

حلقه های تودرتو

گاهی اوقات لازم است که در یک حلقه، یک یا چند حلقه دیگر هم استفاده نمود.

معروفترین مثال برنامه نویسی در مورد حلقه های تودرتو، نمایش جدول ضرب اعداد است:

```

۱ int i,j;
۲ for ( i = 0; i<=10 ; i++ )
۳ {
۴     for ( j = 0; j<=10 ; j++ )
۵         cout << i*j << "\t";
۶     cout << endl;
۷ }
۸

```

```

۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۱۰
۲ ۴ ۶ ۸ ۱۰ ۱۲ ۱۴ ۱۶ ۱۸ ۲۰
۳ ۶ ۹ ۱۲ ۱۵ ۱۸ ۲۱ ۲۴ ۲۷ ۳۰
۴ ۸ ۱۲ ۱۶ ۲۰ ۲۴ ۲۸ ۳۲ ۳۶ ۴۰
۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰ ۴۵ ۵۰
۶ ۱۲ ۱۸ ۲۴ ۳۰ ۳۶ ۴۲ ۴۸ ۵۴ ۶۰
۷ ۱۴ ۲۱ ۲۸ ۳۵ ۴۲ ۴۹ ۵۶ ۶۳ ۷۰
۸ ۱۶ ۲۴ ۳۲ ۴۰ ۴۸ ۵۶ ۶۴ ۷۲ ۸۰
۹ ۱۸ ۲۷ ۳۶ ۴۵ ۵۴ ۶۳ ۷۲ ۸۱ ۹۰
۱۰ ۲۰ ۳۰ ۴۰ ۵۰ ۶۰ ۷۰ ۸۰ ۹۰ ۱۰۰

```

در ابتدا، برنامه وارد حلقه اول شده و شرط را بررسی می کند و با درستی آن به اجرای دستورات حلقه می پردازد. اینجا برای حلقه آکولاد وجود دارد پس تمامی دستورات درون بلوک به ترتیب اجرا می شوند.

سطر بعدی هم یک حلقه است یعنی حلقه جاری به ازای تعداد تکرار حلقه اول باید تکرار شود و در هر تکرار از حلقه بالا به تعداد تکرار خود نیز تکرار می شود، شرط آن بررسی شده و با درستی شرط به انجام دستورات حلقه می پردازد. به دلیل عدم وجود آکولاد برای این حلقه، تنها سطر بعدی دستور حلقه داخلی است و تا نقیض شدن شرط حلقه آن سطر اجرا می شود. در این مثال ۱۰ بار حلقه درونی تکرار می شود و با هر بار تکرار فاصله ای بعد از نمایش عدد مورد نظر هم قرار می دهد.

سپس برنامه با اجرای دستور بعدی به خط جدید می رود. از حلقه اول ۹ بار تکرار دیگر مانده، پس این رویه تکرار شده تا برنامه کامل گردد. در آخر وقتی `i` برابر با ۱۱ می شود از حلقه بیرونی خارج شده و برنامه به پایان می رسد.

مثال مهم) قصد داریم با استفاده از حلقه های تکرار تو در تو شکل زیر را ایجاد نماییم:

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

روش کلی کار به این صورت است که به ازای تعداد سطرها به یک حلقه تکرار `for` بیرونی و به ازای تعداد ستونها به یک حلقه `for` درونی نیاز داریم. چون از ابتدا به انتها از تعداد ستاره ها کم می شود پس باید حلقه های خود را کاهشی بنویسیم:

```

1  for ( int i = 5; i>0 ; i-- )
2  {
3      for ( int j = i; j>0 ; j-- )
4          cout << "*";
5          cout << "\n";
6  }
```

با شروع حلقه `for` اول، برنامه وارد بلوکی می شود که دارای حلقه `for` دیگری است و دو دستور `cout`، که اولین دستور مربوط به حلقه درونی است و دومی مربوط به حلقه بیرونی.

متغیر `i` از ۵ شروع شده با هر بار اجرای حلقه یک واحد کاهش میابد. به این دلیل متغیر `i` را برابر با متغیر `i` گرفته ایم چون با کاهش `i` آنهم باید کاهش یابد یعنی در هر بار چرخش حلقه بیرونی (هر سطر).

در ابتدا `i` برابر با ۵ است و شرط حلقه هم درست است پس وارد دستورات حلقه `for` بیرونی می شود و به حلقه `for` درونی برخورد می کند که `j` برابر با `i` یعنی ۵ است و شرطش هم درست است پس ۵ بار ستاره چاپ می کند و با نقیض شدن شرط حلقه (وقتی که `j` برابر صفر می شود) از حلقه درونی خارج می شود و ادامه دستورات حلقه `for` بیرونی را انجام میدهد یعنی یک سطر پایین می رود.

این بار یک واحد از `i` کم شده و برابر با ۴ می شود که باز هم شرط حلقه بیرونی درست است و دستورات آنرا دوباره اجرا می کند. در درون حلقه `for` درونی `j` برابر با `i` یعنی ۴ شده و شرطش هم درست است پس اینبار چهار ستاره چاپ می کند و به همان ترتیب قبل دستورات ادامه میابد تا شکل بالا حاصل می شود.