

قسمت هفتم

فصل چهارم: خرپا

خرپا:

به سازه ای گفته می شود که از اتصال عضو های باریک که در انتها به یکدیگر متصل شده اند ساخته شده باشد.

- نیروهای خارجی فقط در مفصل ها به خرپا وارد می شوند.

- خرپایی که در آن نیروها و عضو ها در یک صفحه قرار داشته باشند خرپای مسطح یا دو بعدی نامیده می شود.

- از آنجایی که نیروهای وارد به خرپا فقط روی مفصل ها اعمال می شوند اعضای خرپا عضوهای دو نیروی می باشند و نیروها نتیجتاً محوری و در راستای عضو به صورت کششی یا فشاری اعمال می شوند.

- در خرپاها معمولاً از وزن اعضا صرف نظر می گردد اگر وزن عضوی در نظر گرفته شود باید نیروی وزن آن در دو انتهای مفصل به صورت مساوی تقسیم شود

آنالیز خرپاها:

منظور از آنالیز خرپاها به دست آوردن نیرو در اعضای خرپا می باشد.

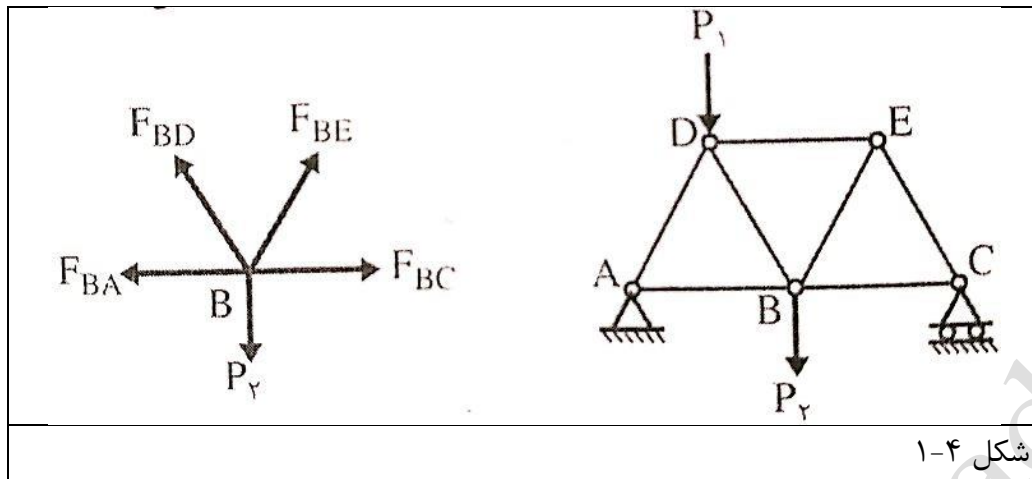
- هر عضو خرپا دارای یک نیروی محوری مجهول می باشد که در اثر نیروهای خارجی ایجاد می شود.

- برای آنالیز خرپاها دو روش وجود دارد.

روش مفصل:

- اگر خرپا در حالت تعادل قرار داشته باشد تک تک اعضا و مفصل ها نیز در وضعیت تعادل قرار خواهند داشت.

- نیروهای وارد به یک مفصل عبارتند از: نیروهای اعمالی از طرف اعضای متصل به آن و نیروهای خارجی وارد به آن.



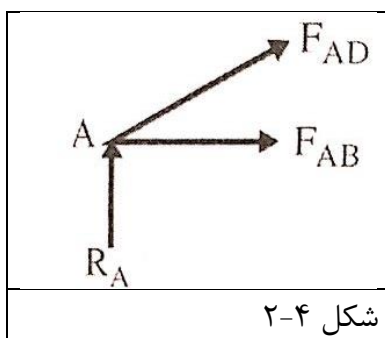
- نیرویی که از طرف اعضا به مفصل ها وارد میشود محوری و در راستای اعضا می باشد برای مثال نیروهایی که به مفصل B وارد می شود در شکل نشان داده شده است که شامل نیروی خارجی P_2 و نیروهای F_{BD} ، F_{BE} ، F_{BC} و F_{BA} که از طرف اعضا به آن وارد می شود می باشند. نیروهایی که از طرف اعضا به یک مفصل وارد می شوند می توانند کششی یا فشاری باشند برای به دست آوردن نیرو در عضو ها به روش مفصل با در نظر گرفتن پیکر آزاد هر مفصل و به کارگیری معادلات تعادل $\Sigma F_x = 0$ و $\Sigma F_y = 0$ نیروهای مجهول اعضا را به دست می آوریم.

- نیرو ها در هر مفصل متقارب اند بنابراین معادله $\Sigma M = 0$ خود به خود برقرار می باشد.

با توجه به اینکه در هر مفصل فقط می توان دو معادله تعادل را به کار برد در نتیجه حداکثر دو مجهول قابل محاسبه می باشد بنابراین در روش مفصل ابتدا از مفصلی شروع می کنیم که عضو های متصل به آن دارای یک یا دو نیروی مجهول باشد.

- در آنالیز خرپا در صورت لزوم ابتدا با در نظر گرفتن کل خرپا و به کارگیری معادلات تعادل، نیروها در پایه ها را به دست می آوریم.

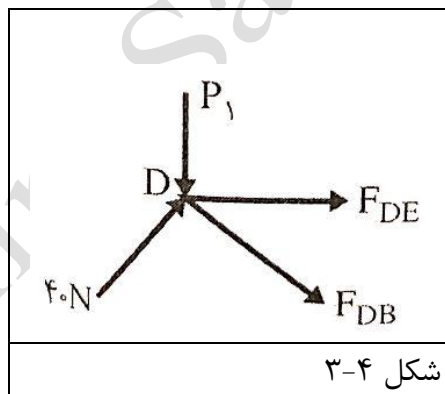
برای مثال برای بدست آوردن نیروی اعضا در خرپای شکل پس از به دست آوردن نیروی پایه ها از مفصل A (یا C) که دو عضو به آن متصل است یا به عبارت دیگر دارای دو مجهول می باشد شروع می کنیم. با نوشتن معادلات تعادل $\Sigma F_x = 0$ و $\Sigma F_y = 0$ نیروهای مجهول F_{AB} و F_{AD} محاسبه می گردد. سپس تعادل مفصل D را در نظر می گیریم. به این مفصل سه عضو متصل است که نیرو در عضو AD و F_{AD} معلوم می باشد و نیرو در عضو های DE و DB مجهول است که با نوشتن تعادل $\Sigma F_x = 0$ و $\Sigma F_y = 0$ در مفصل D این دو نیروی مجهول محاسبه می شوند.



شکل ۲-۴

به همین ترتیب ادامه می دهیم تا نیرو در همه اعضا محاسبه شود. توجه داشته باشید هنگامی که تعادل یک مفصل را در نظر می گیریم نیروهای مجهول را کششی فرض می کنیم پس از محاسبه نیروها در صورتی که علامت در عضوی منفی باشد این علامت نشان دهنده آن است که نیرو در این عضو فشاری می باشد و هنگام در نظر گرفتن تعادل مفصل در انتهای دیگر این عضو باید جهت نیرو را فشاری قرار دهید.

برای مثال در تعادل مفصل A نیروی F_{AD} را کششی فرض کردیم در صورتی که پس از محاسبه علامت آن منفی شد این بدان معنی است که نیرو در عضو AD فشاری می باشد و مقدار منفی است. حال اگر تعادل مفصل انتهای دیگر عضو AB یعنی D را در نظر بگیریم باید نیروی عضو AD را فشاری به مفصل D اعمال کنیم و نیروهای مجهول اعضای DE و BD را کششی فرض کنیم.



شکل ۳-۴

روش مقطع (برشی):

در این روش با رسم یک مقطع خرپا به دو قسمت مجزا تقسیم می شود و چون در حال تعادل می باشد هر یک از قسمت‌های مجزا شده نیز در حال تعادل می باشند بنابراین می توان سه معادله تعادل $\sum F_x = 0$ ، $\sum F_y = 0$ و $\sum M = 0$ را برای هر یک از قسمت ها به کار برد. از آنجایی که از سه معادله تعادل برای هر قسمت می توان استفاده نمود بنابراین به طور کلی مقطعی که زده می شود نباید بیش از سه عضو را قطع کند زیرا در هر عضو یک نیروی مجهول وجود دارد که با سه معادله تعادل این سه نیرو محاسبه می شوند.

در استفاده از روش مقطع به نکات زیر توجه شود:

- برش باید از بی نهایت شروع شود و در بی نهایت خاتمه یابد این بدان معنی است که برشی که به خرپا زده می شود باید خرپا را به دو قسمت مجزا تقسیم نماید

- سه عضوی که توسط مقطع قطع می شوند نباید متقارب باشند در شکل زیر نیروهای سه عضو را که در نقطه D متقاطع اند را نمی توان مستقیماً از روش مقطع محاسبه نمود.

