

# حل تمرین‌های درس‌نامه‌ی ۹

## تمرین ۱.

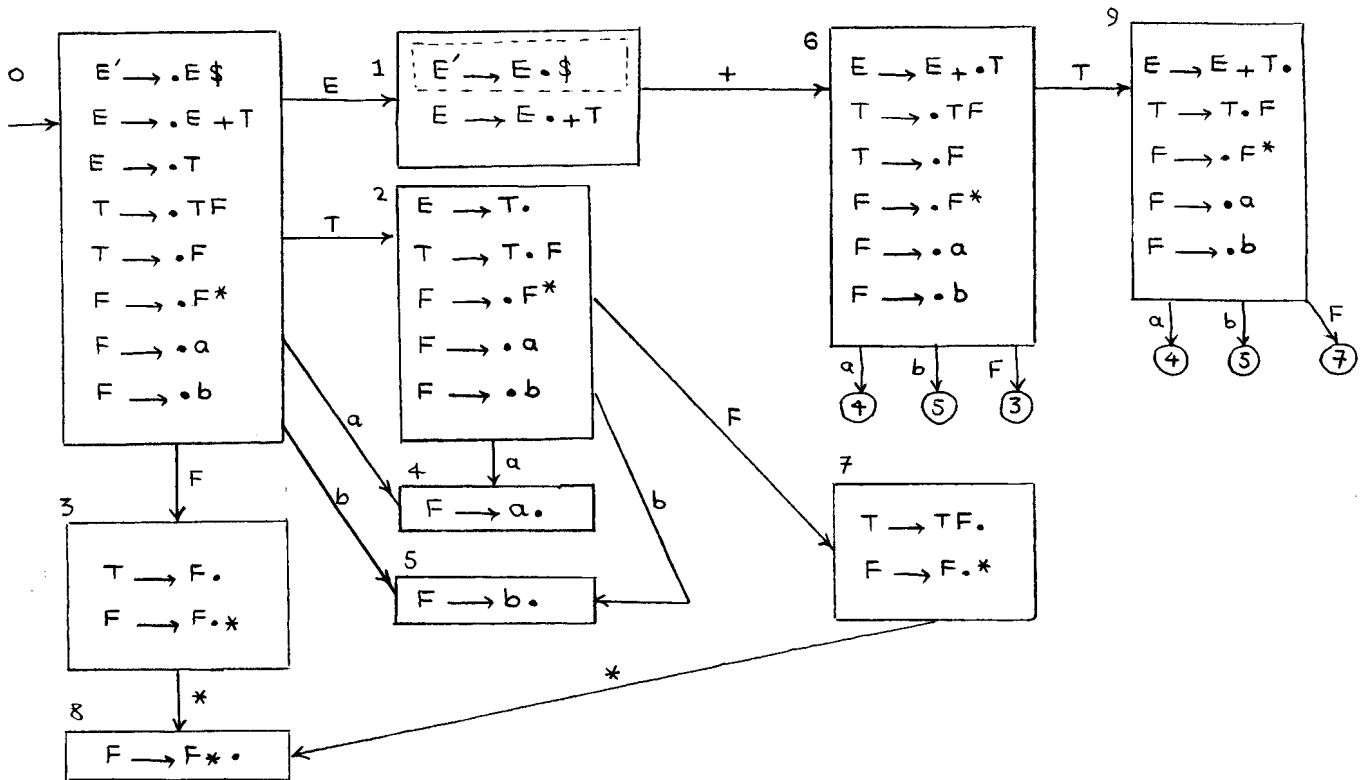
- $E' \rightarrow E\$$
- $E \rightarrow E + T$  (1)
- $E \rightarrow T$  (2)
- $T \rightarrow TF$  (3)
- $T \rightarrow F$  (4)
- $F \rightarrow F^*$  (5)
- $F \rightarrow a$  (6)
- $F \rightarrow b$  (7)

ابتدا مجموعه آیت‌های LR(0) و دیاگرام انتقال حالت LR(0) را رسم می‌کنیم.

$$\text{Follow}(E) = \{+, \$\}$$

$$\text{Follow}(T) = \{+, a, b, \$\}$$

$$\text{Follow}(F) = \{+, *, a, b, \$\}$$



state	ACTION					GOTO		
	a	b	+	*	\$	E	T	F
0	S4	S5				1	2	3
1			S6		acc			
2	S4	S5	r2		r2			7
3	r4	r4	r4	S8	r4			
4	r6	r6	r6	r6	r6			
5	r7	r7	r7	r7	r7			
6	S4	S5					9	3
7	r3	r3	r3	S8	r3			
8	r5	r5	r5	r5	r5			
9	S4	S5	r1		r1			7

$I_0$   $[E' \rightarrow \cdot E \$ , \{\$\}]$   
 $[E \rightarrow \cdot E + T , \{\$, +\}]$   
 $[E \rightarrow \cdot T , \{\$, +\}]$   
 $[T \rightarrow \cdot T F , \{\$, +, a, b\}]$   
 $[T \rightarrow \cdot F , \{\$, +, a, b\}]$   
 $[F \rightarrow \cdot F * , \{\$, +, a, b, *\}]$   
 $[F \rightarrow \cdot a , \{\$, +, a, b, *\}]$   
 $[F \rightarrow \cdot b , \{\$, +, a, b, *\}]$

$I_4$   $[F \rightarrow a \cdot , \{\$, +, *, a, b\}]$

$I_5$   $[F \rightarrow b \cdot , \{\$, +, *, a, b\}]$

$I_6$   $[E \rightarrow E + \cdot T , \{\$, +\}]$

$[T \rightarrow \cdot T F , \{\$, +, a, b\}]$

$[T \rightarrow \cdot F , \{\$, +, a, b\}]$

$[F \rightarrow \cdot F * , \{\$, +, a, b, *\}]$

$[F \rightarrow \cdot a , \{\$, +, a, b, *\}]$

$[F \rightarrow \cdot b , \{\$, +, a, b, *\}]$

$I_1$   $[E' \rightarrow E \cdot \$ , \{\$\}]$   
 $[E \rightarrow E \cdot + T , \{\$, +\}]$

$I_7$   $[T \rightarrow T F \cdot , \{\$, +, a, b\}]$

$[F \rightarrow F \cdot * , \{\$, +, a, b, *\}]$

$I_2$   $[E \rightarrow T \cdot , \{\$, +\}]$

$[T \rightarrow T \cdot F , \{\$, +, a, b\}]$

$[F \rightarrow \cdot F * , \{\$, +, a, b, *\}]$

$[F \rightarrow \cdot a , \{\$, +, a, b, *\}]$

$[F \rightarrow \cdot b , \{\$, +, a, b, *\}]$

$I_8$   $[F \rightarrow F * \cdot , \{\$, +, a, b, *\}]$

$I_9$   $[E \rightarrow E + T \cdot , \{\$, +\}]$

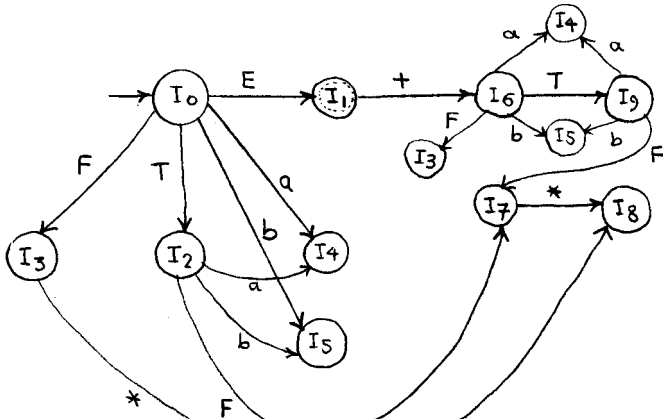
$[T \rightarrow T \cdot F , \{\$, +, a, b\}]$

$[F \rightarrow \cdot F * , \{\$, +, a, b, *\}]$

$[F \rightarrow \cdot a , \{\$, +, a, b, *\}]$

$[F \rightarrow \cdot b , \{\$, +, a, b, *\}]$

$I_3$   $[T \rightarrow F \cdot , \{\$, +, a, b\}]$   
 $[F \rightarrow F \cdot * , \{\$, +, a, b, *\}]$



state	Action					Goto		
	a	b	+	*	\$	E	T	F
0	S4	S5				1	2	3
1			S6		acc			
2	S4	S5	r2		r2			7
3	r4	r4	r4	S8	r4			
4	r6	r6	r6	r6	r6			
5	r7	r7	r7	r7	r7			
6	S4	S5					9	3
7	r3	r3	r3	S8	r3			
8	r5	r5	r5	r5	r5			
9	S4	S5		r1	r1			7

ج) از آنجا که هیچ زوجی از مجموعه آیتم‌ها دارای هسته (core) یکسان نیستند، پس هیچ دو مجموعه حالتی با هم ادغام نمی‌شوند و جدول تجزیه‌ی LALR همان جدول تجزیه‌ی CLR خواهد بود.

## تمرین ۲.

$$S' \rightarrow S\$$$

$$S \rightarrow AaAb \mid BbBa \quad (1,2)$$

$$A \rightarrow \epsilon \quad (3)$$

$$B \rightarrow \epsilon \quad (4)$$

$$\text{First}(AaAb) \cap \text{First}(BbBa) = \{a\} \cap \{b\} = \emptyset$$

پس این گرامر LL(1) است.

$$\text{Follow}(A) = \{a, b\}$$

$$\text{Follow}(B) = \{a, b\}$$

$$\text{Follow}(S) = \{\$\}$$

در دیاگرام LR(0)، حالت  $\emptyset$  به صورت زیر است:

$$I_0 = \{S' \rightarrow \cdot S\$, S \rightarrow \cdot AaAb, S \rightarrow \cdot BbBa, A \rightarrow \cdot, B \rightarrow \cdot\}$$

آیتمهایی که نقطه در پایان دارند یعنی  $A \rightarrow \cdot$  و  $B \rightarrow \cdot$  عناصر کاهش را مشخص می‌کنند.

پس داریم:

$$\forall c \in \text{Follow}(A) \Rightarrow \text{action}[0, c] = (\text{reduce } A \rightarrow \epsilon)$$

$$\forall c \in \text{Follow}(B) \Rightarrow \text{action}[0, c] = (\text{reduce } B \rightarrow \epsilon)$$

$$\text{action}[0, a] = r_4 \text{ و } \text{action}[0, a] = r_3 \quad \text{یعنی}$$

پس در حالت  $\emptyset$ ، تداخل  $\text{reduce/reduce}$  داریم، پس این گرامر SLR(1) نیست.



## تمرین 5.

$S' \rightarrow S\$$   
 $S \rightarrow Aa | bAc | Bc | bBa \quad (1, 2, 3, 4)$   
 $A \rightarrow d \quad (5)$   
 $B \rightarrow d \quad (6)$

مجموعه آیتیم‌های LR(1) را می‌سازیم :

$I_0: [S' \rightarrow \cdot S\$ \quad , \{\$\}]$   
 $[S \rightarrow \cdot Aa \quad , \{\$\}]$   
 $[S \rightarrow \cdot bAc \quad , \{\$\}]$   
 $[S \rightarrow \cdot Bc \quad , \{\$\}]$   
 $[S \rightarrow \cdot bBa \quad , \{\$\}]$   
 $[A \rightarrow \cdot d \quad , \{a\}]$   
 $[B \rightarrow \cdot d \quad , \{c\}]$

$I_3: [S \rightarrow b \cdot Ac \quad , \{\$\}]$   
 $[S \rightarrow b \cdot Ba \quad , \{\$\}]$   
 $[A \rightarrow \cdot d \quad , \{c\}]$   
 $[B \rightarrow \cdot d \quad , \{a\}]$   
 $I_4: [A \rightarrow d \cdot \quad , \{a\}]$   
 $[B \rightarrow d \cdot \quad , \{c\}]$

$I_7: [S \rightarrow bA \cdot c \quad , \{\$\}]$

$I_8: [S \rightarrow bB \cdot a \quad , \{\$\}]$

$I_9: [A \rightarrow d \cdot \quad , \{c\}]$   
 $[B \rightarrow d \cdot \quad , \{a\}]$

$I_{11}: [S \rightarrow bAc \cdot \quad , \{\$\}]$

$I_1: [S \rightarrow A \cdot a \quad , \{\$\}]$

$I_5: [S \rightarrow Aa \cdot \quad , \{\$\}]$

$I_{12}: [S \rightarrow bBa \cdot \quad , \{\$\}]$

$I_2: [S \rightarrow B \cdot c \quad , \{\$\}]$

$I_6: [S \rightarrow Bc \cdot \quad , \{\$\}]$

$I_{13}: [S' \rightarrow S \cdot \$ \quad , \{\$\}]$

با یک نگاه به حالات مشکوک به تداخل، دیده می‌شود که هیچ تداخلی وجود ندارد. پس این گرامر LR(1) یعنی CLR(1) است.

برای جدول پارس LALR(1):

اما حالات 4 و 9، دارای هسته یکسان هستند که باید با هم ادغام شوند:

$I_{49}: [A \rightarrow d \cdot \quad , \{a, c\}]$   
 $[B \rightarrow d \cdot \quad , \{a, c\}]$

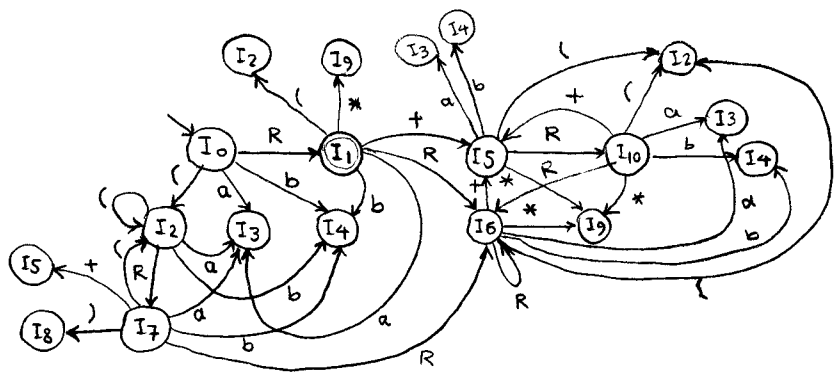
شخص است که این حالت دچار تداخل reduce/reduce است:

$\text{action}(49, a) = (\text{reduce } A \rightarrow d) \text{ یا } (\text{reduce } B \rightarrow d)$

$\text{action}(49, c) = (\text{reduce } A \rightarrow d) \text{ یا } (\text{reduce } B \rightarrow d)$

پس این گرامر LALR(1) نیست.

- $R' \rightarrow R \$$
- $R \rightarrow R + R \quad (1)$
- $R \rightarrow RR \quad (2)$
- $R \rightarrow R^* \quad (3)$
- $R \rightarrow (R) \quad (4)$
- $R \rightarrow a \quad (5)$
- $R \rightarrow b \quad (6)$



- $I_0 \quad [R' \rightarrow \cdot R \$]$
- $[R \rightarrow \cdot R + R]$
- $[R \rightarrow \cdot RR]$
- $[R \rightarrow \cdot R^*]$
- $[R \rightarrow \cdot (R)]$
- $[R \rightarrow \cdot a]$
- $[R \rightarrow \cdot b]$

- $I_1 \quad [R' \rightarrow R \cdot \$]$
- $[R \rightarrow R \cdot + R]$
- $[R \rightarrow R \cdot R]$
- $[R \rightarrow R \cdot ^*]$
- $[R \rightarrow R \cdot (R)]$
- $[R \rightarrow R \cdot a]$
- $[R \rightarrow R \cdot b]$

- $I_2 \quad [R \rightarrow (\cdot R)]$
- $[R \rightarrow (\cdot R + R)]$
- $[R \rightarrow (\cdot RR)]$
- $[R \rightarrow (\cdot R^*]$
- $[R \rightarrow (\cdot (R)]$
- $[R \rightarrow (\cdot a]$
- $[R \rightarrow (\cdot b]$

- $I_3 \quad [R \rightarrow a \cdot]$
- $I_4 \quad [R \rightarrow b \cdot]$

- $I_5 \quad [R \rightarrow R + \cdot R]$
- $[R \rightarrow R \cdot RR]$
- $[R \rightarrow R \cdot R + R]$
- $[R \rightarrow R \cdot R^*]$
- $[R \rightarrow R \cdot (R)]$
- $[R \rightarrow R \cdot a]$
- $[R \rightarrow R \cdot b]$

- $I_6 \quad [R \rightarrow RR \cdot]$
- $[R \rightarrow R \cdot + R]$
- $[R \rightarrow R \cdot R]$
- $[R \rightarrow R \cdot ^*]$
- $[R \rightarrow R \cdot (R)]$
- $[R \rightarrow R \cdot a]$
- $[R \rightarrow R \cdot b]$

- $I_7 \quad [R \rightarrow (R \cdot)]$
- $[R \rightarrow (R \cdot + R]$
- $[R \rightarrow (R \cdot R]$
- $[R \rightarrow (R \cdot ^*]$
- $[R \rightarrow (R \cdot R + R]$
- $[R \rightarrow (R \cdot RR]$
- $[R \rightarrow (R \cdot R^*]$
- $[R \rightarrow (R \cdot (R)]$
- $[R \rightarrow (R \cdot a]$
- $[R \rightarrow (R \cdot b]$

- $I_8 \quad [R \rightarrow (R) \cdot]$

- $I_9 \quad [R \rightarrow R^* \cdot]$

- $I_{10} \quad [R \rightarrow R + R \cdot]$
- $[R \rightarrow R \cdot R]$
- $[R \rightarrow R \cdot + R]$
- $[R \rightarrow R \cdot ^*]$
- $[R \rightarrow R \cdot R + R]$
- $[R \rightarrow R \cdot RR]$
- $[R \rightarrow R \cdot R^*]$
- $[R \rightarrow R \cdot (R)]$
- $[R \rightarrow R \cdot a]$
- $[R \rightarrow R \cdot b]$

state	ACTION							GOTO
	+	*	(	)	a	b	\$	
0			$s_2$		$s_3$	$s_4$		1
1	$s_5$	$s_9$	$s_2$		$s_3$	$s_4$	acc	6
2			$s_2$		$s_3$	$s_4$		7
3	$r_5$	$r_5$	$r_5$		$r_5$	$r_5$	$r_5$	
4	$r_6$	$r_6$	$r_6$		$r_6$	$r_6$	$r_6$	
5			$s_2$		$s_3$	$s_4$		10
6	$s_5/r_2$	$s_9/r_2$	$s_2/r_2$	$r_2$	$s_3/r_2$	$s_4/r_2$	$r_2$	6
7	$s_5$		$s_2$	$s_8$	$s_3$	$s_4$		6
8	$r_4$	$r_4$	$r_4$	$r_4$	$r_4$	$r_4$	$r_4$	
9	$r_3$	$r_3$	$r_3$	$r_3$	$r_3$	$r_3$	$r_3$	
10	$s_5/r_1$	$s_9/r_1$	$s_2/r_1$	$r_1$	$s_3/r_1$	$s_4/r_1$	$r_1$	6

Follow(R) = {+, \*, (, ), a, b, \$}

تمرین ۷

$S' \rightarrow S\$$

$S \rightarrow ixtS$  (1)

Follow (S) = { \$, e }

$S \rightarrow ixtSeS$  (2)

$S \rightarrow o$  (3)

$I_0$  [ $S' \rightarrow \cdot S\$$ ]  
 [ $S \rightarrow \cdot ixtS$ ]  
 [ $S \rightarrow \cdot ixtSeS$ ]  
 [ $S \rightarrow \cdot o$ ]

$I_1$  [ $S' \rightarrow S \cdot \$$ ]

$I_3$  [ $S \rightarrow o \cdot$ ]

$I_2$  [ $S \rightarrow i \cdot xtS$ ]  
 [ $S \rightarrow i \cdot xtS$ ]

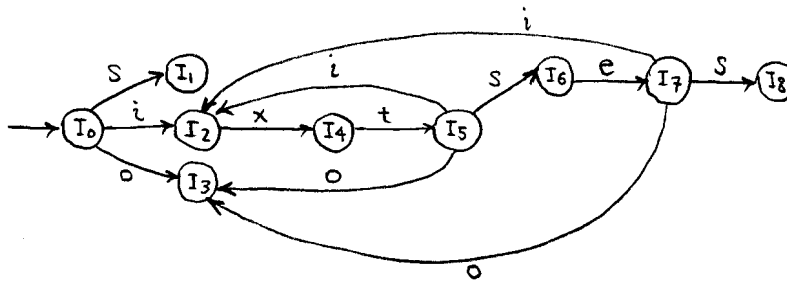
$I_4$  [ $S \rightarrow ix \cdot tS$ ]  
 [ $S \rightarrow ix \cdot tSeS$ ]

$I_5$  [ $S \rightarrow ixt \cdot S$ ]  
 [ $S \rightarrow ixt \cdot SeS$ ]  
 [ $S \rightarrow \cdot ixtS$ ]  
 [ $S \rightarrow \cdot ixtSeS$ ]  
 [ $S \rightarrow \cdot o$ ]

$I_6$  [ $S \rightarrow ixtS \cdot$ ]  
 [ $S \rightarrow ixtS \cdot eS$ ]

$I_7$  [ $S \rightarrow ixtSe \cdot S$ ]  
 [ $S \rightarrow \cdot ixtS$ ]  
 [ $S \rightarrow \cdot ixtSeS$ ]  
 [ $S \rightarrow \cdot o$ ]

$I_8$  [ $S \rightarrow ixtSeS \cdot$ ]



state	ACTION						GOTO
	i	x	t	e	o	\$	
0	S <sub>2</sub>						S <sub>3</sub> 1
1						acc	
2		S <sub>4</sub>					
3				r <sub>3</sub>		r <sub>3</sub>	
4			S <sub>5</sub>				
5					S <sub>3</sub>		6
6							
7	S <sub>2</sub>			(S <sub>7</sub> /r <sub>1</sub> )		r <sub>1</sub>	8
8				r <sub>2</sub>		r <sub>2</sub>	