if ( number1 == number2 )
20       cout << number1 << " == " << number2 << endl;
21
```

```
22    if ( number1 != number2 )
23       cout << number1 << " != " << number2 << endl;
24
25    if ( number1 < number2 )
26       cout << number1 << " < " << number2 << endl;
27
28    if ( number1 > number2 )
29       cout << number1 << " > " << number2 << endl;
30
31    if ( number1 <= number2 )
32       cout << number1 << " <= " << number2 << endl;
33
34    if ( number1 >= number2 )
35       cout << number1 << " >= " << number2 << endl;
36
37    return 0; // indicate that program ended successfully
38
39 } // end function main
```

```
Enter two integers to compare: 3 7
3 ! = 7
3 < 7
3 <= 7
```

```
Enter two integers to compare: 22 12
22 ! = 12
22 > 12
22 >= 12
```

```
Enter two integers to compare: 7 7
7 == 7
7 <= 7
7 >= 7
```

شکل ۱۳-۲ | عملگرهای رابطه‌ای و مقایسه‌ای.

در خطوط 6-8

```
using std::cout; // program uses cout
using std::cin;  // program uses cin
using std::endl; // program uses endl
```

از عبارات **using** استفاده شده است که نیاز به تکرار پیشوند **std::** را برطرف می‌کند. پس از بکارگیری عبارات **using**، می‌توانیم **cout** را بجای **std::cout**، **cin** را بجای **std::cin** و **endl** را بجای **std::endl** در مابقی برنامه بنویسیم.[توجه: از این نقطه به بعد در کتاب، در هر مثال از یک یا چند عبارت **using** استفاده شده است.]

برنامه‌نویسی ایده‌ال

ترجیحاً بلافاصله پس از #include از عبارت using استفاده کنید.

در خطوط 13-14

```
int number1; // first integer to compare
int number2; // second integer to compare
```

متغیرهای مورد نیاز برنامه اعلان شده‌اند. بخاطر دارید که متغیرها می‌توانند در یک خط یا چند خط اعلان شوند.

برنامه در خط 17 از روش آبشاری برای دریافت داده به منظور دریافت دو عدد صحیح استفاده کرده است. بخاطر دارید که امکان نوشتن **cin** را به توجه به خط 7 فراهم آورده‌ایم (بجای **std::cin**). اولین مقدار قرائت شده و در متغیر **number1** قرار داده می‌شود و سپس مقدار دوم قرائت شده و در متغیر **number2** ذخیره می‌گردد.

ساختار **if** در خطوط 19-20

```
if ( number1 == number2 )
      cout << number1 << " == " << number2 << endl;
```

مبادرت به مقایسه متغیرهای **number1** و **number2** برای تست برابر بودن می‌کند. اگر مقادیر برابر باشند، عبارت موجود در خط 20 جمله مبنی بر اینکه اعداد با هم برابر هستند به نمایش در می‌آورد. اگر شرطی در یک یا چند ساختار **if** که در خطوط 29,32 ,26 ,23 و 36 قرار دارند برقرار شود، عبارت متناظر توسط **cout** در خروجی به نمایش در می‌آید.

دقت کنید که هر ساختار **if** در برنامه شکل ۱۳-۲ دارای یک عبارت در بدنه خود بوده و بدنه تمام ساختارها بفرم دندانه‌دار نوشته شده‌اند. با دندانه‌دار نوشتن ساختار هر **if** وضوح و خوانائی برنامه را افزایش داده‌ایم. در فصل چهارم نشان خواهیم داد که چگونه می‌توان در ساختارهای **if** از چند عبارت استفاده کرد (به کمک جفت کاراکتر **{ }**).

برنامه‌نویسی ایده‌ال

دندانه‌دار نوشتن عبارت یا عبارات موجود در درون ساختار if سبب می‌شود تا بدنه ساختار بخوبی آشکار شده و بدنبال آن خوانائی برنامه افزایش یابد.

برنامه‌نویسی ایده‌ال

نبایستی بیش از یک عبارت در هر خط برنامه قرار دهید.

خطای برنامه‌نویسی

قرار دادن سیمکولن بلافاصله پس از شرط یک عبارت (پس از پرانتزها) ساختار if، خطای منطقی بدنبال خواهد داشت (اگرچه خطای نحوی به حساب نمی‌آید). سیمکولن سبب می‌شود، تا بدنه ساختار if خالی بنظر برسد، از اینرو ساختار if هیچ عملی انجام نمی‌دهد، صرفنظر از اینکه شرط برقرار باشد یا نباشد. علاوه بر این، بدنه اصلی ساختار if بصورت یک عبارت مجزا از if عمل می‌کند و همیشه اجرا شده و در اکثر مواقع نتایج اشتباه تولید می‌نماید.

به نحوه استفاده از فاصله‌ها در برنامه شکل ۱۳-۲ دقت کنید. در عبارات C++، کاراکترهای *white-space* همانند تب‌ها، خطوط جدید توسط کامپایلر در نظر گرفته نمی‌شوند. (اگر در درون رشته بکار گرفته شوند در نظر گرفته خواهند شد.) از اینرو، امکان دارد عبارات بر روی چند خط تقسیم شده و برطبق نظر برنامه‌نویس از هم فاصله پیدا کنند. جدا کردن هویت‌ها یا مشخصه‌ها، رشته‌ها (همانند "hello") و ثابت‌ها (همانند عدد 1000) بر روی چند خط خطای نحوی خواهد بود.

خطای برنامه‌نویسی

جدا کردن یک مشخصه از هم بوسیله کاراکترهای white-space خطای نحوی بدنبال خواهد داشت (برای مثال نوشتن main بصورت ma in).

برنامه‌نویسی ایده‌ال

می‌توانید یک عبارت طولانی را بر روی چند خط قرار دهید. اگر می‌بایست یک عبارت به چند خط تقسیم شود، نقطه تقسیم را از مکانی همانند ویرگول در لیست ویرگول‌ها، یا پس از یک عملگر در عبارات طولانی قرار دهید.

در جدول شکل ۱۴-۲ تقدم عملگرهای معرفی شده در این فصل بطور یکجا آورده شده‌اند. اولویت عملگرها از بالا به پایین کاهش می‌یابد. دقت کنید که تمام این عملگرها بجز از عملگر تخصیص =، از سمت چپ به راست ارزیابی می‌شوند.

عملگر	شرکت‌پذیری	نوع
( )	چپ به راست	پرانتز
* / %	چپ به راست	ضرب، تقسیم،باقیمانده
+ -	چپ به راست	جمع، تفریق
<< >>	چپ به راست	ورود و خروج داده
< <= > >=	چپ به راست	رابطه‌ای
== !=	چپ به راست	مقایسه‌ای
=	راست به چپ	تخصیصی

شکل ١٤-٢ تقدم عملگرهای معرفی شده تا بدین مرحله.

برنامه‌نویسی ایده‌ال

اگر عبارتی می‌نویسید که از عملگرهای متعددی تشکیل شده، بهتر است به جدول تقدم عملگرها مراجعه کنید. اگر از ترتیب عملگرها در عبارتی پیچیده مطمئن نیستید، از پرانتزها استفاده کرده و ترتیب اجرا را در دست گیرید.

۲-۸ مبحث آموزشی مهندسی نرم‌افزار: بررسی نیازمندی‌های ATM

در این بخش طراحی و پیاده‌سازی شی‌گرا، مبحث آموزشی مهندسی نرم‌افزار را آغاز می‌کنیم. بخش‌های «مبحث آموزشی مهندسی نرم‌افزار» که در انتهای این فصل و چند فصل بعدی قرار داده شده‌اند، شما را به آسانی وارد بحث شی‌گرایی خواهند کرد. نرم‌افزاری برای یک سیستم ماشین تحویل‌دار خودکار ATM ایجاد خواهیم کرد، که تجربه مناسبی در زمینه طراحی و پیاده‌سازی برایتان به ارمغان خواهد آورد.

در فصل‌های ۷-۳ و ۱۳، مراحل مختلفی از فرآیند طراحی شی‌گرا (OOD) را با استفاده از UML انجام خواهیم داد، و در کنار آن، مباحث مرتبط نیز در خود فصل‌ها مطرح می‌شوند. ضمیمه‌ای در ارتباط با پیاده‌سازی ATM با استفاده از تکنیک‌های برنامه‌نویسی شی‌گرا (OOP) در C++ آورده شده است. بحث ما یک بحث کاملاً آموزشی است، و حالت تمرینی ندارد و شما را کاملاً درگیر جزئیات کار با کد C++ می‌کند که پیاده‌سازی‌کننده برنامه هستند. این مطالب شما را با انواع مسائل قابل توجه در صنایع و همچنین راه‌حل‌های موجود آشنا خواهند کرد.

فرآیند طراحی را با معرفی مستند نیازمندی‌ها شروع می‌کنیم که تصریح‌کننده کل آنچیزی است که از یک سیستم ATM انتظار انجام آن را داریم و بطور دقیق آن را بررسی خواهیم کرد.

مستند نیازها

فرض کنید یک بانک محلی مایل است تا یک سیستم ATM جدید را بکار گیرد و به کاربران (مشتریان بانک) اجازه دهد تا تعاملات مالی خود را با آن انجام دهند (شکل ۱۵-۲). هر کاربر می‌تواند فقط یک حساب در بانک داشته باشد. کاربران ATM باید قادر به دیدن موجودی حساب، برداشت از حساب و پس‌انداز باشند.

واسط کاربر ATM حاوی کامپونت‌های سخت‌افزاری زیر است:

- یک صفحه نمایش که پیغام‌ها را به کاربر بنمایش درمی‌آورد
- یک صفحه کلید که ورودی عددی را از کاربر دریافت می‌نماید
- تحویل‌دار خودکار که پول را به کاربر تحویل می‌دهد
- شکاف سپرده که پاکت سپرده را از کاربر تحویل می‌گیرد.

تحویل‌دار خودکار هر روز با پانصد عدد 20 دلاری پر می‌شود. [نکته: به این علت که این مبحث آموزشی است، برخی از عناصر مشخص ATM توصیف شده در اینجا، دقیقاً مطابق با ATM واقعی نیستند. برای مثال، معمولاً در یک ATM واقعی دستگاهی وجود دارد که شماره حساب مشتری را از یک کارت ATM می‌خواند، در حالیکه در ATM ما از کاربر خواسته می‌شود که شماره حساب خود را از طریق صفحه کلید وارد کند. همچنین در یک ATM واقعی قبض رسید در پایان هر عملیات یا جلسه چاپ می‌شود. امام تمام خروجی‌ها در این ATM بر روی صفحه نمایش ظاهر می‌شوند.]

شکل ۱۵-۲ | واسط کاربر ATM.

بانک از شما می‌خواهد تا برنامه‌ای جدید برای انجام تعاملات مالی مشتریان بانک از طریق ATM توسعه دهید. بانک بعداً نرم‌افزار را با سخت‌افزار ATM مجتمع خواهد کرد. نرم‌افزار بایستی عملکرد دستگاه‌های سخت‌افزاری (همانند پرداخت‌کننده پول، دریافت‌کننده سپرده) را در درون کامپونت‌های نرم‌افزاری کپسوله کند، اما نیازی ندارد که از عملکرد داخلی و جزئیات آنها مطلع باشد. فعلاً بخش سخت‌افزاری ATM تولید نشده است، از اینرو بجای نوشتن نرم‌افزاری که بروی ATM اجرا شود، باید نسخه اولیه از نرم‌افزار را برای اجرا بر روی یک کامپیوتر شخصی ایجاد کنید. این نسخه از برنامه، از مانیتور کامپیوتر برای شبیه‌سازی صفحه نمایش ATM و صفحه کلید کامپیوتر برای شبیه‌سازی، صفحه کلید ATM استفاده خواهد کرد.

یک جلسه ATM متشکل از تصدیق یا تایید کاربر (اثبات هویت کاربر) برپایه شماره حساب و شماره شناسایی شخصی (PIN) بوده و در ادامه تعاملات مالی صورت می‌گیرد. برای تایید کاربر و انجام تعاملات، بایستی ATM با پایگاه داده اطلاعات حساب بانکی در تعامل قرار گیرد. [نکته: پایگاه داده یک مجموعه سازماندهی شده از اطلاعات ذخیره شده در یک کامپیوتر است.] برای هر حساب بانکی، پایگاه داده یک شماره حساب، یک PIN و یک موجودی که نشان‌دهنده مقدار پول در آن حساب است، در خود ذخیره می‌سازد. [نکته: برای ساده‌تر شدن کار، فرض می‌کنیم که هدف بانک فقط داشتن یک دستگاه ATM است، بنابراین نیازی نیست که نگران نحوه دسترسی همزمان چندین ATM به این پایگاه داده باشید. علاوه بر این، فرض می‌کنیم که بانک هیچ تغییری در زمان استفاده کاربر (مشتری) از ATM، در پایگاه داده اعمال نمی‌کند. همچنین هر سیستم تجاری همانند ATM به دلایل قابل قبولی در ارتباط با مباحث امنیتی است که خارج از قلمرو تحصیلی یک دانشجوی ترم اول یا دوم کامپیوتر است.]

در اولین برخورد، مشتری با ATM باید توالی از رویدادهای زیر رخ دهند (به شکل ۱۵-۲ توجه نمائید):

۱- صفحهٔ نمایش پیغام خوش‌آمدگویی (Welcome) را بنمایش درآورده و از کاربر می‌خواهد تا شماره حساب خود را وارد سازد.

۲- کاربر شماره حساب پنج‌رقمی خود را با استفاده از صفحه کلید وارد می‌سازد.

۳- در صفحه نمایش از کاربر خواسته می‌شود تا PIN را وارد سازد، که مرتبط با شماره حساب است.

۴- کاربر از طریق صفحه کلید، PIN پنج رقمی خود را وارد می‌سازد.

۵- اگر شماره حساب و PIN ورودی معتبر باشند، ظاهر صفحه نمایش همانند شکل ۱۶-۲ بوده و منوی اصلی در آن ظاهر می‌گردد. اگر شماره حساب یا PIN اشتباه باشد، پیغام مناسب در صفحه نمایش ظاهر شده و ATM به مرحله اول باز می‌گردد تا فرآیند تایید را از نو آغاز کند.

پس از تایید کاربرد از سوی ATM، منوی اصلی (شکل ۱۶-۲) لیستی از گزینه‌های عددی برای هر سه نوع تراکنش بنمایش در می‌آورد: درخواست موجودی (گزینه ۱)، برداشت (گزینه ۲) و سپرده‌گذاری (گزینه ۳). همچنین منوی اصلی، گزینه‌ای برای خروج از سیستم در اختیار کاربر قرار می‌دهد (گزینه ۴). پس از نمایش منوی اصلی، کاربر می‌تواند تراکنش موردنظر خود را از طریق وارد کردن 1، 2، 3 یا خروج از سیستم، 4 انتخاب کند. اگر کاربر گزینه اشتباهی را وارد سازد، پیغامی به نمایش درخواهد آمد، و سپس مجدداً منوی اصلی بنمایش در می‌آید.

اگر کاربر گزینهٔ 1 را انتخاب کند (با وارد کردن عدد 1) تا از میزان موجودی خود مطلع گردد، این امر صورت خواهد گرفت. برای انجام این کار، بایستی ATM میزان موجودی را از پایگاه داده بانک بازیابی کند.

مراحل زیر زمانی رخ می‌دهند که کاربر گزینه 2 را برای برداشت پول انتخاب کرده باشد:

۶- منوی در صفحه نمایش ظاهر می‌شود (شکل ۱۷-۲) که حاوی مقادیر استاندارد قابل پرداخت است. (گزینه 1) 20$، (گزینه 2) 40$، (گزینه 3) 60$، (گزینه 4)، 100$ و (گزینه 5) 200$. هم‌چنین این منو دارای یک گزینه برای لغو تراکنش کاربر است (گزینه 6).

شکل ۱۷-۲ | منوی برداشت پول ATM.

۷- کاربر با استفاده از صفحه کلید، انتخاب خود را انجام می‌دهد (گزینه‌های۶-۱).

۸- اگر مقدار درخواستی برای برداشت، بیشتر از میزان موجودی کاربر باشد، پیغامی این مطلب را به عرض کاربر رسانده و از وی می‌خواهد که مقدار کمتری تقاضا کند. سپس ATM به مرحله اول باز می‌گردد. اگر مقدار درخواستی کمتر از موجودی یا برابر آن باشد (یک مقدار قابل قبول)، ATM مرحله 4 را آغاز خواهد کرد. اگر کاربر مبادرت به لغو تراکنش کند (گزینه 6)، ATM منوی اصلی را به نمایش در آورده و منتظر ورودی کاربر می‌شود (شکل ۱۶-۲).

۹- اگر پرداخت‌کننده خودکار پول، به میزان کافی پول برای برآورده کردن تقاضای مشتری داشته باشد، ATM وارد مرحله ۵ خواهد شد. در غیر اینصورت، صفحه نمایش پیغامی مبنی بر اینکه میزان پول

دستگاه کمتر از مقدار درخواستی است از کاربر می‌خواهد که مقدار کمتری را انتخاب نماید. سپس ATM به مرحله اول بازمی‌گردد.

۱۰- ATM مقدار پول برداشتی را از موجودی حساب کاربر در پایگاه داده بانک کم می‌کند.

۱۱- پرداخت‌کننده خودکار، مقدار پول درخواستی را به کاربر تحویل می‌دهد.

۱۲- پیغامی در صفحه نمایش ظاهر شده و به کاربر یادآوری می‌کند، پول را بردارد.

مراحل زیر زمانی رخ می‌دهند که کاربر عدد 3 را از منوی اصلی به منظور سپرده‌گذاری انتخاب کرده باشد:

۱۳- در صفحه نمایش، به کاربر اعلان می‌شود که مقدار سپرده‌گذاری خود را وارد سازد یا برای لغو تراکنش صفر را وارد کند.

۱۴- کاربر از طریق صفحه کلید، مقدار سپرده‌گذاری یا صفر را وارد می‌سازد [نکته: صفحه کلید دارای نقطه اعشار یا نماد دلار نمی‌باشد، از اینرو، کاربر نمی‌تواند یک مقدار دلاری واقعی همانند $1.25 را وارد سازد. بجای آن، کاربر باید مقدار سپرده خود را بعنوان یک عدد از سنت‌ها وارد کند (مثلاً 125). سپس ATM این عدد را بر 100 تقسیم می‌کند، تا عددی که نشاندهنده مقدار دلاری است بدست آید (مثلاً 125÷100=1.25)].

۱۵- اگر کاربر میزان سپرده را مشخص سازد، ATM به مرحله ۴ می‌رود. اگر کاربر، مبادرت به لغو تراکنش کند (با وارد کردن صفر)، ATM منوی اصلی را به نمایش درآورده و در انتظار ورودی کاربر باقی می‌ماند (شکل ۱۶-۲)

۱۶- در صفحهٔ نمایش، پیغامی به کاربر اعلان می‌کند که پاکت سپرده را در شکاف سپرده قرار دهد.

۱۷- اگر شکاف سپرده، پاکت سپرده را در عرض دو دقیقه دریافت نماید، ATM مبادرت به افزایش اعتبار کاربر، در میزان موجودی وی در پایگاه داده بانک می‌کند [نکته: این مقدار پول، بلافاصله برداشت نمی‌شود. ابتدا باید بانک به لحاظ فیزیکی مبادرت به بازبینی پول نقد و چک‌های موجود در پاکت کرده و پس از تایید بانک، حساب کاربر در پایگاه داده به روز می‌شود. این عملیات مستقل از سیستم ATM صورت می‌گیرد.] اگر در مدت زمان مشخص شده، شکاف سپرده، پاکتی دریافت نکند، پیغامی در صفحه نمایش مبنی بر لغو تراکنش از طرف سیستم ظاهر خواهد شد. سپس ATM منوی اصلی را به نمایش درآورده و منتظر ورودی کاربر باقی ماند.

پس از اجرای موفقیت‌آمیز یک تراکنش توسط سیستم، باید مجدداً منوی اصلی بنمایش درآید (شکل ۱۶-۲) تا کاربر قادر به انجام تراکنش‌های دیگر باشد. اگر کاربر گزینه ۴ را انتخاب کند (خروج از سیستم)، پیغام تشکر بنمایش درآمده و سپس پیغام خوش‌آمدگویی، برای کاربر بعدی بنمایش درمی‌آید.

تحلیل سیستم ATM

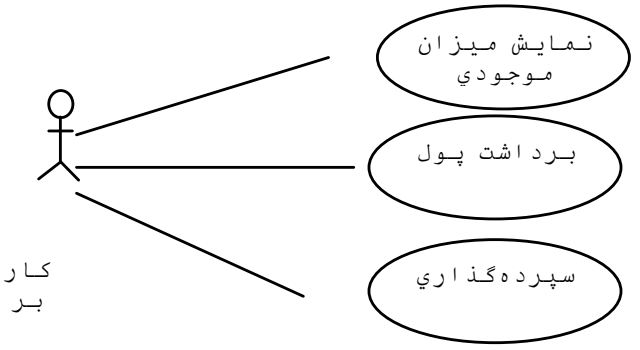
بخش قبلی مثال ساده شده‌ای از یک مستند نیازمندی‌ها بود. بطور نمونه، چنین مستندی، نتیجه‌ای از نیازمندی‌های جمع‌آوری شده است که شامل مصاحبه با کاربران اصلی سیستم و متخصصین در فیلدهای مربوط به سیستم است. برای مثال، تحلیل‌گر سیستم کسی است که برای آماده کردن مستند نیازمندی‌های نرم‌افزار بانک استخدام می‌شود (مثلاً سیستم ATM که در اینجا توضیح داده شده است) و می‌تواند با متخصصین امور مالی مصاحبه انجام دهد تا درک دقیقی از کاری که نرم‌افزار باید انجام دهد بدست آورد. تحلیل‌گر از اطلاعات بدست آمده، لیستی از نیازهای سیستم جمع‌آوری می‌کند تا طراحان سیستم را بخوبی راهنمایی کند.

فرآیند جمع‌آوری اطلاعات نیازمندی‌ها، یک وظیفه کلیدی در مرحله اول چرخه زندگی نرم‌افزار است. چرخه زندگی نرم‌افزار، تصریح‌کننده مراحلی است که نرم‌افزار از بدو تولد تا زمان بازنشستگی طی می‌کند. بطور نمونه این مراحل عبارتند از: تحلیل، طراحی، پیاده‌سازی، تست و خطایابی، استفاده، نگهداری و بازنشستگی. چندین مدل برای چرخه طول عمر نرم‌افزار وجود دارد که هر یک دارای مزایا و مشخصات خاص بوده که روش انجام مراحل مختلف را به مهندسان نرم‌افزار گوشزد می‌کنند. مدل آبشاری (waterfall model) هر مرحله را یکی بعد از دیگری انجام می‌دهد، در حالیکه مدل تکرارکننده (iterative model) می‌تواند مراحل را یک یا چندین بار در فرآیند چرخه طول عمر یک محصول تکرار نماید.

مرحله تحلیل در چرخه طول عمر نرم‌افزار، متمرکز بر تعریف مسئله برای حل کردن آن است. به هنگام طراحی هر سیستمی، باید مسئله بدرستی حل شود (راه حل باید صحیح باشد). تحلیل‌گران سیستم مبادرت به جمع‌آوری نیازهایی می‌کنند که قادر به حل مسئله مشخصی هستند. مستند نیازها که آن را در اینجا برای سیستم ATM مطرح کرده‌ایم، بقدر کافی گویا است و نیازی نیست که وارد یک مرحله تحلیل اضافی‌تر شوید.

برای ثبت اینکه سیستم مورد نظر چه کاری باید انجام دهد، غالباً توسعه‌دهندگان از تکنیکی بنام مدل‌سازی use case (حالت استفاده) کمک می‌گیرند. این فرآیند حالات مورد استفاده از سیستم را معین می‌سازد، که هر یک نشانگر یک قابلیت مختلف است که سیستم در اختیار سرویس‌گیرندگان خود قرار

می‌دهد. برای مثال، بطور نمونه ATMها دارای چندین حالت استفاده همانند «نمایش میزان موجودی»، «برداشت پول»، «سپرده‌گذاری»، «انتقال پول مابین حساب‌ها» و «خرید تمبر پستی» هستند. سیستم ATM ساده شده که قصد ساخت آن را داریم، فقط دارای سه حالت استفاده است که در شکل ۱۸-۲ دیده می‌شود.



شکل ۱۸-۲ | دیاگرم حالت استفاده برای سیستم ATM از منظر کاربر.

هر حالت استفاده توصیف‌کننده یک سناریو است که کاربر از سیستم استفاده می‌کند. در حال حاضر حالات استفاده از سیستم ATM را از مستند نیازها مطالعه کرده‌اید، که هر مرحله نیازمند نوعی از تراکنش است (نمایش موجودی، برداشت پول و سپرده‌گذاری)، که آنها را در سه حالت استفاده از ATM قرار داده‌ایم.

دیاگرام‌های Use Case

در این بخش مبادرت به معرفی یکی از چندین دیاگرام UML برای ATM مطرح شده در این مبحث آموزشی می‌کنیم. یک دیاگرام حالت استفاده (use case) برای مدل کردن تراکنش‌های مابین سرویس‌گیرندگان سیستم (در این مورد، مشتریان بانک مدنظر هستند) و سیستم ایجاد می‌کنیم. هدف، نمایش انواع تراکنش‌های کاربران با سیستم است بدون اینکه جزئیات را وارد کار نمائیم (جزئیات در دیاگرام‌های دیگر UML تدارک دیده می‌شوند، که در ادامه با آنها مواجه خواهید شد). غالباً دیاگرام‌های حالت استفاده همراه با جملات غیررسمی که توصیف‌کننده دقیق‌تر حالات استفاده هستند، همراه می‌باشند، همانند جملاتی که در مستند نیازها دیده می‌شود. دیاگرام‌های حالت استفاده در مرحله تحلیل چرخه عمر نرم‌افزار تولید می‌شوند. در سیستم‌های بزرگتر، دیاگرام‌های حالت استفاده ساده هستند اما جزء

ابزارهای ضروری هستند که به طراحان سیستم کمک می‌کنند تا تمرکز خود را بر روی نیازهای کاربران حفظ کنند.

شکل ۱۸-۲ نمایشی از دیاگرام حالت استفاده برای سیستم ATM است. تصویر آدمک نشان‌دهنده یک *بازیگر* (*actor*) است که تعریف‌کننده نقش‌های است که یک موجودیت خارجی همانند یک شخص یا سیستم دیگر، به هنگام در تعامل قرار گرفتن با سیستم ایفاء می‌کند. برای سیستم ATM ما، بازیگر کاربری است که می‌تواند میزان موجودی را مشاهده کند، از سیستم پول دریافت و در آن سپرده‌گذاری انجام دهد. کاربر یک شخص حقیقی نیست، اما دارای نقش‌های از یک شخص واقعی است (زمانیکه نقشی از یک کاربر را باز می‌کند) و می‌تواند آن نقش‌ها را در زمان تعامل با ATM بازی‌کند. دقت کنید که دیاگرام حالت استفاده می‌تواند حاوی چندین بازیگر باشد. برای مثال، دیاگرام حالت استفاده در یک سیستم ATM واقعی، می‌تواند شامل یک بازیگر بنام Administrator (مدیر) باشد که مسئول پر کردن هر روز پول در تحویل‌دار است.

شناسایی بازیگر در سیستم را با بررسی مستند نیازها مشخص می‌کنیم که عبارت است از "کاربران ATM بایستی قادر به مشاهده میزان موجودی، برداشت پول و سپرده‌گذاری باشند." از اینرو، بازیگر در هر یک از این سه حالت استفاده، کاربری است که با ATM در تعامل قرار می‌گیرد. موجودیت خارجی، یک شخص حقیقی، بخشی از نقش کاربر را در انجام تراکنش‌های مالی بازی می‌کند. در شکل ۱۸-۲ یک بازیگر بنام «کاربر» نشان داده شده است. UML هر کدامیک از حالات استفاده را بصورت یک بیضی متصل به بازیگر توسط یک خط ساده را مدل می‌کند.

بایستی مهندسان نرم‌افزار یا بطور دقیق‌تر طراحان سیستم، مبادرت به تحلیل مستند نیازها یا تنظیم حالات استفاده و طراحی سیستم قبل از شروع به برنامه‌نویسی با یک زبان برنامه‌نویسی خاص کنند. در مدت زمان مرحله تحلیل، طراحان سیستم بر درک مستند نیازها تمرکز دارند تا مشخصاتی با معیار بالا بدست آید که توصیف‌کننده آنچه که سیستم باید انجام دهد، باشد. خروجی مرحله طراحی (طراحی مشخصه‌ها) بایستی بقدر کافی واضح و شفاف باشد که نحوه ایجاد سیستم را برای برآورده کردن نیازها بیان کند. در چند بخش بعدی «مبحث آموزشی مهندسی نرم‌افزار» این مراحل را از طریق طراحی شی‌گرا (OOD) بر روی سیستم ATM به منظور تولید طرحی از مشخصه‌ها انجام خواهیم داد که حاوی مجموعه‌ای از دیاگرام‌های UML و جملات پشتیبانی‌کننده است. بخاطر دارید که UML برای استفاده در هر فرآیند OOD طراحی شده است. چندین پردازش‌کننده وجود دارد که یکی از بهترین آنها RUP (Rational Unified Process) است که توسط شرکت Rational Software توسعه پیدا کرده است (این

شرکت تبدیل به بخشی از IBM شده است). RUP یک پردازش‌کننده بسیار مناسب و مطلوب برای طراحی برنامه‌های کاربردی در سطح صنایع است. برای این مبحث آموزشی، فرآیند طراحی ساده شده خود را معرفی می‌کنیم.

طراحی سیستم ATM

در این بخش وارد مرحله طراحی سیستم ATM می‌شویم. سیستم مجموعه‌ای از کامپونت‌ها است که برای حل مسئله‌ای با هم در تعامل قرار می‌گیرند. برای مثال، برای اینکه سیستم ATM وظایف تعیین شده را انجام دهد، باید دارای یک واسط کاربر بوده (شکل ۱۵-۲) و حاوی نرم‌افزاری باشد که قادر به انجام تراکنش‌های مالی و کار با پایگاه داده اطلاعات حساب مشتریان در بانک باشد. ساختار سیستم، توصیف‌کننده شی‌های سیستم و روابط داخلی آنها است. رفتار سیستم توصیف‌کننده نحوه تغییر عملکرد شی‌های سیستم و برقراری روابط بین آنها است. هر سیستمی دارای ساختار و رفتار است، که طراحان باید آنها را مشخص سازند. چندین نوع مشخص از ساختار و رفتار سیستم وجود دارد. برای مثال، تعامل مابین شی‌ها در یک سیستم، متفاوت از تعامل مابین سیستم و کاربر است، با این همه هنوز هر دو بخشی از رفتار سیستم محسوب می‌شوند. نسخه UML 2 تصریح‌کننده 13 نوع دیاگرام برای مستند کردن مدل‌های سیستم است. هر دیاگرام صفات مشخصی از ساختار سیستم یا رفتار آن را مدل‌سازی می‌کند، شش دیاگرام در ارتباط با ساختار سیستم بوده و هفت دیاگرام باقیمانده مربوط به رفتار سیستم هستند. در اینجا فقط شش نوع دیاگرام بکار رفته در این مبحث را لیست کرده‌ایم، یکی از آنها بنام دیاگرام کلاس، مبادرت به مدل کردن ساختار سیستم می‌کند و مابقی در ارتباط با مدل‌سازی رفتار سیستم هستند.

۱- دیاگرام حالت استفاده، همانند شکل ۱۸-۲، مبادرت به مدل‌سازی تعامل صورت گرفته مابین سیستم و موجودیت خارجی آن (بازیگران) با جملات حالت استفاده می‌کند (قابلیت‌های سیستم همانند «نمایش میزان موجودی»، «برداشت پول» و «سپرده‌گذاری»).

۲- دیاگرام‌های کلاس، که در بخش ۱۱-۳ با آنها آشنا خواهید شد. این دیاگرام‌ها در مدل کردن کلاس‌ها یا «ایجاد بلوک‌های» مورد استفاده در سیستم کاربرد دارند. هر اسم یا «چیز» توصیف شده در مستند نیازها، نامزد تبدیل شدن به یک کلاس در سیستم است (همانند «حساب»، «صفحه کلید»). دیاگرام‌های کلاس در مشخص کردن روابط ساختاری موجود مابین اجزای سیستم نقش دارند. برای مثال، دیاگرام کلاس سیستم ATM مشخص می‌کند که ATM به لحاظ فیزیکی متشکل از یک صفحه نمایش، صفحه کلید، تحویل‌دار خودکار پول و شکاف سپرده‌گذاری است.

۳- دیاگرام‌های وضعیت ماشین، که در بخش ۱۱-۳ با آنها آشنا خواهید شد. این دیاگرام‌ها در مدل‌سازی روش‌های که یک شی تغییر وضعیت یا حالت می‌دهد کاربرد دارند. وضعیت یک شی توسط مقادیری که از صفات شی در زمان اجرا بدست می‌آیند، تعیین می‌شود. زمانیکه وضعیت یک شی تغییر پیدا می‌کند، امکان دارد شی رفتار متفاوتی در سیستم بخود بگیرد. برای مثال، پس از اعتبارسنجی PIN کاربر، تراکنش ATM از وضعیت «کاربر تایید نشده» به وضعیت «کاربر تایید شده» تبدیل شده و در این لحظه ATM به کاربر اجازه می‌دهد تا تراکنش‌های مالی انجام دهد (مشاهده میزان موجودی، برداشت پول و سپرده‌گذاری).

۴- دیاگرام‌های فعالیت، که در بخش ۱۱-۵ با آنها آشنا خواهید شد. این دیاگرام‌ها در مدل‌سازی فعالیت یک شی کاربرد دارند (جریان کار یا روند کار یک شی (توالی از رویدادها) در مدت زمان اجرای برنامه). یک دیاگرام فعالیت مبادرت به مدل کردن اعمال یک شی و همچنین ترتیب انجام این اعمال را مشخص می‌نماید. برای مثال، یک دیاگرام فعالیت نشان می‌دهد که ATM باید میزان موجودی حساب کاربر را (از پایگاه داده اطلاعات حساب) قبل از اینکه صفحه نمایش موجودی را بنمایش درآورد، تهیه نماید.

۵- دیاگرام‌های ارتباطی (در نسخه‌های قبلی UML این دیاگرام، دیاگرام‌های همکاری نامیده می‌شود) مدل‌کننده تعامل‌های صورت گرفته مابین شی‌های یک سیستم هستند، با تاکید بر اینکه کدام تعامل رخ دهد. در بخش ۱۲-۷ با این نوع دیاگرام‌ها آشنا خواهید. برای مثال باید ATM با پایگاه داده حساب بانکی ارتباط برقرار کند تا میزان موجودی را بازیابی نماید.

۶- دیاگرام‌های توالی، این دیاگرام‌ها نیز مبادرت به مدل‌سازی تعامل‌های صورت گرفته مابین شی‌های یک سیستم می‌کنند، اما برخلاف دیاگرام‌های ارتباطی، تاکید آنها بر زمان رخ دادن تعامل‌ها است. در بخش ۱۲-۷ با این نوع دیاگرام‌ها آشنا خواهید شد. برای مثال، صفحه نمایش به کاربر اطلاع می‌دهد که مقدار پولی که می‌خواهد برداشت کند را قبل از پرداخت وارد نماید.

در بخش ۱۱-۳ به ادامه طراحی ATM با شناسایی کلاس‌ها از طریق مستند نیازها ادامه خواهیم داد. این کار را با استخراج اسامی کلیدی و تعبیر اسامی از مستند نیازها انجام خواهیم داد. با استفاده از این کلاس‌ها، اولین پیش‌نویس خود را از دیاگرام کلاس ایجاد می‌کنیم که ساختار سیستم ATM را مدل‌سازی می‌کند.

اینترنت و منابع وب

www.306.ibm.com/software/rational/uml/

www.softdocwiz.com/Dictonary.htm
www-306.ibm.com/software/rational/offerings/design.html
www.embarcadero.com/products/describe/index.html
www.borland.com/together/index.html
www.ilogix.com/rhapsody/rhapsody.cfm
argouml.tigris.org
www.objectsbydesign.com/booklist.html
www.objectsbydesign.com/tools/umltools-bycompany.html
www.ootips.org/ood-principles.html
www.cetus-link.org100-uml.html
www.agilemodeling.com/essays/umlDiagrams.htm

کتاب‌های توصیه شده

کتاب‌های معرفی شده در این بخش حاوی اطلاعاتی در ارتباط با طراحی شی‌گرا با UML هستند.

- Booch,G. Object-Oriented Analysis and Design with Applications, Third Edition. Addision-Wesly,2004.
- Eriksson,H.,et al. UML2 Toolkit.NewYork:John Wiley,2003.
- Kruchten,P.The Rational Unified Process:An Introduction.Boston: Addison-Wesley, 2004.
- Lorman,C.Applying UML and Patterns:An Introduction to object. Oriented Analysis and Design, Second Edition.Upper Saddle River, NT:Prentice Hall, 2002.
- Roques,P.UML in Practical:The Art of Modeling Software Systems Demonstrated through worked Examples and solutions.NewYork:John wiley,2004.
- Rosenberg,D.,and K.Scott.Applying use Case Driven Object Modeling withUML:An Anstated e-Commerce Example.Reading,MA:Addison-Wesley, 2001.
- Rumbaugh,J.,I.Jacobson and G.Booch.The Complete UML Training Course.Upper Saddle River,NS:Prentice Hall,2000.
- Rumbaugh,J.,I.Jacobson and G. Booch. The unified Modeling Language Reference Manual. Reading, MA: Addison-Wesley,1999.
- Rumbaugh,J.,I.Jacobson an g.Booch.The unified Software Development Process. Reading, MA: Addison-Wesley,1999.

خودآزمایی مبحث آموزشی مهندسی نرم‌افزار

۲-۱ فرض کنید که سیستم ATM موردنظر ما قادر به انتقال پول بین دو حساب بانکی است. در دیاگرام حالت استفاده شکل ۱۸-۲ این تغییر را اعمال کنید.

۲-۲ _____، مدل‌کننده تعامل مابین شی‌ها در یک سیستم با تاکید بر زمان رخ دادن تعامل‌ها است.

a) دیاگرام‌های کلاس

b) دیاگرام‌های توالی

c) دیاگرام‌های ارتباطی

d) دیاگرام‌های فعالیت

۲-۳ کدامیک از لیست‌های زیر نشاندهنده چرخه عمر صحیح نرم‌افزار هستند؟

a) طراحی، تحلیل، پیاده‌سازی، تست

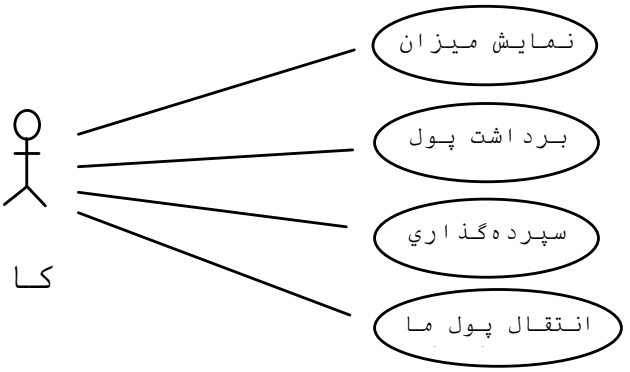
b) طراحی، تحلیل، تست، پیاده‌سازی

c) تحلیل، طراحی، تست، پیاده‌سازی

d) تحلیل، طراحی، پیاده‌سازی، تست

پاسخ خودآزمایی مبحث آموزشی مهندسی نرم‌افزار

۲-۱ شکل ۱۹-۲ حاوی دیاگرام حالت استفاده اصلاح شده از سیستم ATM است که به کاربر امکان انتقال پول مابین حساب‌ها را فراهم می‌آورد.



شکل ۱۹-۲ | دیاگرام حالت برای نسخه‌ای از ATM که قادر به انجام انتقال پول مابین حساب‌ها هم می‌باشد.

b **۲-۲**

d **۲-۳**

خودآزمایی

۲-۱ جاهای خالی را در عبارات زیر با کلمات مناسب پر کنید:

a) هر برنامه C++ اجرای خود را از تابع ..... آغاز می‌کند.

b) بدنه هر تابع با کاراکتر ..... شروع و با کاراکتر ..... به پایان می‌رسد.

c) هر عبارتی با کاراکتر ..... به پایان می‌رسد.

d) کاراکتر توالی **\n** نشاندهنده کاراکتر ..... است، که باعث می‌شود تا کرسر به ابتدای خط بعدی در صفحه نمایش منتقل شود.

e) از عبارت ..... برای تصمیم‌گیری استفاده می‌شود.

۲-۲ کدامیک ازعبارات زیر صحیح و کدامیک اشتباه است. اگر عبارتی اشتباه است علت آنرا توضیح دهید. فرض کنید از عبارت **using std::cout;** استفاده شده است.

a) توضیحات سبب می‌شوند تا کامپیوتر مبادرت به چاپ عبارت قرار گرفته پس از // بر روی صفحه نمایش به هنگام اجرای برنامه کند.

b) کاراکتر توالی **n** به هنگام کار با **cout** موجب می‌شود تا کرسر به ابتدای خط بعدی در صفحه نمایش منتقل شود.

c) قبل از اینکه بتوان از متغیری استفاده کرد باید آن را اعلان کرده باشیم.

d) به هنگام اعلان متغیرها بایستی نوع آنها تعریف شود.

e) در نظر C++ متغیرهای **number** و **NuMbEr** یکسان هستند.

f) تقریبا می‌توان اعلان‌ها را در هر کجای بدنه یک تابع C++ قرار داد.

g) از عملگر **%** فقط می‌توان در کنار عملوندهای صحیح استفاده کرد.

h) تمام عملگرهای محاسباتی + , **%** , / , * و - دارای اولویت برابر هستند.

i) یک برنامه C++ که سه خط در خروجی چاپ می‌کند بایستی حاوی سه عبارت خروجی با بکارگیری **cout** و عملگر درج باشد.

۳-۲ یک عبارت تک جمله‌ای در C++ بنویسید که موارد مورد تقاضا را برآورده سازد: (فرض کنید که از عبارت **using** استفاده نشده است)

a) متغیرهای **q76354** ,**thisIsAvariable** ,c و **number** را از نوع **int** اعلان کنید.

b) به کاربر اعلان کنید تا یک عدد صحیح وارد کند. در انتهای پیغام یک کاراکتر کولن (:) و سپس یک فاصله قرار دهید.

c) مقدار صحیح وارد شده از طریق صفحه کلید را دریافت و آنرا در متغیر **age** ذخیره سازد.

d) اگر متغیر **number** برابر 7 نباشد، عبارت "The variable number is not equal to 7" چاپ شود.

e) پیغام "This is a C++ program" در یک خط چاپ شود.

f) پیغام "This is a C++ program" را دو خط چاپ کند. بطوریکه خط اول با C++ به پایان برسد.

g) پیغام "This is a C++ program" را به نحوی چاپ کند، که هر کلمه در خط مجزائی چاپ شود.

h) پیغام "This is a C++ program" را به نحوی چاپ کند، که هر کلمه با کلمه دیگر به اندازه یک tab فاصله داشته باشد.

٤-۲ یک عبارت (یا توضیح) برای برآورده کردن موارد زیر بنویسید (فرض کنید که از عبارت **using** استفاده شده است):

a) نشان دهد که برنامه مبادرت به ضرب سه عدد صحیح می‌کند.

b) متغیرهای **x, y, z** و **result** از نوع **int** اعلان شوند (در عبارات مجزا).

c) به کاربر اعلان شود تا سه عدد صحیح وارد برنامه سازد.

d) سه مقدار صحیح از صفحه‌کلید دریافت آنها را در متغیرهای **x, y** و **z** ذخیره کند.

e) حاصلضرب سه مقدار موجود در متغیرهای **x, y** و **z** را بدست آورده و آنرا در متغیر **result** ذخیره کند.

f) عبارت "The product is" را قبل از مقدار متغیر **result** چاپ کند.

g) مقداری از **main** باز گرداند، تا نشان دهد برنامه با موفقیت پایان پذیرفته است.

۲-۵ با استفاده از عبارات نوشته شده در تمرین ۴-۲، یک برنامه کامل بنویسید که حاصلضرب سه مقدار صحیح را بدست آورده و نتیجه را به نمایش در آورد. [توجه: از عبارات **using** استفاده کنید.]

۲-٦ خطاهای موجود در عبارات زیر را تشخیص داده و آنها را اصلاح کنید (فرض کنید که از عبارت **using std::cout;** استفاده شده است):

```
a) if ( c < 7 ) ;
     cout << "c is less than 7\n";
b) if ( c => 7 )
     cout << "c is equal to or greater than 7\n";
```

پاسخ خودآزمایی

۲-۱ a) **main** b) براکت چپ {، براکت راست }. c) سیمکولن. d) خط جدید. e) **if**

۲-۲ a) اشتباه. توضیحات هیچ عملی به هنگام اجرای برنامه انجام نمی‌دهند. از آنها فقط برای مستند کردن و افزایش خوانائی برنامه استفاده می‌شود.

b) صحیح.

c) صحیح.

d) صحیح.

e) اشتباه. زبان C++ حساس به موضوع است، از اینرو متغیرها با یکدیگر فرق دارند.

f) صحیح.

g) صحیح.

h) اشتباه. عملگرهای / ,* و % دارای اولویت یکسان بوده و عملگرهای + و – از اولویت پایین‌تر برخوردار هستند.

i) اشتباه. یک عبارت خروجی با استفاده از **cout** حاوی چندین توالی **\n** می‌تواند در چندین خط چاپ شود.

۲-۳

```
a) int c, thisIsVariable, q76354, number;
b) std::cout << "Enter an integer: " ;
c) std::cin >> age;
d) if (number != 7 )
     std::cout << "The variable number is not equal to 7 \n";
e) std::cout << "This is a C++ program\n";
f) std::cout << "This is a C++\nprogram\n";
g) std::cout << "This\nis\na\nC++\nprogram\n";
h) std::cout << "This \tis\ta\tC++\tprogram\n";
```

۲-٤

```
a) // Calculate the product of three integers
b) int x;
```

```
   int y;
   int z;
   int result;
```

c) `cout << "Enter three integers: ";`

d) `cin >> x >> y >> z;`

e) `result = x * y * z;`

f) `cout << "The product is " << result << endl;`

g) `return 0;`

۲-۵

```
1       // Calculate the product of three integers
2       #include <iostream>
3
4       using std::cout;
5       using std::cin;
6       using std::endl;
7
8       //function main begins program execution
9       int main()
10      {
11         int x; //first integer to multiply
12         int y; //second integer to multiply
13         int z; //third integeer to multiply
14         int result; //the product of the three integer
15
16         cout << "Enter three integers: "; //prompt user for data
17         cin >> x >> y >> z; //read three integers from user
18         result = x * y * z; //multiply the three integers; store result
19         cout << "The product is " <<result<<endl;//print result; end line
20
21         return 0; //indicate program executed successfully
22      }  // end function main
```

۲-۶ a) خطا. سیمکولن پس از پرانتز در سمت راست قرار گرفته است. برای اصلاح این خطا بایستی سیمکولن پس از پرانتز سمت راست را حذف کنید.[توجه: در نتیجه اجرای این قسمت از برنامه با خطای موجود، عبارت پس از شرط **if** در هر حالتی به اجرا در خواهد آمد.]

b) خطا: عملگر رابطه‌ای بصورت< = تایپ شده است. برای اصلاح این خطا، عملگر باید بفرم =< تایپ شود.

تمرینات

۲-۷ در ارتباط با هر کدامیک از شی‌های زیر توضیح دهید:

a) `std::cin`

b) `std::cout`

۲-۸ جاهای خالی در عبارات زیر را با کلمات مناسب پر کنید:

a) ..... در افزایش خوانائی و مستند کردن یک برنامه نقش دارند.

b) از شی ..... برای چاپ اطلاعات بر روی صفحه نمایش استفاده می‌شود.

c) عبارت ..... در تصمیم‌گیری بکار گرفته می‌شود.

d) معمولا محاسبات توسط عبارات ..... انجام می‌شوند.

e) شی ..... مقادیر را از صفحه‌کلید دریافت می‌کند.

۲-۹ یک عبارت تک جمله‌ای در C++ بنویسید که موارد مورد تقاضا را برآورده سازد:

a) جمله "Enter two numbers" چاپ شود.

b) حاصلضرب متغیرهای **b** و **c** در متغیر **a** ذخیره شود.

c) مشخص کنید که برنامه عمل محاسبه پرداخت دستمزد را انجام می‌دهد (عبارت توضیحی بنویسید).

d) سه مقدار صحیح از صفحه‌کلید دریافت و در متغیرهای صحیح **a** , **b** و **c** قرار دهد.

۲-۱۰ کدام عبارات صحیح و کدام اشتباه است. اگر عبارتی اشتباه است علت آنرا توضیح دهید.

a) ارزیابی عملگرهای C++ از سمت چپ به راست صورت می گیرد.

b) تمام اسامی متغیر زیر معتبر هستند:

_under_bar_ , m928134, t5, j7, her_sales, his_account_total, a, b, c, z, z2

c) عبارت **cout << "a = 5;"**، مثالی از یک عبارت تخصیصی است.

d) یک عبارت محاسباتی معتبر C++ بدون وجود پرانتز از سمت چپ به راست ارزیابی می‌شود.

e) تمام اسامی متغیر زیر معتبر نمی‌باشند:

3g, 87, 67h2, h22, 2h

۲-۱۱ جاهای خالی در عبارات زیر را با کلمات مناسب پر کنید:

a) کدام عملیات محاسباتی در سطح یکسانی از تقدم ضرب قرار دارد؟.....

b) زمانیکه پرانتزها بصورت تودرتو هستند، کدام جفت پرانتز ابتدا ارزیابی می‌شود؟.....

c) مکانی در حافظه کامپیوتر که می‌تواند در هر بار مقدار متفاوتی داشته باشد، ..... نامیده می‌شود.

۲-۱۲ با انجام عبارات زیر چه اتفاقی رخ می‌دهد. با فرض **x = 2** و **y = 3**

a) `cout << x;`
b) `cout <<  x + x;`
c) `cout << "x=";`
d) `cout << "x = " << x;`
e) `cout << x + y << " = " << y + x;`
f) `z = x + y;`
g) `cin >> x >> y;`
h) `//cout << "x + y = " << x + y;`
i) `cout << "\n";`

۲-۱۳ کدام یک از عبارات C++ زیر حاوی متغیرهای هستند که مقادیر آنها تغییر خواهد یافت؟

a) `cin >> b >> c >> d >> e >> f;`
b) `p = i + j + k + 7;`
c) `cout << "variables whose values are replaced"`
d) `cout << "a = 5";`

۲-۱٤ با توجه به معادله $y = ax^3 + 7$ کدامیک از عبارات زیر پاسخ صحیح این معادله هستند؟

a) `y = a * x * x * x + 7;`
b) `y = a * x * x * ( x + 7 );`
c) `y = ( a * x ) * x * ( x + 7 );`
d) `y = (a * x ) * x * x + 7;`
e) `y = a * ( x * x * x ) + 7;`

f) `y = a * x * ( x * x + 7 );`

۲-۱۵ ترتیب ارزیابی عملگرهای زیر را در عبارات C++ مشخص سازید و مقدار x را بدست آورید.

a) `x = 7 + 3 * 6 / 2 -1;`
b) `x = 2 % 2 + 2 * 2 -2 / 2;`
c) `x = ( 3 * 9 * ( 3 + ( 9 * 3 / ( 3 ) ) ) );`

۲-۱۶ برنامه‌ای بنویسید که دو عدد از کاربر دریافت و سپس مجموع، ضرب، تفریق و تقسیم آنها را بدست آورده و چاپ کند.

۲-۱۷ برنامه‌ای بنویسید که اعداد 1 تا 4 را بر روی یک خط چاپ کند، به نحویکه مابین هر جفت یک کاراکتر فاصله قرار گرفته باشد. برنامه را با استفاده از روش‌های زیر بنویسید:

a) با استفاده از یک عبارت خروجی با یک عملگر درج.

b) با استفاده از یک عبارت خروجی با چهار عملگر درج.

c) با استفاده از چهار عبارت.

۲-۱۸ برنامه‌ای بنویسید که از کاربر تقاضای دریافت دو عدد صحیح کرده و آنها را دریافت و سپس عدد بزرگتر را قبل از جمله "is larger" چاپ کند. اگر دو عدد با هم برابر باشند، پیغام "These numbers are equal" چاپ شود.

۲-۱۹ برنامه‌ای بنویسید که از طریق صفحه‌کلید سه عدد صحیح دریافت کرده و سپس مجموع، میانگین، حاصلضرب، کوچکترین و بزرگترین عدد را چاپ کند. خروجی بایستی بفرم زیر طراحی شود:

```
Input three different integers: 13 27 14
Sum is  54
Average is  18
Product is  4914
Smallest is  13
Largest is  27
```

۲-۲۰ برنامه‌ای بنویسید که از طریق کاربر مقدار شعاع یک دایره را دریافت و میزان قطر دایره، محیط و مساحت آنرا نمایش درآورد. از فرمول‌های زیر استفاده کنید (r شعاع دایره است):

قطر=2r، محیط دایره= $2\pi r$، مساحت= πr^2. $\pi = 3.14159$

۲-۲۱ برنامه‌ای بنویسید که بتواند یک مستطیل، یک لوزی، یک فلش و یک لوزی را همانند الگوهای زیر با استفاده از کاراکتر * ترسیم کند:

```
*********          ***          *            *
*       *        *   *        ***          * *
*       *        *   *       *****        *   *
*       *        *   *         *         *     *
*       *        *   *         *        *       *
*       *        *   *         *         *     *
*       *        *   *         *          * *
*       *        *   *         *           *
*********          ***         *
```

۲-۲۲ کد زیر چه عبارتی چاپ می‌کند؟

```
cout << "*\n**\n***\n****\n*****\n"<<endl;
```

۲-۲۳ برنامه‌ای بنویسید که پنج عدد در یافت و بزرگترین و کوچکترین آنها را چاپ کند. از تکنیک‌های معرفی شده در این فصل استفاده کنید.

۲-۲٤ برنامه‌ای بنویسید که یک عدد صحیح دریافت و تعیین نماید که آیا آن عدد زوج است یا فرد؟

۲-۲۵ برنامه‌ای بنویسید که دو عدد صحیح دریافت و تعیین نماید که آیا عدد اولی حاصلضربی از عدد دوم است یا خیر؟

۲-۲٦ با استفاده از هشت عبارت خروجی، الگوی زیر را تولید و سپس همین الگو را در صورت امکان با استفاده از چهار عبارت خروجی پیاده‌سازی نمائید.

```
* * * * * * * *
 * * * * * * * *
* * * * * * * *
 * * * * * * * *
* * * * * * * *
 * * * * * * * *
* * * * * * * *
 * * * * * * * *
```

۲-۲۷ در این فصل با اعداد صحیح و نوع **int** آشنا شدید. با این همه C++ قادر به نمایش حروف کوچک، بزرگ و انواع متنوعی از نمادهای خاص نیز است. زبان C++ با استفاده از مقادیر داخلی صحیح و کوچک مبادرت به نمایش کاراکترها می‌کند. مجموعه کاراکترهای بکار رفته توسط یک کامپیوتر و مقادیر صحیح متناظر با آن کاراکترها، مجموعه کاراکتری کامپیوتر نامیده می‌شود. می‌توان یک کاراکتر را با قرار دادن آن کاراکتر مابین یک گوتیشن (*single quotes*) چاپ کرد. برای مثال:

```
cout << 'A'; // print an uppercase A
```

می‌توان معادل صحیح یک کاراکتر را با استفاده از ***static_cast*** و بفرم زیر چاپ کرد:

```
cout <<static_cast< int >( 'A' ); //print 'A' as an integer
```

که به اینحالت عملیات ***cast*** گفته می‌شود (در فصل چهارم به معرفی جامعتر cast خواهیم پرداخت). هنگامی که عبارت فوق اجرا گردد، مقدار 65 را چاپ خواهد کرد (بر روی سیستمی که از مجموعه کاراکتری ASCII استفاده می‌کند).

برنامه‌ای بنویسد که معادل صحیح تعدادی از حروف بزرگ، کوچک، ارقام و نمادهای ویژه را چاپ کند.

۲-۲۸ برنامه‌ای بنویسید که یک عدد متشکل از پنج رقم از کاربر دریافت کرده و سپس آن عدد را به ارقام مجزا از هم تبدیل و هر یک را با سه فاصله از رقم بعدی به چاپ رساند. برای مثال اگر کاربر عدد 42339 را وارد کند، خروجی برنامه باید:

```
4 2 3 3 9
```

باشد. از پنجره دستور برای دریافت ورودی و نمایش خروجی استفاده کنید [این تمرین با استفاده از تکنیک‌های گفته شده در این فصل قابل اجرا است. نیاز است تا از عملیات تقسیم و باقیمانده برای جدا کردن هر رقم استفاده کنید].

۲-۲۹ فقط با استفاده از تکنیک‌های برنامه‌نویسی معرفی شده در این فصل، برنامه‌ای بنویسید که مربع و مکعب اعداد از 0 تا 5 را محاسبه و نتایج آنرا در جدولی بصورت زیر به نمایش درآورد:

integer	square	cube
0	0	0
1	1	1
2	4	8
3	9	27
4	16	64
5	25	125

برای نمایش و دریافت ورودی از پنجره دستور استفاده کنید [نکته: این برنامه نیازی به دریافت ورودی از سوی کاربر ندارد.]