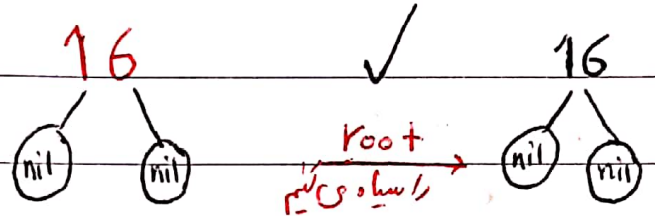


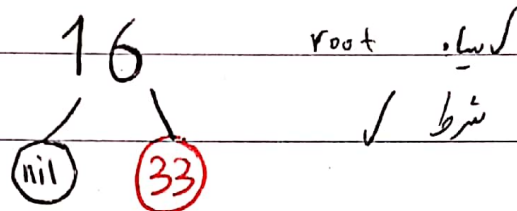
اولین تستی: می دانیم که هنگام insert کردن به RB Tree فقط یکی از ویژگی های

۵ گانه ذکر شده ممکن است نقض شود «اگر یک node، قمر یا نذر هر دو فرزند آن بایر سیاه باشند»

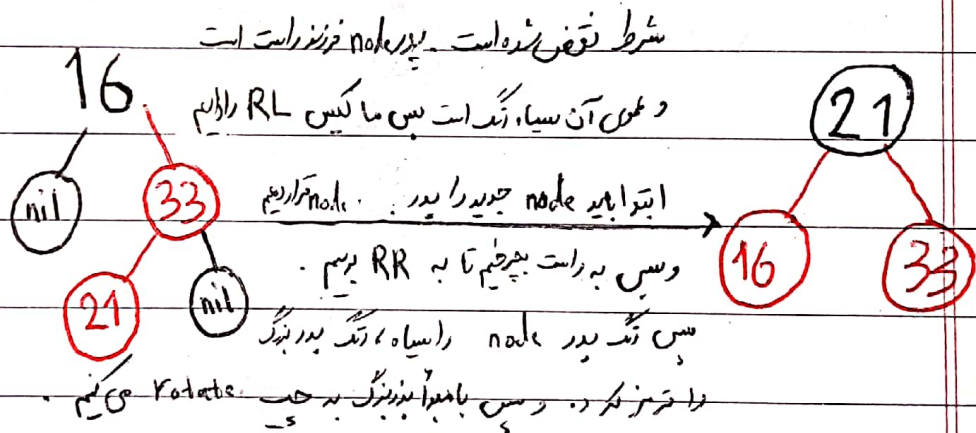
inserting 16 →



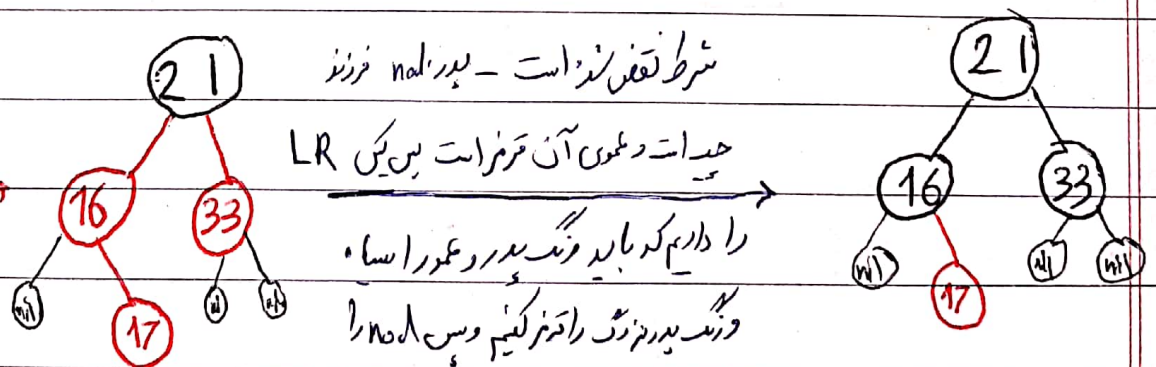
inserting 33 →



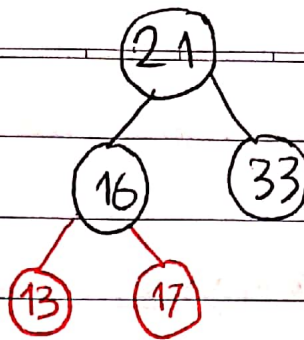
inserting 21 →



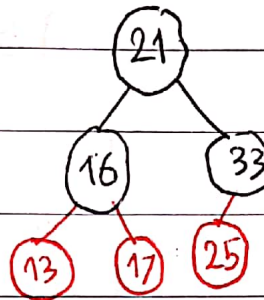
inserting 17 →



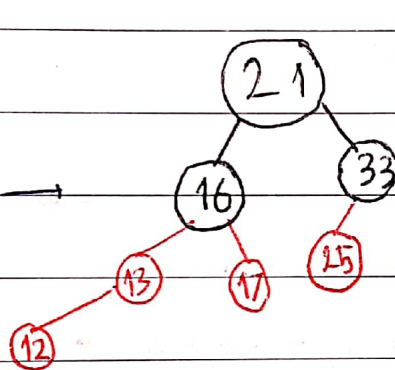
inserting 13 →



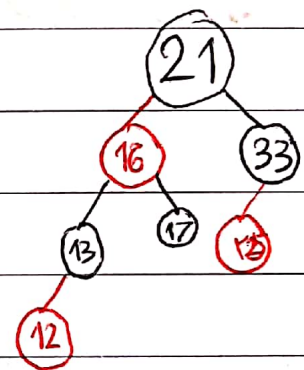
inserting 25 →



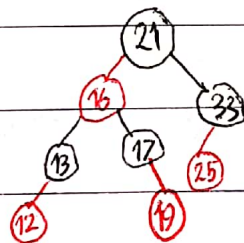
inserting 12 →



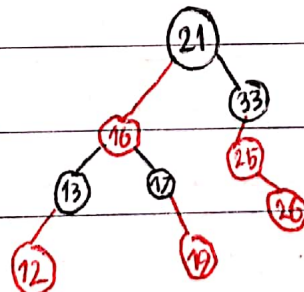
شرط تحقق نزاد است
عمود قتر است پس



inserting 19 →



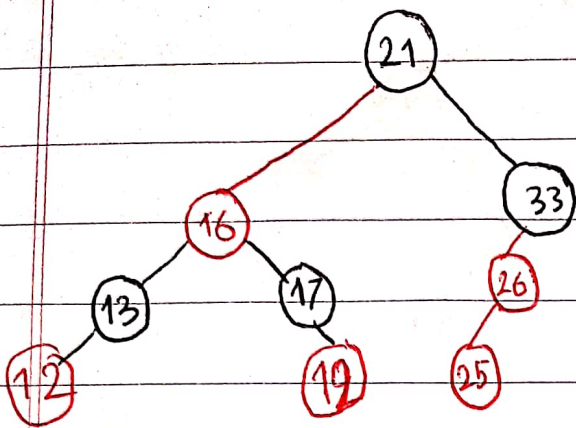
inserting 26 →



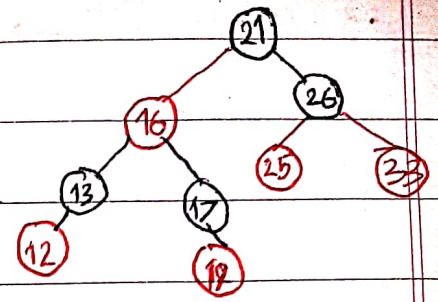
شرط تحقق نزاد است

عمود node سیاه است و پدر آن فرزندی که خود آن فرزند راست است پس ابتدا باید node را

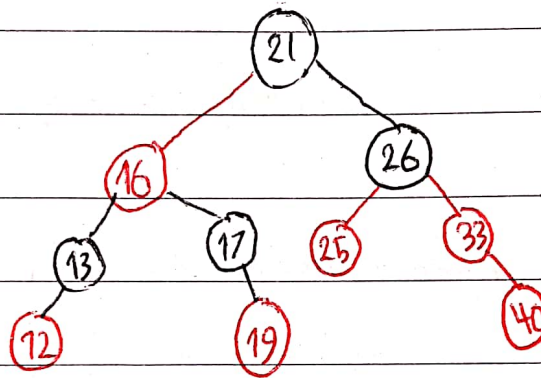
برابر پدر آن قرار داده و سپس به سمت چپ Rotatate کنیم تا از کس LR به LL برسیم.



حالت برای کس LL است
 پدر را سیاه کرده و پدر بزرگ را
 قرمز کرد و با مبدأ پدر بزرگ
 به سمت راست به Rotat کنیم

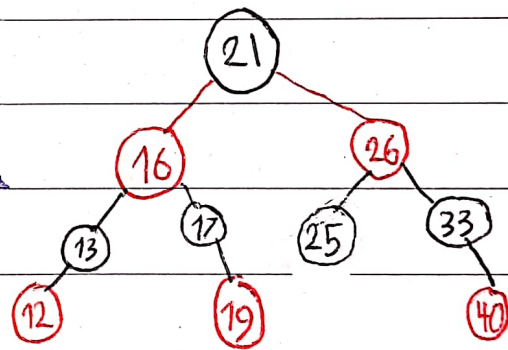


inserting 40 →

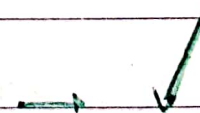
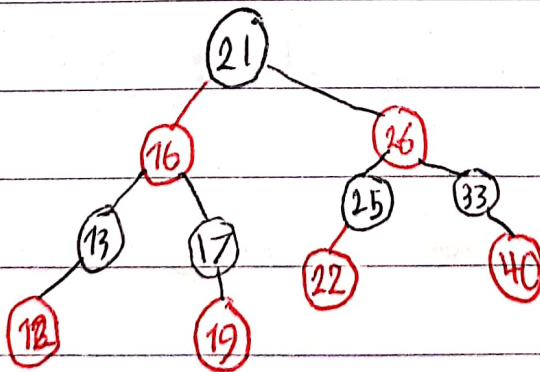


شکل تعادل شده است

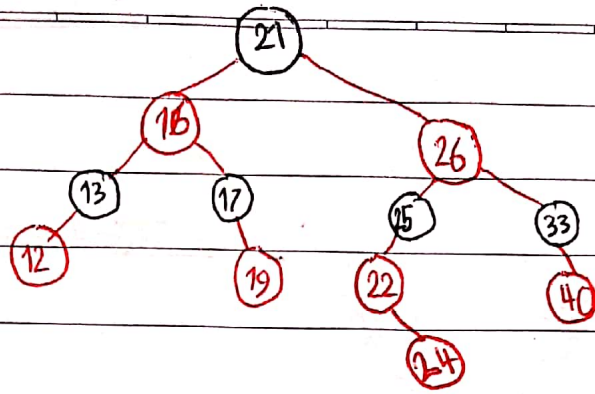
در اینجا عمومی شده تر است و بی تنی
 باید رنگ عمومی پدری را سیاه و رنگ پدر بزرگ
 را قرمز کنیم و با مبدأ پدر بزرگ قرار دهیم
 نسبی کار ما تمام است.



inserting 22 →



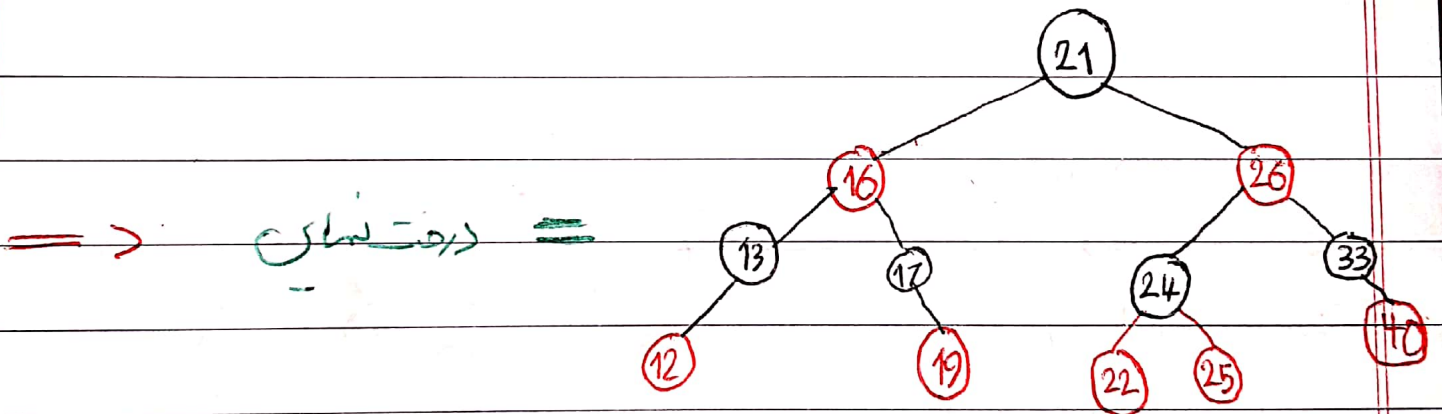
inserting 24 →



شرط نقص شده است، در اینجا عضو node لیست است و پدر آن نیزند و خود آن فرزند راست است

پس ابتدا باید با ^{مصادی} قراردادن node باید رتبه و سپس چرخش به چپ از کس LR به LL برویم

پس پدر node را سیاه، آن را قرمز و سپس با مبدأ پذیر بزرگ آن به راست چرخش کنیم.



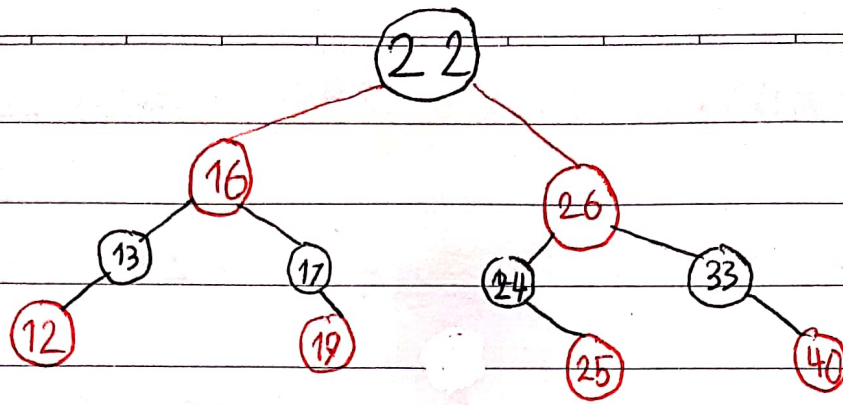
اب) حذف ۲۱ : از آنجایی که ۲۱ دو فرزند دارد پس ابتدا مقدار آن را با

ساکسور آن عوض می کنیم، حال ما می خواهیم node ۲۲ را حذف کنیم (که البته key آن ۲۱ شد)

از آن جایی که هیچ فرزندی ندارد پس به راحتی آن را حذف می کنیم و چون فرزند آن نیز مشکلی نیست

پس هیچ کدام از ویژگی های ما نقص نمی شود.

21 درخت بعد از حذف



حذف 22 : دوباره وصل حالت قبل چون 22 دو فرزند دارد ابتدا سائل سوار آن یعنی

24 را با آن عوض می کنیم (مقدارشان را) و سپس به حذف 22 که در مکان 24 قرار دارد اقدام می کنیم

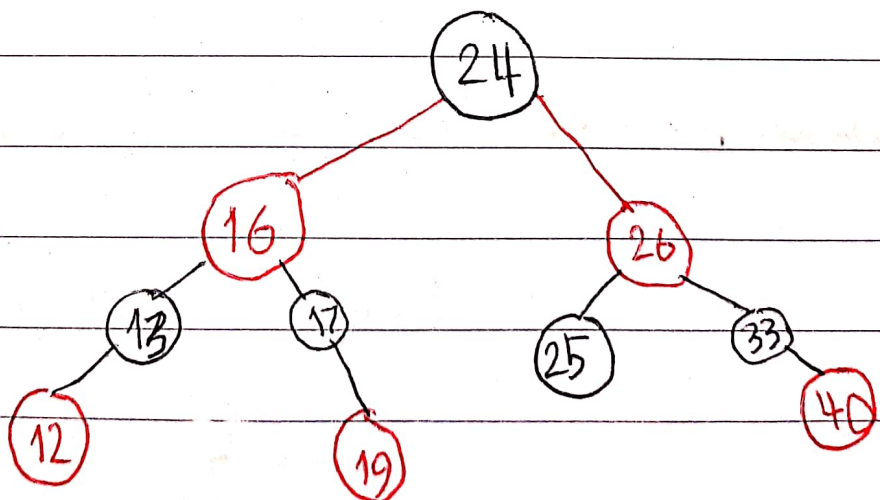
تئیا کار لازم وصل کردن 25 به جی 26 است. حال چون node ای که حذف کردیم

دارای یک سیاه بوده است و هم سیاه سیاه کوتاه تر است و هم فرزند 26 که 25 است

قرین است. تئیا کار لازم برای درست کردن دقت سیاه کردن 25 است.

درخت بعد از

حذف 22



حذف 24 - از آنجایی که 24 در فرزند دارد دوباره مثل حالت قبل محل می‌گیریم

و مقدار ساکسور آن یعنی 25 را در ریشه درخت ریخته و حال به حذف node ساکسور آن انجام

می‌گیریم. از آنجایی که فرزندی ندارد آن را به ساکسور آن را حذف می‌کنیم، اما چون node حذف

نشده سیاه بود، حال می‌رسد سیاه ها کوتاه می‌شود برای درست کردن درخت:

Sibling node حذف شده یعنی 33 سیاه و فرزند راست آن قدراست پس ابتدا فرزند

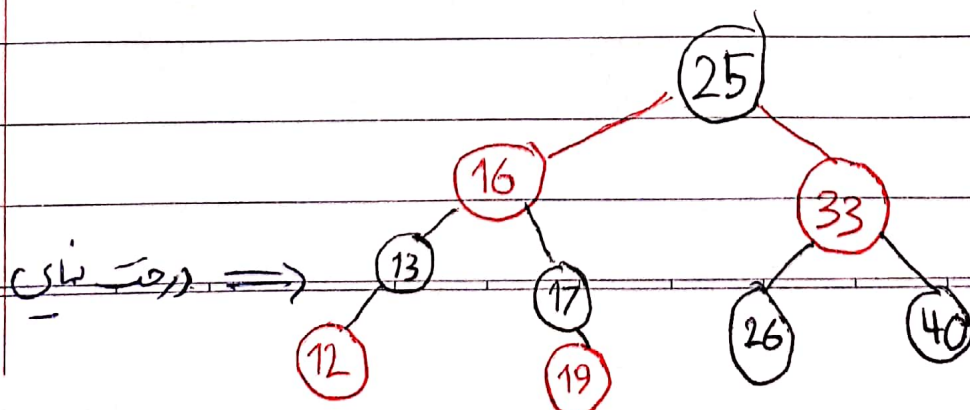
راست آن را سیاه می‌کنیم، خود آن را متممی می‌کنیم و با مبدأ Sibling آن به چپ rotate

می‌کنیم و در نهایت Sibling جدید را متممی می‌کنیم. حال انجام Case 4 نیز است:

رنگ Sibling را برابر رنگ پدر node قرار داد، پدر node را سیاه و فرزند چپ Sibling را

نیز سیاه می‌کنیم حال به مبدأ پدر به سمت راست rotate کرد و با قرار دادن node برابر ریشه و

سیاه کردن آن (موضعی همان) به کار خود پایان می‌دهیم.



(ج) ارتفاع اعلی درخت بلندترین مسیره از ریشه تا node لیف است و سپس

باتوجه به شکل درخت ارتفاع اعلی آن (۴) و ارتفاع درخت سیاه (۲) می باشد.