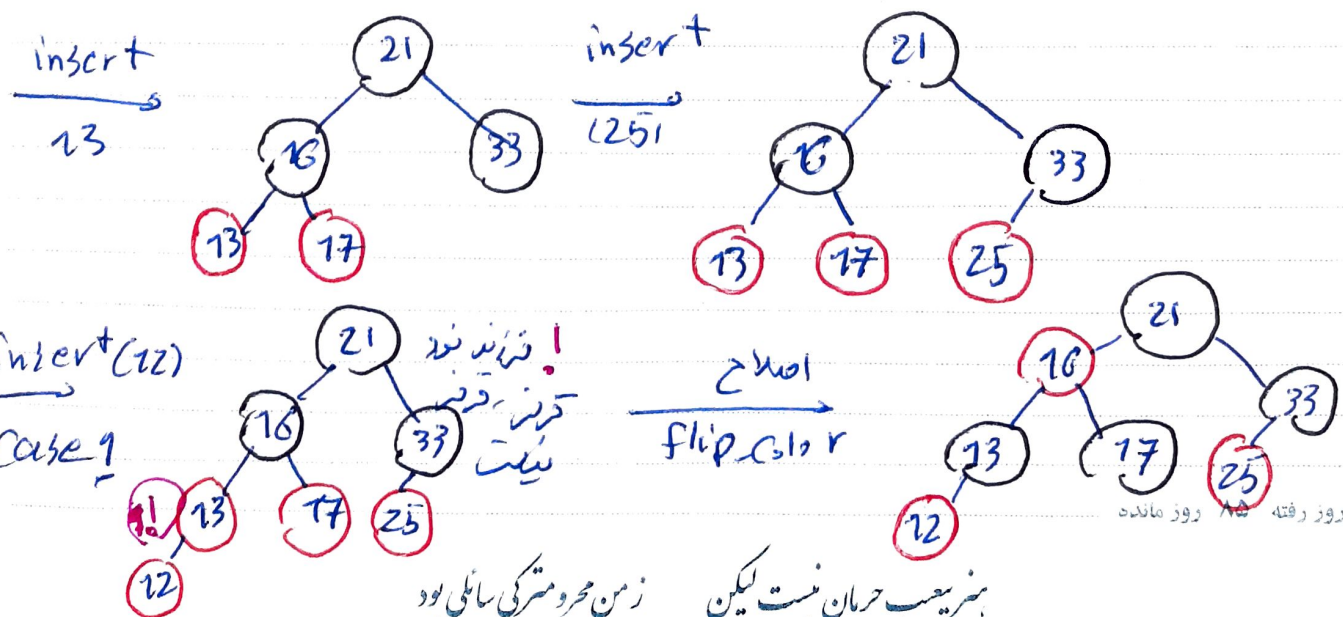
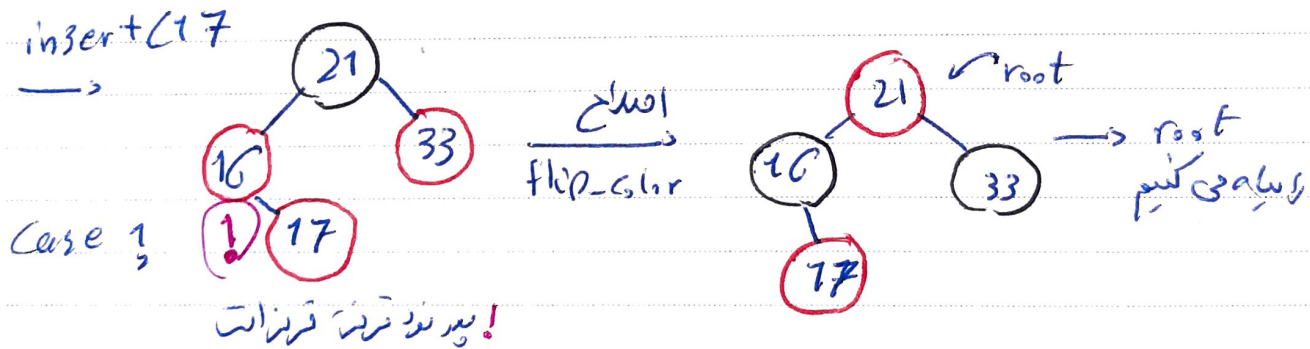
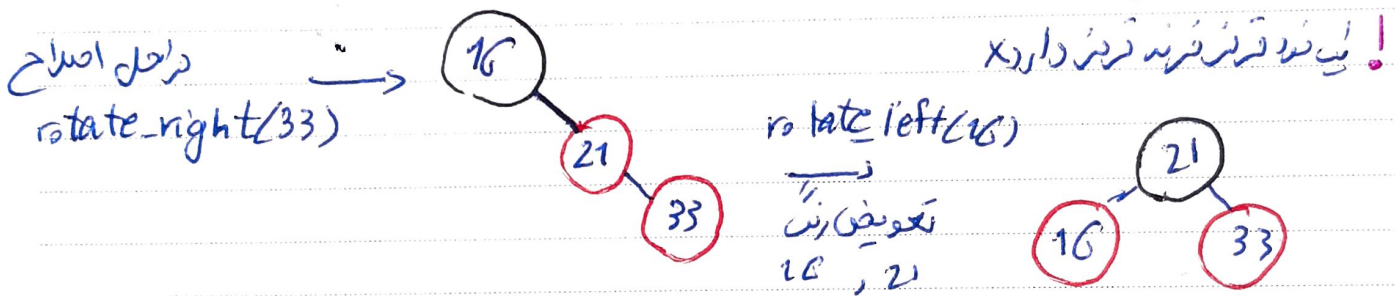
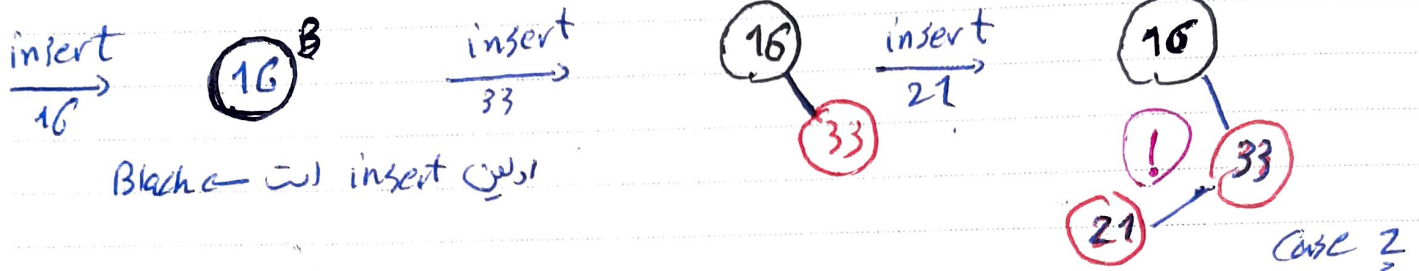
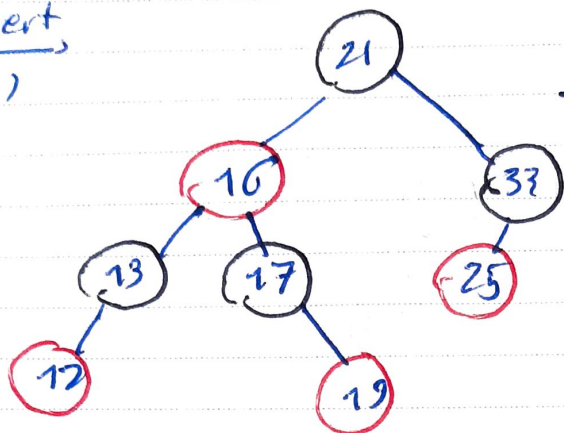


الف) اعداد زیر را به ترتیب از چپ به راست وارد RB-tree کنید در صورت نقض یکی از خصوصیات درخت قرمز سیاه case را بیان کنید و مراحل تصحیح آن را نشان دهید

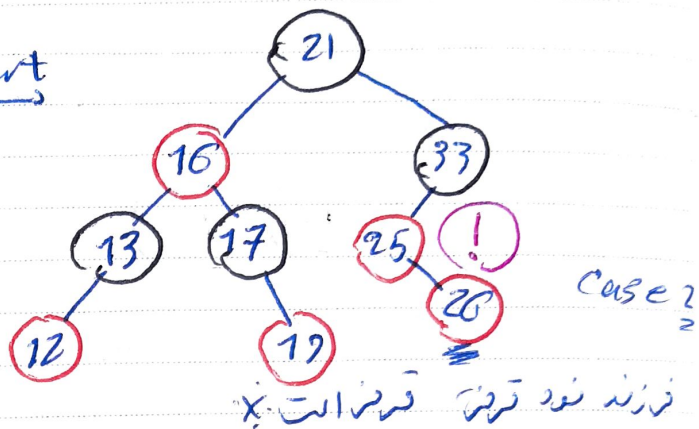
16, 33, 21, 17, 13, 25, 12, 19, 20, 40, 22, 24



insert  
(19)



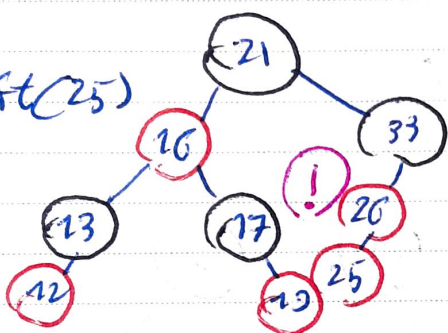
insert  
(26)



اصلاح  
rotate-left(25)

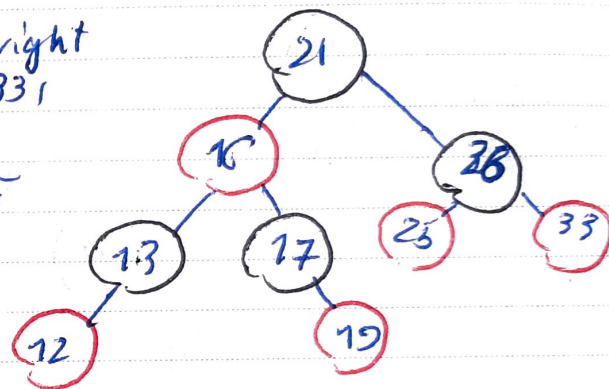
Case 3

R  
/ R

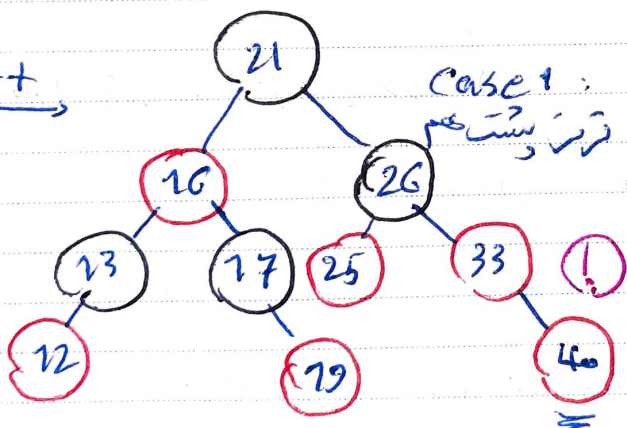


rotate-right  
(33)

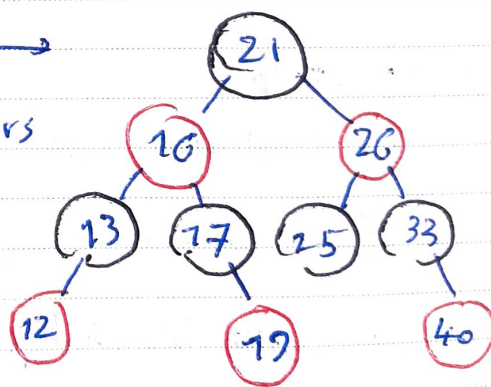
flip  
تغییر رنگ  
33  
26



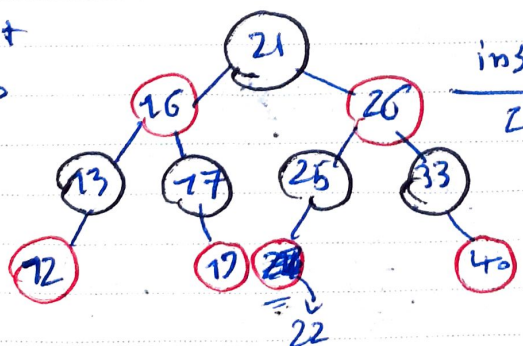
insert  
(40)



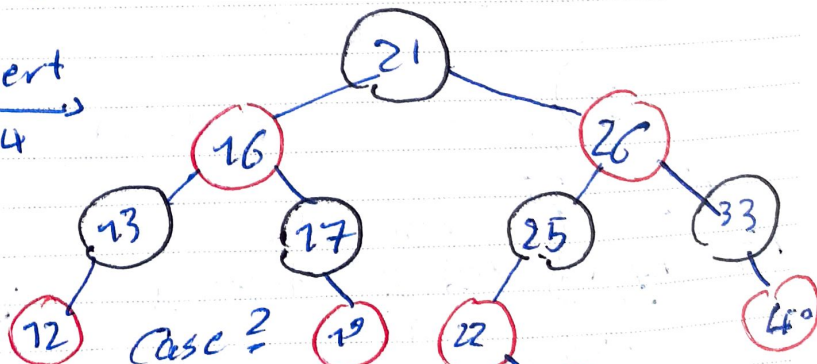
Case 1: اصلاح  
Flip Colors  
دو نواد قرمز نیستیم



insert  
(22)



insert  
24

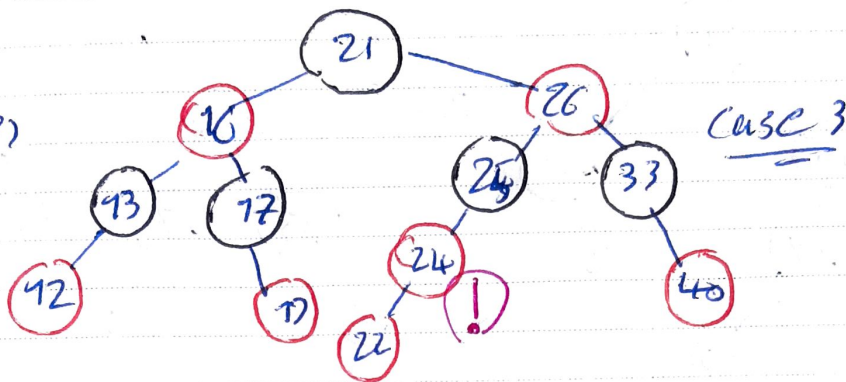


Case 2

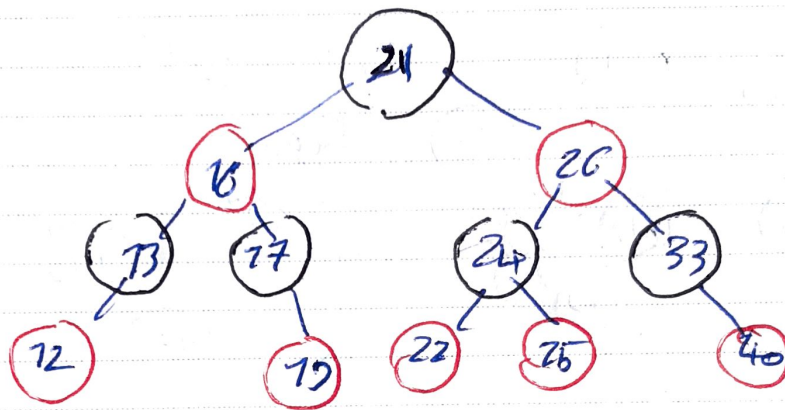
! دو نواد قرمز نیستیم



اصلاح  
left-rotate(22)



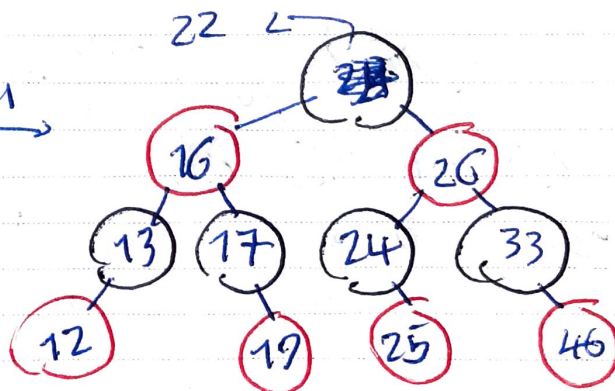
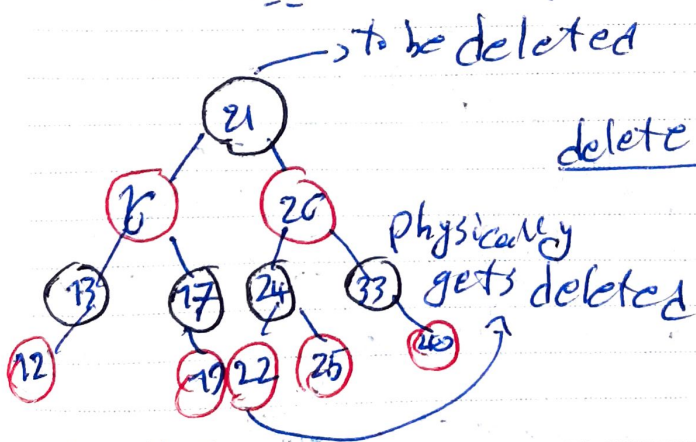
اصلاح  
right-rotate(25)  
و تعویض بین



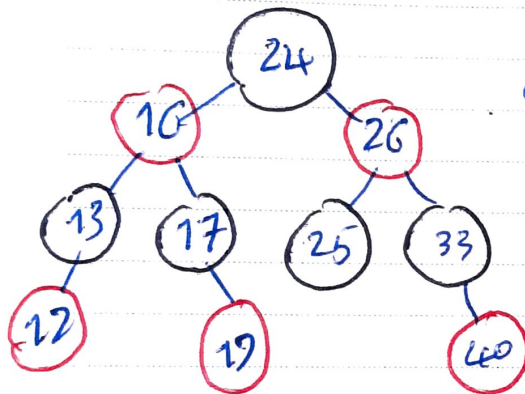
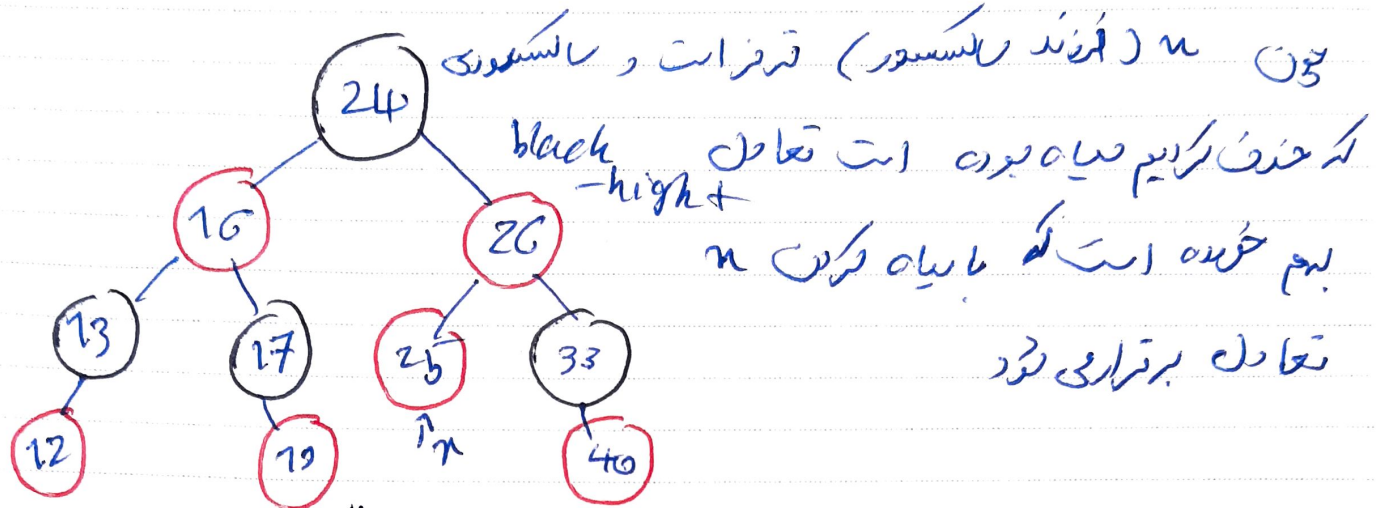
با اعداد زیر را از درخت حذف کنید

21, 22, 24

مورد 22 دو ~~فرزند~~ دارد. بنابراین successor آن را پیدا می کنیم و محتویات successor را به نود می بینیم و نود را با ~~successor~~ ~~leaf~~ ~~فرزند~~ ~~نود~~ است ~~black-height~~ تعویض می کند



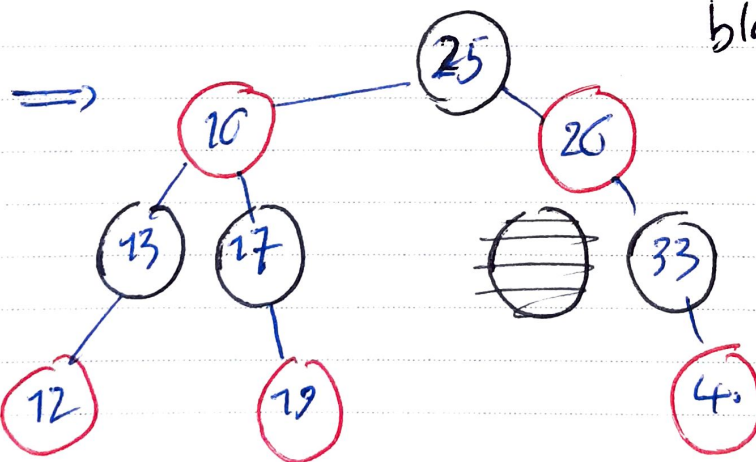
برای حذف 22. بهترین درخت را دارد. راسش 24 است. حذف می‌کنیم



چون 24 درخت را دارد باید راسش 24 بود

فرزینی حذف کنیم. باید بود باید 25  $black\_height$

ناب است می‌ماند و نیازی به اصلاح نیست



$black\_height\ root = 2$

$height\_root = 3$