

## خوارزميات نظري 3

### AVL tree

هي شجرة ثنائية متوازنة

Balanced AVL Tree

لكن نغرض عليها قيد أخذ وهو أن أتراف عند كل عقدة  
مقابل توازنه هو رقم خبير من أجل كل عقدة نأخذ

ارتفاع subtree لليسار - ارتفاع subtree لليمين  
دلائم ينتمي للمجال  $t \in [-1, 0, 1]$

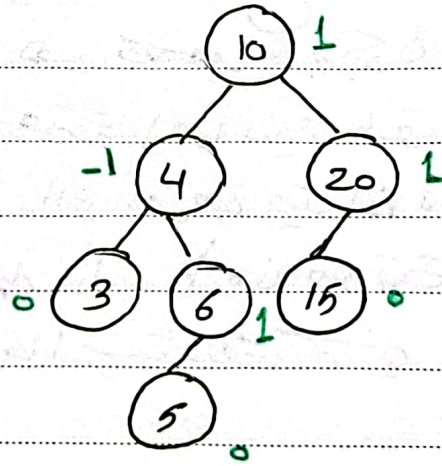
لازم حتى يكون AVL لازم ننهي مرات لاهل مجال

القيد يساعد على التوازن الارتفاع حايضول طرف من الاطراف

على حساب الطرف الثاني في الطرفين مثل بعض يا أما

جهة أصغر من جهة مستوى واحد فقط

فلازم من الأول للأجل إدخال بعض المشكلة وما بخلها بصير  
خطية



ربما حيناً يصبح ليقيد

$$\lfloor \log_2(n+1) \rfloor < h+1 < 1.44 \log_2(n+2)$$

يعد هذا النوع من الأشجار 50% زيادة عن حذف الحالات

## البحث :

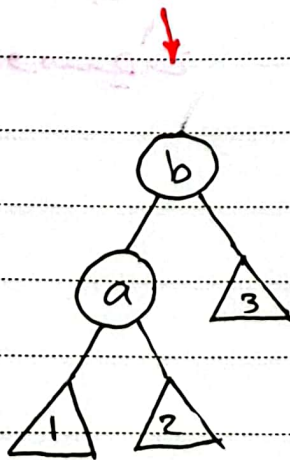
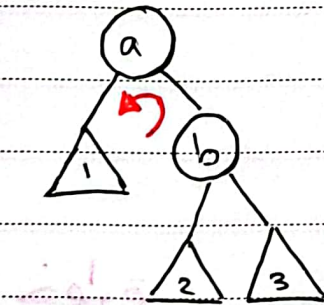
نفس خوارزمية BST بل يكون انما عم احذف تقريباً نفس  
لأننا لشجرة موزونة والتحقق حدد صحتنا وحال

## الإضافة :

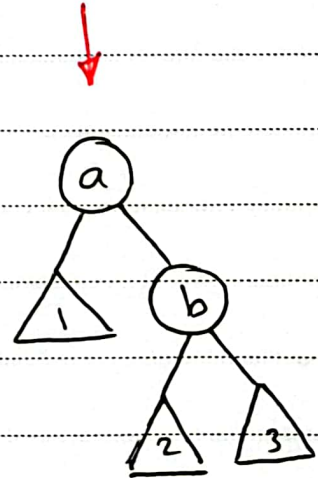
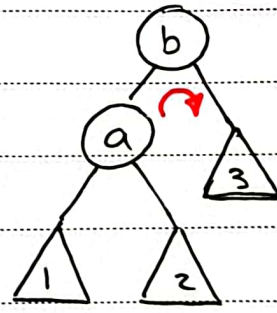
عند إضافة أو حذف أو حذف ختم توازن لشجرة .  
نحتاج إلى اسم دوران ( Rotation ) لإصلاح الخلل وإعادة  
التوازن

دوران بسيط :

### left rotation



### right rotation



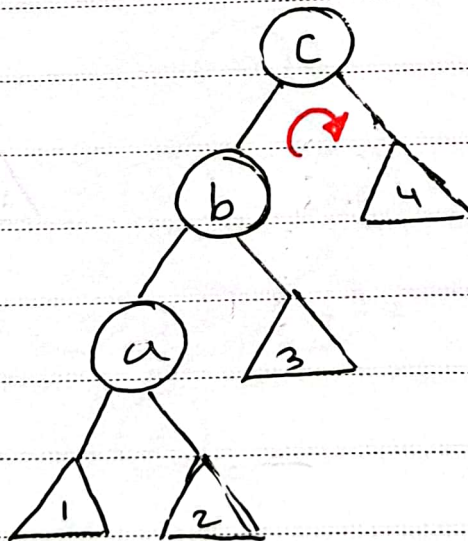
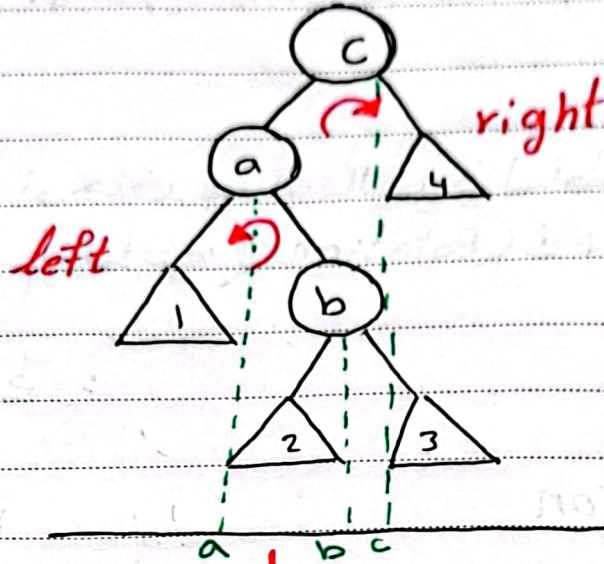


الدوران المزدوج

left-right

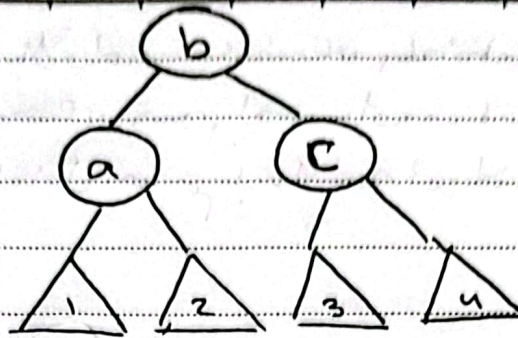
~~left-right~~

أول بيتي ننفذ left بعد ذلك right

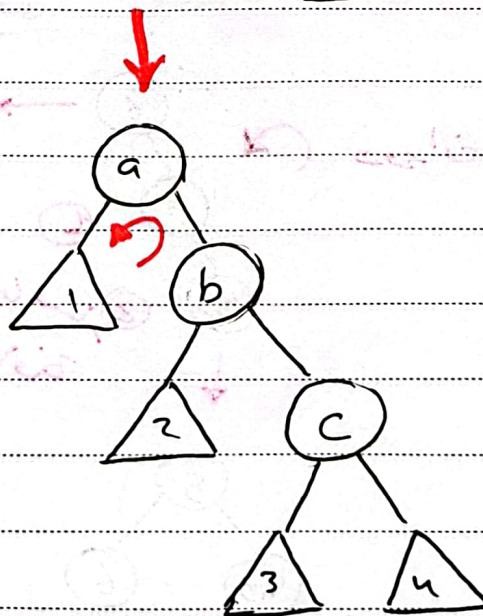
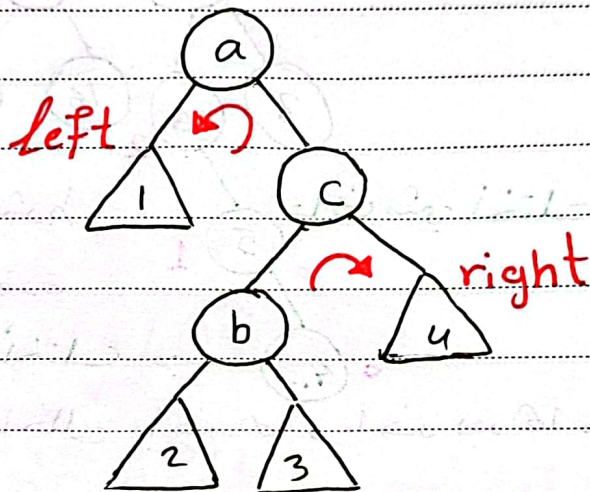


خطوة  
وسيلة





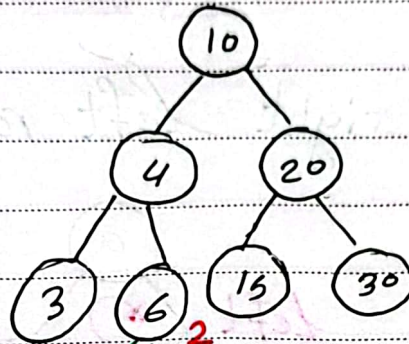
right left rotation





الإضافة هي أن تكون بالأوراق وما يفحص العامل في الشجرة  
كلها بعد الإصلاح بفحص بين العقدة على مسار البحث  
وتبدأ إذا كانت العقدة العامل هو تم إصلاحه أو لا

مثال:

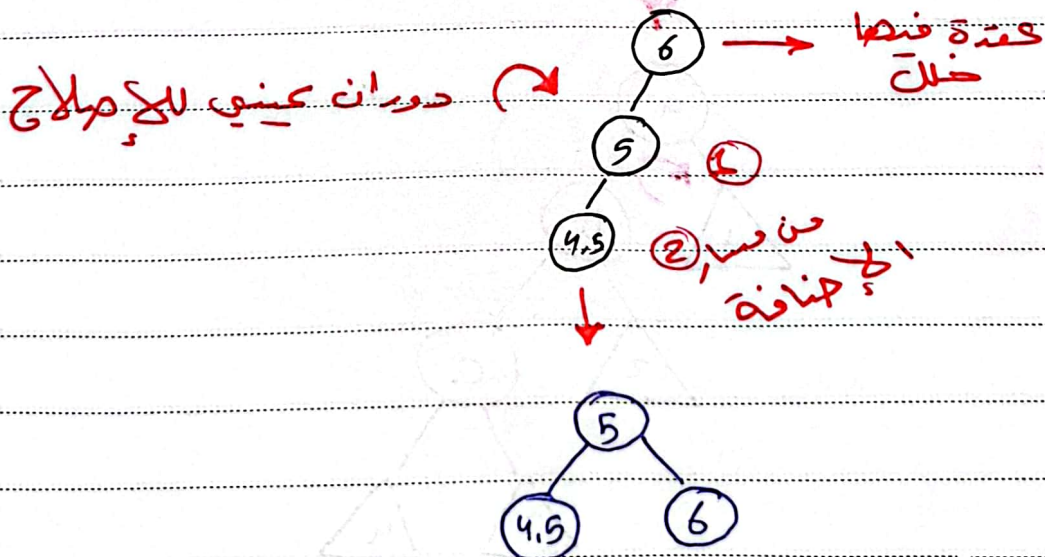


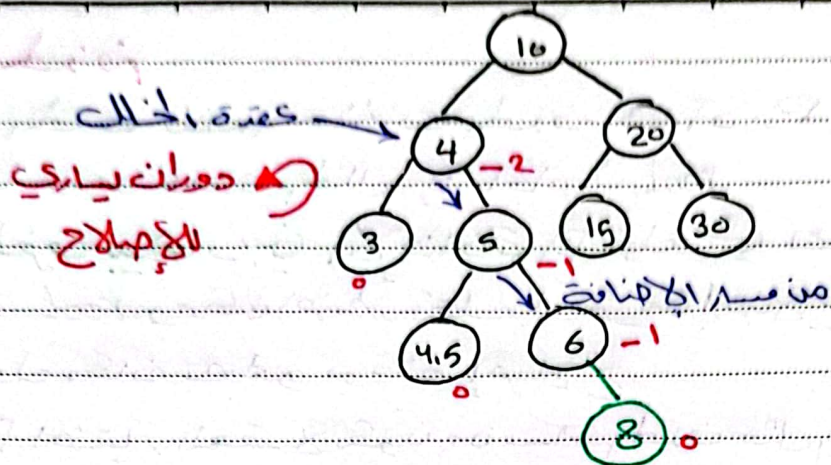
ما في شيء أختار

أول مكان يختلف فيه الشرط  
بوقف عنده بيلس من العقدة

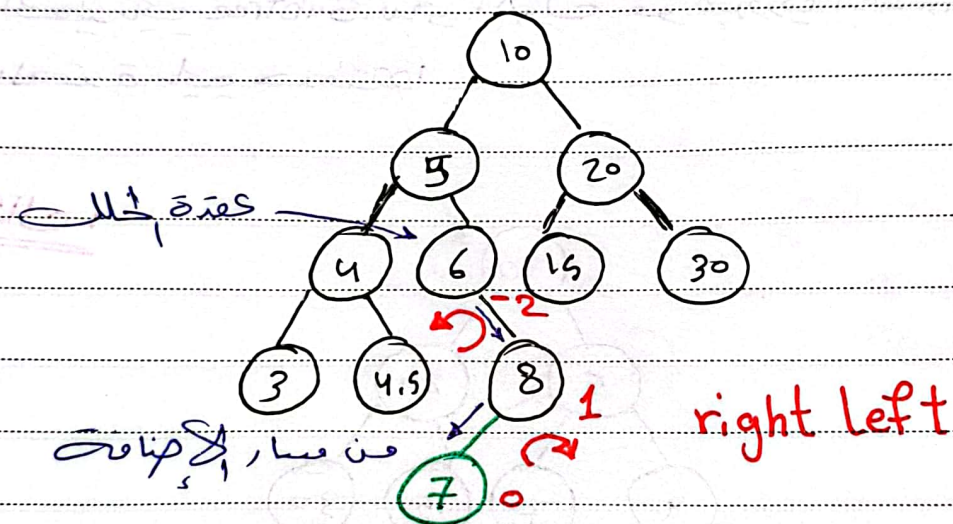
المضافة باتجاه / أختار

root العقدة التي فيها خلل باخذها واخذ بعدها عقدين من  
مسار الإضافة يعني

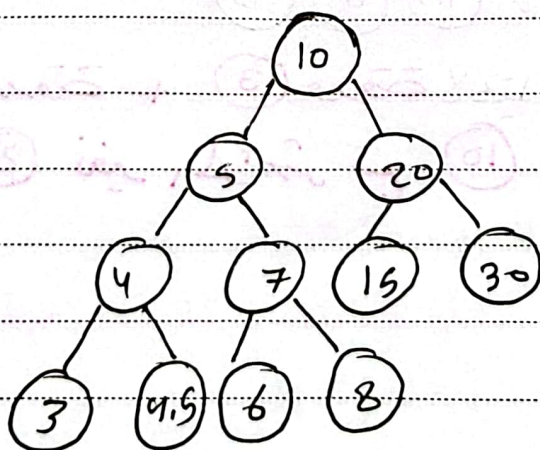




بعد الاصلاح



بعد الاصلاح



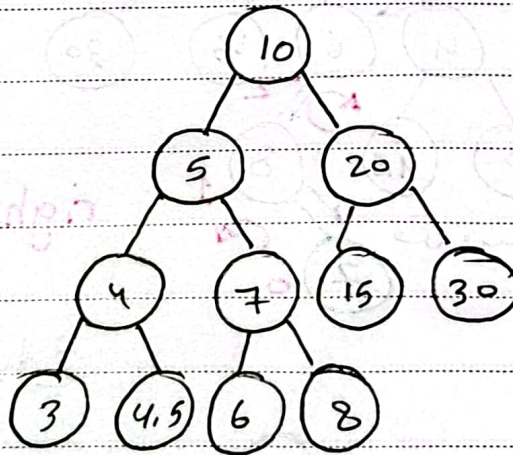


## الحذف

الحذف نفس حالات الحذف في BST ونفس الشيء لازم  
ببلي من عقدة الحذف في اتجاه root  
الفرق بينها وبين الإضافة [1] أول شيء نعمل إصلاح للأصول  
لا root ويمكن اضطرر عمل أكثر من إصلاح بالإضافة  
أول مكان يصلحو بوقف إصلاح

[2] اختيار العقدة لا يكون من مسار الحذف مثل الإضافة  
ببلي من عقدة الحذف وسببوف الابن أي بيكون subtree أطول  
والحفيد أي subtree تبعو أطول هو ضروري بنفس اتجاه  
العقدة أي حذفها

## مثال:



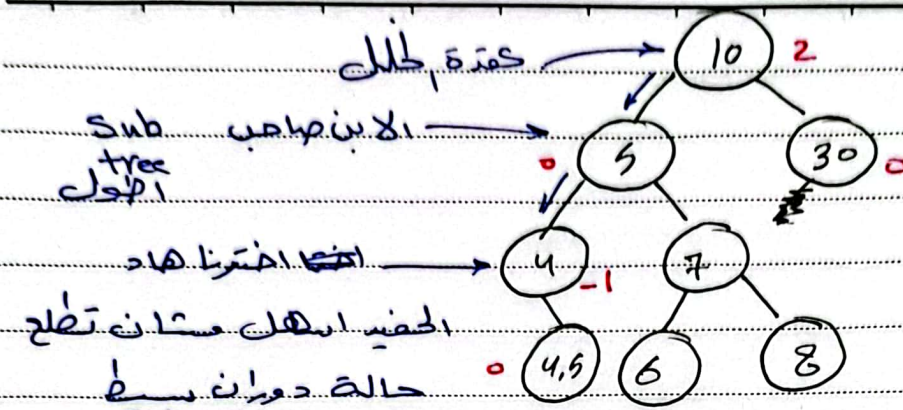
حذف

[1] حذف 10 ورقة + 3 ورقة لا تحذف

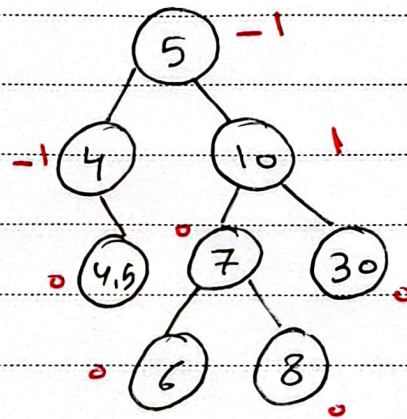
[2] حذف 20 نغير المؤشر تبع 10 بسى خلية تأثر على

30





(لا نوال عقدة 4 و 7 نفس ارتفاع ال Subtree)  
ارتفاع ال Subtree



تم الإصلاح  
😊

التعقيد :

- الإضافة :

$O(h)$  للإضافة عادي مثل BST + تعقيد الإضافة  $O(1)$

لأننا نأخذ أعلى إصلاح واحد

الحذف :

$O(h)$  للحذف مثل BST + تعقيد الإضافة  $O(h)$

لأننا نأخذ أكثر من إصلاح

$$= O(2h)$$

$$= O(h)$$

بالسود الاحوال