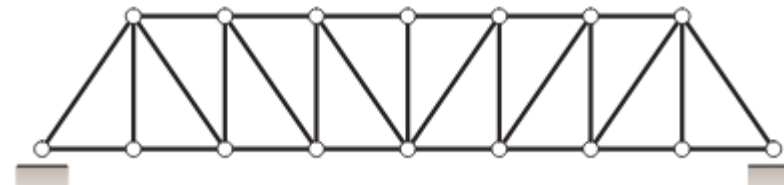


## سازه های استاتیک - خرپا

وقتی چند قطعه به هم متصل باشند یک سازه فلزی یا ساختمانی را تشکیل می شود.

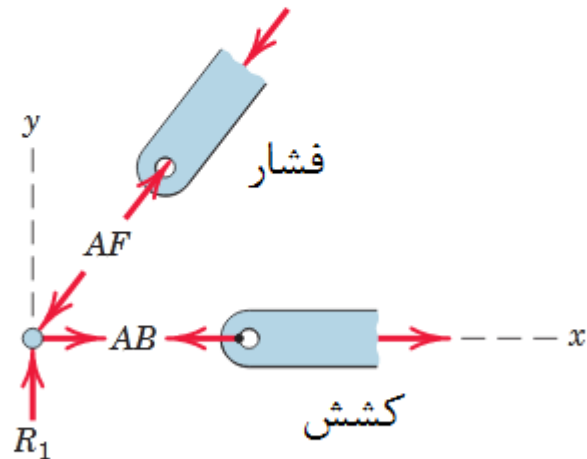
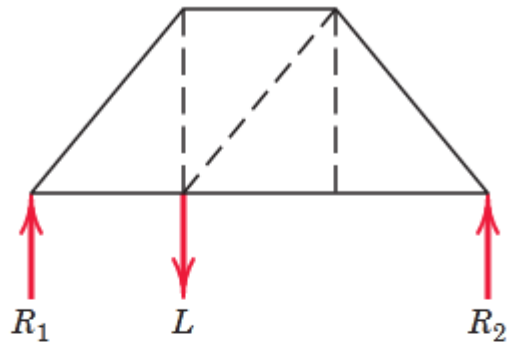
بنا به تعریف تراس ها (خرپا ها) یکی از مهمترین سازه های مهندسی هستند و در طراحی پلها و ساختمانهای فلزی از تراس ها استفاده می شود. یک تراس شامل قطعات مختلف به هم متصل شده می باشد. هر یک از اجزای خرپا باری را تحمل می نماید.

در شکل زیر نمونه ای خرپای صفحه ای مشاهده می شود.

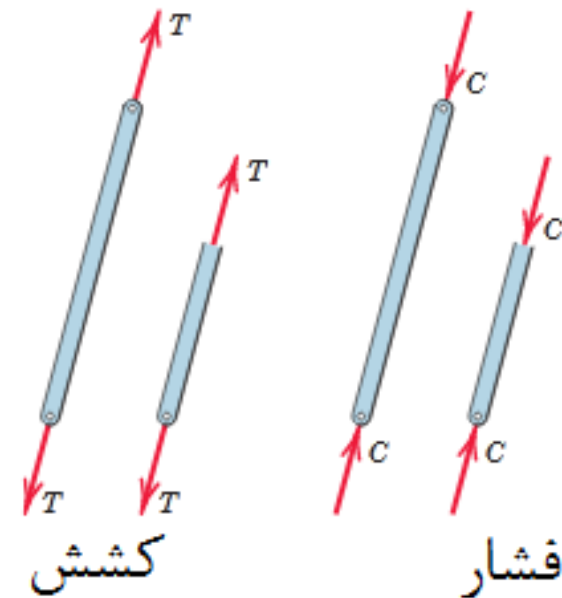


## نیرو در عضو دو نیرویی و اتصالات

نیروهای دو عضوی که غالباً در خرپاها بکار می روند دو نوع نیروی فشاری و یا کششی را تحمل می کنند.  
تحلیل نیرو در اتصالات نیز با همین مبنا انجام می گیرد.

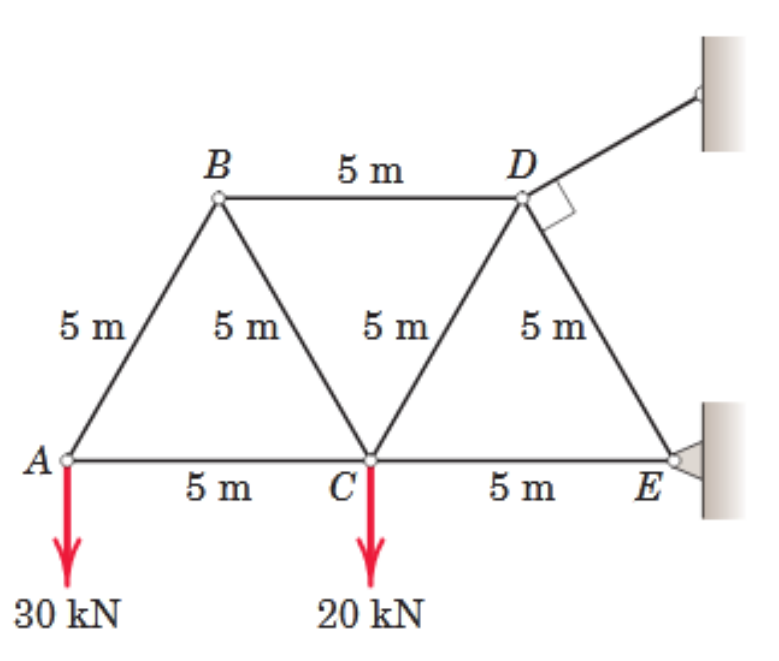


T نماد کشش  
C نماد فشار



## مثال ۱: خرپا

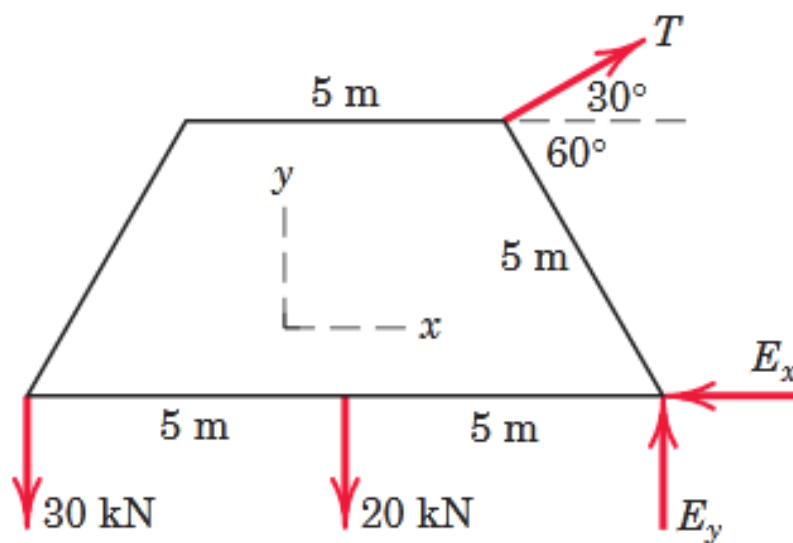
نیروی موجود در هر یک از اعضای دو نیروی خرپای صفحه ای را محاسبه نمایید.



## حل مثال ۱

معادلات تعادل برای کل این خرپا عبارت خواهند بود از:

$[\Sigma M_E = 0]$	$5T - 20(5) - 30(10) = 0$	$T = 80 \text{ kN}$
$[\Sigma F_x = 0]$	$80 \cos 30^\circ - E_x = 0$	$E_x = 69.3 \text{ kN}$
$[\Sigma F_y = 0]$	$80 \sin 30^\circ + E_y - 20 - 30 = 0$	$E_y = 10 \text{ kN}$



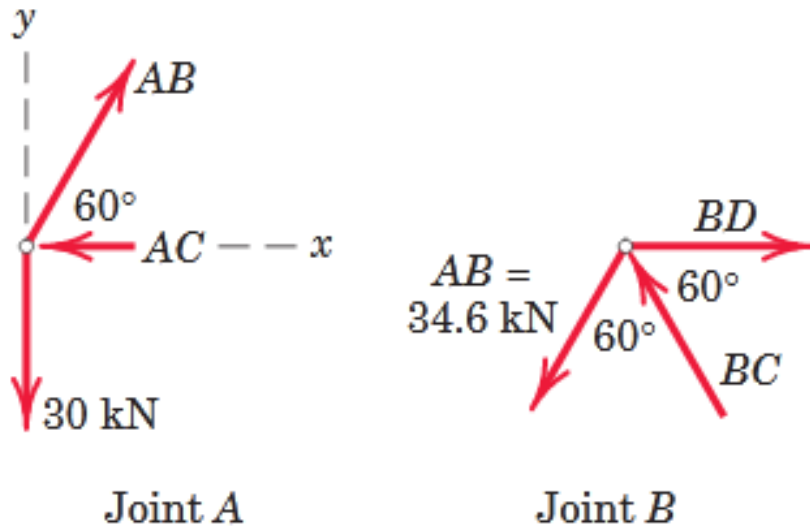
دیاگرام آزاد این خرپا به این ترتیب می باشد:

$$\begin{aligned}
 [\Sigma F_y = 0] \quad & 0.866AB - 30 = 0 \quad AB = 34.6 \text{ kN } T \\
 [\Sigma F_x = 0] \quad & AC - 0.5(34.6) = 0 \quad AC = 17.32 \text{ kN } C
 \end{aligned}$$

با نوشتن معادلات تعادل نیرو حول مفصل A داریم:

$$\begin{aligned}
 [\Sigma F_y = 0] \quad & 0.866BC - 0.866(34.6) = 0 \quad BC = 34.6 \text{ kN } C \\
 [\Sigma F_x = 0] \quad & BD - 2(0.5)(34.6) = 0 \quad BD = 34.6 \text{ kN } T
 \end{aligned}$$

سپس با توجه به وجود سه مجهول برای مفصل C، با نوشتن معادلات تعادل نیرو حول مفصل B داریم:

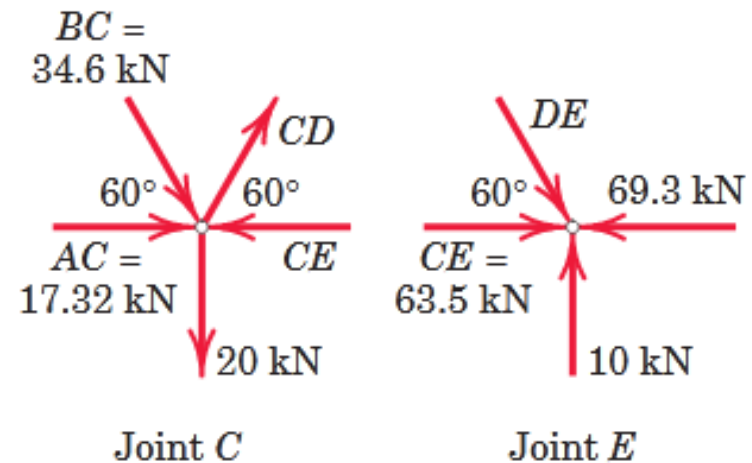


$$\begin{aligned}
 [\Sigma F_y = 0] \quad & 0.866CD - 0.866(34.6) - 20 = 0 \\
 & CD = 57.7 \text{ kN } T \\
 [\Sigma F_x = 0] \quad & CE - 17.32 - 0.5(34.6) - 0.5(57.7) = 0 \\
 & CE = 63.5 \text{ kN } C
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [\Sigma F_y = 0] \quad & 0.866DE = 10 \quad DE = 11.55 \text{ kN } C \\
 & \text{and the equation } \Sigma F_x = 0 \text{ checks.}
 \end{aligned}$$

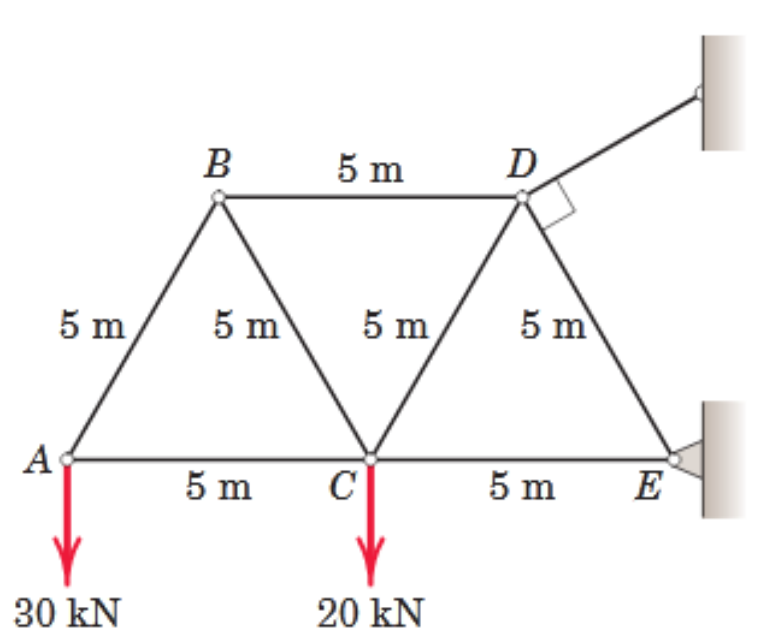
حال با نوشتن معادلات تعادل نیرو حول مفصل C داریم:

همچنین با نوشتن معادلات تعادل نیرو حول مفصل E داریم:



## تمرین ۱:

برای ۷ عضو (با طول ۵ متر) در مثال ۱ تعیین نمایید که کدامیک از آنها تحت فشار و کدامیک تحت کشش قرار دارند.



---

نکته ۱: جهت نیروها (کششی یا فشاری بودن) تا حد امکان باید درست قرار داده شود. البته در صورتیکه بلعکس لحاظ گردد پس از حل معادلات، مقدار نیرو با علامت منفی به دست خواهد آمد.

نکته ۲: نیروهای بدست آمده در حل مثال، نمایانگر نیروهایی است که اعضای دو نیرویی به مفاصل وارد می کنند. و در حقیقت نیرویی که مفاصل به این اعضا وارد می کنند هم اندازه و از نظر جهت عکس این نیروها خواهد بود. از این طریق، کششی و یا فشاری بودن نیرو در عضو مشخص می گردد.

نکته ۳: در تحلیل نیروهای داخلی اعضای خرپا، از مفصلی که نیروی مجهول کمتری (۲ و یا ۱ نیروی مجهول) به آن وارد می شود حل را شروع می کنیم. با نوشتن دو معادله نیرویی در دو راستای اصلی، دو مجهول بدست می آید. با توجه به اینکه در نوشتن معادلات تعادل در مفاصل خرپا، راستای همه نیروهای دوعضوی از آن مفصل می گذرد، نوشتن معادله گشتاور حول مفصل مذکور بی اثر است. بنابراین از هر معادله تعادل حول یک مفصل، فقط دو نیروی مجهول می تواند محاسبه گردد.



تصویری از یک سازه خربایی موجود تهیه کرده و با تعیین بارهای خارجی آن، پس از ترسیم دیاگرام آزاد سازه، نیروهای فشاری یا کششی در هر عضو سازه و مقدار آنرا تعیین نمایید.