

طراحی کامپایلرها

تحلیل نحوی (قسمت سوم)

قمرناز تدین تبریزی

Bottom-up Parsing

تجزیه

□ هدف ؟

□ دو روش اصلی

- بالا به پائین (Top Down)
- پائین به بالا (Bottom Up)

تجزیه گر انتقالی کاهشی (Shift-Reduce)

□ در این تجزیه گر (با توجه به حالت فعلی و ورودی) یکی از سه عمل زیر انجام می شود:

- **انتقال** (Shift) : ورودی فعلی به پشته وارد می شود.
 - **کاهش** (Reduce) : اگر RHS یکی از قواعد (مثل X)، در بالای پشته قرار داشته باشد، آنگاه □ از پشته حذف و LHS آن قاعده به پشته اضافه می شود.
 - **پذیرش** (Accept) : پذیرش رشته ورودی.
 - **خطا** (Error) : برخورد با خطا
- در ادامه مثالی را مورد بررسی قرار می دهیم.

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی یادآوری: تجزیه بالا به پایین (اشتقاق چپ)

Expr Expr Op Expr

Expr (Expr)

Expr - Expr

Expr num

Op +

Op -

*Op **

Input String

num	*	(num	+	num)
-----	---	---	-----	---	-----	---

Expr Expr Op Expr num Op Expr

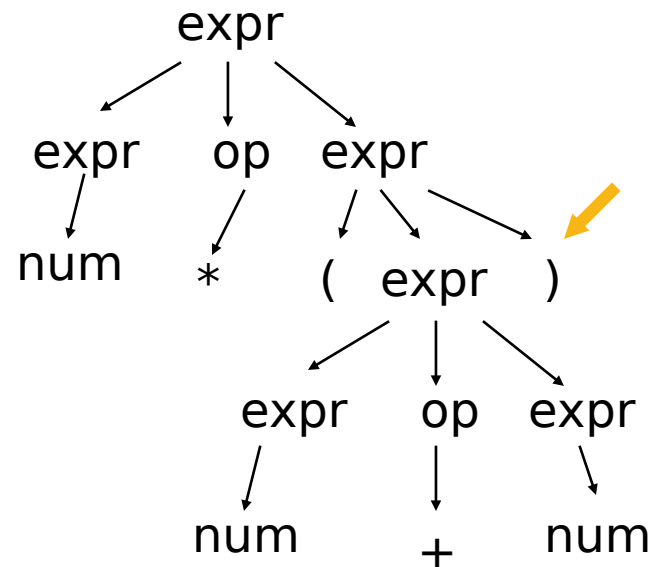
$\Rightarrow \text{num} * \text{Expr} \text{ num} * (\text{Expr})$

$\Rightarrow \text{num} * (\text{Expr op Expr})$

$\Rightarrow \text{num} * (\text{num op Expr})$

$\Rightarrow \text{num} * (\text{num} + \text{Expr})$

$\Rightarrow \text{num} * (\text{num} + \text{num})$



مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی حالا: تجزیه پایین به بالا (اشتقاق راست)

Expr Expr Op Expr

Expr (Expr)

Expr - Expr

Expr num

Op +

Op -

*Op **

Input String

num	*	(num	+	num)
-----	---	---	-----	---	-----	---

Expr Expr Op Expr Expr Op (Expr)

⇒ Expr Op (Expr Op Expr)

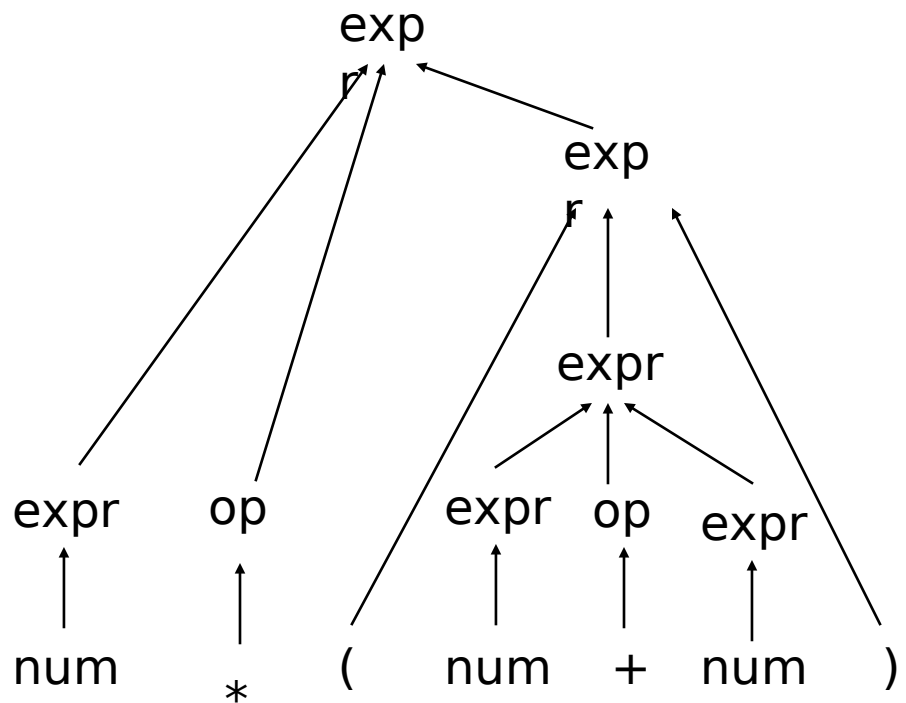
⇒ Expr Op (Expr Op num)

⇒ Expr Op (Expr + num)

⇒ Expr Op (num + num)

⇒ Expr * (num + num)

⇒ num*(num +num)



مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

Stack

E	E+T
E	T
T	num

num

Input String

num	+	num
-----	---	-----

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

E	E+T
E	T
T	num

num

SHIFT

num

+

num

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

E	E+T
E	T
T	num

num

num

SHIFT

+

num

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

E	E+T
E	T
T	num

num

num

REDUCE

+

num

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

E	E+T
E	T
T	num

T
↑
num

T

num

+	num
---	-----

REDUCE

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

E	E+T
E	T
T	num

E
↑
T
↑
num

E

REDUCE

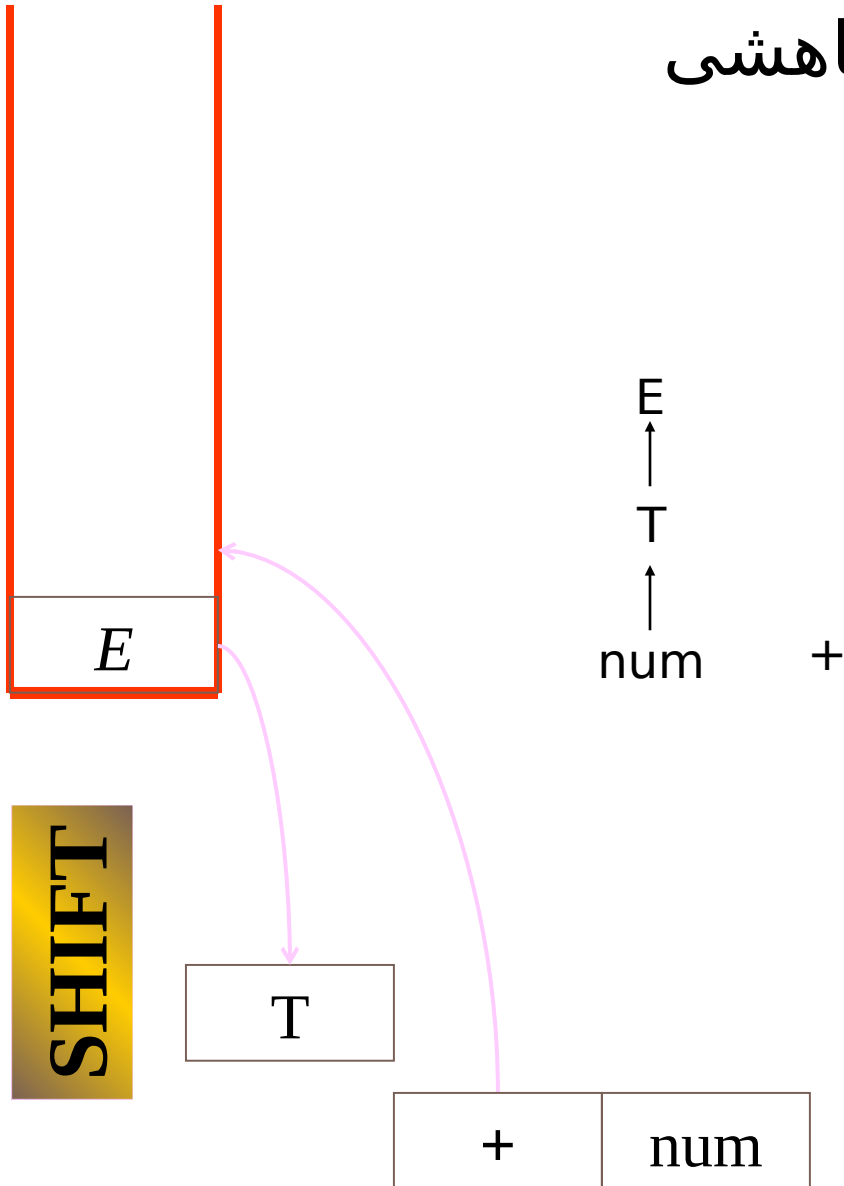
T

+

num

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

E	E+T
E	T
T	num



مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

E	E+T
E	T
T	num

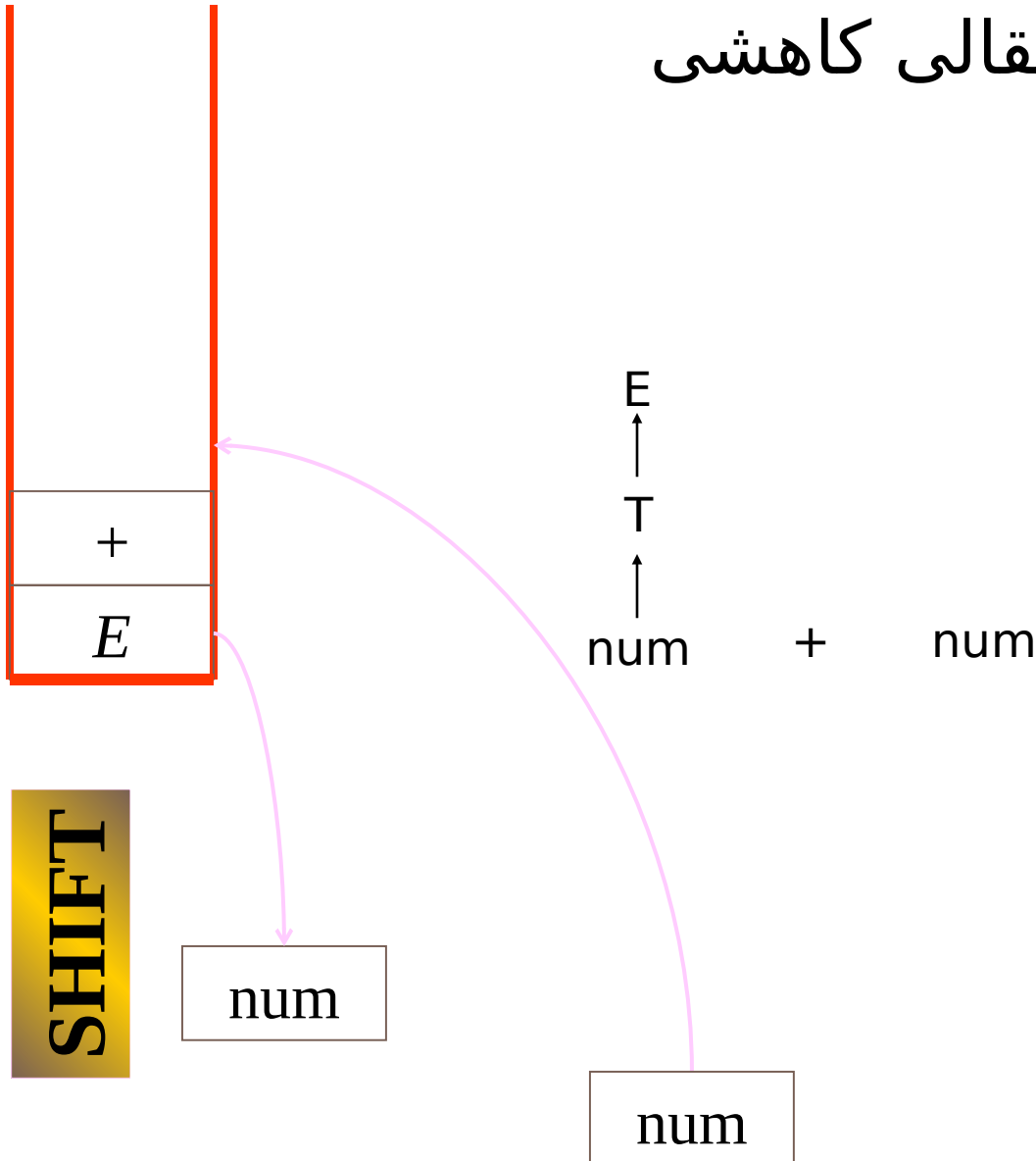
E
↑
T
↑
num +



num

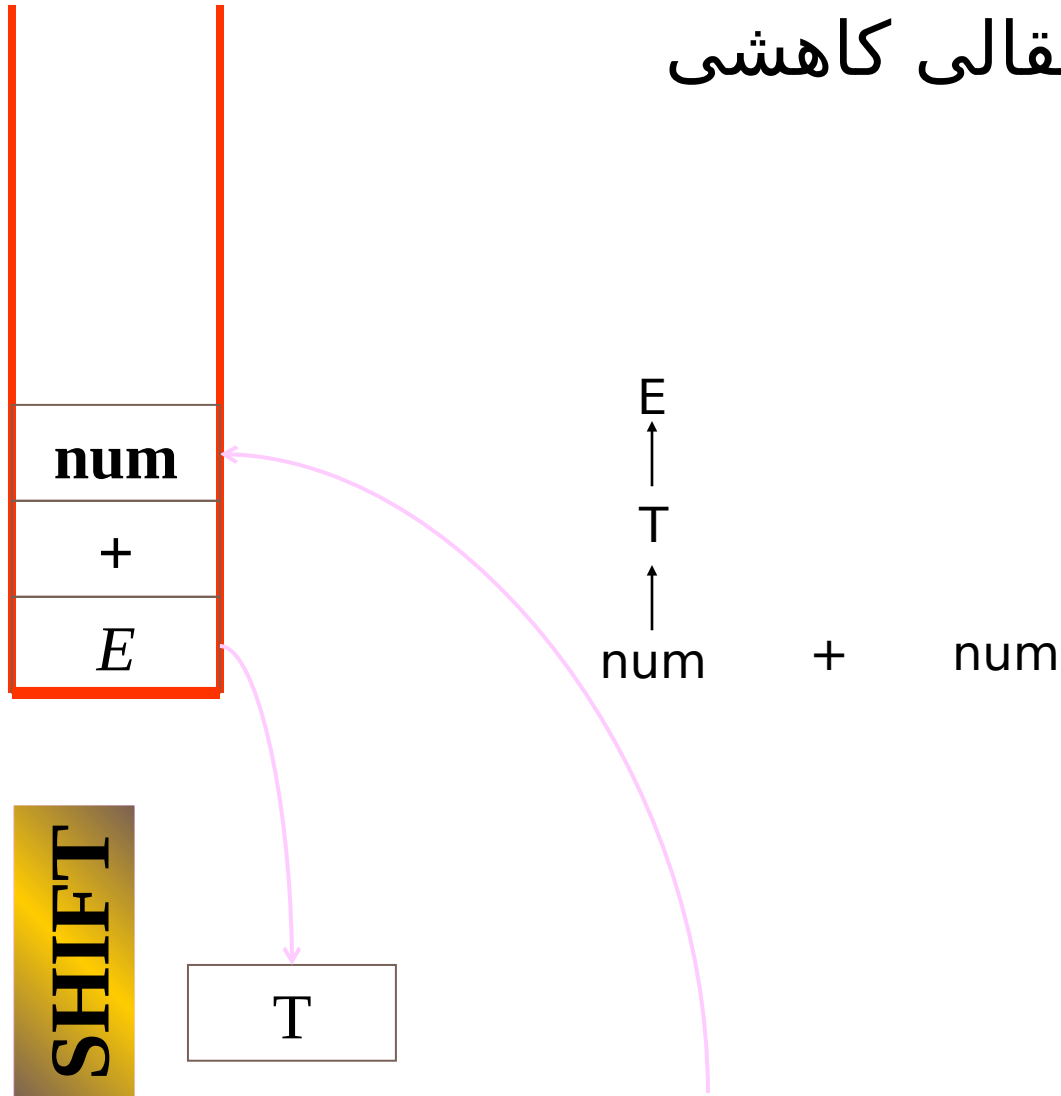
مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

E	E+T
E	T
T	num



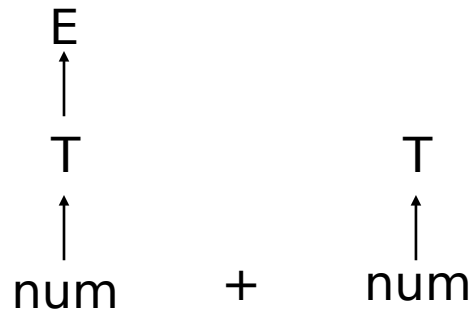
مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

E	E+T
E	T
T	num



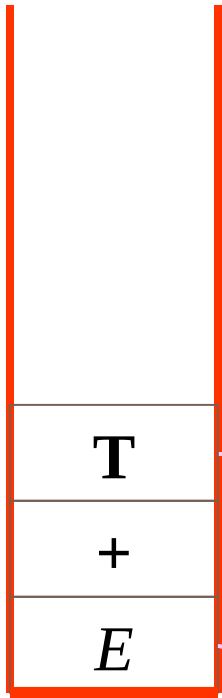
مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

E	E+T
E	T
T	num



T	num
---	------------

REDUCE



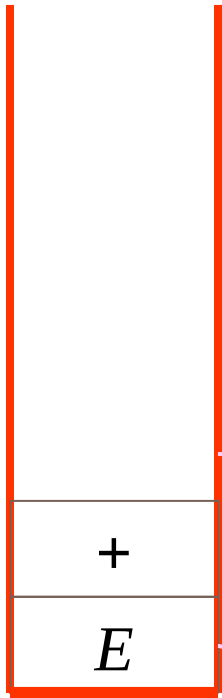
مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

E	E+T
E	T
T	num

$$\begin{array}{c} E \\ \uparrow \\ T \\ \uparrow \\ \text{num} \end{array} \quad + \quad \begin{array}{c} T \\ \uparrow \\ \text{num} \end{array}$$

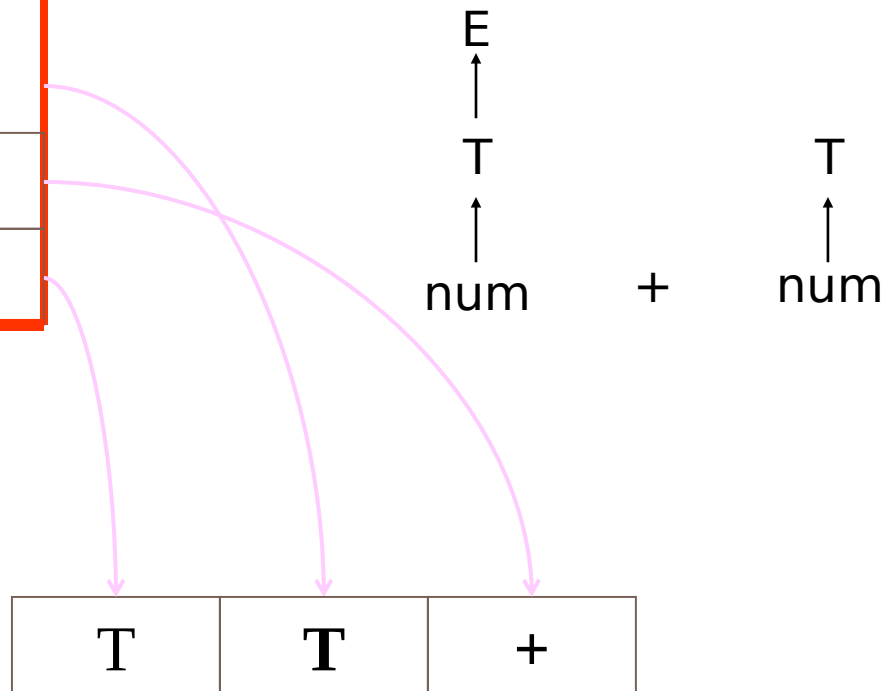
T	T
---	---

REDUCE



مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

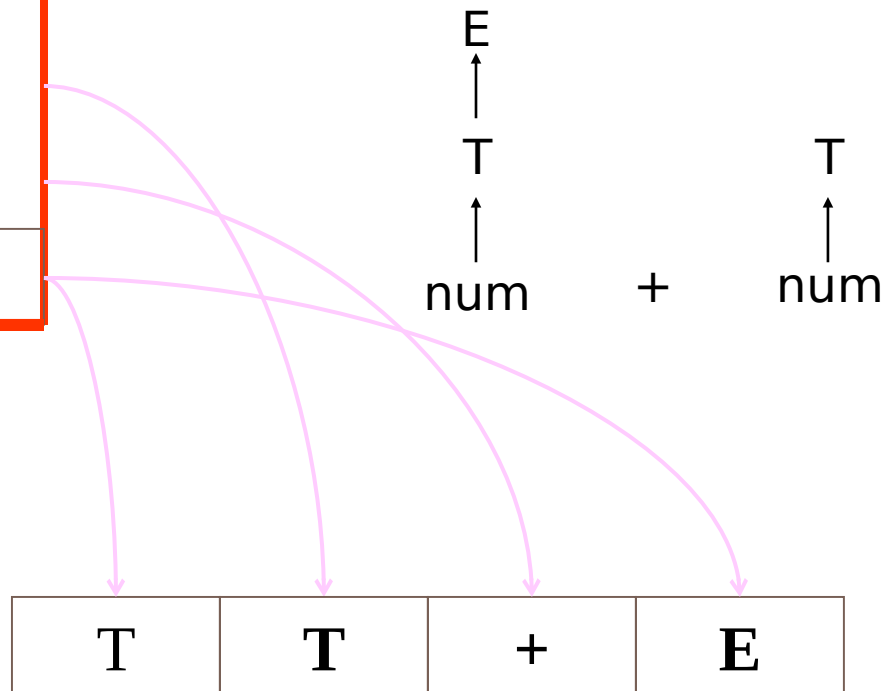
E	E+T
E	T
T	num



REDUCE

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

E	E+T
E	T
T	num



REDUCE

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

E	E+T
E	T
T	num

Diagram illustrating the reduction process for the expression $num + num$:

The expression is shown as $num + num$. Above the first num , there is a vertical stack of non-terminals: $num \rightarrow T \rightarrow E$. Above the second num , there is a vertical stack of non-terminals: $num \rightarrow T$.

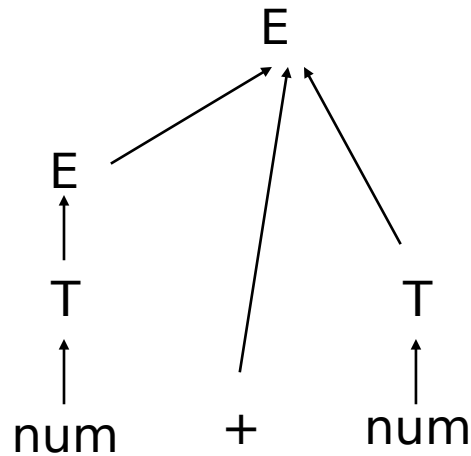
Diagram illustrating the reduction process for the expression $num + num$:

The expression is shown as $num + num$. Above the first num , there is a vertical stack of non-terminals: $num \rightarrow T \rightarrow E$. Above the second num , there is a vertical stack of non-terminals: $num \rightarrow T$.

REDUCE

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

E	E+T
E	T
T	num



E

REDUCE



مثال 2:

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

$Expr \quad Expr \quad Op \quad Expr$

$Expr \quad (Expr)$

$Expr \quad - \quad Expr$

$Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$

Stack

Input String

num	*	(num	+	num)
-----	---	---	-----	---	-----	---

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

$Expr \rightarrow Expr Op Expr$

$Expr \rightarrow (Expr)$

$Expr \rightarrow - Expr$

$Expr \rightarrow num$

$Op \rightarrow +$

$Op \rightarrow -$

$Op \rightarrow *$

num	*	(num	+	num)
-----	---	---	-----	---	-----	---

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

$Expr \rightarrow Expr \ Op \ Expr$
 $Expr \rightarrow (Expr)$
 $Expr \rightarrow - \ Expr$
 $Expr \rightarrow \text{num}$
 $Op \rightarrow +$
 $Op \rightarrow -$
 $Op \rightarrow *$

SHIFT



num	*	(num	+	num)
-----	---	---	-----	---	-----	---

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

$Expr \rightarrow Expr \ Op \ Expr$
 $Expr \rightarrow (Expr)$
 $Expr \rightarrow - \ Expr$
 $Expr \rightarrow num$
 $Op \rightarrow +$
 $Op \rightarrow -$
 $Op \rightarrow *$

num

SHIFT

*	(num	+	num)
---	---	-----	---	-----	---

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

$Expr \rightarrow Expr Op Expr$
 $Expr \rightarrow (Expr)$
 $Expr \rightarrow - Expr$
 $Expr \rightarrow num$
 $Op \rightarrow +$
 $Op \rightarrow -$
 $Op \rightarrow *$

num

REDUCE

*	(num	+	num)
---	---	-----	---	-----	---

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

$Expr \rightarrow Expr Op Expr$
 $Expr \rightarrow (Expr)$
 $Expr \rightarrow - Expr$
 $Expr \rightarrow num$
 $Op \rightarrow +$
 $Op \rightarrow -$
 $Op \rightarrow *$

$Expr$

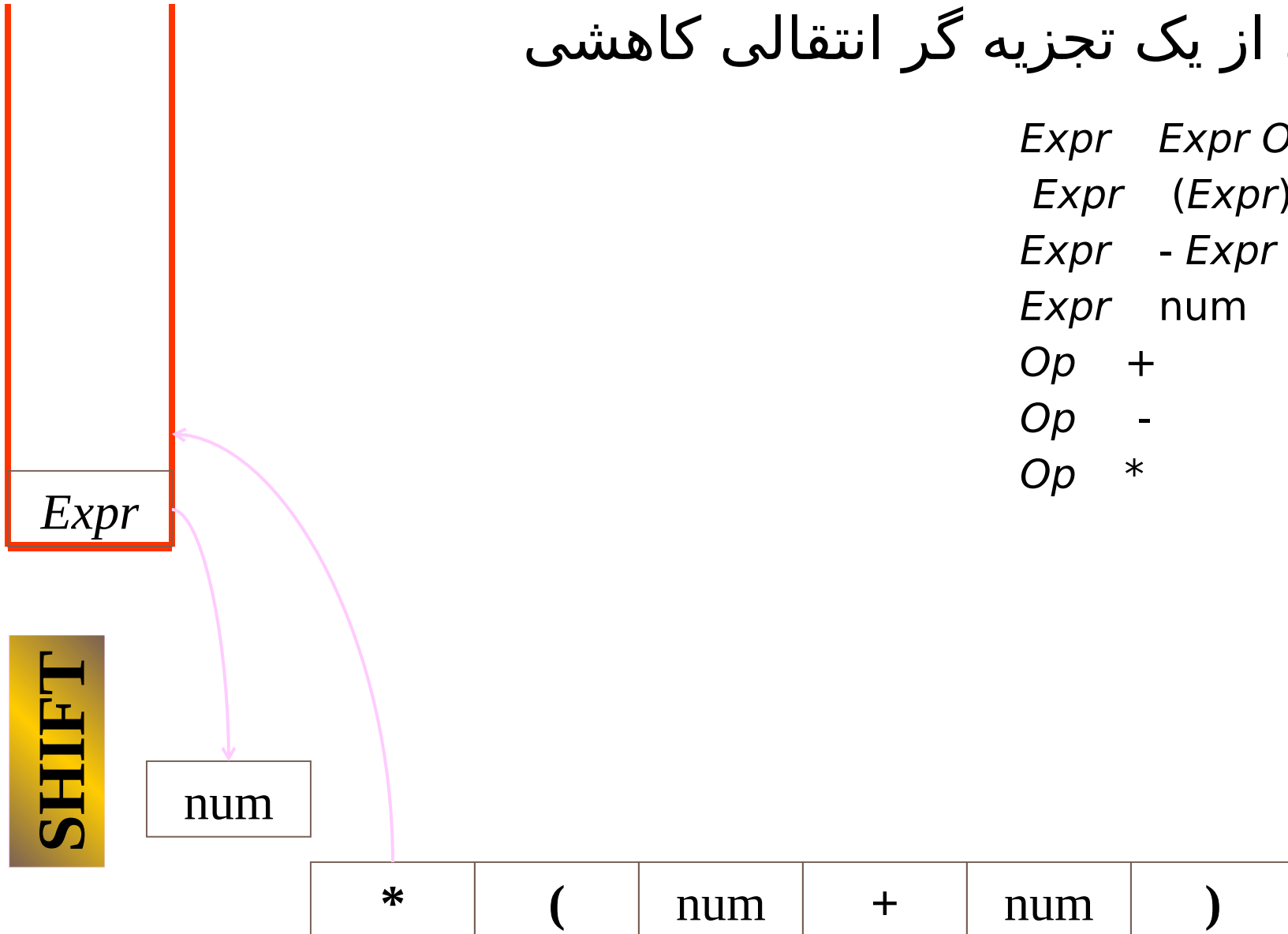
REDUCE

num

*	(num	+	num)
---	---	-----	---	-----	---

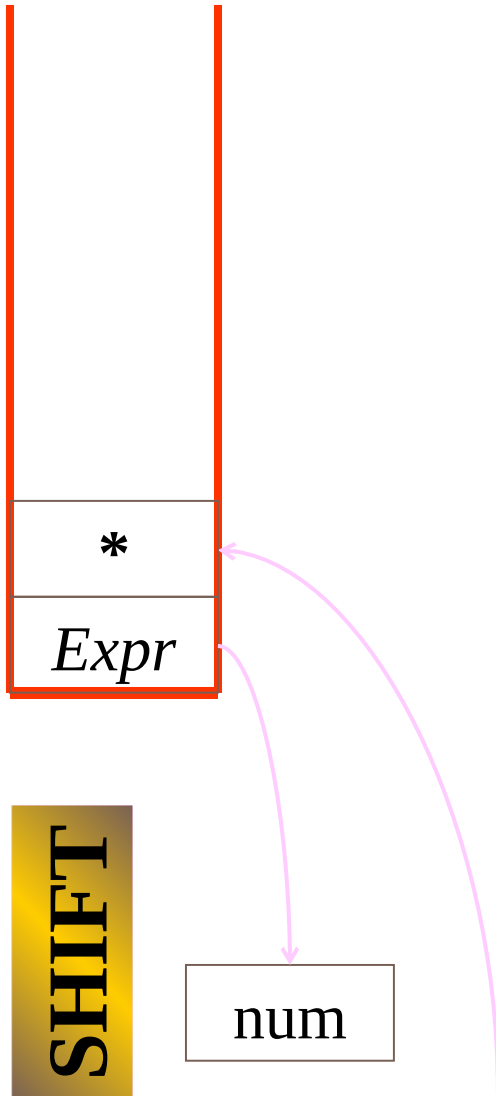
مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

$Expr \rightarrow Expr \ Op \ Expr$
 $Expr \rightarrow (Expr)$
 $Expr \rightarrow - \ Expr$
 $Expr \rightarrow num$
 $Op \rightarrow +$
 $Op \rightarrow -$
 $Op \rightarrow *$



مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهششی

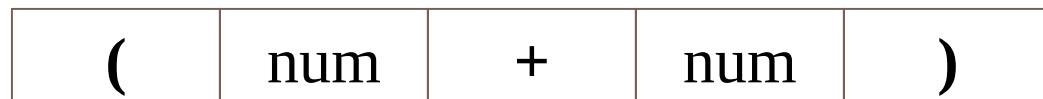
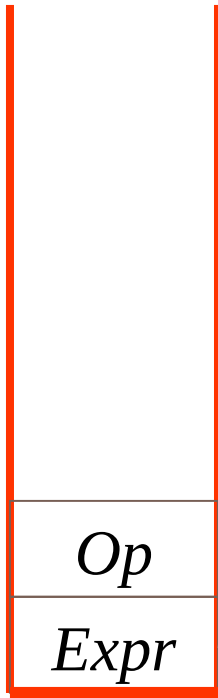
$Expr \quad Expr \quad Op \quad Expr$
 $Expr \quad (Expr)$
 $Expr \quad - \quad Expr$
 $Expr \quad num$
 $Op \quad +$
 $Op \quad -$
 $Op \quad *$



(num	+	num)
---	-----	---	-----	---

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

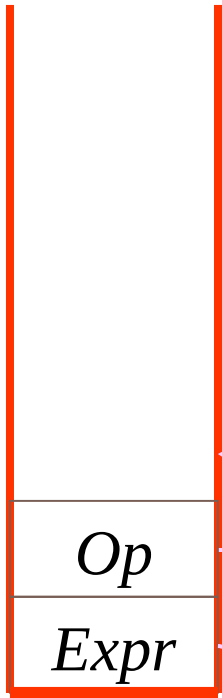
$Expr \quad Expr \quad Op \quad Expr$
 $Expr \quad (Expr)$
 $Expr \quad - \quad Expr$
 $Expr \quad num$
 $Op \quad +$
 $Op \quad -$
 $Op \quad *$



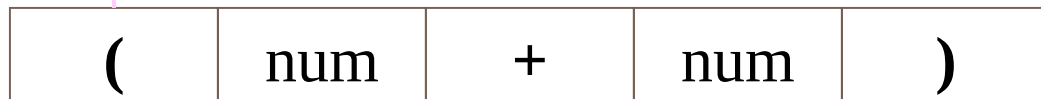
REDUCE

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

$Expr \quad Expr \quad Op \quad Expr$
 $Expr \quad (Expr)$
 $Expr \quad - \quad Expr$
 $Expr \quad num$
 $Op \quad +$
 $Op \quad -$
 $Op \quad *$

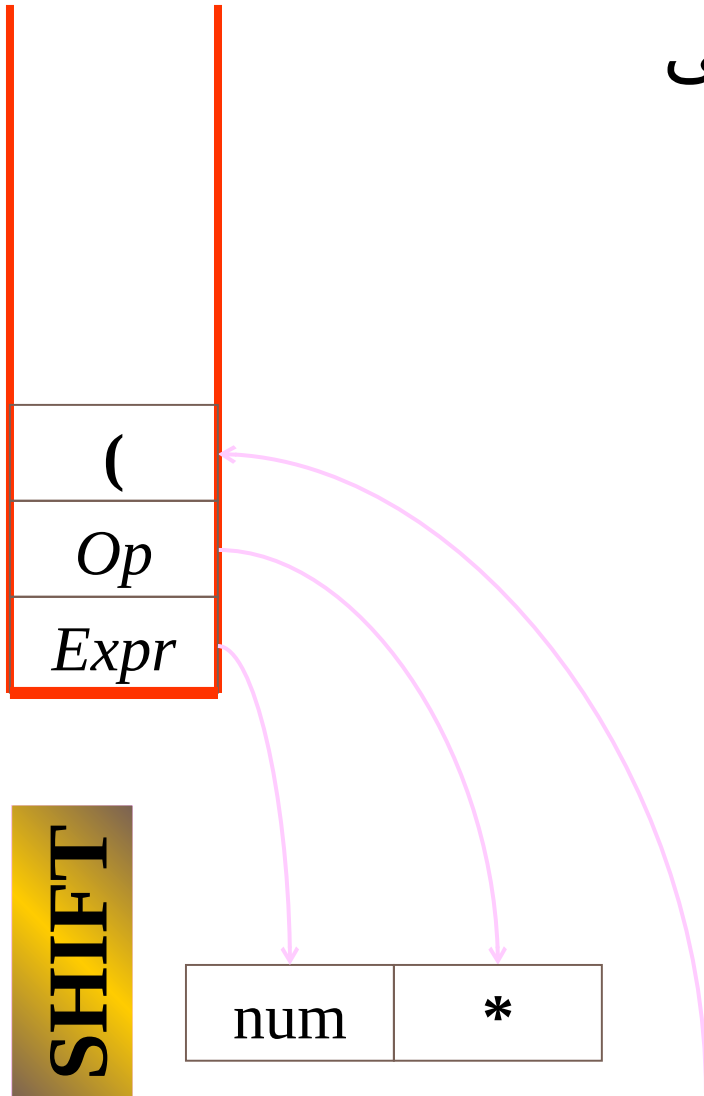


SHIFT



مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

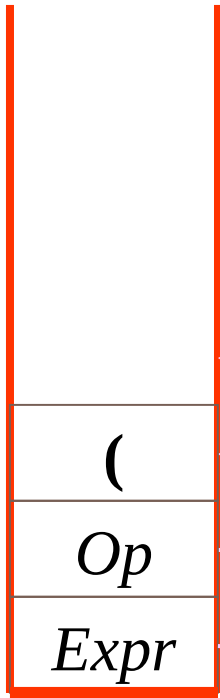
$Expr \quad Expr \quad Op \quad Expr$
 $Expr \quad (Expr)$
 $Expr \quad - \quad Expr$
 $Expr \quad num$
 $Op \quad +$
 $Op \quad -$
 $Op \quad *$



num	+	num)
-----	---	-----	---

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

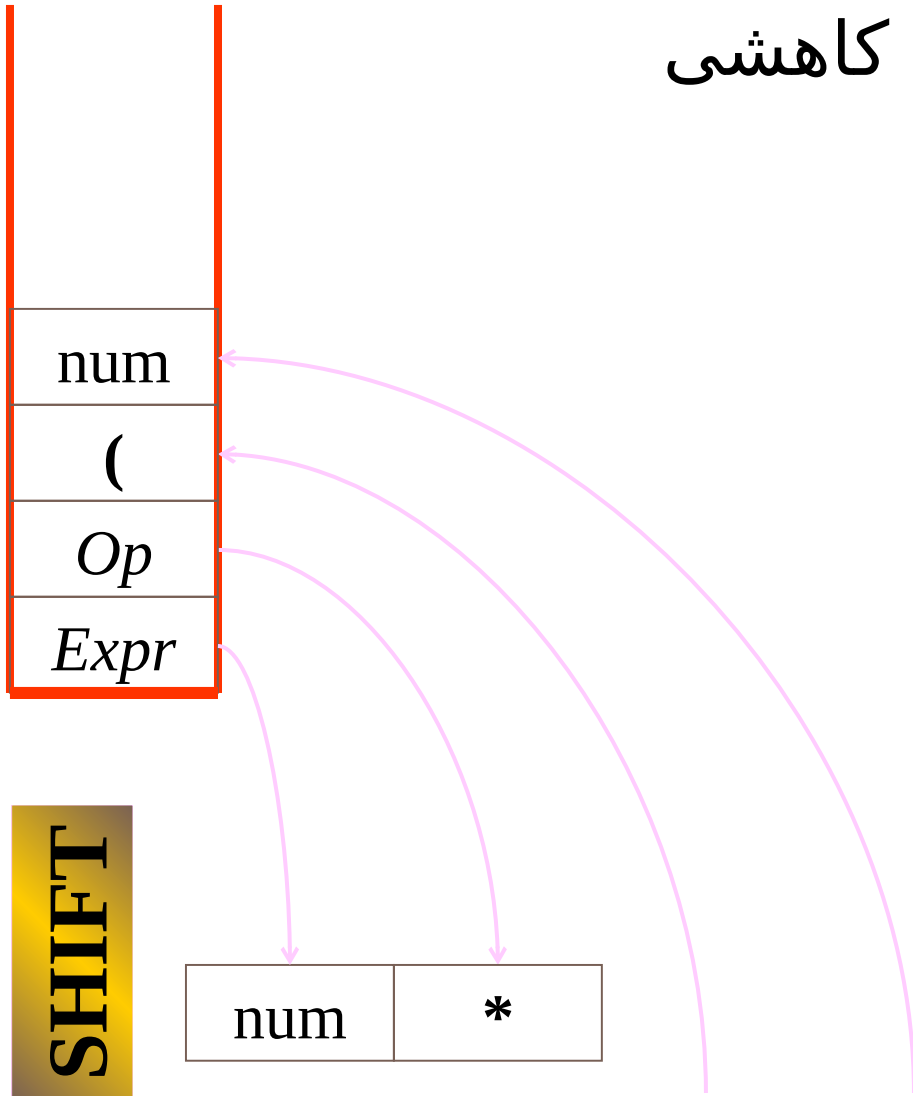
$Expr \quad Expr \quad Op \quad Expr$
 $Expr \quad (Expr)$
 $Expr \quad - \quad Expr$
 $Expr \quad num$
 $Op \quad +$
 $Op \quad -$
 $Op \quad *$



SHIFT

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

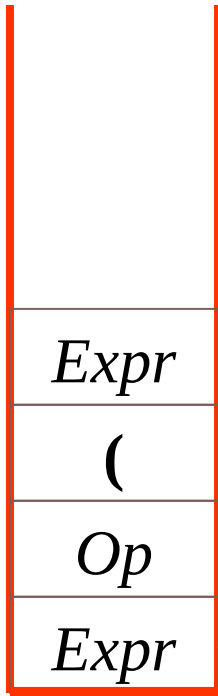
$Expr \quad Expr \quad Op \quad Expr$
 $Expr \quad (Expr)$
 $Expr \quad - \quad Expr$
 $Expr \quad num$
 $Op \quad +$
 $Op \quad -$
 $Op \quad *$



+	num)
---	-----	---

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

$Expr \quad Expr \quad Op \quad Expr$
 $Expr \quad (Expr)$
 $Expr \quad - \quad Expr$
 $Expr \quad num$
 $Op \quad +$
 $Op \quad -$
 $Op \quad *$



num *

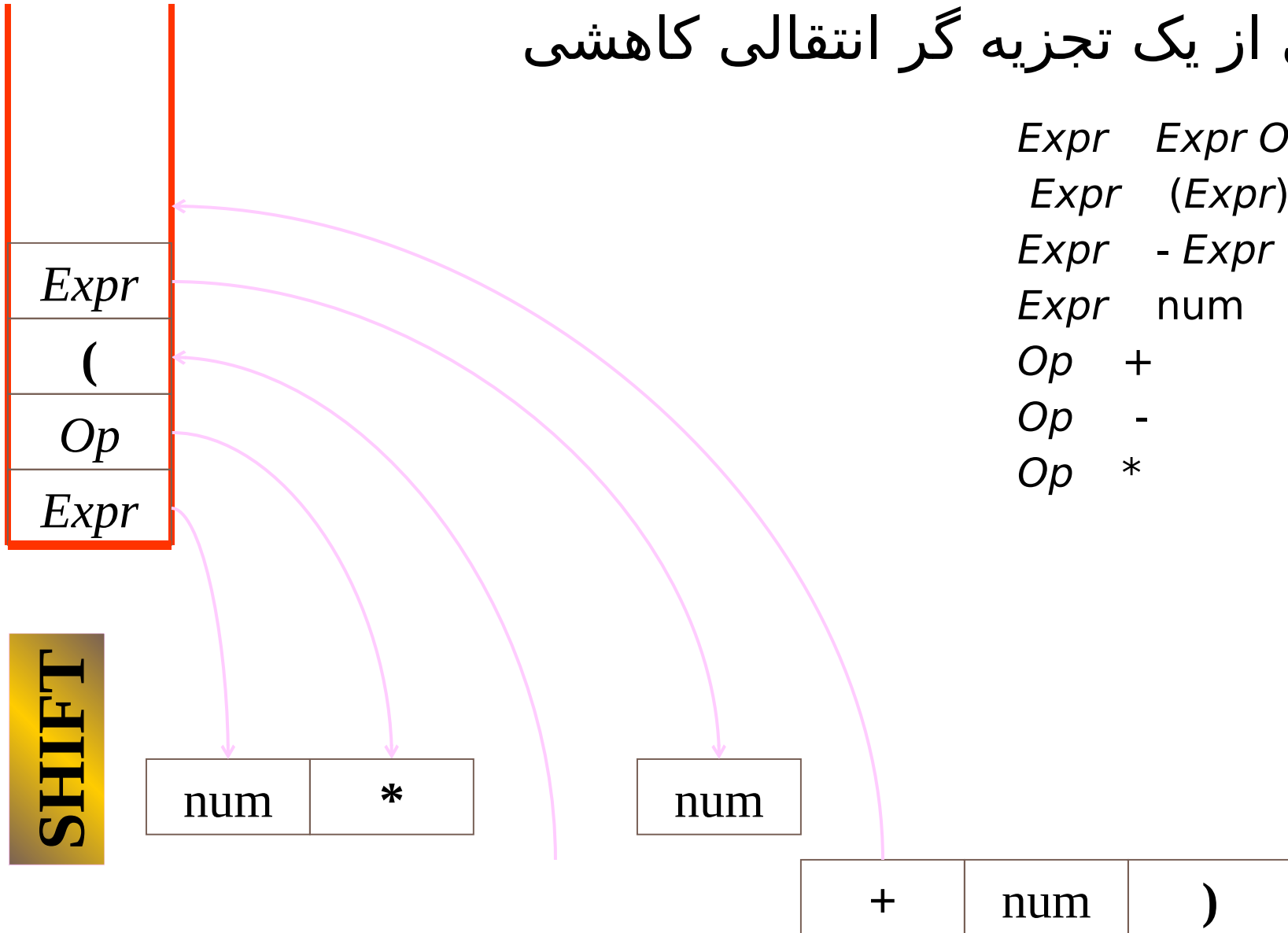
num

+ num)

REDUCE

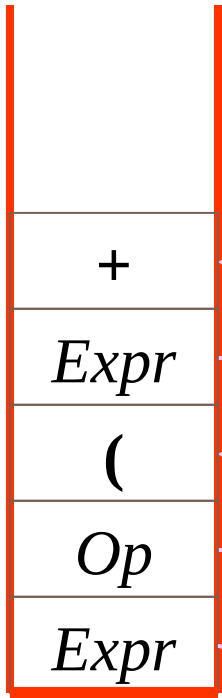
مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

$Expr \quad Expr \quad Op \quad Expr$
 $Expr \quad (Expr)$
 $Expr \quad - \quad Expr$
 $Expr \quad num$
 $Op \quad +$
 $Op \quad -$
 $Op \quad *$



مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

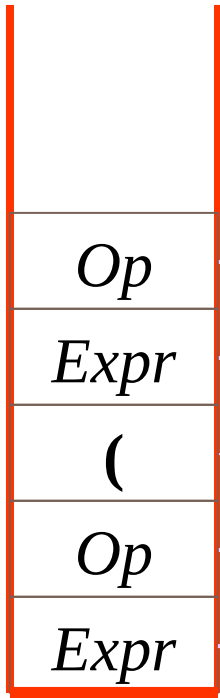
$Expr \quad Expr \quad Op \quad Expr$
 $Expr \quad (Expr)$
 $Expr \quad - \quad Expr$
 $Expr \quad num$
 $Op \quad +$
 $Op \quad -$
 $Op \quad *$



SHIFT

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

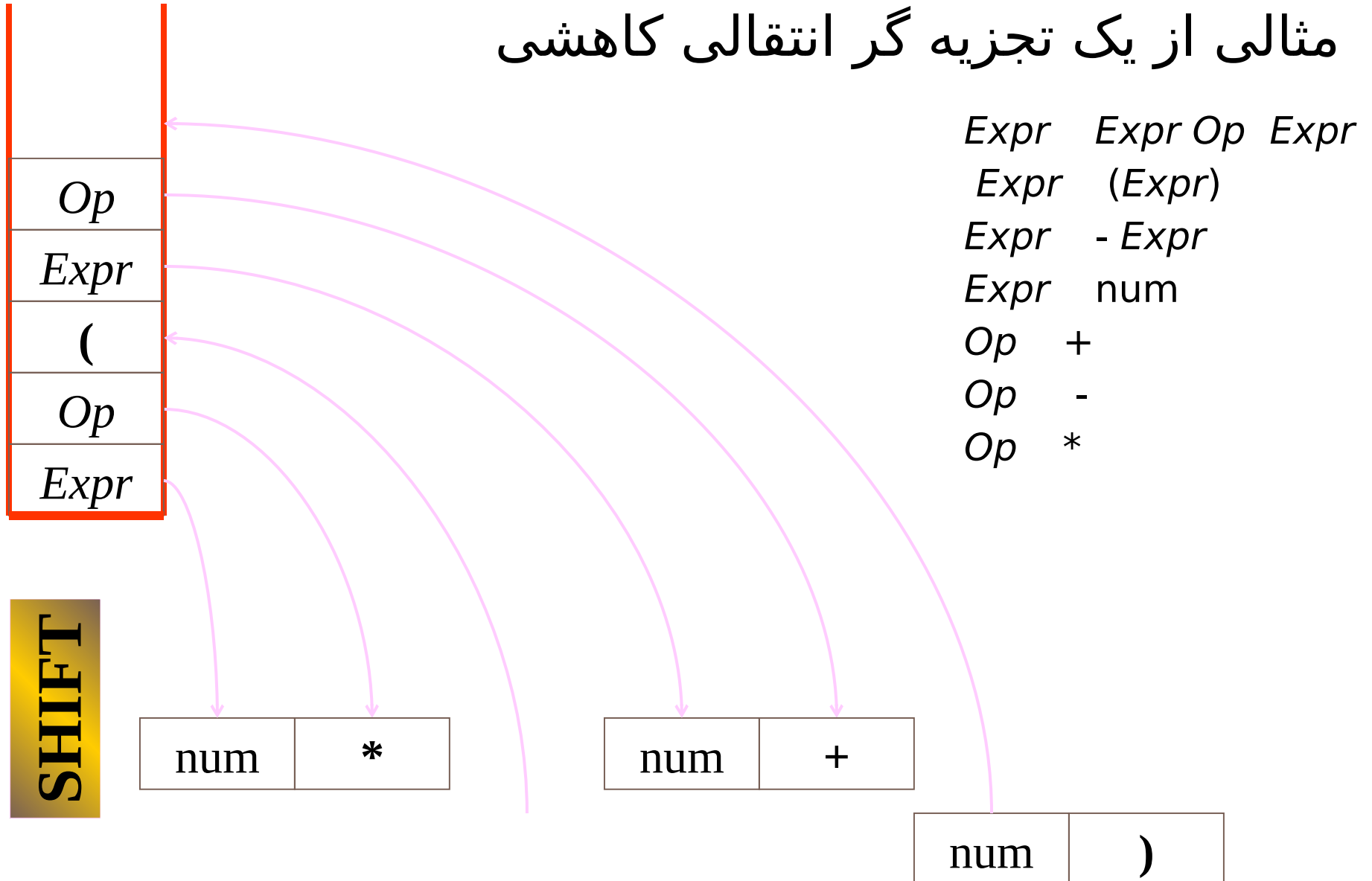
$Expr \quad Expr \quad Op \quad Expr$
 $Expr \quad (Expr)$
 $Expr \quad - \quad Expr$
 $Expr \quad num$
 $Op \quad +$
 $Op \quad -$
 $Op \quad *$



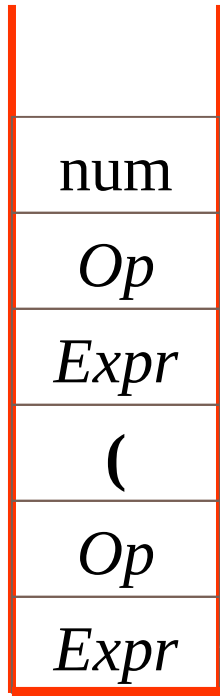
REDUCE



مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی



مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی



Expr Expr Op Expr
Expr (Expr)
Expr - Expr
Expr num
Op +
Op -
*Op **

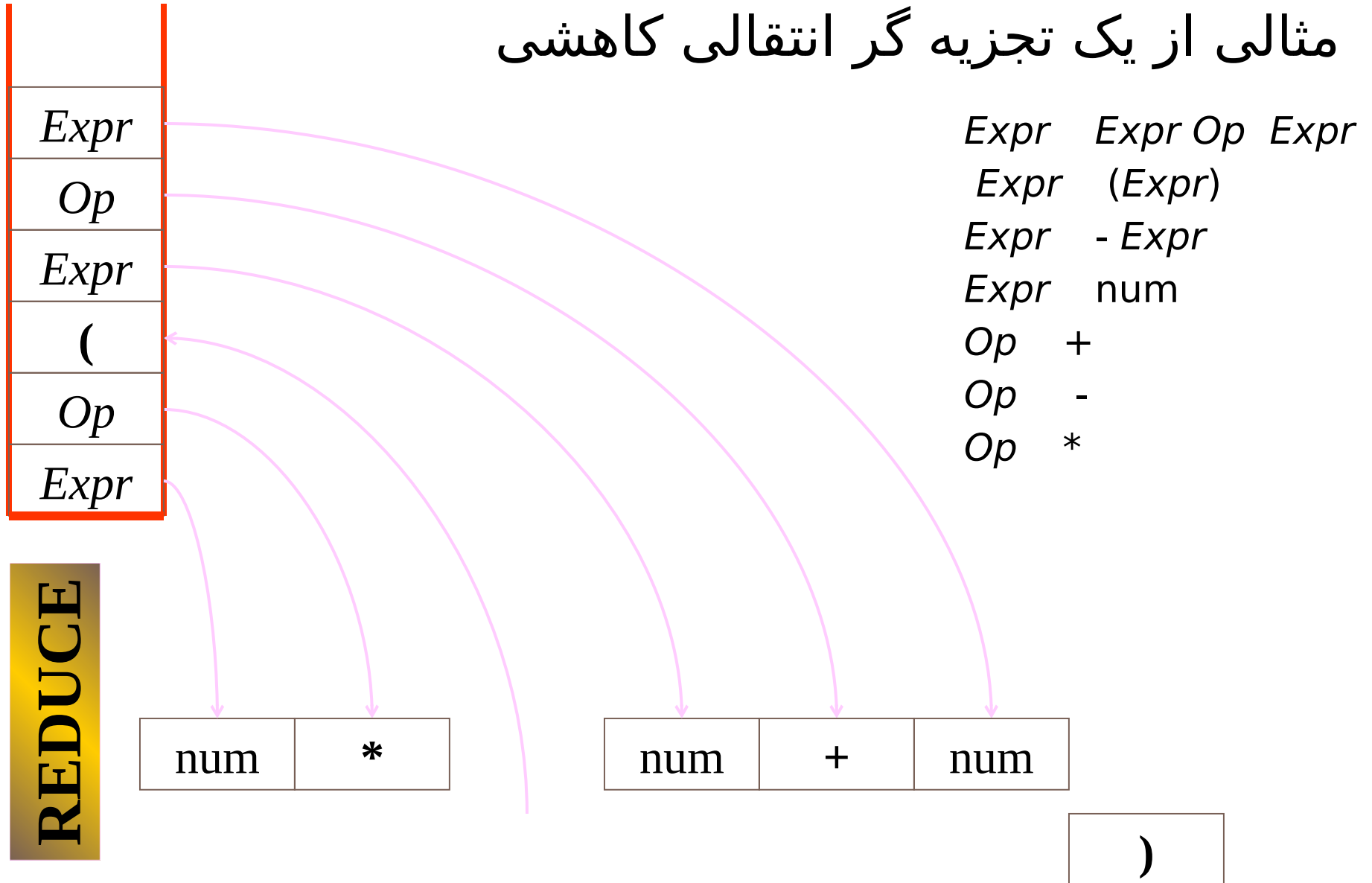
num	*
-----	---

num	+
-----	---

)

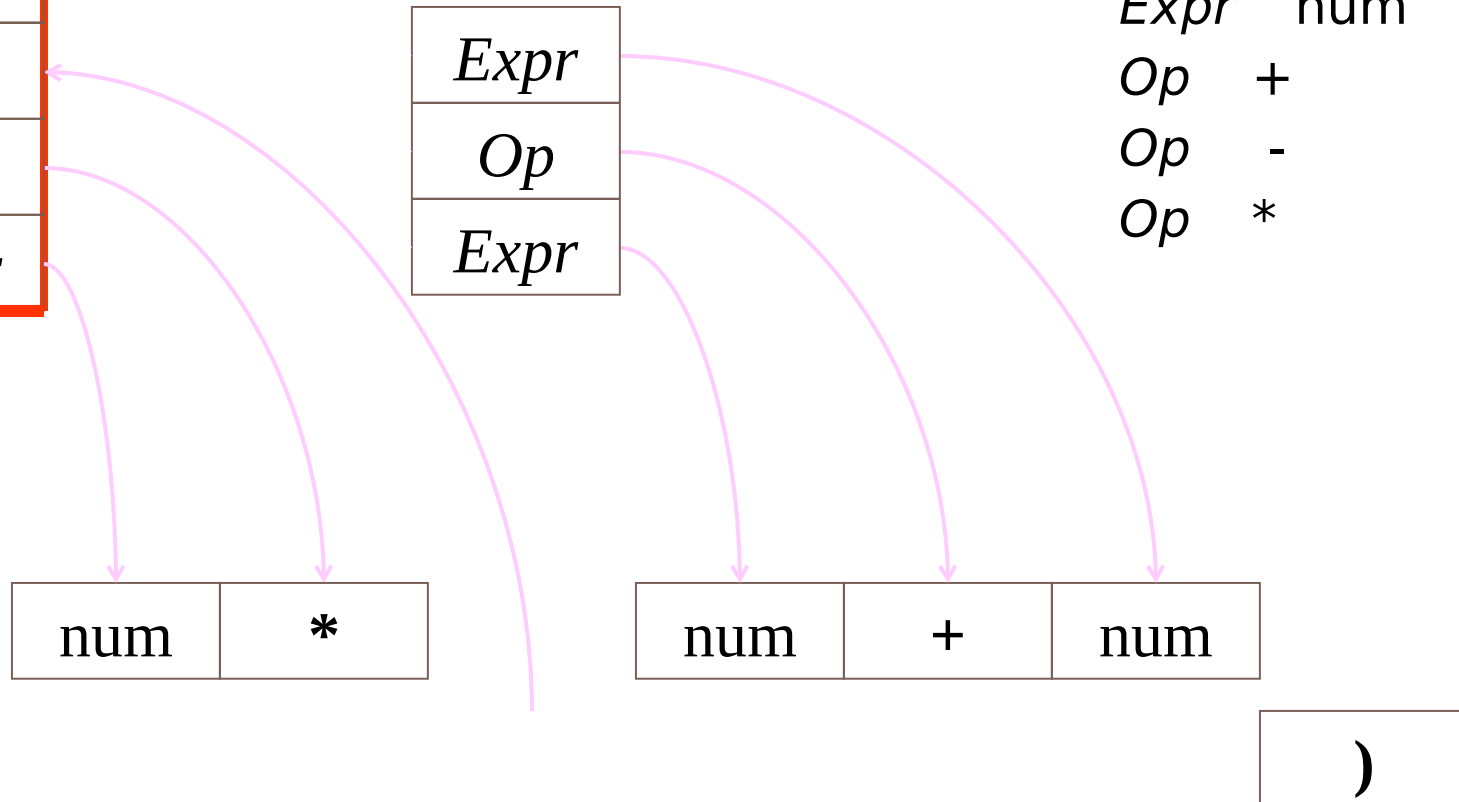
SHIFT

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی



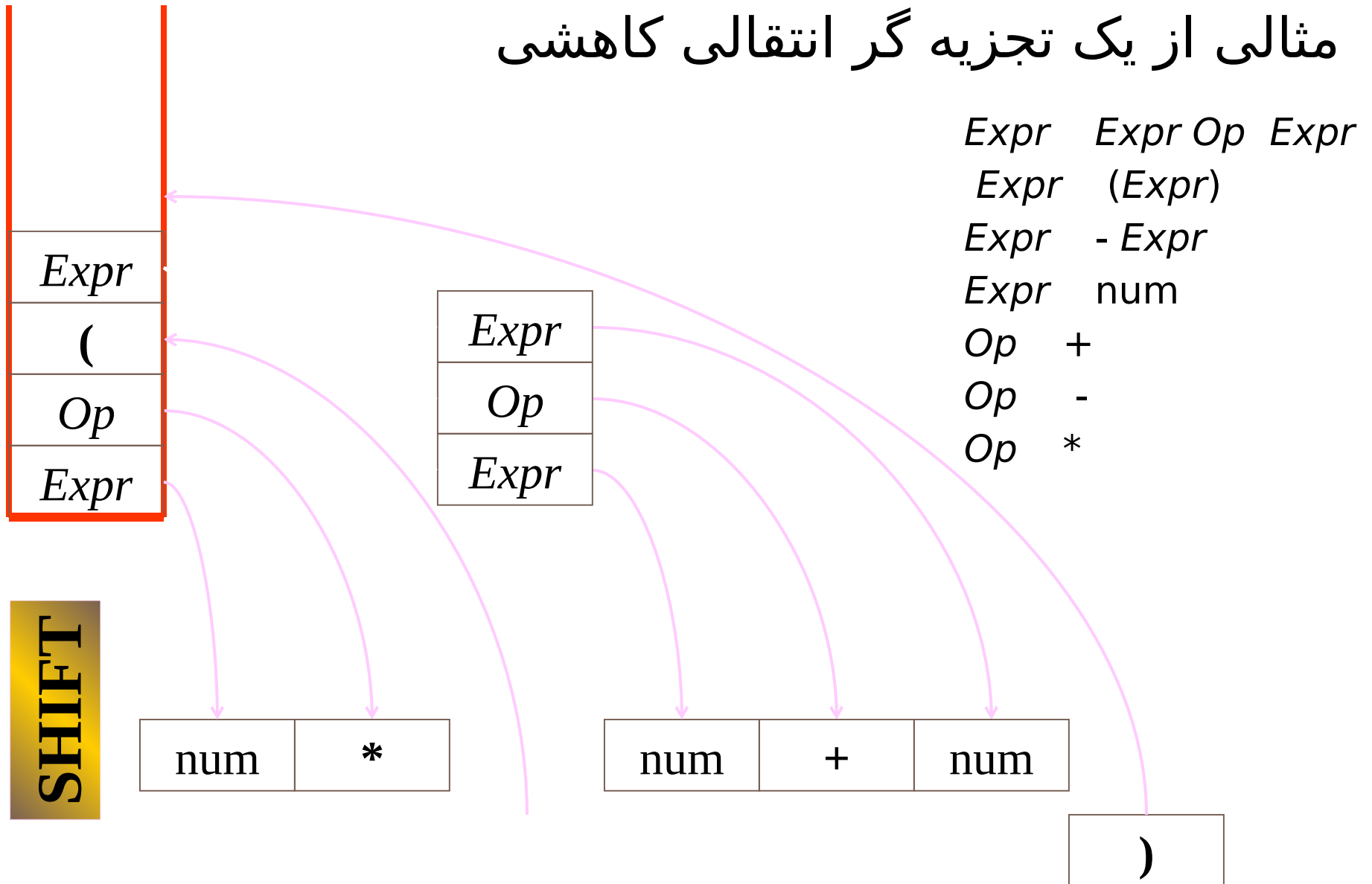
مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

$Expr \quad Expr \quad Op \quad Expr$
 $Expr \quad (Expr)$
 $Expr \quad - \quad Expr$
 $Expr \quad num$
 $Op \quad +$
 $Op \quad -$
 $Op \quad *$

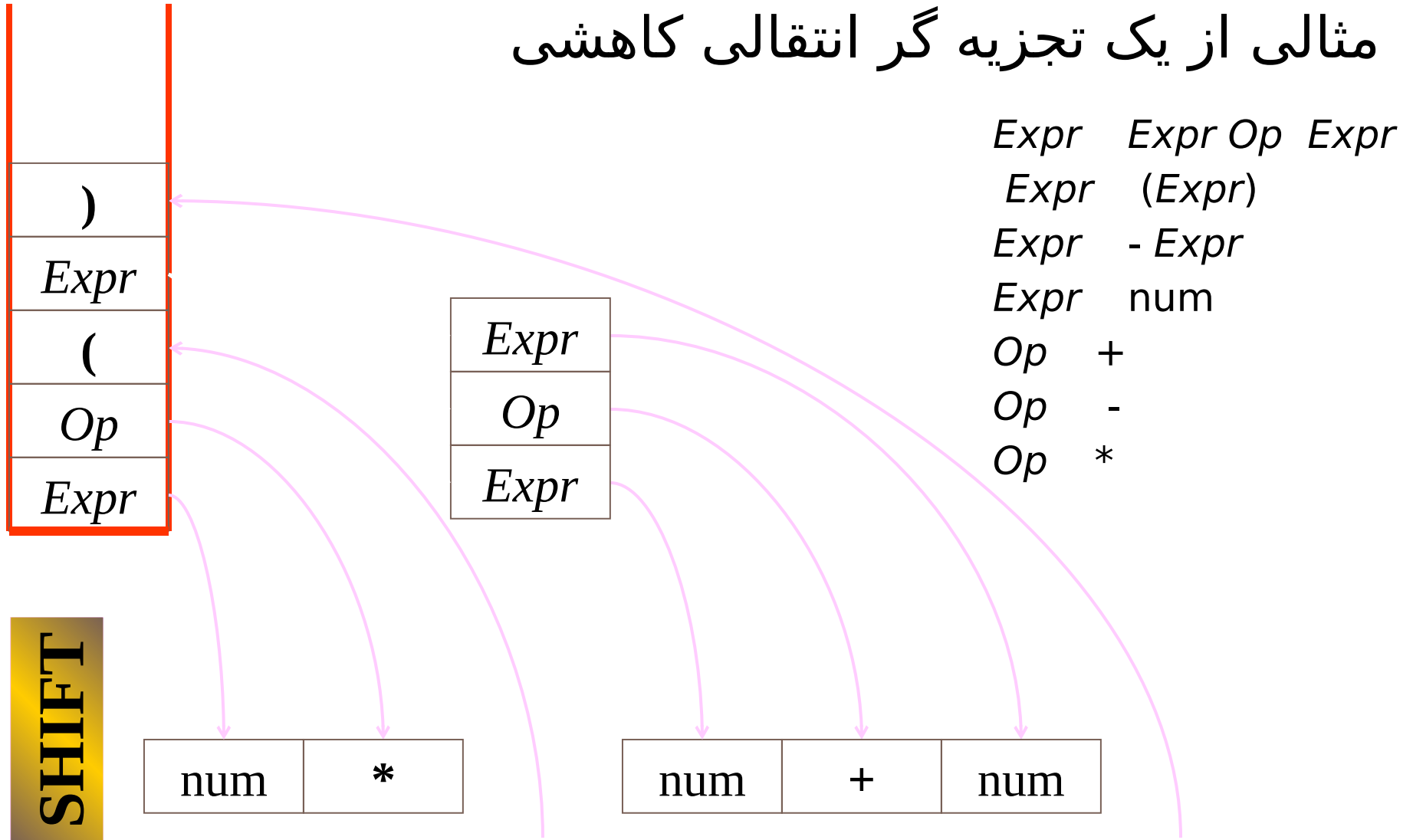


REDUCE

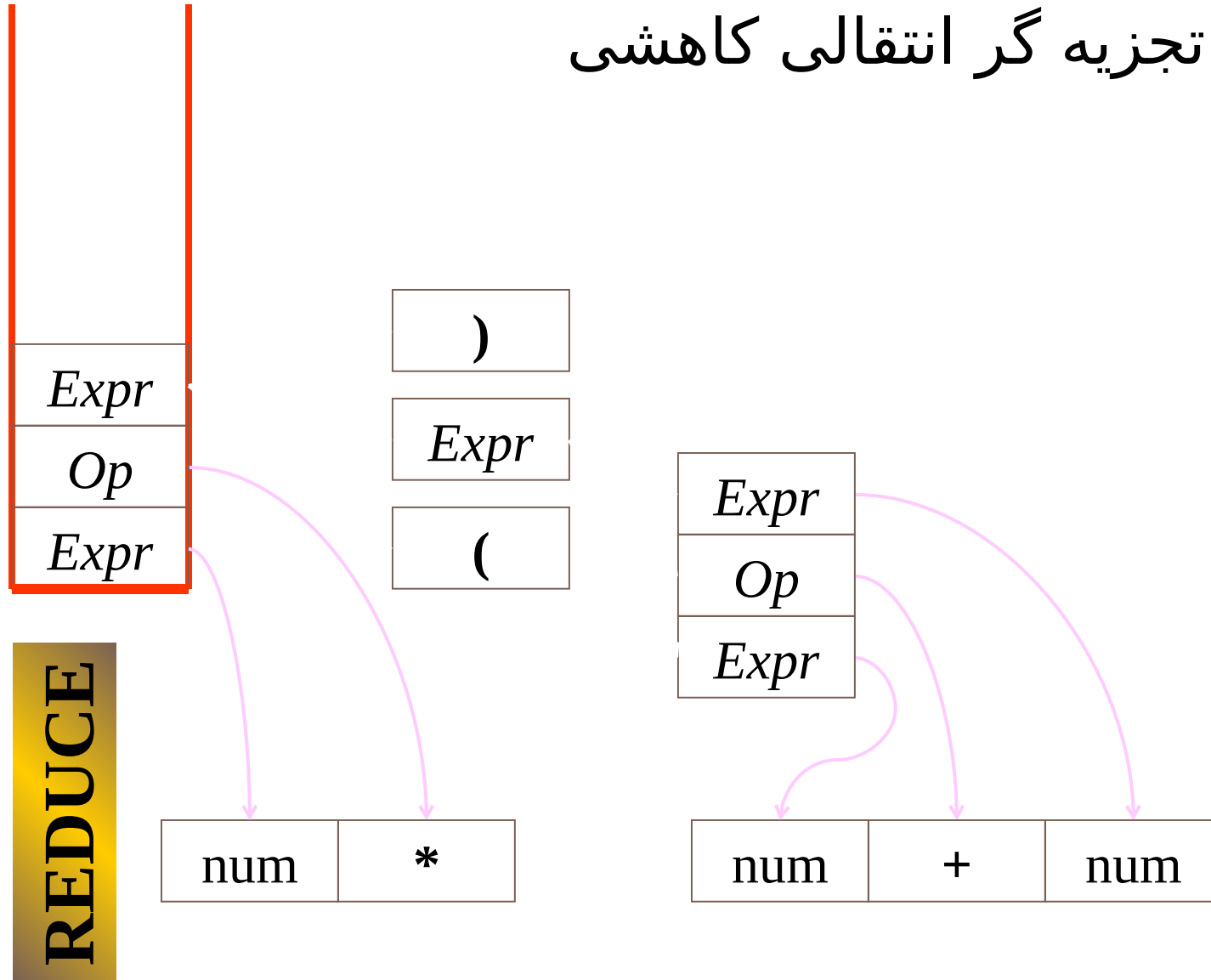
مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی



مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی



مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی



مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$

$Expr \quad (Expr)$

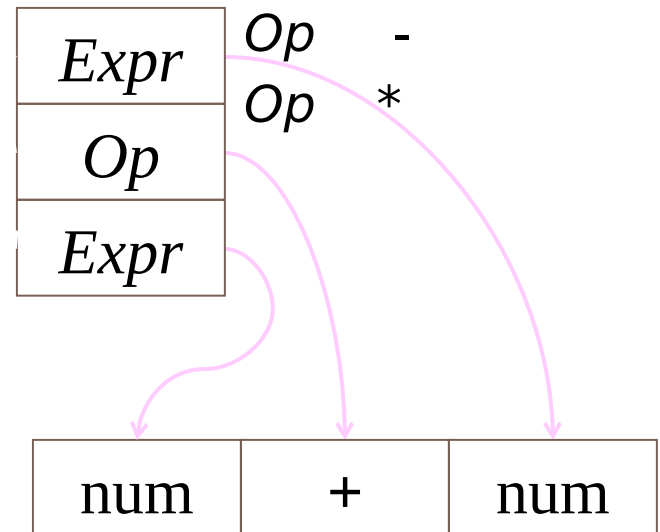
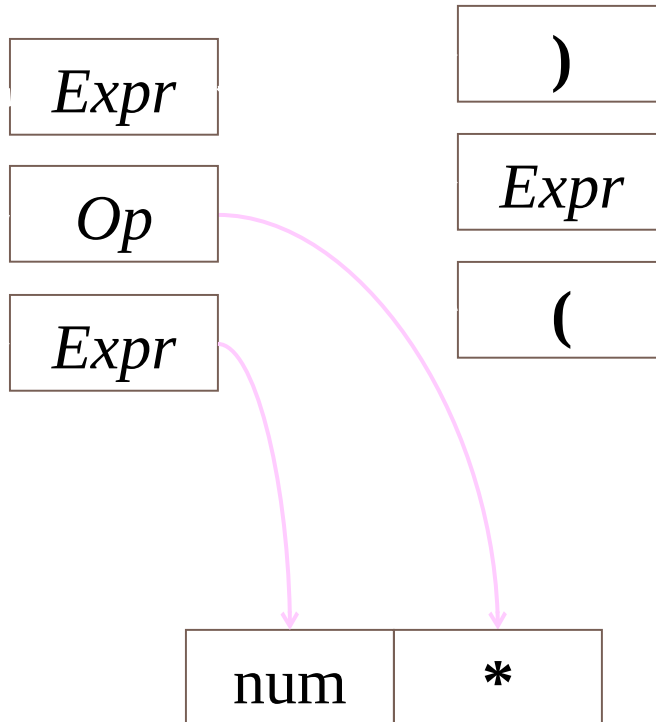
$Expr \quad - \quad Expr$

$Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$



$Expr$

REDUCE

مثالی از یک تجزیه گر انتقالی کاهشی

$Expr \quad Expr \quad Op$

$Expr$

$Expr \quad (Expr)$

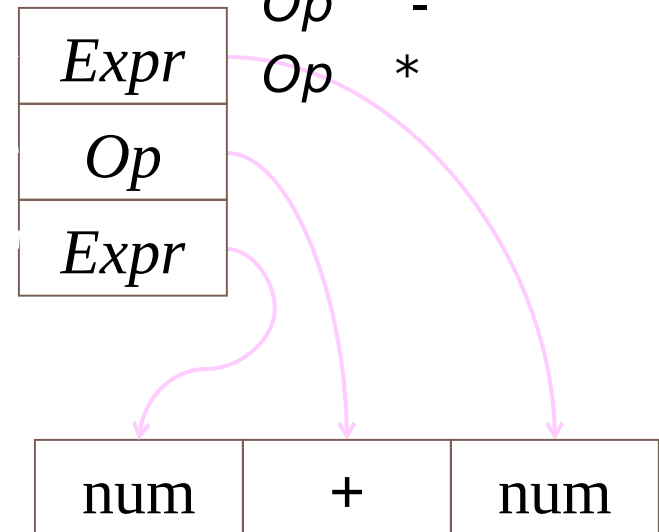
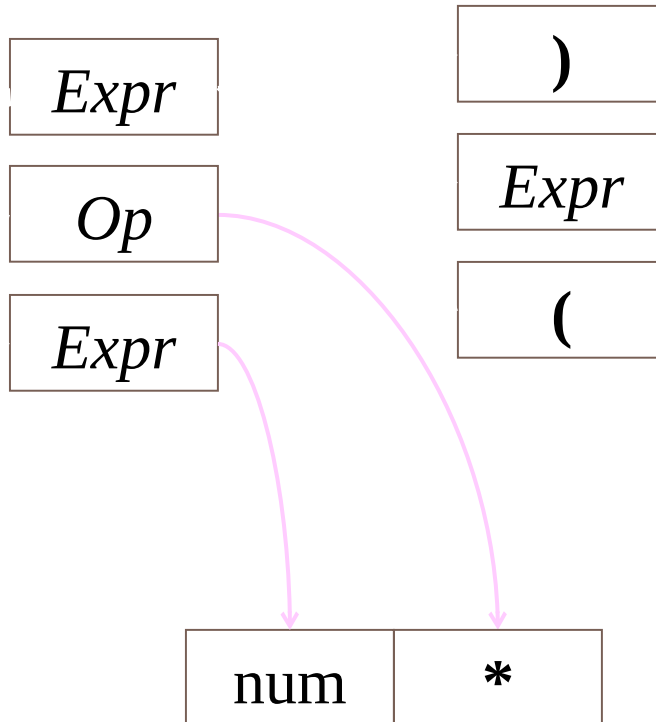
$Expr \quad - \quad Expr$

$Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$



$Expr$

ACCEPT!

ایده اصلی در تجزیه گره‌های انتقالی کاهشی

□ برای ساخت درخت تجزیه مربوط به یک رشته ورودی

- رشته ورودی را از چپ به راست می خوانیم.
- درخت تجزیه را از پائین به بالا می سازیم.
- در حین انجام عمل، از پشته جهت نگهداری پایانه ها و غیرپایانه های در حل تجزیه، استفاده می کنیم.

Conflict) برخورد

□ ممکن است با برخورد هائی از انواع زیر مواجه شویم:

□ Reduce/Reduce Conflict

- بالای پشته با RHS چندین قاعده یکسان باشد.
- از کدام قاعده برای عمل کاهش استفاده کنیم ؟

□ Shift/Reduce Conflict

- بالای پشته با RHS یک قاعده یکسان باشد،
- اما ممکن است که انتخاب صحیحی برای کاهش نباشد و بتوان با چند انتقال دیگر، عمل کاهش را انجام داد.



برخورد

$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$

$Expr \quad Expr - Expr$
 $Expr \quad (Expr)$

$Expr \quad Expr -$
 $Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$

num	-	num
-----	---	-----

برخورد

$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$

$Expr \quad Expr - Expr$
 $Expr \quad (Expr)$

$Expr \quad Expr -$

$Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$

num

-

num

SHIFT

برخورد

Expr Expr Op

Expr

Expr Expr - Expr

Expr (Expr)

Expr Expr -

Expr num

Op +

Op -

*Op **

num

SHIFT

-

num

برخورد

$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$

$Expr \quad Expr - Expr$
 $Expr \quad (Expr)$

$Expr \quad Expr -$

$Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$

$Expr$

num

-

num

REDUCE

برخورد

$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$

$Expr \quad Expr - Expr$
 $Expr \quad (Expr)$

$Expr \quad Expr -$

$Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$

$Expr$

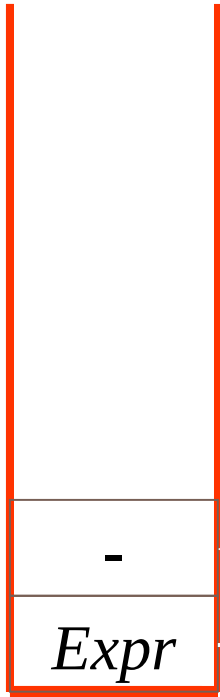
num

-

num

SHIFT

برخورد



Expr Expr Op
Expr
Expr Expr - Expr
Expr (Expr)
Expr Expr -
Expr num
Op +
Op -
*Op **

SHIFT

num

num

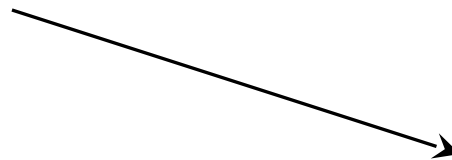
برخورد

Options:

Reduce

Reduce

Shift



Expr Expr Op
Expr

Expr Expr - Expr

Expr (Expr)

Expr Expr -

Expr num

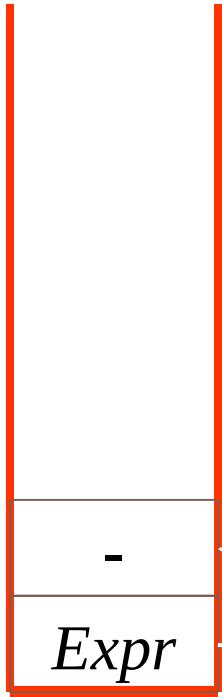
Op +

Op -

*Op **

num

num



Shift/Reduce/Reduce

Options:

Reduce

Reduce

Shift

$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$

$Expr \quad Expr - Expr$

$Expr \quad (Expr)$

$Expr \quad Expr -$

$Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$

num

num

REDUCE

-

$Expr$

Shift/Reduce/Reduce بر خورد

Options:

Reduce

Reduce

Shift

$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$

$Expr \quad Expr - Expr$

$Expr \quad (Expr)$

$Expr \quad Expr -$

$Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$

$Expr$

$Expr$

num

-

num

SHIFT

Shift/Reduce/Reduce بر خورد

Options:

Reduce

Reduce

Shift

$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$

$Expr \quad Expr - Expr$

$Expr \quad (Expr)$

$Expr \quad Expr -$

$Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$

num

$Expr$

$Expr$

num

-

SHIFT

Shift/Reduce/Reduce

Options:

Reduce

Reduce

Shift

$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$

$Expr \quad Expr - Expr$

$Expr \quad (Expr)$

$Expr \quad Expr -$

$Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$

$Expr$

$Expr$

$Expr$

num

-

num

REDUCE

Shift/Reduce/Reduce

Options:

Reduce

Reduce

Shift

$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$

$Expr \quad Expr - Expr$

$Expr \quad (Expr)$

$Expr \quad Expr -$

$Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$

$Expr$

$Expr$

$Expr$

num

-

num

FAILS!

Shift/Reduce/Reduce

Options:

Reduce

Reduce

Shift

$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$

$Expr \quad Expr - Expr$

$Expr \quad (Expr)$

$Expr \quad Expr -$

$Expr \quad num$

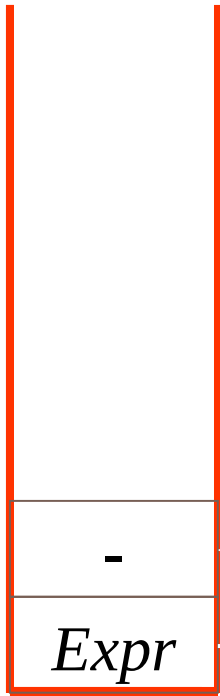
$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$

num

num



Shift/Reduce/Reduce

Options:

Reduce

Reduce

Shift

$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$

$Expr \quad Expr - Expr$

$Expr \quad (Expr)$

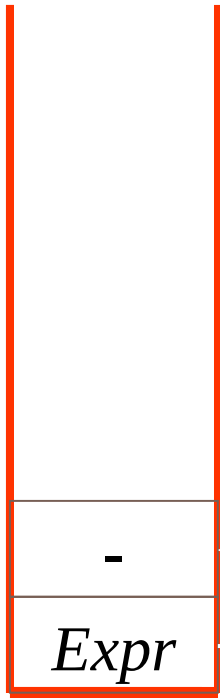
$Expr \quad Expr -$

$Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$



num

num

برخورد Shift/Reduce/Reduce

Options:

Reduce

Reduce

Shift

$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$

$Expr \quad Expr - Expr$

$Expr \quad (Expr)$

$Expr \quad Expr -$

$Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$

Op

$Expr$

REDUCE

num

-

num

Shift/Reduce/Reduce بر خورد

Options:

Reduce

Reduce

Shift

Expr Expr Op
Expr

Expr Expr - Expr

Expr (Expr)

Expr Expr -

Expr num

Op +

Op -

*Op **

num

Op

Expr

num

-

SHIFT

برخورد Shift/Reduce/Reduce

Options:

Reduce

Reduce

Shift

$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$

$Expr \quad Expr - Expr$

$Expr \quad (Expr)$

$Expr \quad Expr -$

$Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$

$Expr$

Op

$Expr$

REDUCE

num

-

num

Shift/Reduce/Reduce

Options:

Reduce

Reduce

Shift

$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$

$Expr \quad Expr - Expr$

$Expr \quad (Expr)$

$Expr \quad Expr -$

$Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$

$Expr$
Op
$Expr$

num	-	num
-----	---	-----

$Expr$

REDUCE

Shift/Reduce/Reduce

Options:

Reduce

Reduce

Shift

$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$

$Expr \quad Expr - Expr$

$Expr \quad (Expr)$

$Expr \quad Expr -$

$Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$

$Expr$
Op
$Expr$

num	-	num
-----	---	-----

$Expr$

ACCEPT

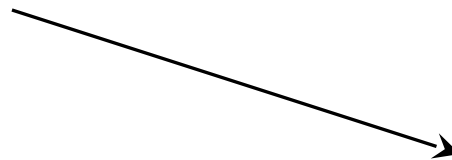
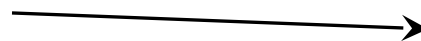
برخورد

Options:

Reduce

Reduce

Shift



Expr Expr Op
Expr

Expr Expr - Expr

Expr (Expr)

Expr Expr -

Expr num

Op +

Op -

*Op **



SHIFT

num

num

برخورد

Options:

Reduce

Reduce

Shift

Expr Expr Op
Expr

Expr Expr - Expr

Expr (Expr)

Expr Expr -

Expr num

Op +

Op -

*Op **

num

-

Expr

num

SHIFT

برخورد

Options:

Reduce

Reduce

Shift

$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$

$Expr \quad Expr - Expr$

$Expr \quad (Expr)$

$Expr \quad Expr -$

$Expr \quad num$

$Op \quad +$

$Op \quad -$

$Op \quad *$

num

num

$Expr$

-

$Expr$

REDUCE

برخورد

Options:

Reduce

Reduce

Shift

Expr

Expr

num

-

num

Expr

REDUCE

Expr Expr Op
Expr

Expr Expr - Expr

Expr (Expr)

Expr Expr -

Expr num

Op +

Op -

*Op **

برخورد

Options:

Reduce

Reduce

Shift

Expr

Expr

num

-

num

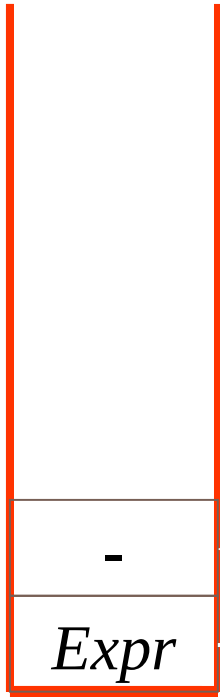
Expr

ACCEPT

Expr Expr Op
Expr
Expr Expr - Expr
Expr (Expr)
Expr Expr -
Expr num
Op +
Op -
*Op **

برخورد

آیا این گرامر مبهم
است ؟
چرا؟



num

num

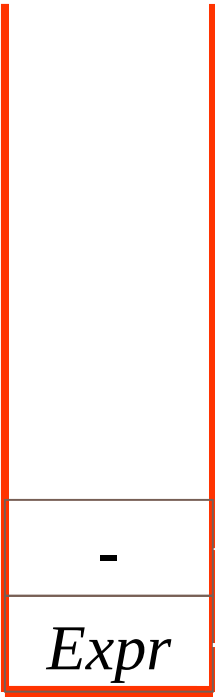
$Expr \quad Expr \quad Op$
 $Expr$
 $Expr \quad Expr - Expr$
 $Expr \quad (Expr)$
 $Expr \quad Expr -$
 $Expr \quad num$
 $Op \quad +$
 $Op \quad -$
 $Op \quad *$

برخورد

~~Expr Expr Op~~
~~Expr~~
 Expr Expr - Expr
 Expr (Expr)
 Expr Expr -
 Expr num
 Op +
 Op -
 Op *

با تغییرگرامر می توان ابهام را رفع نمود.
 به این ترتیب آیا برخوردی رفع شده
 است؟

آیا برخوردی باقی مانده ؟
 چگونه می توان مشکل برخورد S/R دیگر را
 رفع نمود ؟



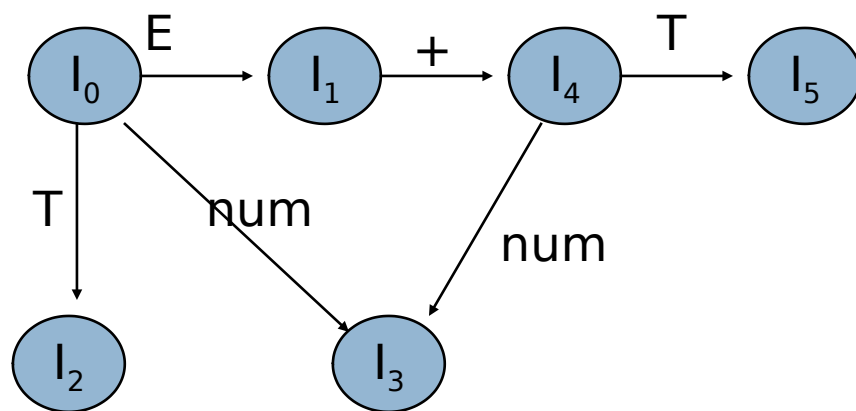
num

num

ساخت تجزیه گر

- چگونه تجزیه گری بسازیم که بتواند در تمام مراحل که دیدیم تصمیم گیری نماید که
 - اولاً کدام عمل (انتقال یا کاهش) باید در این لحظه انجام شود.
 - از کدام قاعده باید برای کاهش استفاده شود.
- به این منظور
 - یک DFA می سازیم که اعمال انتقال و کاهش را در هر لحظه کنترل نماید.
 - این DFA از یک پشته نیز کمک می گیرد.
 - در عمل یک PDA ساخته ایم.

ساخت تجزیه گر



1:E	E+T
2:E	T
3:T	num

جدول تجزیه

	ACTION			Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

S X \$ (1)

X (X) (2)

X () (3)

■ در هر مرحله با کمک گرفتن از

Table[top of state stack] [input symbol]

عمل بعدی را مشخص می کنیم.

جدول تجزیه

	ACTION			Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack

Symbol Stack

Input

Grammar

(())

S X \$ (1)

X (X) (2)

X () (3)

s0

X

جدول تجزیه

	ACTION			Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Shift to s_n □

- نشانه ورودی را به پشته نمادها انتقال می دهیم.
- حالت s_n را به پشته حالات انتقال می دهیم.
- نشانه ورودی بعدی را می خوانیم.

جدول تجزیه

	ACTION			Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Reduce (n) □

- به تعداد عناصر موجود در RHS قاعده n ام، از هر دو پشته pop می کنیم
- LHS قاعده n ام را به پشته نمادها اضافه می کنیم.
- مقدار $\text{Table}[\text{top of the state stack}][\text{top of symbol stack}]$ از بخش Goto جدول را به پشته حالات اضافه می کنیم.

جدول تجزیه

State	ACTION			Goto
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

□ Accept

- عمل تجزیه را متوقف کرده و رشته ورودی را می پذیریم.

نحوه کاربرد جدول تجزیه

		ACTION		Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack Symbol Stack Input Grammar

()\$

S X \$ (1)

X (X) (2)

X () (3)

s0

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل انتقال

		ACTION		Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack Symbol Stack Input Grammar

()\$

S X \$ (1)

X (X) (2)

X () (3)

s0

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل انتقال

	ACTION			Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack Symbol Stack Input Grammar

))\$

S X \$ (1)

X (X) (2)

X () (3)

s2
s0

(

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل انتقال

		ACTION		Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack Symbol Stack Input Grammar

))\$

S X \$ (1)

X (X) (2)

X () (3)

s2
s0

(

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل انتقال

	ACTION			Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack Symbol Stack Input Grammar

s2
s2
s0

(
(

)\$

S X \$ (1)
X (X) (2)
X () (3)

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل انتقال

	ACTION			Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack Symbol Stack Input Grammar

s2
s2
s0

(
(

)\$

S X \$ (1)
X (X) (2)
X () (3)

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل انتقال

		ACTION		Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack	Symbol Stack	Input	Grammar
<div>s5</div> <div>s2</div> <div>s2</div> <div>s0</div>	<div>)</div> <div>(</div> <div>(</div>	\$	<div>S X \$ (1)</div> <div>X (X) (2)</div> <div>X () (3)</div>

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل کاهش

	ACTION			Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack	Symbol Stack	Input	Grammar
<div>s5</div> <div>s2</div> <div>s2</div> <div>s0</div>	<div>)</div> <div>(</div> <div>(</div>	\$	<div>S X \$ (1)</div> <div>X (X) (2)</div> <div>X () (3)</div>

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل کاهش قدم اول : حذف از پشته

	ACTION			Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack	Symbol Stack	Input	Grammar
<div>s5</div> <div>s2</div> <div>s2</div> <div>s0</div>	<div>)</div> <div>(</div> <div>(</div>	\$	<div>S X \$ (1)</div> <div>X (X) (2)</div> <div>X () (3)</div>

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل کاهش
قدم اول : حذف از پشته

	ACTION			Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack	Symbol Stack	Input	Grammar
		\$	S X \$ (1)
			X (X) (2)
<div>s2</div> <div>s0</div>	(		X () (3)

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل کاهش
قدم دوم : درج غیر پایانه

	ACTION			Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack	Symbol Stack	Input	Grammar
		\$	S X \$ (1)
			X (X) (2)
<div>s2</div> <div>s0</div>	(		X () (3)

نحوه کاربرد جدول تجزیه – عمل کاهش
قدم دوم : درج غیر پایانه

	ACTION			Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack	Symbol Stack	Input	Grammar
		\$	S X \$ (1)
			X (X) (2)
<div>s2</div> <div>s0</div>	<div>X</div> <div>(</div>		<div>X () (3)</div>

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل کاهش
و درج حالت جدید Goto قدم سوم: استفاده از بخش

		ACTION		Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack	Symbol Stack	Input	Grammar
		\$	S X \$ (1)
			X (X) (2)
			X () (3)
<div>s2</div> <div>s0</div>	<div>X</div> <div>(</div>		

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل کاهش و درج حالت جدید Goto قدم سوم: استفاده از بخش

		ACTION		Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack	Symbol Stack	Input	Grammar
		\$	S X \$ (1)
s3			X (X) (2)
s2	X		X () (3)
s0	(

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل انتقال

	ACTION			Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack	Symbol Stack	Input	Grammar
		\$	S X \$ (1)
s3			X (X) (2)
s2	X		X () (3)
s0	(

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل انتقال

		ACTION		Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack	Symbol Stack	Input	Grammar
<div>s4</div> <div>s3</div> <div>s2</div> <div>s0</div>	<div>)</div> <div>X</div> <div>(</div>	\$	<div>S X \$ (1)</div> <div>X (X) (2)</div> <div>X () (3)</div>

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل کاهش

	ACTION			Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack	Symbol Stack	Input	Grammar
<div>s4</div> <div>s3</div> <div>s2</div> <div>s0</div>	<div>)</div> <div>X</div> <div>(</div>	\$	<div>S X \$ (1)</div> <div>X (X) (2)</div> <div>X () (3)</div>

نحوه کاربرد جدول تجزیه – عمل کاهش
قدم اول : حذف از پشته

		ACTION		Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack	Symbol Stack	Input	Grammar
<div>s4</div> <div>s3</div> <div>s2</div> <div>s0</div>	<div>)</div> <div>X</div> <div>(</div>	\$	<div>S X \$ (1)</div> <div>X (X) (2)</div> <div>X () (3)</div>

نحوه کاربرد جدول تجزیه – عمل کاهش
قدم اول : حذف از پشته

	ACTION		Goto
State	(	)	X
s0	shift to s2	error	error
s1	error	error	accept
s2	shift to s2	shift to s5	error
s3	error	shift to s4	error
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)

State Stack Symbol Stack Input Grammar

\$

S X \$ (1)

X (X) (2)

X () (3)

s0

نحوه کاربرد جدول تجزیه — عمل کاهش
قدم دوم : درج غیر پایانه

		ACTION		Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack Symbol Stack Input Grammar

\$

S X \$ (1)

X (X) (2)

X () (3)

s0

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل کاهش
قدم دوم : درج غیر پایانه

	ACTION			Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack Symbol Stack Input Grammar

\$

S X \$ (1)

X (X) (2)

X () (3)

s0

X

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل کاهش
و درج حالت جدید Goto قدم سوم: استفاده از بخش

		ACTION		Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack Symbol Stack Input Grammar

\$

S X \$ (1)

X (X) (2)

X () (3)

s0

X

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل کاهش
و درج حالت جدید Goto قدم سوم: استفاده از بخش

		ACTION		Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack	Symbol Stack	Input	Grammar
		\$	S X \$ (1)
			X (X) (2)
			X () (3)
s1			
s0	X		

نحوه کاربرد جدول تجزیه - عمل پذیرش

		ACTION		Goto
State	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

State Stack Symbol Stack Input Grammar

\$

S X \$ (1)

X (X) (2)

X () (3)

s1
s0

S
