

# جواب تمرین سری سوم درس کامپایلر

تهیه کنندگان:  
زهرا اخلاقی  
علیرضا صالحی حسین آبادی  
استاد درس: زینب زالی



## تجزیه کننده بالا به پایین (Top-Down Parsing)

- ▶ شروع از ریشه و رفتن به برگ‌ها
- ▶ اشتقاق سمت چپ (Left most derivation)
- ▶ تلاش برای یافتن سمت چپ ترین مشتق برای یک رشته داده شده است
- ▶ جستجو برای یک production rule برای ساخت رشته تولیدش ساده
- ▶ قدرت: متوسط

## تجزیه کننده پایین به بالا (Bottom-Up parsing)

- ▶ شروع از برگ‌ها و رفتن به ریشه
- ▶ اشتقاق سمت راست (Right most derivation)
- ▶ تلاش برای کاهش رشته ورودی به اولین نماد دستور زبان
- ▶ جستجوی یک production rule برای استفاده برای کاهش رشته تا رسیدن به نماد شروع تولید ساخت
- ▶ قدرت: بیشتر از تجزیه کننده‌های بالا به پایین

٢

الف

صحيح ▶

ب

غلط ▶

## ۳ - الف

▶ ارائه دو تجزیه معتبر و اثبات مبهم بودن گرامر:

- 1)  $\text{stmt} \rightarrow \text{if expr then stmt} \rightarrow \text{if expr then if expr then stmt else stmt}$   
 $\rightarrow \text{if expr then if expr then stmt else other}$   
 $\rightarrow \text{if expr then if expr then other else other}$

else متعلق به if دوم (داخلی ترین)

- 2)  $\text{stmt} \rightarrow \text{if expr then stmt else stmt} \rightarrow \text{if expr then stmt else other}$   
 $\rightarrow \text{if expr then if expr then stmt else other}$   
 $\rightarrow \text{if expr then if expr then other else other}$

else متعلق به if اول (بیرونی ترین)

## ۳ - الف (ادامه)

گرامر Augmented مربوط به گرامر فوق: ►

$S \rightarrow \text{stmt}$   
 $\text{stmt} \rightarrow \text{if expr then stmt}$   
 $\text{stmt} \rightarrow \text{if expr then stmt else stmt}$   
 $\text{stmt} \rightarrow \text{other}$

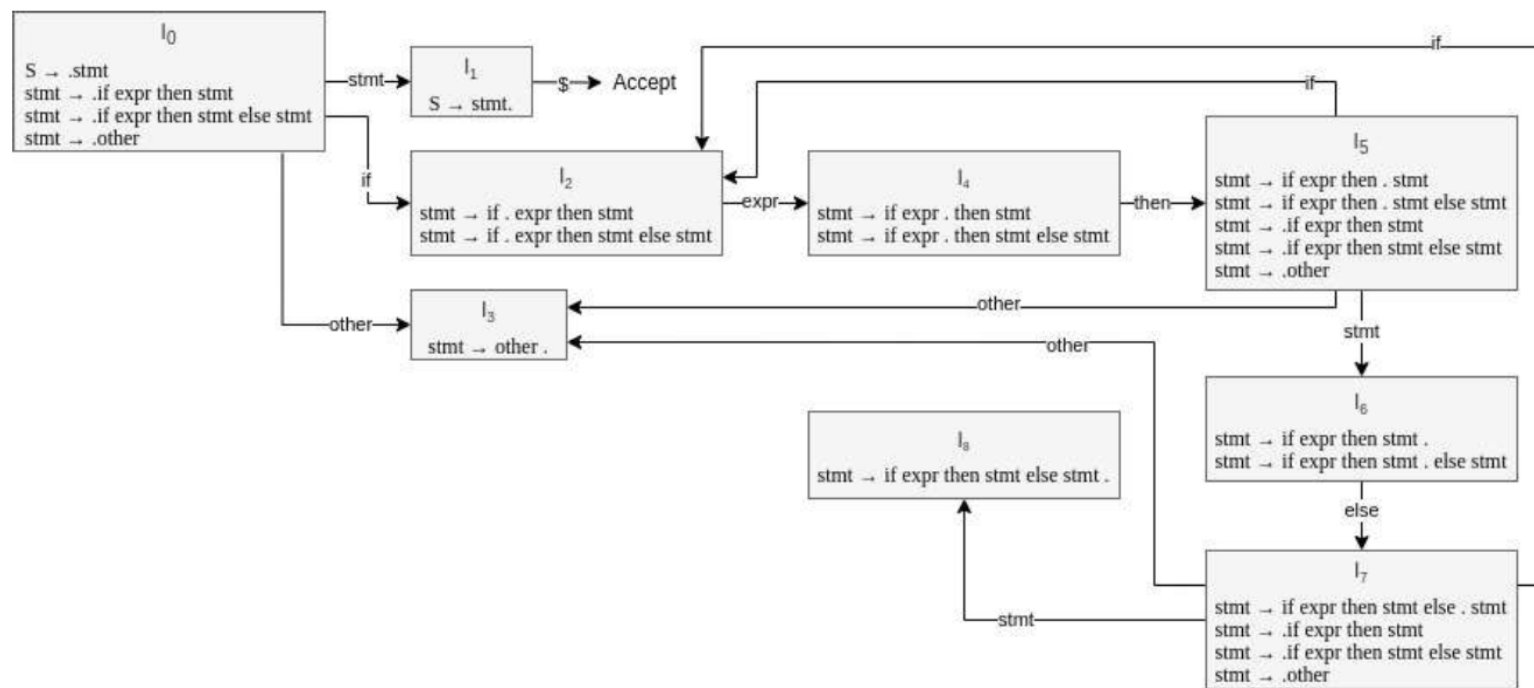
## ٣ - الف (ادامه)

جدول Firsts و Follows: ►

Non-Terminal	First	Follow
S	{if , other}	{ \$ }
stmt	{if , other}	{ \$ , else }

### ٣ - الف (ادامه)

رسم DFA:



### ٣ - الف (ادامه)

LR Table								
State	Action						Go to	
	if	expr	then	else	other	\$	S	stmt
0	s <sub>2</sub>				s <sub>3</sub>			1
1						Accept		
2		s <sub>4</sub>						
3				r <sub>3</sub>		r <sub>3</sub>		
4			s <sub>5</sub>					
5	s <sub>2</sub>				s <sub>3</sub>			6
6				s <sub>7</sub> /r <sub>1</sub>		r <sub>1</sub>		
7	s <sub>2</sub>				s <sub>3</sub>			8
8				r <sub>2</sub>		r <sub>2</sub>		



## ۳ - ب

► باید مشخص کنیم **else** به کدام **if** بر می گردد.

► با توجه به گرامر داده شده دو تجزیه معتبر داریم:

- 1)  $\text{stmt} \rightarrow \text{if expr then stmt} \rightarrow \text{if expr then if expr then stmt else stmt}$   
→ if expr then if expr then stmt else other  
→ if expr then if expr then other else other

**else** متعلق به **if** دوم (داخلی ترین)

- 2)  $\text{stmt} \rightarrow \text{if expr then stmt else stmt} \rightarrow \text{if expr then stmt else other}$   
→ if expr then if expr then stmt else other  
→ if expr then if expr then other else other

**else** متعلق به **if** اول (بیرونی ترین)

### ۳ - ب (ادامه)

گرامر رفع ابهام شده معادل: ►

$\text{Stmt} \rightarrow \text{matchedStmt} \mid \text{unmatchedStmt}$   
 $\text{matchedStmt} \rightarrow \text{if expr then matchedStmt else matchedStmt} \mid \text{other}$   
 $\text{unmatchedStmt} \rightarrow \text{if expr then Stmt}$   
 $\text{unmatchedStmt} \rightarrow \text{if expr then matchedStmt else unmatchedStmt}$

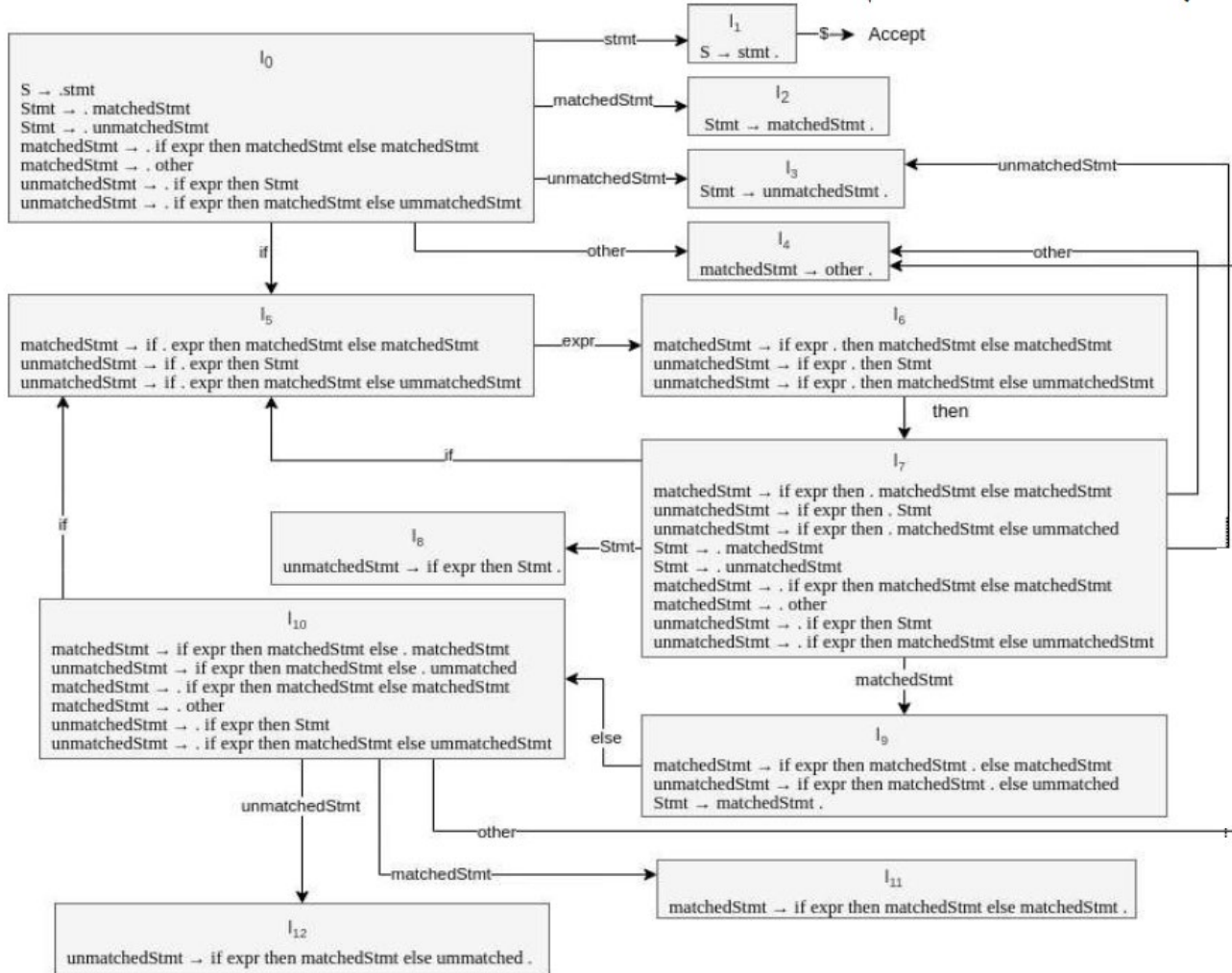
### ٣ - ب (ادامہ)

► جدول Firsts و Follows:

First / Follow Table		
Non-Terminal	First	Follow
S	{other,if}	{}
Stmt	{other,if}	{}
matchedStmt	{if}	{\$,else}
unmatchedStmt	{if}	{}

### ٣ - ب (ادامه)

رسم DFA: ►



### ۳ - ب (ادامه)

LR Table										
State	Action						Go to			
	if	expr	then	else	other	\$	S	Stmt	matchedStmt	unmatchedStmt
0	s <sub>5</sub>				s <sub>4</sub>			1	2	3
1						Accept				
2						r <sub>1</sub>				
3						r <sub>2</sub>				
4						r <sub>4</sub>				
5		s <sub>6</sub>								
6			s <sub>7</sub>							
7	s <sub>5</sub>				s <sub>4</sub>			9	8	3
8				s <sub>10</sub>		r <sub>1</sub>				
9						r <sub>5</sub>				
10	s <sub>5</sub>								11	12
11				r <sub>3</sub>		r <sub>3</sub>				
12						r <sub>6</sub>				

## ۴ - الف (بررسی LR(0))

گرامر Augmented مربوط به گرامر فوق: ►

- (0)  $S' \rightarrow S$
- (1)  $S \rightarrow ABdD$
- (2)  $S \rightarrow bD$
- (3)  $A \rightarrow aA$
- (4)  $A \rightarrow \varepsilon$
- (5)  $B \rightarrow b$
- (6)  $D \rightarrow ab$
- (7)  $D \rightarrow \varepsilon$

## ۴ - الف (ادامه بررسی LR(0))

SLR Closure Table			
Go to	Kernel	State	Closure
	$S' \rightarrow .S$	0	$S' \rightarrow .S ; S \rightarrow .ABdD ; S \rightarrow .bD ; A \rightarrow .aA ; A \rightarrow .$
Go to(0,S)	$S' \rightarrow S.$	1	$S' \rightarrow S.$
Go to(0,A)	$S \rightarrow A.BdD$	2	$S \rightarrow A.BdD ; B \rightarrow .b$
Go to(0,b)	$S \rightarrow b.D$	3	$S \rightarrow b.D ; D \rightarrow .ab ; D \rightarrow .$
Go to(0,a)	$A \rightarrow a.A$	4	$A \rightarrow a.A ; A \rightarrow .aA ; A \rightarrow .$
Go to(2,B)	$S \rightarrow AB.dD$	5	$S \rightarrow AB.dD$
Go to(2,b)	$B \rightarrow b.$	6	$B \rightarrow b.$
Go to(3,D)	$S \rightarrow bD.$	7	$S \rightarrow bD.$
Go to(3,a)	$D \rightarrow a.b$	8	$D \rightarrow a.b$
Go to(4,A)	$A \rightarrow aA.$	9	$A \rightarrow aA.$
Go to(4,a)	$A \rightarrow a.A$	4	
Go to(5,b)	$S \rightarrow AB.dD$	10	$S \rightarrow ABd.D ; D \rightarrow .ab ; D \rightarrow .$
Go to(8,b)	$D \rightarrow ab.$	11	$D \rightarrow ab.$
Go to(10,D)	$S \rightarrow ABdD.$	12	$S \rightarrow ABdD.$
Go to(10,a)	$D \rightarrow a.b$	8	

## ۴ - الف (ادامه بررسی LR(0))

LR Table									
State	Action				Go to				
	d	b	a	\$	S'	S	A	B	D
0	r <sub>4</sub>	s <sub>3</sub> /r <sub>4</sub>	s <sub>4</sub> /r <sub>4</sub>	r <sub>4</sub>		1	2		
1				Accept					
2		s <sub>6</sub>						5	
3	r <sub>7</sub>	r <sub>7</sub>	s <sub>8</sub> /r <sub>7</sub>	r <sub>7</sub>					7
4	r <sub>4</sub>	r <sub>4</sub>	s <sub>4</sub> /r <sub>4</sub>	r <sub>4</sub>			9		
5	s <sub>10</sub>								
6	r <sub>5</sub>	r <sub>5</sub>	r <sub>5</sub>	r <sub>5</sub>					
7	r <sub>2</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>2</sub>					
8		s <sub>11</sub>							
9	r <sub>3</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>3</sub>					
10	r <sub>7</sub>	r <sub>7</sub>	s <sub>8</sub> /r <sub>7</sub>	r <sub>7</sub>					12
11	r <sub>6</sub>	r <sub>6</sub>	r <sub>6</sub>	r <sub>6</sub>					
12	r <sub>1</sub>	r <sub>1</sub>	r <sub>1</sub>	r <sub>1</sub>					



## ۴ - الف (بررسی SLR(1))

گرامر Augmented مربوط به گرامر فوق: ►

- (0)  $S' \rightarrow S$
- (1)  $S \rightarrow ABdD$
- (2)  $S \rightarrow bD$
- (3)  $A \rightarrow aA$
- (4)  $A \rightarrow \varepsilon$
- (5)  $B \rightarrow b$
- (6)  $D \rightarrow ab$
- (7)  $D \rightarrow \varepsilon$

## ۴ - الف (ادامه بررسی SLR(1))

► جدول Firsts و Follows:

First/Follow Table		
Non-Terminal	First	Follow
$S'$	$\{b, a, \epsilon\}$	$\{\$ \}$
$S$	$\{b, a, \epsilon\}$	$\{\$ \}$
$A$	$\{a, \epsilon\}$	$\{b\}$
$B$	$\{b\}$	$\{d\}$
$D$	$\{a, \epsilon\}$	$\{\$ \}$

## ۴ - الف (ادامه بررسی SLR(1))

SLR Closure Table			
Go to	Kernel	State	Closure
	$S' \rightarrow .S$	0	$S' \rightarrow .S ; S \rightarrow .ABdD ; S \rightarrow .bD ; A \rightarrow .aA ; A \rightarrow .$
Go to(0,S)	$S' \rightarrow S.$	1	$S' \rightarrow S.$
Go to(0,A)	$S \rightarrow A.BdD$	2	$S \rightarrow A.BdD ; B \rightarrow .b$
Go to(0,b)	$S \rightarrow b.D$	3	$S \rightarrow b.D ; D \rightarrow .ab ; D \rightarrow .$
Go to(0,a)	$A \rightarrow a.A$	4	$A \rightarrow a.A ; A \rightarrow .aA ; A \rightarrow .$
Go to(2,B)	$S \rightarrow AB.dD$	5	$S \rightarrow AB.dD$
Go to(2,b)	$B \rightarrow b.$	6	$B \rightarrow b.$
Go to(3,D)	$S \rightarrow bD.$	7	$S \rightarrow bD.$
Go to(3,a)	$D \rightarrow a.b$	8	$D \rightarrow a.b$
Go to(4,A)	$A \rightarrow aA.$	9	$A \rightarrow aA.$
Go to(4,a)	$A \rightarrow a.A$	4	
Go to(5,b)	$S \rightarrow AB.dD$	10	$S \rightarrow ABd.D ; D \rightarrow .ab ; D \rightarrow .$
Go to(8,b)	$D \rightarrow ab.$	11	$D \rightarrow ab.$
Go to(10,D)	$S \rightarrow ABdD.$	12	$S \rightarrow ABdD.$
Go to(10,a)	$D \rightarrow a.b$	8	

## ۴ - الف (ادامه بررسی SLR(1))

LR Table									
State	Action				Go to				
	d	b	a	\$	S'	S	A	B	D
0		$s_3/r_4$	$s_4$			1	2		
1				Accept					
2		$s_6$						5	
3			$s_8$	$r_7$					7
4		$r_4$	$s_4$				9		
5	$s_{10}$								
6	$r_5$								
7				$r_2$					
8		$s_{11}$							
9		$r_3$							
10			$s_8$	$r_7$					12
11				$r_6$					
12				$r_1$					

## ۴ - الف

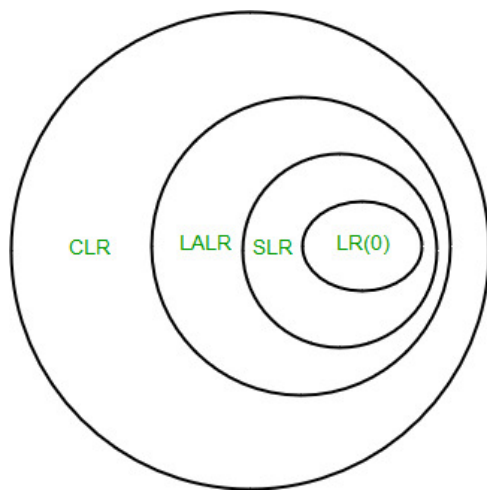
### SLR(1)

► به علت تداخل Shift/Reduce این گرامر SLR(1) نیست.

### LR(0)

► به علت تداخل این گرامر LR(0) نیست.

► البته با توجه به اینکه SLR(1) نیست و رابطه  $LR(0) \subset SLR(1)$  می‌توانستیم بدون بدست آوردن Parse Table مربوط به LR(0) بگوییم، LR(0) نیست.



## ۴ - ب(بررسی LR(0))

گرامر Augmented مربوط به گرامر فوق: ►

- (0)  $S' \rightarrow S$
- (1)  $S \rightarrow (A, S)$
- (2)  $S \rightarrow A$
- (3)  $A \rightarrow aS$
- (4)  $A \rightarrow b$

## ۴ - ب (ادامه بررسی LR(0))

SLR Closure Table			
Go to	Kernel	State	Closure
	$S' \rightarrow . S$	0	$S' \rightarrow . S; S \rightarrow . (A, S); S \rightarrow . A; A \rightarrow . aS; A \rightarrow . b$
Go to(0,S)	$S' \rightarrow S .$	1	$S' \rightarrow S .$
Go to(0,())	$S \rightarrow (. A, S)$	2	$S \rightarrow (. A, S); A \rightarrow . aS; A \rightarrow . b$
Go to(0,A)	$S \rightarrow A .$	3	$S \rightarrow A .$
Go to(0,a)	$A \rightarrow a . S$	4	$A \rightarrow a . S; S \rightarrow . (A, S); S \rightarrow . A; A \rightarrow . aS; A \rightarrow . b$
Go to(0,b)	$A \rightarrow b .$	5	$A \rightarrow b .$
Go to(2,A)	$S \rightarrow (A . , S)$	6	$S \rightarrow (A . , S)$
Go to(2,a)	$A \rightarrow a . S$	4	
Go to(2,b)	$A \rightarrow b .$	5	
Go to(4,S)	$A \rightarrow aS .$	7	$A \rightarrow aS .$
Go to(4,())	$S \rightarrow (. A, S)$	2	

## ۴ - ب (ادامه بررسی LR(0))

SLR Closure Table			
Go to	Kernel	State	Closure
Go to(4,A)	$S \rightarrow A.$	3	
Go to(4,a)	$A \rightarrow a.S$	4	
Go to(4,b)	$A \rightarrow b.$	5	
Go to(6,,)	$S \rightarrow (A, . S)$	8	$S \rightarrow (A, . S); S \rightarrow . (A, S); S \rightarrow . A; A \rightarrow . aS; A \rightarrow . b$
Go to(8,S)	$S \rightarrow (A, S. )$	9	$S \rightarrow (A, S. )$
Go to(8,())	$S \rightarrow (. A, S)$	2	
Go to(8,A)	$S \rightarrow A.$	3	
Go to(8,a)	$A \rightarrow a.S$	4	
Go to(8,b)	$A \rightarrow b.$	5	
Go to(9,))	$S \rightarrow (A, S).$	10	$S \rightarrow (A, S).$



## ۴ - ب) ادامه بررسی $(LR(0))$

[illegible]

## ۴ - ب(بررسی SLR(1)

گرامر Augmented مربوط به گرامر فوق: ►

$$\begin{aligned} S' &\rightarrow S \\ S &\rightarrow (A, S) \\ S &\rightarrow A \\ A &\rightarrow aS \\ A &\rightarrow b \end{aligned}$$

## ۴ - ب (ادامه بررسی SLR(1))

► جدول Firsts و Follows:

First/Follow Table		
Non-Terminal	First	Follow
$S'$	$\{ (, a, b \}$	$\{ \$ \}$
$S$	$\{ (, a, b \}$	$\{ \$, ), , \}$
$A$	$\{ a, b \}$	$\{ ,, $, ) \}$

## ۴ - ب (ادامه بررسی SLR(1))

SLR Closure Table			
Go to	Kernel	State	Closure
	$S' \rightarrow . S$	0	$S' \rightarrow . S; S \rightarrow . (A, S); S \rightarrow . A; A \rightarrow . aS; A \rightarrow . b$
Go to(0,S)	$S' \rightarrow S .$	1	$S' \rightarrow S .$
Go to(0,())	$S \rightarrow (. A, S)$	2	$S \rightarrow (. A, S); A \rightarrow . aS; A \rightarrow . b$
Go to(0,A)	$S \rightarrow A .$	3	$S \rightarrow A .$
Go to(0,a)	$A \rightarrow a . S$	4	$A \rightarrow a . S; S \rightarrow . (A, S); S \rightarrow . A; A \rightarrow . aS; A \rightarrow . b$
Go to(0,b)	$A \rightarrow b .$	5	$A \rightarrow b .$
Go to(2,A)	$S \rightarrow (A . , S)$	6	$S \rightarrow (A . , S)$
Go to(2,a)	$A \rightarrow a . S$	4	
Go to(2,b)	$A \rightarrow b .$	5	
Go to(4,S)	$A \rightarrow aS .$	7	$A \rightarrow aS .$
Go to(4,())	$S \rightarrow (. A, S)$	2	

## ۴ - ب (ادامه بررسی SLR(1))

SLR Closure Table			
Go to	Kernel	State	Closure
Go to(4,A)	$S \rightarrow A.$	3	
Go to(4,a)	$A \rightarrow a.S$	4	
Go to(4,b)	$A \rightarrow b.$	5	
Go to(6,,)	$S \rightarrow (A, . S)$	8	$S \rightarrow (A, . S); S \rightarrow . (A, S); S \rightarrow . A; A \rightarrow . aS; A \rightarrow . b$
Go to(8,S)	$S \rightarrow (A, S. )$	9	$S \rightarrow (A, S. )$
Go to(8,())	$S \rightarrow (. A, S)$	2	
Go to(8,A)	$S \rightarrow A.$	3	
Go to(8,a)	$A \rightarrow a.S$	4	
Go to(8,b)	$A \rightarrow b.$	5	
Go to(9,))	$S \rightarrow (A, S).$	10	

## ۴ - ب (ادامه بررسی SLR(1))

LR Table									
State	Action						Go to		
	(	,	)	a	b	\$	S'	S	A
0	s <sub>2</sub>			s <sub>4</sub>	s <sub>5</sub>			1	3
1						Accept			
2				s <sub>4</sub>	s <sub>5</sub>				6
3		r <sub>2</sub>	r <sub>2</sub>			r <sub>2</sub>			
4	s <sub>2</sub>			s <sub>4</sub>	s <sub>5</sub>			7	3
5		r <sub>4</sub>	r <sub>4</sub>			r <sub>4</sub>			
6		s <sub>8</sub>							
7		r <sub>3</sub>	r <sub>3</sub>			r <sub>3</sub>			
8	s <sub>2</sub>			s <sub>4</sub>	s <sub>5</sub>			9	3
9			s <sub>10</sub>						
10		r <sub>1</sub>	r <sub>1</sub>			r <sub>1</sub>			

## ۴ - ب) یک نمونه trace بر روی رشته ورودی (aab,b) با استفاده از Parse Table مربوط به (SLR(1)

Trace				Trace			
Step	Stack	Input	Action	Step	Stack	Input	Action
1	0	( a a b , b )	s <sub>2</sub>	13	0 ( 2 a 4 S 7	, b ) \$	r <sub>3</sub>
2	0 ( 2	a a b , b ) \$	s <sub>4</sub>	14	0 ( 2 A	, b ) \$	6
3	0 ( 2 a 4	a b , b ) \$	s <sub>4</sub>	15	0 ( 2 A 6	, b ) \$	s <sub>8</sub>
4	0 ( 2 a 4 a 4	b , b ) \$	s <sub>5</sub>	16	0 ( 2 A 6 , 8	b ) \$	s <sub>5</sub>
5	0 ( 2 a 4 a 4 b 5	, b ) \$	r <sub>4</sub>	17	0 ( 2 A 6 , 8 b 5	) \$	r <sub>4</sub>
6	0 ( 2 a 4 a 4 A	, b ) \$	3	18	0 ( 2 A 6 , 8 A	) \$	3
7	0 ( 2 a 4 a 4 A 3	, b ) \$	r <sub>2</sub>	19	0 ( 2 A 6 , 8 A 3	) \$	r <sub>2</sub>
8	0 ( 2 a 4 a 4 S	, b ) \$	7	20	0 ( 2 A 6 , 8 S	) \$	9
9	0 ( 2 a 4 a 4 S 7	, b ) \$	r <sub>3</sub>	21	0 ( 2 A 6 , 8 S 9	) \$	s <sub>10</sub>
10	0 ( 2 a 4 A	, b ) \$	3	22	0 ( 2 A 6 , 8 S 9 ) 10	\$	r <sub>1</sub> '
11	0 ( 2 a 4 A 3	, b ) \$	r <sub>2</sub>	23	0 S	\$	1
12	0 ( 2 a 4 S	, b ) \$	7	24	0 S 1	\$	Accept

## ۴ - ب

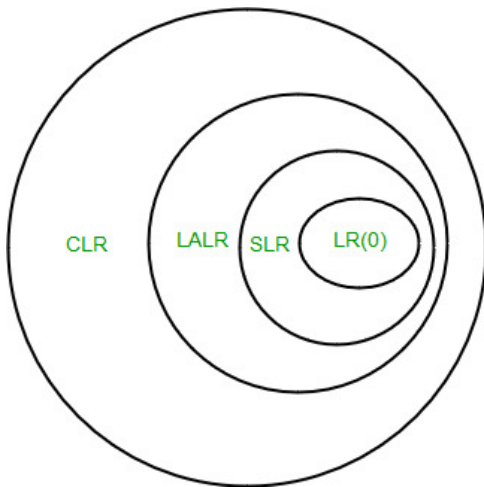
### LR(0)

چون که در Parse table هیچ تداخلی وجود ندارد، پس LR(0) می باشد.

### SLR(1)

چون که در Parse table هیچ تداخلی وجود ندارد، پس SLR(1) نیز می باشد.

البته با توجه به اینکه LR(0) می باشد و رابطه  $LR(0) \subset SLR(1)$  می توانستیم بدون بدست آوردن Parse Table مربوط به SLR(1) بگوییم، SLR(1) است.

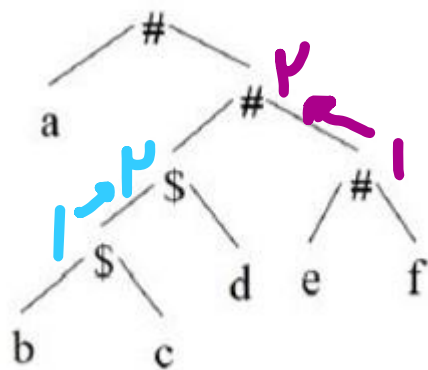






$a\#b\$c\$d\#e\#f \rightarrow \text{infix}$

با توجه به این که \$ ابتدا ارزیابی می‌شود، بنابراین تقدم بالاتری نسبت به # همراه با شرکت پذیری از چپ دارد. در حالی که # شرکت پذیری از راست دارد.



	\$	#
\$	>	>
#	<	<