

# آموزش محاسبه تحلیل نیرو در خرپا

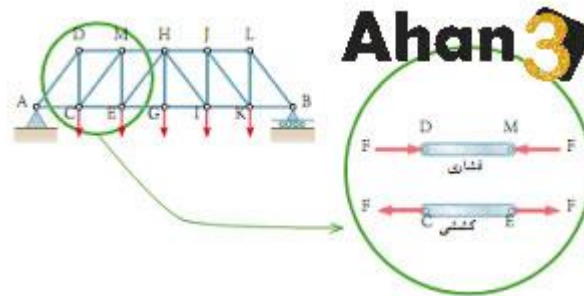


**Ahan 3**  
فروشگاه اینترنتی آهن آلات

[www.ahan3.com](http://www.ahan3.com)

## روش های تحلیل نیروهای خرپا

در تعریفی ساده از خرپا می توان این گونه بیان کرد که به سازه هایی متشکل از اعضای به هم پین (مفصل) شده بدون وجود گشتاوری خرپا گفته می شود که شکلی مثلثی شکل دارند. به طور کلی سازه یعنی مجموعه ای از اعضا که متحمل نیروهای وارد بر خود باشد و آن را به دیگر بخش ها پخش کند که سازه ها انواع مختلفی با ویژگی های متفاوتی می باشند. تمامی ساختمان ها را یا بر اساس سازه های خرپایی، پوسته ای، یا کابلی و یا قابی برپا می کنند. از اعضای سازه می توان به عنوان مثال ستون، بادبند، تیر و خرپا و... را نام برد. در تصویر زیر می توانید نیروهای وارد شده بر خرپا را مشاهده نمائید ضمن آن که قیمت هر متر خرپای تیرچه را از طریق لینک آن دریافت نمائید.

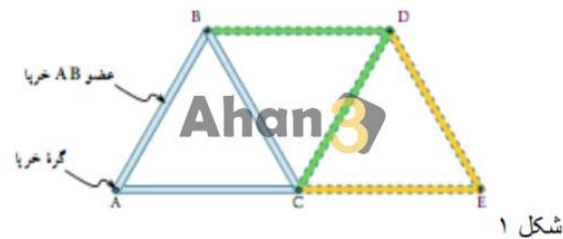


شکل خرپاهای ساده به صورت شبکه های مثلثی شکل می باشد. حالا دلیل آن چیست؟ به طور کلی در هندسه اشکال مثلثی شکل دارای پایداری و مقاومت بیشتری نیز می باشند. در مثلث ها به این گونه است که با تغییر اندازه طول اضلاع زاویه ها تغییر می یابد و از آنجایی که این تغییر اندازه طول در خرپا به راحتی اتفاق نمی افتد تغییر زاویه نیز اتفاق نخواهد افتاد. در صورتیکه در اشکال چهار ضلعی زوایا بدون تغییر در ابعاد طول نیز اتفاق می افتد. بنابراین این گونه سازه ها را بر اساس اشکال هندسی بنا می کنند.

## انواع خرپا

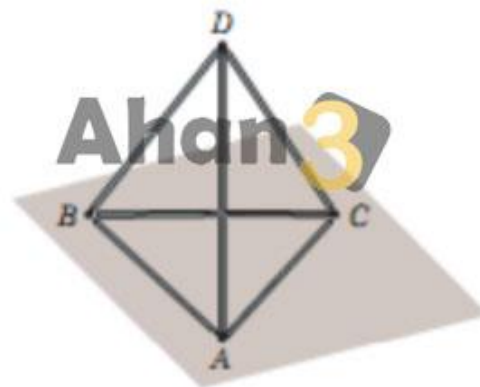
### ۱. خرپاهای صفحه ای

این گونه خرپاها متشکل از سه عضو یا همان میله و سه پین ، مفصل و یا همان گره می باشد و در یک صفحه قرار داشته که جهت گسترش آن از دو عضو و یک گره جدید استفاده می شود.



### ۲. خرپاهای فضایی

شکل و فرم پایه ی خرپاهای فضایی از سازه شش عضوی و چهار پین یا گره که ساخته شده از یک شبکه فضایی بوده می باشد. این نوع خرپا را با افزودن سه عضو و یک پین گسترش می دهند.

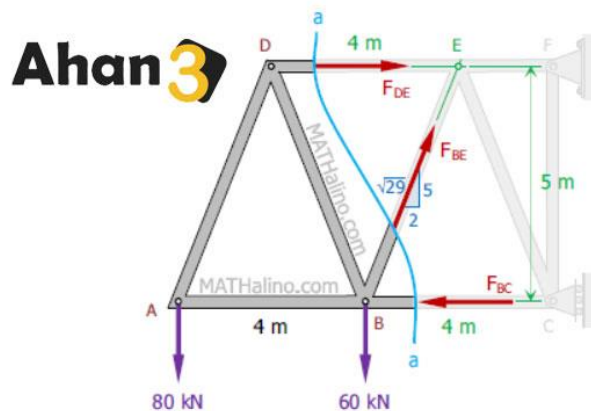


### تحلیل نیرو در خرپا چند روش دارد؟

و اما در مبحث تحلیل نیروها در خرپا عموماً منظور از آن بررسی میزان پایداری سازه، تعیین عکس العمل های تکیه گاهی، نیروهای داخلی و تغییر شکل سازه تحت تاثیر نیروهای خارجی وارد بر سازه می باشد. تحلیل نیروهای داخلی هر عضو از خرپا و اندازه گیری عکس العمل تکیه گاهی آن بر مبنای فرضیاتی می باشد. اول آن که نیروهای خارجی وارد خرپا در صفحه و در پین ها و دوم میله ها که همان اعضای خرپا محسوب می شوند به صورت مفصلی به یکدیگر متصل شوند. با در نظر گرفتن این دو فرضیه دو نیروی داخلی و خارجی در پین ها به شکل متقارب می باشد. از همین رو نیروهای داخلی اعضا در راستای این اعضا و به شکل فشاری یا کششی عمل خواهد کرد. تحلیل نیروهای خرپا دو شیوه کلی دارد، روش مفاصل و روش مقاطع.

### محاسبه تحلیل نیرو در خرپا به شیوه مقاطع

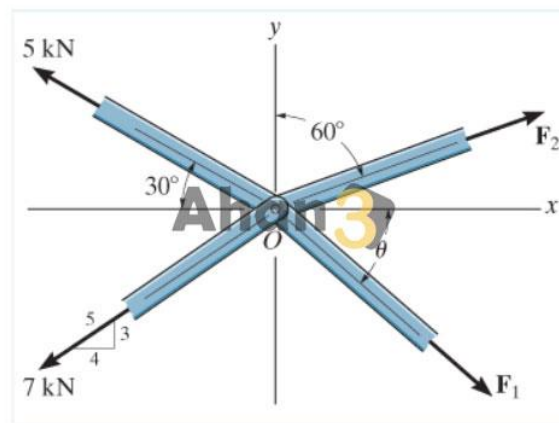
به این منظور ابتدا بخشی از خرپا را به عنوان نمونه سیستم در نظر می گیرند. اکنون برآیند گشتاورهای وارد شده به آن را برابر با صفر قرار داده و نیروهای مجهول بدست خواهد آمد. در حالت کلی سه مرحله زیر از مراحل بدست آوردن نیروی مجهول در خرپا می باشد:



- انتخاب قسمتی مناسب به عنوان سیستم
- قرار دادن همه ی نیروهای وارد شده بر سیستم منتخب
- معادله تعادل گشتاور و نیرو را برای سیستم انتخاب شده بنویسید سپس نیروهای مجهول قرار گرفته بر روی آن را در معادله قرار داده و معادله را حل کنید.

### تحلیل نیروی خرپا به روش مفاصل

یکی از روش های محاسبه تحلیل نیرو، روش مفاصل می باشد. اصل این روش بر پایه آن است که به دلیل آن که خرپا در حال تعادل بوده بنابراین هر گره باید در حال تعادل باشد که مراحل تحلیل به صورت موارد زیر می باشد. تنها به این نکته دقت فرمائید که در ترسیم پیکر آزاد گره ها، از گره ای شروع کنید که بیش از دو مجهول داشته باشد و اینکه بهتر است نیروی داخلی اعضا ابتدا به صورت کششی فرض شوند که بعد از دستیابی به جواب مثبت این فرض صحیح بوده در غیر این صورت عضو فشاری باید در نظر گرفته شود.



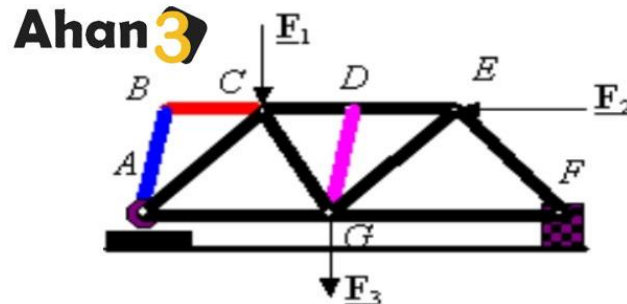
نیروی وارد شده به یک مفصل می تواند از نوع کششی یا فشاری باشد.

- محاسبه عکس العمل های تکیه گاهی
- ترسیم پیکر آزاد هر گره
- اعمال شرایط تعادل هر گره (نقطه مادی)
- حل معادلات تشکیل شده و محاسبه مجهولات مورد نظر

چهار نکته ای که باید در محاسبه دستی خرپا بدانید:

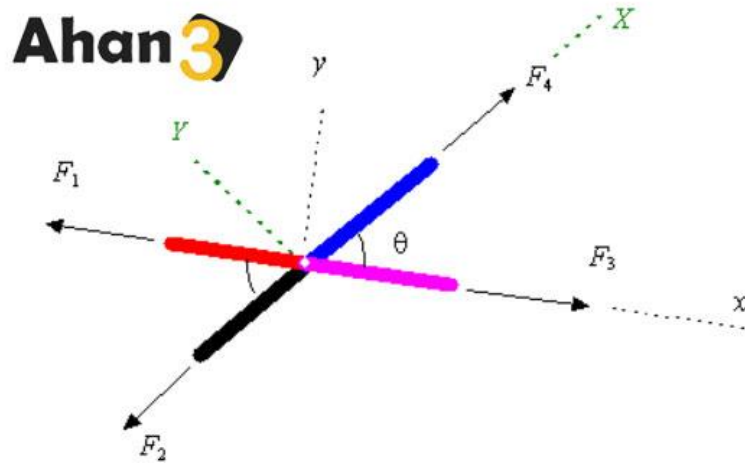
۱. اعضای صفر نیرویی در خرپا

در هر خرپا امکان وجود اعضایی که هیچ نیرویی را متحمل نباشند وجود دارد. که در این صورت این عضو را به گونه ای که اصلا در سازه وجود ندارد در نظر می گیریم. به عنوان مثال در تصویر زیر خطوط رنگی خنثی هستند.



۲. نیروهای دو عضوی قرار گرفته در یک راستا

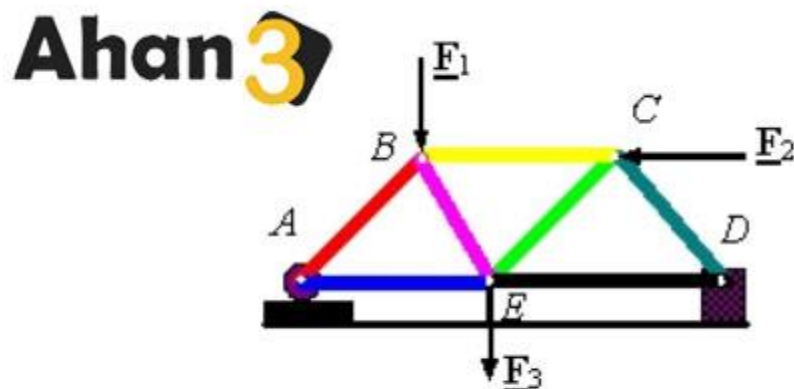
در برخی موارد پیش می آید که دو عضو در یک سازه مقابل یکدیگر قرار گرفته است. در این موارد تغییری در نیروهای اطراف به وجود نخواهد آمد و تنها نیرو در هر دو عضو منتقل می شود که به همین دلیل با یکدیگر برابرند. در تصویر زیر عناصر قرار گرفته در برابر هم نیروهای یکسان دارند.



۳. خرپای معین و نامعین

در تحلیل نیروهای موجود در خرپا این نکته را همواره مد نظر قرار دهید که تعداد معادلات و نیروها باید با یکدیگر برابر باشند. به عنوان مثال در تصویر زیر نیروهای مجهول به این صورت می باشند:

$$A_y, F_{AE}, F_{BE}, F_{BC}, F_{AB}, F_{CD}, F_{CE}, F_{ED}, D_y, D_x$$



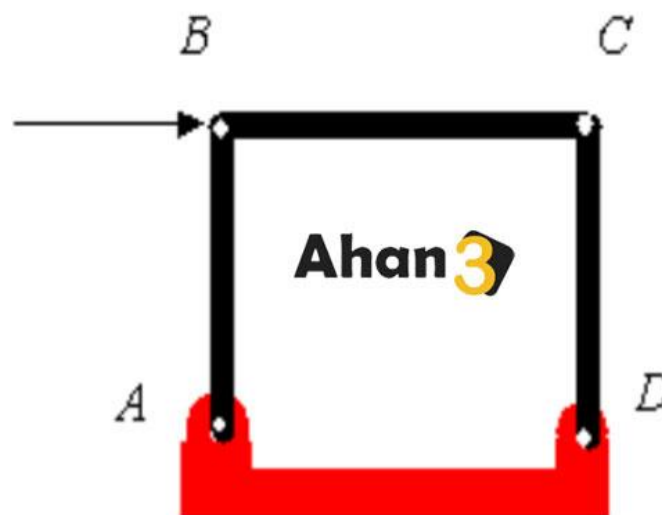
همانگونه که در تصویر مشاهده می‌نمائید هر عضو یک نیرو دارد و سه عکس العمل تکیه‌گاه در  $A$  و  $D$  وجود دارد. به همین ترتیب کلا باید ده نیرو را محاسبه کرد. همانگونه که مشاهده می‌کنید این خرپا از پنج گره یا مفصل تشکیل شده است که هر کدام دارای دو معادله تعادل نیرویی، در راستای  $X$  و  $Y$  دارد. در یک حالت کلی می‌توان ده مجهول و ده معادله برای این خرپا نوشت. این گونه سازه‌ها معین و خریپاهایی که تعداد مجهولاتش از معادلاتش بیشتر باشد نامعین نام دارد.

#### ۴. مکانیزم

مکانیزم را با بیان مثالی تعریف می‌کنیم. برای تحلیل نیرو در خریپاهای نامعین می‌بایست یکی از عضوهای خرپا را حذف کرد. چنانچه شرایط را برعکس فرض کنیم به این معنا که در خرپا تعداد معادلات از مجهولات بیشتر باشد چه خواهد شد؟

به عنوان مثال تصویر زیر را مشاهده نمائید. نیروهای مجهول در آن عبارتند از:

$$A_x, A_y, D_x, D_y, F_{AB}, F_{BC}, F_{CD}$$





همانگونه که مشاهده می نمائید سازه دارای هفت نیروی مجهول است. همینطور دارای چهار مفصل که برای هر کدام می توان دو معادله در راستای مفروضات X و Y و با توجه به آن می توان هشت معادله برای این خرپا نوشت. پس این سازه دارای هشت معادله و هفت مجهول می باشد. با همه این تفاسیر سازه ای که معادلات نیرویی از تعداد نیروهای مجهول آن بیشتر باشد مکانیزم نام دارد. مکانیزم ها معمولا تحمل بارگذاری ندارد و در طول زمان تغییر شکل می دهد.

امیدواریم این مطلب برای شما مفید واقع شده باشد. لطفا نظرات و پیشنهادات خود را برای ما کامنت بگذارید. ضمن آنکه می توانید خلاصه ای از مقاله را در تصویر زیر مشاهده نمائید:

