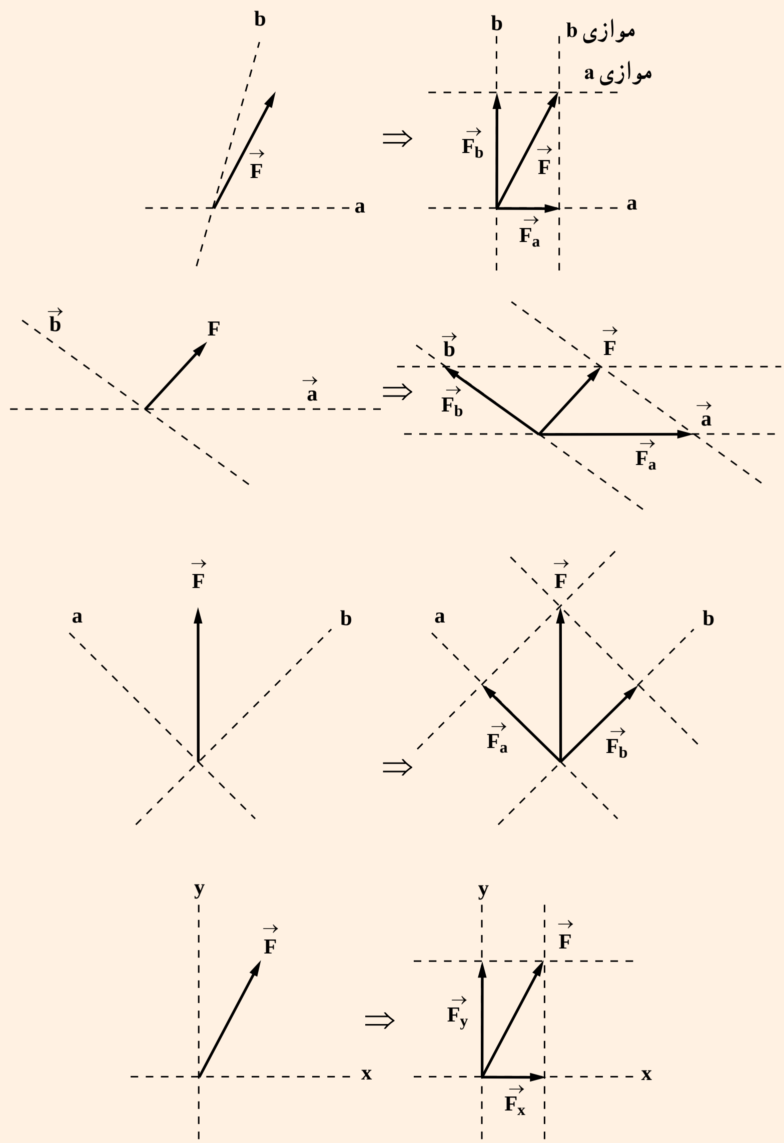
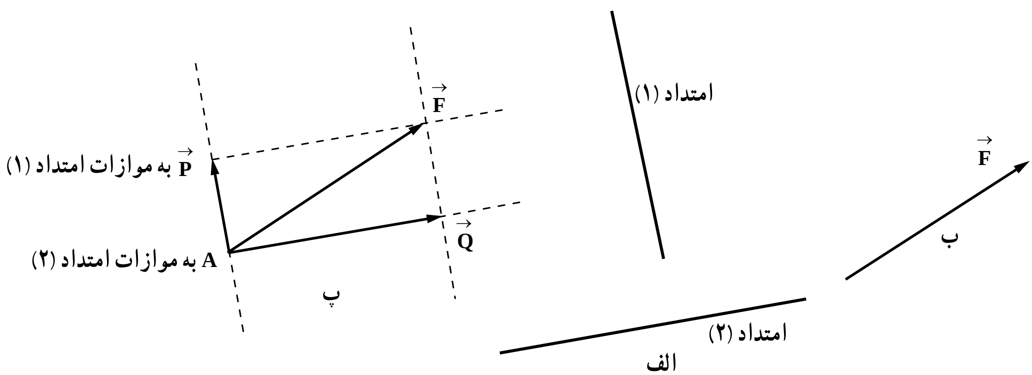
نمونه‌هایی از تجزیه یک بردار نسبت به امتدادهای a و b :



حالت دوم : بردار $\vec{F}$ و دو امتداد که باید این $\vec{F}$ در راستای آن دو امتداد تجزیه شود، معلوم است، این حالت آسان‌تر است. برای این کار از ابتدای $\vec{F}$ به موازات دو امتداد ترسیم کرده از انتهای

$\vec{F}$ نیز همین عمل را انجام می‌دهیم تا متوازی‌الاضلاعی به‌دست آید. قطر بزرگ آن $\vec{F}$ و دو ضلع مجاور در آن متوازی‌الاضلاع دو بردار مورد نظر است.

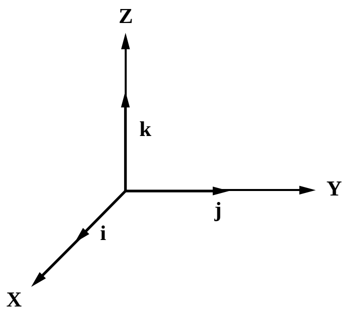
در شکل ۹ــ۲۲ دقت کنید. در شکل ۹ــ۲۲ــ الف دو امتداد و در شکل ۹ــ۲۲ــ ب بردار $\vec{F}$ نشان‌داده شده است. در شکل ۹ــ۲۲ــ پ از نقطهٔ A بردار $\vec{F}$ ترسیم شده است و دو امتداد، موازی امتدادهای ۱ و ۲ ترسیم گردیده تا متوازی‌الاضلاعی به‌دست آید. دو ضلع مجاور بردار $\vec{F}$ از نقطهٔ A دو بردار $\vec{Q}$ و $\vec{P}$ است که جمع این دو بردار $\vec{F}$ خواهد بود، پس $\vec{Q}$ و $\vec{P}$ دو مؤلفهٔ $\vec{F}$ در راستای امتداد (۱) و امتداد (۲) هستند.



شکل ۹ــ۲۲

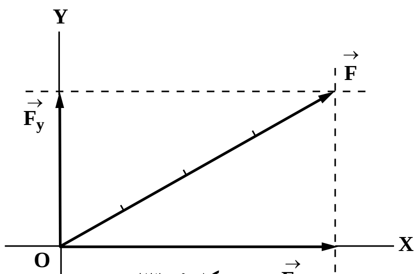
تجزیهٔ یک بردار به مؤلفه‌های آن بسیار مهم است و باید با دقت آن را بیاموزید.

جلسهٔ بیست‌وچهارم: ادامهٔ بردار و نیرو



در این جلسه مؤلفه‌های متعامد یک بردار را تعیین می‌نماییم و سپس براساس این مؤلفه‌ها می‌توان برآیند چند بردار را به ساده‌ترین حالت تعیین نمود. برای این منظور از دستگاه مختصات متعامد (کارتزین) استفاده می‌شود. در دستگاه متعامد، بردارهای یکه در امتداد محورهای x و y و z را به ترتیب با i و j و k نمایش می‌دهند.

۹ــ۳ــ۹ــ مؤلفه‌های بردار در مختصات قائم : در قسمت قبل، تجزیهٔ یک بردار به دو مؤلفه را ملاحظه کردید. یکی از روش‌های مناسب برای تجزیهٔ یک بردار آن است که آن را روی محورهای مختصات قائم x و y تجزیه کنیم. به شکل ۹ــ۲۳ توجه کنید. می‌خواهیم بردار $\vec{F}$ را به دو مؤلفه تجزیه کنیم؛ به‌طوری که آن دو مؤلفه در امتداد محور xها و محور yها قرار داشته باشند.

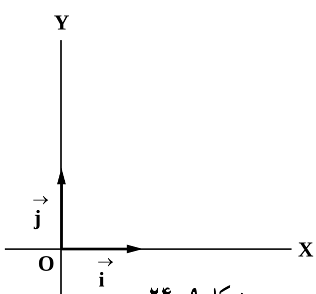


شکل ۹ــ۲۳

نقطهٔ اثر بردار، مبدأ مختصات است یعنی نقطهٔ O؛ از این‌رو از انتهای $\vec{F}$ به موازات محور xها و yها ترسیم می‌کنیم تا بتوانیم مؤلفه‌های بردار $\vec{F}$ را به‌دست آوریم.

بنابراین F_y F_x F، پس بردارهای $\vec{F_x}$ و $\vec{F_y}$ مؤلفه‌های قائم بردار $\vec{F}$ هستند که روی محور xها و روی محور yها قرار دارند. $\vec{F_x}$ مؤلفهٔ افقی و $\vec{F_y}$ مؤلفهٔ قائم بردار $\vec{F}$ است. توجه داشته باشید که اندازهٔ بردار $\vec{F}$ را با حرف F نمایش دادیم. پس $\vec{F_x}$ بردار است، اما اندازهٔ آن F_x است. به همین ترتیب $\vec{F_y}$ بردار است و اندازهٔ آن F_y است.

۹ــ۳ــ۱۰ــ بردار واحد (بردار یکه) : اگر به فرض روی محور xها یک بردار واحد $\vec{i}$ تعریف کنیم که طول آن ۱ i باشد و روی محور yها بردار واحد $\vec{j}$ را تعریف کنیم که طول آن ۱ j باشد، به بردارهای $\vec{i}$ و $\vec{j}$ بردارهای واحد یا یکه می‌گوییم. به شکل ۹ــ۲۴ توجه کنید.



شکل ۹ــ۲۴

با استفاده از شکل ۹ــ۲۳ می‌توانیم بنویسیم : $\vec{F_x} = F_x.\vec{i}$ و $\vec{F_y} = F_y.\vec{j}$ فراموش نکنید که F_x اندازهٔ بردار $\vec{F_x}$ و F_y اندازهٔ بردار $\vec{F_y}$ است. پس بردار $\vec{F_x}$ را می‌توان F_x برابر $\vec{i}$ دانست؛ یعنی اندازهٔ $\vec{F_x}$ به اندازهٔ F_x برابر بردار $\vec{i}$ است و بردار $\vec{F_y}$ را می‌توان F_y برابر بردار $\vec{j}$ دانست، بنابراین داریم :

$$\vec{F} = \vec{F_x} + \vec{F_y} \qquad (۱)$$

$$\vec{F_x} = F_x.\vec{i} \qquad (۲)$$

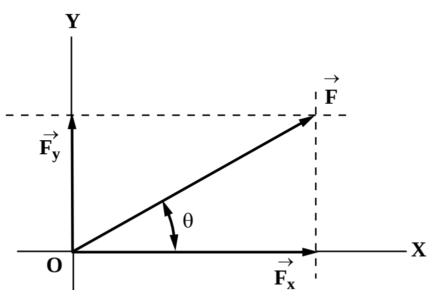
$$\vec{F_y} = F_y.\vec{j} \qquad (۳)$$

معادله‌های (۲) و (۳) را در معادلهٔ (۱) قرار می‌دهیم، بنابراین :

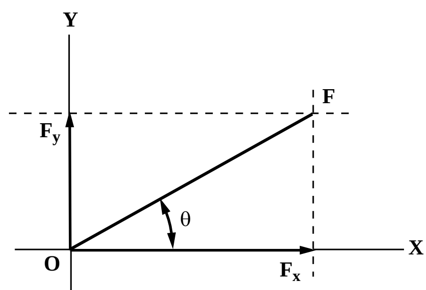
$$\vec{F} = F_x\,\vec{i} + F_y\,\vec{j}$$

مقادیر عددی F_x و F_y می‌توانند اعداد مثبت یا منفی باشند، برحسب اینکه F در کدام جهت قرار داشته باشد و این نکته‌ای بسیار مهم است. شکل‌های ۹ــ۲۵ و ۹ــ۲۶را در نظر بگیرید. این شکل‌ها مانند شکل ۹ــ۲۳ می‌باشند.

ملاحظه می‌کنید که در شکل ۹ــ۲۵ روابط برداری است؛ اما در شکل ۹ــ۲۶ روابط عددی یا اندازه‌ای است. بنابراین در شکل ۹ــ۲۵ باید بنویسیم : $\vec{F} = \vec{F_x} + \vec{F_y}$ ؛ اما در شکل ۹ــ۲۶ مقادیر، عددی بوده و برابر اندازهٔ طول هر مؤلفه است، یعنی $F_x \;\; F.\cos\theta$ و $F_y \;\; F.\sin\theta$. توجه کنید F مقدار اندازهٔ بردار $\vec{F}$ است و به همین نحو برای F_x و F_y. پس مقادیر F_x و F_y مؤلفه‌های عددی بردار $\vec{}$ هستند. همچنین باید در شکل ۹ــ۲۶ بنویسیم : $F^۲ = F_x^۲ + F_y^۲$. توجه کنید روی آنها پیکان کوچک ترسیم نشده است و داریم $\tan\theta = \dfrac{F_y}{F_x}$.



شکل ۹ــ۲۵



شکل ۹ــ۲۶

۹ــ۴ــ نیرو

نیرو نشان‌دهندهٔ عمل جسمی بر جسم دیگر است.

نیرو عاملی است که جسم ساکن را به حرکت در می‌آورد؛ از حرکت آن جلوگیری می‌کند؛ جهت حرکت آن را تغییر می‌دهد و یا باعث تغییر شکل آن می‌شود.

مشخصه‌های تعیین‌کنندهٔ نیرو عبارت‌اند از :

الف) نقطهٔ اثر نیرو : محل اثر نیرو بر جسم را نقطهٔ اثر نیرو گویند.

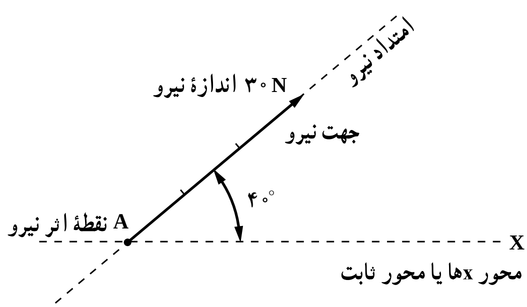
ب) راستای نیرو : خط مستقیمی است که نیرو، در امتداد آن خط به جسم اثر می‌کند.

پ) جهت نیرو : سمت و سویی را که نیرو به سمت آن وارد می‌شود جهت نیرو می‌گویند و آن را با یک پیکان نشان می‌دهند.

ت) اندازهٔ نیرو : بزرگی نیرو را به‌وسیلهٔ طول پاره خط با مقیاس مشخص روی امتداد نیرو نمایش می‌دهند.

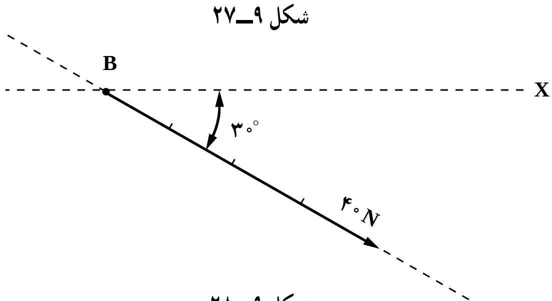
یادآوری : واحد نیرو، نیوتن (N) است. یک نیوتن مقدار نیرویی است که اگر به جرم یک کیلوگرم وارد شود، شتابی برابر یک متر بر مجذور ثانیه به آن می‌دهد.

۹ــ۴ــ۱ــ نیروهای واقع در صفحه و نیروهای متقارب : به شکل ۹ــ۲۷ توجه کنید. نیروی ۳۰ نیوتن بر نقطهٔ مادی A در حالی‌که با محور ثابت x زاویهٔ ۴۰ درجه ساخته شده، وارد گردیده است. طول پاره‌خط را سه سانتی‌متر درنظر گرفته‌ایم تا هر سانتی‌متر ۱۰ نیوتن را نشان دهد. پس ۳۰ نیوتن را با یک قطعه خط ۳ سانتی‌متری نشان داده‌ایم.



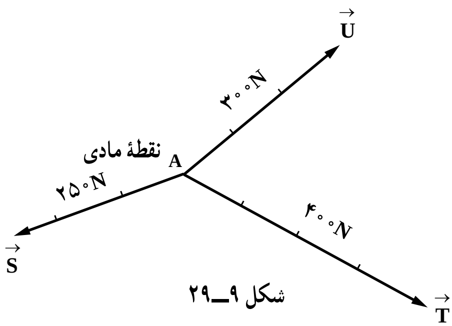
شکل ۹ــ۲۷

به شکل ۹ــ۲۸ توجه کنید. به نقطهٔ مادی B نیروی ۴۰N (چهل نیوتن) در امتداد ۳۰ درجه، نسبت به محور ثابت x نیرو وارد می‌شود. طول پیکان از نقطهٔ B تا نوک آن ۴ سانتی‌متر است. تمامی نیروهای وارد بر یک جسم را می‌توان با روش ذکر شده نشان داد.



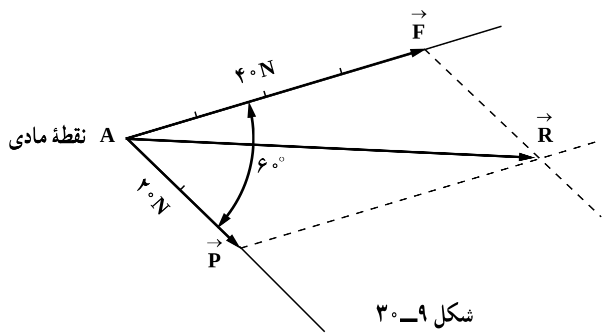
شکل ۹ــ۲۸

مطابق شکل ۹ــ۲۹ می‌گوییم به نقطهٔ مادی A، سه نیروی هم صفحه وارد شده است. چون تمامی نیروها از نقطهٔ A عبور کرده‌اند، آنها را نیروهای متقارب نیز می‌نامیم.



شکل ۹ــ۲۹

۹ــ۴ــ۲ــ برآیند دو نیرو و نمایش آن : دو نیروی $\vec{F}$ و $\vec{P}$ را در نظر بگیرید که F   ۴۰ N و P   ۲۰ N بر یک نقطهٔ مادی A با زاویهٔ ۶۰ درجه نسبت به هم (به‌صورت شکل ۹ــ۳۰) وارد می‌شود.



شکل ۹ــ۳۰

برای تعیین برآیند دو نیروی $\vec{F}$ و $\vec{P}$ از روش متوازی‌الاضلاع که در قسمت بردارها توضیح داده شد استفاده می‌کنیم. یادآوری می‌شود که قطر متوازی‌الاضلاع که از نقطهٔ مادی A می‌گذرد، برآیند دو نیرو است.

برای به‌دست آوردن طول این قطر، کافی است از معادلهٔ زیر استفاده کنیم :

$$R^{۲}\quad F^{۲}\quad P^{۲}\quad ۲FP\cos\alpha$$

اگر معادلهٔ کلی فوق را برای دو نیروی $\vec{F}$ و $\vec{P}$ به‌کار بریم، داریم :

$$R^{۲}\quad ۴۰^{۲}\quad ۲۰^{۲}\quad ۲(۴۰)(۲۰)\cos ۶۰$$

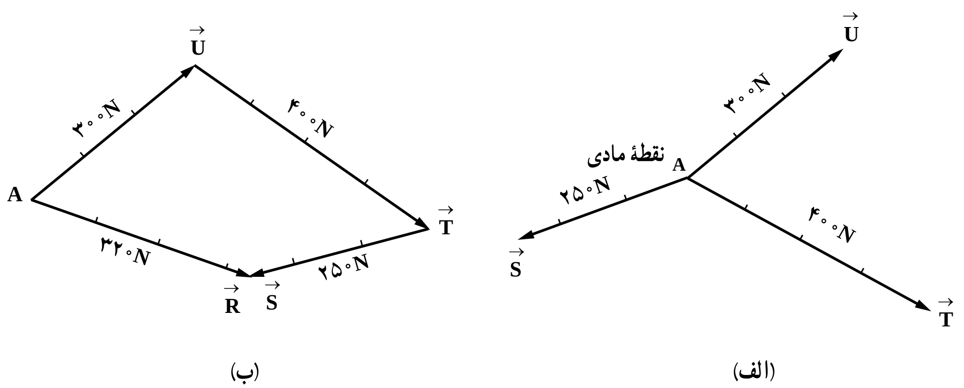
$$R^{۲}\quad ۱۶۰۰\quad ۴۰۰\quad ۲(۴۰)(۲۰)۰/۵\quad ۲۸۰۰$$

$$R = ۵۲/۹۲N \simeq ۵۳N$$

قبلاً ملاحظه کردید که از طریق ترسیمی، برآیند را آسان‌تر می‌توان به‌دست آورد. همچنین برای تعیین قطر متوازی‌الاضلاع از طریق اندازه‌گیری طول آن با خط‌کش باید دقت کافی کرد تا مقدار خطا کمتر شود و با توجه به مقیاس ترسیم، اندازهٔ آن به‌دست می‌آید.

۹ــ۴ــ۳ــ برآیند چند نیروی متقارب و نمایش آن : به شکل ۹ــ۳۱ ــ الف توجه کنید. به نقطهٔ مادی A، سه نیروی $\vec{U}$ ، $\vec{S}$ و $\vec{T}$ وارد شده و در شکل ۳۱ (ب)، برآیند ($\vec{R}$) آنها به‌طریق ترسیمی به‌دست آمده است.

همان‌طور که از شکل ۹ــ۳۱ پیداست، از نقطهٔ A، هم‌سنگ $\vec{U}$ و از انتهای آن، هم‌سنگ $\vec{T}$ و از انتهای هم‌سنگ $\vec{T}$ نیز هم‌سنگ $\vec{S}$ را ترسیم کرده‌ایم، سپس از نقطهٔ A به انتهای آخرین بردار (هم‌سنگ $\vec{S}$) وصل نموده‌ایم تا برآیند این سه نیرو یعنی $\vec{R}$ حاصل شده است.



شکل ۹ــ۳۱

جلسهٔ بیست‌و پنجم: ادامهٔ بردار و نیرو

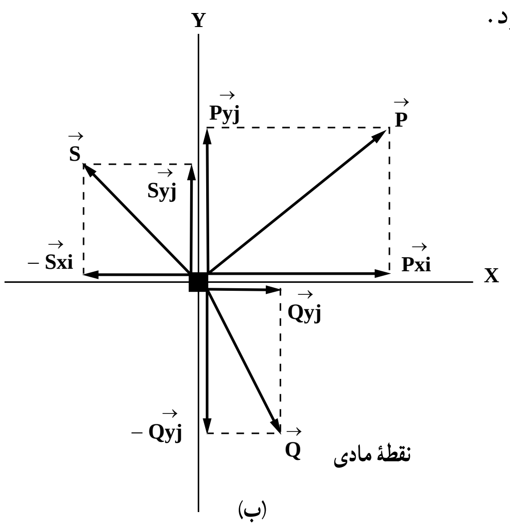
در این جلسه مؤلفه‌های نیرو در دستگاه مختصاتی متعامد (کارتزین) مورد بررسی قرار می‌گیرند و در ادامه اقدام به تعیین برآیند چند بردار می‌شود. یادگیری این روش به‌دلیل سهولت و دقت آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

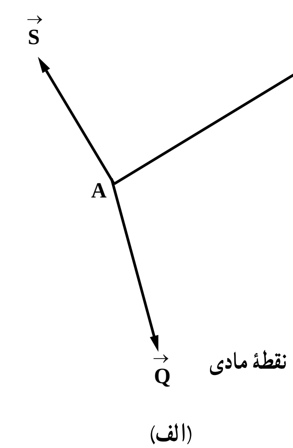
۹ــ۴ــ۴ــ مؤلفه‌های نیرو در مختصات قائم :

در بخش‌های قبلی با تجزیهٔ یک بردار به مؤلفه‌های متعامد آشنایی پیدا کردید، در این بخش با ذکر مثال‌هایی و همچنین تحلیل آنها، آشنایی بیشتری با تعیین برآیند حاصل می‌گردد.

۹ــ۴ــ۵ــ جمع نیروها به‌وسیلهٔ مؤلفهٔ آنها : فرض کنید بر نقطهٔ A سه نیروی $\vec{P}$ ، $\vec{Q}$ و $\vec{S}$ مطابق شکل ۹ــ۳۲ــ الف وارد شده است. در گذشته نحوهٔ تعیین برآیند را آموختید. در آنجا گفته شد که از طریق ترسیم نیروها به دنبال هم، به طریق هم‌سنگ و وصل کردن ابتدای اوّلین نیرو به انتهای آخرین نیروی هم‌سنگ رسم شده، بردار برآیند به‌دست می‌آید که به این روش، روش چند ضلعی می‌گویند. اگر تعداد نیروها دو تا باشد به‌دست آوردن برآیند با کمک متوازی‌الاضلاع انجام می‌شود؛ آسان‌تر است از متوازی‌الاضلاع کمک مثلث انجام دهیم البته اگر همین کار را با چون تنها نصف متوازی‌الاضلاع ترسیم می‌کنیم. اگر تعداد نیروها سه یا بیشتر باشد تعیین برآیند به روش چندضلعی یعنی ترسیم آنها به روش هم‌سنگ به دنبال هم آسان‌تر است.

راه حل دیگری که می‌توان برای تعیین برآیند به‌دست آورد، آن است که مؤلفه‌های آنها را روی محور xها و yها جمع کنیم تا برآیند حاصل شود.





شکل ۹ــ۳۲

جمع برداری n نیرو :

اگر n بردار نیرو نظیر $\vec{F_1}$ و $\vec{F_2}$ و ... $\vec{F_n}$ موجود باشند، از آنجایی‌که در مختصات صفحه‌ای هر نیرو دارای دو مؤلفه Fx و Fy می‌باشد می‌توان نوشت که :

$$\vec{F_1} = f_{1x}\vec{i} + f_{1y}\vec{j}$$

$$\vec{F_2} = f_{2x}\vec{i} + f_{2y}\vec{j}$$

$$\vdots$$

$$\vec{F_n} = f_{nx}\vec{i} + f_{ny}\vec{j}$$

برآیند $\vec{R} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \cdots + \vec{F_n}$

$$\vec{R} = (f_{1x}\vec{i} + f_{1y}\vec{j}) + (f_{2x}\vec{i} + f_{2y}\vec{j})$$

$$+ \cdots + (f_{nx}\vec{i} + f_{ny}\vec{j})$$

در جمع بردارها مؤلفه‌های همنام (iها و ... jها) با هم جمع و تفکیک می‌شوند.

$$\Rightarrow \vec{R} = (f_{1x}\vec{i} + f_{2x}\vec{i} + \cdots + f_{nx}\vec{i}) + (f_{1y}\vec{j} + f_{2y}\vec{j} + \cdots + f_{ny}\vec{j})$$

$$\vec{R} = (f_{1x} + f_{2x} + \cdots + f_{nx})\vec{i} + (f_{1y} + f_{2y} + \cdots + f_{ny})\vec{j}$$

اگر کلیه مؤلفه‌های i را با F_x و مؤلفه‌های j را با F_y نمایش دهیم، خواهیم داشت :

$$\vec{R} = F_x\vec{i} + F_y\vec{j} \Rightarrow \begin{cases} F_x = f_{1x} + f_{2x} + \cdots + f_{nx} \\ F_y = f_{1y} + f_{2y} + \cdots + f_{ny} \end{cases}$$

در شکل ۹ــ۳۲ــ ب دوباره سه بردار $\vec{P}$ ، $\vec{Q}$ و $\vec{S}$ را در نقطهٔ A در نظر گرفته‌ایم و در شکل ۹ــ۳۲ــ ب محورهای x و y را در نقطهٔ A ترسیم کرده مؤلفه‌های هر کدام را رسم نموده‌ایم. برای آنکه شکل آسان‌تر دیده شود، مؤلفه‌ها را روی هم ترسیم نکرده‌ایم؛ اما در واقع آنها را باید روی هم

رسم کرد. توجه کنید روی محور xها سه مؤلفهٔ نیروهای $P_x \vec{i}$ و $Q_x \vec{i}$ و $-S_x \vec{i}$ و روی محور yها در شکل ۹ــ۳۲ــ ب سه مؤلفهٔ $P_y \vec{j}$ و $S_y \vec{j}$ و $-Q_y \vec{j}$ را باید با یکدیگر جمع کنیم؛ پس روی محور xها داریم :

$$Q_x \vec{i} + P_x \vec{i} - S_x \vec{i}$$

مقدار فوق را می‌توانیم به‌صورت زیر بنویسیم :

$$(Q_x + P_x - S_x)\,\vec{i} \cdots \quad (a)$$

و روی محور yها داریم :

$$P_y \vec{j} + S_y \vec{j} - Q_y \vec{j}$$

و آن را می‌توانیم به‌صورت زیر نیز بنویسیم :

$$(P_y + S_y - Q_y)\,\vec{j} \cdots \quad (b)$$

ملاحظه می‌کنید که داخل پرانتز در معادله‌های (a) و (b) عدد است. پس در واقع معادلهٔ (a) مؤلفهٔ افقی بردار برآیند و معادلهٔ (b) مؤلفهٔ قائم بردار برآیند است. بدین ترتیب می‌توانیم بردار برآیند رامثلاً $\vec{R}$ بنامیم و آن را به‌صورت زیر بنویسیم :

$$\vec{R} = (Q_x + P_x - S_x)\,\vec{i} + (P_y + S_y - Q_y)\,\vec{j}$$

برای راحتی عملیات می‌توانیم جدول زیر را تهیه کنیم و همان کارهای بالا را در جدول انجام دهیم. با توجه به شکل ۹ــ۳۲ــ ب داریم :

جدول ۹ــ۴

نیرو	مقدار آن یا اندازهٔ نیرو	اندازهٔ مؤلفه روی محور xها	اندازهٔ مؤلفه روی محور yها
$\vec{Q}$	Q	Q_x	$-Q_y$
$\vec{P}$	P	P_x	P_y
$\vec{S}$	S	$-S_x$	S_y
جمع هر ستون	ندارد	$Q_x + P_x - S_x$	$-Q_y + P_y + S_y$
$\vec{R}$	R	$R_x = (Q_x + P_x - S_x)$	$R_y = (P_y + S_y - Q_y)$

پس با توجه به جدول، $\vec{R} = R_x \vec{i} + R_y \vec{j}$ است.

مزیت کار به کمک جدول در آن است که اگر تعداد نیروها زیاد باشد، هر کدام از آنها را در یک خط می‌نویسیم و در نهایت در ستون مؤلفه‌ها آنها را با هم جمع می‌کنیم. نتیجهٔ کار با روش چندضلعی یا جمع نیروها به‌وسیلهٔ مؤلفه‌های آن هیچ‌گونه تفاوتی ندارد؛ اما در بسیاری موارد، روش جمع نیروها به‌وسیلهٔ مؤلفه‌های آنها در جدول کار را آسان‌تر می‌کند. لازمهٔ این کار آن است که اوّل هر نیرو را به مؤلفه‌های آن تجزیه کرده باشیم.

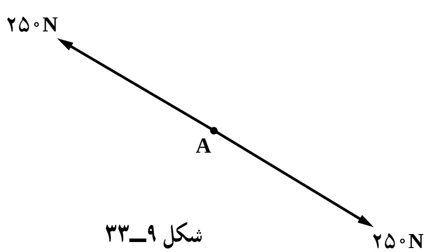
جلسهٔ بیست‌و ششم: ادامهٔ بردار و نیرو

در این جلسه با مشارکت دانش‌آموزان، اقدام به حل تمریناتی می‌شود که در جلسهٔ گذشته حل آنها توسط دانش‌آموزان مورد تأکید قرار گرفت و پس از حل تمرینات و ارائه نکات ضروری تعادل نقطهٔ مادی مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت. بررسی دقیق‌تر این موضوع در کتاب ایستایی به تفصیل انجام خواهد شد.

۹ــ۵ــ تعادل نقطه مادی

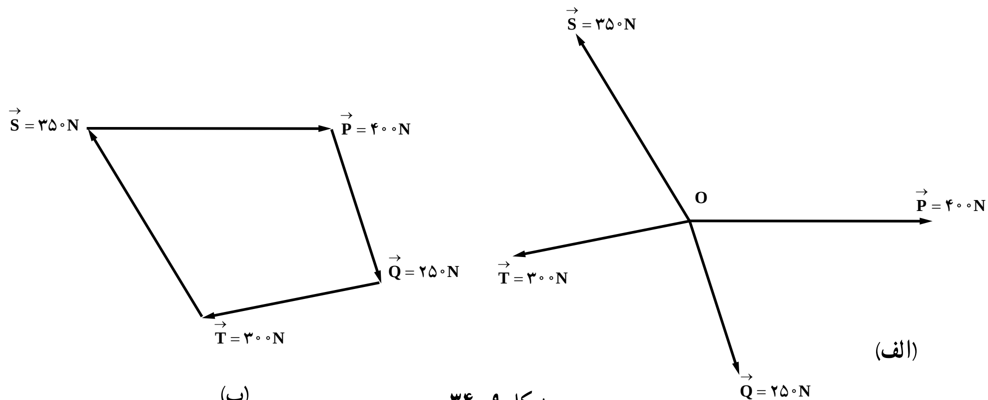
اگر در مطالب مربوطه به جمع برداری و برآیند دقت کنید، ملاحظه خواهید کرد که به روش‌های مختلفی برآیند را به‌دست آوردیم. اگر برآیند به‌دست آمده صفر باشد، می‌گویند نقطهٔ مادی در حال تعادل قرار دارد.

اگر برآیند تمامی نیروهای وارد شده بر نقطهٔ مادی، صفر شد، نقطهٔ مادی در وضع تعادل قرار دارد.



شکل ۹ــ۳۳

فرض کنید بر یک نقطهٔ مادی دو نیرو وارد شده و در حالت تعادلی قرار دارد؛ پس باید این دو نیرو از لحاظ مقدار مساوی و از لحاظ جهت مخالف باشند (شکل ۹ــ۳۳). به این ترتیب برآیند این دو نیرو صفر است. در شکل ۹ــ۳۳ــ الف نیروهای $\vec{P}$ ، $\vec{Q}$ ، $\vec{T}$ و $\vec{S}$ به نقطهٔ مادی O وارد شده‌اند و در شکل ۹ــ۳۳ــ ب برآیند آنها به روش چند ضلعی به‌دست آمده است. ملاحظه می‌شود که در شکل ۹ــ۳۳ــ ب از نقطهٔ O بردارهای



شکل ۹ــ۳۴

هم‌سنگ با $\vec{P}$ ، $\vec{Q}$ ، $\vec{T}$ و $\vec{S}$ ترسیم شده است. در این شکل ابتدای اوّلین بردار و انتهای آخرین بردار هم‌سنگ روی هم قرار گرفته است؛ یعنی برآیند آنها صفر است و نقطهٔ مادی در حالت تعادل قرار دارد. در چنین حالتی چندضلعی بسته‌ای ایجاد می‌شود؛ یعنی در حالتی که چندضلعی تعیین برآیند به خودش بسته شود، برآیند صفر است و جسم در حال تعادل قرار دارد. پس به‌طور کلی اگر $\vec{R} = ۰$ باشد، نقطهٔ مادی در حال تعادل است؛ یعنی :

$$\vec{R} = \sum \vec{F} = ۰$$

$\sum \vec{F} = ۰$ یعنی جمع تمامی نیروها مساوی صفر است.

اگر نیروها راروی محور xها و yها تجزیه کنیم، خواهیم داشت :

$$\sum(F_x \vec{i} + F_y \vec{j}) = ۰$$

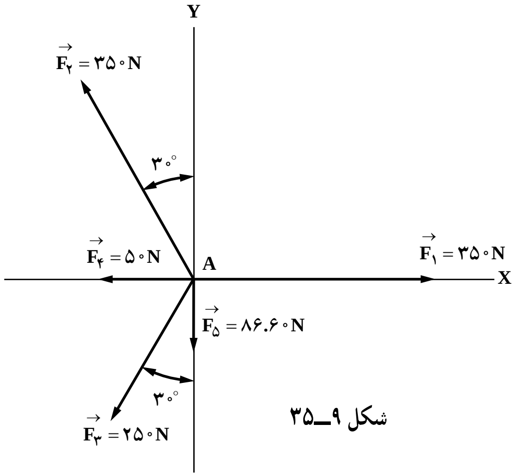
یعنی

$$\sum F_x \vec{i} + \sum F_y \vec{j} = ۰$$

پس باید مقادیر ΣF_y ۰ و ΣF_x ۰ هر دو مساوی صفر باشند تا نقطهٔ مادی در حال تعادل قرار گیرد. در ترسیم چندضلعی برای تعیین برآیند اگر ابتدای اوّلین بردار و انتهای آخرین بردار بر هم منطبق باشند، چندضلعی به خودش بسته است و برآیند آن صفر است.

تحلیل مثال صفحه ۱۵۱ کتاب درسی :

مثال : در شکل ۹ــ۳۵ آیا نقطهٔ مادی A در حال تعادل است یا خیر؟



شکل ۹ــ۳۵

حل : در شکل ۵۳ نیروهای $\vec{F}_1$ ، $\vec{F}_2$ ، $\vec{F}_3$ ، $\vec{F}_4$ و $\vec{F}_5$ به نقطهٔ مادی A وارد شده‌اند. جدول آن را به‌دست می‌آوریم :

جدول ۹ــ۵

نیرو	اندازه	F_xها	F_y ها
$\vec{F}_1$	۳۵	۳۵	
$\vec{F}_2$	۳۵	‎−۱۷۵	۳ ۳/۱۱
$\vec{F}_3$	۲۵	‎−۱۲۵	‎−۲۱۶/۵۱
$\vec{F}_4$	۵	‎−۵	
$\vec{F}_5$	۸۶/۶		‎−۸۶/۶
ΣF	ندارد	۳۵ ‎−۱۷۵−۱۲۵ ‎−۵ + = $\Sigma F_x =$	۳ ۳/۱۱−۲۱۶/۵۱ ‎−۸۶/۶= $\Sigma F_y =$

در جدول صفحهٔ ملاحظه می‌شود که ΣF_x روی محور xها صفر و ΣF_y جمع مؤلفه‌های نیرو روی محور yها نیز صفر است؛ پس نقطهٔ مادی A در حالت تعادل قرار می‌گیرد.

تحلیل : همان‌طوری که در حل مثال مشاهده می‌شود می‌توان از طریق تجزیه بردارها به مؤلفه‌های متعامد براساس جمع جبری بردارها اقدام به بررسی تعادل نقطه مادی A نمود.

$$\Delta \vec{F}_{۱} = ۳۵۰\, i$$

$$\vec{F}_{۲} = -۳۵۰ \sin ۳۰\, \vec{i} + ۳۵۰ \cos ۳۰\, \vec{j}$$

$$\Delta \vec{F}_{۲} = -۱۷۵\, \vec{i} + ۳۰۳/۱۱\, \vec{j}$$

$$\vec{F}_{۳} = -۲۵۰ \sin ۳۰\, \vec{i} - ۲۵۰ \cos ۳۰\, \vec{j}$$

$$\Delta \vec{F}_{۳} = -۱۲۵\, \vec{i} - ۲۱۶/۵۱\, \vec{j}$$

$$\Delta \vec{F}_{۴} = -۵۰\, \vec{i}$$

$$\Delta \vec{F}_{۵} = -۸۶/۶\, \vec{j}$$

$$\vec{R} = \vec{F}_{۱} + \vec{F}_{۲} + \vec{F}_{۳} + \vec{F}_{۴} + \vec{F}_{۵} = (\sum F_x) i + (\sum F_y) j$$

اگر برآیند نیروها صفر باشد $(\vec{R} = ۰)$ نقطه A در حال تعادل است و الزاماً می‌بایست $\Sigma F_x \quad ۰$ و $\Sigma F_y \quad ۰$ باشند.

$$\Sigma F_x \quad ۳۵۰ \quad ۱۷۵ \quad ۱۲۵ \quad ۵۰ \quad ۰$$

$$\Sigma F_y \quad ۳۰۳/۱۱ \quad ۲۱۶/۵۱ \quad ۸۶/۶ \quad ۰$$

به‌علت اینکه

$$\begin{cases} \sum F_x = ۰ \\ \sum F_y = ۰ \end{cases} \Rightarrow \vec{R} = ۰ i + ۰ j = ۰$$

پس سیستم در حال تعادل است.