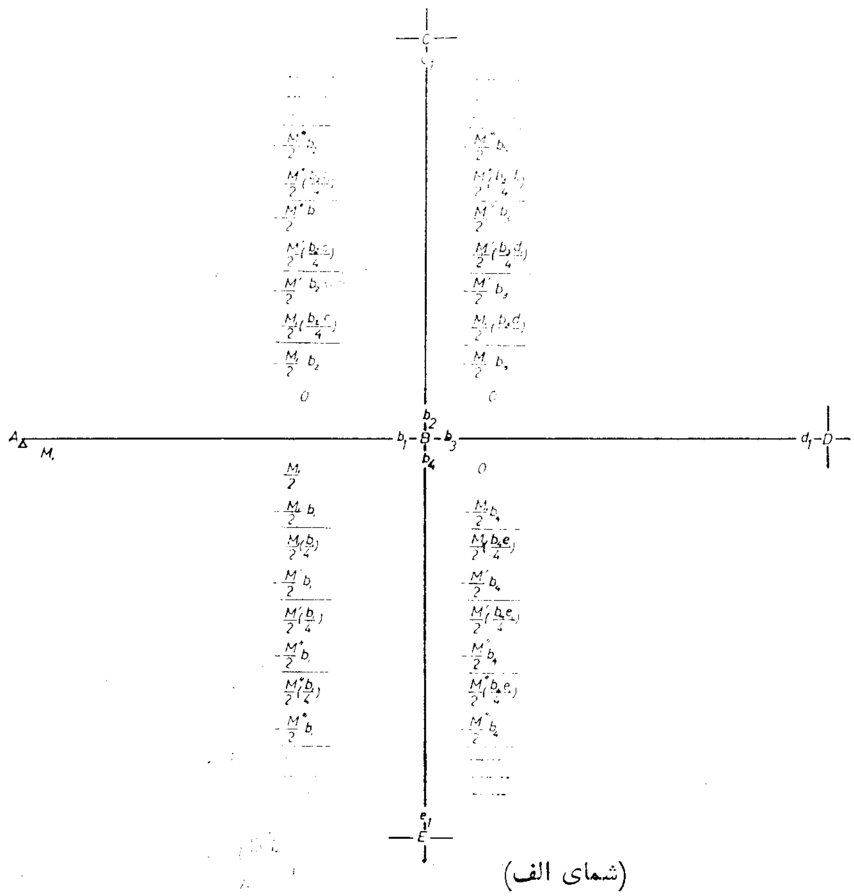
راه جدید در محاسبه‌ی قابهای هیپر استاتیک

از

مهندس جمشید حسیبی

دریک‌قاب هیپراستاتیک نسبت بخش لنگر ازیک گره به گره‌های دیگر قاب به مقدار لنگر بستگی ندارد . از این رو برای قاب مفروضی ضریب هائی وجود خواهد داشت که نتیجه‌ی نهائی پخش لنگرازگره معینی را درتمام قاب‌می‌توان با ضرب آن ضریب ها درلنگر وارد بدست آورد .



(شمای الف)

هدف مقاله‌ی زیر ارائه‌ی طریقه‌ای برای محاسبه‌ی این ضریب ها است وبابکاربردن رویه‌ی جدید علاوه براینکه احتمال اشتباه‌در محاسبه بسیار کم‌خواهدبود، دقت لازم‌نیز برای محاسبه‌ی‌قاب هائیکه در دو

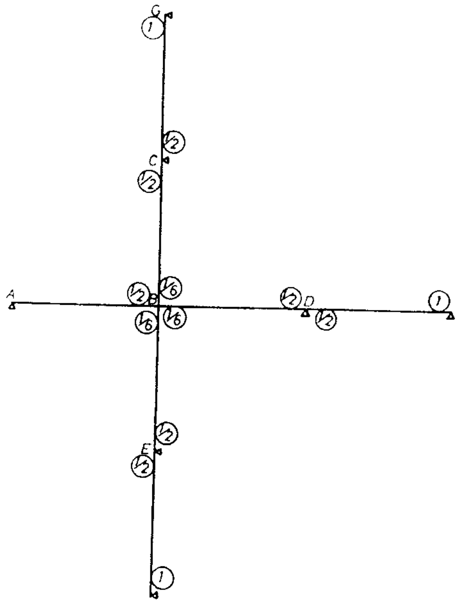
یا سه مرحله‌ی بارگزاری بررسی میشوند به‌مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدامیکند .

دریک قاب m د هنه و n طبقه گره غیر مشخص B را که به‌چهارگره A ، C ، D ، E منتهی میشود (شمای الف) درنظرگرفته وفرض میکنیم که ضلع AB درگره A مفصلی‌بوده‌و M_1 لنگر وارد به ضلع AB دراین نقطه باشد.

محاسبه‌ی ضریب‌های مورد بحث براین اصل متکی است که جمیع لنگرهای بازگشتی به نقطه‌ی B که ازگره‌های دورتر قاب ، ازراه‌گره‌های C ، D ، E به B برمیگردند از $\frac{1}{500}$ لنگر M_1 کمتر خواهد بود (اثبات این اصل درشماره‌ی[1] زیرمنعکس است)لذا اثرآن روی گره B قابل اغماض می‌باشد.

---

۱ ـ بسهولت ثابت میشود که لنگر بازگشتی‌ی سهم ضلعی معین که ازراه ضلع‌های دیگر بدومیرسد وقتی بزرگترین مقدار را خواهد داشت که ضریب پخش ضلع درآن گره برابر $\frac{1}{2}$ باشد. لذا شمای (ب) باضریب پخشهای داده‌شده موردبررسی‌قرار میگیرد. دراین درحالت اگر لنگر M_1 درنقطه‌ی A به‌ضلع AB وارد شود میتوان چنین‌نوشت.



(شمای ب)

لنگر از A به B $\frac{1}{2} \times M_1 +$ لنگر بالانس در B $\frac{1}{6} \times \frac{M_1}{2} -$

لنگر از B به C $\frac{1}{2} \times \frac{M_1}{12} -$ لنگر بالانس در C $\frac{1}{2} \times \frac{M_1}{24} +$

لنگر از C به G $\frac{1}{2} \times \frac{M_1}{48} +$ لنگر بالانس در G $1 \times \frac{M_1}{96} -$

لنگر از G به C $\frac{1}{2} \times \frac{M_1}{96} -$ لنگر بالانس در C $\frac{1}{2} \times \frac{M_1}{192} +$

باتوجه باصل فوق ، اگر b_1 ، b_2 ، b_3 ، b_4 ضریب پخش $\left(\lambda = \frac{\frac{I}{l}}{\Sigma \frac{I}{l}}\right)$ ضلع های BA ، BC ، BD ، BE درگره B و c_1 ، d_1 و e_1 ضریب پخش ضلع های CB ، DB و EB در گره های C ، D و E باشد ، پخش لنگر درضلع های گره B بطریقه‌ی کراس مطابق‌شمای (الف) خواهدبود . که درآن بافرض:

$$\frac{1}{4}(b_1+b_2c_1+b_3d_1+b_4e_1)=V \qquad (1)$$

مقدارهای M' ، M'' ، M''' و . . . عبارتهای اختصاری زیر را دارا میباشند :

$$M'=M_1v \ ، \ M''=M'v=M_1v^2 \ ، \ M'''=M''v=M_1v^3 \text{ و } \ldots \qquad (2)$$

طبق شمای (الف) ورابطه های (۲) لنگر ضلع BA درگره B بصورت زیر خواهد بود :

$$M_{BA}=\frac{M_1}{2}-\frac{M_1}{2}b_1+\frac{M_1}{2}\left(\frac{b_1}{4}\right)-\frac{M'}{2}b_1+\frac{M'}{2}\left(\frac{b_1}{4}\right)-\frac{M''}{2}b_1+\frac{M''}{2}\left(\frac{b_1}{4}\right)-\frac{M'''}{2}b_1+\frac{M'''}{2}\left(\frac{b_1}{4}\right)-\ldots=\frac{M_1}{2}\Big[1-b_1(1+v+v^2+v^3+\ldots)+\frac{b_1}{4}(1+v+v^2+v^3+\ldots)\Big]$$

دنباله پاورقی صفحه قبل

لنگر از C به B $\quad \frac{1}{2}\times\frac{M_1}{384}+$

لنگر بالانس درگره B $\begin{cases} \text{سهم ضلع BA} & \frac{1}{2}\times\frac{M_1}{768}- \\ \text{سهم هریک از ضلع‌های دیگر} & \frac{1}{6}\times\frac{M_1}{768}- \end{cases}$

نظرباینکه‌از ضلع های BDو BE نیز لنگرهائی بهمین میزان به‌ضلع های گره B میرسد درمحاسبه‌ی‌لنگر ضلع ها مقدارهای بدست‌آمده دربالا باید سه برابر شود .

سهم ضلع BA : $\quad -\frac{M_1}{1536}\times 3=-\frac{M_1}{512}$

و سهم ضلع های دیگر $\quad \frac{M_1}{768}-\frac{M_1\times 3}{768\times 6}=\frac{M_1}{1536}$

بنابراین حداکثر لنگرهای بازگشتی ازگره‌های دورتر از C ، D ، E روی ضلع های گره B از $\frac{1}{500}$ لنگر M_1 نیز کمتر است.

وبا توجه باینکه v کوچکتر از واحداست‌سری متقارب وجمع آن مساوی $\frac{1}{1-v}$ میباشد. درنتیجه :

$$M_{BA}=M_1\left[\frac{1}{2}-\frac{b_1}{2}\left(1-\frac{1}{4}\right)\frac{1}{1-v}\right] \qquad (3)$$

ولنگر ضلع BC درگره B مساویست با :

$$M_{BC}=-\frac{M_1}{2}b_2+\frac{M_1}{2}\left(\frac{b_2c_1}{4}\right)-\frac{M'}{2}b_2+\frac{M'}{2}\left(\frac{b_2c_1}{4}\right)-\frac{M''}{2}b_2+\frac{M''}{2}\left(\frac{b_2c_1}{4}\right)-$$

$$\frac{M'''}{2}b_2+\frac{M'''}{2}\left(\frac{b_2c_1}{4}\right)-\ldots=-M_1\left[\frac{b_2}{2}(1+v+v^2+v^3+\ldots)-\right.$$

$$\left.\frac{b_2c_1}{8}(1+v+v^2+v^3+\ldots)\right]$$

و بالاخره :

$$M_{BC}=-M_1\left[\frac{b_2}{2}\left(1-\frac{c_1}{4}\right)\frac{1}{1-v}\right] \qquad (4)$$

و برای ضلع های دیگر بطریقی مشابه چنین خواهیم داشت :

$$M_{BD}=-M_1\left[\frac{b_3}{2}\left(1-\frac{d_1}{4}\right)\frac{1}{1-v}\right] \qquad (5)$$

$$M_{BE}=-M_1\left[\frac{b_4}{2}\left(1-\frac{e_1}{4}\right)\frac{1}{1-v}\right] \qquad (6)$$

باتوجه باینکه‌ضریب های لنگر M_1 و رابطه‌های (۳) ، (٤) ، (٥) ، (٦) مقدارهائی ثابت هستند .
چهار رابطه‌ی فوق را میتوان بصورت :

$$M_{BA}=M_1K_1 \quad M_{BC}=M_1K_1' \quad M_{BD}=M_1K_2' \quad M_{BE}=MK_3'$$

نوشت که درآنها K_1 ، K_1' ، K_2' ، K_3' قابل محاسبه می‌باشند .

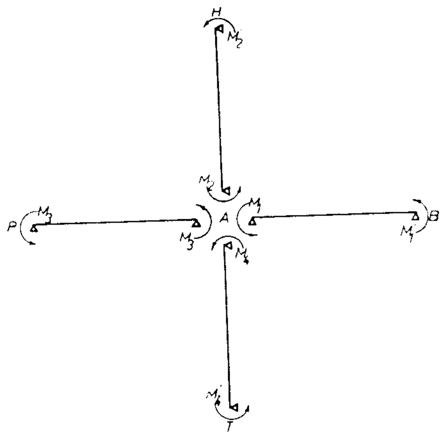
حال باید دانست که‌اگرلنگر نامتعادل M به‌گره A وارد شود سهم هریک‌از ضلع های منتهی‌به گره A چقدر میشود (شمای ج) .

اگر سهم هریک‌از ضلع های AB ، AH ، AP و AT از لنگر نامتعادل M مساوی M_1 ، M_2 ، M_3 و M_4 باشد (شمای د) . بنابرآنچه درپیش گذشت مقدار لنگر درانتهای ضلع های نامبرده بصورت :

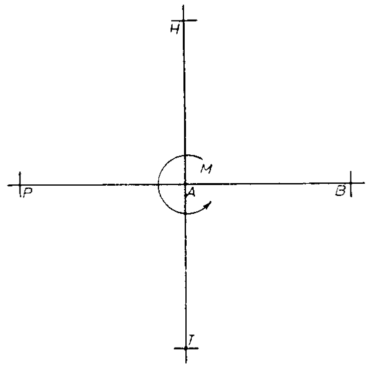
$$M_1'=M_1K_1 \text{ ، } M_2'=M_2K_2 \text{ ، } M_3'=M_3K_3 \text{ و } M_4'=M_4K_4$$

خواهد بود . چون بنا بفرض ضلع های‌منتهی به هرگره از جمله گره A پس از دوران دراثرلنگر نامتعادلM

تعییر زاویه‌ای نسبت‌بهم نمیدهند ، چهار معادله‌ی مستقل زیر نتیجه خواهند شد :



(شکل د)

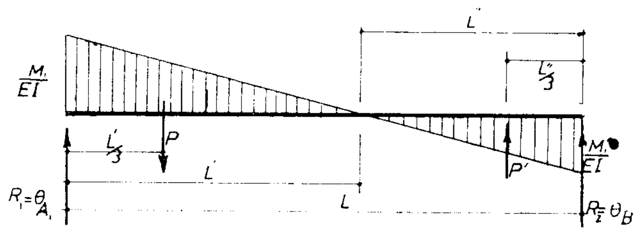


(شکل ج)

$$\begin{cases} \theta_{AB}=\theta_{AH}=\theta_{AP}=\theta_{AT}=\theta_A & (\text{۸})\text{ ، }(\text{۹})\text{ ، }(\text{۱۰}) \\ M=M_1+M_2+M_3+M_4 & (\text{۱۱}) \end{cases}$$

وبرای تعیین چهار مجهول M_1 ، M_2 ، M_3 ، M_4 بایستی زاویه‌های θ_{AB} ، θ_{AH} ، θ_{AP} ، θ_{AT} برحسب مقدار لنگرها بیان شوند .

برای‌محاسبه‌ی θ_{AB} برحسب M_1 مقدار لنگر ضلع BA را در طرف B که M_1K_1 است‌درنظر گرفته عکس‌العمل تیر AB را وقتی باندازه‌ی $\frac{M}{EI_1}$ (I_1 لنگرمانده تیر AB) بارشده باشد حساب می‌کنیم . (طریقه‌ی Conjugated . beam) (شکل هـ) .



(شکل هـ)

$$\theta_{AB}=\frac{P'\left(l_1-\frac{l_1'}{3}\right)}{l_1}-\frac{P''l_1''}{3l_1} \qquad (\text{۱۲})$$

از طرف دیگر :

$$P'=\frac{M_1}{EI_1}\cdot\frac{l_1'}{2} \quad , \quad P''=\frac{M_1K_1}{EI_1}\cdot\frac{l_1''}{2}$$

از تشابه دومثلث شکل (ه) رابطه‌ی :

$$\frac{l_1'}{l_1''}=\frac{M_1}{M_1K_1}=\frac{1}{K_1}$$

نتیجه میشود و چون :

$$l_1''+l_1'=l_1$$

میباشد دو رابطه‌ی :

$$l_1'=l_1\frac{M_1}{M_1+M_1K_1}=l_1\frac{1}{1+K_1} \qquad l''=l_1\frac{K_1}{1+K_1}$$

بدست میآید. وبا مقدارگزاری در رابطه‌ی (۱۲) واختصار، رابطه‌ی ساده‌ی زیر نتیجه میشود :

$$\theta_{AB}=\frac{l_1M_1}{6EI_1}(2-K_1)$$

بافرض $\beta_1=\frac{1}{2-K_1}$ رابطه‌ی فوق بصورت زیر درخواهد آمد :

$$\theta_{AB}=\frac{l_1M_1}{6EI_1\beta_1} \qquad (13)$$

بری ضلع‌های دیگر نیز بطریقی مشابه باآنچه گذشت چنین خواهیم داشت :

$$\theta_{AH}=\frac{l_2M_2}{6E'I_2\beta_2} \qquad (14)$$

$$\theta_{AP}=\frac{l_3M_3}{6E''I_3\beta_3} \qquad (15)$$

$$\theta_{AT}=\frac{l_4M_4}{6E'''I_4\beta_4} \qquad (14)$$

بافرض $E=E'=E''=E'''$ و تساوی‌زاویه‌های فوق‌رابطه‌های (۸)، (۹)، (۱۰) رامیتوان‌چنین‌نوشت:

$$\theta_A=\frac{M_1}{6E\frac{I_1}{l_1}\beta_1}=\frac{M_2}{6E\frac{I_2}{l_2}\beta_2}=\frac{M_3}{6E\frac{I_3}{l_4}\beta_3}=\frac{M_4}{6E\frac{I_4}{l_4}\beta_4}=$$

$$\frac{M_1+M_2+M_3+M_4}{6E\left[\frac{I_1}{l_1}\beta_1+\frac{I_2}{l_2}\beta_2+\frac{I_3}{l_3}\beta_3+\frac{I_4}{l_4}\beta_4\right]}$$

که باتوجه به رابطه‌ی (۱۱) وفرض اینکه :

$$\alpha_i=\frac{\frac{I_i}{I_i}\beta_i}{\sum_j\frac{I_j}{l_j}\beta_j} \qquad (17)$$

مقدار لنگرهای M_1 ، M_2 ، M_3 ، M_4 بصورت زیر درخواهند آمد :

$$M_1=\alpha_1 M \quad ، \quad M_2=\alpha_2 M \quad ، \quad M_3=\alpha_3 M \quad ، \quad M_4=\alpha_4 M$$

با معلوم بودن K_1 ، K_2 ، K_3 و K_4 (ضریب انتقال لنگر از گره A به B ، H ، P ، T که شرح محاسبه آن قبلاً گذشت) مقدار β_1 ، β_2 ، β_3 و β_4 بکمک فرمول $\beta_i=\frac{1}{2-K_i}$ بدست میآید، وبکمک رابطه‌ی (۱۷) α_i محاسبه میشود که مستقیماً لنگر ضلع های گره A را باضرب لنگر نامتعادل در ضریب های α_i میتوان بدست آورد واحتیاجی به پخش لنگر بطریقه‌ی کراس نخواهد بود .

تسهیل در محاسبه‌ی ضریب ها

محاسبه‌ی عددی معادله های (۳) ، (۴) ، (۵) ، (۶) ومقدار β_i خود مستلزم صرف وقت زیادی است ، ولی میتوان معادله های فوق را بصورت حاصلضرب عامل ها درآورده وآباکی برای آن رسم نمود آباك (شکل و) نمونه‌ای از این نوع آباك ها میباشد که اگر روی محور u مقدار :

$$b_1+b_2e_1+b_3d_1+b_4e_1$$

و روی محور B مقدار b_1 برده شود خطی که این دونقطه را بهم وصل میکند روی تقسیم بندی K مقدار

$$K_1=\frac{1}{2}-\frac{b_1}{2}\left(1-\frac{1}{4}\right)\frac{1}{1-\frac{1}{4}(b_1+b_2c_1+b_3d_1+b_4e_1)}$$

و روی تقسیم بندی β مقدار $\beta_1=\frac{1}{2-K_1}$ را مشخص میسازد .

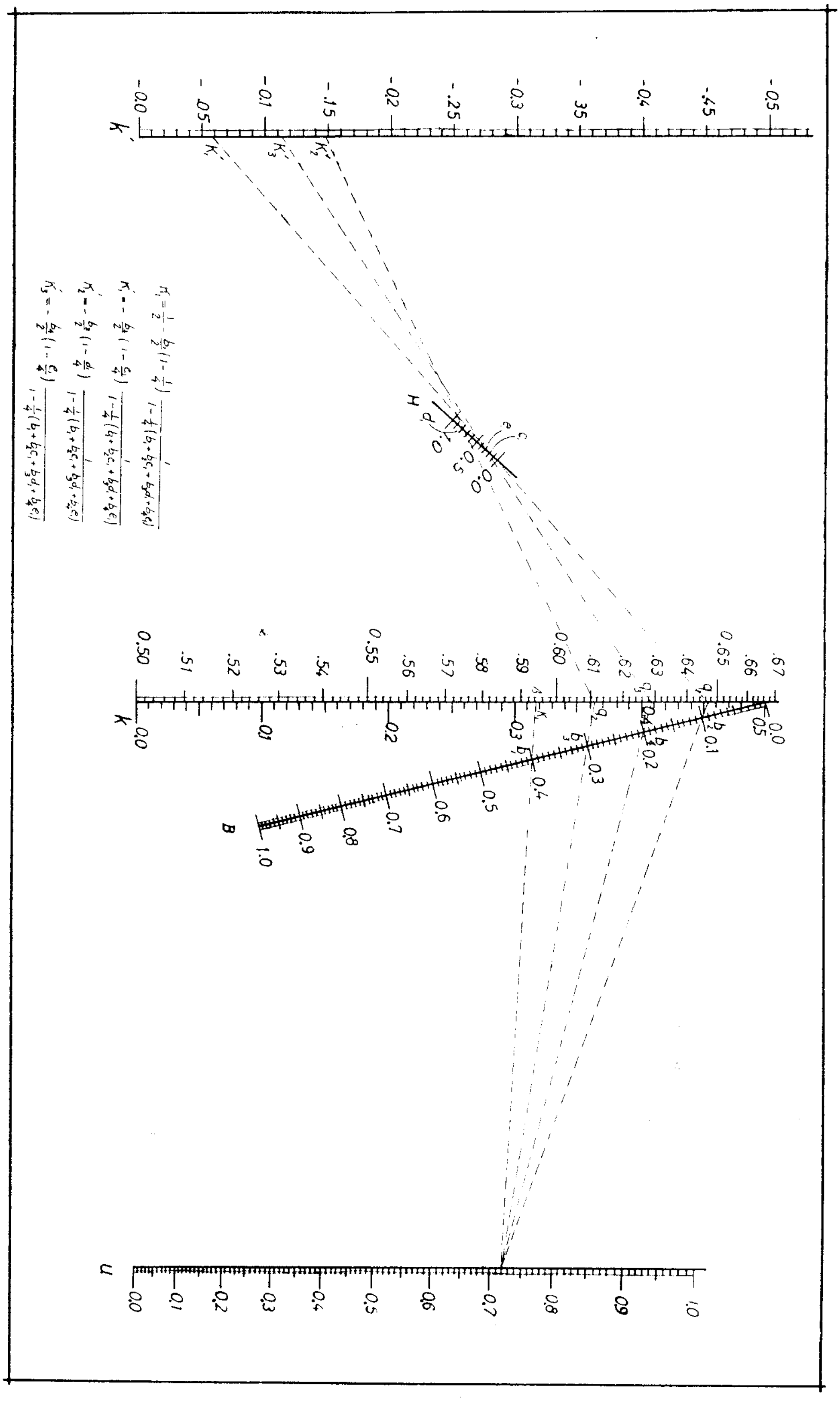
برای حساب فرمولهای (۴) ، (۵) ، (۶) باز مقدار :

$$u=b_1+b_2c_1+b_3d_1+b_4e_1$$

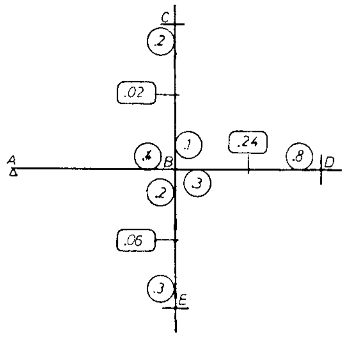
راکه درهمگی مشترك است روی محور u و مقدارهای b_2 ، b_3 ، b_4 را روی محور B برده خط های $\overline{ub_2}$ ، $\overline{ub_3}$ ، $\overline{ub_4}$ را رسم می‌کنیم تا محور K را در نقطه های q_1 ، q_2 ، q_3 قطع کند و سپس این نقطه ها را بترتیب به نقطه‌های c_1 ، d_1 ، e_1 که روی تقسیم‌بندی‌ی H مشخص‌شده وصل میکنیم تا امتداد آن محور K' را در نقطه های K_1' ، K_2' ، K_3' قطع نماید . باین ترتیب مقدار عددی‌ی فرمولهای (۴) ، (۵) ، (۶) بدست خواهند آمد .

در مثال شکل (ز) مقدار β_A ، K_1 ، K_1' ، K_2' ، K_4' بکمک رسم خط ها روی آباك شکل (و) محاسبه شده است .

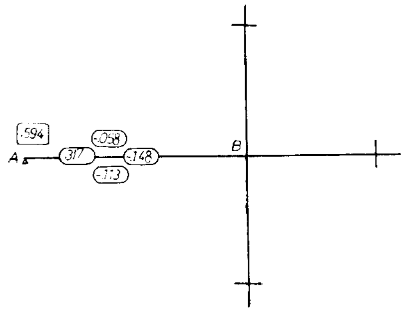
$$\beta_A=\ ۰٫۰۹۴$$
$$K_1=\ ۰٫۳۱۷$$
$$K_1'=-۰٫۰۵۸$$
$$K_2'=-۰٫۱۴۶$$
$$K_3'=-۰٫۱۱۳$$



(شكل و)



(شکل ز I)



(شکل ز II)

نکته قابل توجه اینکه پیوسته باید مجموع جبری $K_3'+K_2'+K_1'+K_1$ برابر صفر باشد ، درغیر اینصورت یادرمحاسبه‌ی u ویا در تعیین ضریب‌های K_i اشتباهی رخ داده است .

برای‌سرعت‌بیشتربجای استفاده از آباك خطی‌میتوان‌از آباك دایره‌ای‌واحیاناًاز خطکش‌محاسبه‌هائیکه باین منظورساخته شوند استفاده کرد . درشکل (ح)نمونه‌ای از یك آباك دایره‌ای نشان داده شده است که مرکب از سه قسمت میباشد و حول یك محور قابل دورانند . حساب ضریب‌ها بکمك آباك شکل (ح) که نمونه‌ی آن توسط نویسنده ساخته‌شده ، امکان استفاده عملی از این ضریب‌هارا بمنظور صرفه جوئی دروقت لازم برای محاسبه‌ی ساختمانهای هیپراستاتیك فراهم ساخته است .

استفاده از ضریب‌ها درحل‌قاب‌ها :

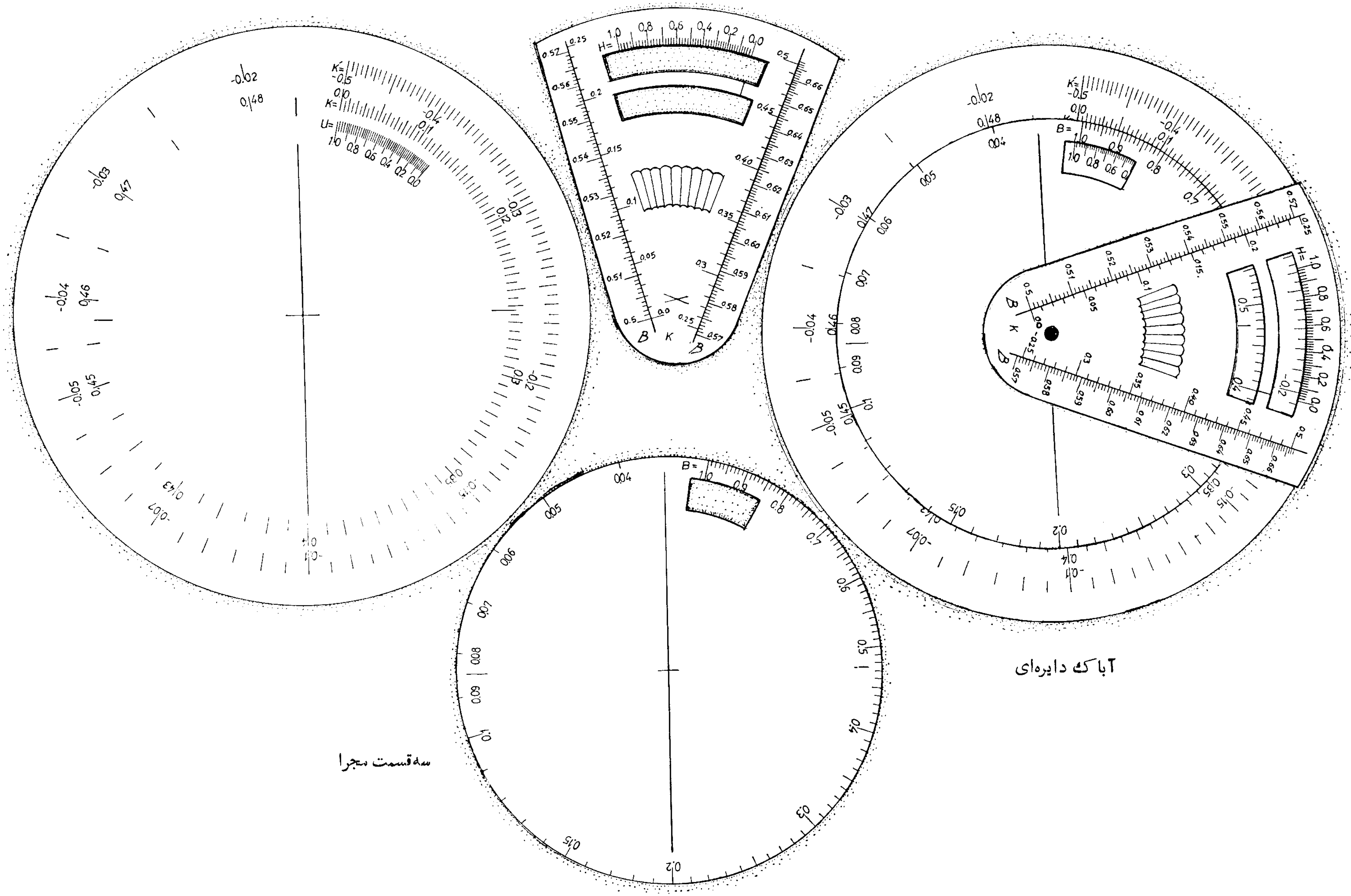
ازاین ضریب‌ها میتوان بطریقه‌های مختلف استفاده نمود . درحل قاب شکل (ط) روشی پیشنهاد شده است .

دراین روش ابتدا برای هرگره ضریب‌های پخش : $$\left(\frac{\frac{I}{l}}{\sum \frac{I}{l}} = \lambda\right)$$

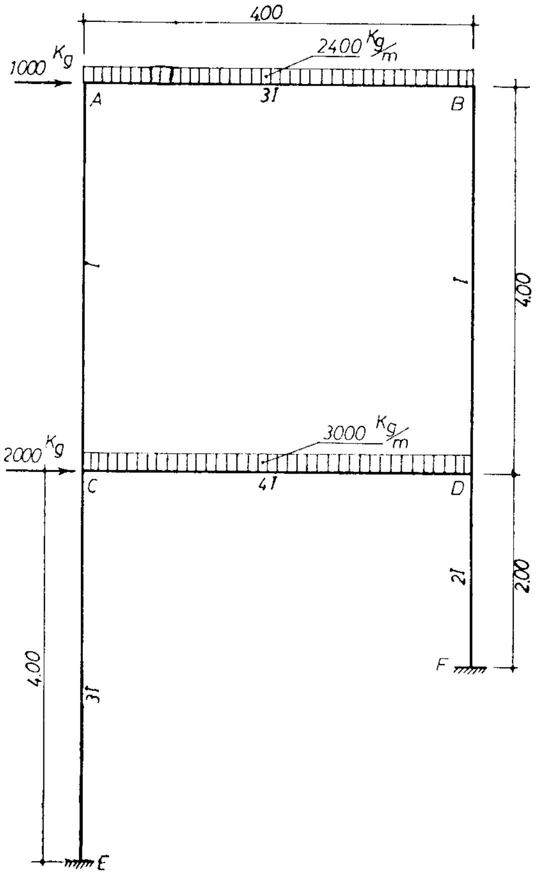
و سپس حاصلضرب ضریب پخشهای‌دوطرف‌هرضلع محاسبه و روی ضلع یادداشت گردیده (شکل ی) وبکمك عددهای مزبورضریب‌های K_1 ، K_1' ، K_2' ، K_3' و β_i و α_i برای هرضلع دردوسمت محاسبه وروی شکل (ك) یادداشت شده است .

مرحله‌های‌محاسبه‌ی‌مقدار لنگر ضلع‌ها دراثربارگزاری‌قائم ، بکمك‌ضریب‌های مزبوردرشکل‌های (ل)بطور مجزا نشان‌داده‌شده‌است .

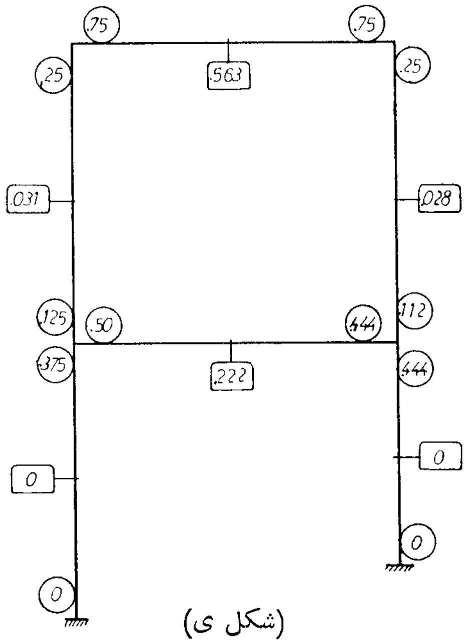
اگرمقدار لنگر نا متعادل هرگره را در ضریب‌های تقسیم جدید : $$\left(\alpha_i = \frac{\frac{I_i}{l_i}\beta_i}{\sum_j \frac{I}{l}\beta}\right)$$



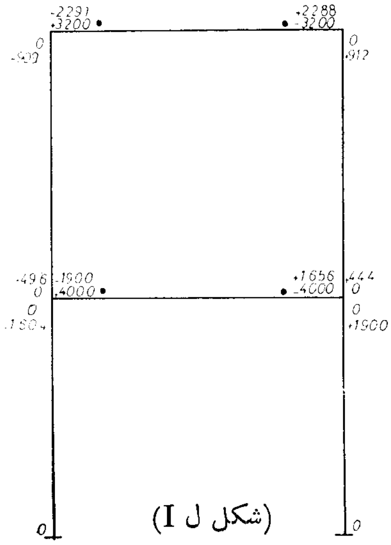
(شکل ح)



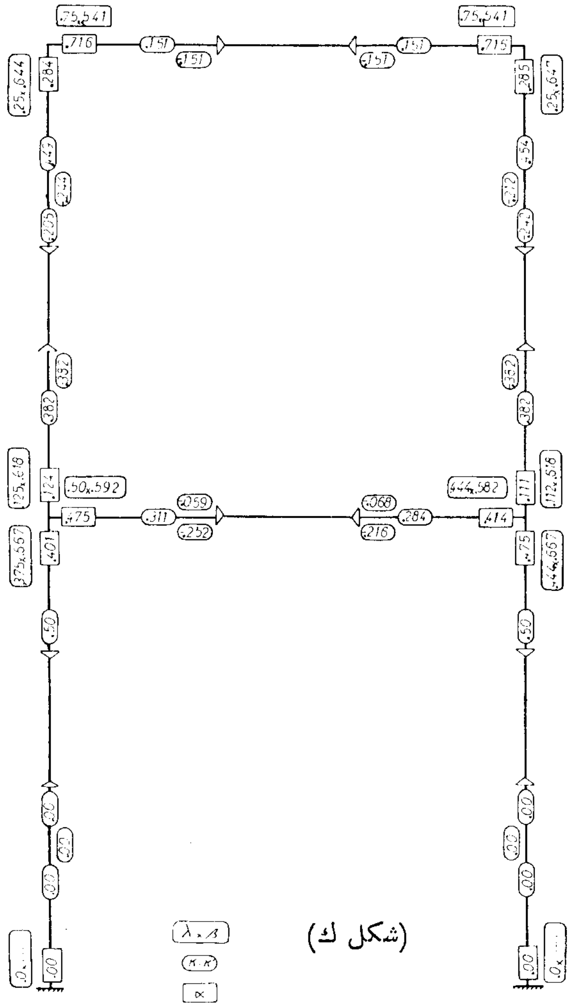
(شکل ط)



(شکل ی)

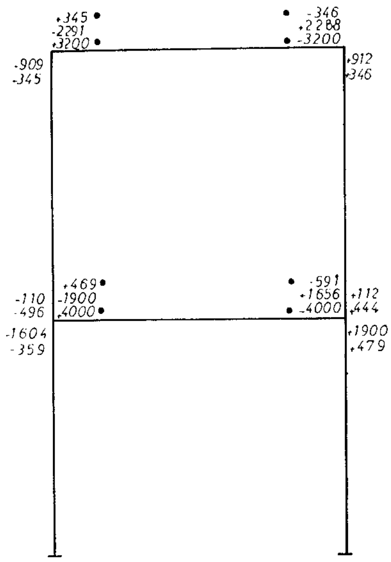


(شکل ل I)

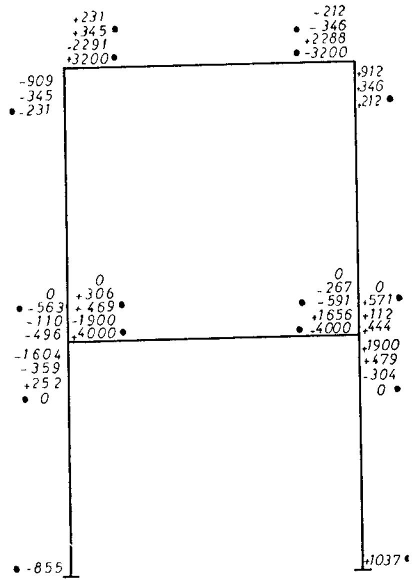


(شکل ك)

ضرب نمائیم نتیجه نهائی‌ی لنگر هرضلع منتهی به گره پس از تقسیم لنگر نا متعادل آن گره بدست میآید (شکل ل I). مقدارهای بدست آمده هریک به گره‌های دیگر منتقل خواهند شدوضریب های انتقال عبارتند

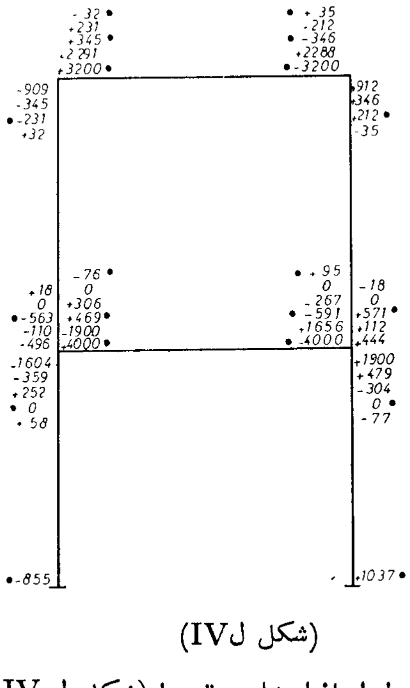


(شکل لII)

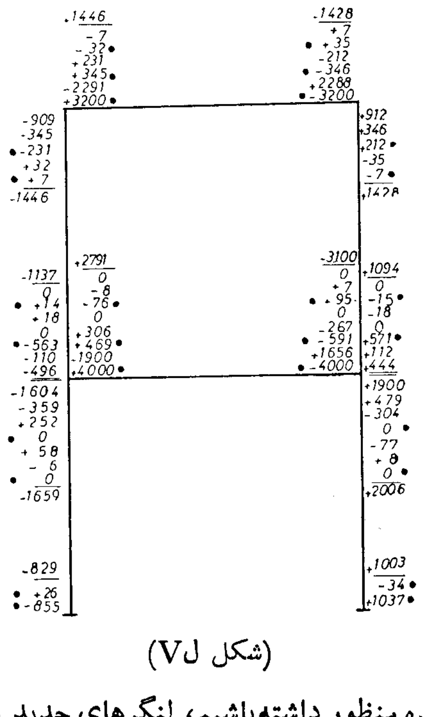


(شکل لIII)

از اعدادیکه درشبه بیضی‌ها نوشته شده است (K_1 ، K_1' ، K_2' ، K_3'). این عمل را ابتدا درمورد تیرها (شکل ل II)وسپس درموردستونها(شکل ل III) ادامه میدهیم . برای دقت بیشتر بمنظور اینکه‌اثر هرلنگر



(شکل لIV)

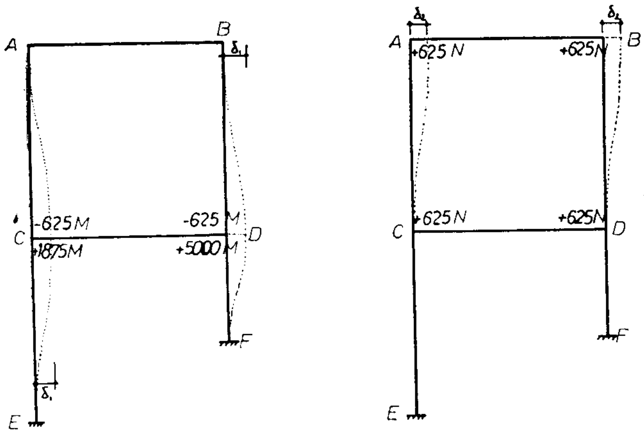


(شکل لV)

را تا ٤ گره منظور داشته‌باشیم، لنگرهای جدید رسیده به ضلع ها را باز ابتدا در تیرها (شکل ل IV) و سپس درستونها (شکل ل V) انتقال میدهیم

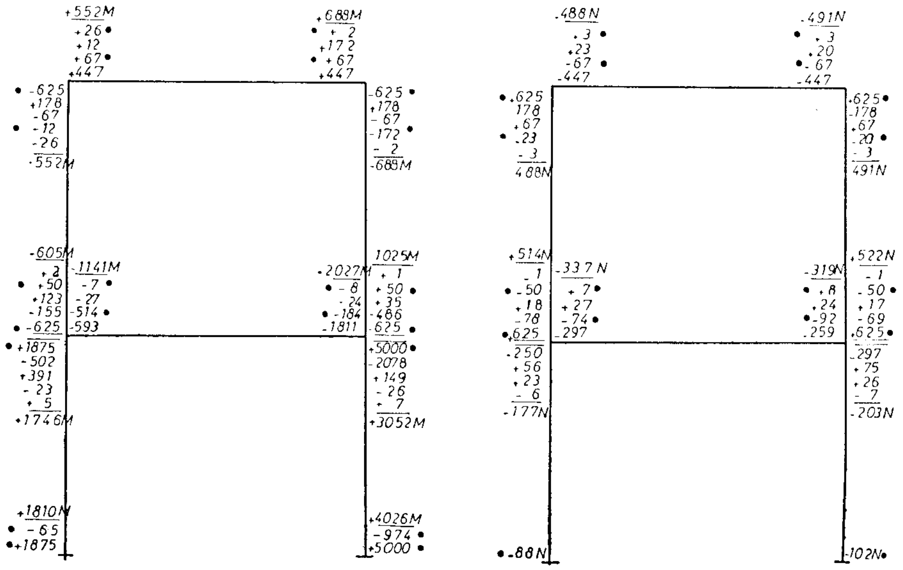
توجه : مقدارهائیکه با نقطه‌ی سیاه مشخص شده لنگر انتقالی از سمت دیگر ضلع بوده و در بازگشت دخالت نخواهند داشت .

برای محاسبه لنگرهای ناشی از نیروهای جانبی فرض می‌کنیم طبقه‌ی اول باندازه‌ی δ_1 و طبقه‌ی دوم



(شکل م)

باندازه‌ی δ_2 حرکت جانبی داشته باشد (شکل م) در اثر این حرکت لنگرهای نامتعادلی برابر با آنچه در شکل (م) مشخص شده به گره‌ها وارد میشود ، (M و N مقدارهای مجهول می‌باشند) . درشکل (ن) حاصل پخش



(شکل ن)

لنگرهای نامبرده نشان داده شده است . توضیح اینکه دراین دومورد اثر هرلنگر تا سه گره (دوبار در تیرها و یک بار درستونها) منظورشده است .

باتوجه بمقدار لنگرها درشکل (V ل) و شکل (ن) لنگر ستونها برابراست با :

$M_{AC}=-٥٥٢M+٤٨٨N-١٤٤٦$ $\qquad$ $M_{CE}=١٧٤٦M-١٧٧N-١٦٥٩$

$M_{CA}=-٦٠٥M+٥١٤N-١١٣٧$ $\qquad$ $M_{EC}=١٨١٠M-٨٨N-٨٢٩$

$M_{BD}=-٦٨٨M+٤٩١N+١٤٢٨$ $\qquad$ $M_{DF}=٣٠٥٢M-٢٠٣N-٢٠٠٦$

$M_{DB}=-١٠٢٥M+٥٢٢N+١٠٩٤$ $\qquad$ $M_{ED}=٤٠٢٦M-١٠٢N+١٠٠٣$

اگر H_A ، H_B ، H_C ، H_D نیروی افقی درنقطه های A ، B ، C ، D باشد ،می‌توان چنین نوشت :

$$\frac{M_{AC}+M_{CA}}{٤}+\frac{M_{BD}+M_{DB}}{٤}=١٠٠٠ \quad \text{ویا} \quad H_A+H_D=١٠٠٠ \tag{١٨}$$

$$\frac{M_{CE}+M_{EC}}{٤}+\frac{M_{DF}+M_{FD}}{٢}=٣٠٠٠ \quad \text{ویا} \quad H_E+H_F=٣٠٠٠ \tag{١٩}$$

پس از جانشین کردن مقدار در رابطه های (١٨) و (١٩) و اختصار ، دستگاه دومعادله‌ی دو مجهولی زیر بدست میآید :

$$\begin{cases}-٢٨٧٠M+٢٠١٥N-٦١=٤٠٠٠\\ ١٧٧١٢M-٨٧٥N+٣٥٣٠=١٢٠٠\end{cases}$$

از حل دستگاه فوق چنین نتیجه میشود :

$$M=٠ر٦٢٢$$

$$N=٢ر٩٠٠$$

ولنگر ضلع ها برابر مقدارهای زیر میگردد:

$M_{AC}=-٣٧٤$	$M_{CE}=-١٠٨٦$	$M_{AB}=٣٧٤$
$M_{CA}=-٢٣$	$M_{EC}=٤٢$	$M_{BA}=-٢٤٢٤$
$M_{BD}=٢٤٢٤$	$M_{DF}=٣٣١٥$	$M_{CD}=١١٠٩$
$M_{DB}=١٩٧١$	$M_{FD}=٣٢١١$	$M_{DC}=-٥٢٨٦$

مزیت استفاده ازاین ضریب‌ها

١ ـ محاسبه‌ی ضریب ها توسط اشخاص غیر فنی ممکن بود و برای یک قاب بزرگ امکان دارد چند نفر هرکدام ضریب های قسمتی از قاب را محاسبه نمایند .

٢ ـ محاسبه‌ی ضریب های انتقال قسمتی از محاسبه را کنترل میکنند ، فقط باید توجه داشت که درمحاسبه‌ی

$$\alpha=\frac{\frac{I}{l}\beta}{\sum\frac{I}{l}\beta}$$

که کنترلی بخودی خود وجود ندارد اشتبهی رخ ندهد .

۳ ـ دراین روش در انتقال لنگرها امکان خطا کم است ، درحالیکه در روش کراس حتی اگر گره ها بالانس باشد باز امکان دارد که در انتقال لنگرها دچار اشتباه شده باشیم.

٤ ـ درقابهائیکه با چندین مرحله بارگزاری در دهنه های مختلف باید بررسی شوند و همچنین در روش دقیق تعیین اثر بارهای افقی ، این روش فوق العاده سریع وعملی است .

٥ ـ درطرح های اولیه که لازم میشود قاب را تقسیم کرده وگیرداری نقطه های جدا شده را نظراً اختیار کرد ، بکمک ضریب های بدست آمده درجه ی گیرداری با دقت کافی مشخص میشود.

٦ ـ بکمک فرمولهای بدست آمده میتوان درجه ی دقت روشهای مختلف محاسبه ی تقریبی قابها را کنترل نموده و میزان خطارا با دقت کافی تخمین زد .