

## تجزیه انتقال کاهش با پشته

✓ استفاده از پشته به منظور نگهداری نمادهای گرامر

✓ استفاده از میانگیر ورودی جهت نگهداری رشته مورد نظر برای تجزیه

### روند تجزیه

۱- انتقال صفر یا چند نماد به پشته توسط تجزیه کننده

۲- ادامه مرحله ۱ تا زمان پیدا شدن یک دستگیره در بالای پشته

۳- کاهش دستگیره پیدا شده به سمت چپ قانون گرامری مناسب آن

### عملیات انتقال کاهش با پشته

انتقال ← انتقال نماد بعدی ورودی به بالای پشته

کاهش ← وجود انتهای سمت راست دستگیره در بالای پشته و یافتن سمت چپ آن و تصمیم گیری برای جایگزینی

پذیرش ← اعلام تکمیل موفقیت آمیز عمل تجزیه

خطا ← تشخیص خطای نحوی و فراخوانی رویه پوشش خطا

$$E \rightarrow E + T \mid T$$

$$T \rightarrow T * F \mid F$$

$$F \rightarrow (E) \mid id$$

پشته	ورودی	عمل
$S$	$id_1 * id_p S$	انتقال
$Sid_1$	$* id_p S$	کاهش $F \rightarrow id$
$SF$	$* id_p S$	کاهش $T \rightarrow F$
$ST$	$* id_p S$	انتقال
$ST *$	$id_p S$	کاهش $F \rightarrow id$
$ST * id_p$	$S$	کاهش $T \rightarrow T * F$
$ST * F$	$S$	کاهش $E \rightarrow T$
$ST$	$S$	پذیرش
$SE$	$S$	

# تجزیه انتقال کاهش با پشته

(1)  $E \rightarrow E + E$

(2)  $E \rightarrow E * E$

(3)  $E \rightarrow ( E )$

(4)  $E \rightarrow id$

رشته  $id1 + id2 * id3$



$E \rightarrow E + E$

$\rightarrow E + E * E$

$\rightarrow E + E * id3$

$\rightarrow E + id2 * id3$

$\rightarrow id1 + id2 * id3$

پشته	ورودی	عمل
\$	$id1 + id2 * id3 \$$	Shift
$\$id1$	$+ id2 * id3 \$$	Reduce by $E \rightarrow id$
$\$E$	$+ id2 * id3 \$$	Shift
$\$E +$	$id2 * id3 \$$	Shift
$\$E + id2$	$* id3 \$$	Reduce by $E \rightarrow id$
$\$E + E$	$* id3 \$$	Shift
$\$E + E *$	$id3 4$	Shift
$\$E + E * id3$	$\$$	Reduce by $E \rightarrow id$
$\$ E + E * E$	$\$$	Reduce by $E \rightarrow E * E$
$\$ E + E$	$\$$	Reduce $E \rightarrow E + E$
$\$E$	$\$$	accept

۱- انتقال: اگر  $action[i,a]=s_n$  باشد، برنامه تجزیه کننده، ابتدا نماد ورودی  $a$  و سپس  $n$  را به بالای پشته منتقل می‌کند.

۲- کاهش: اگر  $action[i,a]=r_n$  باشد، یک دستگیره یافت شده است که باید کاهش یابد. اگر  $n$  شماره قاعده تولید  $A \rightarrow \beta$  باشد، برنامه تجزیه کننده، دنباله  $\beta$  را از بالای پشته حذف می‌کند.

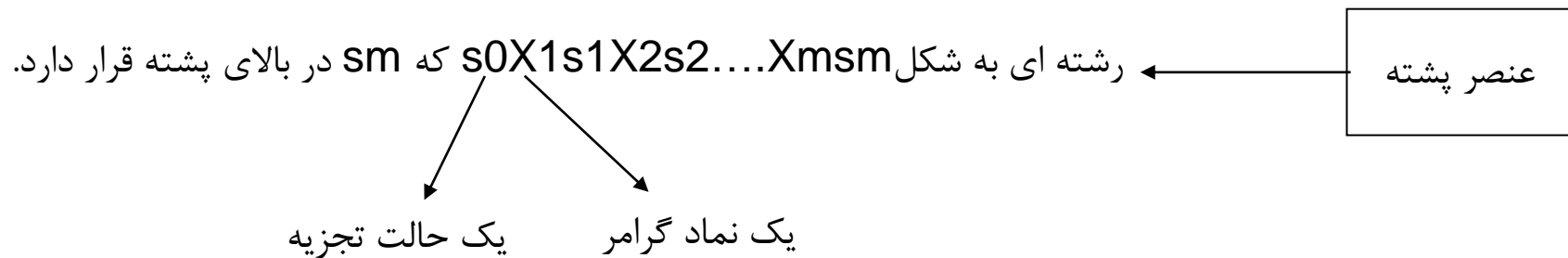
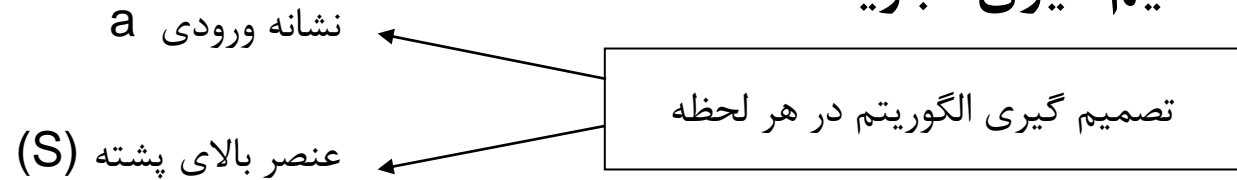
پس از حذف  $\beta$  اگر حالت بالای پشته  $m$  باشد، برنامه تجزیه کننده ابتدا  $A$  و سپس، عدد موجود در  $goto[m,A]$  را به بالای پشته اضافه می‌کند.

لازم به ذکر است که برای حذف  $\beta$  از بالای پشته تعداد  $2|\beta|$  (تعداد نمادها و یا طول  $\beta$  است) از بالای پشته حذف می‌گردد. زیرا بین هر نماد در پشته یک شماره حالت نیز وجود دارد در نتیجه برای حذف  $|\beta|$  نماد از بالای پشته، به تعداد  $|\beta|$  حالت نیز حذف می‌گردد.

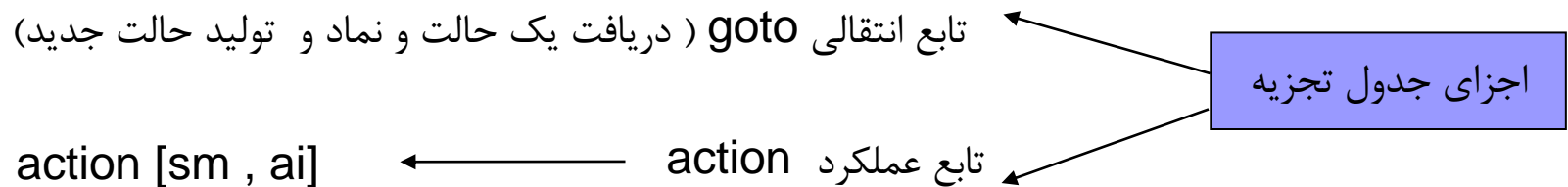
۳- پذیرش: اگر  $action[i,a]=accept$  باشد، تجزیه رشته ورودی با موفقیت انجام شده است.

۴- خطا: اگر  $action[i,a]=error$  باشد، تجزیه رشته ورودی با عدم موفقیت روبرو شده است.

## تصمیم گیری تجزیه LR



## جدول تجزیه



action [sm , ai]

action	goto
$a_1 a_2 \dots a_i$	
$m$	

$E \rightarrow E+T$   
 $E \rightarrow T$   
 $T \rightarrow id$

- 1-  $S \rightarrow E$
- 2-  $E \rightarrow E+T$
- 3-  $E \rightarrow T$
- 4-  $T \rightarrow id$

دستگیره‌ها

رشته	قواعد تولید خروجی تجزیه کننده LR	دستگیره
id+id	$T \rightarrow id$	id
T+id	$E \rightarrow T$	T
E+id	$T \rightarrow id$	id
E+T	$E \rightarrow E+T$	E+T
E		

جدول تجزیه LR

حالات	action			goto	
	id	+	\$	T	E
0	s1	error	error	2	3
1	r4	r4	r4		
2	r3	r3	r3		
3	error	s4	accept		
4	s1	error	error	5	
5	r2	r2	r2		

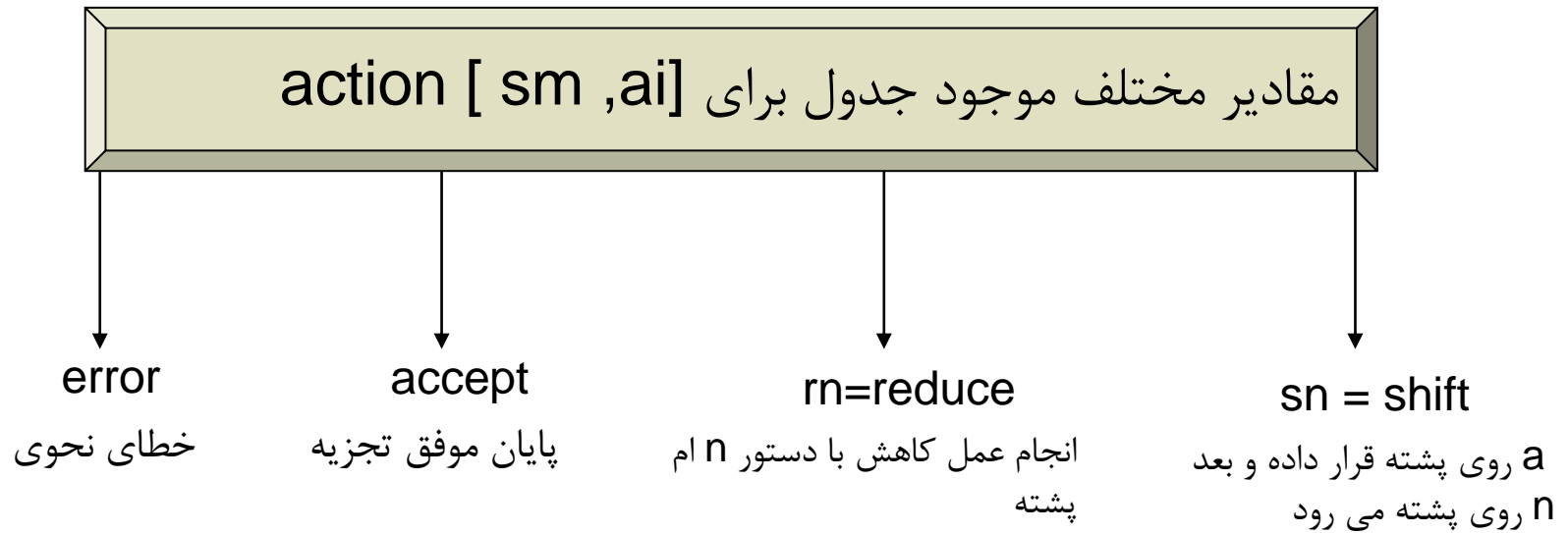
### مراحل تجزیه رشته id+id

پشته	رشته ورودی	خروجی	توضیحات
0	id+id\$		با توجه به $action[0.id]=s1$ تجزیه کننده id و سپس 1 را به پشته منتقل می‌کند، نتیجه این تغییر در مرحله بعد نشان داده شده است.
0id1	+id\$	$T \rightarrow id$	با توجه به $action[1,+]=r4$ و با توجه به اینکه قاعده تولید شماره 4 قاعده تولید $T \rightarrow id$ است، تجزیه کننده id و 1 را از بالای پشته حذف می‌کند. در نتیجه حالت بالای پشته 0 است. با توجه به $goto[0.T]=2$ ، تجزیه کننده ابتدا T و سپس 2 را به پشته اضافه می‌کند. در این مرحله id دستگیره است. نتیجه این تغییر در مرحله بعد نشان داده شده است.
0T2	+id\$	$E \rightarrow T$	با توجه به $action[2,+]=r3$ ، و با توجه به اینکه قاعده تولید شماره 3 قاعده تولید $E \rightarrow T$ است، تجزیه کننده T و 2 را از بالای پشته حذف می‌کند. در نتیجه حالت بالای پشته 0 است. با توجه به $goto[0.E]=3$ ، تجزیه کننده ابتدا E و سپس 3 را به پشته اضافه می‌کند. در این مرحله T دستگیره است. نتیجه این تغییر در مرحله بعد نشان داده شده است.
0E3	+id\$		با توجه به $action[3,+]=s4$ تجزیه کننده + و سپس 4 را به پشته منتقل می‌کند، نتیجه این تغییر در مرحله بعد نشان داده شده است.

0E3+4	id\$		با توجه به $action[4,id]=s1$ تجزیه کننده id و سپس 1 را به پشته منتقل می کند. نتیجه این تغییر در مرحله بعد نشان داده شده است.
0E3+4id1	\$	$T \rightarrow id$	با توجه به $action[1,$]=r4$ ، و با توجه به اینکه قاعده تولید شماره 4 قاعده تولید $T \rightarrow id$ است، تجزیه کننده id و 1 را از بالای پشته حذف می کند. در نتیجه حالت بالای پشته 4 است. با توجه به $goto[4,T]=5$ ، تجزیه کننده ابتدا T و سپس 5 را به پشته اضافه می کند. در این مرحله id دستگیره است. نتیجه این تغییر در مرحله بعد نشان داده شده است.
0E3+4T5	\$	$E \rightarrow E+T$	با توجه به $action[5,$]=r2$ ، و با توجه به اینکه قاعده تولید شماره 2 قاعده تولید $E \rightarrow E+T$ است، تجزیه کننده E+T و اعداد بین این نمادها یعنی 5,4,3 را حذف می کند. در نتیجه حالت بالای پشته 0 است. با توجه به $goto[0,E]=3$ ، تجزیه کننده ابتدا E و سپس 3 را به پشته اضافه می کند. در این مرحله E+T دستگیره است. نتیجه این تغییر در مرحله بعد نشان داده شده است.
0E3	\$		با توجه به $action[3,$]=accept$ تجزیه کننده رشته را می پذیرد.



## تجزیه LR – جدول تجزیه



## تجزیه انتقال کاهش – تناقض ها

تردید در عمل انتقال یا عمل کاهش در زمان تصمیم گیری برای تجزیه کننده

تناقض انتقال – کاهش

وجود چند قانون برای کاهش یک رشته در یک زمان

تناقض کاهش کاهش

# تجزیه LR – روال تجزیه

۱- قرار دادن رشته ورودی  $w$  به همراه علامت  $\$$  در انتهای آن در میانگیر ورودی

۲- گذاردن  $s_0$  در پشته به عنوان اولیه حالت

۳- خواندن وارده جدول تجزیه برای  $[s_0, \$]$

۴- اجرای عمل در نظر گرفته شده در جدول  $[shift, reduce, accept, error]$

۵- اگر پیکربندی پشته در یک لحظه بصورت:  
 $S_0 X_1 s_1 X_2 s_2 \dots X_m s_m, a_i a_{i+1} \dots a_n \$$

۶- با خواندن  $a$  نماد ورودی جاری و  $S$  حالت بالای پشته مراجعه به جدول و انجام یک مورد:

Shift, reduce

۷- تبدیل رشته روی پشته پس از  $s$  Shift بصورت:

$S_0 X_1 s_1 X_2 s_2 \dots X_m s_m a_i s, a_{i+1} \dots a_n \$$

۸- تبدیل رشته روی پشته پس از  $A$  reduce بصورت:

$S_0 X_1 s_1 X_2 s_2 \dots X_{m-r} s_{m-r} A s, a_i a_{i+1} \dots a_n \$$

۹- اعلام پایان موفق تجزیه با دیدن  $accept$  در جدول

۱۰- فراخوانی رویه پوشش خطا با دیدن  $error$

با توجه به گرامر زیر  $\text{closure}(\{S \rightarrow \cdot E\})$  را محاسبه کنید.

$S \rightarrow E$   
 $E \rightarrow E+T$   
 $E \rightarrow T$   
 $T \rightarrow id$

با استفاده از قانون ۱ عنصر  $S \rightarrow \cdot E$  به  $\text{closure}(\{S \rightarrow \cdot E\})$  اضافه می‌گردد. در نتیجه:

$$\text{closure}(\{S \rightarrow \cdot E\}) = \{S \rightarrow \cdot E\}$$

با استفاده از قانون ۲،  $S \rightarrow \cdot E$  در  $\text{closure}(\{S \rightarrow \cdot E\})$  و  $E \rightarrow E+T$  و  $E \rightarrow T$  در گرامر است، در

نتیجه  $E \rightarrow \cdot T$  و  $E \rightarrow \cdot E+T$  به  $\text{closure}(\{S \rightarrow \cdot E\})$  اضافه می‌گردد، در نتیجه:

$$\text{closure}(\{S \rightarrow \cdot E\}) = \{S \rightarrow \cdot E, E \rightarrow \cdot E+T, E \rightarrow \cdot T\}$$

با استفاده از قانون ۲،  $E \rightarrow \cdot T$  در  $\text{closure}(\{S \rightarrow \cdot E\})$  و  $T \rightarrow id$  در گرامر است در نتیجه  $T \rightarrow \cdot id$

نیز به مجموعه  $\text{closure}(\{S \rightarrow \cdot E\})$  اضافه می‌گردد. در نتیجه:

$$\text{closure}(\{S \rightarrow \cdot E\}) = \{S \rightarrow \cdot E, E \rightarrow \cdot E+T, E \rightarrow \cdot T, T \rightarrow \cdot id\}$$

اعمال قوانین ۱ و ۲ در  $\text{closure}(\{S \rightarrow \cdot E\})$  عنصر جدیدی را اضافه نمی‌کند. در نتیجه:

$$\text{closure}(\{S \rightarrow \cdot E\}) = \{S \rightarrow \cdot E, E \rightarrow \cdot E+T, E \rightarrow \cdot T, T \rightarrow \cdot id\}$$

مجموعه  $S1$  با استفاده از قوانین محاسبه  $\text{closure}(\{T \rightarrow id\})$  نیز قابل محاسبه است. با استفاده

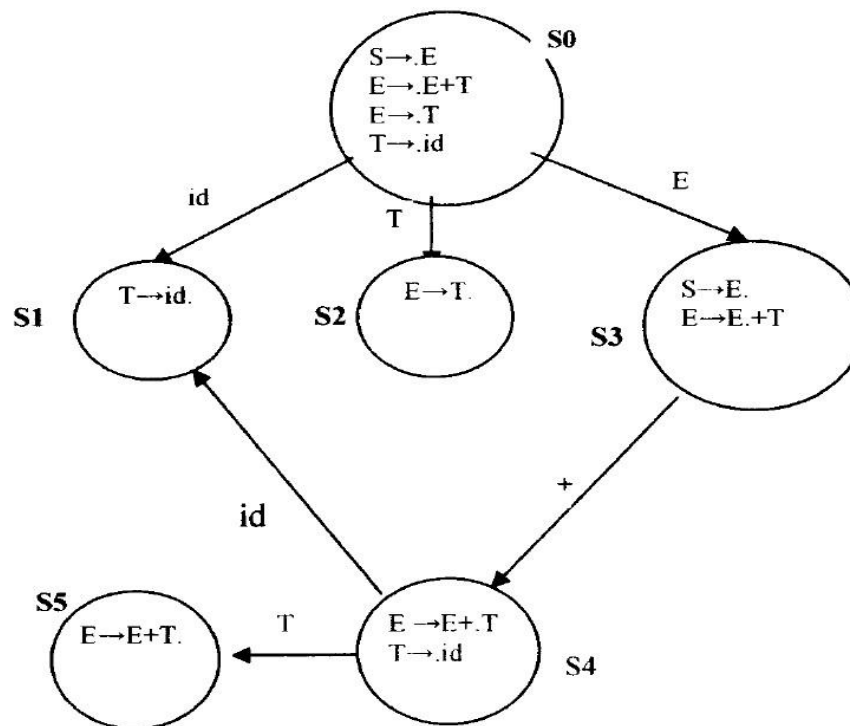
از قوانین محاسبه  $\text{closure}$  نتیجه ذیل به دست می‌آید.

$$\text{closure}(\{T \rightarrow id\}) = \{T \rightarrow id\}$$

$E \rightarrow E+T$   
 $E \rightarrow T$   
 $T \rightarrow id$

$S \rightarrow E$   
 $E \rightarrow E+T$   
 $E \rightarrow T$   
 $T \rightarrow id$

$S \rightarrow .E$   
 $E \rightarrow .E+T$   
 $E \rightarrow .T$   
 $T \rightarrow .id$

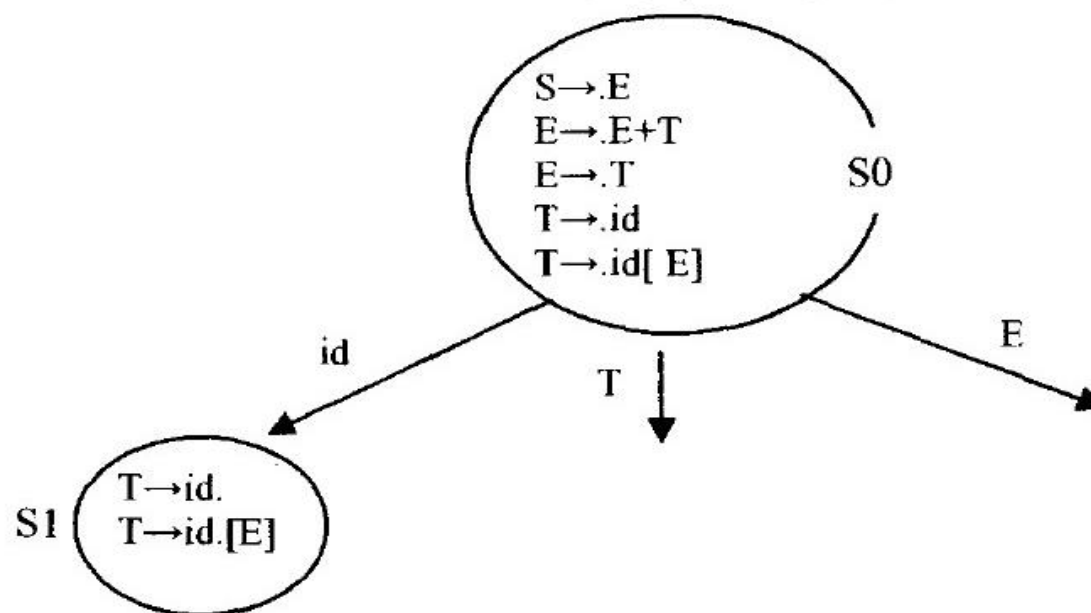


ماشین خودکار LR(0)

جدول تجزیه LR(0)

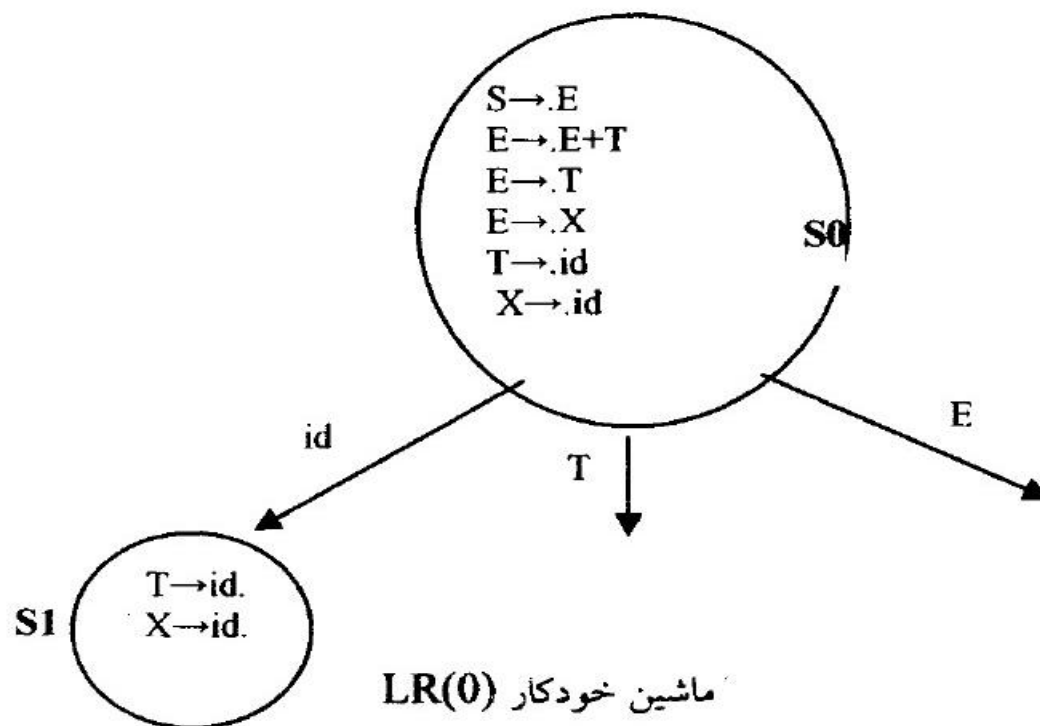
حالات	action			goto	
	id	+	\$	T	E
0	s1	error	error	2	3
1	r4	r4	r4		
2	r3	r3	r3		
3	error	s4	accept		
4	s1	error	error	5	
5	r2	r2	r2		

$S \rightarrow E$   
 $E \rightarrow E + T$   
 $E \rightarrow T$   
 $T \rightarrow id$   
 $T \rightarrow id [ E ]$

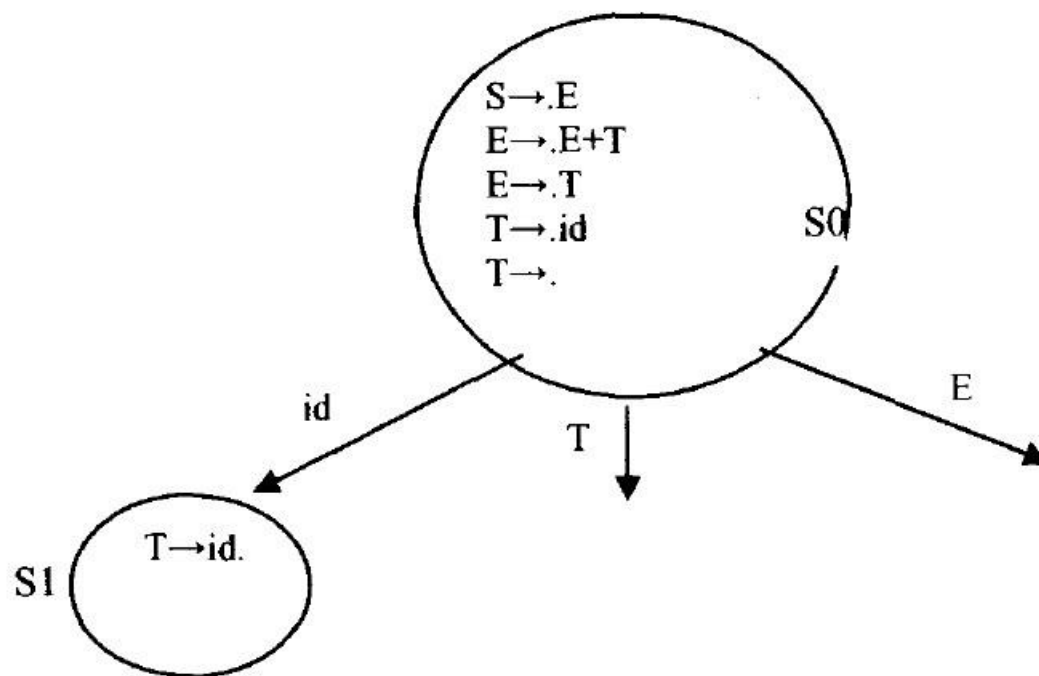


ماشین خودکار LR(0)

$S \rightarrow E$   
 $E \rightarrow E+T$   
 $E \rightarrow T$   
 $E \rightarrow X$   
 $T \rightarrow id$   
 $X \rightarrow id$



$S \rightarrow E$   
 $E \rightarrow E+T$   
 $E \rightarrow T$   
 $T \rightarrow \epsilon$   
 $T \rightarrow id$



ماشین خودکار LR(0)

# مثال تجزیه LR

1  $E \rightarrow E + T$   
 2  $E \rightarrow T$   
 3  $T \rightarrow T * F$   
 4  $T \rightarrow F$   
 5  $F \rightarrow (E)$   
 6  $F \rightarrow id$

	action						goto		
	id	+	*	(	)	\$	E	T	F
0	s5			s4			1	2	3
1		s6				acc			
2		r2	s7		r2	r2			
3		r4	r4		r4	r4			
4	s5			s4			8	2	3
5		r6	r6		r6	r6			
6	s5			s4				9	3
7	s5			s4					10
8		s6			s11				
9		r1	s7		r1	r1			
10		r3	r3		r3	r3			
11		r5	r5		r5	r5			



# مثال تجزیه LR

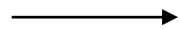
پشته	ورودی id * id + id	عمل جدول
(1) 0	id * id + id \$	s5
(2) 0 id 5	*id + id \$	r5
(3) 0 F 3	*id + id \$	r3
(4) 0 T 2	*id + id \$	s7
(5) 0 T 2 * 7	*id + id \$	s5
(6) 0 T 2 * 7 id 5	+ id \$	r5
(7) 0 T 2 * 7 F 10	+ id \$	r2
(8) 0 T 2	+ id \$	r1
(9) 0 E 1	+ id \$	s6
(10) 0 E 1 + 6	id \$	s5
(11) 0 E 1 + 6 id 5	\$	r5
(12) 0 E 1 + 6 F 3	\$	r3
(13) 0 E 1 + 6 T 9	\$	r9
(14) 0 E 1	\$	acc

# تجزیه SLR

تعریف یک قلم

یک قلم برای LR قانونی از گرامر با یک نقطه در مکانی در سمت راست آن

$A \rightarrow XYZ$



$A \rightarrow \cdot XYZ$

$A \rightarrow X \cdot YZ$

$A \rightarrow XY \cdot Z$

$A \rightarrow XYZ \cdot$

مثال اقلام مختلف قانون

شامل قلم اولیه  $S \rightarrow S'$  و تمام اقلامی که نقطه آنها در انتهای چپ نیست.

اقلام هسته

اقلامی که نقطه در انتهای چپ است.

اقلام غیر هسته

## تجزیه SLR-ایجاد قلم

مرحله ۱: تعیین یک نقطه شروع برای گرامر

$S \rightarrow AaAb$   
 $S \rightarrow BbBa$   
 $A \rightarrow \varepsilon$   
 $B \rightarrow \varepsilon$

$S' \rightarrow S$   
 $S \rightarrow AaAb$   
 $S \rightarrow BbBa$   
 $A \rightarrow \varepsilon$   
 $B \rightarrow \varepsilon$

$S' \rightarrow .S$   
 $S \rightarrow .AaAb$   
 $S \rightarrow .BbBa$   
 $A \rightarrow .$   
 $B \rightarrow .$

مرحله ۲: گذاردن نقطه در اولین مکان سمت راست قانون‌ها

## تجزیه SLR-ایجاد قلم

مرحله ۳: گذاردن نقطه در مکان‌های بعدی در سمت راست قانون‌ها

$S' \rightarrow S \cdot$   
 $S \rightarrow A \cdot aAb$   
 $S \rightarrow B \cdot bBa$

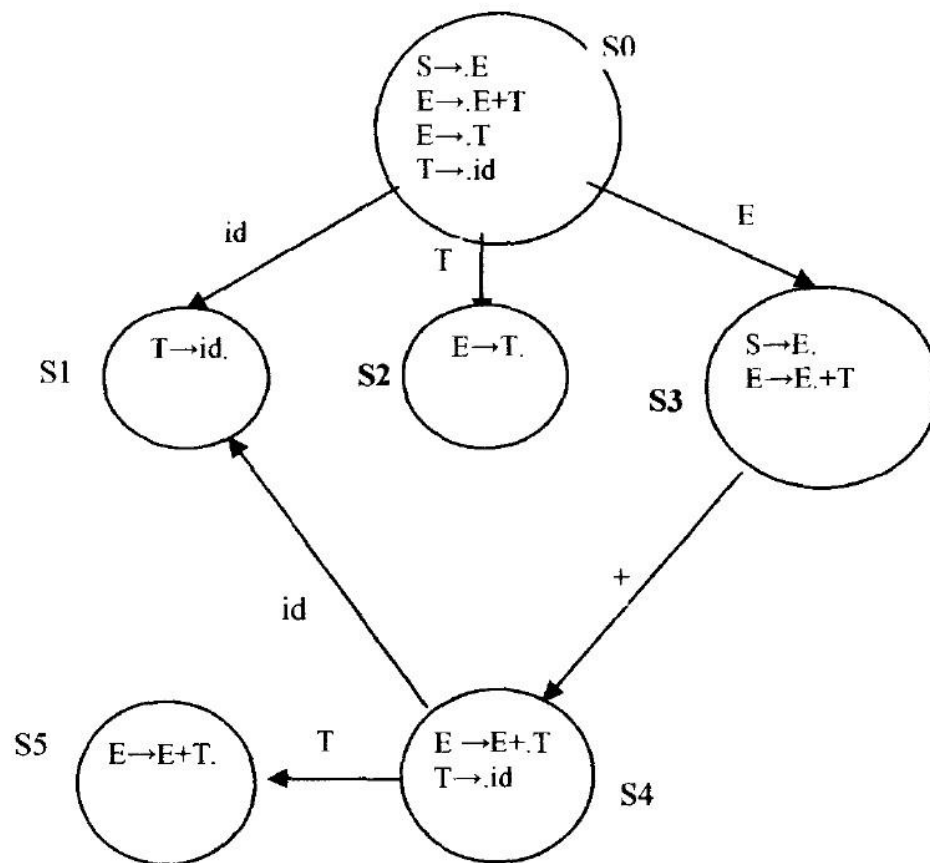
$S \rightarrow Aa \cdot Ab$   
 $S \rightarrow Bb \cdot Ba$   
 $A \rightarrow \cdot$   
 $B \rightarrow \cdot$

$S \rightarrow AaA \cdot b$   
 $S \rightarrow BbB \cdot a$

$S \rightarrow AaAb \cdot$   
 $S \rightarrow BbBa \cdot$

$E \rightarrow E+T$   
 $E \rightarrow T$   
 $T \rightarrow id$

- 1-  $S \rightarrow E$
- 2-  $E \rightarrow E+T$
- 3-  $E \rightarrow T$
- 4-  $T \rightarrow id$



ماشین خودکار SLR(1)

جدول تجزیه SLR(1)

حالات	action			goto	
	id	+	\$	T	E
0	s1	error	error	2	3
1	error	r4	r4		
2	error	r3	r3		
3	error	s4	accept		
4	s1	error	error	5	
5	error	r2	r2		

مراحل تجزیه رشته id+id

پشته	رشته ورودی	عملیات
0	id+id\$	s1
0id1	+id\$	r4: $T \rightarrow id$
0T	+id\$	goto[0,T]=2
0T2	+id\$	r3: $E \rightarrow T$
0E	+id\$	goto[0,E]=3
0E3	+id\$	s4
0E3+4	id\$	s1
0E3+4id1	\$	r4: $T \rightarrow id$
0E3+4T	\$	goto[4,T]=6
0E3+4T6	\$	r2: $E \rightarrow E+T$
0E	\$	goto[0,E]=3
0E3	\$	accept