



سوال اول:

(الف)

سلسه زبان چامسکی شامل چهار نوع زبان است (REL و CSL، CFL، RL). زبان‌های $LR(0)$ ، $LL(1)$ و $LR(1)$ همگی زیرمجموعه‌ای از زبان‌های مستقل از متن (CFL) هستند و می‌توانند توسط پارسرهای مختلف تحلیل شوند.

(ب)

زمانی که وضعیت‌هایی با هسته مشابه در $LR(1)$ را برای ساخت $LALR(1)$ ادغام می‌کنیم، تنها پیش‌بینی‌های (Lookahead) آن‌ها را ترکیب می‌کنیم. به عبارت دیگر، حرکت‌ها و کاهش‌ها (shifts and reduces) در گرامر اصلی $LR(1)$ بدون تغییر باقی می‌مانند و تنها پیش‌بینی‌ها ترکیب می‌شوند. به این دلیل، اگر در گرامر اصلی $LR(1)$ هیچ‌گونه تضاد (conflict) وجود نداشته باشد، ادغام پیش‌بینی‌ها در $LALR(1)$ نمی‌تواند تضاد جدیدی ایجاد کند زیرا تغییرات در وضعیت‌ها بر اساس ورودی‌ها به همان صورت باقی می‌مانند و همچنین کاهش‌ها (reduces) بر اساس شرایط مشابه در وضعیت‌های $LR(1)$ انجام می‌شود و تنها پیش‌بینی‌های مختلف در آن‌ها ترکیب می‌شوند. به همین دلیل، $LALR(1)$ نمی‌تواند تضاد جدیدی ایجاد کند که در $LR(1)$ وجود نداشته است.

(ج)

از آنجایی که ماشین تورینگ بسیار کندتر از الگوریتم‌های عملی پارسینگ مانند LL ، LR و $LALR$ عمل می‌کند. این ماشین‌ها به دلیل ساختار تئوریک‌شان مناسب برای استفاده عملی در برنامه‌های واقعی نیستند. همچنین طراحی و پیاده‌سازی ماشین تورینگ برای زبان‌های واقعی بسیار پیچیده و دشوار است. این در حالی است که الگوریتم‌های پارسینگ استاندارد مانند LL و LR به مراتب ساده‌تر و کارآمدتر هستند.

سوال دوم:

(الف)

این عبارت نادرست است زیرا $LR(2) \subseteq LR(1)$ نادرست است. پارسر LR با $Lookahead=2$ قوی‌تر از $Lookahead=1$ است. مثال:

$$S \rightarrow aAd \mid bBd$$

$$A \rightarrow c$$

$$B \rightarrow c$$

(ب)

این عبارت درست زیرا الگوریتمی برای تبدیل گرامر $LR(K)$ به $LR(1)$ وجود دارد.

(ج)

نادرست:

$$S \rightarrow Aa \mid bAc \mid dc \mid bda$$

$$A \rightarrow d$$

سوال سوم:

$LALR(1)$ از ترکیب حالات $LR(1)$ که به آن $CLR(1)$ نیز گفته می‌شود تشکیل می‌شود، بنابراین تعداد حالات در $LALR(1)$ کمتر از تعداد حالات در $LR(1)$ است، از این رو $n_1 > n_3$ است و $SLR(1)$ و $LALR(1)$ تعداد حالات یکسانی دارند، یعنی $n_2 = n_3$.

$$n_1 > n_2 = n_3$$

سوال چهارم:

در یک پارسر پایین به بالا، هر بار که یک تولید (reduction) اعمال می‌شود، یک تعداد از نمادها در رشته ورودی به صورت غیرقابل بازگشت با یک نماد غیر متمایز (nonterminal) جایگزین می‌شوند. اگر n تعداد نمادهای در رشته ورودی باشد، می‌توان انتظار داشت که حداکثر n کاهش اعمال شود. زیرا هر بار کاهش، حداقل یک نماد را از رشته حذف می‌کند. همچنین اگر بخواهیم از بین n نماد، یک نماد غیر متمایز بسازیم، ما نیاز به $n - 1$ کاهش داریم. زیرا هنگام ایجاد نماد غیر متمایز، باید یک نماد موجود حذف شود و در نتیجه تعداد کاهش‌ها یکی کمتر از تعداد نمادها است. پس کمترین تعداد کاهش‌ها برابر است با جمع حداکثر تعداد نمادها کاهش یافته با حداقل تعداد ممکن از آنها که یکی کمتر از حداکثر است:

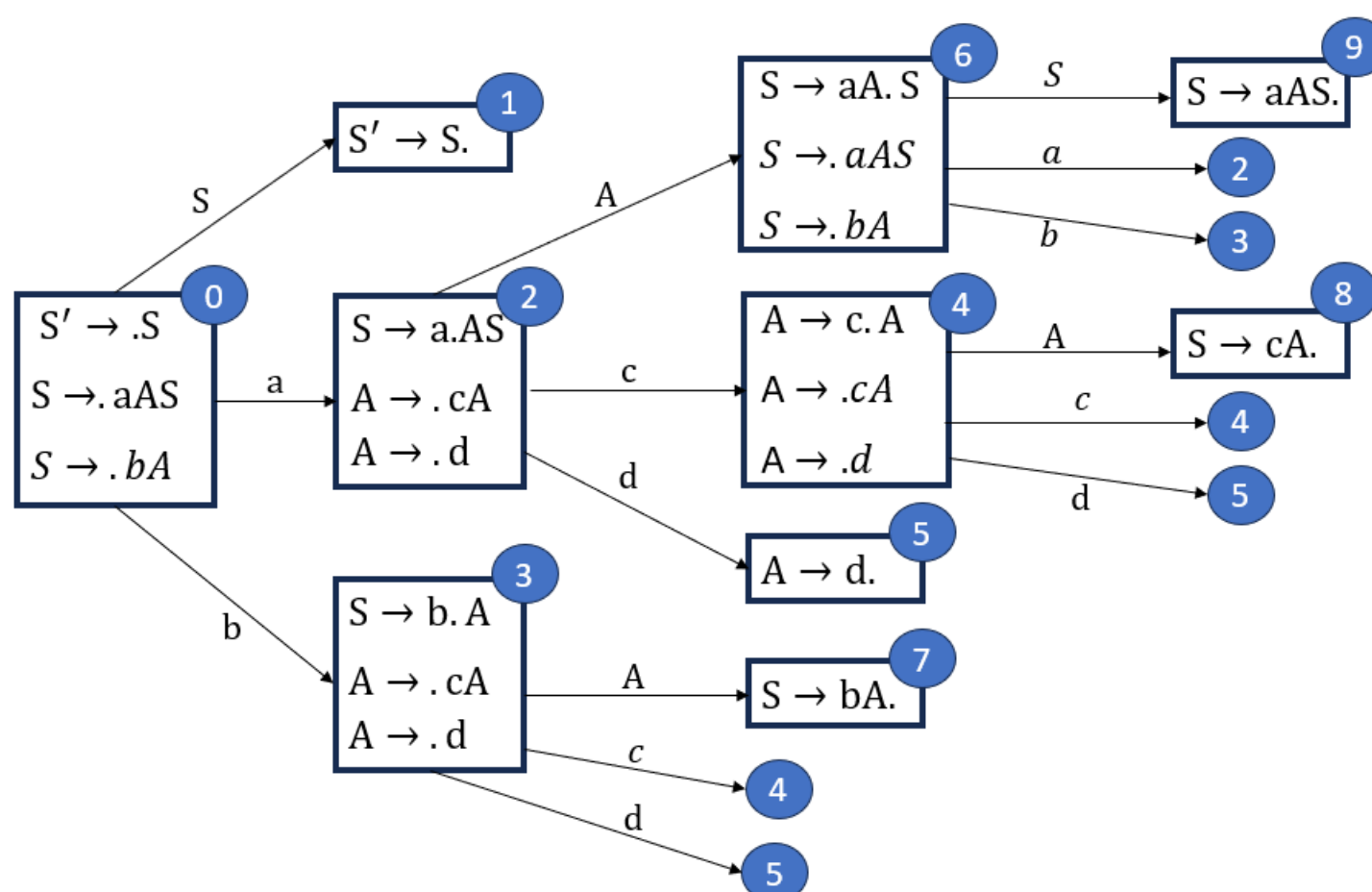
$$n + (n - 1) = 2n - 1$$

سوال پنجم:

ابتدا گرامر داده شده را تجزیه می‌کنیم:

- 1) $S \rightarrow aAS$
- 2) $S \rightarrow bA$
- 3) $A \rightarrow cA$
- 4) $A \rightarrow d$

حال DFA آنرا می‌سازیم:



جدول پارسر SLR(1) را بدست می آوریم:

State 5: $A \rightarrow d.$ \longrightarrow $Fallow(A) = \$, a, b$

State 7: $S \rightarrow bA.$ \longrightarrow $Fallow(S) = \$$

State 8: $S \rightarrow cA.$ \longrightarrow $Fallow(A) = \$, a, b$

State 9: $S \rightarrow aAS.$ \longrightarrow $Fallow(S) = \$$

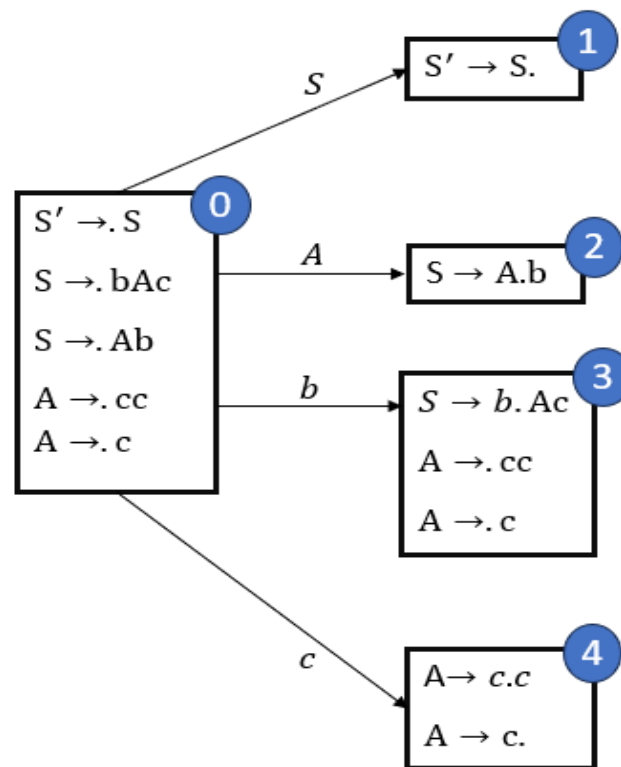
State	Action					goto	
	a	b	c	d	\$	S	A
0	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅		1	
1					accept		
2			S ₄	S ₅			6
3			S ₄	S ₅			7
4			S ₄	S ₅			8
5	R ₄	R ₄			R ₄		
6	S ₂	S ₃				9	
7					R ₂		
8	R ₃	R ₃			R ₃		
9					R ₁		

حال رشته ورودی را بررسی می کنیم:

Stack	input	Action
0	acdbd\$	S ₂
0a2	cdbd\$	S ₄
0a2c4	dbd\$	S ₅
0a2c4d5	bd\$	R ₄ : $A \rightarrow d$
0a2c4A8	bd\$	R ₃ : $A \rightarrow cA$
0a2A6	bd\$	S ₃
0a2A6b3	d\$	S ₅
0a2A6b3d5	\$	R ₄ : $A \rightarrow d$
0a2A6b3A7	\$	R ₂ : $S \rightarrow bA$
0a2A6S9	\$	R ₁ : $S \rightarrow aAS$
0S1	\$	accept

سوال ششم:

با توجه به اینکه $Fallow(A) = b, c$ می شود و اینکه در DFA، State 4 دارای قاعده $A \rightarrow c$ می باشد پس در پارسر SLR(1) ما در سطر مربوط به State 4 و ستون مربوط به ترمینال c ، Reduce داریم. از طرفی در State 4 قاعده $A \rightarrow c$ نیز موجود است که موجب می شود ما در سطر مربوط به State 4 و ستون مربوط به ترمینال c ، Shift داشته باشیم. پس ما در سطر State 4 و ستون c مشکل Shift-reduce داریم. توجه شود که از کشیدن ادامه ی DFA خودداری شده است. زیرا می توانستیم با چهار State به جواب برسیم.

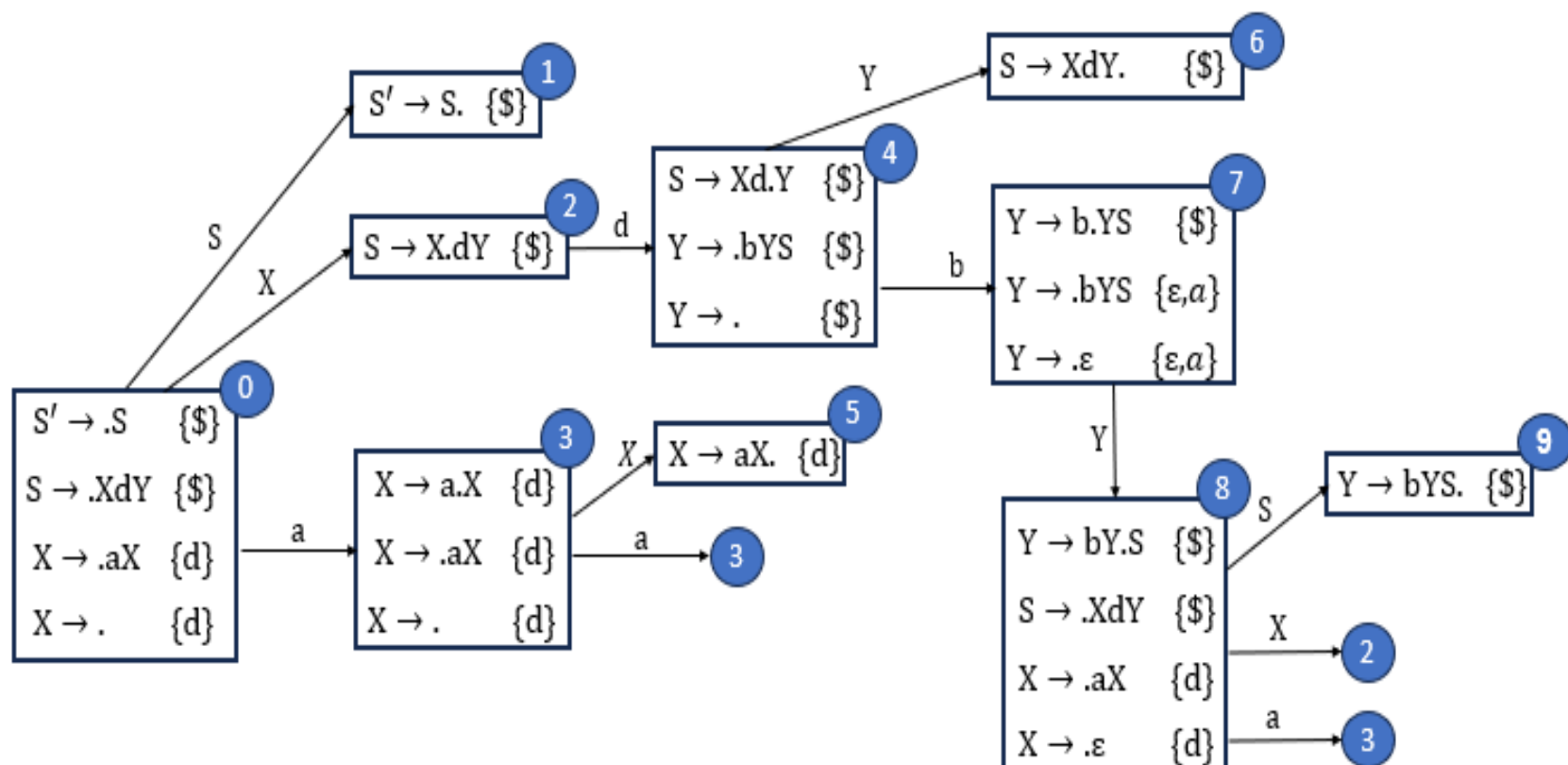


سوال هفتم:

ابتدا گرامر داده شده را تجزیه می کنیم:

- 1) $S \rightarrow XdY$
- 2) $X \rightarrow aX$
- 3) $X \rightarrow \epsilon$
- 4) $Y \rightarrow bYS$
- 5) $Y \rightarrow \epsilon$

حال DFA آنرا می سازیم:



جدول پارسر LR(1) را بدست می‌آوریم:

State	Action				goto		
	a	b	d	\$	S	X	Y
0	S ₃		R ₃		1	2	
1				Accept			
2			S ₄				
3	S ₃		R ₃			5	
4	R ₅	S ₇	R ₅	R ₅			6
5			R ₂				
6	R ₁		R ₁	R ₁			
7	R ₅	S ₇	R ₅	R ₅			8
8	S ₃		R ₃		9	2	
9	R ₄		R ₄	R ₄			

حال رشته ورودی را بررسی می‌کنیم:

Stack	input	Action
0	aadbbadd\$	S ₃
0a3	adbbadd\$	S ₃
0a3a3	dbbadd\$	R ₃ : X → ε
0a3a3X5	dbbadd\$	R ₂ : X → aX
0a3X5	dbbadd\$	R ₂ : X → aX
0X2	dbbadd\$	S ₄
0X2d4	bbadd\$	S ₇
0X2d4b7	badd\$	S ₇
0X2d4b7b7	add\$	R ₅ : Y → ε
0X2d4b7b7Y8	add\$	S ₃
0X2d4b7b7Y8a3	dd\$	R ₃ : X → ε
0X2d4b7b7Y8a3X5	dd\$	R ₂ : X → aX
0X2d4b7b7Y8X2	dd\$	S ₄
0X2d4b7b7Y8X2d4	d\$	R ₅ : Y → ε
0X2d4b7b7Y8X2d4Y6	d\$	R ₁ : S → XdY
0X2d4b7b7Y8S9	d\$	R ₄ : Y → bYS
0X2d4b7Y8	d\$	R ₃ : X → ε
0X2d4b7Y8X2	d\$	S ₄
0X2d4b7Y8X2d4	\$	R ₅ : Y → ε
0X2d4b7Y8X2d4Y6	\$	R ₁ : S → XdY
0X2d4b7Y8S9	\$	R ₄ : Y → bYS
0X2d4Y6	\$	R ₁ : S → XdY
0S1	\$	Accept

سوال هشتم:

(الف)

Right sentential	Handle	Reducing production
aaa*a++	a	$S \rightarrow a$
aaS*a++	A	$S \rightarrow a$
aSS*a++	SS*	$S \rightarrow SS *$
aSa++	A	$S \rightarrow a$
aSS++	SS+	$S \rightarrow SS +$
aS+	A	$S \rightarrow a$
SS+	SS+	$S \rightarrow SS +$

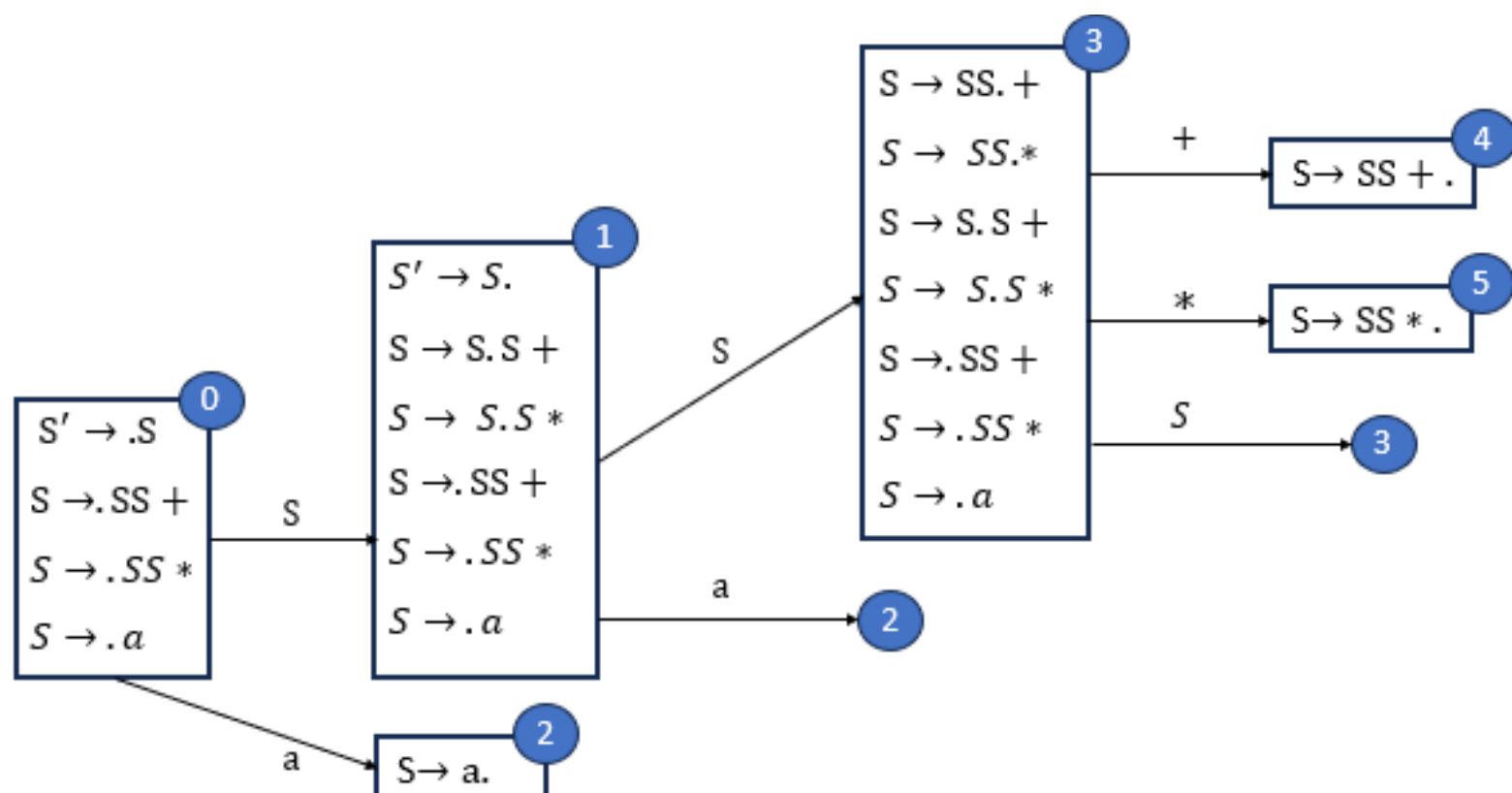
Right sentential	Handle	Reducing production
SSS+a*+	SS+	$S \rightarrow SS +$
SSa*+	a	$S \rightarrow a$
SSS*+	SS*	$S \rightarrow SS *$
SS+	SS+	$S \rightarrow SS +$

(ب)

ابتدا گرامر داده شده را تجزیه می کنیم:

- 1) $S \rightarrow SS +$
- 2) $S \rightarrow SS *$
- 3) $S \rightarrow a$

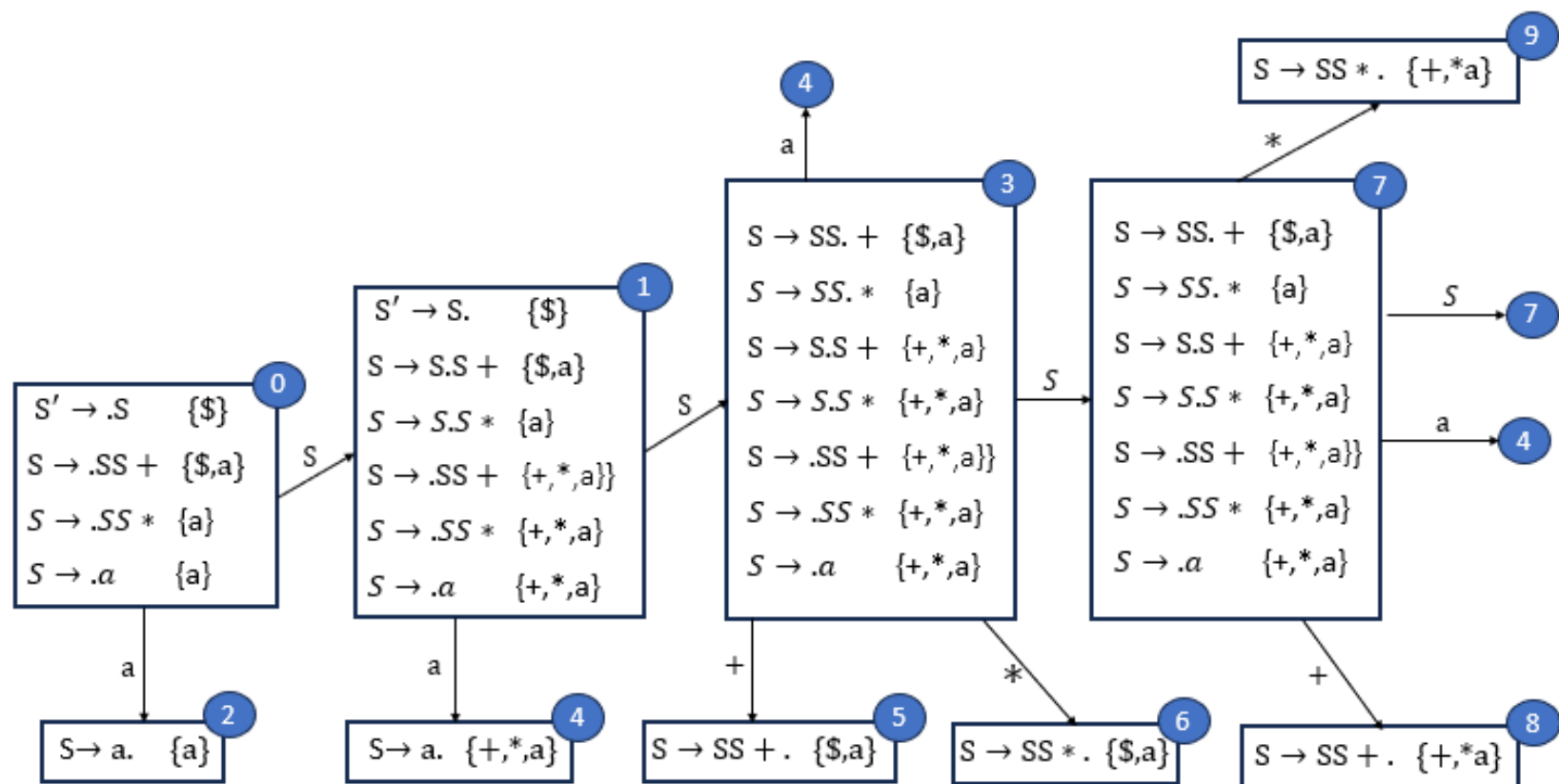
:SLR(1)



جدول پارسر SLR(1) را بدست می آوریم:

State	Action				goto
	*	+	a	\$	S
0			S ₂		1
1			S ₂	a	3
2	R ₃	R ₃	R ₃	R ₃	
3	S ₅	S ₄	S ₂		3
4	R ₁	R ₁	R ₁	R ₁	
5	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	

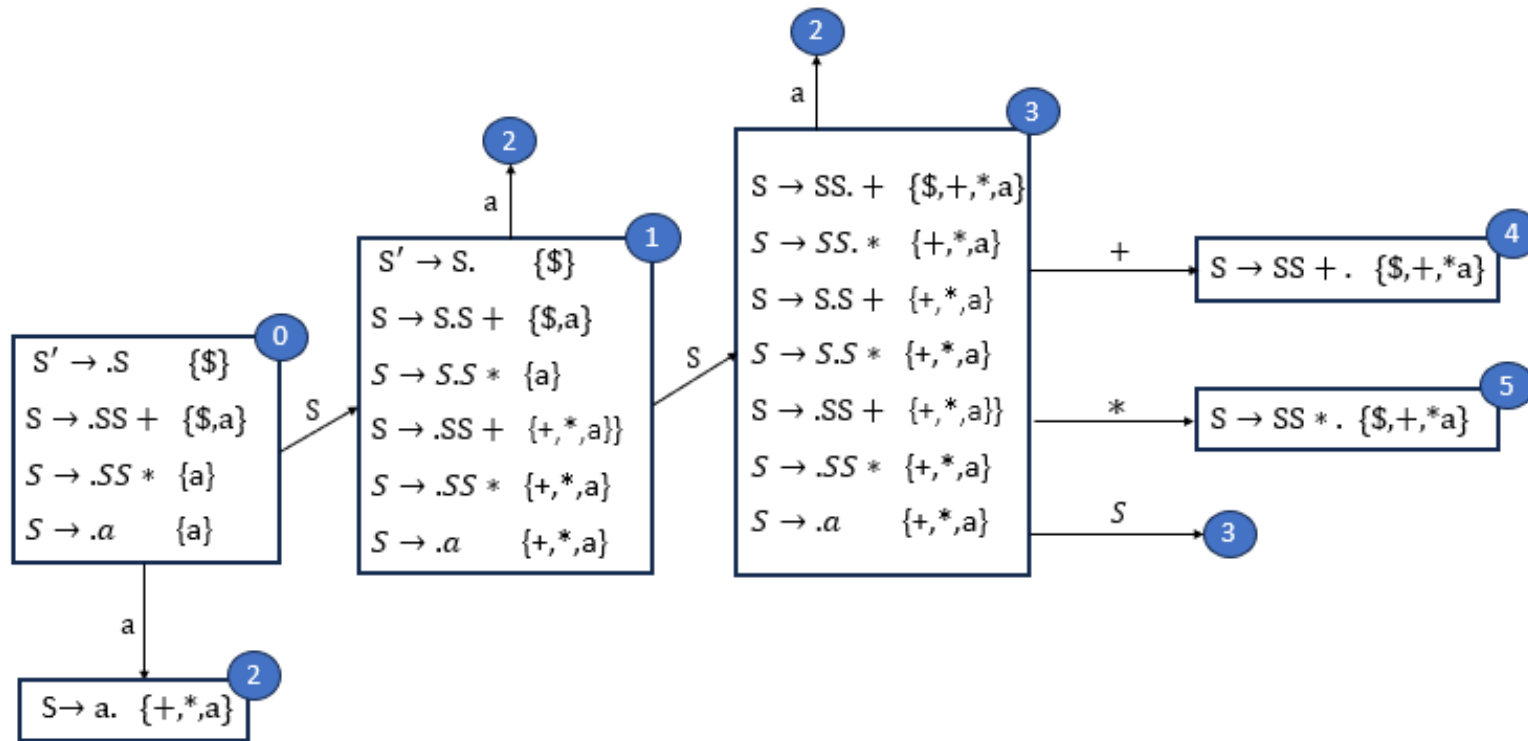
:LR(1)



جدول پارسر LR(1) را بدست می آوریم:

State	Action				goto
	*	+	a	\$	S
0			S ₂		1
1			S ₄	Accept	3
2			R ₃		
3	S ₆	S ₅	S ₄		7
4	R ₃	R ₃	R ₃		
5			R ₁	R ₁	
6			R ₂	R ₂	
7	S ₉	S ₈	S ₄		7
8	R ₁	R ₁	R ₁		
9	R ₂	R ₂	R ₂		

:LALR(1)



جدول پارسر LALR(1) را بدست می آوریم:

State	Action				goto
	*	+	a	\$	S
0			S ₂		1
1			S ₂	Accept	3
2	R ₃	R ₃	R ₃		
3	S ₅	S ₄	S ₂		3
4	R ₁	R ₁	R ₁	R ₁	
5	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	

(ج)

حال رشته ورودی را بررسی می کنیم:

Stack	input	Action
0	aa*aa+a+*\$	S ₂
0a2	a*aa+a+*\$	R ₃ : S → a
0S1	a*aa+a+*\$	S ₂
0S1a2	*aa+a+*\$	R ₃ : S → a
0S1S3	*aa+a+*\$	S ₅
0S1S3*5	aa+a+*\$	R ₂ : S → SS *
0S1	aa+a+*\$	S ₂
0S1a2	a+a+*\$	R ₃ : S → a
0S1S3	a+a+*\$	S ₂
0S1S3a2	+a+*\$	R ₃ : S → a
0S1S3S3	+a+*\$	S ₄
0S1S3S3+4	a+*\$	R ₁ : S → SS +
0S1S3	a+*\$	S ₂
0S1S3a2	+*\$	R ₃ : S → a
0S1S3S3	+*\$	S ₄
0S1S3S3+4	*\$	R ₁ : S → SS +
0S1S3	*\$	S ₅
0S1S3*5	\$	R ₂ : S → SS *
0S1	\$	Accept

سوال نهم:

۱) برای $S \rightarrow A_i B_i$ ، $n - 2$ قانون وجود دارد زیرا مقدار های ممکن برای i از 1 تا $n - 2$ است.

۲) برای $A_i \rightarrow a_i A_i$ و $A_i \rightarrow a_i$ ، $2(n - 2)(n - 2)$ قانون وجود دارد زیرا مقدار های ممکن برای i و j از 1 تا $n - 2$ است.

از ۱ و ۲ نتیجه می شود که:

$$2(n - 2)(n - 2) + (n - 2) = 2(n - 2)^2 + (n - 2) = n - 2 + 2n^2 - 8n + 8 = 2n^2 - 7n + 6$$

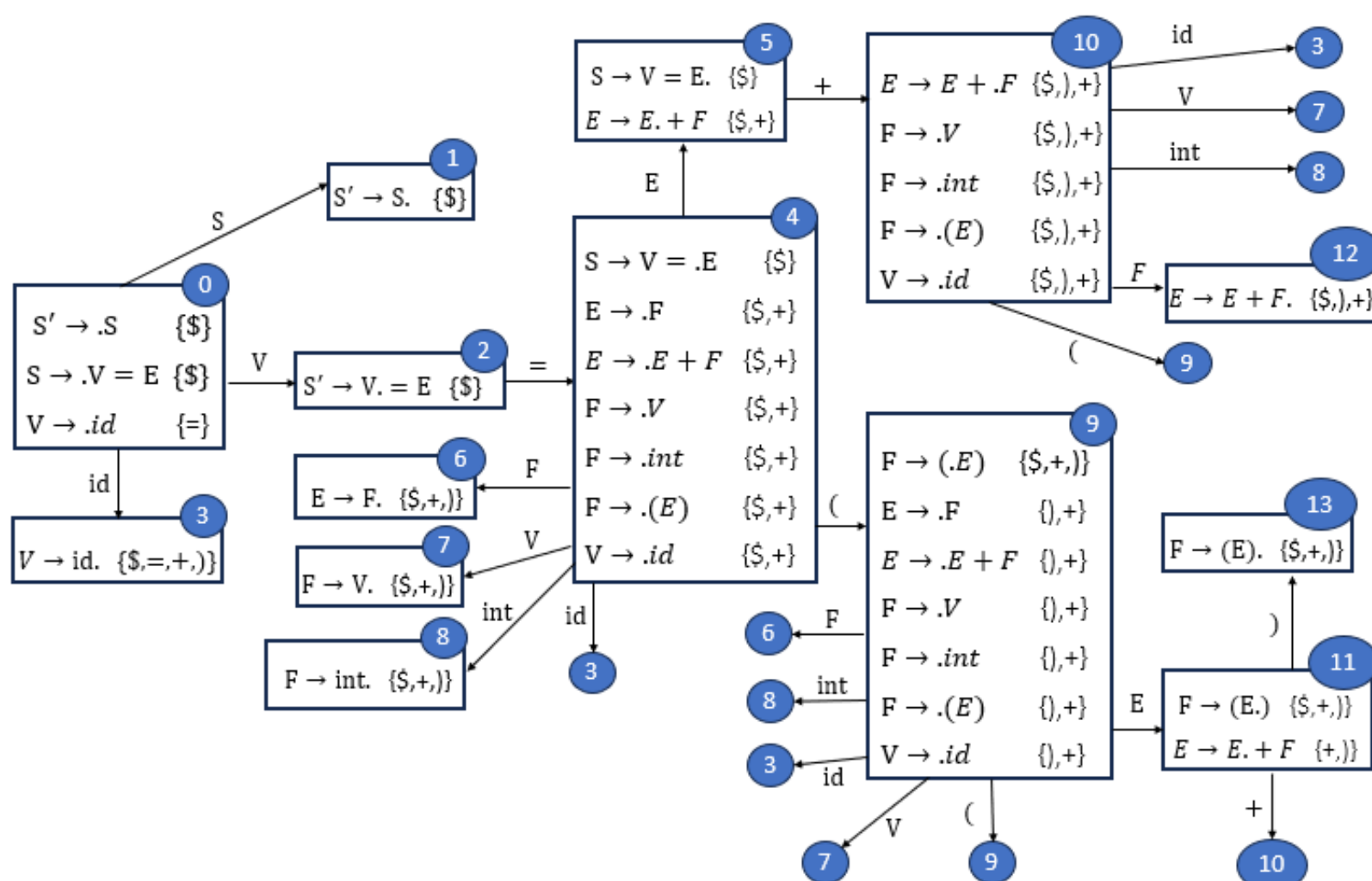
در این گرامر ابهاماتی وجود دارد که از ساخت یک جدول پارسینگ SLR(1) معتبر جلوگیری می کند. این ابهام از عدم توانایی در تعیین اینکه کدام A_i و B_i باید در هر وضعیت استفاده شوند، به وجود می آید. به عبارت دیگر، در ساخت جدول پارسینگ، تضادها پیش آمده و امکان تولید یک جدول پارسینگ SLR(1) معتبر وجود ندارد. بنابراین، این گرامر به عنوان SLR(1) شناخته نمی شود.

سوال دهم:

ابتدا گرامر داده شده را تجزیه می کنیم:

- 1) $S \rightarrow V = E$
- 2) $E \rightarrow F$
- 3) $E \rightarrow E + F$
- 4) $F \rightarrow V$
- 5) $F \rightarrow \text{int}$
- 6) $F \rightarrow (E)$
- 7) $V \rightarrow \text{id}$

حال DFA آنرا می سازیم:



جدول پارسر LALR(1) را بدست می‌آوریم:

State	Action							goto			
	=	+	Int	()	Id	\$	S	E	F	V
0						S ₃		1			2
1							Accept				
2	S ₄										
3	R ₇	R ₇			R ₇		R ₇				
4			S ₈	S ₉		S ₃			5	6	7
5		S ₁₀					R ₁				
6		R ₂			R ₂		R ₂				
7		R ₄			R ₄		R ₄				
8		R ₅			R ₅		R ₅				
9			S ₈	S ₉		S ₃			11	6	7
10			S ₈	S ₉		S ₃				12	7
11		S ₁₀			S ₁₃						
12		R ₃			R ₃		R ₃				
13		R ₆			R ₆		R ₆				

همانطور که واضح است هیچ تصادمی در جدول موجود نمی باشد.