

عنوان درس:

ساختمان داده ها

جلسه ۴: لیست های پیوندی (Linked Lists)

مدرس:

امیر امیدی

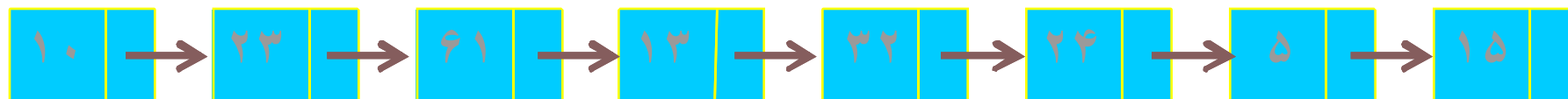
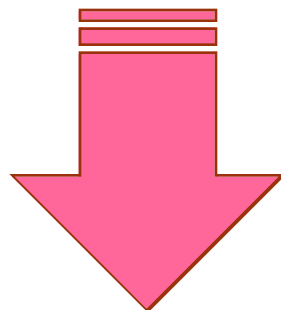
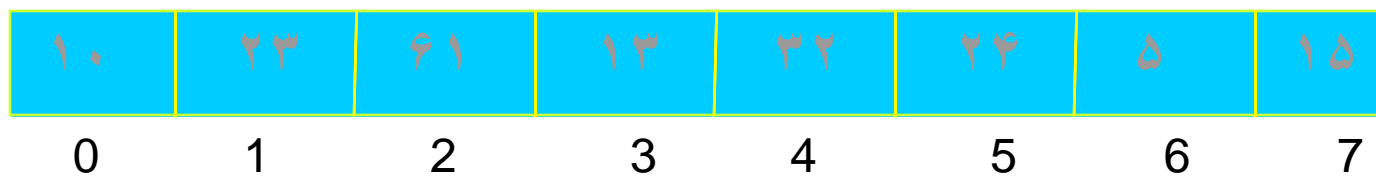
(Amir Omid)

Omidi.students@gmail.com

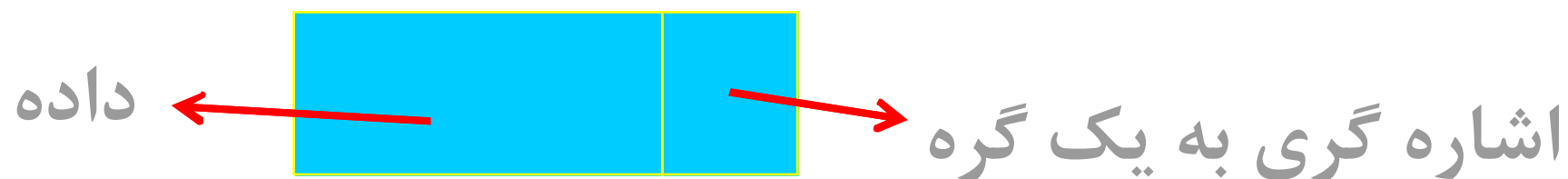
مقدمه

- معایب آرایه ها
 - ثابت بودن حافظه مورد نظر
 - هدر رفتن حافظه
- رفع برخی مشکلات آرایه توسط لیست های پیوندی
 - پویا بودن مقدار حافظه مورد نظر
 - جلوگیری از هدر رفتن حافظه

مقدمه



ساختمان گره های لیست یک طرفه

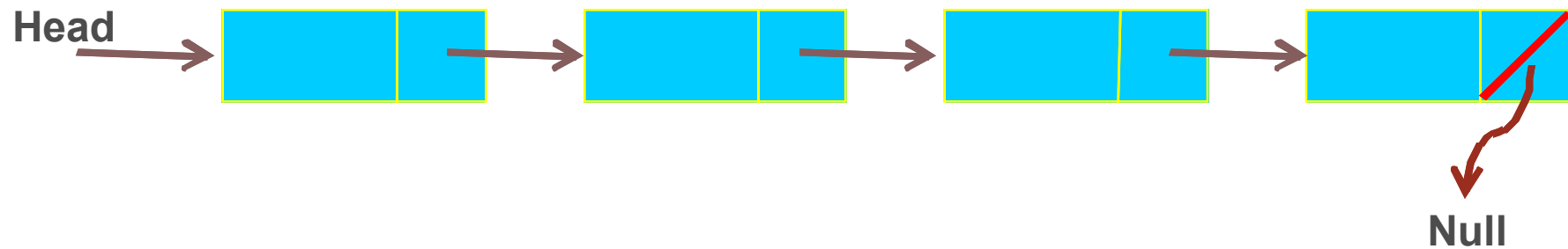


Struct node

```
{  
    type Data  
    struct node *next;  
}
```

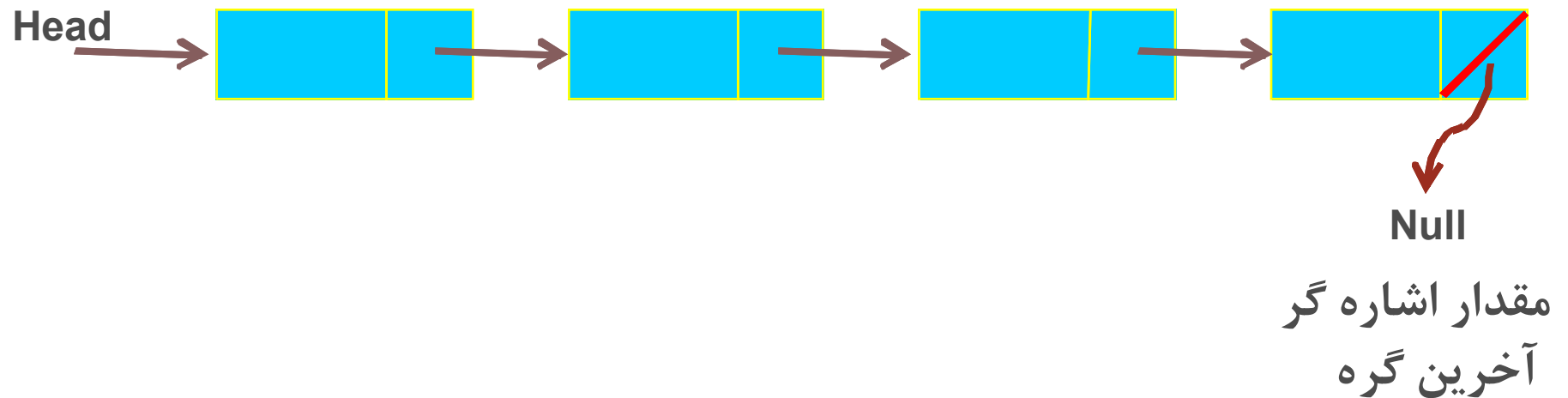


ساختار یک لیست

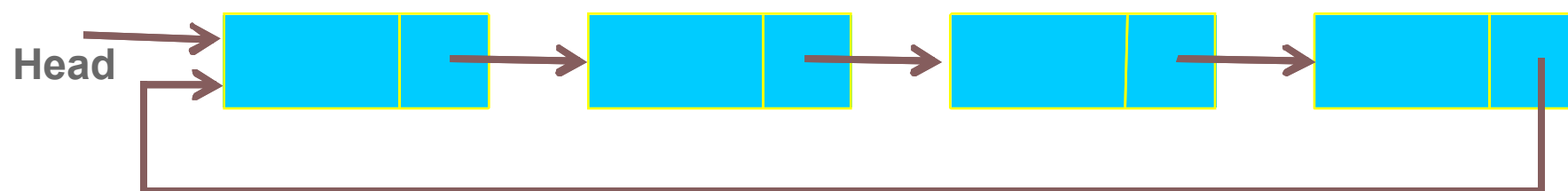


ساختار یک لیست

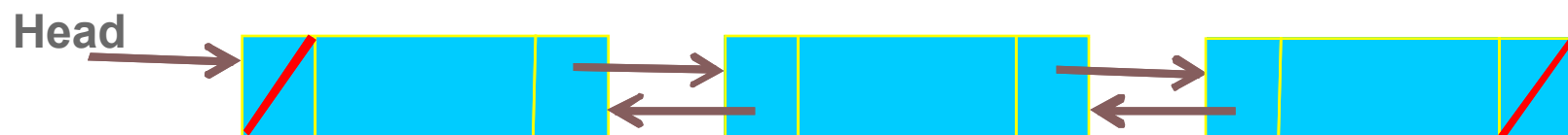
اشاره گر به
ابتدای لیست



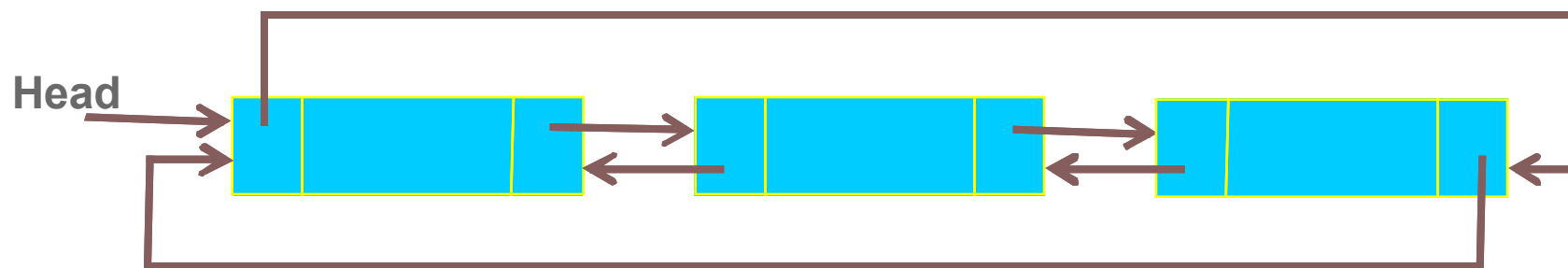
لیست پیوندی حلقوی



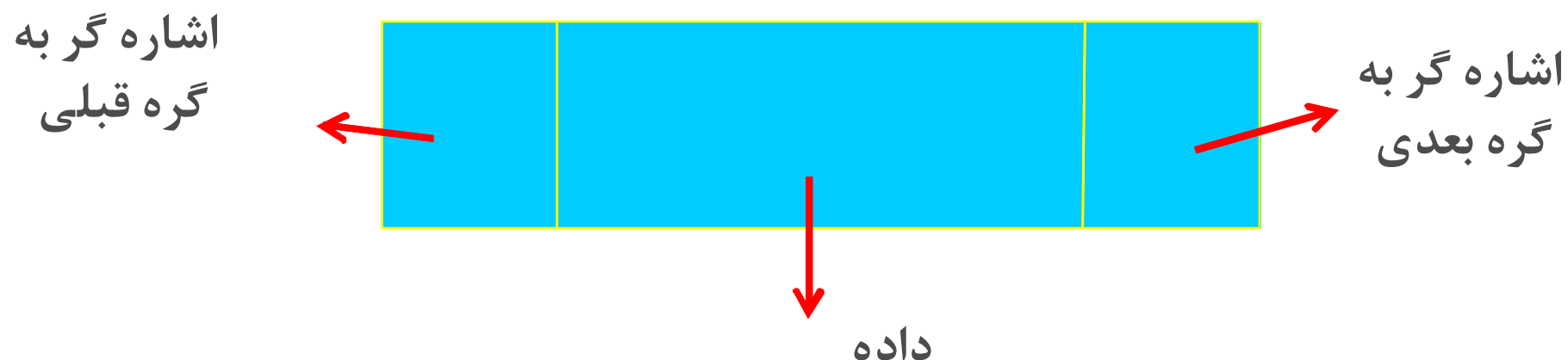
لیست های پیوندی دو طرفه



لیست های پیوندی دو طرفه حلقوی



ساختمان یک گره از لیست دو طرفه



Struct node

{

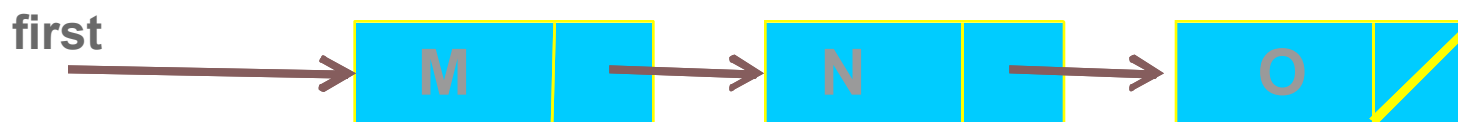
```
type Data
struct node *next;
struct node *back;
```

back Data next



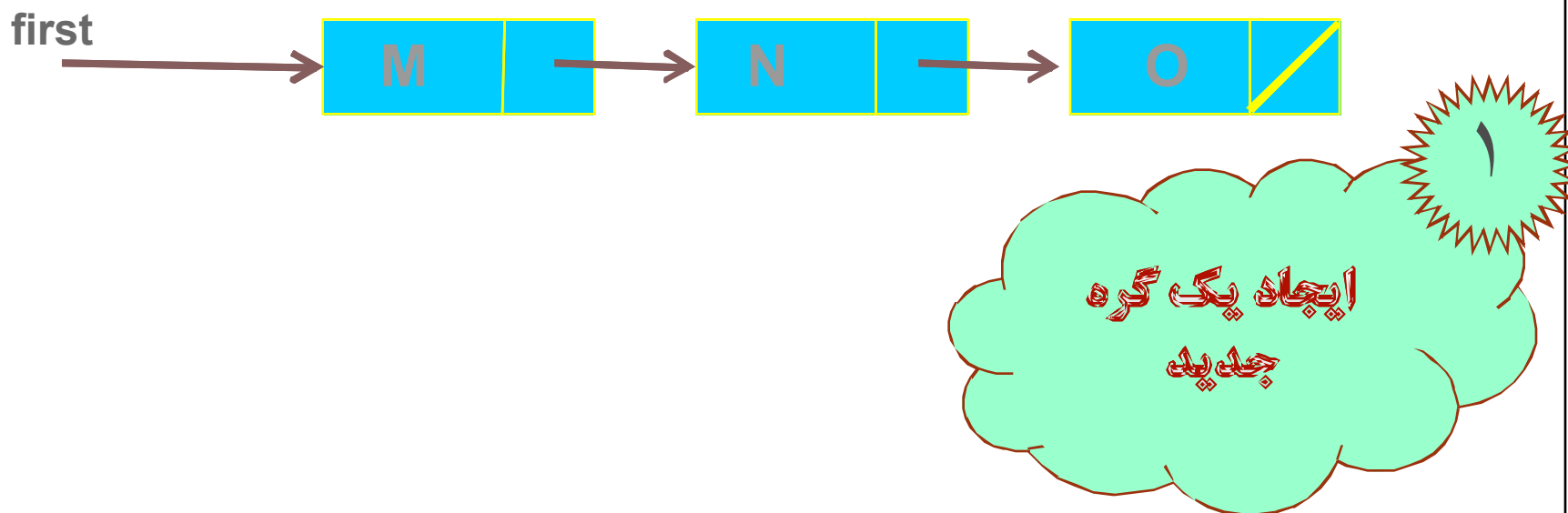
اضافه کردن به ابتدای لیست پیوندی

اضافه کردن گره شامل عدد L به ابتدای لیست



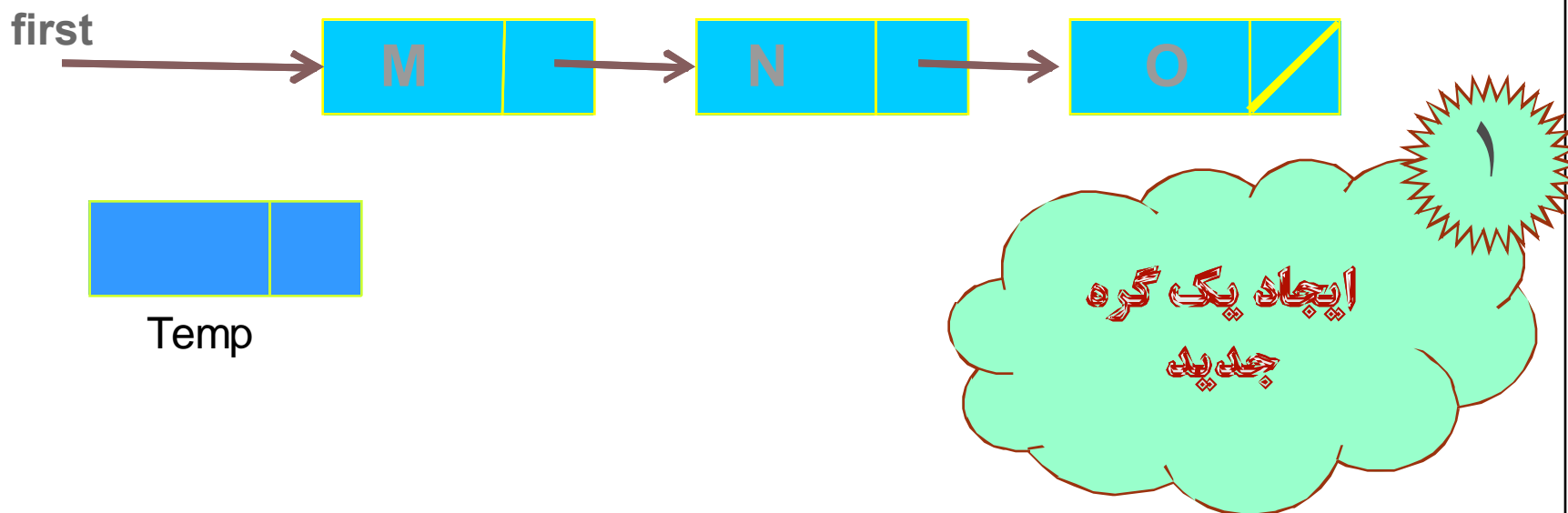
اضافه کردن به ابتدای لیست پیوندی

اضافه کردن گره شامل عدد L به ابتدای لیست



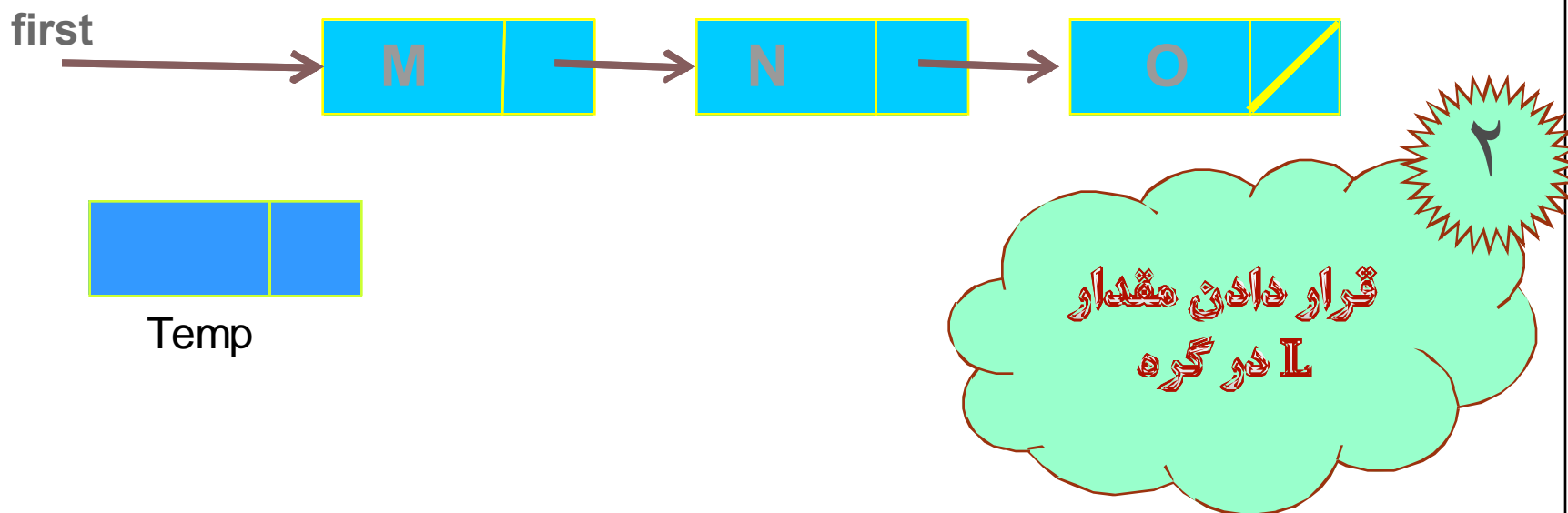
اضافه کردن به ابتدای لیست پیوندی

اضافه کردن گره شامل عدد L به ابتدای لیست



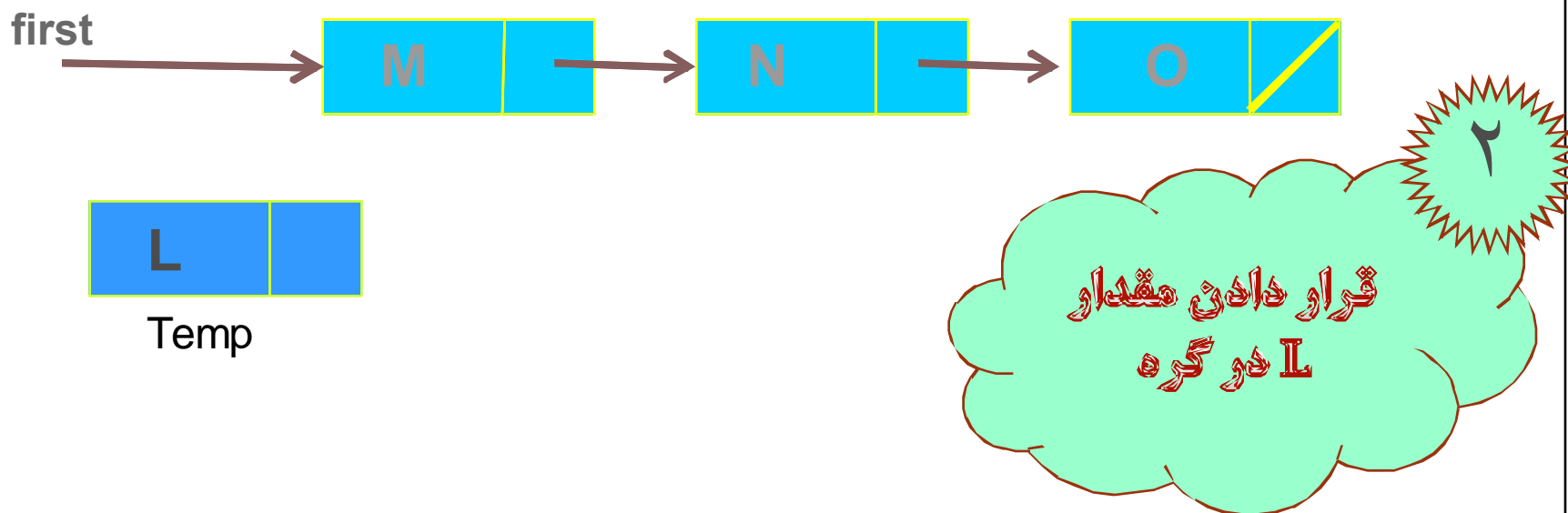
اضافه کردن به ابتدای لیست پیوندی

اضافه کردن گره شامل عدد L به ابتدای لیست



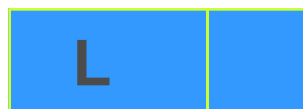
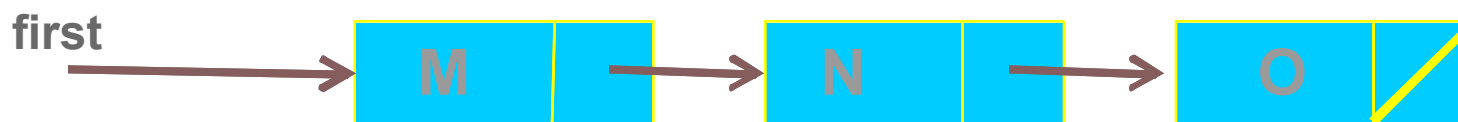
اضافه کردن به ابتدای لیست پیوندی

اضافه کردن گره شامل عدد L به ابتدای لیست



اضافه کردن به ابتدای لیست پیوندی

اضافه کردن گره شامل عدد L به ابتدای لیست



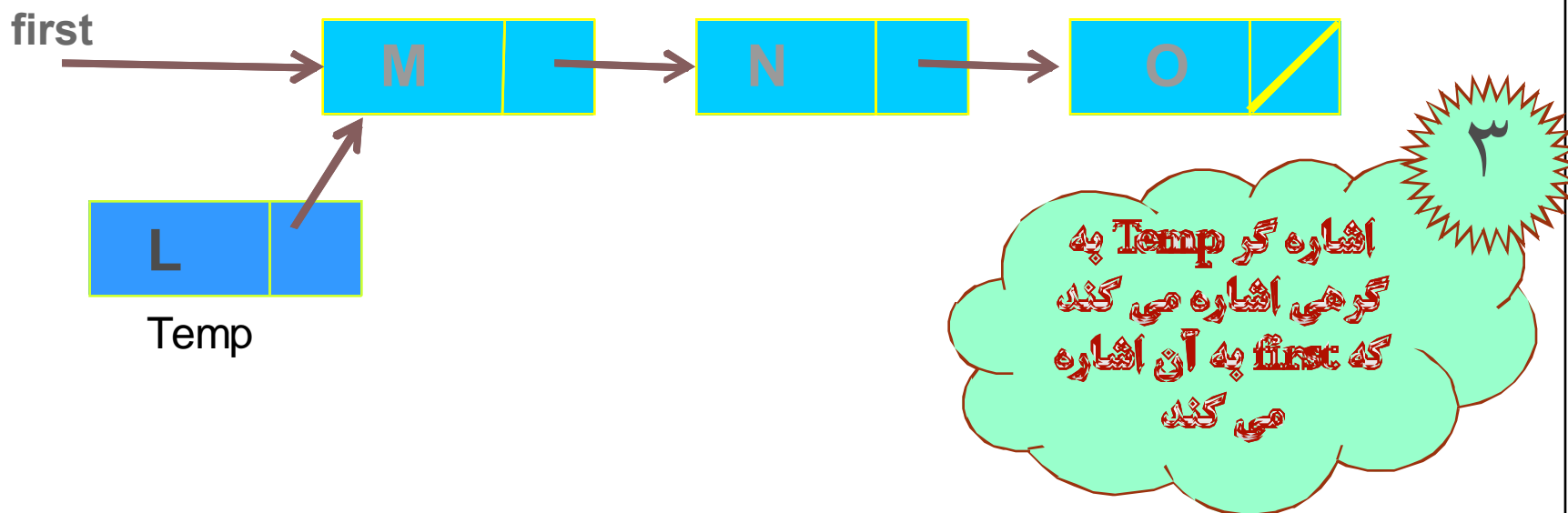
Temp

اشاره گر Temp به
گره‌ی اشاره می‌کند
که first به آن اشاره
می‌کند

۳

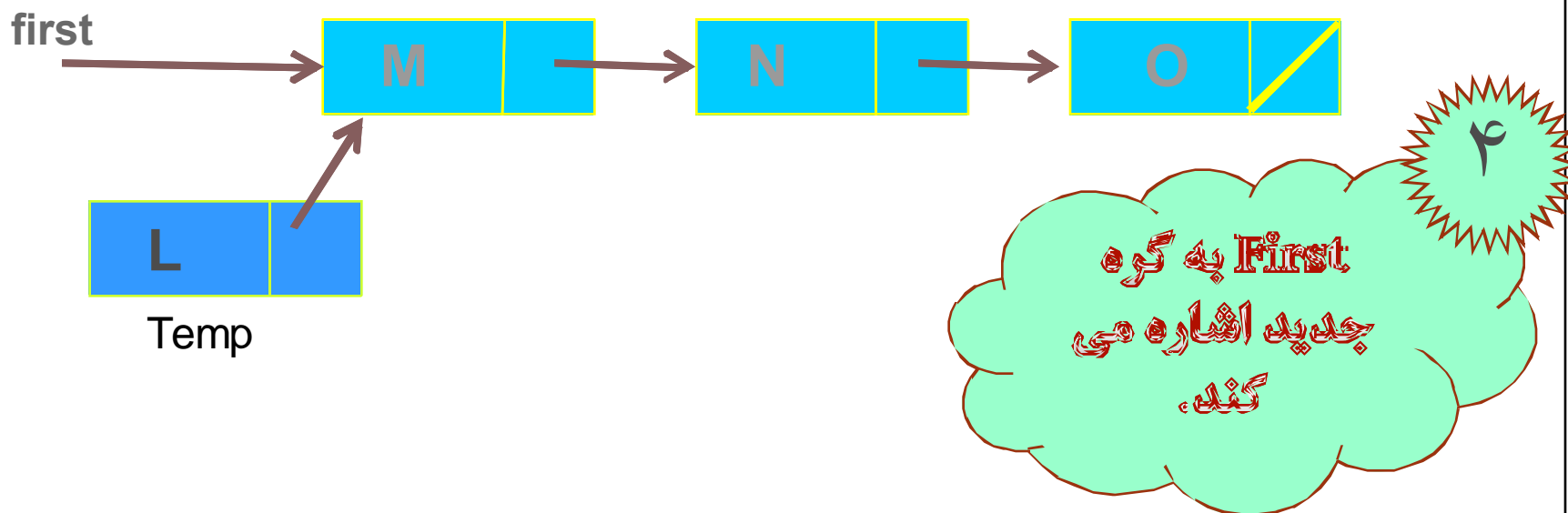
اضافه کردن به ابتدای لیست پیوندی

اضافه کردن گره شامل عدد L به ابتدای لیست



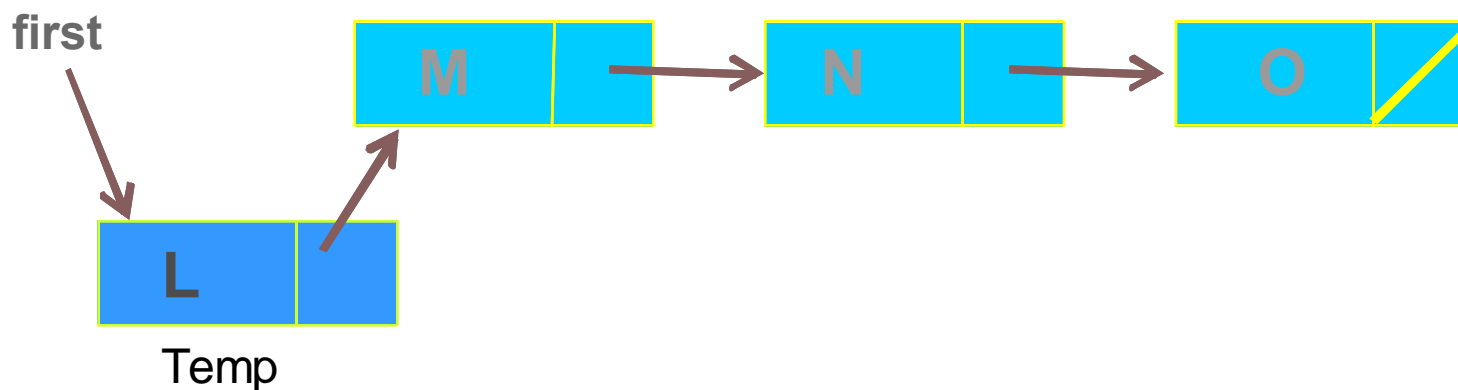
اضافه کردن به ابتدای لیست پیوندی

اضافه کردن گره شامل عدد L به ابتدای لیست



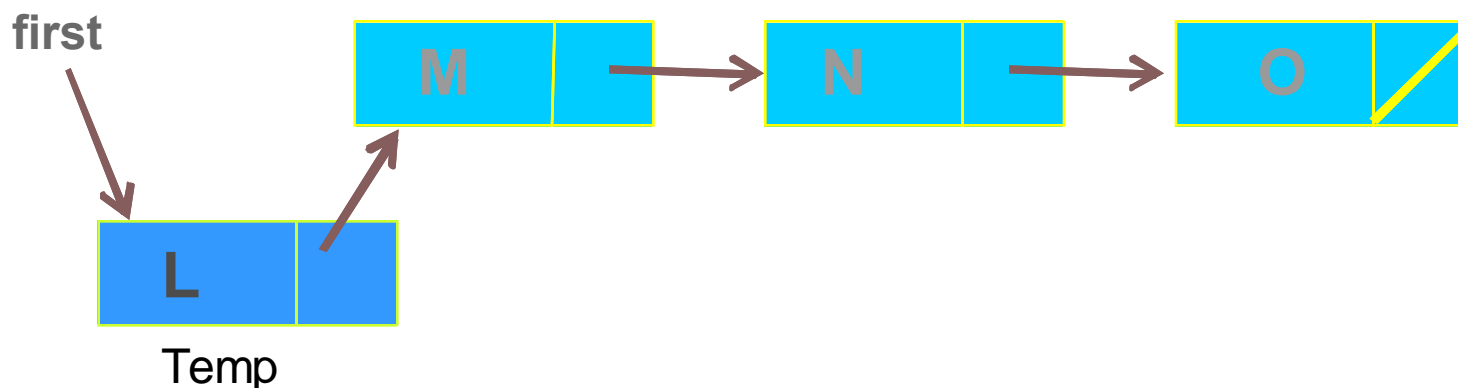
اضافه کردن به ابتدای لیست پیوندی

اضافه کردن گره شامل عدد L به ابتدای لیست



اضافه کردن به ابتدای لیست پیوندی

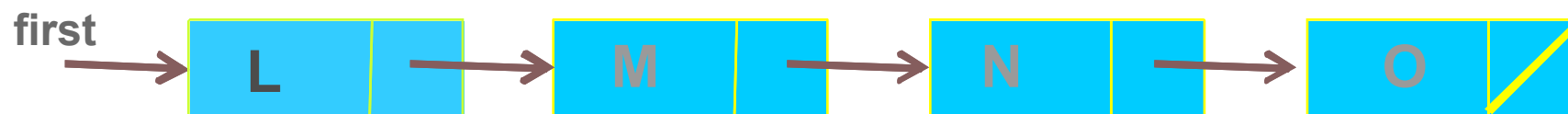
اضافه کردن گره شامل عدد L به ابتدای لیست



```
Struct node *temp = new struct node;  
If(temp==0){//Error Message\\}  
Temp.data = l;  
Temp.next = first;  
First = temp,
```

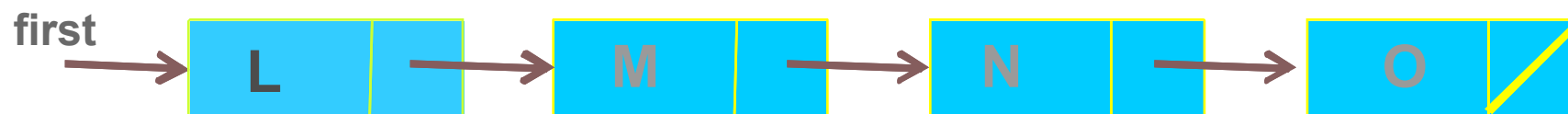
گره مربوط به درج
در ابتدا

حذف از ابتدای لیست پیوندی



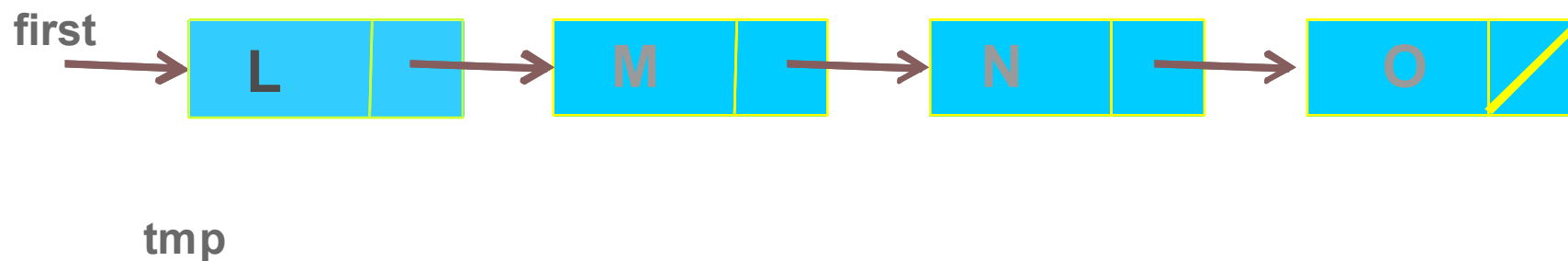
حذف از ابتدای لیست پیوندی

حذف با استفاده از یک متغیر
کمکی انجام می شود.



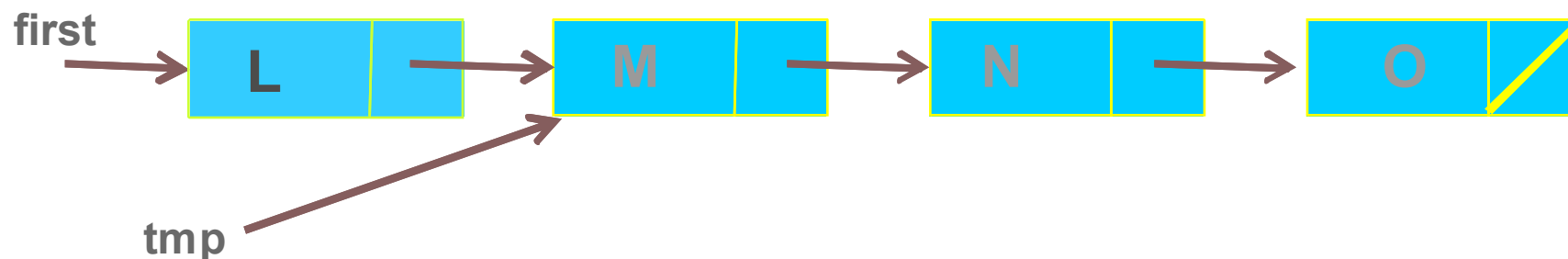
حذف از ابتدای لیست پیوندی

حذف با استفاده از یک متغیر
کمکی انجام می شود.



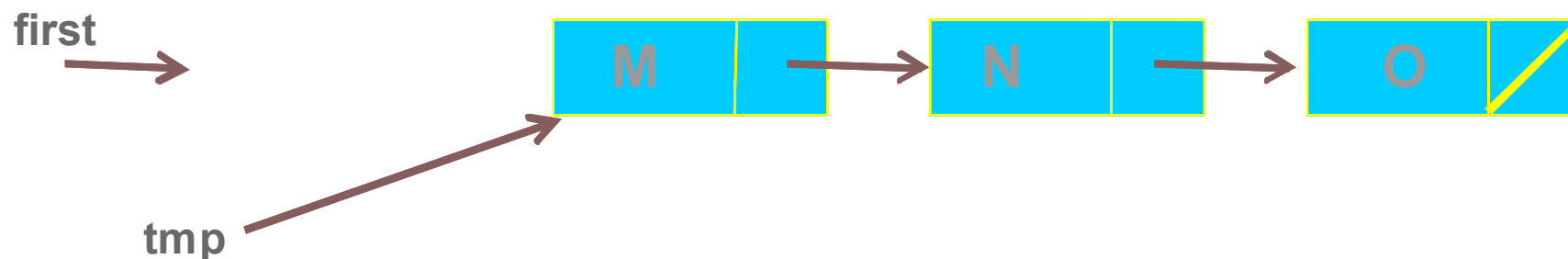
حذف از ابتدای لیست پیوندی

حذف با استفاده از یک متغیر
کمکی انجام می شود.



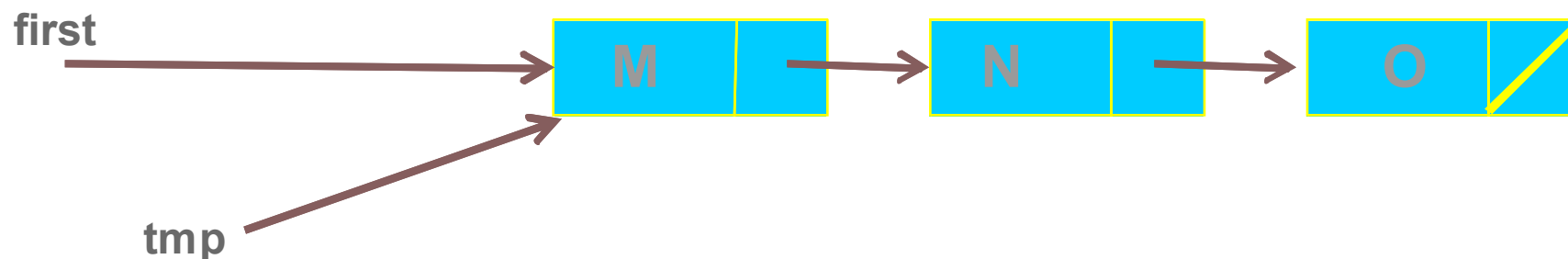
حذف از ابتدای لیست پیوندی

حذف با استفاده از یک متغیر
کمکی انجام می شود.



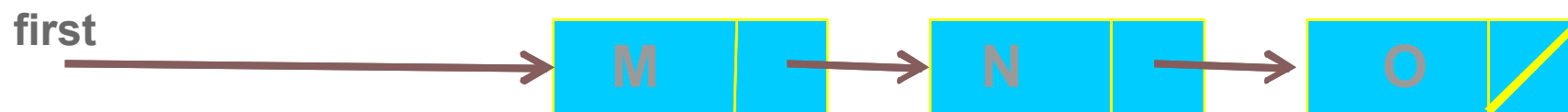
حذف از ابتدای لیست پیوندی

حذف با استفاده از یک متغیر
کمکی انجام می شود.



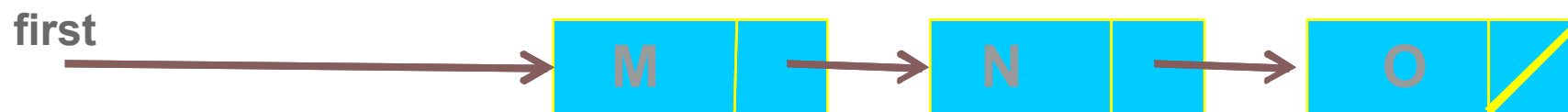
حذف از ابتدای لیست پیوندی

حذف با استفاده از یک متغیر
کمکی انجام می شود.



حذف از ابتدای لیست پیوندی

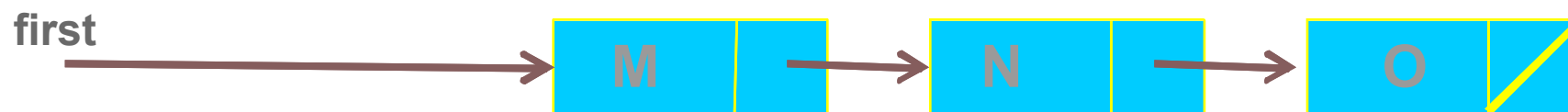
حذف با استفاده از یک متغیر
کمکی انجام می شود.



```
If(first==null){لیست خالی است}  
Temp = first;  
First=First.next ;  
Delete(temp);
```

حذف از ابتدای لیست پیوندی

حذف با استفاده از یک متغیر
کمکی انجام می شود.



پیچیدگی حذف از ابتدا
در لیست را با حذف از
ابتدای آرایه مقایسه
کنید.

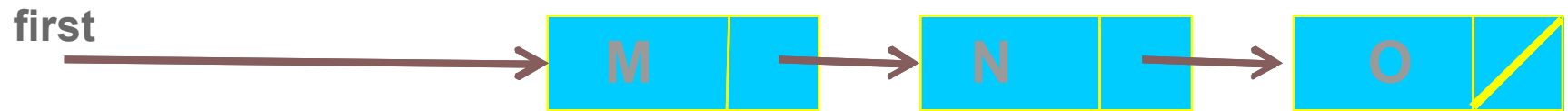
?

?

?

حذف از ابتدای لیست پیوندی

حذف با استفاده از یک متغیر
کمکی انجام می شود.

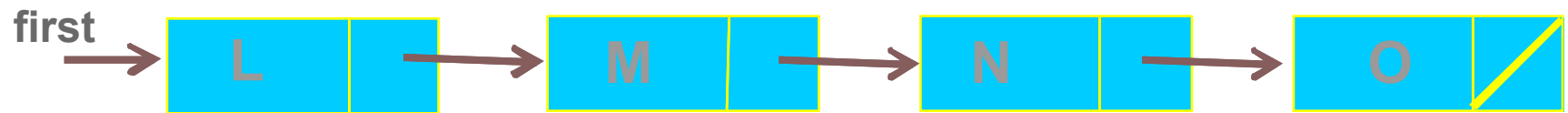


پیچیدگی حذف از ابتدا
در لیست را با حذف از
ابتدای آرایه مقایسه
کنید.

پیچیدگی حذف
از ابتدای آرایه
 $O(n)$ و حذف از
ابتدای لیست
 $O(1)$ می باشد.

پیمایش یک لیست پیوندی

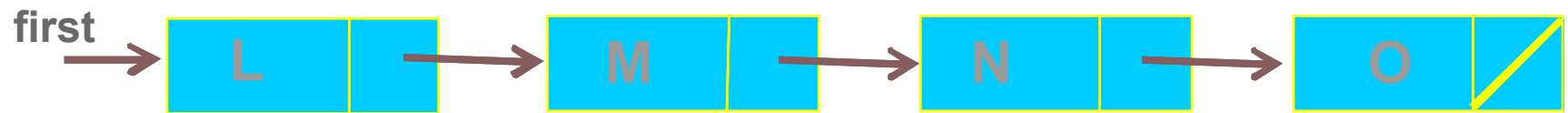
می خواهیم مقادیر موجود در
قسمت Data از هر گره را چاپ
کنیم.



پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی
به نام temp انجام می شود.

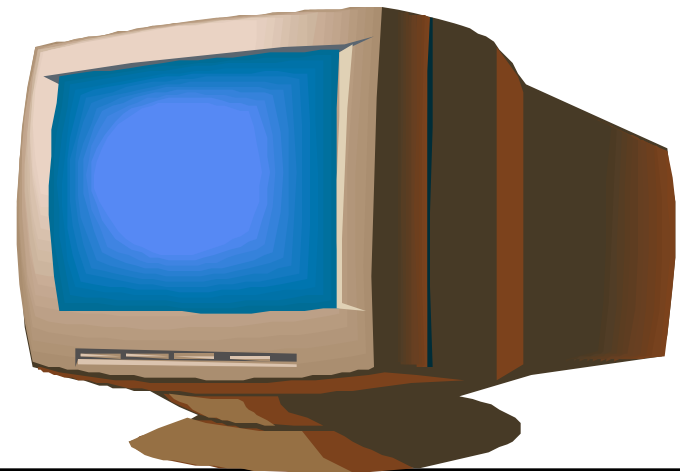
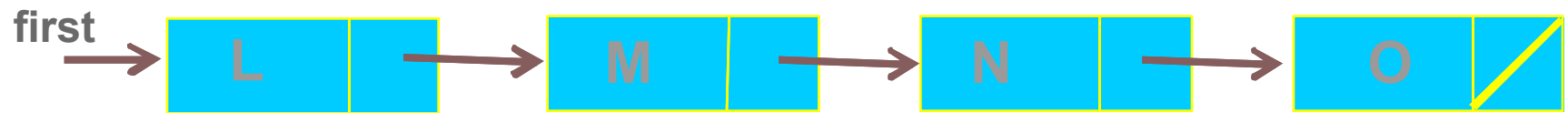
می خواهیم مقادیر موجود در
قسمت Data از هر گره را چاپ
کنیم.



پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی
به نام temp انجام می شود.

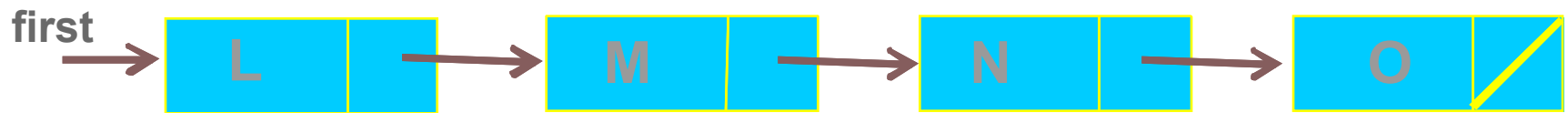
می خواهیم مقادیر موجود در
قسمت Data از هر گره را چاپ
کنیم.



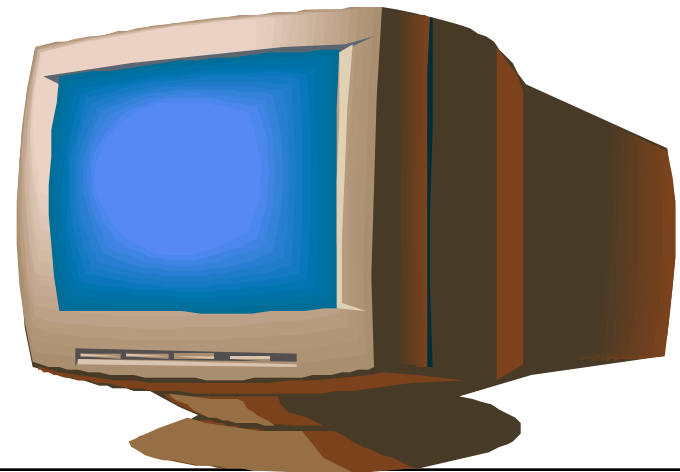
پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی به نام temp انجام می شود.

می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.



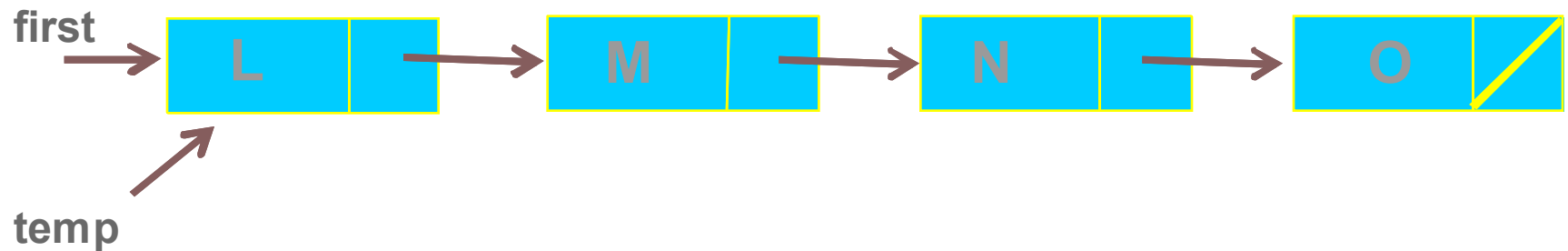
Temp به جایی اشاره می کند که first اشاره می کرد.
 $Temp = first$



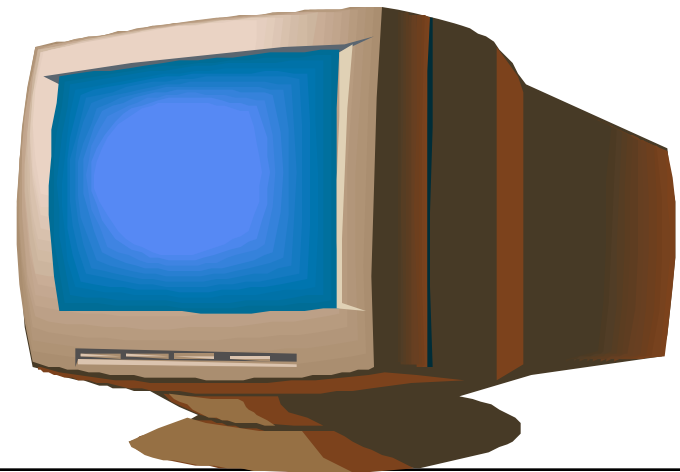
پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی به نام temp انجام می شود.

می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.



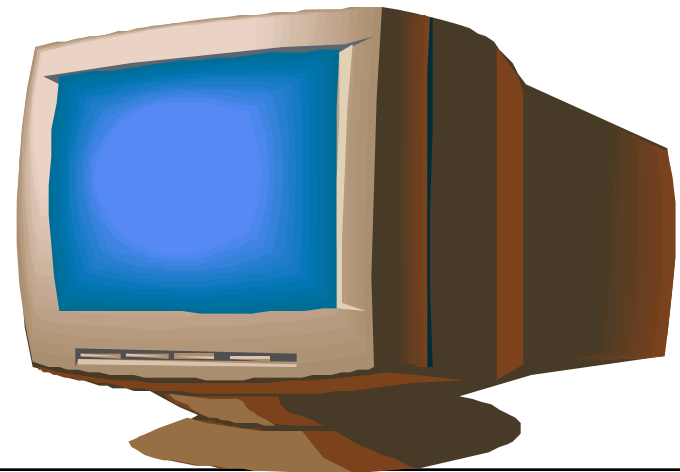
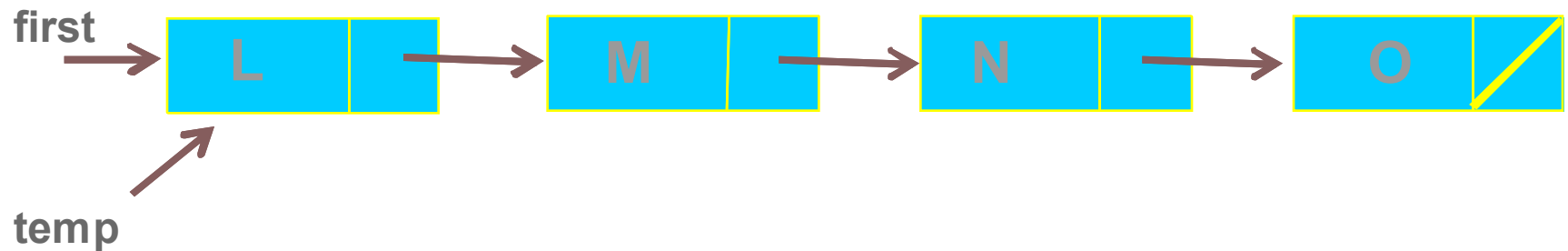
Temp به جایی اشاره می کند که first اشاره می کرد.
 $Temp = first$



پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی به نام temp انجام می شود.

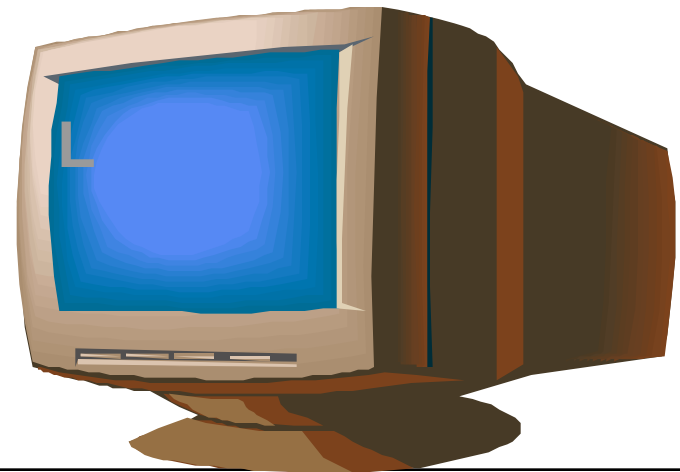
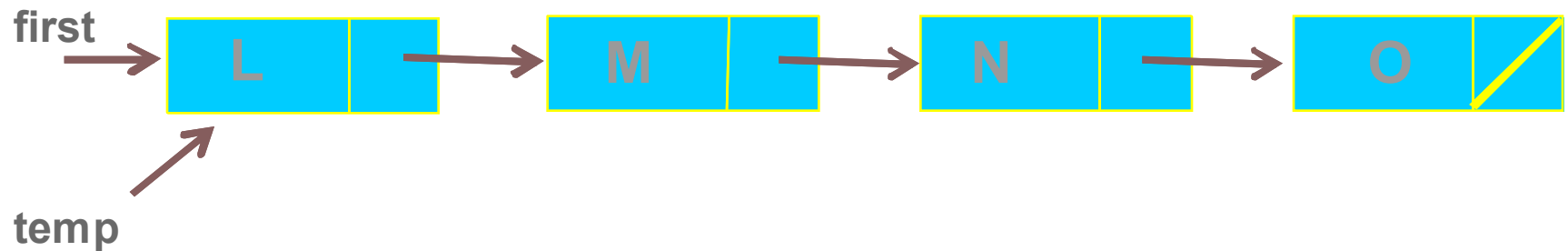
می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.



پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی به نام temp انجام می شود.

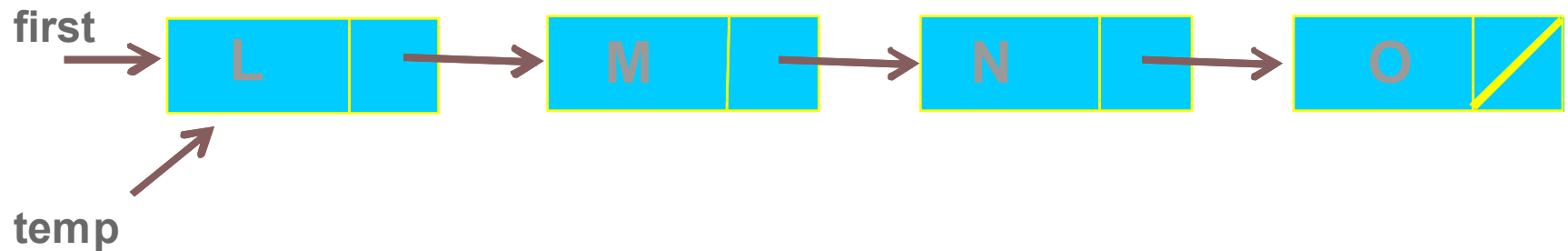
می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.



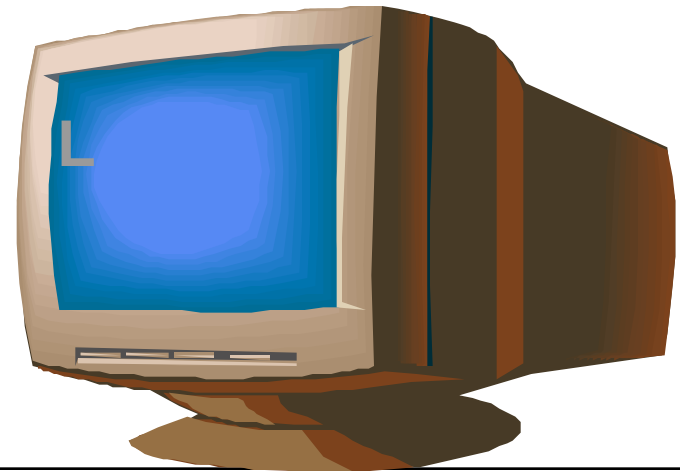
پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی به نام temp انجام می شود.

می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.



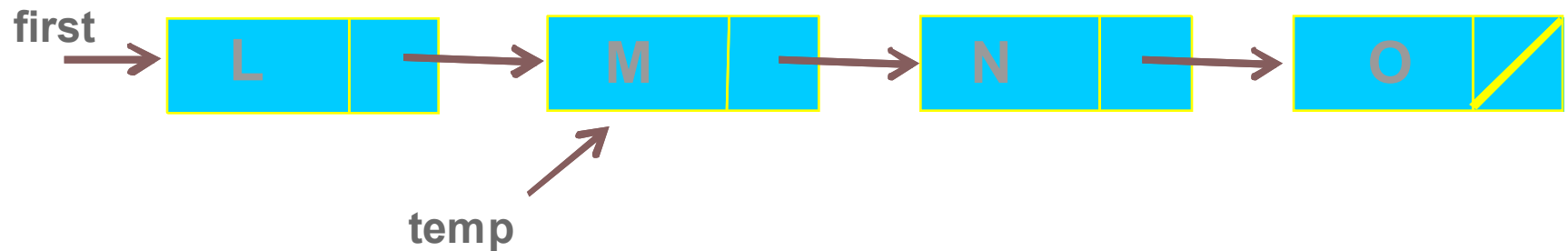
۳ حرکت temp به گره بعدی
 $Temp=temp.next$



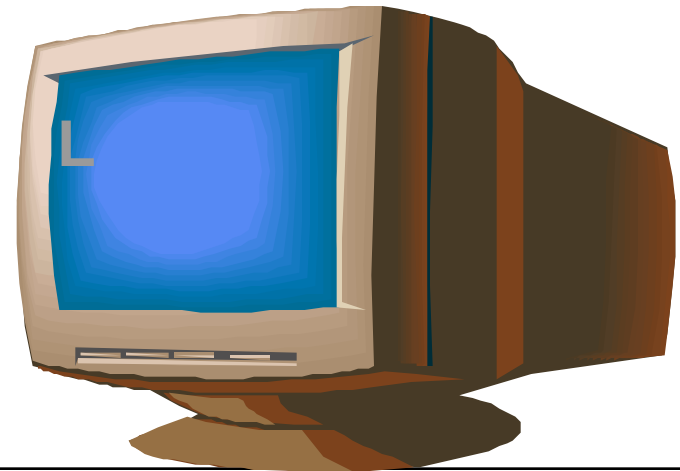
پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی به نام temp انجام می شود.

می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.



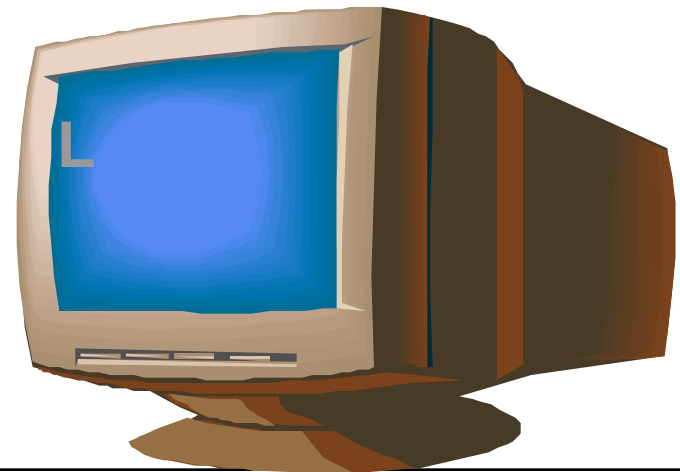
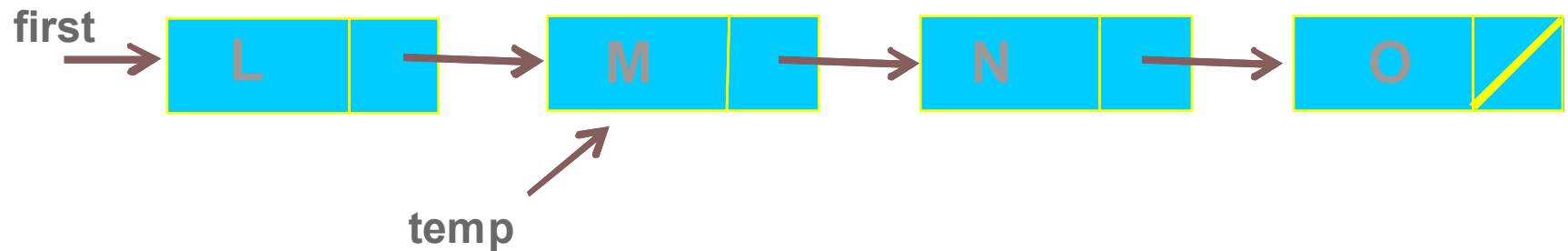
۳ حرکت temp به گره بعدی
 $Temp=temp.next$



پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی به نام temp انجام می شود.

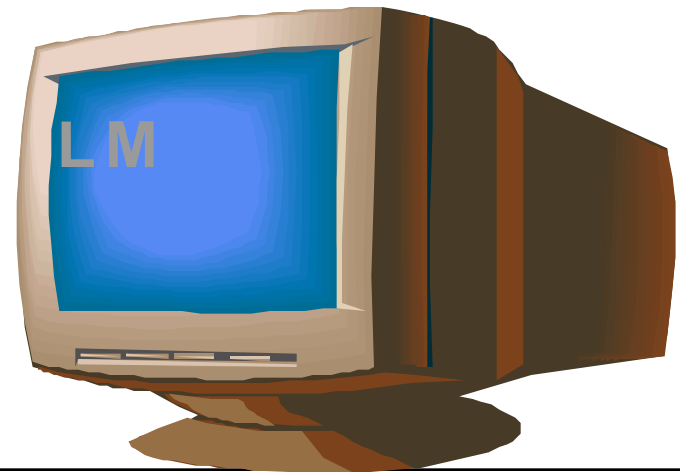
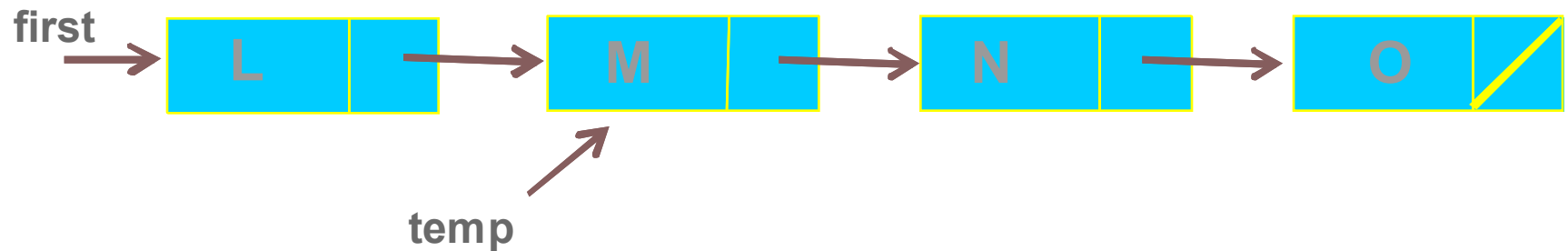
می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.



پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی به نام temp انجام می شود.

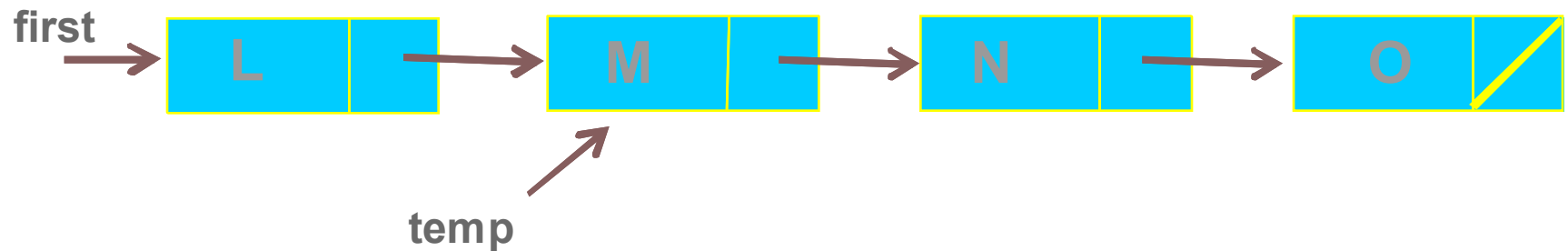
می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.



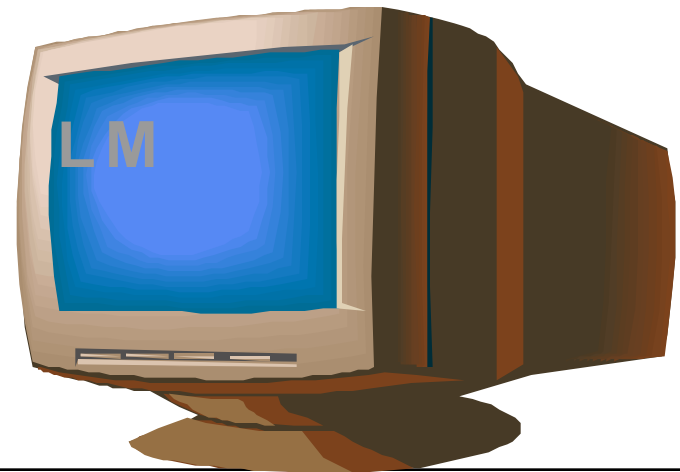
پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی به نام temp انجام می شود.

می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.



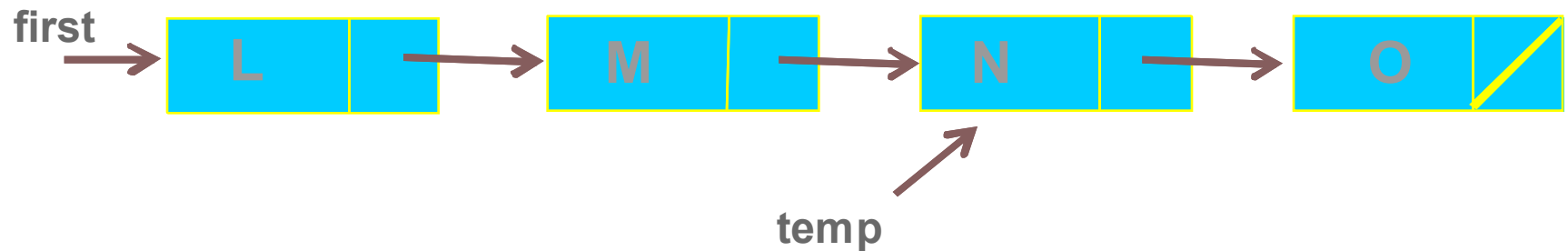
۵ حرکت temp به خانه بعدی
 $Temp = temp.next$



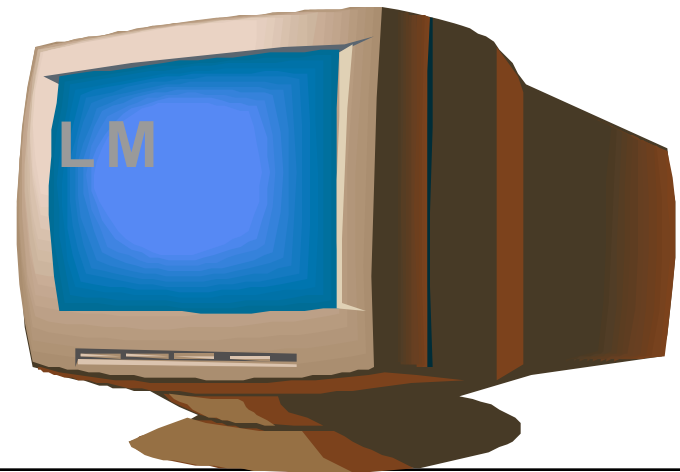
پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی به نام temp انجام می شود.

می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.



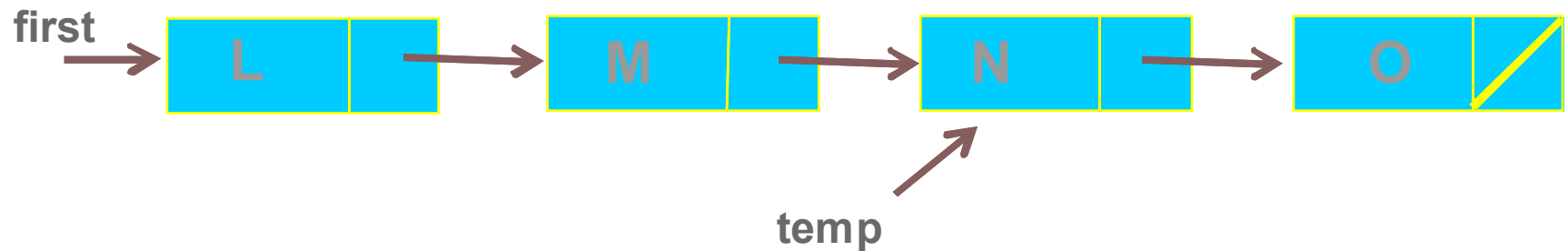
۵ حرکت temp به خانه بعدی
 $Temp = temp.next$



پیمایش یک لیست پیوندی

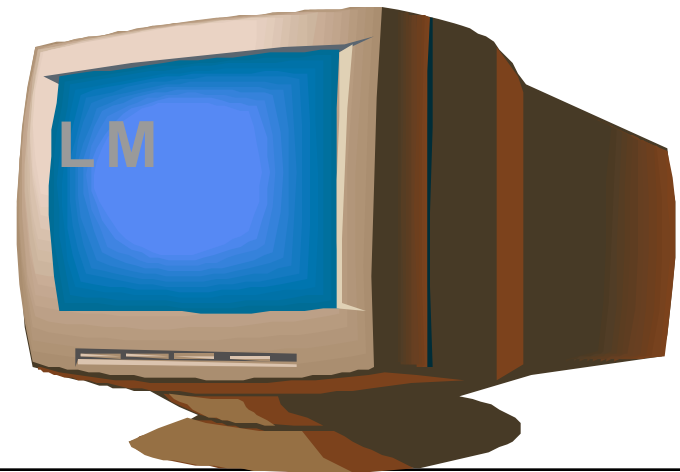
پیمایش با استفاده از یک متغیر
کمکی انجام می شود.

می خواهیم مقادیر موجود در
قسمت Data از هر گره را چاپ
کنیم.



۶

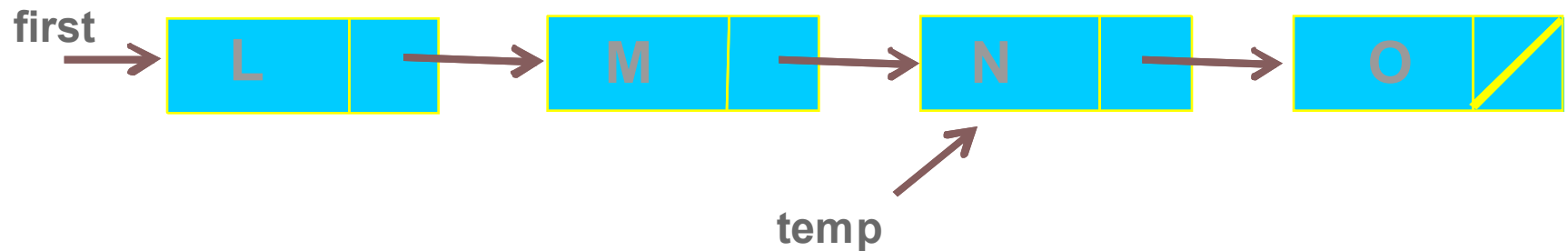
چاپ مقدار



پیمایش یک لیست پیوندی

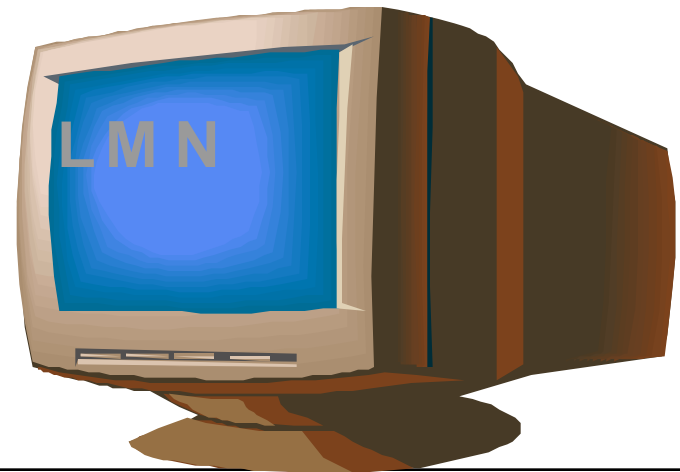
پیمایش با استفاده از یک متغیر
کمکی انجام می شود.

می خواهیم مقادیر موجود در
قسمت Data از هر گره را چاپ
کنیم.



۶

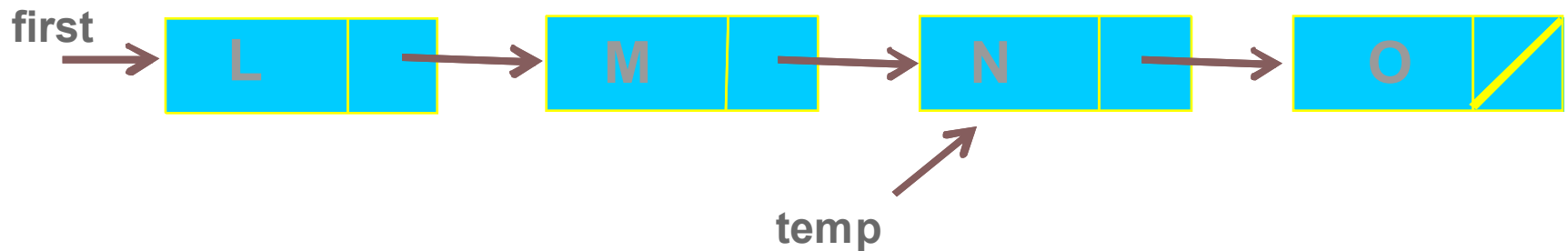
چاپ مقدار



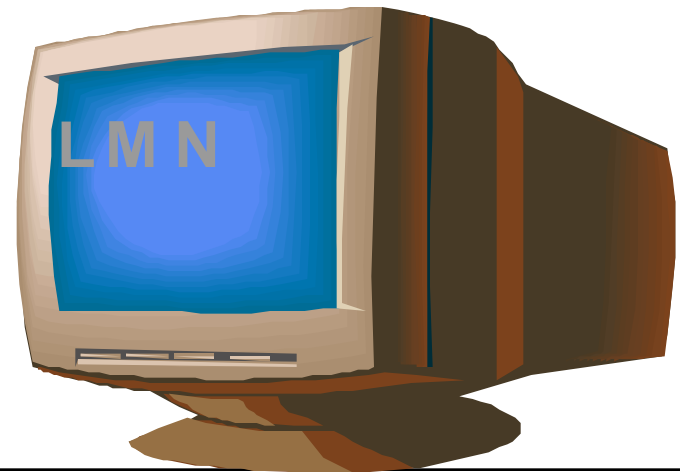
پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی به نام temp انجام می شود.

می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.



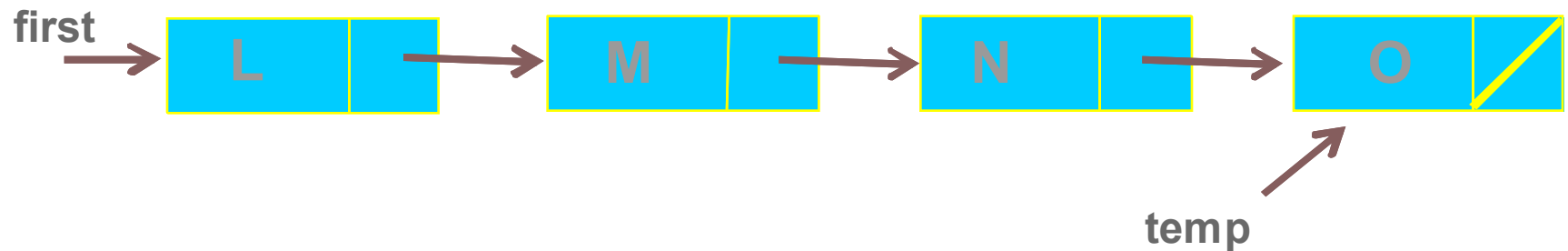
حرکت temp به
خانه بعدی
 $Temp=temp.next$



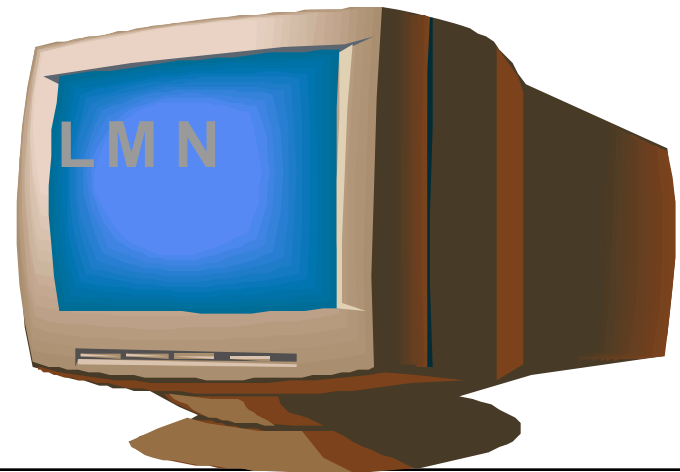
پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسکی به نام temp انجام می شود.

می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.



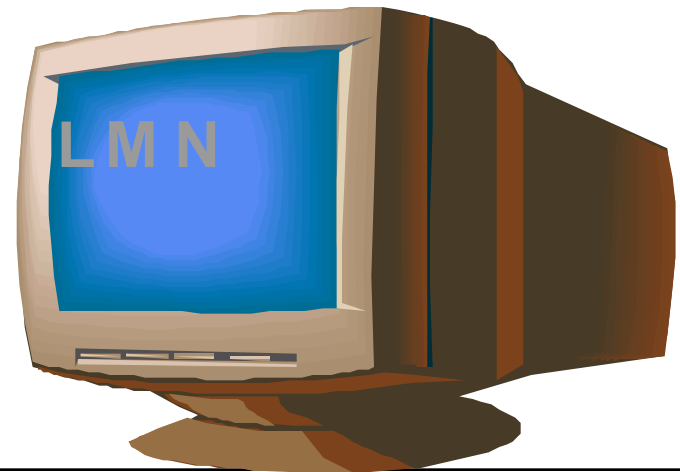
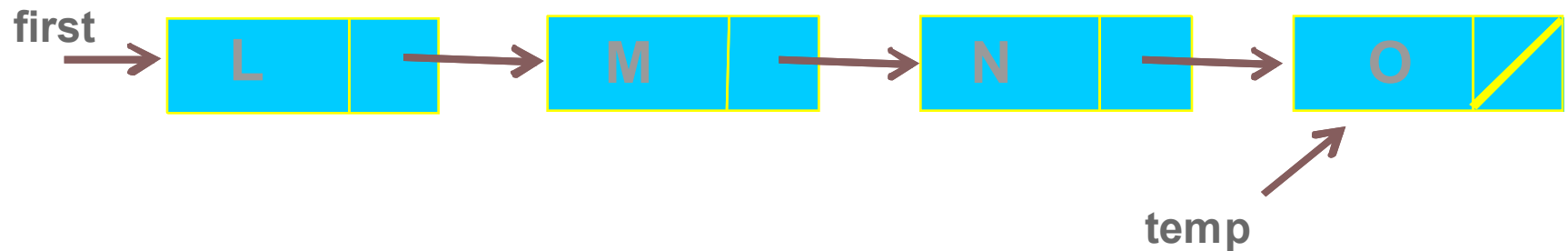
حرکت temp به
خانه بعدی
 $Temp=temp.next$



پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی به نام temp انجام می شود.

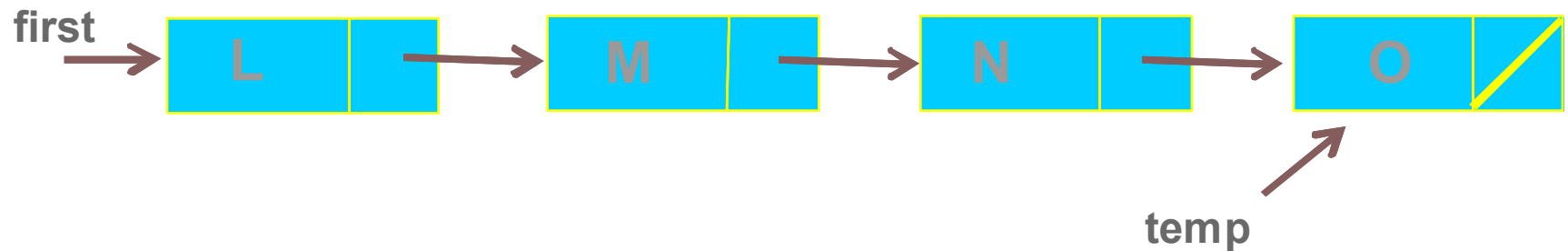
می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.



پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی
به نام temp انجام می شود.

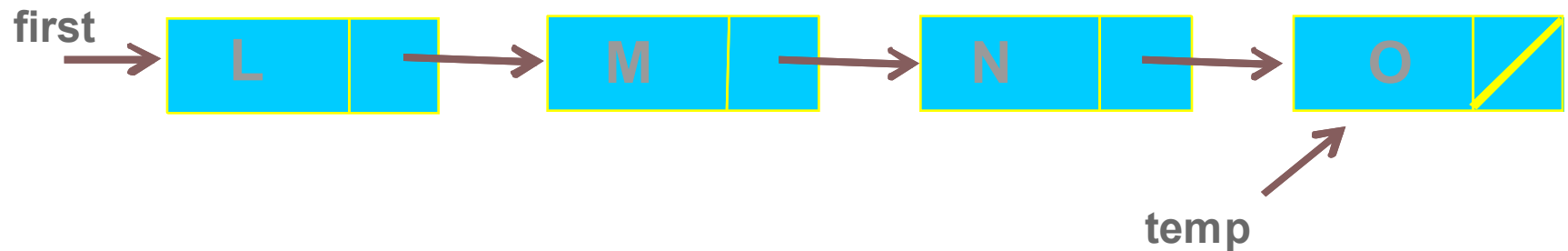
می خواهیم مقادیر موجود در
قسمت Data از هر گره را چاپ
کنیم.



پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی به نام temp انجام می شود.

می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.



۹

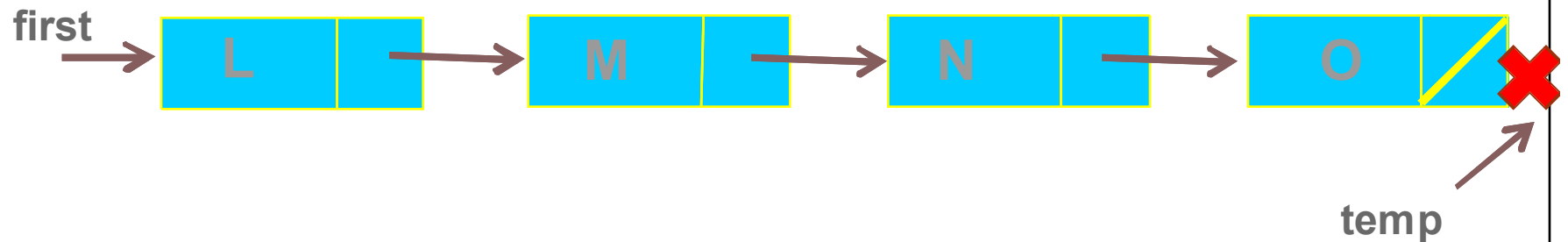
حرکت temp به
خانه بعدی
 $Temp=temp.next$



پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی به نام temp انجام می شود.

می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.



۹

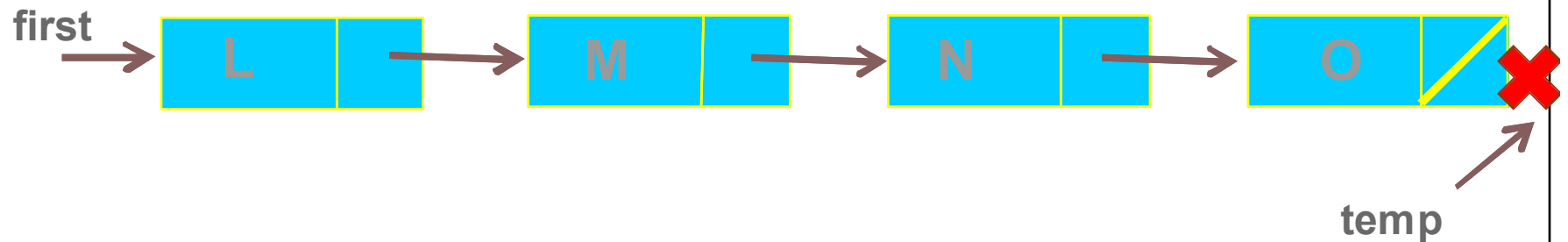
حرکت temp به
خانه بعدی
 $Temp=temp.next$



پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی به نام temp انجام می شود.

می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.



۹

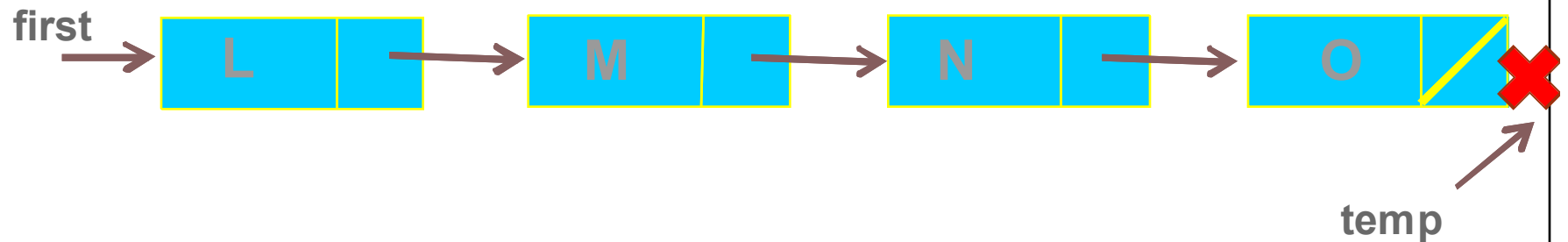
چون temp به Null رسید پس در آخرین گره هستیم و الگوریتم پایان می یابد.



پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر کنکری
به نام temp انجام می شود.

می خواهیم مقادیر موجود در
قسمت Data از هر گره را چاپ
کنیم.

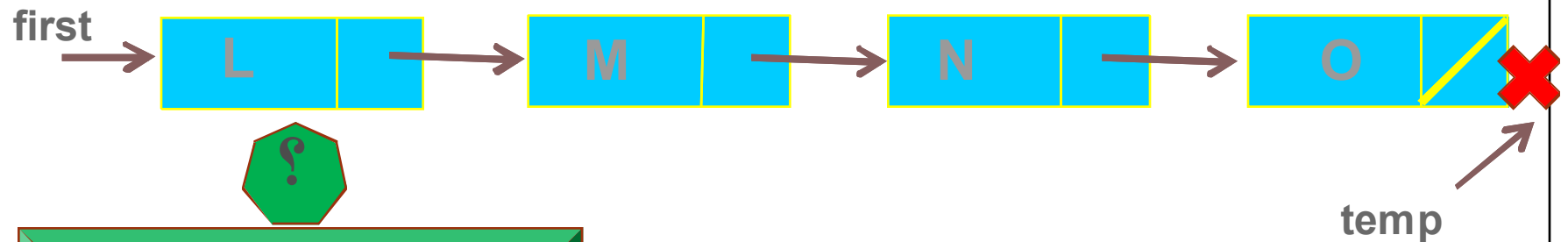


```
Temp = first
While(temp != Null)
{
    cout<<temp.data;
    temp=temp.next.
}
```

پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی به نام temp انجام می شود.

می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.

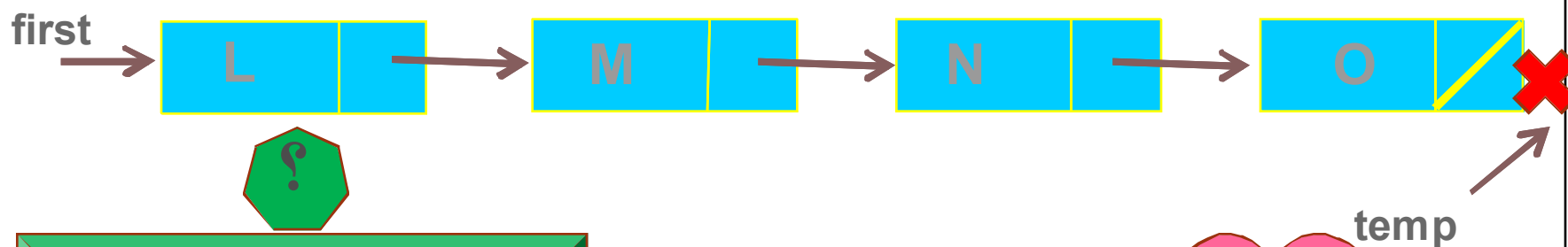


پیچیدگی پیمایش لیست پیوندی

پیمایش یک لیست پیوندی

پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی به نام temp انجام می شود.

می خواهیم مقادیر موجود در قسمت Data از هر گره را چاپ کنیم.



پیچیدگی پیمایش لیست پیوندی

پیچیدگی پیمایش لیست $O(n)$ می باشد.

افزودن به انتهای لیست پیوندی

- می خواهیم مقدار O را به انتهای لیست اضافه کنیم
- $temp$ از گره ابتدایی شروع به حرکت می کند.
- حرکت را تا رسیدن به انتها ادامه می هد.
- وقتی به انتها رسید، گرهی را ایجاد کرده و به انتها اضافه می کند.

افزودن به انتهای لیست پیوندی



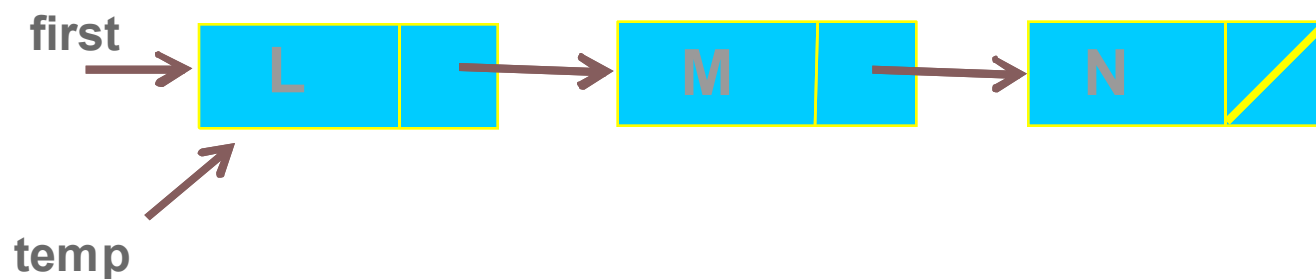
افزودن به انتهای لیست پیوندی

افزودن به انتها با استفاده از یک متغیر کمکی به نام temp انجام می شود.



افزودن به انتهای لیست پیوندی

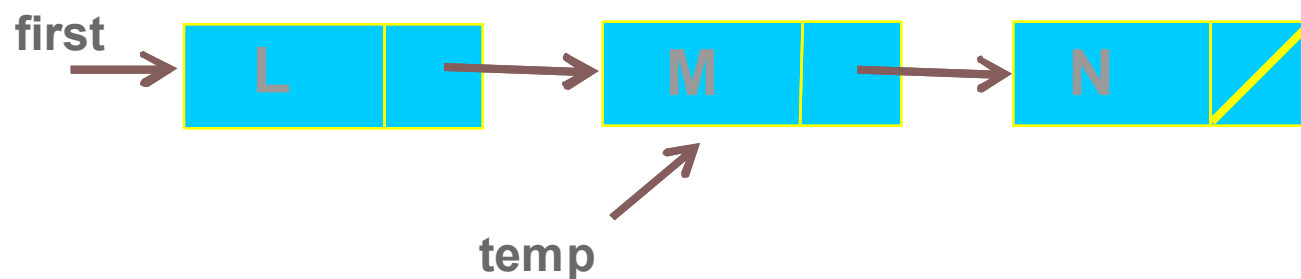
پیمایش با استفاده از یک متغیر گسلی
به نام temp انجام می شود.



`Temp = temp.next`

افزودن به انتهای لیست پیوندی

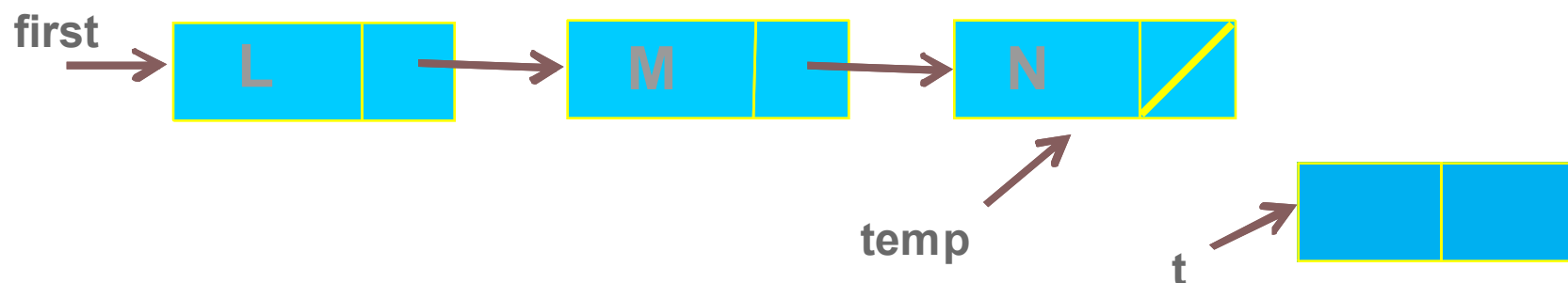
افزودن به انتها با استفاده از یک متغیر کمکی به نام temp انجام می شود.



`Temp = temp.next`

افزودن به انتهای لیست پیوندی

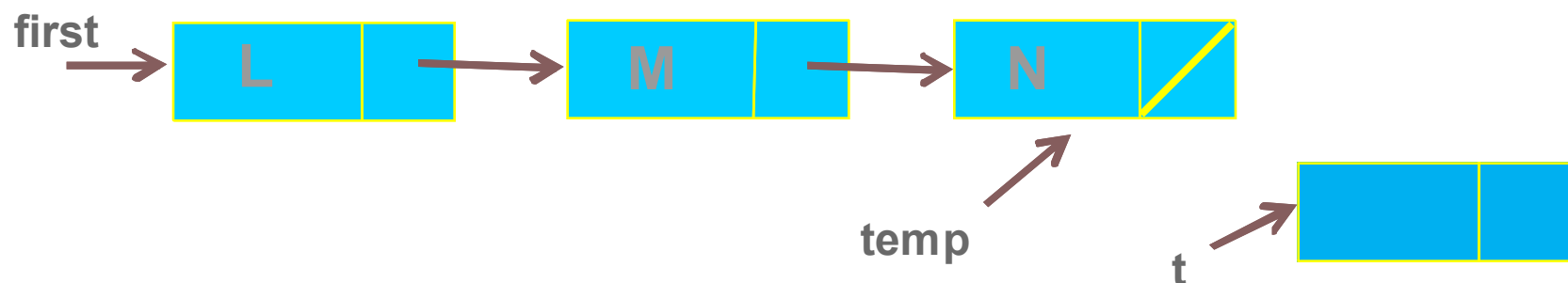
افزودن به انتها با استفاده از یک متغیر کمکی به نام temp انجام می شود.



```
Struct node *t = new struct node;
```

افزودن به انتهای لیست پیوندی

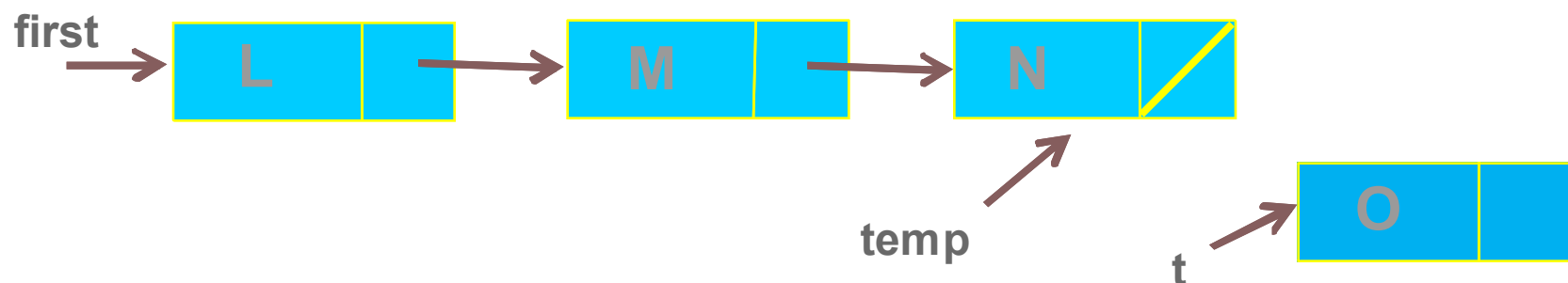
افزودن به انتها با استفاده از یک متغیر کمکی به نام temp انجام می شود.



```
T.Data = 0;
```

افزودن به انتهای لیست پیوندی

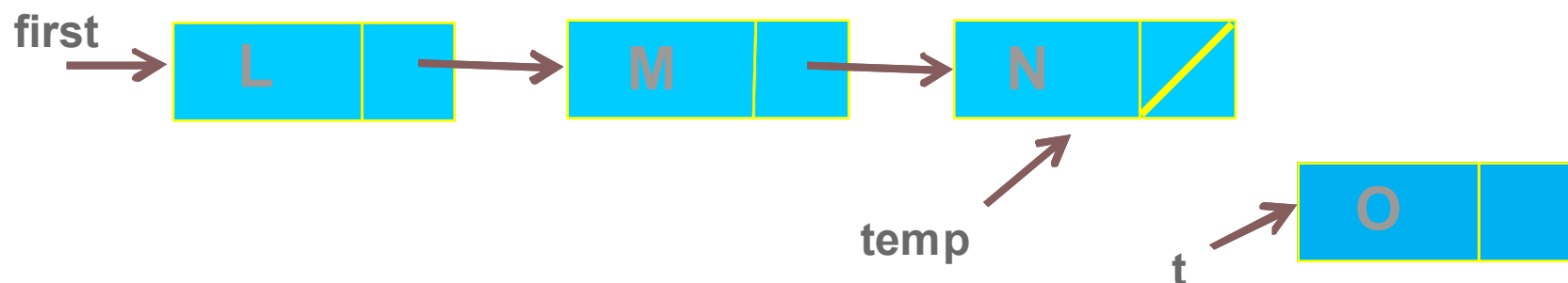
افزودن به انتها با استفاده از یک متغیر کمکی به نام temp انجام می شود.



```
T.Data = 0;
```

افزودن به انتهای لیست پیوندی

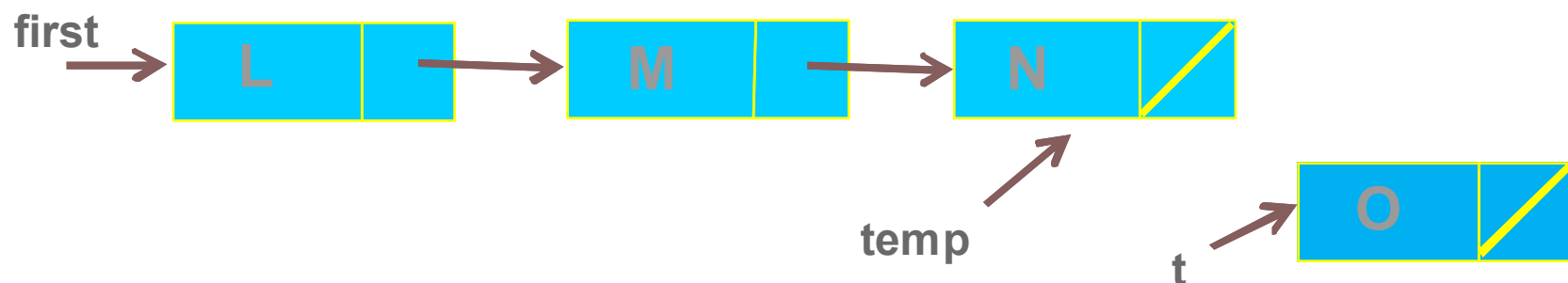
افزودن به انتها با استفاده از یک متغیر کمکی به نام temp انجام می شود.



```
t.Next = null;
```

افزودن به انتهای لیست پیوندی

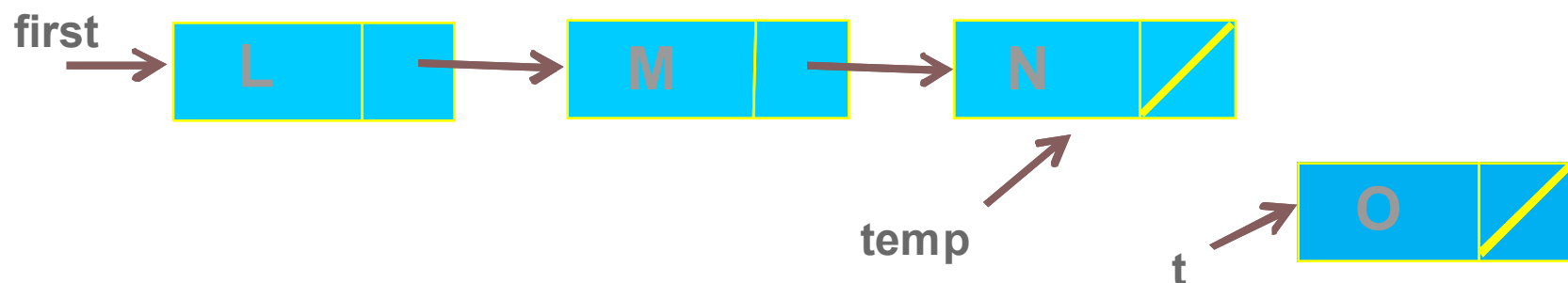
افزودن به انتها با استفاده از یک متغیر کمکی به نام temp انجام می شود.



```
t.Next = null;
```


افزودن به انتهای لیست پیوندی

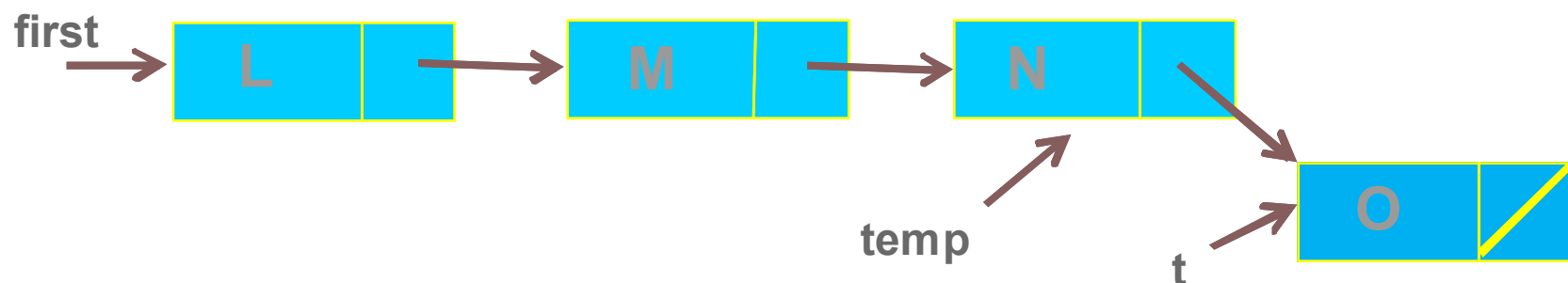
افزودن به انتها با استفاده از یک متغیر کمکی به نام temp انجام می شود.



```
Temp.next=t;
```

افزودن به انتهای لیست پیوندی

افزودن به انتها با استفاده از یک متغیر کمکی به نام temp انجام می شود.



```
Temp.next=t;
```

افزودن به انتهای لیست پیوندی

```
temp =first;
If(temp ==null)
{
    first =t;
    t.next = null;
}
Else
{
    while(temp.next!=null)
        temp = temp.next;
}
t.next = null;
temp.next=t;
```

بررسی حالتی
که صف خالی
باشد

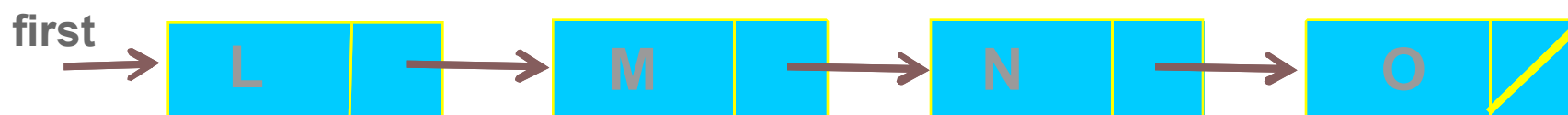
افزودن به انتهای لیست پیوندی

```
temp = first;
If(temp == null)
{
    first = t;
    t.next = null;
}
Else
{
    while(temp.next != null)
        temp = temp.next;
}
t.next = null;
temp.next = t;
```

بررسی حالتی
که صف خالی
باشد

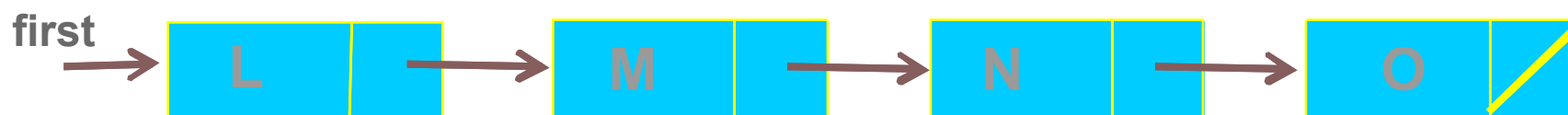
عملیات درج در
لیست پیوندی دارای
پیچیدگی $O(1)$ می
باشد ولی در آرایه
درج در $O(n)$ انجام
می گیرد.

حذف از انتهای لیست پیوندی



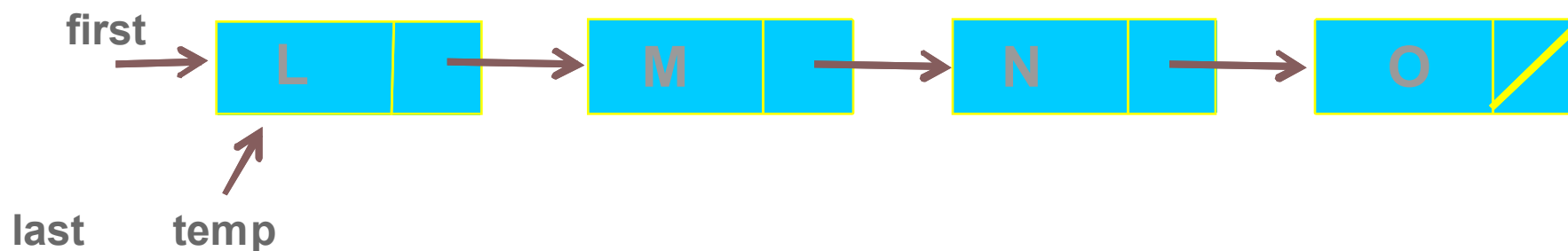
حذف از انتهای لیست پیوندی

حذف با استفاده از دو متغیر کمکی به نامهای temp و Last انجام می شود.



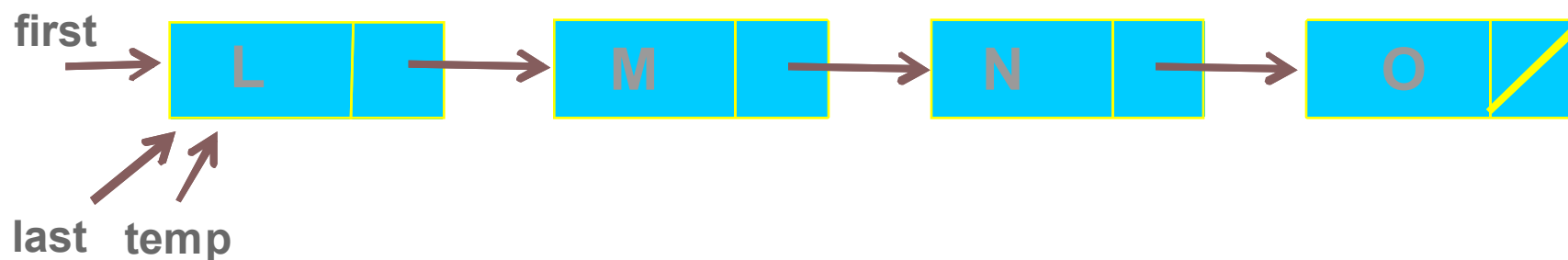
حذف از انتهای لیست پیوندی

حذف با استفاده از دو متغیر کمکی به نامهای temp و Last انجام می شود.



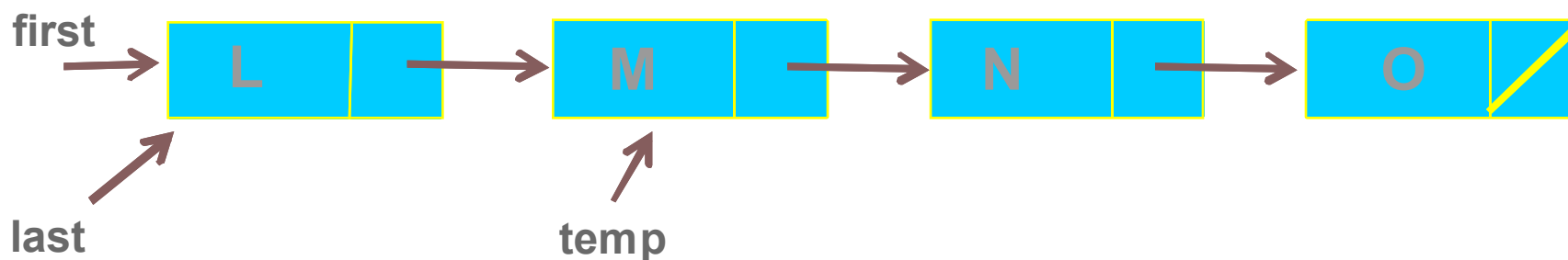
حذف از انتهای لیست پیوندی

حذف با استفاده از دو متغیر کمکی به نامهای temp و Last انجام می شود.



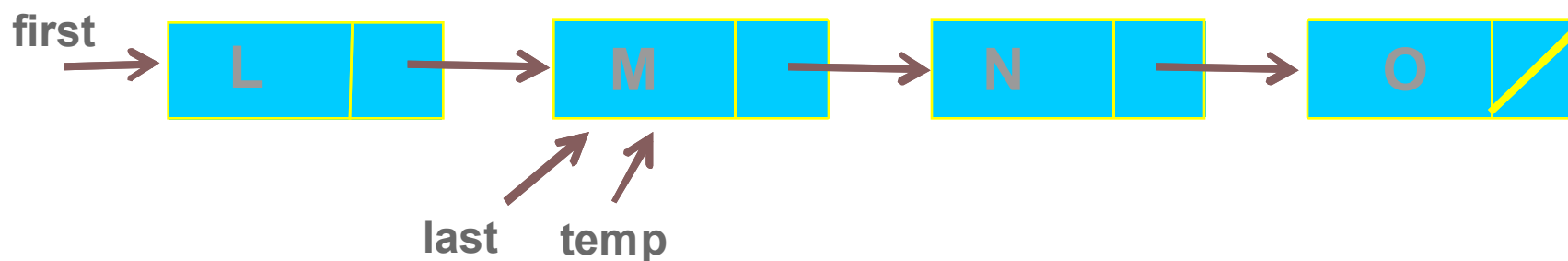
حذف از انتهای لیست پیوندی

حذف با استفاده از دو متغیر کمکی به نامهای temp و Last انجام می شود.



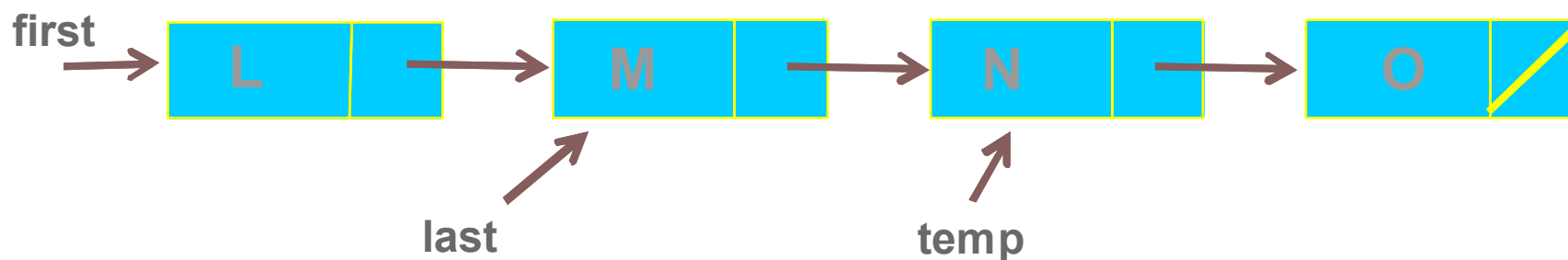
حذف از انتهای لیست پیوندی

حذف با استفاده از دو متغیر کمکی به نامهای temp و Last انجام می شود.



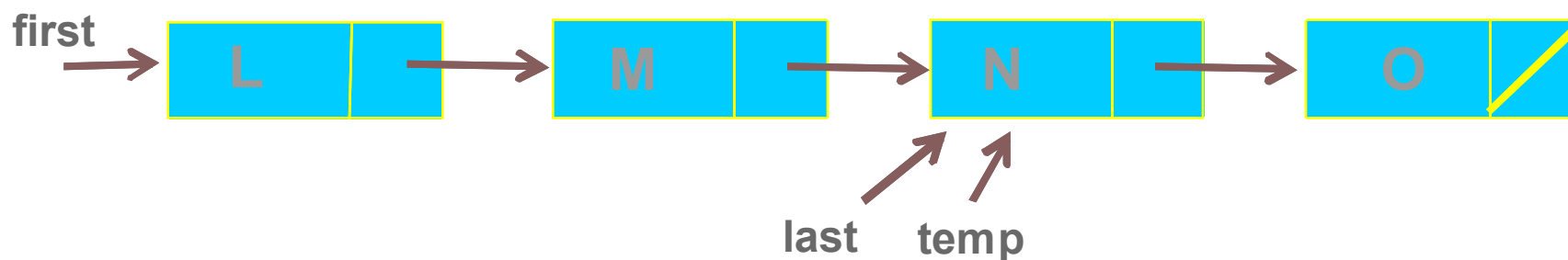
حذف از انتهای لیست پیوندی

حذف با استفاده از دو متغیر کمکی به نامهای temp و last انجام می شود.



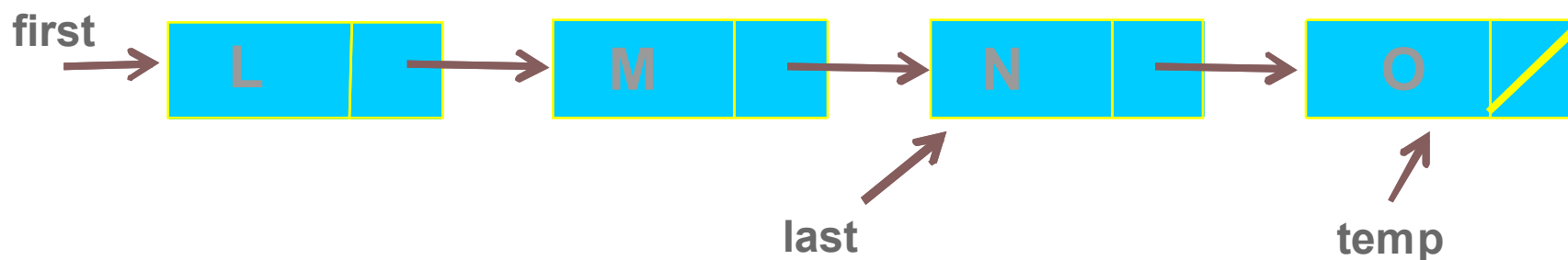
حذف از انتهای لیست پیوندی

حذف با استفاده از دو متغیر کمکی به نامهای temp و Last انجام می شود.



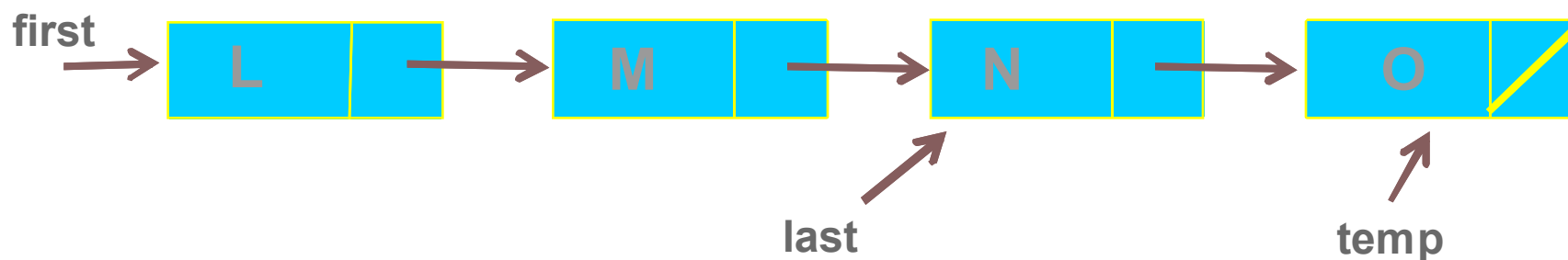
حذف از انتهای لیست پیوندی

حذف با استفاده از دو متغیر کمکی به نامهای temp و last انجام می شود.



حذف از انتهای لیست پیوندی

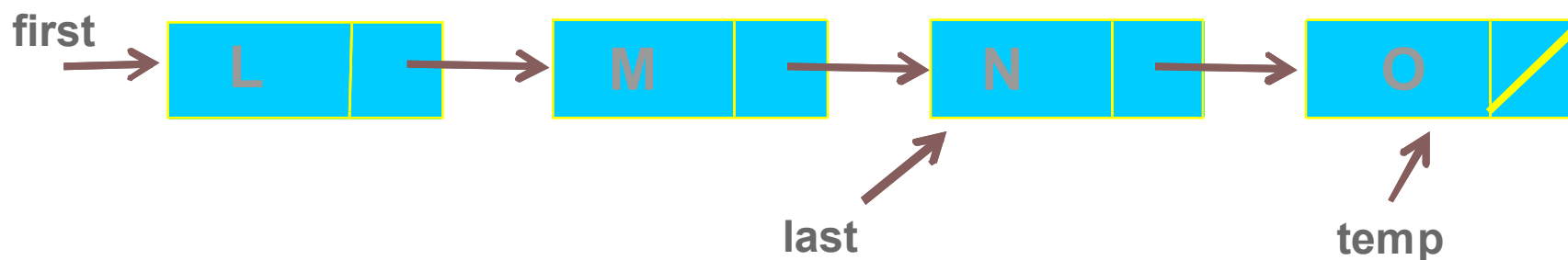
حذف با استفاده از دو متغیر کمکی به نامهای temp و last انجام می شود.



حال که temp به انتها رسید، عملیات حذف صورت میگیرد.

حذف از انتهای لیست پیوندی

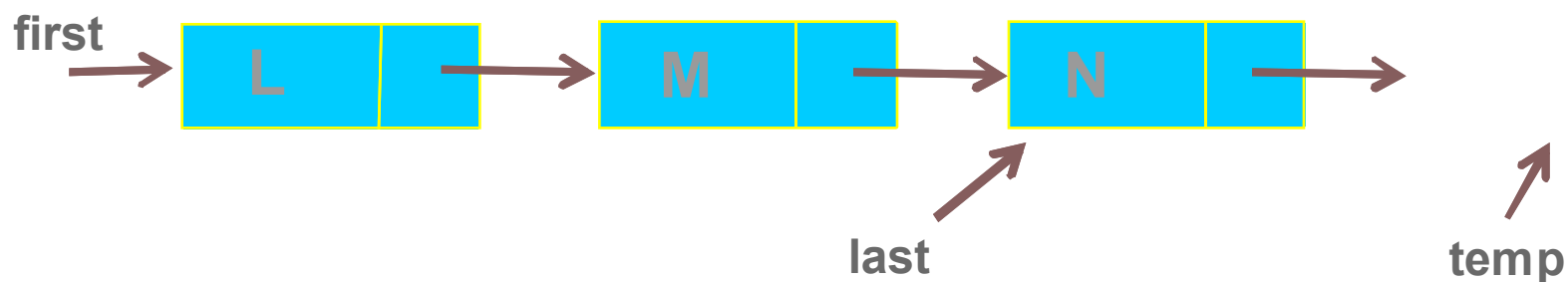
حذف با استفاده از دو متغیر کمکی به نامهای temp و last انجام می شود.



```
Delete(temp);
```

حذف از انتهای لیست پیوندی

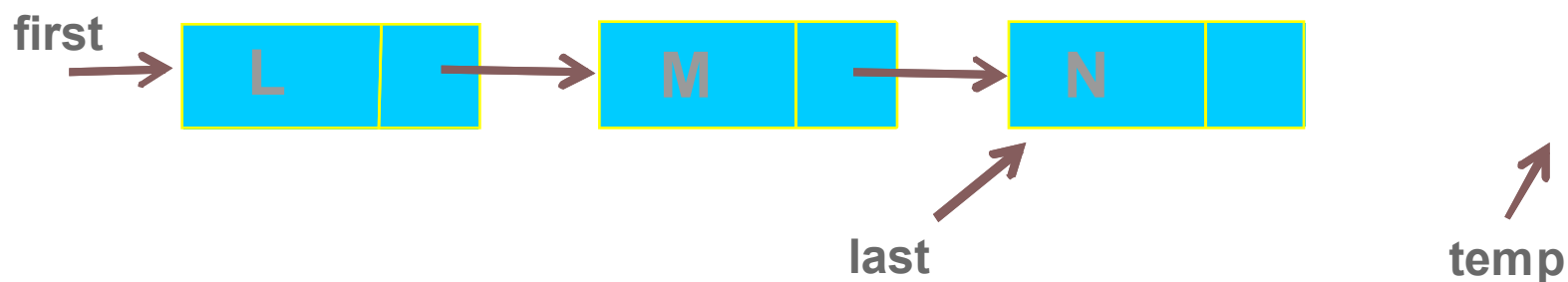
حذف با استفاده از دو متغیر کمکی به نامهای temp و last انجام می شود.



```
Delete(temp);
```


حذف از انتهای لیست پیوندی

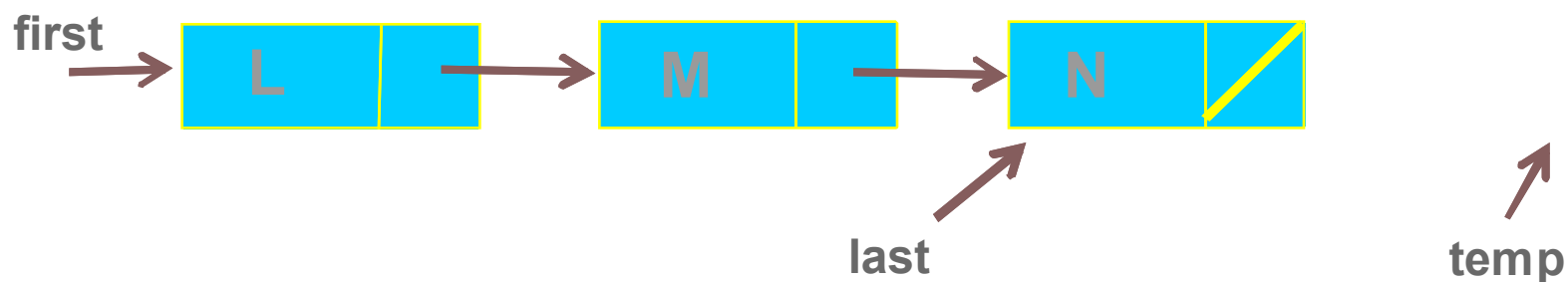
حذف با استفاده از دو متغیر کمکی به نامهای temp و Last انجام می شود.



`Last.next = null`

حذف از انتهای لیست پیوندی

حذف با استفاده از دو متغیر کمکی به نامهای temp و Last انجام می شود.



`Last.next = null`

حذف از انتهای لیست پیوندی

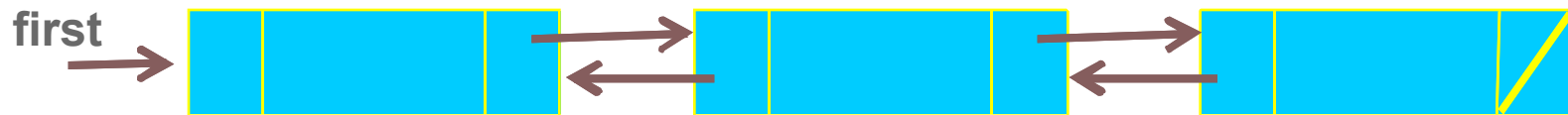
```
temp = first;
Last = null;
If (temp == null)
{
    // لیست خالی است //
}
If (temp.next == null;
{
    delete(temp);
    first = null;
}
```

اگر لیست
فقط یک
عنصر
داشته
باشد.

```
While(temp.next != null)
{
    last = temp;
    temp = temp.next;
}
Delete(temp);
last.next = null;
```

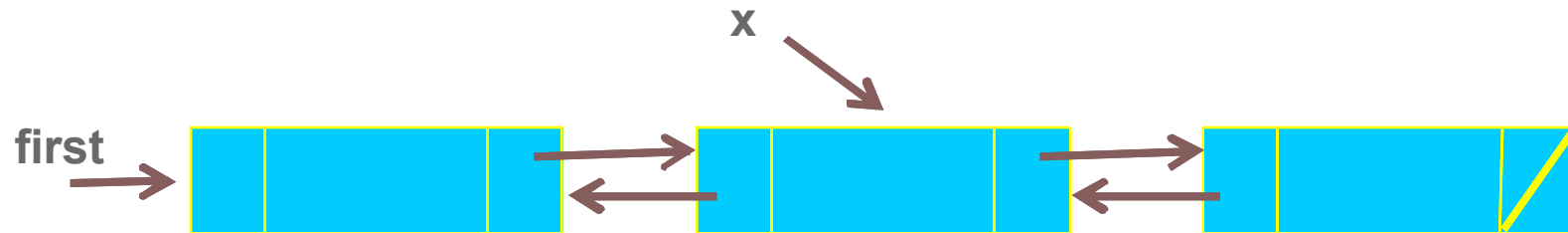
افزودن گرهی به یک لیست دو پیوندی

برای این کار نیاز به یک اشاره گر کمکی داریم.
این اشاره گر باید تا گرهی که می خواهیم گره جدید بعد آن درج شود به جلو حرکت کند.



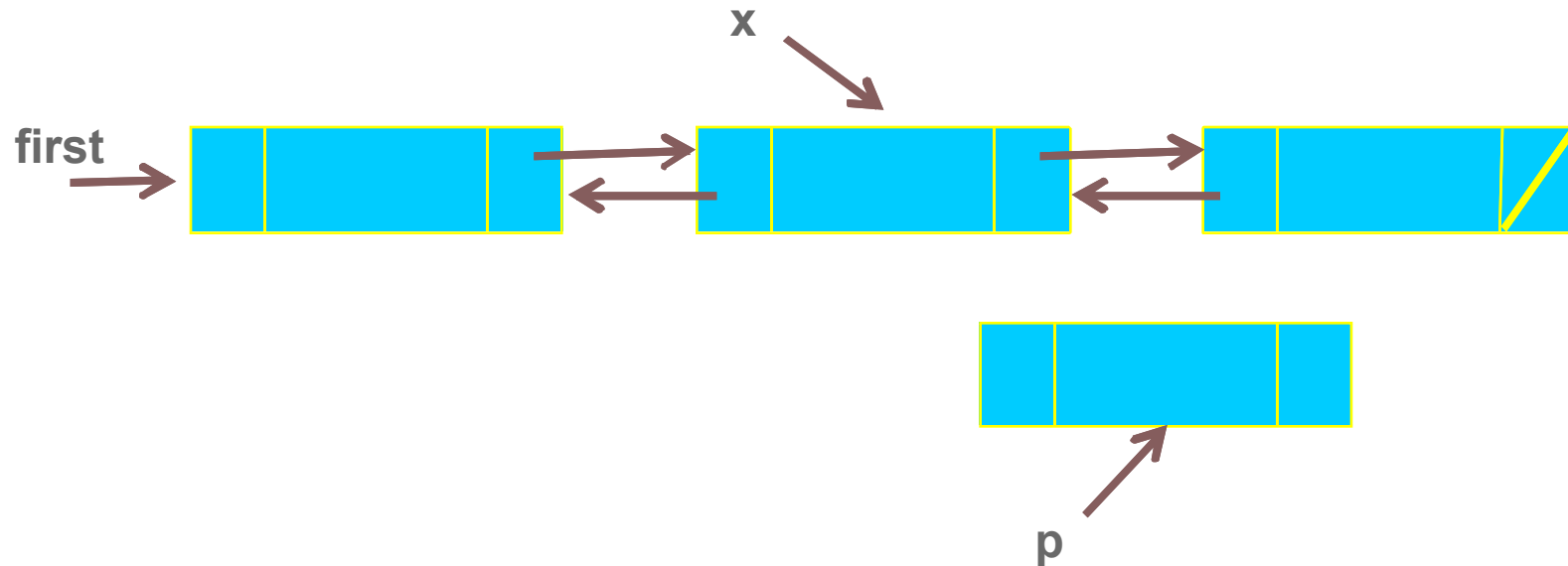
افزودن گرهی به یک لیست دو پیوندی

برای این کار نیاز به یک اشاره گر کمکی داریم. این اشاره گر باید تا گرهی که می خواهیم گره جدید بعد آن درج شود به جلو حرکت کند.



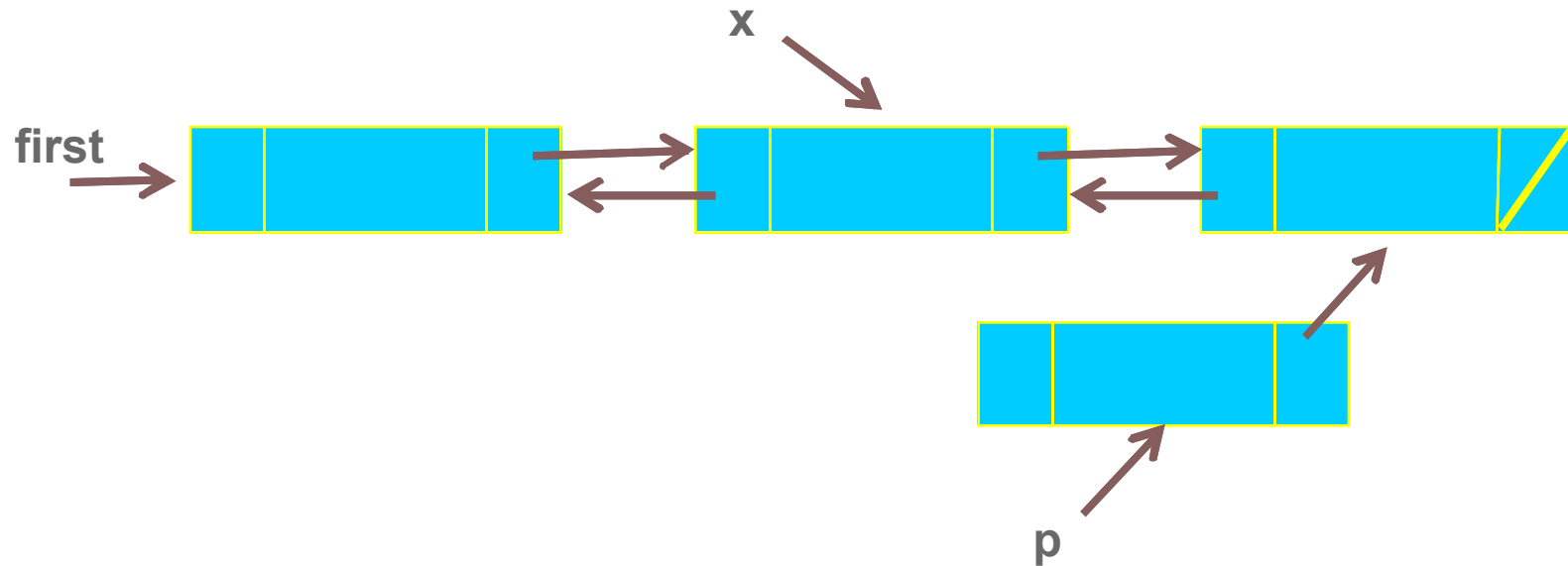
افزودن گرهی به یک لیست دو پیوندی

برای این کار نیاز به یک اشاره گر کمکی داریم. این اشاره گر باید تا گرهی که می خواهیم گره جدید بعد آن درج شود به جلو حرکت کند.



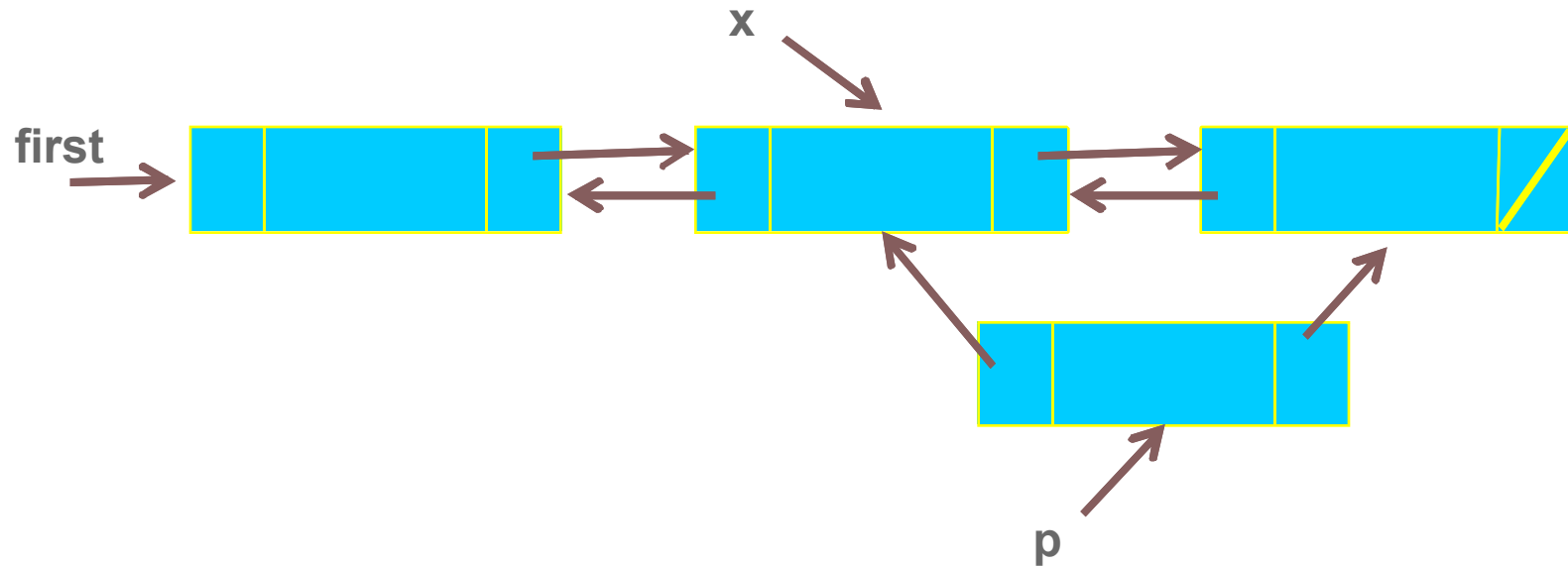
افزودن گرهی به یک لیست دو پیوندی

برای این کار نیاز به یک اشاره گر کمکی داریم. این اشاره گر باید تا گرهی که می خواهیم گره جدید بعد آن درج شود به جلو حرکت کند.



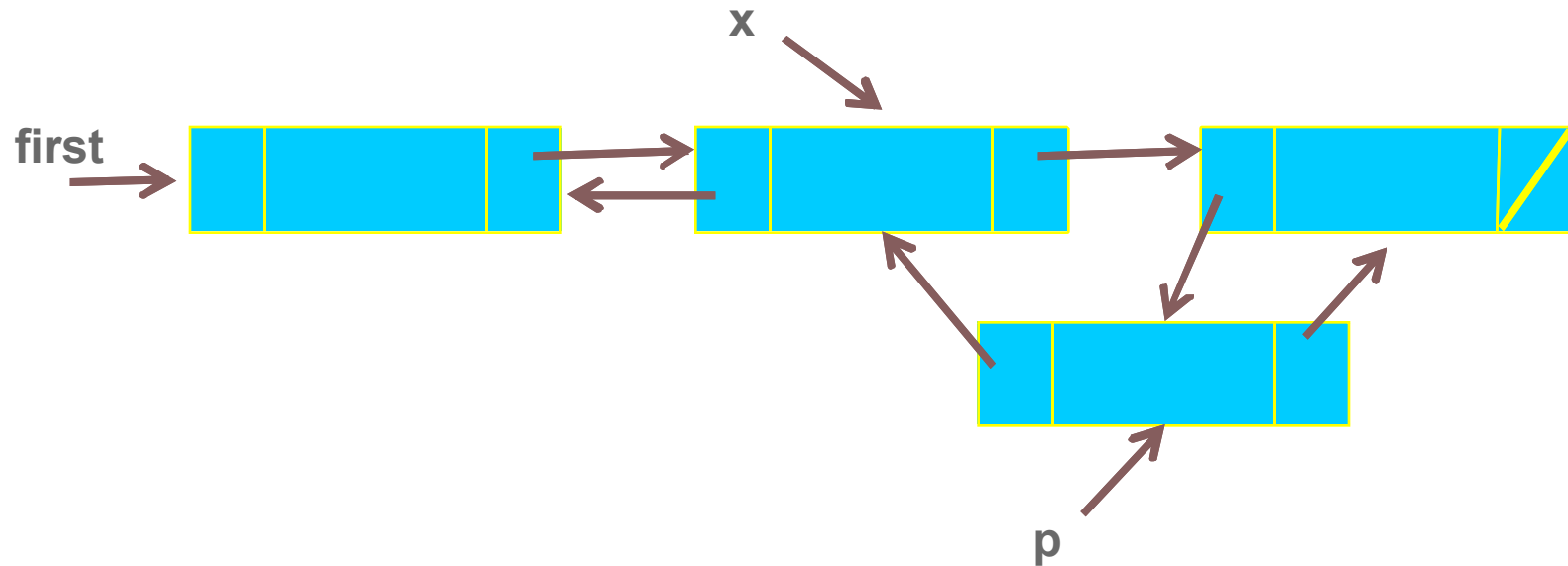
افزودن گرهی به یک لیست دو پیوندی

برای این کار نیاز به یک اشاره گر کمکی داریم. این اشاره گر باید تا گرهی که می خواهیم گره جدید بعد آن درج شود به جلو حرکت کند.



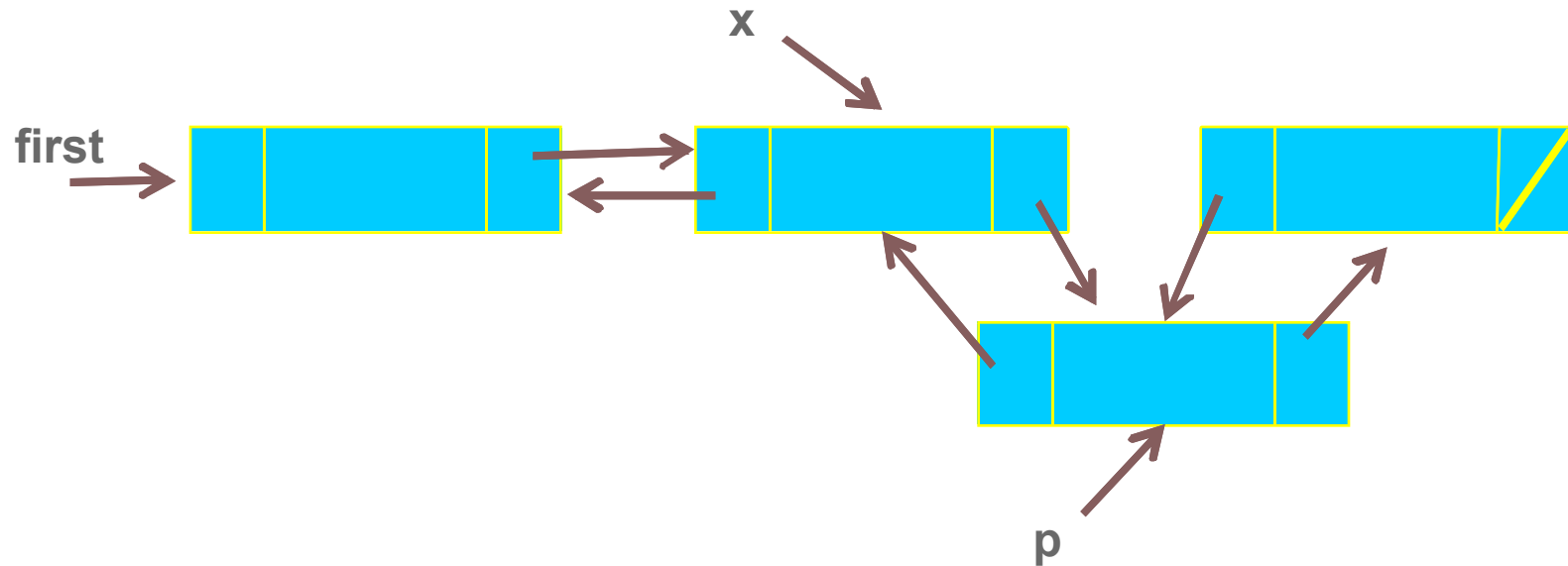
افزودن گرهی به یک لیست دو پیوندی

برای این کار نیاز به یک اشاره گر کمکی داریم. این اشاره گر باید تا گرهی که می خواهیم گره جدید بعد آن درج شود به جلو حرکت کند.



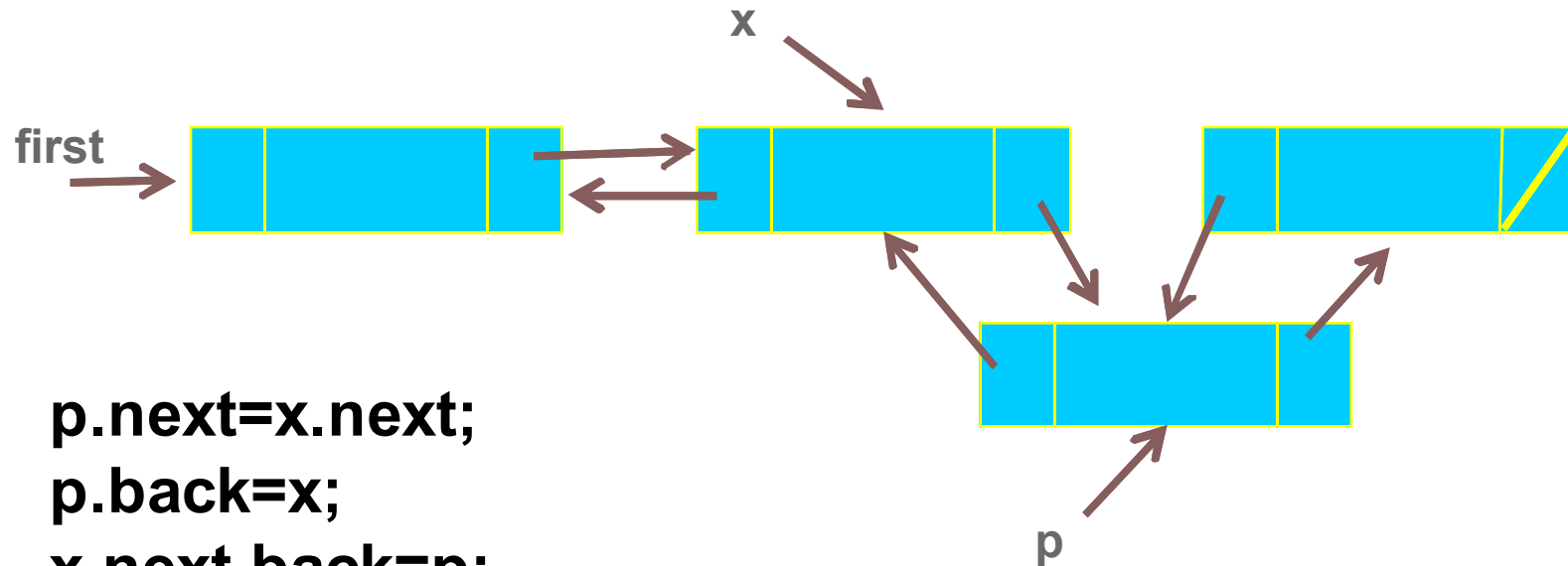
افزودن گرهی به یک لیست دو پیوندی

برای این کار نیاز به یک اشاره گر کمکی داریم. این اشاره گر باید تا گرهی که می خواهیم گره جدید بعد آن درج شود به جلو حرکت کند.



افزودن گرهی به یک لیست دو پیوندی

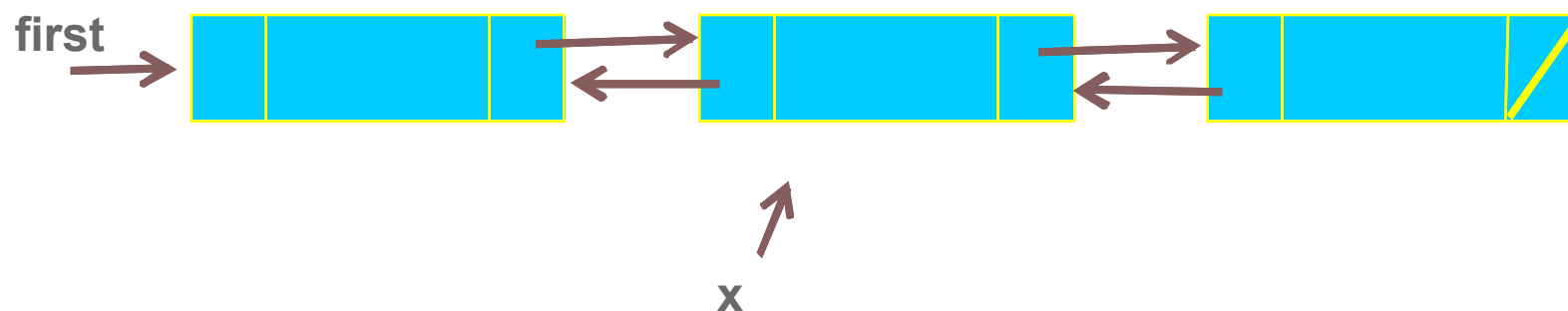
برای این کار نیاز به یک اشاره گر کمکی داریم. این اشاره گر باید تا گرهی که می خواهیم گره جدید بعد آن درج شود به جلو حرکت کند.



```
p.next=x.next;  
p.back=x;  
x.next.back=p;  
x.next=p;
```

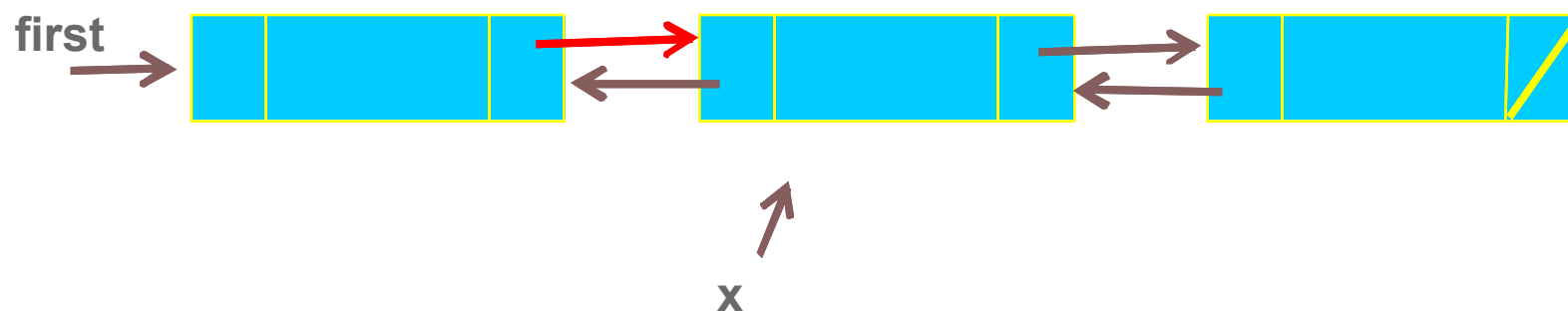
حذف گرهی از یک لیست دو پیوندی

برای این کار نیاز به یک اشاره گر کمکی داریم.
این اشاره گر باید تا گرهی که می خواهیم حذف شود به جلو حرکت کند.



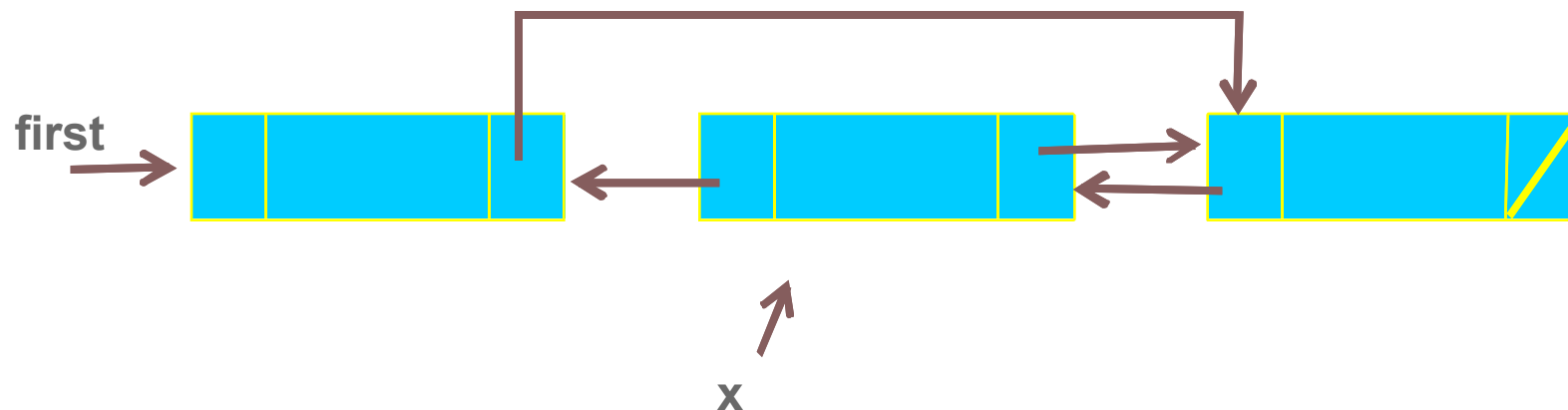
حذف گرهی از یک لیست دو پیوندی

برای این کار نیاز به یک اشاره گر کمکی داریم.
این اشاره گر باید تا گرهی که می خواهیم حذف شود به جلو حرکت کند.



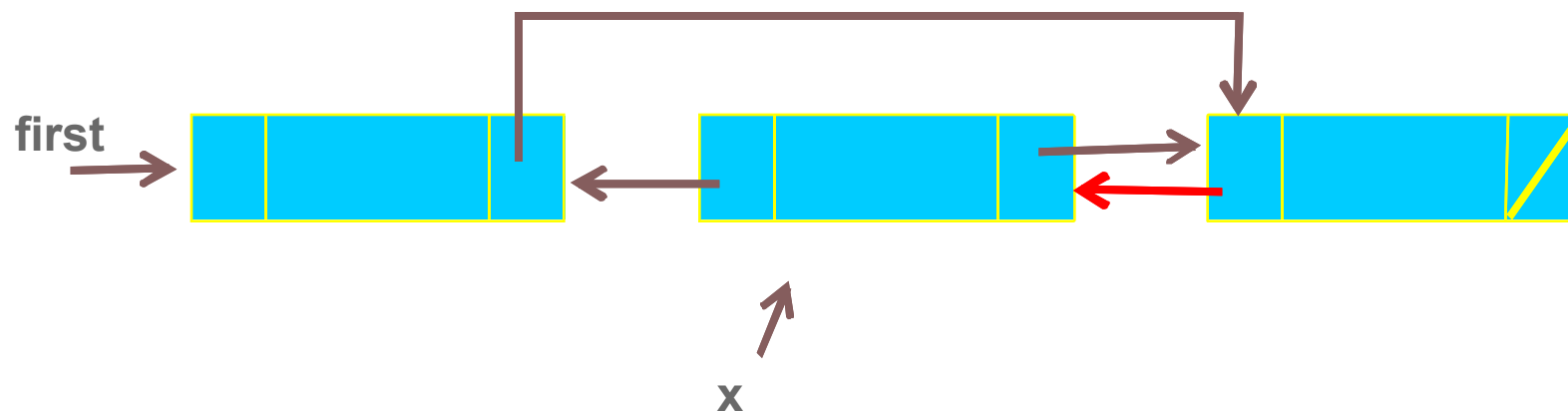
حذف گرهی از یک لیست دو پیوندی

برای این کار نیاز به یک اشاره گر کمکی داریم.
این اشاره گر باید تا گرهی که می خواهیم حذف شود به جلو حرکت کند.



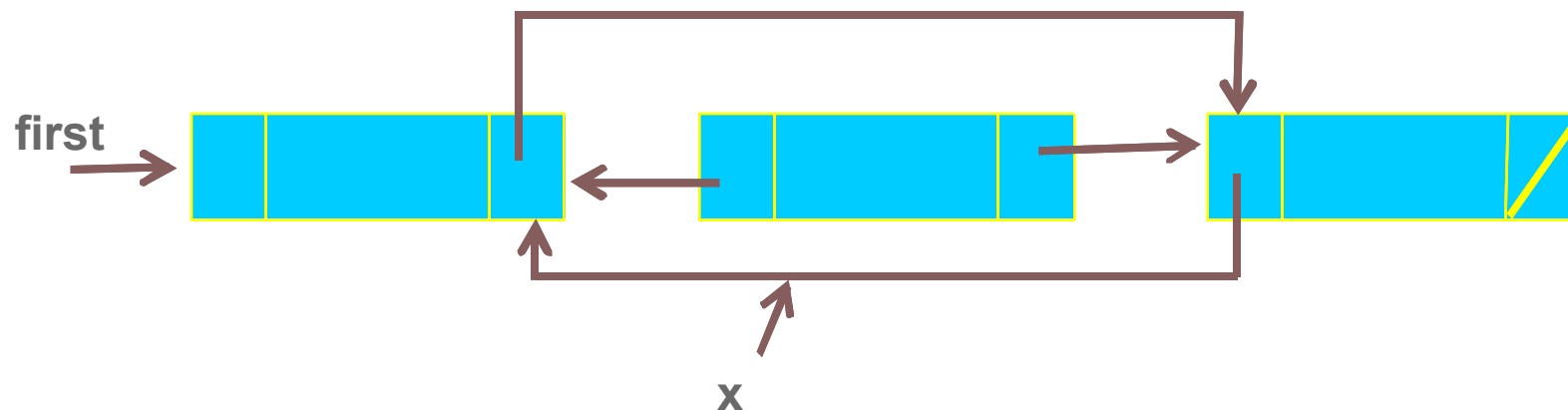
حذف گرهی از یک لیست دو پیوندی

برای این کار نیاز به یک اشاره گر کمکی داریم.
این اشاره گر باید تا گرهی که می خواهیم حذف شود به جلو حرکت کند.



حذف گرهی از یک لیست دو پیوندی

برای این کار نیاز به یک اشاره گر کمکی داریم.
این اشاره گر باید تا گرهی که می خواهیم حذف شود به جلو حرکت کند.



حذف گرهی از یک لیست دو پیوندی

برای این کار نیاز به یک اشاره گر کمکی داریم.
این اشاره گر باید تا گرهی که می خواهیم حذف شود به جلو حرکت کند.



حذف گرهی از یک لیست دو پیوندی

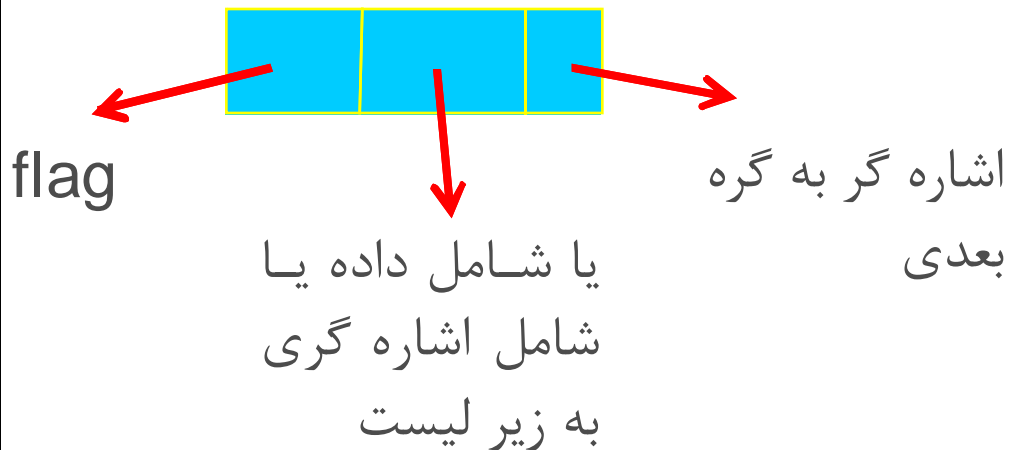
برای این کار نیاز به یک اشاره گر کمکی داریم.
این اشاره گر باید تا گرهی که می خواهیم حذف شود به جلو حرکت کند.



```
p.back.next=x.next;  
x.next.back = x.back;  
Delete(x);
```

لیست های عمومی

- در این لیست ها گره ها می توانند علاوه بر حالت عادی، به صورت زیر لیست باشند.
- در این حالت ساختار هر گره به صورت زیر است.



اگر مقدار **flag** صفر باشد، گره شامل داده ای معتبر است.

اگر مقدار **flag** یک باشد، قسمت داده شامل اشاره گری به ابتدای لیست خواهد بود.

لیست های عمومی

مثال

می خواهیم لیست زیر را با استفاده از لیست های عمومی پیاده سازی کنیم

$(a,b,c,(d,(e)),f)$

first



لیست های عمومی

مثال

می خواهیم لیست زیر را با استفاده از لیست های عمومی پیاده سازی کنیم

$(a,b,c,(d,(e)),f)$

first



لیست های عمومی

مثال

می خواهیم لیست زیر را با استفاده از لیست های عمومی پیاده سازی کنیم

$(a,b,c,(d,(e)),f)$



لیست های عمومی

مثال

می خواهیم لیست زیر را با استفاده از لیست های عمومی پیاده سازی کنیم

$(a,b,c,(d,(e)),f)$



لیست های عمومی

مثال

می خواهیم لیست زیر را با استفاده از لیست های عمومی پیاده سازی کنیم

$(a,b,c,(d,(e)),f)$

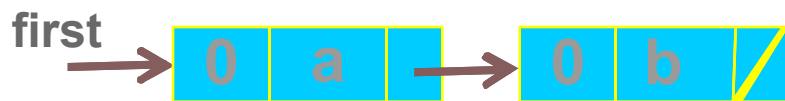


لیست های عمومی

مثال

می خواهیم لیست زیر را با استفاده از لیست های عمومی پیاده سازی کنیم

$(a,b,c,(d,(e)),f)$



لیست های عمومی

مثال

می خواهیم لیست زیر را با استفاده از لیست های عمومی پیاده سازی کنیم

$(a,b,c,(d,(e)),f)$



لیست های عمومی

مثال

می خواهیم لیست زیر را با استفاده از لیست های عمومی پیاده سازی کنیم

$(a,b,c,(d,(e)),f)$

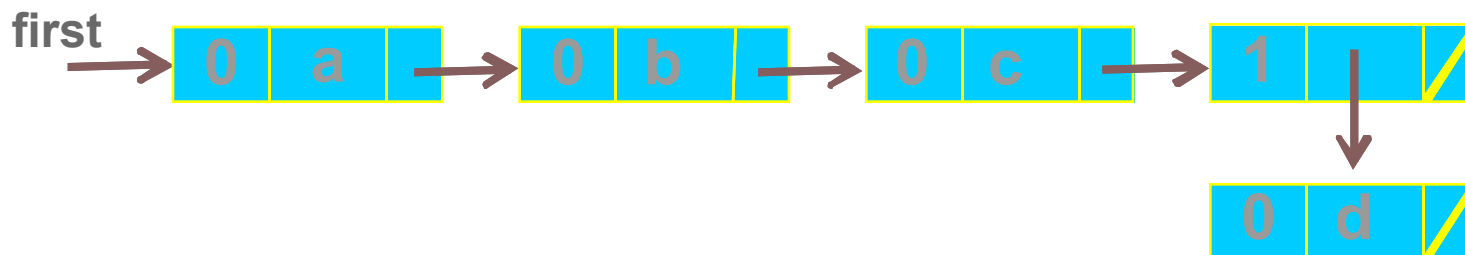


لیست های عمومی

مثال

می خواهیم لیست زیر را با استفاده از لیست های عمومی پیاده سازی کنیم

$(a,b,c,(d,(e)),f)$

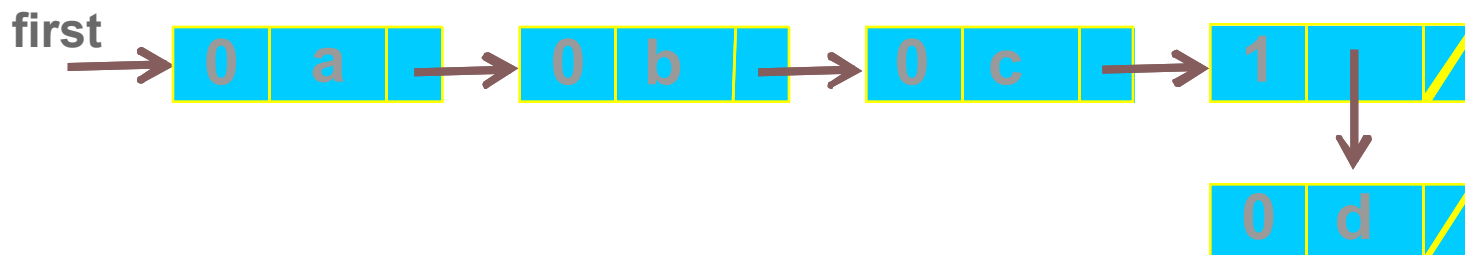


لیست های عمومی

مثال

می خواهیم لیست زیر را با استفاده از لیست های عمومی پیاده سازی کنیم

$(a,b,c,(d,(e)),f)$

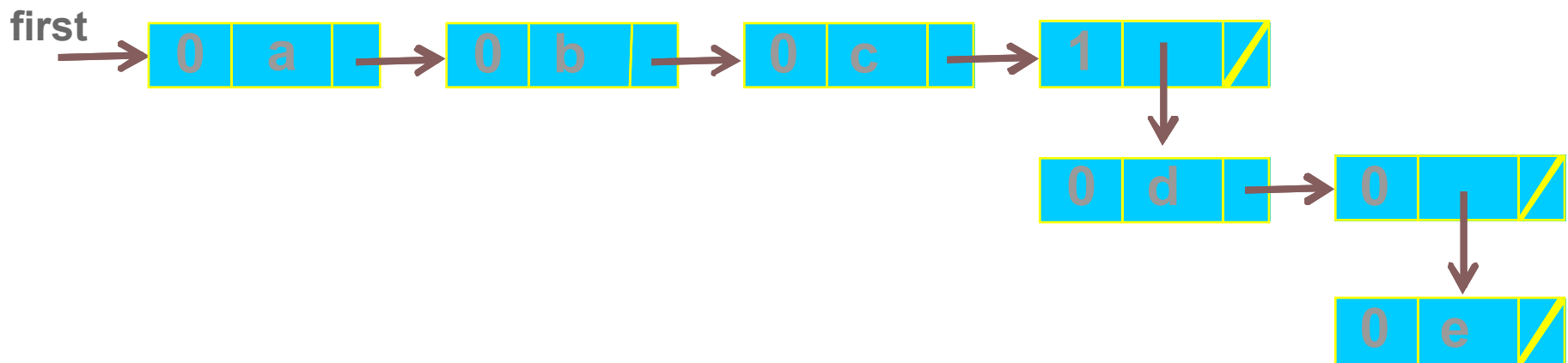


لیست های عمومی

مثال

می خواهیم لیست زیر را با استفاده از لیست های عمومی پیاده سازی کنیم

$(a,b,c,(d,(e)),f)$

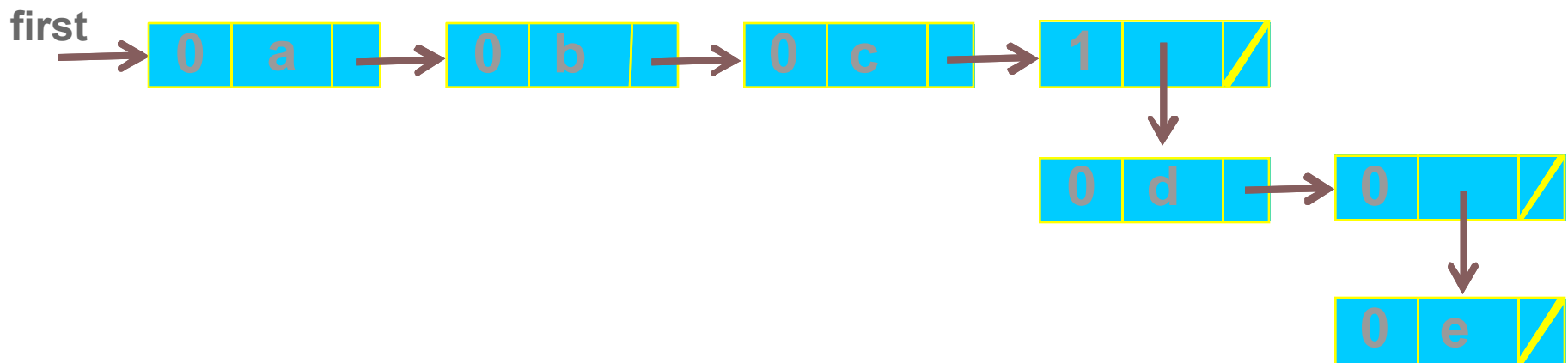


لیست های عمومی

مثال

می خواهیم لیست زیر را با استفاده از لیست های عمومی پیاده سازی کنیم

$(a,b,c,(d,(e)),f)$

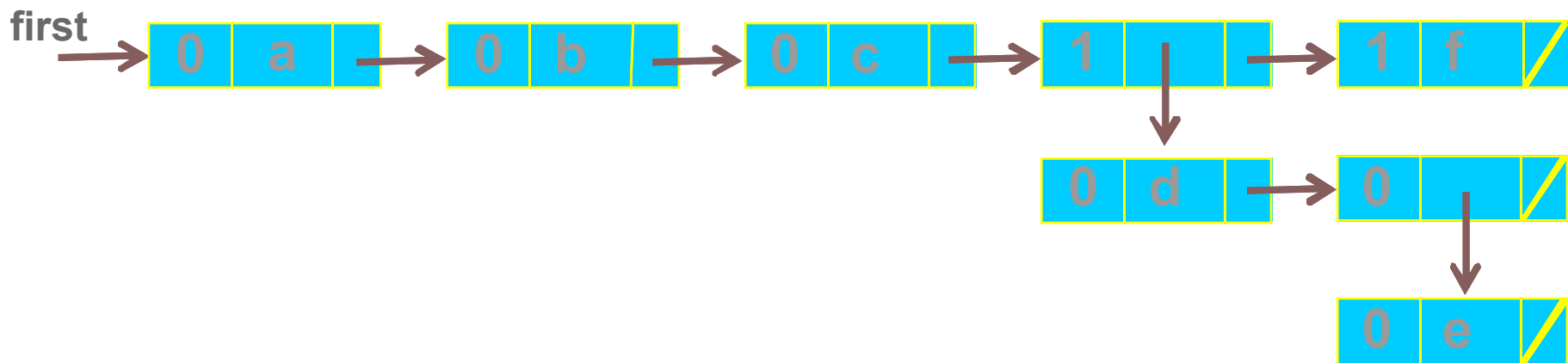


لیست های عمومی

مثال

می خواهیم لیست زیر را با استفاده از لیست های عمومی پیاده سازی کنیم

$(a,b,c,(d,(e)),f)$



نمایش چند جمله ای ها توسط پشته

مثال

می خواهیم چند جمله ای زیر را با استفاده از لیست های پیوندی نمایش دهیم.

$$ax^5 + bx^3 + cx$$

نمایش چند جمله ای ها توسط پشته

مثال

می خواهیم چند جمله ای زیر را با استفاده از لیست های پیوندی نمایش دهیم.

$$ax^5 + bx^3 + cx$$

ضریب

توان

Next

نمایش چند جمله ای ها توسط پشته

مثال

می خواهیم چند جمله ای زیر را با استفاده از لیست های پیوندی نمایش دهیم.

$$ax^5 + bx^3 + cx$$

ضریب

توان

Next

first
→

نمایش چند جمله ای ها توسط پشته

مثال

می خواهیم چند جمله ای زیر را با استفاده از لیست های پیوندی نمایش دهیم.

$$ax^5 + bx^3 + cx$$

ضریب	توان	Next
------	------	------



نمایش چند جمله ای ها توسط پشته

مثال

می خواهیم چند جمله ای زیر را با استفاده از لیست های پیوندی نمایش دهیم.

$$ax^5 + bx^3 + cx$$

ضریب	توان	Next
------	------	------

first →

a	5	/
---	---	---

نمایش چند جمله ای ها توسط پشته

مثال

می خواهیم چند جمله ای زیر را با استفاده از لیست های پیوندی نمایش دهیم.

$$ax^5 + bx^3 + cx$$

ضریب	توان	Next
------	------	------

first →

a	5	/
---	---	---

نمایش چند جمله ای ها توسط پشته

مثال

می خواهیم چند جمله ای زیر را با استفاده از لیست های پیوندی نمایش دهیم.

$$ax^5 + bx^3 + cx$$

ضریب	توان	Next
------	------	------



نمایش چند جمله ای ها توسط پشته

مثال

می خواهیم چند جمله ای زیر را با استفاده از لیست های پیوندی نمایش دهیم.

$$ax^5 + bx^3 + cx$$

ضریب	توان	Next
------	------	------



نمایش چند جمله ای ها توسط پشته

مثال

می خواهیم چند جمله ای زیر را با استفاده از لیست های پیوندی نمایش دهیم.

$$ax^5 + bx^3 + cx$$

ضریب توان Next



بحث جلسه بعد

• درختها

- انواع درخت ها
- پیاده سازی درختان دودویی
- پیمایش درختان دودویی
- درخت جستجوی دودویی
- درخت هرم
- درخت های عمومی
- درخت دودویی نخکشی شد
- درختهای انتخاب
- جنگل ها