

## فصل ۱

### اصول مکانیک

نیرو یا force عبارت است از اثر یک جسم بر جسم دیگر. این اثر می‌تواند بصورت کشش یا فشار باشد و می‌تواند شکل و موقعیت جسم را تغییر دهد. یک نیرو، دارای مقدار (magnitude) و جهت (direction) می‌باشد. اندازه نیرو، مقدار آن را مشخص می‌کند و جهت نیرو بر اساس جهت اثر Line of action، محل اثر point of application، مبدأ اثر point of origin و راستا sense مشخص می‌گردد. بر اساس اصل اول نیوتن اگر یک نیرو بر جسمی وارد شود و برآیند نیرو صفر باشد در صورتیکه جسم ساکن باشد به حالت سکون باقی می‌ماند و در صورتیکه در حال حرکت باشد، حرکت آن بصورت یکنواخت و با سرعت ثابت ادامه می‌یابد.

stress : نشان دهنده مقاومت داخلی یک جسم در مقابل اعمال نیرو می‌باشد به عبارت دیگر stress توزیع نیرو بر جسم می‌باشد که بر اساس نیرو بر واحد سطح اندازه‌گیری می‌شود. در حقیقت stress معادل استحکام و یا strength یک جسم قلمداد می‌شود.

strain نشان دهنده تغییراتی است که در شکل و اندازه یک جسم به علت اثر یک نیرو بوجود می‌آید. به عبارت دیگر strain تغییرات جسم می‌باشد که بر اساس نیرو بر واحد طول اندازه‌گیری می‌شود.

حالت الاستیک: حالتی است که وقتی جسم تحت تأثیر یک نیرو قرار گیرد و شکل جسم تغییر نماید، در صورتیکه نیرو برداشته شود، جسم به حالت اولیه خود بر می‌گردد. به عبارت دیگر تغییر شکل در دوره الاستیک بصورت موقت است و برگشت‌پذیر می‌باشد.

حالت پلاستیک: حالتی است که وقتی جسم تحت تأثیر یک نیرو قرار گیرد و شکل جسم تغییر نماید در صورتیکه نیرو برداشته شود، جسم به حالت اولیه خود بر نمی‌گردد. به عبارت دیگر تغییر شکل در دوره پلاستیک به صورت دائم است و برگشت‌پذیر نمی‌باشد.

برای خم کردن وایر توسط پلایر ارتدنسی از خصوصیات پلاستیک استفاده می‌شود به عبارت دیگر وایر باید در منطقه پلاستیک قرار گیرد که بتواند فرم مورد نظر را، بگیرد و برای اینکه وایر بصورت فعال در دهان قرار گیرد از خصوصیات الاستیک وایر استفاده می‌شود.

deformation: تغییراتی است که در شکل جسم بر اثر اعمال نیرو بوجود می‌آید. این تغییرات معمولاً در منطقه پلاستیک وایر قابل انجام است.

Resilience : الاستیسیته یک جسم یا مقاومت یک جسم در مقابل تغییرات دائمی می‌باشد که در منطقه الاستیک وایر قابل انجام است. بعضی از مؤلفین الاستیسیته را فنریت یا springness می‌نامند.

## ۱۰ / اصول بایومکانیک ناندا در دستگاههای ارتودنسی

مقاومت خم شدن وایر در مقابل نیرو نامیده می‌شود، به عبارت دیگر stiffness رابطه معکوس با فتریت springness دارد.

عبارت است از حدی که یک جسم می‌تواند کشش پیدا کند بدون اینکه دچار شکستگی شود. Ductility بر عکس شکنندگی Brittleness است.

مقاومت یک جسم در مقابل شکستگی می‌باشد. Tensile strength

تمام اجسام دارای مرکز ثقل center of mass هستند. مرکز ثقل نقطه‌ای است که اگر نیرویی از آن بگذرد، جسم در فضا بصورت تنه‌ای یا انتقالی بدون هیچگونه چرخش حرکت می‌نماید به عبارت دیگر می‌توان گفت مرکز ثقل جسم در حالت استقرار بعنوان نقطه تعادل یا balance point جسم می‌باشد شکل ۱-۱ مرکز ثقل جسم آزاد را نشان می‌دهد.



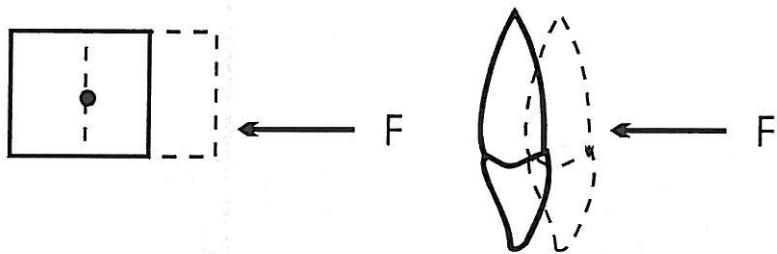
شکل ۱-۱ : در این شکل مرکز ثقل یک جسم آزاد مشاهده می‌شود

مرکز ثقل دندان را، می‌توان با فرمولهای ریاضی محاسبه کرد، ولی چون دندان به عنوان یک جسم مستقل محسوب نمی‌شود و در فضای پریوپریونتال قرار می‌گیرد، لذا در نظرگرفتن مرکز ثقل به تنهایی در حرکتهای ارتودنسی صحیح نمی‌باشد. مرکز ثقل جسم در مکانیک بعنوان mechanical axis معرفی می‌شود و در نتیجه مقاومت بافت‌های نگهدارنده دندان biological axis نامیده می‌شود. در آیند این دو محور بعنوان مرکز مقاومت دندان نامیده می‌شود. محور مقاومت بیولوژیکی یا biological axis بستگی به عوامل زیادی از جمله وسعت فضای پریوپریونتال، المانهای سلولی موجود در PDL، کشش لیگامانهای پریوپریونتال، فشار مایع بین بافتی و تراکم استخوان دارد. دندانی که توسط بافت پریوپریونتال نگهداری می‌شود بعنوان جسم آزاد تلقی نمی‌گردد. برای اجسامی که آزاد نیستند مرکز مقاومت به مرکز ثقل شباهت دارد. مرکز مقاومت برای اجسامی که آزاد نیستند همان نقطه تعادل یا balance point است.

### اثر نیروها روی اجسام

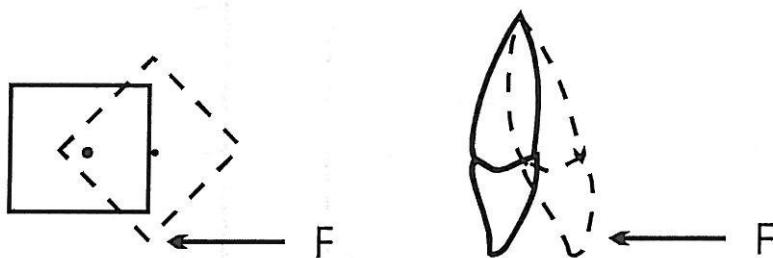
۱- اگر نیرو روی یک جسم اثر نماید و این نیرو از مرکز جسم عبور کند حرکت انتقالی بوجود خواهد آمد یعنی جسم با حفظ موقعیت فضایی خود در جهت نیرو حرکت می‌کند که به آن حرکت تنه‌ای، انتقالی translatory می‌گویند. این حرکت در درمانهای ارتودنسی، حرکتی ایده‌آل می‌باشد.

۲- اگر یک نیرو روی یک جسم اثر نماید و این نیرو از مرکز جسم اثر نکند جسم مذکور حرکتی خواهد داشت که همراه با چرخش حول مرکز مقاومت می‌باشد این حرکت، چرخشی انتقالی نام دارد و به آن rotational movement می‌گویند. در درمانهای ارتودنسی معمولاً نیروهای ارتودنسی قادر نیستند از مرکز مقاومت دندان بگذرند لذا بیشتر حرکات دندان بصورت چرخشی، انتقالی می‌باشد که به آن tipping movement می‌گویند. البته باید دانست که با ایجاد تغییراتی در دستگاههای ارتودنسی و استفاده از تکنیکهای مخصوص حرکات tipping تاج و ریشه، در نهایت حرکت دندان بصورت bodily در می‌آید.



شکل ۱-۲: در این شکل حرکت انتقالی مشاهده می‌شود

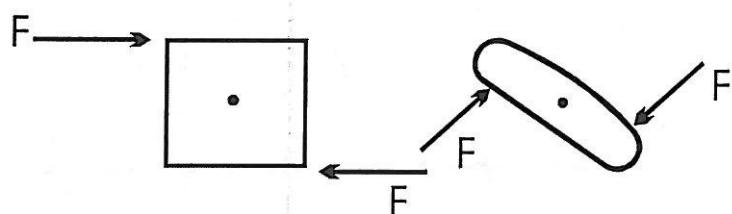
در ارتدنسی نیروها بیشتر روی تاج دندان اعمال می‌شوند زیرا دندان در داخل استخوان قرار می‌گیرد و اطراف آن را انساج نرم می‌پوشانند. پس قادر نیستیم نیرو را بر مرکز مقاومت جسم وارد کنیم.



شکل ۱-۳: در این شکل حرکت چرخشی انتقالی مشاهده می‌شود

### ۳- حرکت چرخشی خالص pure rotation

اگر دو نیروی مزدوج مساوی در جهت مخالف با فاصله یکسان از مرکز مقاومت جسم اثر نماید باعث حرکت چرخشی جسم حول محور خود بدون حرکت انتقالی می‌گردد. این چرخش توسط دو نیرو که مقدار گشتاور moment مساوی دارند و با هم موازی و دارای فاصله مساوی از مرکز نقل هستند ولی برخلاف جهت همدیگر روی اجسام اعمال می‌شوند، به وجود می‌آید به این سیستم نیرو couple می‌گویند. این نیرو در ارتدنسی زیاد بکار می‌رود.

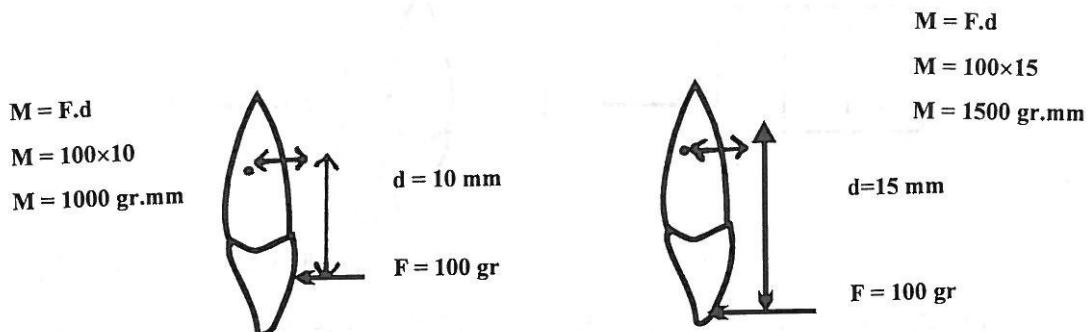


شکل ۱-۴: در این شکل حرکت چرخشی خالص مشاهده می‌شود.

### گشتاور یا moment

گشتاور عبارت است از تمایل یک نیرو برای ایجاد یک حرکت چرخشی انتقالی در حول یک جسم. مقدار گشتاور برابر با حاصلضرب فاصله محل اثر نیرو تا مرکز مقاومت، در مقدار نیرو می‌باشد. واحد گشتاور گرم. میلیمتر یا نیوتون . میلیمتر می‌باشد. از لحاظ ریاضی گشتاور بصورت  $M = F \cdot d$  بدست می‌آید.

## ۱۲ / اصول بایومکانیک ناندا در دستگاههای ارتدنسی

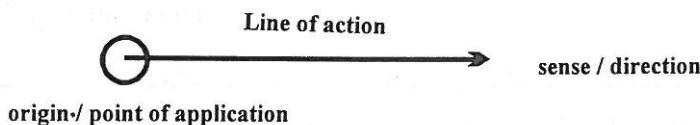


شکل ۵-۱: در این شکل نحوه محاسبه گشتاور مشاهده می‌شود.

با توجه به مثالهای بالا هر چه فاصله از مرکز مقاومت بیشتر می‌شود نیروی کمتری برای ایجاد Tipping مورد نیاز خواهد بود.

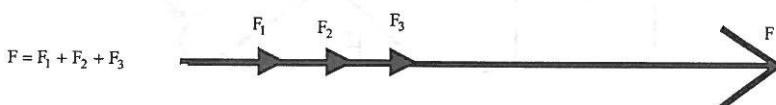
در ارتدنسی دندان توسط نیرو حرکت می‌کند و نیرو برابر با حاصلضرب جرم در شتاب است  $F=m \cdot a$ ، واحدهای نیرو برابر نیوتن یا گرم میلیمتر بر مجدور ثانیه است. چون از نظر کلینیکی مقدار شتاب  $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  نسبت به اندازه نیرو ناچیز است. در کلینیک گرم بجای نیوتن بکار می‌رود.

نیرو به صورت بردار است و با خصوصیات بردارها معرفی می‌گردد. کمیتهای بردار با داشتن مقدار نیرو و جهت نیرو (magnitude) و جهت نیرو (direction) مشخص می‌گردند.



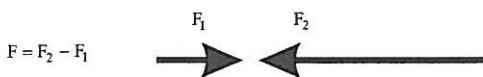
شکل ۶-۱: این شکل یک بردار نیرو را، نشان می‌دهد.

مقدار نیرو توسط اندازه بردار تعیین می‌شود. جهت بردار با جهت اثر sense line of action راستا مبدأ نیرو و محل اثر نیرو point of origin و point of application متفاوتی است. نیروهای ارتدنسی به روش‌های مختلفی می‌باشند. چندین بردار نیرو در یک مسیر از طریق جمع ریاضی به یک بردار نیرو تبدیل می‌شوند (شکل ۷-۱). بردارها می‌توانند با قرار دادن مبدأ یک بردار در انتهایی بردار دیگر در صورتی که خط اثر آنها (از نظر طول و جهت) حفظ شده باشد، با یکدیگر جمع شوند.



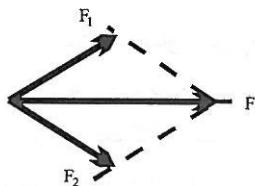
شکل ۷-۱: جمع ساده بردارها در صورتیکه جهت آنها یکسان باشد.

در مواردی که جهت بردار نیروها مخالف همدیگر باشند و در یک راستا قرار داشته باشند محصله نیرو از طریق جمع ریاضی بدست می‌آید.

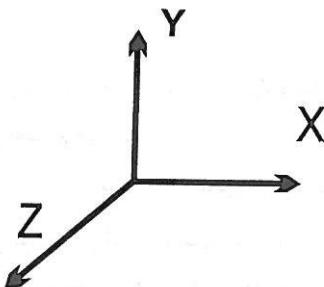


شکل ۱-۸: جمع ساده بردارها در حالیکه جهت آنها مخالف یکدیگر باشد.

در مواردی که بردار نیروها در یک جهت نباشد جمع ساده کمیت بردارها از لحاظ ریاضی غیر ممکن است. حاصل جمع دو یا چند بردار به نام محصله نیرو یا Resultant force نامیده می‌شود. محصله این نیروها از طریق محاسبه مثلثاتی بدست می‌آید.



شکل ۱-۹: در این شکل دو بردار که از نظر راستا و جهت مختلف قرار دارند مشاهده می‌شود. بردارها می‌توانند به مولفه‌هایی تجزیه شوند. تقسیم نیروها به مولفه‌ها در سه بعد فضایی X.Y.Z امکان پذیر است (شکل ۱-۱۰).



شکل ۱-۱۰: در این شکل سه مولفه X, Y, Z مشاهده می‌شود.

از نظر کلینیکی تشخیص مولفه‌های افقی، عمودی و عرضی نیرو باعث پیش بینی بهتر مسیر حرکت دندان می‌گردد. برای به دست آوردن مقادیر مولفه‌های بردار، محاسبات مثلثاتی بکار برده شود.

## انواع نیروها

### ۱- نیروی continuous

نیرویی است که بطور مداوم و پیوسته روی جسم وارد می‌شود. وقتی مقدار نیروی مداوم برابر نیروی اصطکاک باشد، اگر جسم دارای حرکت یکنواخت باشد به حرکت یکنواخت و با سرعت ثابت ادامه می‌دهد و اگر جسم ساکن است به حالت سکون خود باقی می‌ماند. در درمانهای ارتودنسی، نیروی مداوم با توجه به شرایط متعدد باعث حرکت یکنواخت نمی‌شود. در دستگاههای ارتودنسی برای ایجاد نیروی مداوم، دستگاه باید در مدت کوتاهی مرتبا فعال شود. استفاده از coil spring که بطور مرتب در فواصل زمانی مشخص فعال گردد، نیروی مداوم تولید می‌کند.

## ۲- نیروی interrupted

نیروی interrupted نیرویی است که در زمان کوتاهی به صفر برسد. این نیرو اگر بر جسم وارد شود و جسم متحرک دارای اصطکاک باشد سرعت جسم بتدریج کاهش یافته و به صفر می‌رسد و در مورد جسم ساکن در صورتیکه میزان نیروی وارد کمتر از اصطکاک باشد، جسم حرکت نخواهد داشت. در درمانهای ارتودونتی نیروی interrupted نیرویی است که بعد از مدت کوتاهی به صفر می‌رسد. استفاده از elastic thread یا chain elastic مثالهایی از این نوع نیرو می‌باشد.

## ۳- نیروی intermittent

نیروی intermittent نیرویی است که به فواصل زمانی متفاوت بر روی جسم اعمال می‌شود. اگر جسم دارای اصطکاک، در حال حرکت باشد با توجه به میزان نیرو می‌تواند درجهت نگهداری سرعت اولیه یا افزایش سرعت جسم موثر باشد و اگر جسم ساکن باشد و نیرو کمتر از میزان اصطکاک باشد، جسم حرکت نمی‌کند و اگر بیشتر از میزان اصطکاک باشد، جسم حرکت شتابدار خواهد داشت. در درمانهای ارتودونتی با توجه به شرایط متفاوت دندانها در مقایسه با اجسام عادی، این حرکت از پیچیدگی خاصی برخودار است. استفاده از دستگاههای متحرک به عنوان نیروی intermittent محسوب می‌شود.

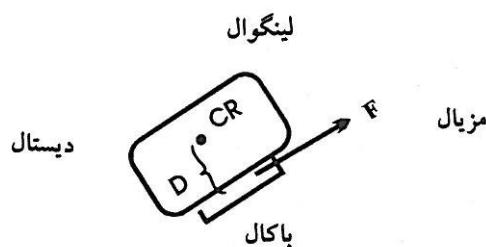
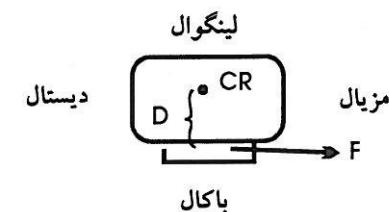
## سیستم نیروها

اثر نیروها در درمانهای ارتودونتی بر اساس مقدار، محل اثر، جهت اثر، مبدأ نیرو و الگوی رشدی بیمار متفاوت است. سیستم نیروها در ارتودونتی به دستجات زیر تقسیم می‌شود.

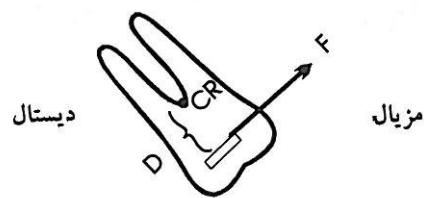
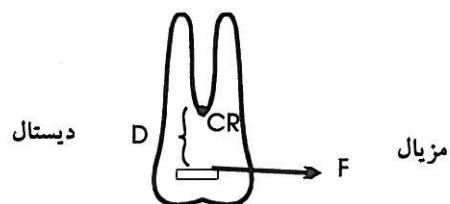
**۱- CII mechanic**: این نوع نیرو عبارت است از نیرویی که محل اثر و مبدأ نیرو در یک فک می‌باشد به این نوع نیرو intramaxillary force یا درون فکی می‌گویند. در این سیستم، مبدأ نیرو از یک یا تعدادی از دندانهای یک فک می‌باشد که به منظور جابجایی یک یا چند دندان دیگر در همان فک بکار می‌رود.

یک مثال برای این نوع نیرو، حرکت دندان کانین به طرف دیستال با استفاده از دندانهای خلفی بعنوان تکیه‌گاه می‌باشد. این نیرو می‌تواند توسط کش، فنر، سیم، مگنت یا پیچ ارتودونتی ایجاد شود. مولفه‌های این نیرو باید مورد توجه قرار گیرد تا از ایجاد عوارض جانبی جلوگیری شود. به علت اینکه نیروی افقی CII مکانیک نسبت به مرکز مقاومت دندان دور است، به دو مولفه تقسیم می‌شود. این دو مولفه درجهت افقی و عمودی است. وقتی بر روی دندان مولر نیروی مزیالی وارد می‌شود مولفه افقی باعث حرکت دندان به سمت لینگوال می‌شود. چون نیروی افقی از مرکز مقاومت نمی‌گذارد باعث ایجاد گشتاور می‌شود که این گشتاور باعث چرخش ناحیه مزیال دندانهای خلفی به سمت لینگوال می‌شود. این گشتاور برابر با مقدار نیرو در فاصله تیوب باکال تا مرکز مقاومت دندان می‌باشد. در درمانهای ارتودونتی برای جلوگیری از ایجاد این عارضه خمی در واپر تعییه می‌شود که toe-in نامیده می‌شود به شکل ۱-۱۱ مراجعه شود.

از آنجایی که درجهت عمودی نیروی وارد نسبت به مرکز مقاومت در موقعیت اکلوزال واقع می‌شود باعث ایجاد گشتاوری می‌گردد. این گشتاور باعث حرکت چرخشی انتقالی یا tipping دندان درجهت مزیال می‌شود. برای جلوگیری از این عارضه باید بر روی دندانهای خلفی از tip back استفاده شود. به شکل ۱-۱۲ مراجعه شود.



شکل ۱-۱۱: به علت اینکه نیروی C1II از مرکز مقاومت دندان در جهت افقی، نمی‌گذارد دندان دچار حرکت چرخشی انتقالی (tipping) می‌شود.



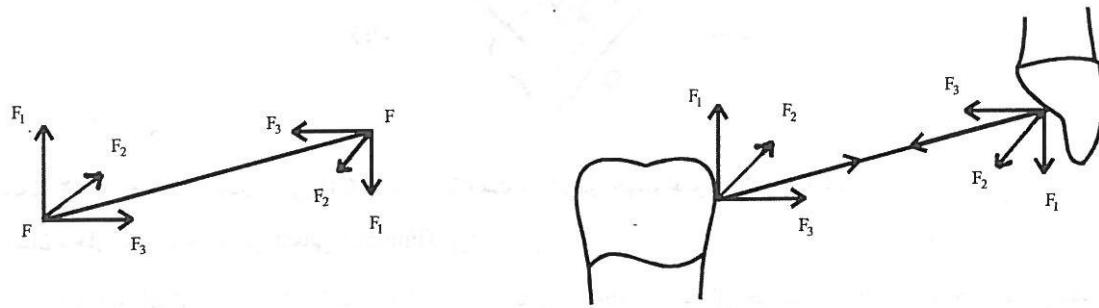
شکل ۱-۱۲: به علت اینکه نیروی C1II از مرکز مقاومت دندان در جهت عمودی نمی‌گذارد، دندان دچار حرکت چرخشی انتقالی (tipping) می‌شود.

موارد فوق الذکر برای حالاتی است که قرار است دندانهای خلفی به مزیال حرکت کنند. اگر متخصص ارتودنسی بخواهد دندانهای قدامی را به عقب ببرد. مطالب گفته شده معکوس خواهد شد. بطوریکه در جهت عرضی دندانهای قدامی تحت تأثیر نیروی C1II مکانیک که از دندانهای خلفی وارد شده باشد به سمت in anti rotational bend که برای جلوگیری از این عارضه باید در دندانهای قدامی تعبیه شود و در جهت عمودی حرکت چرخشی انتقالی در دندانهای قدامی بصورت distal tipping خواهد بود که باستی با اضافه کردن tip forward خنثی گردد.

## C1II mechanic -۲

این نیرو عبارت است از نیرویی که از یک طرف به قسمت قدام فک بالا و از طرف دیگر به قسمت خلفی فک پایین متصل می‌شود. به این نیرو intermaxillary force یا بین فکی می‌گویند. این نیرو می‌تواند برای حرکت دندانهای قدامی فک بالا بطرف دیستال با استفاده از دندانهای خلفی فک پایین به عنوان تکیه‌گاه بکار برده شود. این نیرو می‌تواند

توسط کش، فنر، مگنت و یا دستگاه Herbst بوجود آید. این نیرو دارای سه مولفه است که در جهت افقی، عمودی، عرضی عمل می‌نماید. مولفه افقی نیروی C1III مکانیک در دو جهت مورد بررسی قرار می‌گیرد یکی در جهت افقی و دیگری در جهت عمودی است. از نظر جهت افقی به علت اینکه نیروی افقی بر روی دندان مولر، دور از مرکز مقاومت عبور می‌نماید باعث چرخش دندان به صورت in-lingual می‌شود. برای جلوگیری از این عارضه باید در وایر toe-in قرار داد و در جهت عمودی باعث حرکت چرخشی انتقالی مولر در جهت مزیال mesial tipping می‌شود که برای جلوگیری از این عارضه باید بر روی دندان مولر tip back گذاشت. مولفه عمودی نیروی C1III مکانیک در دندان مولر به علت اینکه دور از مرکز مقاومت عبور می‌کند باعث حرکت دندان به طرف لینگوال می‌شود و در جهت تشدید عارضه C1III مولفه افقی عمل می‌نماید. برای جلوگیری از این عارضه باید وایرا expand کرد. مولفه عمودی in-lingual مکانیک بسیار قدرتمند است. این مولفه باعث extrusion می‌گردد، لینگوالی می‌شود بنابراین عارضه جانبی این جهت باکال می‌گردد در نتیجه دندانی که بدین صورت extrude می‌گردد، لینگوالی می‌شود بنابراین عارضه جانبی این مولفه باعث حرکت دندان مولر در جهت لینگوال می‌شود و عارضه مولفه افقی در جهت افقی باعث می‌شود که دندان مولر in-lingual شود و در جهت لینگوال بچرخد (مولفه افقی در دو جهت افقی و عمودی مورد بررسی قرار می‌گیرد) بنابراین در C1II مکانیک، لینگوالی شدن دندان یکی از عوارض جانبی است پس بر خلاف گفته بعضی از محققین، ضرورت دارد که وایر در فک پایین در هنگام استفاده از C1II مکانیک expand گردد. مولفه عرضی C1III مکانیک از عوارض جانبی مولفه افقی و عمودی C1III مکانیک بدست می‌آید. بطور خلاصه مولفه افقی C1II مکانیک باعث دو نوع حرکت می‌شود یکی در جهت مزیودیستال که در دندانهای قدامی باعث distal tipping و در دندانهای خلفی باعث mesial tipping می‌شود و دیگری در جهت عرضی است که باعث لینگوالی شدن دندان مولر می‌گردد. به عبارت دیگر منجر به mesial-in شدن دندانهای خلفی و distal-in شدن دندانهای قدامی می‌گردد. مولفه عمودی باعث دو نوع حرکت می‌شود یکی در جهت extrusion و دیگری در جهت lingual-in می‌باشد شکل ۱۳-۱ نمای شماتیک C1III مکانیک را، نشان می‌دهد. اگر چه صرفاً مخصوص درمان مال اکلوزن C1III نمی‌باشد بلکه در موارد دیگر بر اساس نیازهای بیمار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

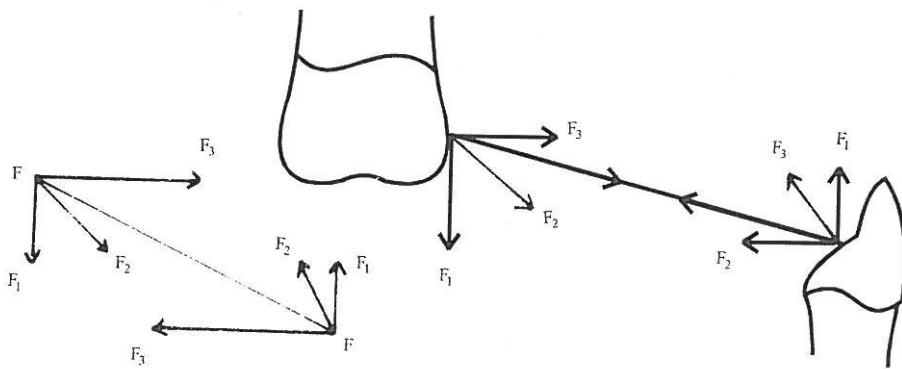


شکل ۱۳-۱: نمای شماتیک C1III مکانیک مشاهده می‌شود. نیروی  $F$  به ۳ مولفه تقسیم می‌شود  $F_1$  در جهت عمودی،  $F_3$  در جهت افقی و  $F_2$  در جهت عرضی می‌باشد.

### مکانیک C1III

این نیرو عبارت است از نیرویی که از یک طرف به قسمت عقب فک بالا و از طرف دیگر به قسمت جلوی فک پایین متصل می‌شود. با توجه به اینکه مبدأ و محل اثر در C1III مکانیک برعکس C1III مکانیک است، بنابراین تمام مطالب

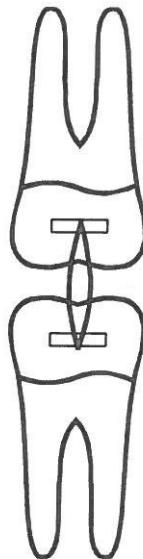
ذکر شده برای CIII مکانیک مانند CIIII مکانیک است ولی در جهت مخالف می‌باشد. شکل ۱-۱۴ نمای شماتیک CIII مکانیک را نشان می‌دهد.



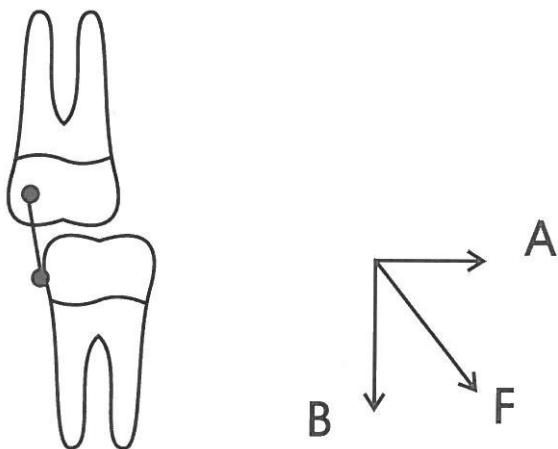
شکل ۱-۱۴ : در این شکل نمای شکایتیک CIII مکانیک مشاهده می‌شود نیروی  $F$  به ۳ مولفه تقسیم می‌شود،  $F_1$  در جهت عمودی،  $F_3$  در جهت افقی،  $F_2$  در جهت عرضی می‌باشد.

### CIII مکانیک

این نیرو بصورت عمودی از یک فک به فک دیگر متصل می‌شود و می‌تواند در ناحیه قدامی و خلفی بکار بردشود. معمولاً CIIII مکانیک از تیوب باکال مولراول فک بالا به تیوب باکال مولر اول فک پایین متصل می‌شود. این نیرو می‌تواند توسط کش، فتر و مگنت ایجاد گردد. مولفه‌های این نیرو باید مورد توجه قرار گیرد تا از ایجاد عوارض جانبی جلوگیری شود. این نیرو دارای دو مولفه است که در جهت عمودی و عرضی اثر می‌نماید. در شکل ۱-۱۴ نمای شماتیک CIIII مکانیک مشاهده می‌شود. اتصال الاستیک در ناحیه مزیوباکال، دیستوباکال و یا کل ناحیه باکال می‌تواند باعث ایجاد انواع متفاوتی از حرکات جانبی گردد. به فرض اینکه اتصال الاستیک بطور عمودی از ناحیه باکال یا به عبارت دیگر در امتداد مرکز مقاومت هر دو دندان عبور نماید دو مولفه عمودی و عرضی ایجاد می‌شود. CIII مکانیک دارای مولفه عمودی است که باعث extrusion دندان می‌شود، چون نیرو از مرکز مقاومت دندان نمی‌گذرد در نتیجه دندانی که بدین صورت extrude می‌شود، به سمت لینگوال می‌چرخد در شکل ۱-۱۵ نمای شماتیک CIIII مکانیک مشاهده می‌شود.



شکل ۱-۱۵: در این شکل مولفه عمودی C1III مکانیک مشاهده می‌شود.



شکل ۱-۱۶: در این شکل نمای شماتیک C1III مکانیک مشاهده می‌شود. نیروی F به ۲ مولفه تقسیم می‌شود،  $F_1$  در جهت عرضی و  $F_2$  در جهت عمودی می‌باشد.

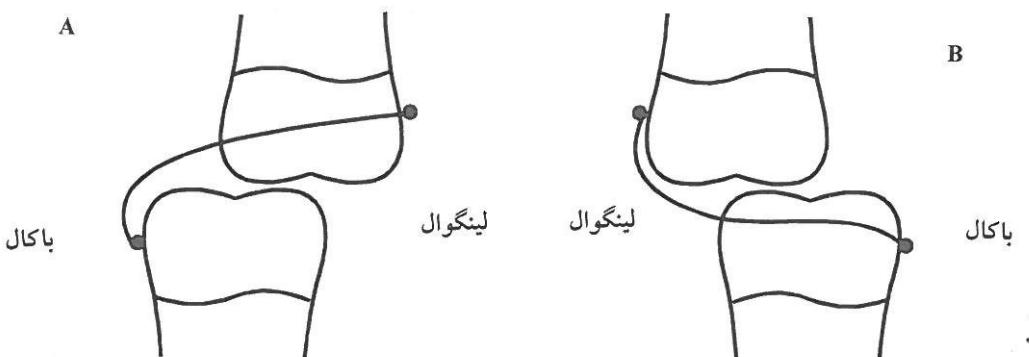
مولفه دیگر C1III مکانیک، مولفه عرضی است: در صورتی که کش از تیوب باکال مولر اول بالا و پایین به هم متصل شوند، مولفه عرضی باعث حرکت دندان به سمت لینگوال می‌گردد. همانطور که در شکل ۱-۱۵ مشاهده می‌شود نیروی C1III مکانیک به F نشان داده شده است که به دو مولفه عمودی ( $F_1$ ) و عرضی ( $F_2$ ) تقسیم می‌گردد مولفه عرضی C1III مکانیک باعث لینگوالی شدن تاج می‌شود و مولفه عمودی باعث extrusion دندان می‌شود. دندانی که extrude می‌شود لینگوالی نیز می‌گردد بنابراین حرکت لینگوالی در C1III مکانیک بسیار زیاد است.

در صورتیکه C1III مکانیک از لینگوال یک فک به لینگوال فک دیگر وصل شود، مولفه عرضی عکس حالت فوق می‌باشد.

در صورتیکه C1III مکانیک از سطح لینگوال دندان در یک فک به سطح باکال دندان در فک دیگر، وصل شود (اصطلاحاً کراس مکانیک گفته می‌شود) مولفه‌های عرضی در فک بالا و پایین در خلاف جهت همدیگر خواهد بود. مولفه‌های عمودی باعث extrusion دندان می‌گردد.

در شکل ۱-۱۷ نمای شماتیک کراس الاستیک مشاهده می‌شود. در تصویر A-۱۷ مولر فک بالا نه تنها می‌گردد بلکه باکالی هم می‌شود. علت باکالی شدن مولر به دو دلیل است یکی اینکه چون نیرو از مرکز مقاومت نمی‌گذرد و از سمت لینگوال دندان می‌گذرد، هنگامی که سمت لینگوال مولر extrude شود، مولر باکالی می‌گردد. دلیل دیگر این است که مولفه عرضی باعث باکالی شدن مولر فک بالا می‌گردد.

مولر پایین در شکل A-۱۷ به دو دلیل لینگوالی می‌شود. اولاً نیروی extrusion چون از ناحیه باکال وارد می‌شود و دور از مرکز مقاومت است دندان لینگوالی می‌شود. مولفه عرضی این نیرو هم، باعث لینگوال شدن تاج مولر پایین می‌گردد. تمام مطلب ذکر شده در مورد شکل B-۱۷ در جهت مخالف صادق است. با توجه به سیستم نیروهای گفته شده، تنوع بسیار زیادی وجود دارد که بر اساس نوع مال اکلوژن، اهداف مورد نظر، میزان تکیه گاه، شرایط پریودنتال می‌توان از چند نوع سیستم نیرو بطور همزمان استفاده کرد. به CIII مکانیک اصطلاحاً vertical mechanic نیز گفته می‌شود.



شکل ۱-۱۷: در این شکل نمای شماتیک کراس الاستیک مشاهده می‌شود.

### تکیه گاه یا Anchorage

بعد از تعاریف مختصر در مورد نیروهای ارتودنسی لازم است در مورد تکیه گاه صحبت بعمل آید. این اصطلاح در ارتودنسی به معنی خنثی کردن عکس العمل نیروها می‌باشد. هر دستگاه ارتودنسی دارای یک قسمت فعال است که عمل ایجاد می‌کند این عمل دارای عکس العمل می‌باشد که در مقابل این عکس العمل باید مقاومت کافی وجود داشته باشد تا حرکات ارتودنسی نامطلوب بوجود نیاید. درمان ارتودنسی زمانی موفقت آمیز می‌باشد که قسمت فعال بتواند هدفهای درمان را ایجاد نماید بدون اینکه عکس العمل نامطلوب روی قسمتها را دیگر دندانی فکی بگذارد. anchorage بر حسب موقعیت، وضعیت و روش استفاده به دو مجموعه بزرگ تقسیم می‌شود:

#### ۱- تکیه گاه داخل دهانی intra oral anchorage

در این نوع تکیه گاه از دندانها و بافت اطراف آنها به عنوان تکیه گاه استفاده می‌شود. این نوع تکیه گاه به دو دسته تقسیم می‌شود.

##### (الف) intra maxillary anchorage یا تکیه گاه تک فکی یا درون فکی

در این نوع تکیه‌گاه از یک یا مجموعه‌ای از دندانها و انساج نگهدارنده یک فک برای به حرکت در آوردن یک یا مجموعه‌ای از دندانهای همان فک استفاده می‌شود و در چند حالت دیده می‌شود.

#### ۱- **simple anchorage-A** یا تکیه‌گاه ساده

در صورتی که بر اثر عکس‌العمل نیروهای ارتودنسی، این نوع تکیه‌گاه جابجا شود، جابجایی آن به صورت tipping خواهد بود این نوع تکیه‌گاه می‌تواند به صورتهای زیر باشد.

#### ۱- **A-1** : *single anchorage* یا تکیه‌گاه یک دندانی

این نوع تکیه‌گاه شامل یک دندان برای جابجایی یک یا مجموعه‌ای از دندانها در نظر گرفته می‌شود. این نوع تکیه‌گاه بندرت در درمانهای ارتودنسی به کار می‌رود معمولاً در ارتودنسی تکیه‌گاه به صورت مجموعه‌ای یا گروهی در نظر گرفته می‌شود.

#### ۲- **A-2** : *Multiple anchorage* یا تکیه‌گاه چند دندانی

این نوع تکیه‌گاه شامل مجموعه‌ای از دندانها می‌باشد که برای جابجایی یک یا تعدادی از دندانها استفاده می‌شود.

#### ۳- **A-3** : *reinforced anchorage* یا تکیه‌گاه تقویت شده

این نوع تکیه‌گاه توسط انواع دیگر تکیه‌گاهها تقویت می‌شود. تقویت یک تکیه‌گاه می‌تواند بصورت داخل دهانی یا خارج دهانی انجام گیرد.

#### ۴- **A-4** : *reciprocal anchorage* یا تکیه‌گاه دو طرفه

این نوع تکیه‌گاه، مطلوبترین نوع می‌باشد. بطوریکه در استفاده از این تکیه‌گاه هم دندانهای مورد نظر و هم تکیه‌گاه باید جابجا شوند تا هدف درمان تأمین گردد. معمولاً در تکیه‌گاههای intra maxillary CII نیروهای ارتودنسی، در طبقه mechanic قرار می‌گیرند. به عنوان مثال زمانی که دیاستمی بین سانترال‌ها وجود دارد برای حرکت دندان سانترال راست به سمت مزیال، دندان سانترال چپ باید به عنوان تکیه‌گاه عمل نامید. و بر عکس برای حرکت دندان سانترال چپ به سمت مزیال، دندان سانترال راست باید به عنوان تکیه‌گاه باشد به عبارت دیگر هر دو دندان هم، به عنوان تکیه‌گاه می‌باشند و هم به عنوان دندانی که باید جابجا شوند.

#### **B- *Stationary anchorage* یا تکیه‌گاه ایستگاهی**

در صورتی که بر اثر عکس‌العمل نیروهای ارتودنسی، این نوع تکیه‌گاه جابجا شود، جابجایی آن بصورت انتقالی یا خواهد بود. این نوع تکیه‌گاه مانند تکیه‌گاه ساده به صورتهای reciprocal, multiple, single و یا bodily می‌تواند تقسیم گردد. از نظر عملی تکیه‌گاه مطلق وجود ندارد. زیرا در سیستم بیولوژیکی هر قدر نیروها ضعیفتر باشند باز هم مقداری جابجایی و تغییرات بافتی و استخوانی وجود دارد.

#### **B- *intermaxillary anchorage* یا تکیه‌گاه بین فکی**

در این نوع تکیه‌گاه دندانهای یک فک برای جابجایی، و یا تقویت تکیه‌گاه دندانهای فک دیگر بکار می‌رond. این نوع تکیه‌گاه در موارد زیر دیده می‌شود.

۱- زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که overjet CIII mechanic برای کاهش خلفی فک پایین جهت بستن فضاهای بوجود آمده بر اثر از دست دادن و یا extraction بکار گرفته شود.

- زمانی که C1III mechanic برای درمان موقعیت دندانهای قدامی پایین و یا به حرکت در آوردن دندانهای خلفی بالا بطرف جلو بکار رود.
- زمانی که cross mechanic برای اصلاح و درمان کراس بایتهای خلفی بکار بردہ می‌شود.
- زمانی که vertical mechanic برای افزایش ارتفاع صورت بکار می‌رود.
- در هر یک از انواع فوق تکیه‌گاه می‌توانند بصورت reciprocal ، multiple ، single ، reinforced باشد.

## ۲- تکیه گاههای خارج دهانی extra oral anchorage

### A- هدگیر Head gear

سر یا پشت گردن بعنوان تکیه‌گاه برای درمان جلو آمدگی فک بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد. نیروی کششی از طرف بازوی خارجی یا outer bow به بازوی داخلی یا inner bow منتقل گشته و از طریق بازوی داخلی به دندانها و از طریق دندانها به مجموعه دندانی فکی انتقال می‌یابد. بر حسب اینکه نیرو نسبت به مرکز مقاومت دندان از چه فاصله‌ای عبور می‌کند، چندین حالت وجود دارد.

#### A<sub>1</sub> : High pull headgear

در اینجا، تکیه‌گاه از قسمتهای فوقانی جمجمه‌ای تأمین می‌شود. لذا جهت کشش نیرو از بالای مرکز مقاومت دندانهای مولر عبور می‌نماید. در نتیجه مولفه‌های این نیرو بصورت نیروهای دیستالی و نیروهای intrude کننده خواهد بود. این نوع هدگیر بیشتر در ناهنجاریهای open bite بکار می‌رود زیرا دارای نیروهای intrude کننده می‌باشد و باعث کم شدن ارتفاع صورت در ناحیه خلفی می‌گردد.

#### A<sub>2</sub> : straight pull headgear

در این نوع هدگیر، نیروهای ایجاد شده از مرکز مقاومت دندانهای مولر فک بالا و یا از مرکز مقاومت ماگزیلا عبور می‌نماید و دندانها و یا ماگزیلا را، به صورت bodily حرکت خواهد داد. طبیعتاً گشتاوری برای این نوع نیرو وجود ندارد. باید دانست در صورتیکه دندانهای مولر بطرف عقب حرکت نمایند ارتفاع عمودی قسمت خلفی حفره دهان زیاد می‌گردد که خود این امر، منجر به باز شدن بایت بیمار می‌گردد ولی وجود high cup مانع از باز شدن بایت می‌گردد.

#### A<sub>3</sub> : low pull head gear

در این نوع هدگیر، تکیه‌گاه از پشت گردن بیمار تأمین می‌شود. لذا جهت کشش نیروها در این نوع دستگاه از زیر مرکز مقاومت دندانهای مولر عبور می‌نماید در نتیجه مولفه این نیرو بصورت نیروهای دیستالی و نیروهای extrusion خواهد بود. این نوع هدگیر در موارد وجود overjet و ناهنجاریهای deep bite مطلوب می‌باشد.

تمام موارد ذکر شده تقریبی هستند و نمی‌توان آنها را بطور مطلق بکار برد. بنابراین بر اساس شرایط بیمار و نوع ناهنجاری تصمیم گرفته می‌شود که از کدام نوع هدگیر استفاده شود...

### B : chin cup

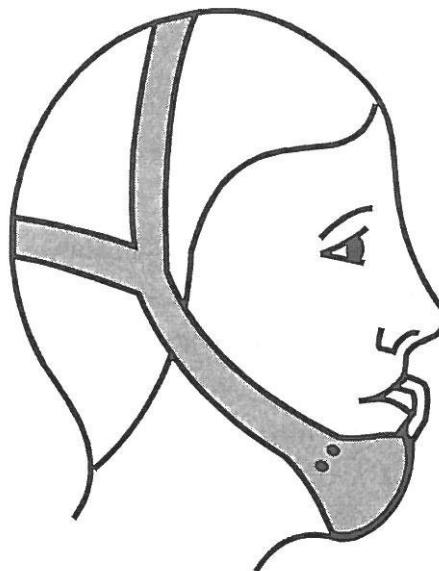
در این نوع تکیه‌گاه، از قسمتهای بالای جمجمه استفاده می‌شود و نیروهای کششی توسط دستگاههای ساخته شده به فک پایین منتقل می‌گردد. این نوع دستگاه می‌تواند در تغییر جهت رشد فک پایین مؤثر باشد. لذا در درمان بیماران C1III بر اساس شرایط مال اکلوزن و سن بیمار بکار بردہ می‌شود.

#### Reverse chin cup : C

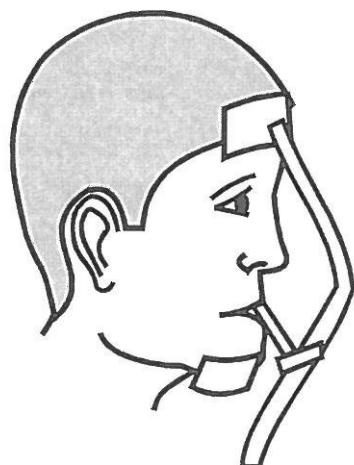
در این نوع تکیه‌گاه، از قسمتهای بالای جمجمه استفاده می‌شود و نیروهای کششی توسط دستگاههای ساخته شده به فک پایین منتقل می‌گردد. این نوع دستگاه می‌تواند در تغییر جهت رشد فک پایین و تسريع رشد فک بالا مؤثر باشد این دستگاه در بیمارانی که دارای Maxillary deficiency هستند کاربرد دارد لذا در درمان بیماران C1III بر اساس شرایط مال اکلوزن و سن بیمار بکار برده می‌شود در شکل ۱-۱۷ نمای شماتیک Reverse chin cup مشاهده می‌شود.

#### Face mask :D

در این نوع، تکیه‌گاه از ناحیه چانه و پیشانی بیمار تأمین می‌شود و نیروهای کششی باعث تسريع رشد فک بالا می‌گردد. این دستگاه در درمان بیماران C1III براساس شرایط مال اکلوزن و سن بیمار بکار برده می‌شود. این دستگاه در بیمارانی که دارای Maxillary deficiency هستند کاربرد دارد. عدم همکاری بیمار به علت ظاهر بزرگ دستگاه از مشکلات مهم بخصوص در بیمارانی که از عینک استفاده می‌کنند، است. در شکل ۱-۱۹ نمای شماتیک face mask مشاهده می‌شود.



شکل ۱-۱۸: در این بیمار، Reverse chin cup مشاهده می‌شود.



شکل ۱-۱۹ : در این بیمار، Face mask مشاهده می شود.

#### REFERENCES

1. Alphcus W Smith, John N Cooper, Elements of Physics, Eight edition, Mc Graw-Hill Book Company.
2. Joseph R Jarabak, James A Fizzell, Vol. 1, 2<sup>nd</sup> Edition, 1972, Technique and Treatment With Light Wire Edjewise Appliance, the C.V. Mosby Company.
3. Marcotte, Biomechanics in Orthodontics, B.C. Decker Inc., 1990.
4. Robert E Moyers, Handbook of Orthodontics, 4<sup>th</sup> Edition, Year Book Medical Publishers.