

بسمه تعالی
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
دانشگاه صنعتی اصفهان

طراحی کامپایلرها - نیمسال دوم ۹۹-۱۳۹۸
تکلیف شماره سه

مریم سعید مهر
ش.د.: ۹۶۲۹۳۷۳

۱- با توجه به گرامر زیر به سوالات پاسخ دهید.

$S \rightarrow nAb \mid mS \mid B$
 $A \rightarrow aAB \mid Af \mid g$
 $B \rightarrow d$

الف) در تجزیه‌ی پایین به بالای رشته‌ی "nagfdb"، هندل‌ها را به دست آورده و به ترتیب بنویسید.

پاسخ:

$S \rightarrow nAb \rightarrow naABb \rightarrow naAdb \rightarrow naAfdb \rightarrow nagfdb$

عبارت‌های مارک شده در هر مرحله از پارس، هندل در آن مرحله هستند به ترتیب عبارت اند از (از چپ به راست به ترتیب اولین تا پنجمین هندل هستند):

g, Af, d, aAB, nAb

ب) در صورتی که بخواهیم رشته‌ی "baagdb" را بر اساس گرامر G توسط پارسر SLR(1) تجزیه کنیم، چهارمین هندل یافت شده چه خواهد بود؟

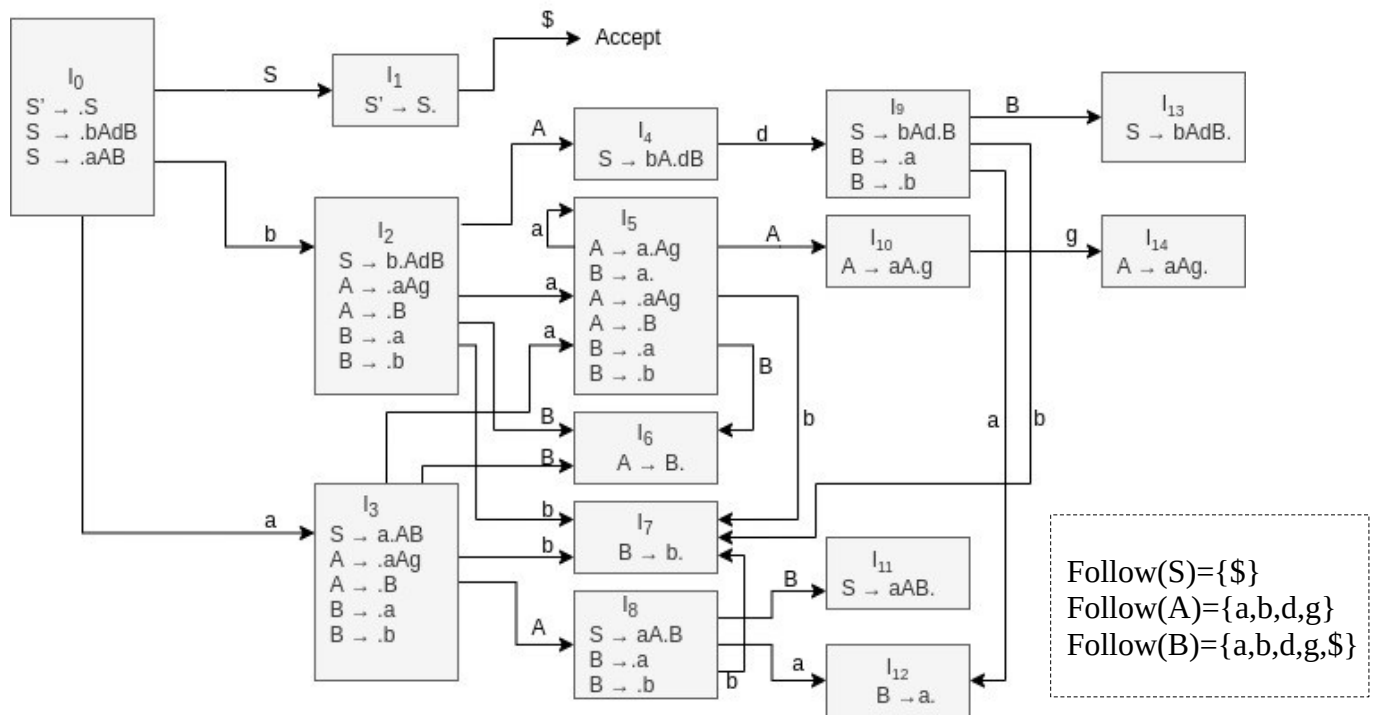
$G : S \rightarrow bAdB \mid aAB$
 $A \rightarrow aAg \mid B$
 $B \rightarrow a \mid b$

پاسخ:

در ابتدا گرامر Augmented گرامر فوق:

$G_a : S' \rightarrow S$
 $S \rightarrow bAdB \text{ (1)} \mid aAB \text{ (2)}$
 $A \rightarrow aAg \text{ (3)} \mid B \text{ (4)}$
 $B \rightarrow a \text{ (5)} \mid b \text{ (6)}$

در ادامه DFA و جدول پارس گرامر مذکور را می‌بینید:



Stack	Action					Go-to		
	a	b	d	g	\$	S	A	B
0	s3	s2				1		
1					acc			
2	s5	s7					4	6
3	s5	s7					8	6
4			s9					
5	S5 r5	S7 r5	r5	r5	r5		10	6
6	r4	r4	r4	r4				
7	r6	r6	r6	r6	r6			
8	s12	s7						11
9	s12	s7						13
10				s15				
11					r2			
12	r5	r5	r5	r5	r5			
13					r1			
14	r3	r3	r3	r3				

همانطور که در جدول پیداست ، در دو خانه جدول دچار s/r conflict هستیم . اما به هر حال تجزیه‌ی رشته‌ی "baagdb" به فرم زیر است :

State Stack	Symbol Stack	Input	Action
\$0	\$	baagdb\$	s2
\$02	\$b	aagdb\$	s5
\$025	\$ba	agdb\$	s5, Conflict
\$0255	\$baa	gdb\$	r5,Go-to(6)
\$0256	\$baB	gdb\$	r4,Go-to(10)
\$025'10'	\$baA	gdb\$	s15
\$025'10''15'	\$baAg	db\$	r3,Go-to(4)
\$024	\$bA	db\$	s9
\$0249	\$bAd	b\$	s7
\$02497	\$bAd b	\$	r6,Go-to(13)
\$0249'13'	\$bAdB	\$	r1,Go-to(1)
\$01	\$S	\$	acc

در نهایت ، عبارت مارک شده ، مطلوب سوال است ؛ یعنی چهارمین هندل در تجزیه‌ی این رشته با الگوریتم SLR عبارت است از : b

اگر درخت تجزیه‌ی رشته‌ی مورد نظر را بنویسیم به فرم زیر است :

$S \rightarrow bAdB \rightarrow bAdb \rightarrow baAgdb \rightarrow baBgdb \rightarrow baagdb$

که هندل ها به ترتیب (از چپ به راست بخوانید) عبارت اند از :

a , B , aAg , b , bAdB

که چهارمین هندل همان b است !

۲- بررسی کنید گرامر زیر از نوع گرامرهای LR(1) , LR(1) , LALR(1) می‌باشد یا خیر .

$E \rightarrow E + E \mid E - E \mid a$

پاسخ :

* بررسی SLR بودن گرامر فوق :

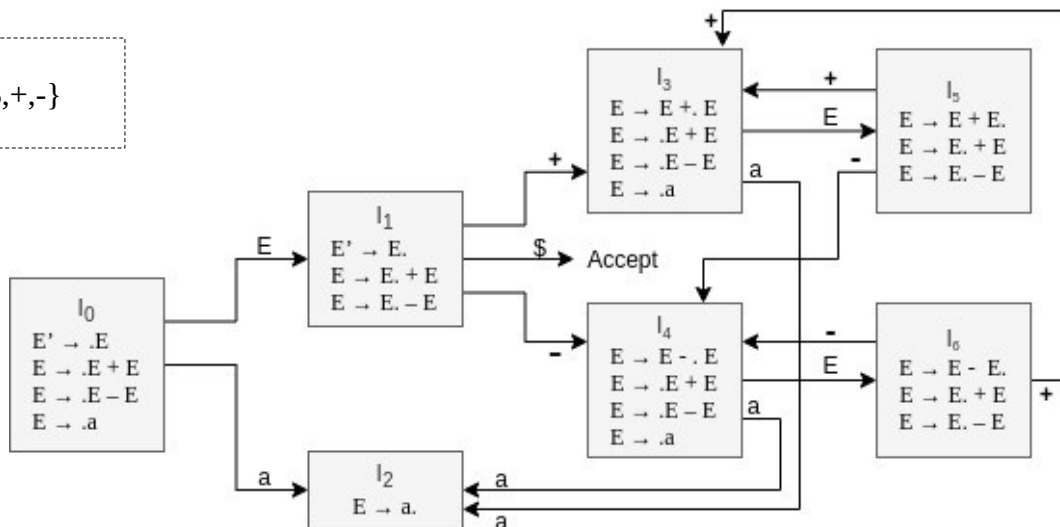
در ابتدا گرامر Augmented گرامر فوق :

$G_a : E' \rightarrow E$

$E \rightarrow E + E \text{ (1)} \mid E - E \text{ (2)} \mid a \text{ (3)}$

در ادامه DFA و جدول پارس گرامر مذکور را می‌بینید :

Follow(S)={ \$,+, - }

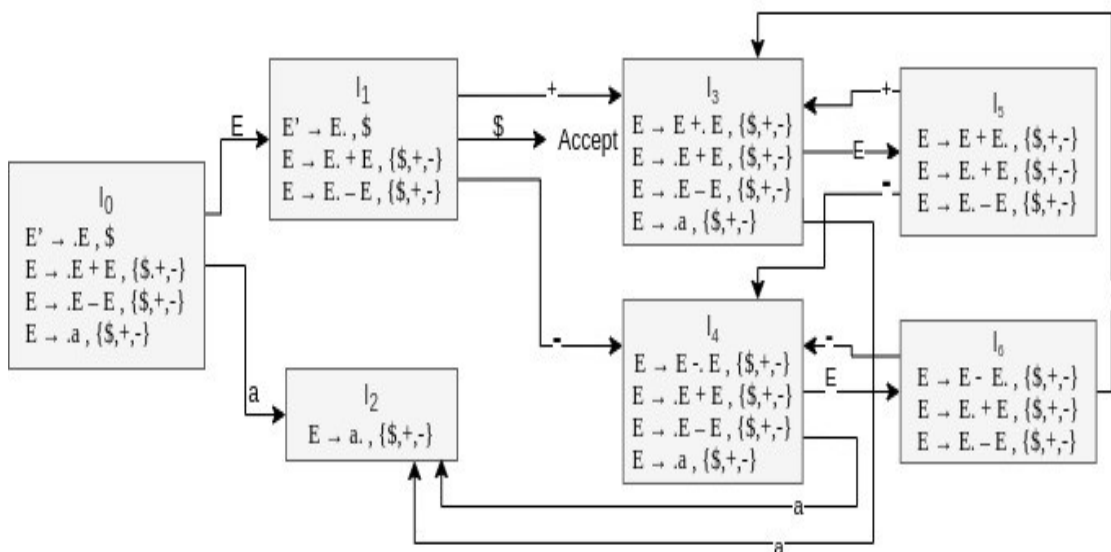


State	Action				Go-to
	+	-	a	\$	
0			s2		1
1	s3	s4		acc	
2	r3	r3		r3	
3			s2		5
4			s2		6
5	r1 s3	r1 s4		r1	
6	r2 s3	r2 s4		r2	

با توجه به اینکه در چهارخانه از جدول پارس دارای s/r conflict هستیم ، لذا این گرامر SLR نیست .

* بررسی CLR یا LR(1) بودن گرامر فوق :

در ابتدا طراحی اتوماتای LR(1) :



State	Action				Go-to
	+	-	a	\$	E
0			s2		1
1	s3	s4		acc	
2	r3	r3		r3	
3			s2		5
4			s2		6
5	s3 r1	s4 r1		r1	
6	s3 r2	s4 r2		r2	

با توجه به اینکه در چهارخانه از جدول پارس دارای s/r conflict هستیم ، لذا این گرامر CLR یا LR(1) نیست .

* بررسی LALR بودن گرامر فوق :

از آنجایی که در اتوماتای LR(1) یا همان CLR هیچ دو استیتی با Core یکسان نداریم لذا ترکیب کردن استیت ها رخ نمیدهد و در عمل اتوماتای LALR(1) هیچ تفاوتی با اتوماتای LR(1) ندارد . همچنین به دلیل مشابه ، جدول پارس CLR و LALR(1) نیز تفاوتی نخواهند داشت ، در نهایت میتوان نتیجه گرفت که چون «گرامر CLR یا LR(1) است» پس گرامر فوق LALR(1) نیز نیست.

۳- بررسی کنید آیا گرامر مقابل مبهم است یا خیر. با ذکر دلیل .

stmt \rightarrow if expr then stmt | if expr then stmt else stmt | other

الف (نشان دهید گرامر فوق SLR(1) نیست .

ب (رشته‌ی مقابل را در نظر بگیرید.

If expr then if expr then other else other

واژی else به کدام If باز میگردد؟ با توجه به پاسخ این سوال تلاش کنید یک گرامر معادل و SLR(1) برای گرامر فوق طراحی کنید.

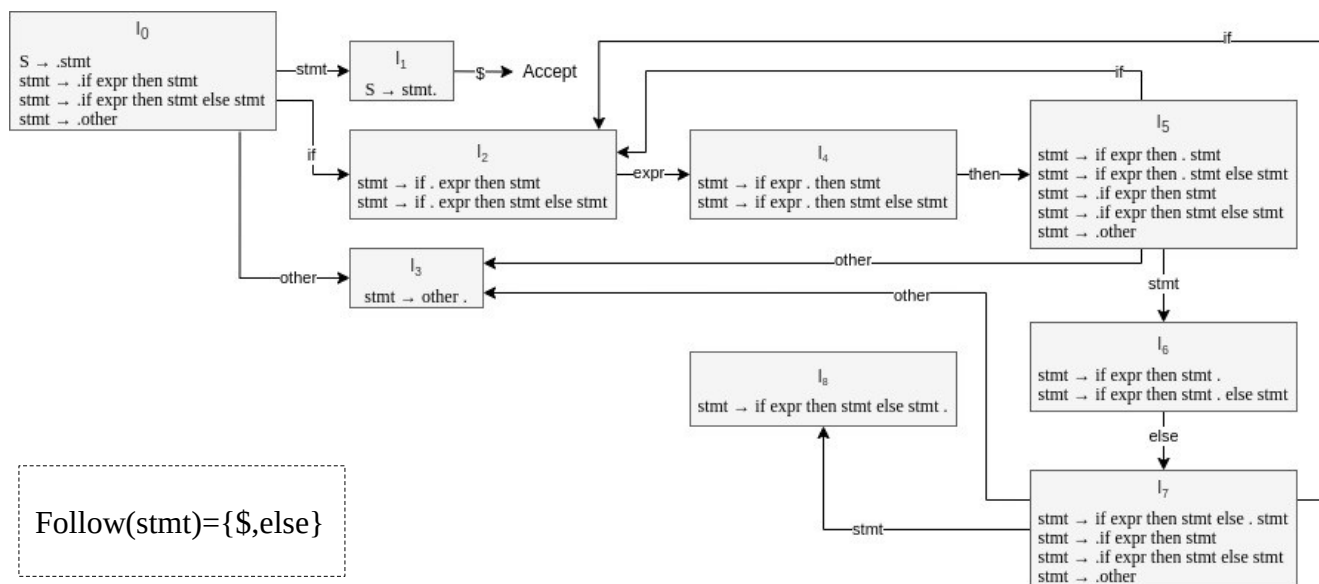
پاسخ :

الف (در ابتدا گرامر Augmented گرامر فوق :

G: S \rightarrow stmt

stmt \rightarrow if expr then stmt (1) | if expr then stmt else stmt (2) | other (3)

در ادامه DFA و جدول پارس گرامر مذکور را میبینید :



State	Action						Go-to
	if	expr	then	else	other	\$	stmt
0	s2				s3		1
1						acc	
2		s4					
3				r3		r3	
4			s5				
5	s2				s3		6
6				s7 r1		r1	
7	s2				s3		8
8				r2		r2	

با توجه به اینکه در یک خانه‌ی جدول دارای s/r conflict هستیم ، لذا این گرامر SLR نیست .

ب) دقیقاً مشخص نیست که else به کدام if برمیگردد ؛ زیرا هر دو تجزیه‌ی right most زیر برای رشته‌ی فوق معتبر هستند :

1) $stmt \rightarrow if\ expr\ then\ stmt \rightarrow if\ expr\ then\ if\ expr\ then\ stmt\ else\ stmt \rightarrow if\ expr\ then\ if\ expr\ then\ stmt\ else\ other \rightarrow if\ expr\ then\ if\ expr\ then\ other\ else\ other$

2) $stmt \rightarrow if\ expr\ then\ stmt\ else\ stmt \rightarrow if\ expr\ then\ stmt\ else\ other \rightarrow if\ expr\ then\ if\ expr\ then\ stmt\ else\ other \rightarrow if\ expr\ then\ if\ expr\ then\ other\ else\ other$

طبق تجزیه شماره (۱) ، else متعلق به if دوم (داخلی ترین) است ولی طبق تجزیه شماره (۲) ، متعلق به if اول (بیرونی ترین) است.

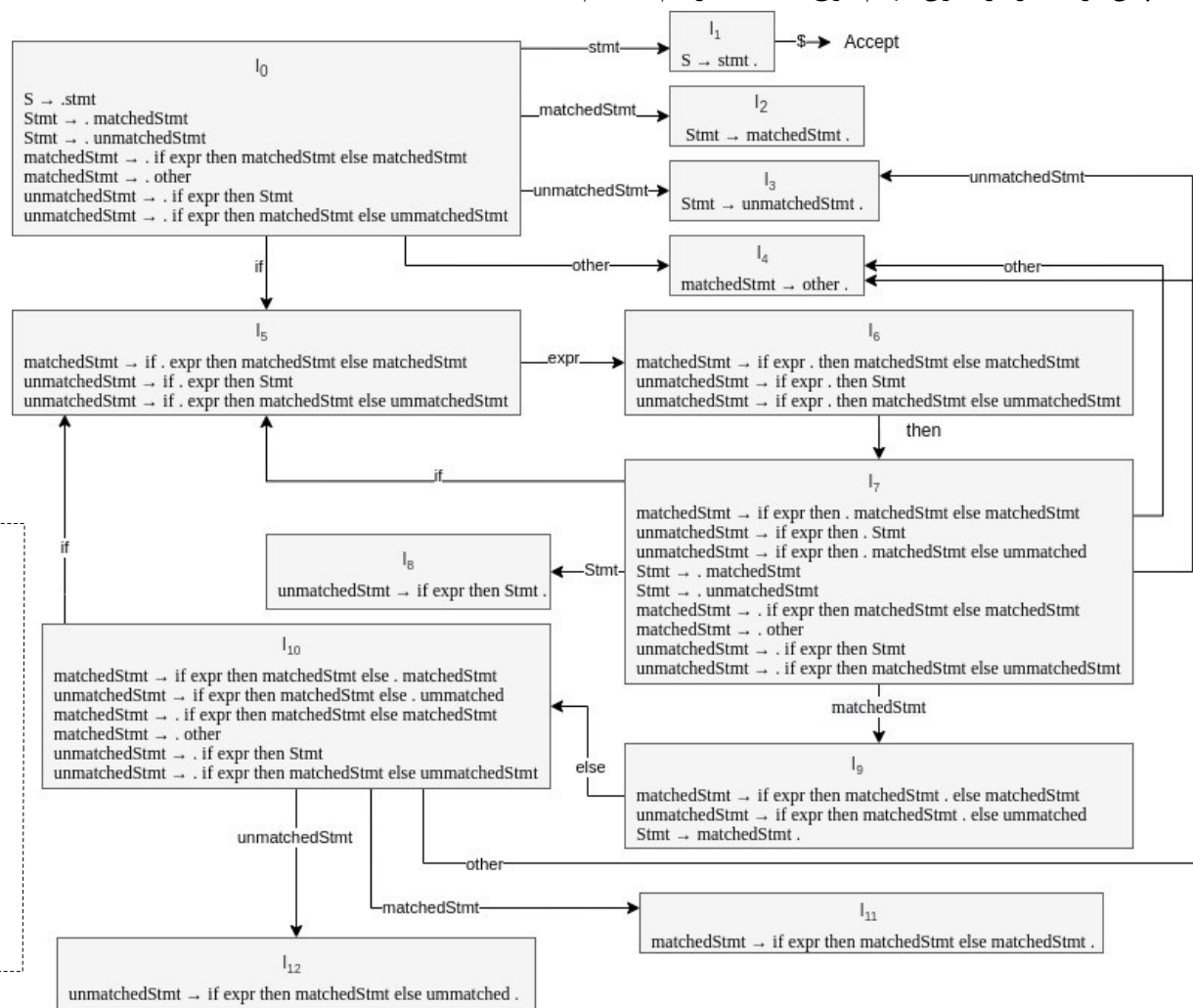
به کمک همین نمونه رشته ورودی ، میتوان اثبات کرد که گرامر داده شده ، مبهم است زیرا دو تجزیه معتبر برای یک ورودی خاص پیدا شد .
 * گرامر رفع ابهام شده‌ی معادل :

Stmt \rightarrow matchedStmt (1) | unmatchedStmt (2)

matchedStmt \rightarrow if expr then matchedStmt else matchedStmt (3) | other (4)

unmatchedStmt \rightarrow if expr then Stmt (5) | if expr then matchedStmt else unmatchedStmt (6)

سپس برای گرامر بدون ابهام فوق ، DFA رسم میکنم :



Follow(stmt)={}\$
 Follow(matchedStmt)={else,\$}
 Follow(unmatchedStmt)={}\$

State	Action						Go-to		
	if	expr	then	else	other	\$	stmt	matchedStmt	unmatchedSt mt
0	s5						1	2	3
1									
2						r1			
3						r2			

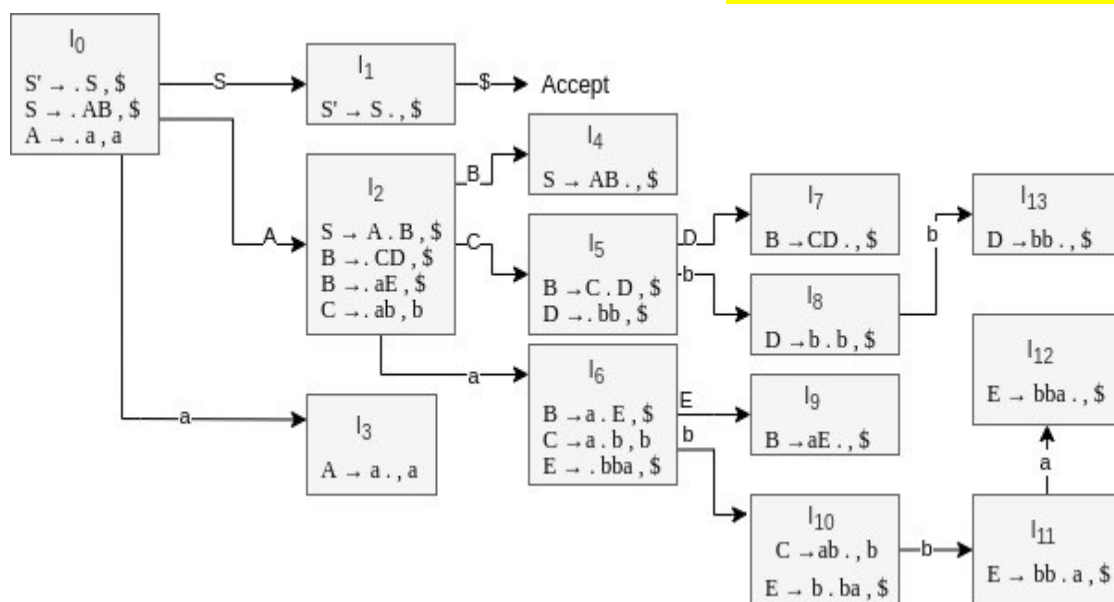
4				r4		r4			
5		s6							
6			s7						
7	s5				s4		8	9	3
8						r5			
9				s10		r1			
10	s5				s4			11	12
11				r3		r3			
12						r6			

همانطور که از جدول پارس پیداست ، در هیچ خانه‌ای دچار conflict نیستیم و لذا ، گرامر معادلی که پیشنهاد داده ایم ، کاملاً درست و فاقد ابهام است همچنین SLR(0) نیز است .

۴- LR(1) , LR(2) بودن گرامر زیر را بررسی کنید .

$S \rightarrow AB$ (1)
 $A \rightarrow a$ (2)
 $B \rightarrow CD(3) \mid aE(4)$
 $C \rightarrow ab$ (5)
 $D \rightarrow bb$ (6)
 $E \rightarrow bba$ (7)

* بررسی LA(1) بودن گرامر فوق :



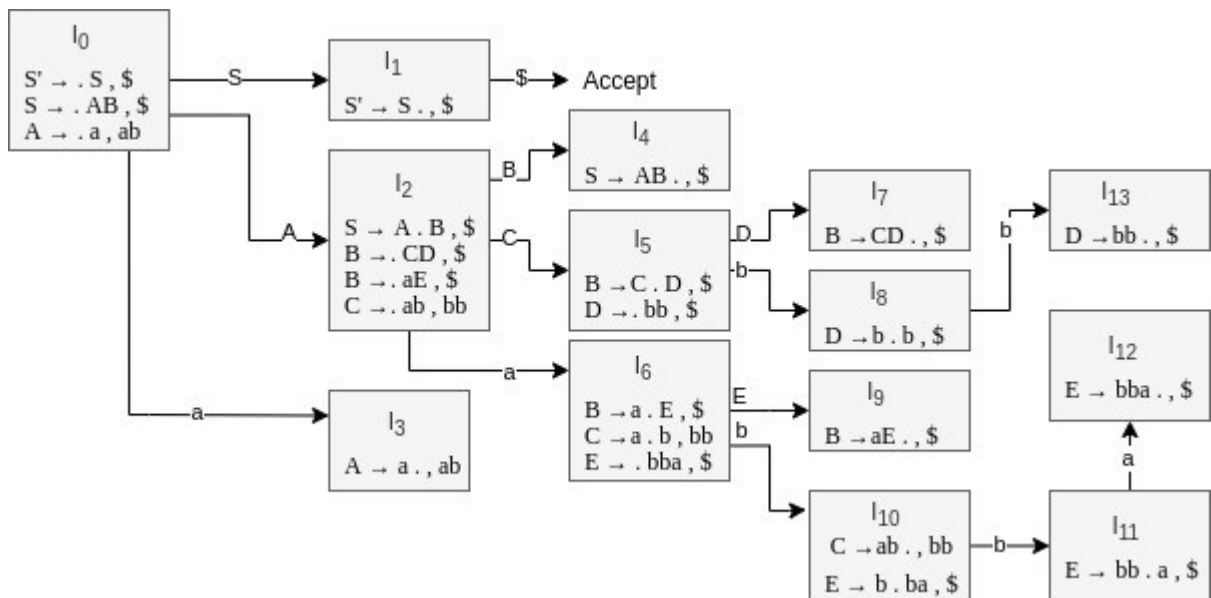
آتوماتای فوق ، مربوط به LR(1) یا همان CLR است . که جدول پارس آن به فرم زیر است :

State	Action			Go-to					
	a	b	\$	S	A	B	C	D	E
0	s3			1	2				
1			acc						
2	s6					4	5		
3	r2								
4			r1						
5		s8						7	
6		s10							9
7			r3						
8		s13	r6						
9			r4						
10		s11 r5							
11	s12								
12			r7						
13			r6						

همانطور که از جدول پارس LR(1) پیداست ، در یک خانه دچار s/r conflict هستیم لذا گرامر فوق ،

LR(1) نیست .

* بررسی LA(2) بودن گرامر فوق :



State	Action					Go-to					
	a	b	\$	ab	bb	S	A	B	C	D	E
0	s3					1	2				
1			acc								
2	s6							4	5		
3				r2							
4			r1								
5		s8								7	
6		s10									9
7			r3								
8		s13	r6								
9			r4								
10		s11			r5						
11	s12										
12			r7								
13			r6								

همانطور که از جدول پارس LR(2) پیداست ، دیگر هیچ conflict نداریم لذا گرامر فوق LR(2) است.

* میدانیم که منظور از LR(2) همان CLR است که تعداد LookAhead هایش ۲ تاست ، به همین جهت ، دو ستون به ستون های بخش action جدول پارس اضافه شد (زیرا lookahead های جدید فقط bb , ab بودند)

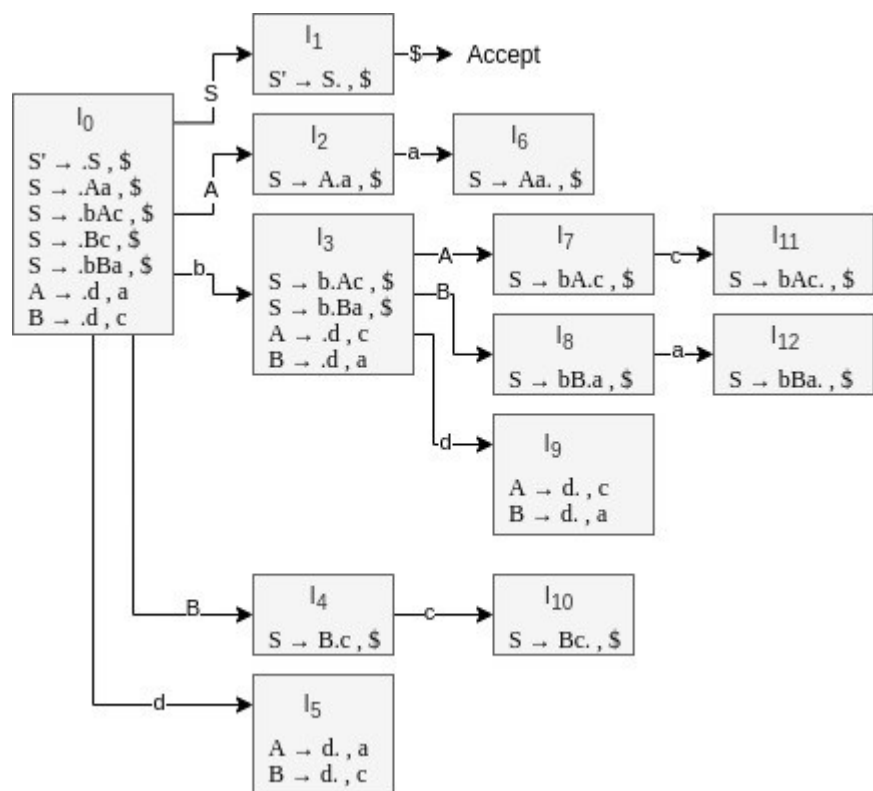
۵- نشان دهید گرامر زیر LR(1) هست ولی LALR(1) نیست .

S → **Aa(1)** | **bAc(2)** | **Bc(3)** | **bBa(4)**

A → **d(5)**

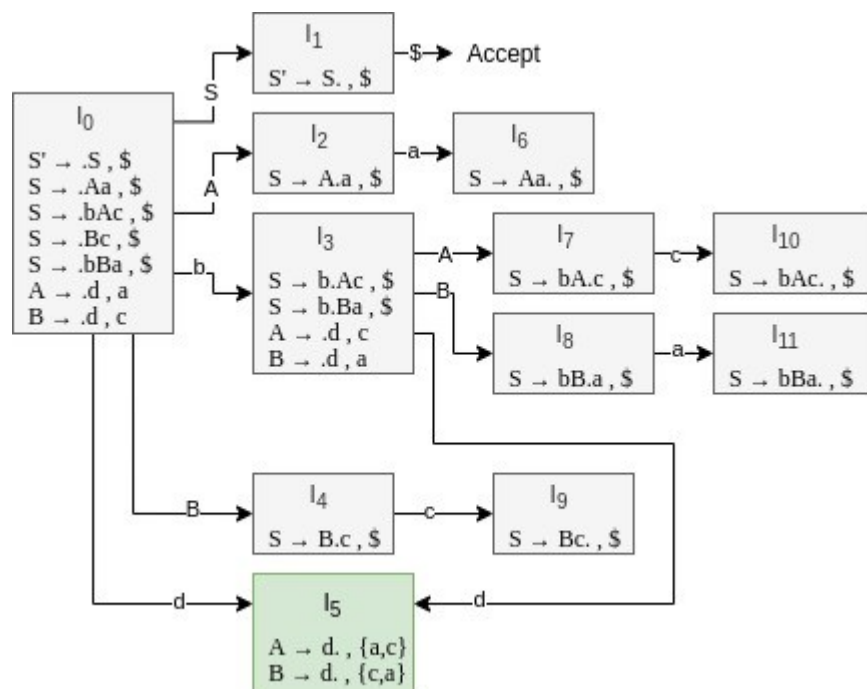
B → **d(6)**

آتوماتای LR(1) گرامر فوق به شکل زیر است :



State	Action					Go-to		
	a	b	c	d	\$	S	A	B
0		s3		s5		1	2	4
1					acc			
2	s6							
3				s9			7	8
4			s10					
5	r5		r6					
6					r1			
7			s11					
8	s12							
9	r6		r5					
10					r3			
11					r2			
12					r4			

همانطور که از جدول پارس LR(1) پیداست ، ما هیچ conflict نداریم لذا گرامر فوق ، LA(1) است .
 اتوماتای LALR(1) گرامر فوق به شکل زیر است :



State	Action					Go-to		
	a	b	c	d	\$	S	A	B
0		s3		s5		1	2	4
1					acc			
2	s6							
3				s5			7	8
4			s10					
5	r5 r6		r6 r5					
6					r1			
7			s11					
8	s12							
9					r3			
10					r2			
11					r4			

همانطور که در اتوماتای هم مشخص است ، استیت سبز رنگ حاصل ترکیب استیت I_5 و I_9 در اتوماتای LR(1) است .

همچنین ، همانطور که از جدول پارس (1) LALR پیداست ، ما در دو خانه‌ی جدول دچار r/r conflict هستیم و در نتیجه گرامر فوق (1) LALR نیست .

۶- کدام یک از جملات زیر صحیح و کدام یک غلط است ؟ (با ذکر دلیل و آوردن مثال)
الف (روش تجزیه‌ی (1) LR گرامرهای مستقل از متن کمتری را نسبت به روش تجزیه (1) SLR پوشش میدهد.

ب (برای هر گرامری میتوان پارسر (1) LR طراحی کرد.

ج (چنانچه بتوان برای یک گرامر تجزیه‌گر بالا به پایین طراحی کرد لذا حتماً میتوان تجزیه‌گر پایین به بالا نیز برای آن طراحی کرد.

پاسخ :

الف (غلط است ، زیرا :

وقتی تجزیه کننده در بافر ورودی به جلو نگاه می کند تا تصمیم بگیرد که آیا این کاهش باید انجام شود یا خیر ، اطلاعات مربوط به ترمینال ها در استیت تجزیه کننده موجود است که این اطلاعات در استیت تجزیه کننده SLR نیست. از این رو تجزیه کننده (1) CLR از SLR قدرتمندتر است.

ب (غلط است ، با یک مثال نقض اثبات میکنم :

$stmt \rightarrow if\ expr\ then\ stmt \mid if\ expr\ then\ stmt\ else\ stmt \mid other$

گرامر فوق که در سوال ۳ همین تکلیف بررسی شد ، مبهم است و نمیتوان هیچ پارسر LR برای آن یافت . لذا حکم آورده شده در قسمت (ب) غلط است .

ج (درست است، زیرا همانطور که از دیاگرام زیر پیداست قدرت گرامرهای LL از LR کمتر است و لذا برای هر گرامری که پارسر بالا به پایین داشته باشد ، میتوان پارسر پایین به بالا نیز طراحی کرد.
(نمودار در کلاس درس ، مطرح شده است)

LL, SLR, LR, LALR Grammars

