



دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

عنوان: تکلیف تئوری سوم درس کامپایلر

نام و نام خانوادگی: علیرضا ابره فروش

شماره دانشجویی: ۹۸۱۶۶۰۳

نیم سال تحصیلی: بهار ۱۴۰۲/۱۴۰۱

مدرس: دکتر حسین فلسفین

۱

۱.۱ آ

نادرست-چون $LR(1) \subset LR(2)$ است و نه برعکس. به مثال مقابل توجه کنید.

$$E \rightarrow X_1 Y a | X_2 Y b$$

$$X_1 \rightarrow x$$

$$X_2 \rightarrow x$$

$$Y \rightarrow y$$

این گرامر $LR(2)$ است ولی $LR(1)$ نیست.

۲.۱ ب

درست-به ازای هر گرامر $LR(k)$ به طوری که $k \geq 2$ ، یک گرامر $LR(1)$ وجود دارد که زبان یکسانی را توصیف می‌کند. توجه شود که پارسرهای این دو زبان لزوماً یکسان نمی‌باشند.

۳.۱ ج

درست-الگوریتم CYK هر رشته‌ی به طول n را در هر گرامر Context-free ای در زمان $O(n^3)$ تجزیه می‌کند.

۴.۱ د

نادرست-به مثال مقابل توجه کنید.

$$S \rightarrow L = R$$

$$S \rightarrow R$$

$$L \rightarrow *R$$

$$L \rightarrow id$$

$$R \rightarrow L$$

این گرامر غیرمبهم است ولی $SLR(1)$ نیست.

۲

۱.۲

۱.۱.۲ قدرت

$$SLR(1) \leq LALR(1) \leq LR(1) \leq LR(k)$$

۲.۱.۲ پیاده‌سازی

$$SLR(1) = LALR(1) < LR(1) < LR(k)$$

میزان پیچیدگی حافظه و پیاده‌سازی به طور نمایی با زیاد شدن k زیاد می‌شود.

۳

تعداد استیت‌ها در $SLR(1)$ و $LALR(1)$ برابر است و بسیار کمتر از $LR(1)$ است.

$$n_1 > n_2 = n_3$$

۴

حداکثر تعداد reduce‌هایی که می‌تواند توسط یک تجزیه کننده‌ی پایین به بالا برای یک گرامر بدون قانون‌های اپسیلون یا واحد برای تجزیه‌ی رشته‌ای به طول n وجود داشته باشد برابر است با $2n - 1$. در حالت حداکثر هر reduction یا به صورت $X \rightarrow x$ است و یا به صورت $X \rightarrow YZ$ (که x ترمینال، و X و Y و Z غیر ترمینال است) توجه شود که تعداد غیر ترمینال‌های RHS‌های reduction‌ها در حالت حداکثری باید کمینه باشد و با توجه به شرط مسئله ۱ هم نباشد. پس در نهایت در حالت حداکثری به ازای هر سمبل رشته ۱ reduction خواهیم داشت (که به صورت $X \rightarrow x$ است) و $n - 1$ reduction هم به صورت $X \rightarrow YZ$ خواهیم داشت. پس در کل تعداد reduction‌ها حداکثر برابر با $2n - 1$ است. به مثال زیر توجه کنید.

$$S \rightarrow AB$$

$$A \rightarrow XY$$

$$B \rightarrow ZW$$

$$X \rightarrow x$$

$$Y \rightarrow y$$

$$Z \rightarrow z$$

$$W \rightarrow w$$

برای رشته‌ی $xyzw$ داریم:

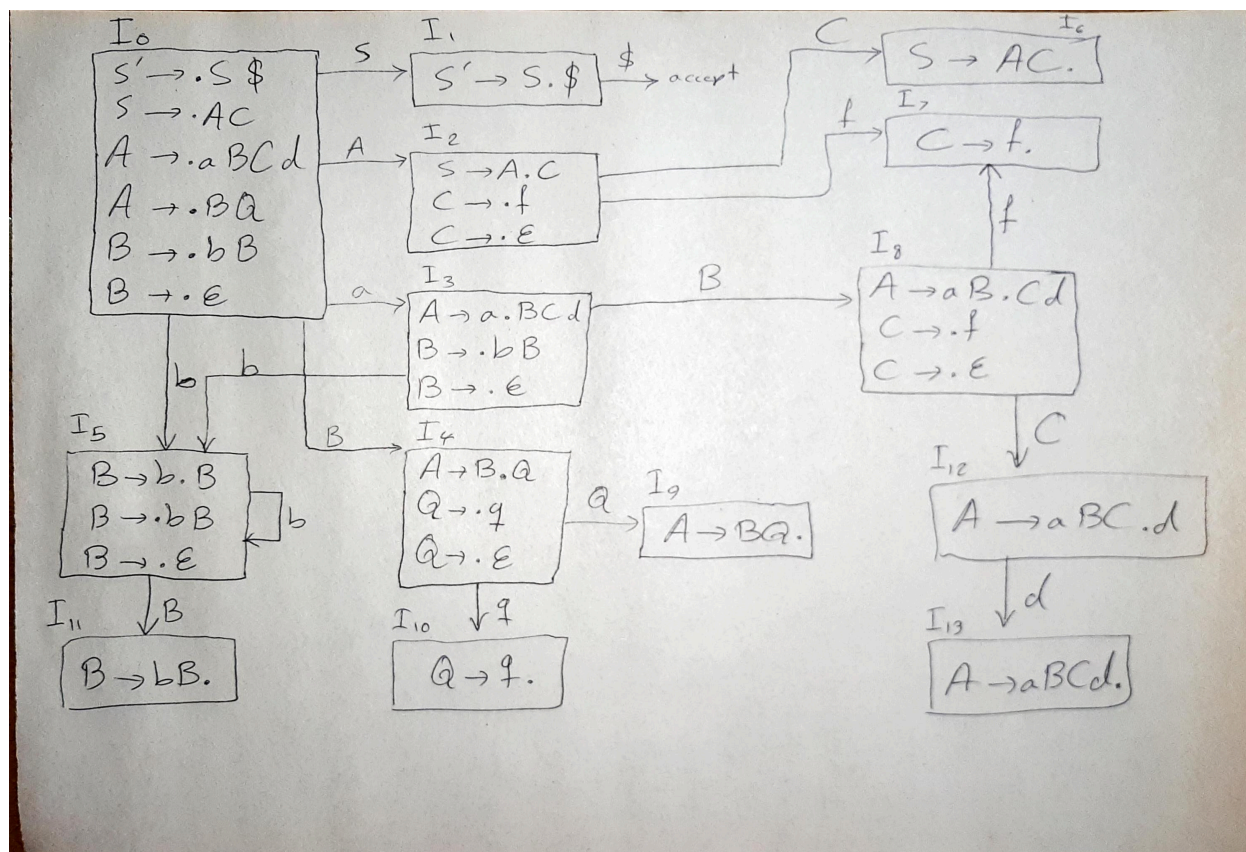
$$S \rightarrow AB \rightarrow XYB \rightarrow XYZW \rightarrow xYZW \rightarrow xyZW \rightarrow xyzW \rightarrow xyzw$$

که معادل ۷ تا reduction است.

۵

۱.۵

۱.۱.۵ نمودار انتقال



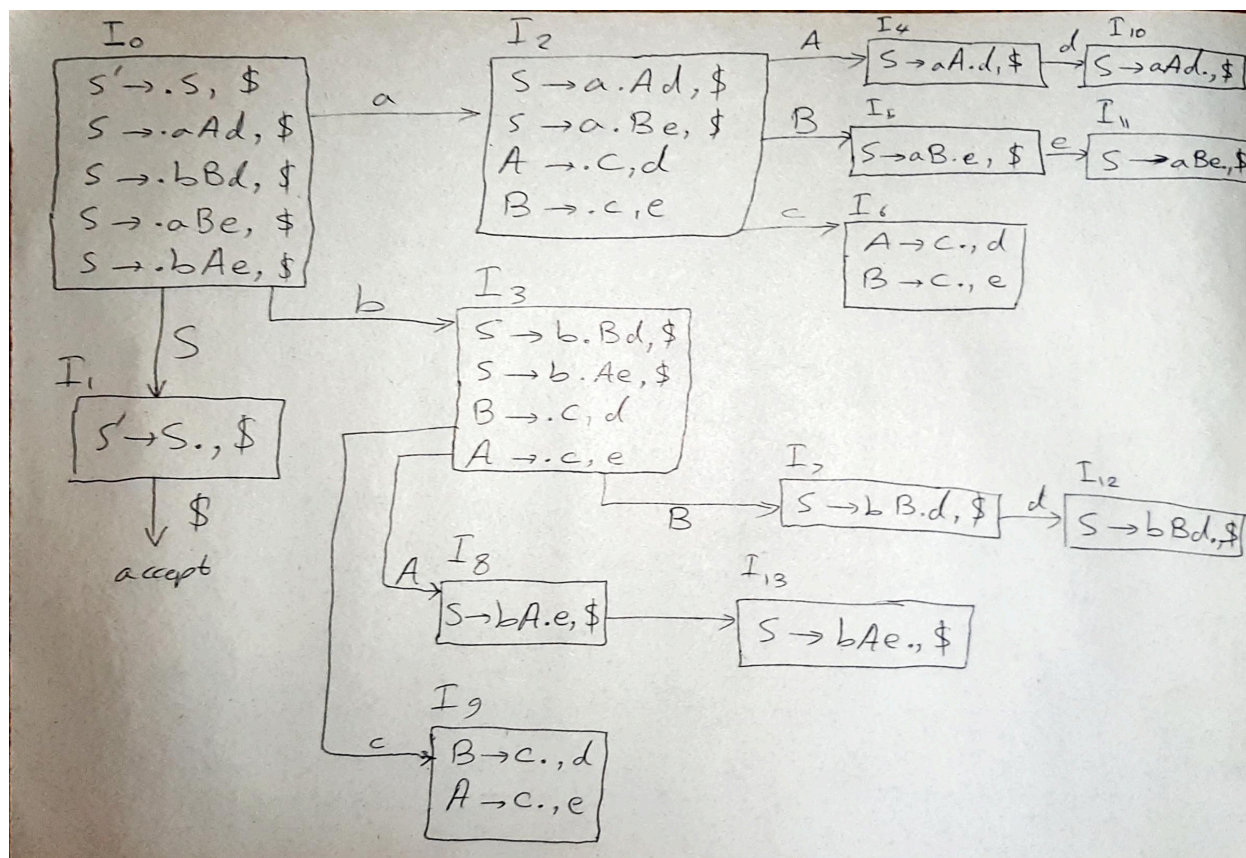
شکل ۱

۲.۱.۵ جدول تجزیه

LR table												
State	ACTION						GOTO					
	a	d	b	f	q	\$	S'	S	A	B	C	Q
0	s3	r5	s5	r5	r5	r5		1	2	4		
1						acc						
2		r7		s7		r7					6	
3		r5	s5	r5	r5	r5				8		
4				r9	s10	r9						9
5		r5	s5	r5	r5	r5				11		
6						r1						
7		r6				r6						
8		r7		s7		r7					12	
9				r3		r3						
10				r8		r8						
11		r4		r4	r4	r4						
12		s13										
13				r2		r2						

۲.۵

Trace			
Step	Stack	Input	Action
1	0	a b b d f \$	s3
2	0 a 3	b b d f \$	s5
3	0 a 3 b 5	b d f \$	s5
4	0 a 3 b 5 b 5	d f \$	r5
5	0 a 3 b 5 b 5 B	d f \$	11
6	0 a 3 b 5 b 5 B 11	d f \$	r4
7	0 a 3 b 5 B	d f \$	11
8	0 a 3 b 5 B 11	d f \$	r4
9	0 a 3 B	d f \$	8
10	0 a 3 B 8	d f \$	r7
11	0 a 3 B 8 C	d f \$	12
12	0 a 3 B 8 C 12	d f \$	s13
13	0 a 3 B 8 C 12 d 13	f \$	r2
14	0 A	f \$	2
15	0 A 2	f \$	s7
16	0 A 2 f 7	\$	r6
17	0 A 2 C	\$	6
18	0 A 2 C 6	\$	r1
19	0 S	\$	1
20	0 S 1	\$	acc



شکل ۲

۲.۶ ب

LR table										
State	ACTION						GOTO			
	a	d	b	e	c	\$	S'	S	A	B
0	s2		s3					1		
1						acc				
2					s6				4	5
3					s9				8	7
4		s10								
5				s11						
6		r5		r6						
7		s12								
8				s13						
9		r6		r5						
10						r1				
11						r3				
12						r2				
13						r4				

۳.۶ ج

استیت‌های ۶ و ۹ باید ادغام شوند.

۴.۶ د

خیر- چون برای سمبل‌های d و e کانفلیکتِ reduce-reduce r5 و r6 وجود دارد.

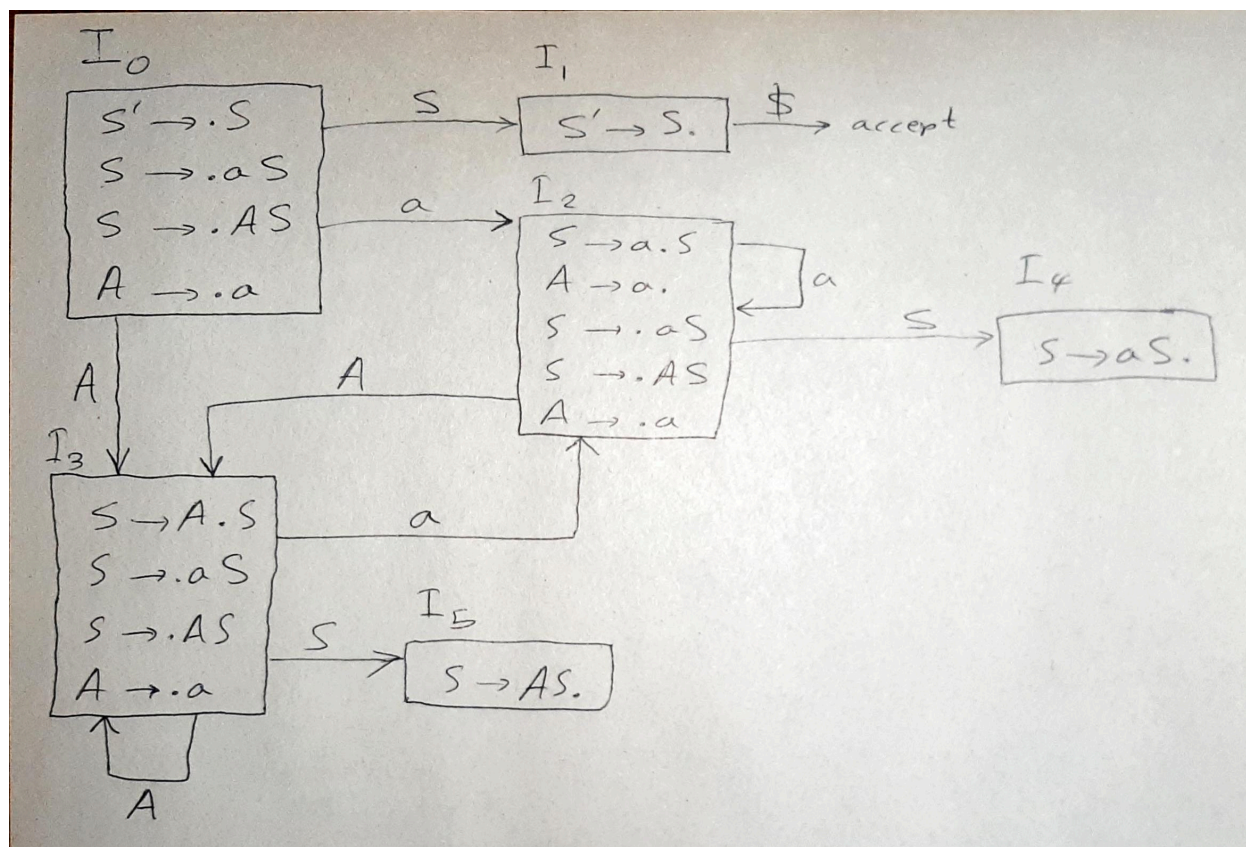
۷

۱.۷ آ

$$S' \rightarrow S\$$$

$$S \rightarrow aS|AS$$

$$A \rightarrow a$$



شکل ۳

کانفلیکت در استتیت ۲.

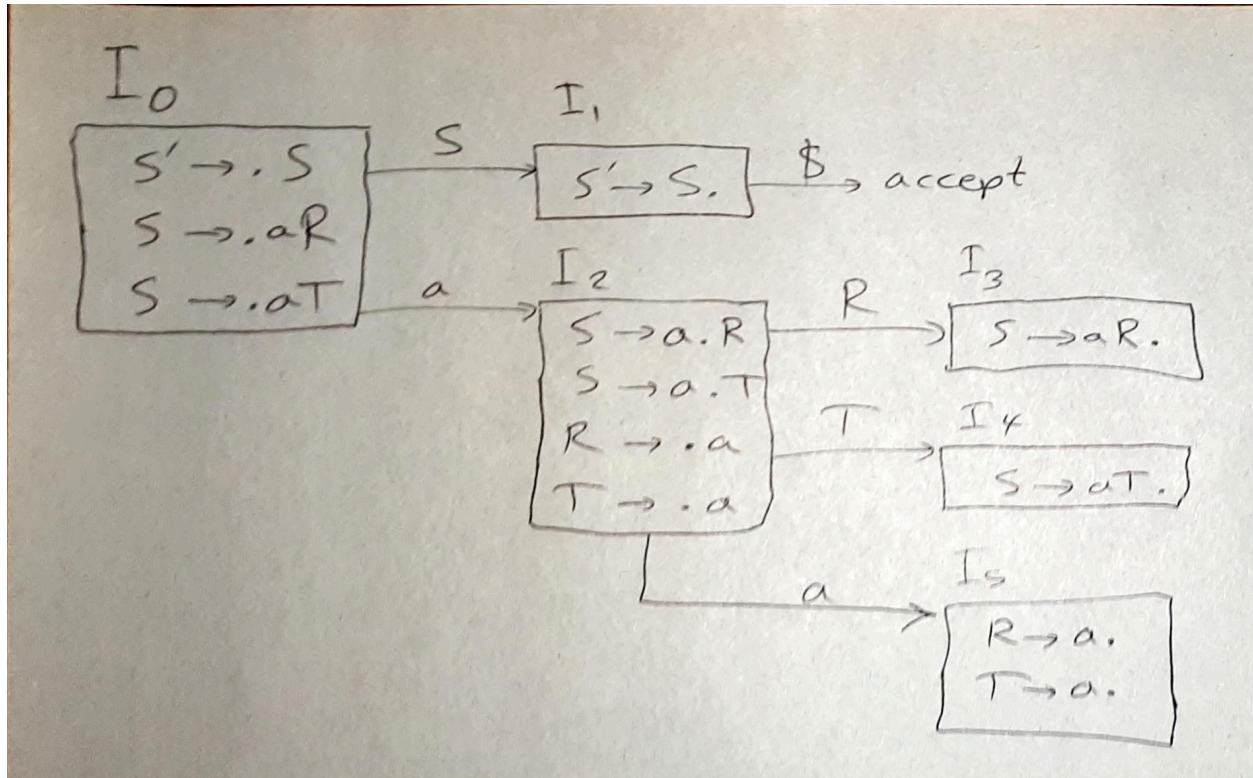
۲.۷ ب

$$S' \rightarrow S\$$$

$$S \rightarrow aR|AT$$

$$R \rightarrow a$$

$$T \rightarrow a$$



شکل ۴

کانفلیکت در استیت ۵.

۸

به ازای رول‌های به شکل

$$S \rightarrow A_i b_i$$

که منتج به کاهش می‌شوند هر کدام دو (نظیر حالات ممکن قرار گرفتن نقطه) آیتم $LR(0)$ داریم. پس تا اینجا حداقل $2n$ آیتم داریم.

به ازای رول‌های به شکل

$$A_i \rightarrow a_j$$

که منتج به کاهش می‌شوند هر کدام دو (نظیر حالات ممکن قرار گرفتن نقطه) آیتم $LR(0)$ داریم. پس $2^{\frac{n(n-1)}{2}}$ آیتم دیگر هم داریم.

به ازای رول‌های به شکل

$$A_i \rightarrow a_j A_i$$

که منتج به کاهش می‌شوند 2^n تا آیتم داریم. پس در مجموع حداقل تعداد آیتم‌ها برابر است با:

$$2^n + n^2 + n$$

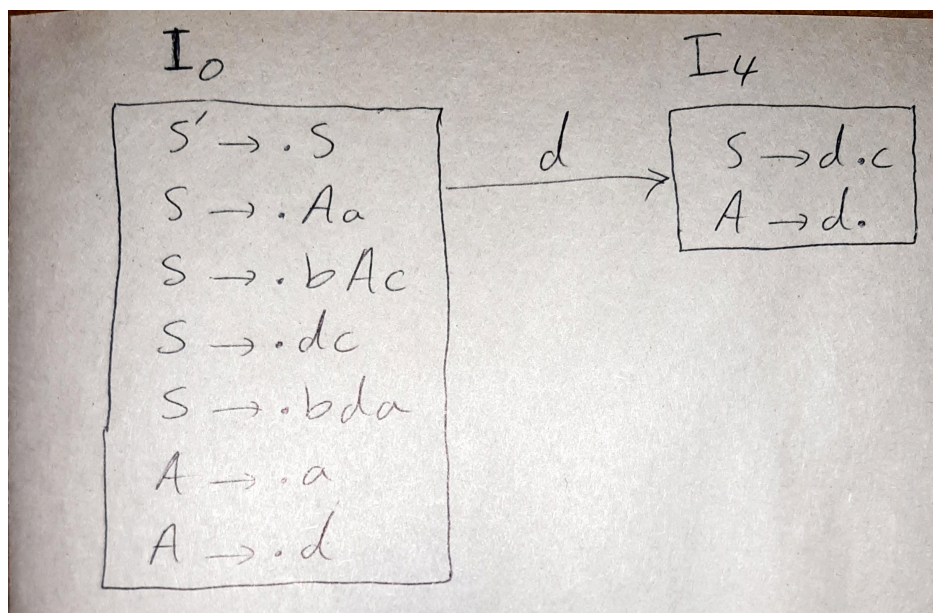
۹

۱.۹ آ

جدول تجزیه‌ی $LALR(1)$ به صورت زیر است و هیچ کانفلیکتی در آن وجود ندارد.

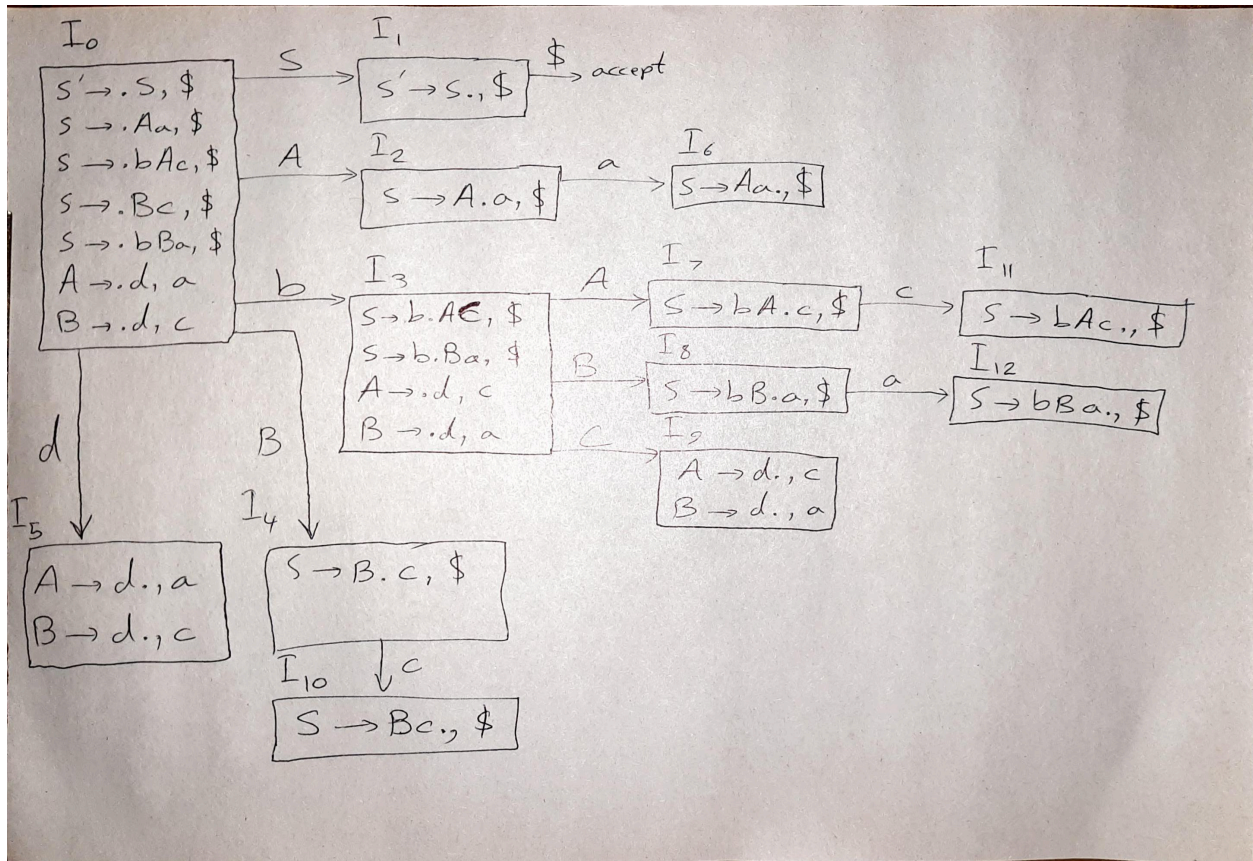
LR table								
State	ACTION					GOTO		
	a	b	c	d	\$	S'	S	A
0	s5	s3		s4			1	2
1					acc			
2	s6							
3	s5			s8				7
4	r6		s9					
5	r5		r5					
6					r1			
7			s10					
8	s11		r6					
9					r3			
10					r2			
11					r4			

با مشاهده‌ی بخشی از نمودار حالت $SLR(1)$ و FOLLOW ی A و S که برابر با $\{a, b, d\}$ است، می‌بینیم که یک کانفلیکت shift-reduce در استیت ۴ وجود دارد که نشان می‌دهد این گرامر $SLR(1)$ نیست.



شکل ۵

۲.۹ ب



شکل ۶

همانطور که در ماشین حالت بالا مشخص است، هیچ استیتی دارای کانفلیکت نیست. اما برای تجزیه‌ی $LALR(1)$ باید استیت‌های ۵ و ۶ ادغام شوند که باعث ایجاد کانفلیکت reduce-reduce می‌شود.

۱۰

آ ۱.۱۰

ابتدا سمبل‌های مختلف گرامر را به شکل زیر دسته‌بندی می‌کنیم:

Terminal	$\{ (, ,,), a, b, \$ \}$
Non-terminal	$\{ S', S, A \}$

که S' استیت شروع است.

با توجه به اینکه $GOTO(0, S)$ برابر ۱ است پس داریم:

$$S' \rightarrow S$$

با توجه به اینکه $GOTO(0, A)$ برابر ۳ است، می‌دانیم که یکی از production با A آغاز می‌شود و از آن جایی که تنها $r2$ در استیت ۳ دارای طول ۱ است داریم:

$$S \rightarrow A$$

با توجه به استیت‌های ۰، ۶، ۸، ۹، ۱۰ و مقادیر $GOTO$ ، $ACTION$ ، $shift$ و $reduce$ شان داریم:

$$S \rightarrow (A, S)$$

با توجه به استیت‌های ۰، ۴، ۷ داریم:

$$A \rightarrow aS$$

و با توجه به استیت‌های ۰، ۵ داریم:

$$A \rightarrow b$$

پس در نهایت گرامری که جداول سوال از روی آن تولید شده است، به صورت زیر است:

$$S' \rightarrow S$$

$$S \rightarrow (A, S)$$

$$S \rightarrow A$$

$$A \rightarrow aS$$

$$A \rightarrow b$$

۲.۱۰ ب

مراحل تجزیه به صورت زیر می‌باشد:

Trace			
Step	Stack	Input	Action
1	0	(a a b , b) \$	s2
2	0 (2	a a b , b) \$	s4
3	0 (2 a 4	a b , b) \$	s4
4	0 (2 a 4 a 4	b , b) \$	s5
5	0 (2 a 4 a 4 b 5	, b) \$	r4
6	0 (2 a 4 a 4 A	, b) \$	3
7	0 (2 a 4 a 4 A 3	, b) \$	r2
8	0 (2 a 4 a 4 S	, b) \$	7
9	0 (2 a 4 a 4 S 7	, b) \$	r3
10	0 (2 a 4 A	, b) \$	3
11	0 (2 a 4 A 3	, b) \$	r2
12	0 (2 a 4 S	, b) \$	7
13	0 (2 a 4 S 7	, b) \$	r3
14	0 (2 A	, b) \$	6
15	0 (2 A 6	, b) \$	s8
16	0 (2 A 6 , 8	b) \$	s5
17	0 (2 A 6 , 8 b 5) \$	r4
18	0 (2 A 6 , 8 A) \$	3
19	0 (2 A 6 , 8 A 3) \$	r2
20	0 (2 A 6 , 8 S) \$	9
21	0 (2 A 6 , 8 S 9) \$	s10
22	0 (2 A 6 , 8 S 9) 10	\$	r1
23	0 S	\$	1
24	0 S 1	\$	acc