www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

ارائه کتابها و جزوات رایگان مهندسی عمران

بهترین و برترین مقالات روز عمران

انجمن های تخصصی مهندسی عمران

فروشگاه تخصصی مهندسی عمران

جزوه دست نویس تحلیل سازه ۲

مدرس :

مهندس مسعود سلیمانیان

اسکن شده توسط آقای مسعود باغبان زادگان

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Subject:
Year. Month. Date. (۱)

تحلیل سازه‌ها (۲):

+ یادآوری جهت‌ها:

$M_A = \frac{4EI}{L}\theta_A$, $M_B = \frac{2EI}{L}\theta_A$

$M_A = \frac{2EI}{L}\theta_B$, $M_B = \frac{4EI}{L}\theta_B$

لنگر دو A و B داریم چون به اعضای یک متصل است.

(لنگر گیرداری FEM)

گره A و B هم تغییر مکان دارد و هم دوران

FEM_{AB} , FEM_{BA}

$\frac{4EI}{L}\theta_A$, $\frac{2EI}{L}\theta_A$, $\frac{2EI}{L}\theta_B$, $\frac{4EI}{L}\theta_B$

$-\frac{6EI}{L^2}\Delta A$, $-\frac{6EI}{L^2}\Delta A$, $+\frac{6EI}{L^2}\Delta B$, $+\frac{6EI}{L^2}\Delta B$

معادلات شیب افت: لنگر دو سر A و B ناشی از تغییر مکان نسبی ΔAB

$$M_{AB} = \frac{4EI}{L}\theta_A + \frac{2EI}{L}\theta_B - \frac{6EI}{L^2}(\Delta B - \Delta A) + FEM_{AB}$$

$$M_{BA} = \frac{4EI}{L}\theta_B + \frac{2EI}{L}\theta_A - \frac{6EI}{L^2}(\Delta B - \Delta A) + FEM_{BA}$$

تغییر مکان نسبی ΔAB

$tg\psi = \psi = \frac{\Delta AB}{L}$ (چون زاویه کوچک است با $tg\psi$ برابر است)

می‌توان در معادلات شیب افت به جای ΔAB ، ψL قرار داد.

ساعتگرد $\psi > 0 \longrightarrow \Delta AB > 0$

پادساعتگرد $\psi < 0 \longrightarrow \Delta AB < 0$

PdPCO

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

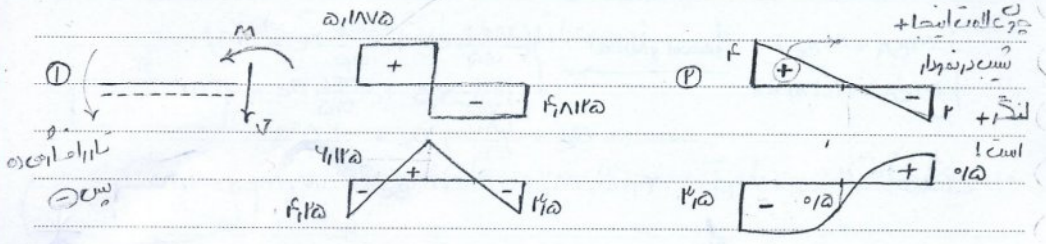
$$-۴_{/}۵ = (-۴_{/}۸۱۲۵ \times ۲) + ۷_{/}۱۲۵ = -۱۴_{/}۵$$

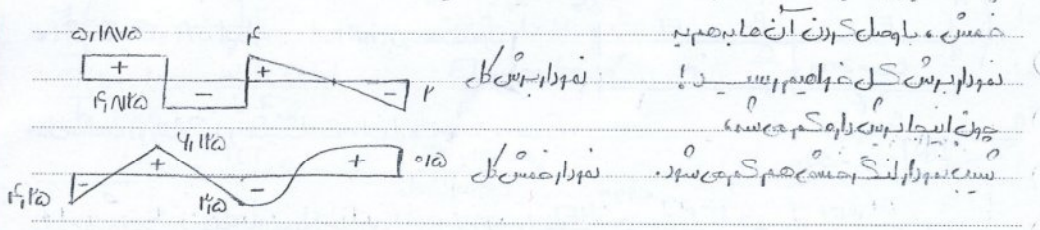
$$۷_{/}۱۲۵ = (۵_{/}۱۸۷۵ \times ۲) - ۴_{/}۲۵ = ۷_{/}۱۲۵$$

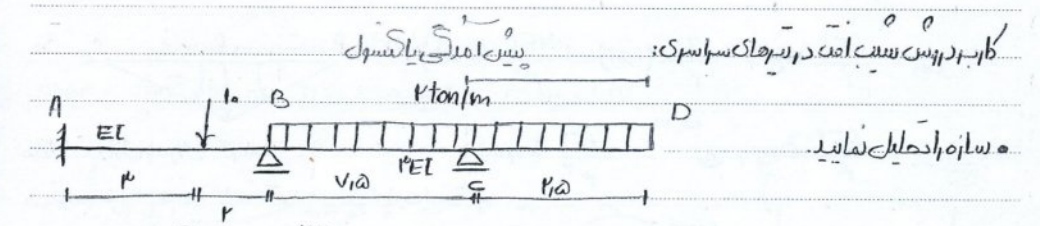
Subject:

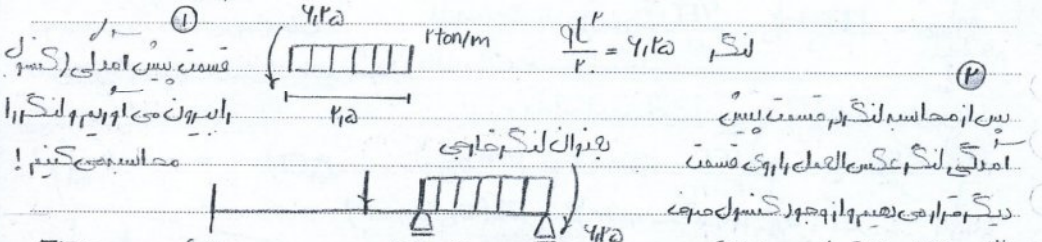
Year. Month. Date. (۴)

۲









$$FEM_{AB} = -۴_{/}۵ \qquad FEM_{BC} = -۹_{/}۱۴۵۸$$

$$FEM_{BA} = +۷_{/}۱۲۵ \qquad FEM_{CB} = ۹_{/}۱۴۵۸$$

$$M_{AB} = \frac{۲EI}{۵}\theta_B - ۴_{/}۵$$

$$M_{BA} = \frac{۴EI}{۵}\theta_B + ۷_{/}۱۲۵$$

PAPCO

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$$M_{BC} = \frac{4E(1^{\circ}I)}{7/5}\theta_B + \frac{2E(1^{\circ}I)}{7/5}\theta_C - 9/1^{\circ}8$$

$$M_{CB} = \frac{4E(1^{\circ}I)}{7/5}\theta_C + \frac{2E(1^{\circ}I)}{7/5}\theta_B + 7/1^{\circ}8$$

$$\begin{cases} M_{BA} + M_{BC} = 0 \\ M_{CB} - 4/12 = 0 \end{cases} \xrightarrow{\text{جمع معادله ۲ و معادله ۱}} \begin{cases} \left(\frac{18EI}{7/5}\theta_B + \frac{4EI}{7/5}\theta_C = 2/18\right) \times -2 \\ \frac{4EI}{7/5}\theta_B + \frac{12EI}{7/5}\theta_C = -2/12 \end{cases}$$

$$\longrightarrow \theta_B = \frac{1/87}{EI},\ \theta_C = \frac{-2/859}{EI}$$

با جایگذاری $\longrightarrow M_{AB} = -4/10, M_{BA} = 8/7, M_{BC} = -8/7, M_{CB} = 4/12$

کاربرد روش شیب افت در تیرهای سراسری در نشست تکیه‌گاهی:

$\theta_A = 0/01\,rad$

A — EI — B — EI — C

$\Delta B = 2cm$ ↓ Δ

$L = 4$, $L/2 = 2$

A B

$\Delta AB = 2cm$ (+) $0/01$

$$M_{AB} = \frac{2EI}{4}\theta_A + \frac{2EI}{4}\theta_B - \frac{6EI}{4^2}(0/02) + 0$$

(1) (2) (3) (4)

$$M_{BA} = \frac{4EI}{4}\theta_B + \frac{2EI}{4}(0/01) - \frac{6EI}{4^2}(0/02)$$

$$M_{BC} = \frac{4EI}{4}\theta_B + 0 - \frac{6EI}{2^2}(-0/02)$$

$\theta_C = 0$

$$M_{CB} = \frac{2EI}{2}\theta_B - \frac{6EI}{2^2}(-0/02)$$

A B C (+ / −)

معادلات تعادل را برای گره‌های ۱ و ۲ می‌نویسیم. لازم به ذکر است که چون پاسخ‌ها در نشست تکیه‌گاهی در پاسخ‌های معین هیچ‌گونه نیروی داخلی ایجاد نمی‌شود!

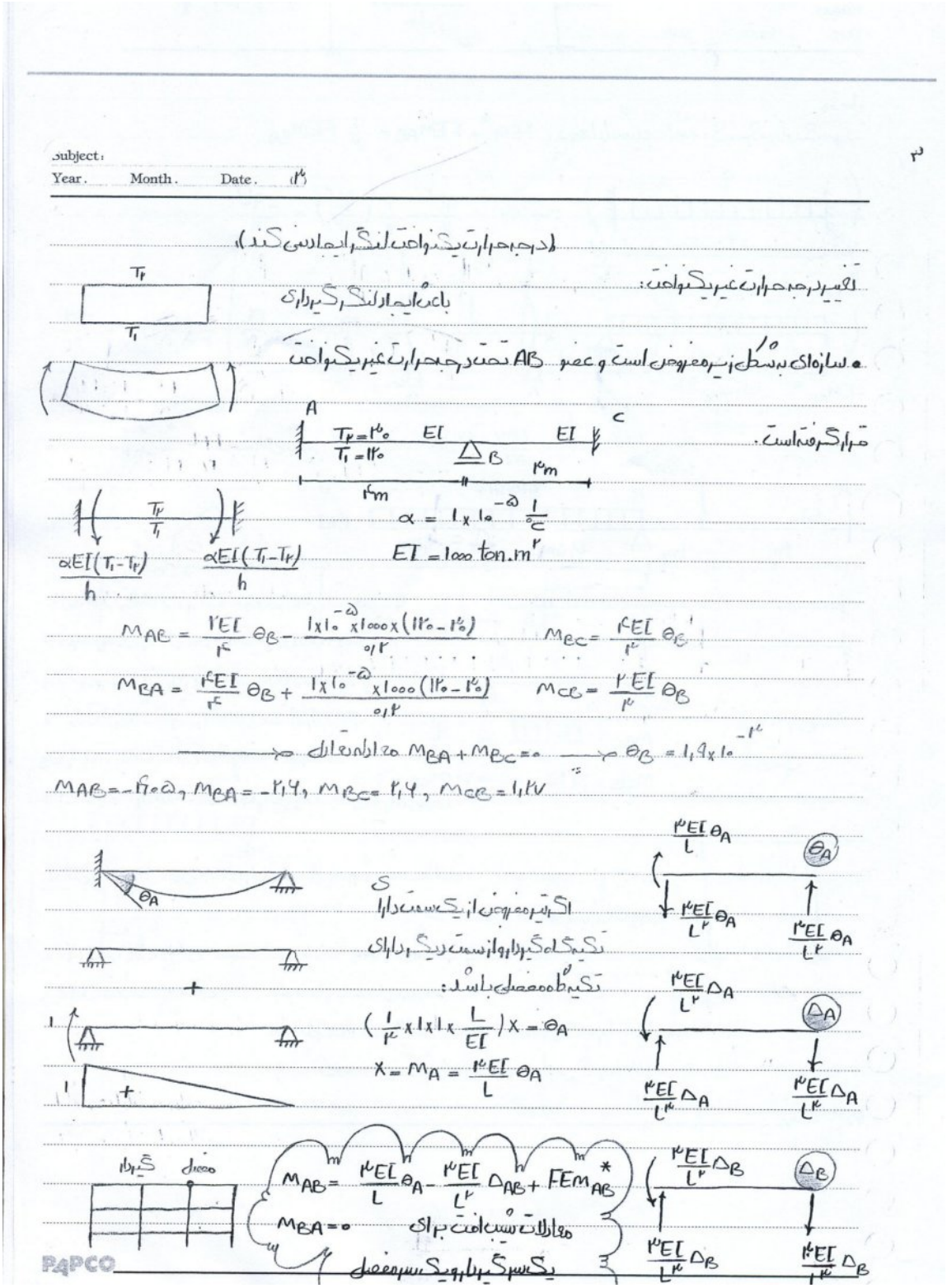
معادله تعادل $M_{BA} + M_{BC} = 0$

$$\frac{4EI}{4}\theta_B + \frac{0/01EI}{2} - 0/018EI = -(EI\,\theta_B + 0 + 0/02\,EI)$$

$$EI(\theta_B + 0/02 - 0/018) = -EI(\theta_B + 0/01)$$

$$2\theta_B = -0/01 \longrightarrow \theta_B = -0/005$$

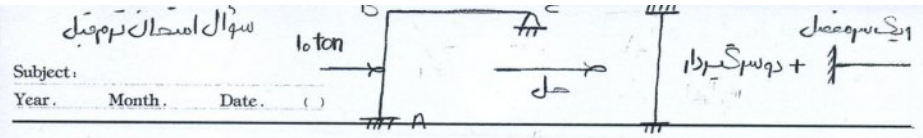
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm



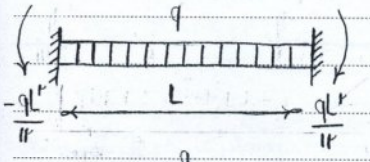
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

سوال امتحان ترم قبل

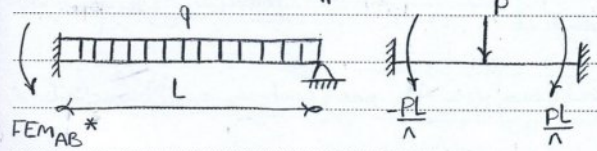
Subject:
Year. Month. Date. ( )



مفصل
دو معادله سینماتیک: امتداد یک سر گیردار یک سر $FEM^* = FEM_{AB} = \frac{1}{2} FEM_{BA}$

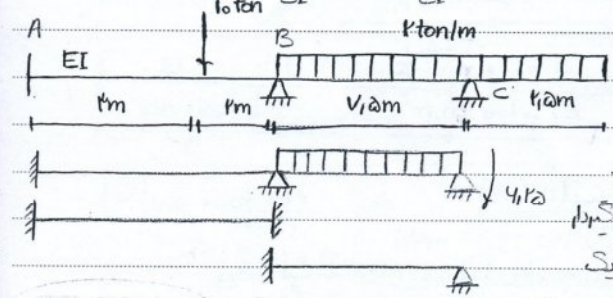


$-\frac{qL^2}{12} - \frac{1}{2}\left(\frac{qL^2}{12}\right) = \frac{-qL^2}{8}$



$FEM^* = -\frac{PL}{8} - \frac{1}{2}\left(\frac{PL}{8}\right) = -\frac{3PL}{16}$

• سازه را به روش سینماتیک تحلیل نمایید. (جواب به صورت $\theta_B = \frac{1.8V}{EI}$ و $\theta_B = \frac{12EI^2}{EI}$ حل)



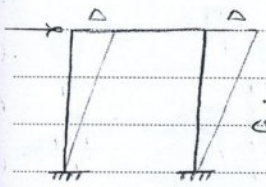
اگر بخواهیم مسأله را به روش اصلی سینماتیک حل نماییم، ۲ معادله و ۲ مجهول خواهیم داشت.
می‌توانیم سازه را به دو جزء تقسیم نماییم: دو سر گیردار و یک سر گیردار و یک سر مفصل تا فقط یک معادله و یک مجهول داشته و سرعت حل مسأله را بالا ببریم.
θ_B را به عنوان مجهول در نظر گرفته و گشتاورهای گیردار را به دست می‌آوریم. این گشتاورها به صورت θ_B خواهند بود.

M_{AB} و M_{BA}

حل

$M_{BC} = \frac{3E(2I)}{4.5}\theta_B - \frac{qL^2}{8}$

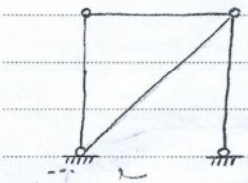
$M_{CB} - 4.12 = 0 \Rightarrow M_{CB} = 4.12$



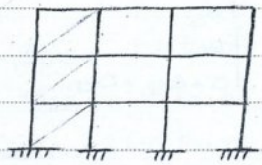
تحلیل سازه‌های بدون درجه آزادی انتقالی به روش سینماتیک:

۱) درجه آزادی دورانی ← تعداد گره‌ها را می‌شماریم
۲) درجه آزادی انتقالی ← باید سازه را مفصلی نمود.
حداقل تعداد اعضایی که به سازه اضافه می‌کنیم تا پایدار شود
= تعداد درجه آزادی انتقالی در نظر گرفته

Subject:
Year. Month. Date. (۶)



پس ۱ درجه آزادی انعطاف



۳ درجه آزادی انعطاف

$X = 21 - 2x(12) = -3$

یک ← ۳ درجه آزادی داریم.

برای این مدل‌ها که اتصال گیردار دارند:

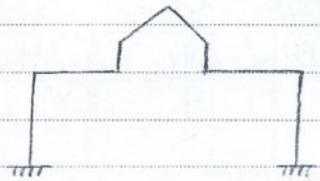
درجه نامعینی سازه را حساب می‌کنیم:

$X = (S) - 2(n)$

تعداد گره‌ها

تعداد اعضا ←

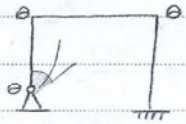
اما از تکیه‌گاه صرف نظر شود



$X = 8 - 2x(7) = -4$ ۴ درجه آزادی انعطاف

$V = 1$ ← تعداد گره‌ها ← $V =$ درجه آزادی دوران

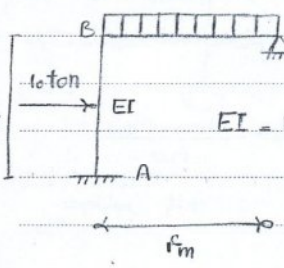
یک ← درجه آزادی کل = ۱۲



۴ درجه آزادی انعطاف

درجه آزادی کل = ۴

این روش مدل حل تیرهای سراسری است.



دوسر گیردار

دوسر کل

M_{AB} | M_{BC}

M_{BA} | M_{CB}

$M_{BA} + M_{BC} = 0$

$M_{CB} = 0$

روش اول که θ_B و θ_C های گره‌ها جابجایی

مقادیر لنگرهای انعطاف

به دست می‌آید.

$\theta_B = ?$

$\theta_C = ?$

$EI = 1000\ ton.m^2$

یک سر گیردار و یک سر مفصل

M_{AB} | M_{BA}

M_{BC}

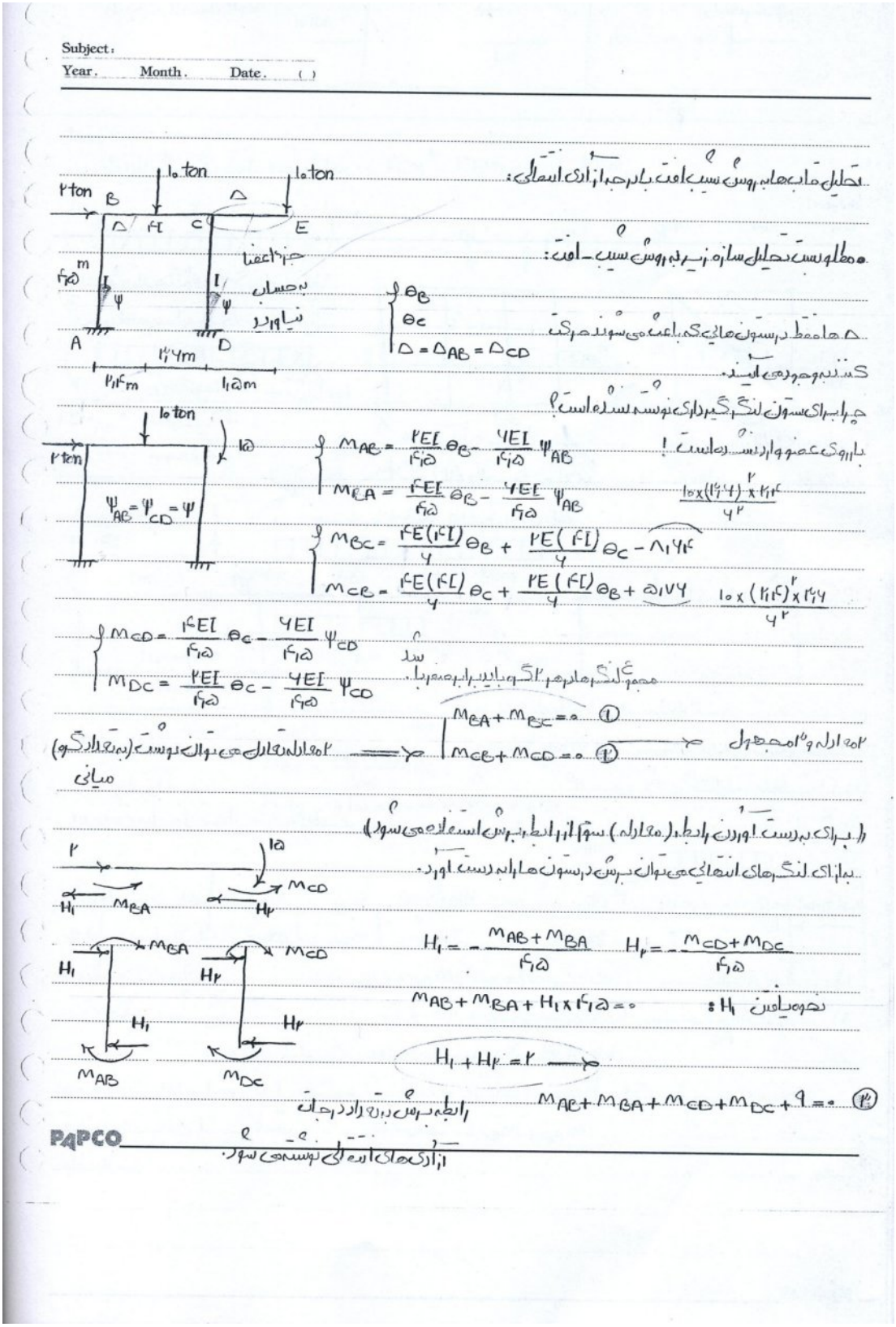
$M_{BA} + M_{BC} = 0 \Rightarrow \theta_B = ?$

روش دوم که θ_B را مانند مجهول

تعداد معادلات تعادل را یک واحد کاهش

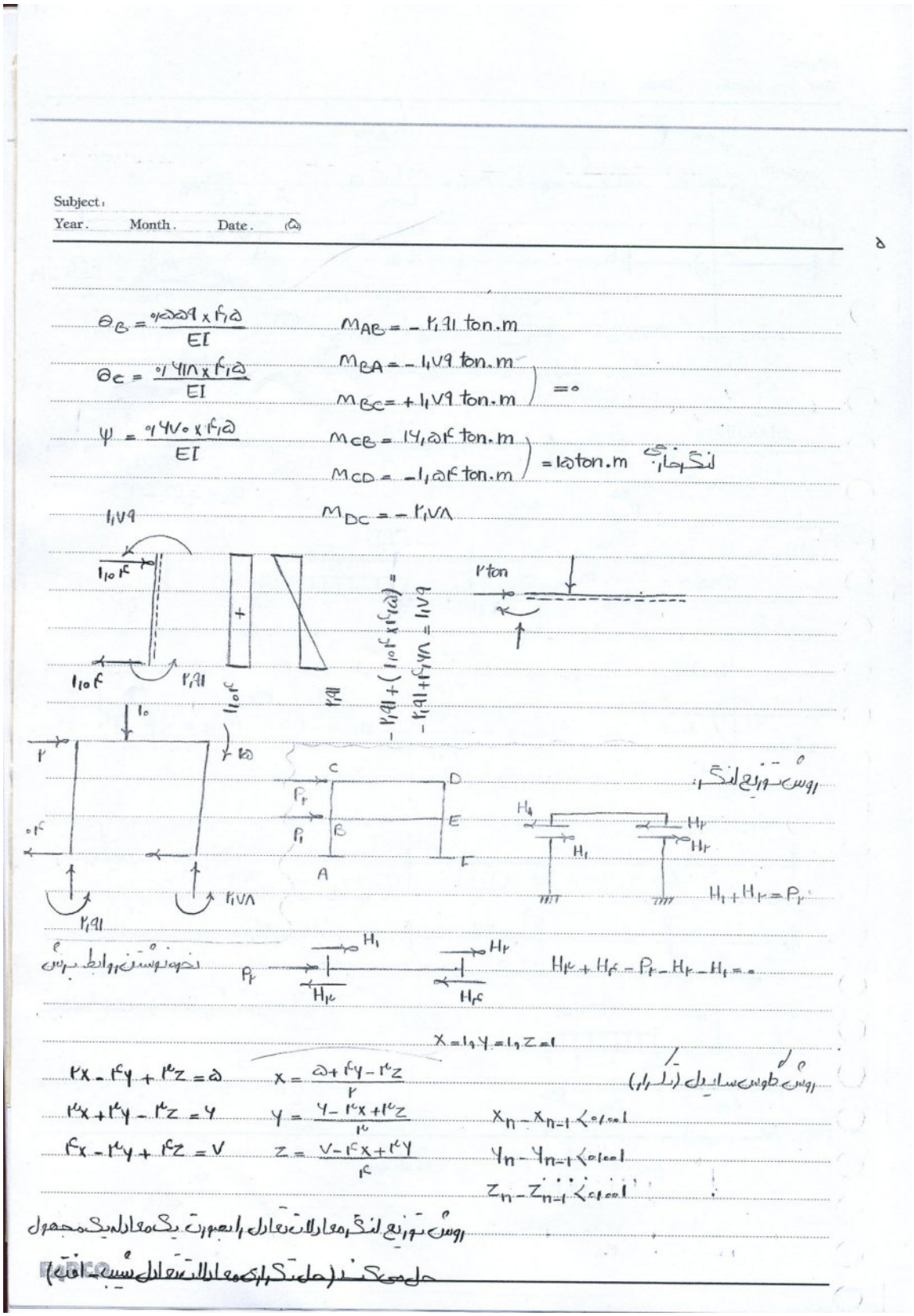
خواهد داد.

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

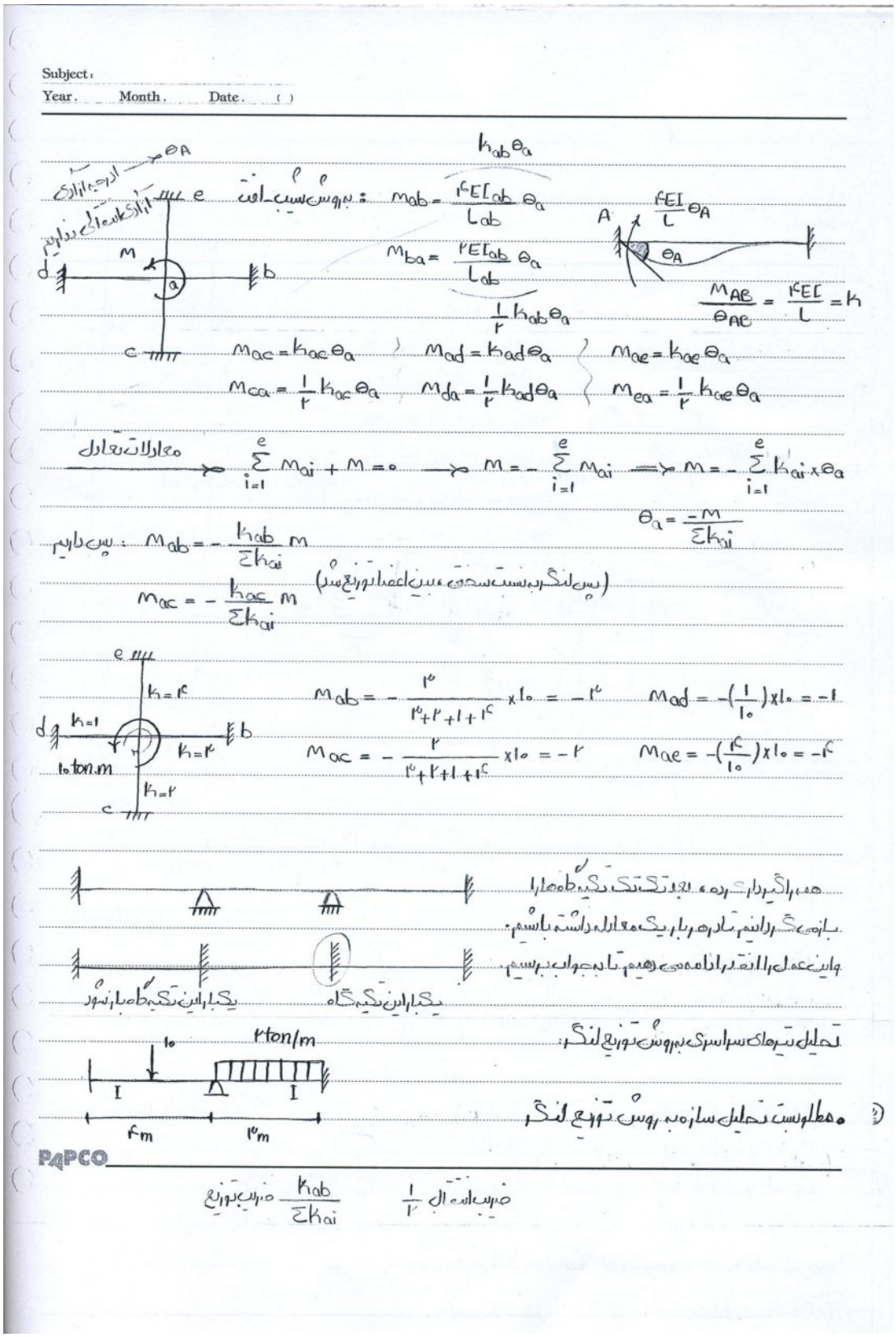


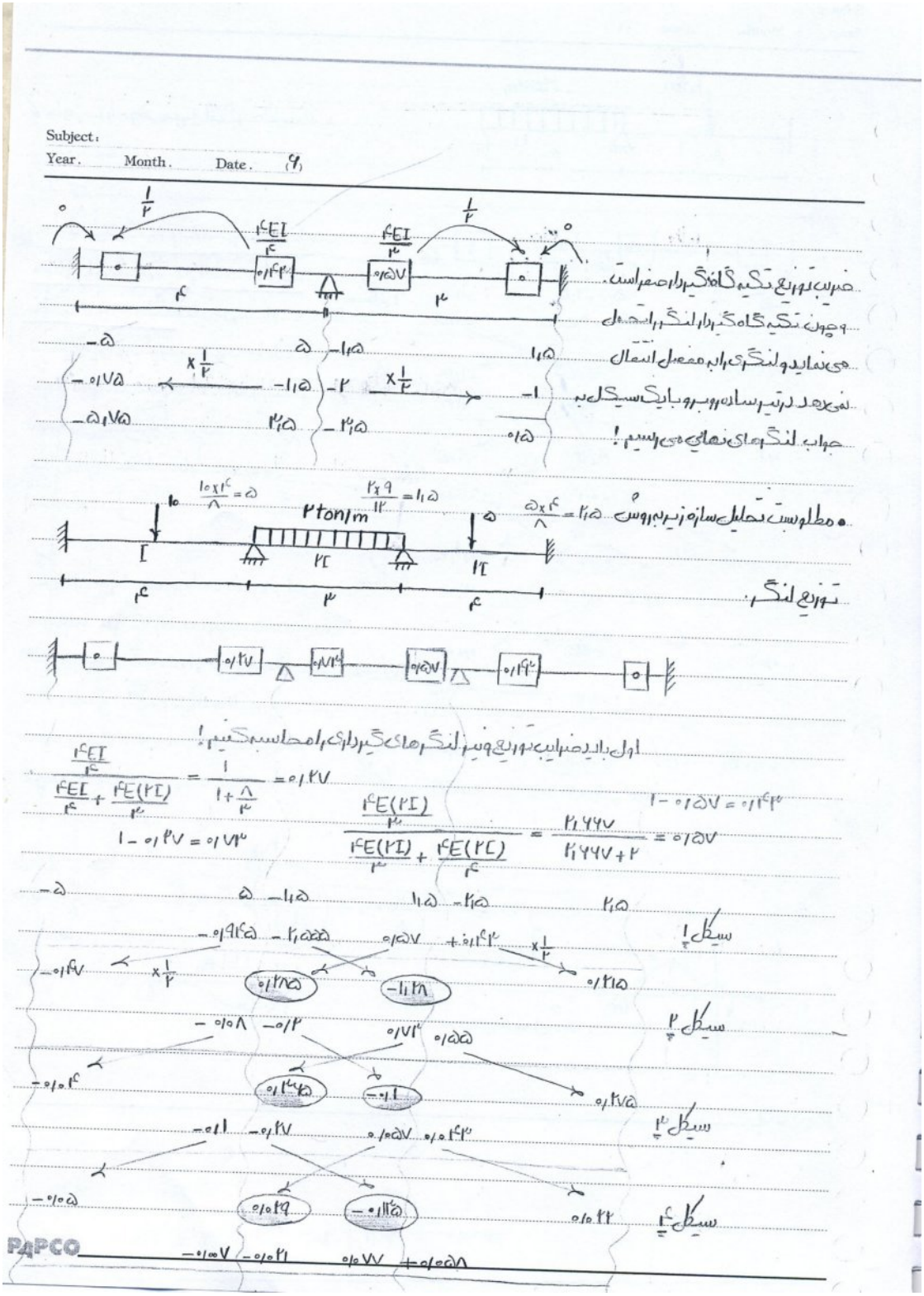
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Mycivil.ir



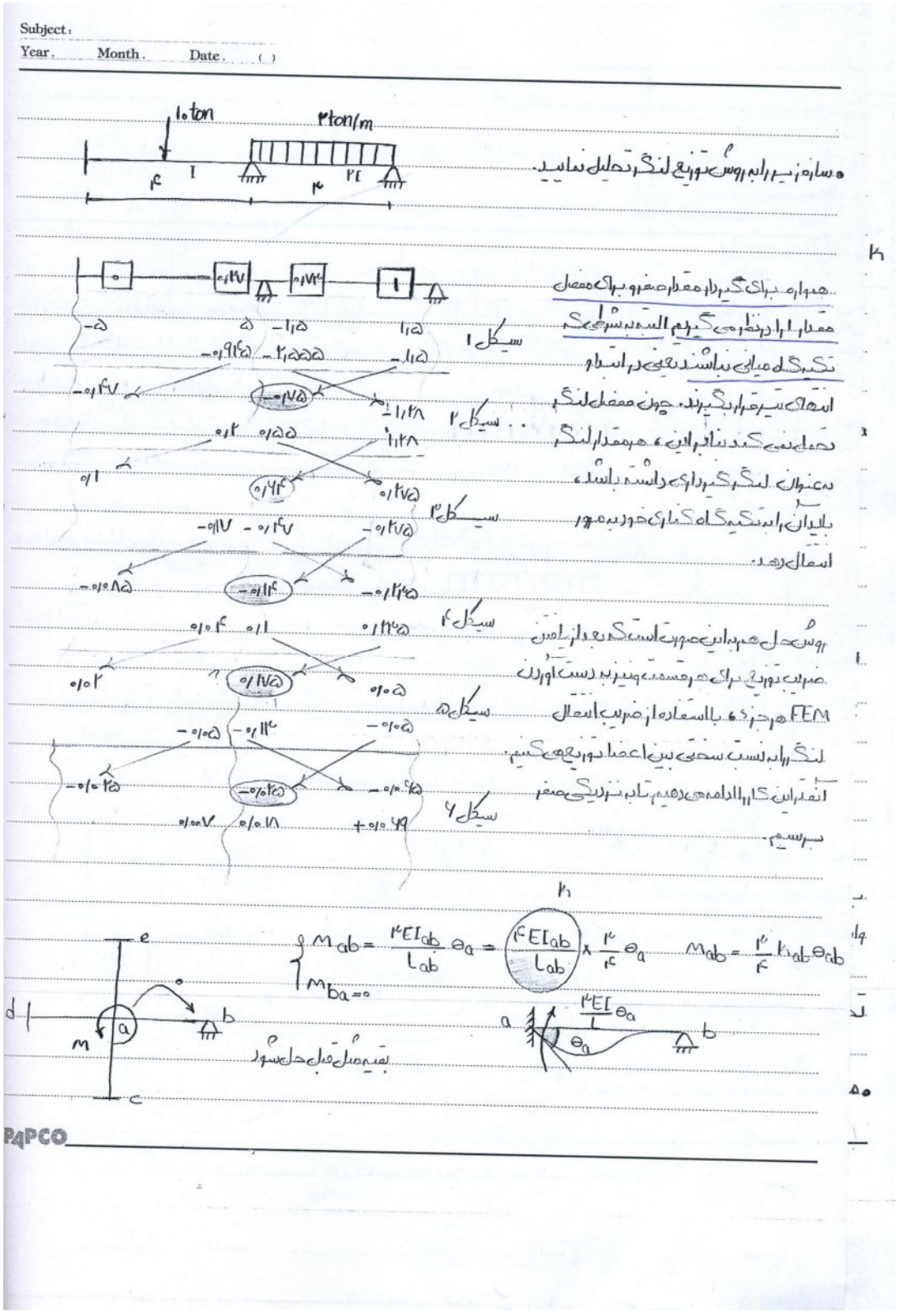
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm


Subject:
Year. Month. Date. ( )
$k_{ab}\theta_a$
$M_{ab}=\frac{4EI_{ab}}{L_{ab}}\theta_a$
$M_{ba}=\frac{2EI_{ab}}{L_{ab}}\theta_a$
$\frac{1}{2}k_{ab}\theta_a$
$\frac{4EI}{L}\theta_A$
$\frac{M_{AB}}{\theta_{AB}}=\frac{4EI}{L}=k$
$M_{ac}=k_{ac}\theta_a$ $M_{ad}=k_{ad}\theta_a$ $M_{ae}=k_{ae}\theta_a$
$M_{ca}=\frac{1}{2}k_{ac}\theta_a$ $M_{da}=\frac{1}{2}k_{ad}\theta_a$ $M_{ea}=\frac{1}{2}k_{ae}\theta_a$
$\sum_{i=1}^{e}M_{ai}+M=0 \rightarrow M=-\sum_{i=1}^{e}M_{ai} \Rightarrow M=-\sum_{i=1}^{e}k_{ai}\times\theta_a$
$\theta_a=\frac{-M}{\sum k_{ai}}$
$M_{ab}=-\frac{k_{ab}}{\sum k_{ai}}M$
$M_{ac}=-\frac{k_{ac}}{\sum k_{ai}}M$
$k=4$ $k=1$ $k=2$ $k=2$
10 ton.m
$M_{ab}=-\frac{2}{2+2+1+4}\times10=-2$ $M_{ad}=-(\frac{1}{10})\times10=-1$
$M_{ac}=-\frac{2}{2+2+1+4}\times10=-2$ $M_{ae}=-(\frac{4}{10})\times10=-4$
20 ton/m
10
I I
4m 6m
P4PCO
ضریب توزیع $\frac{k_{ab}}{\sum k_{ai}}$ ضریب انتقال $\frac{1}{2}$



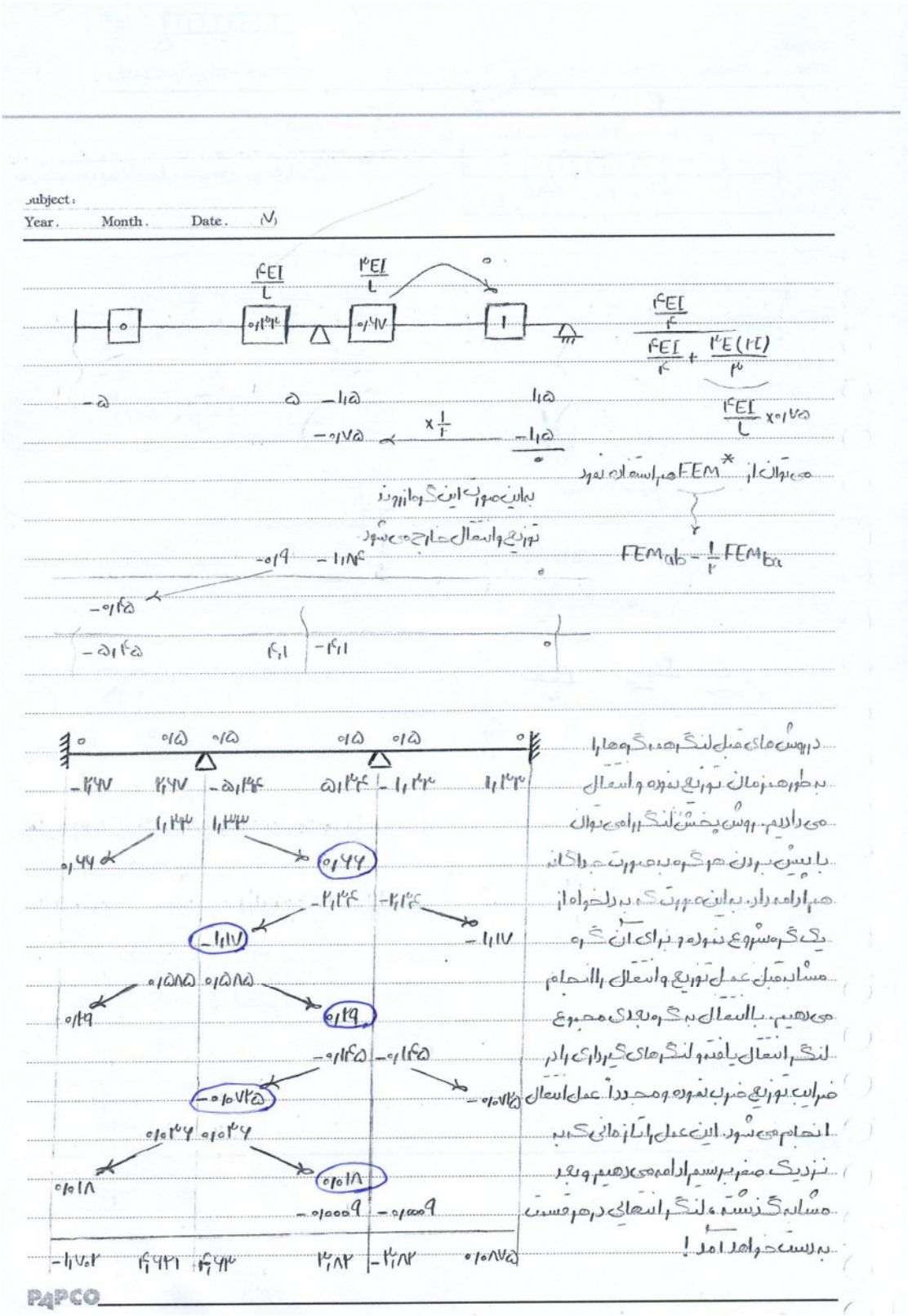
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Mycivil.ir

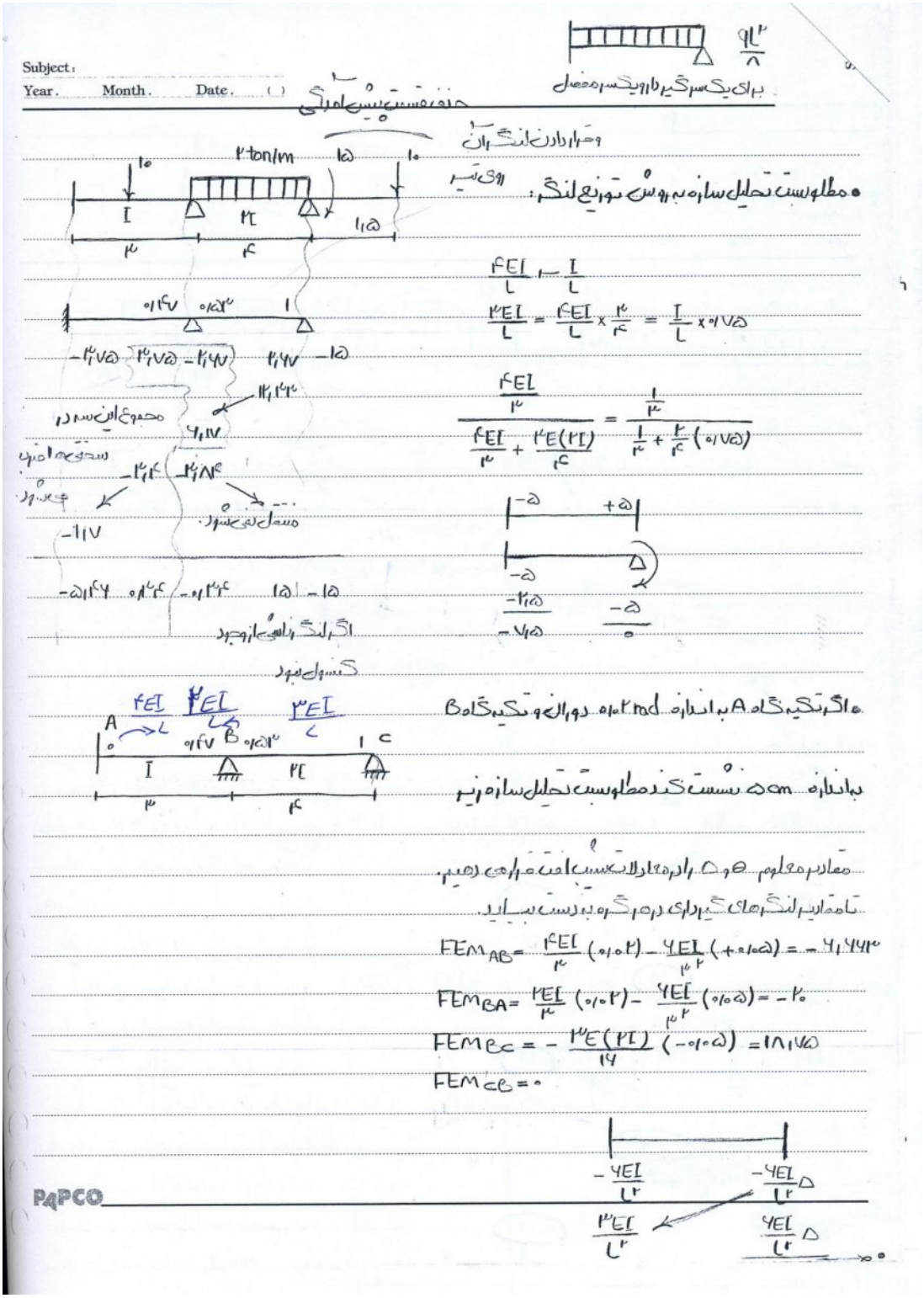


Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Mycivil.ir

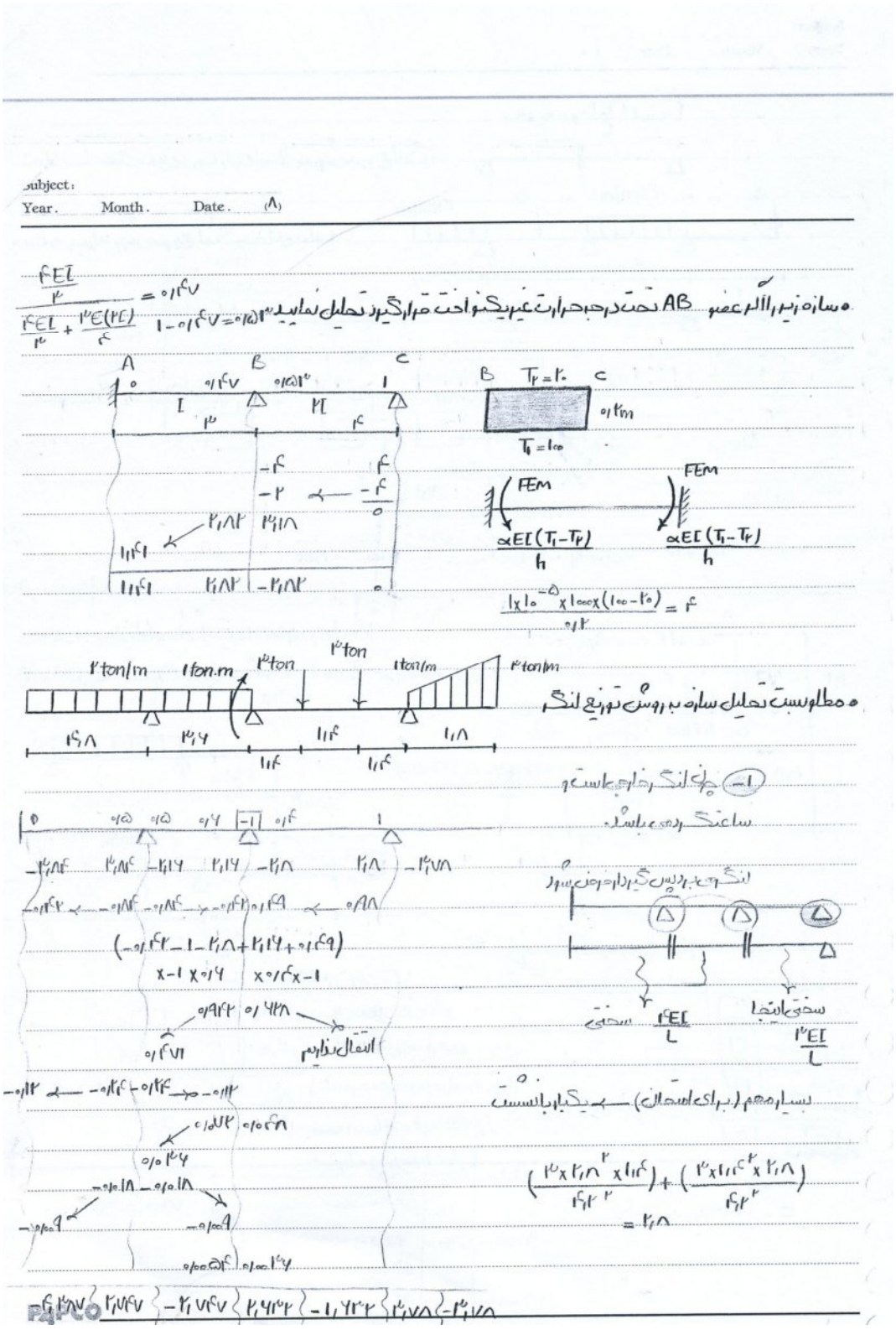


Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm



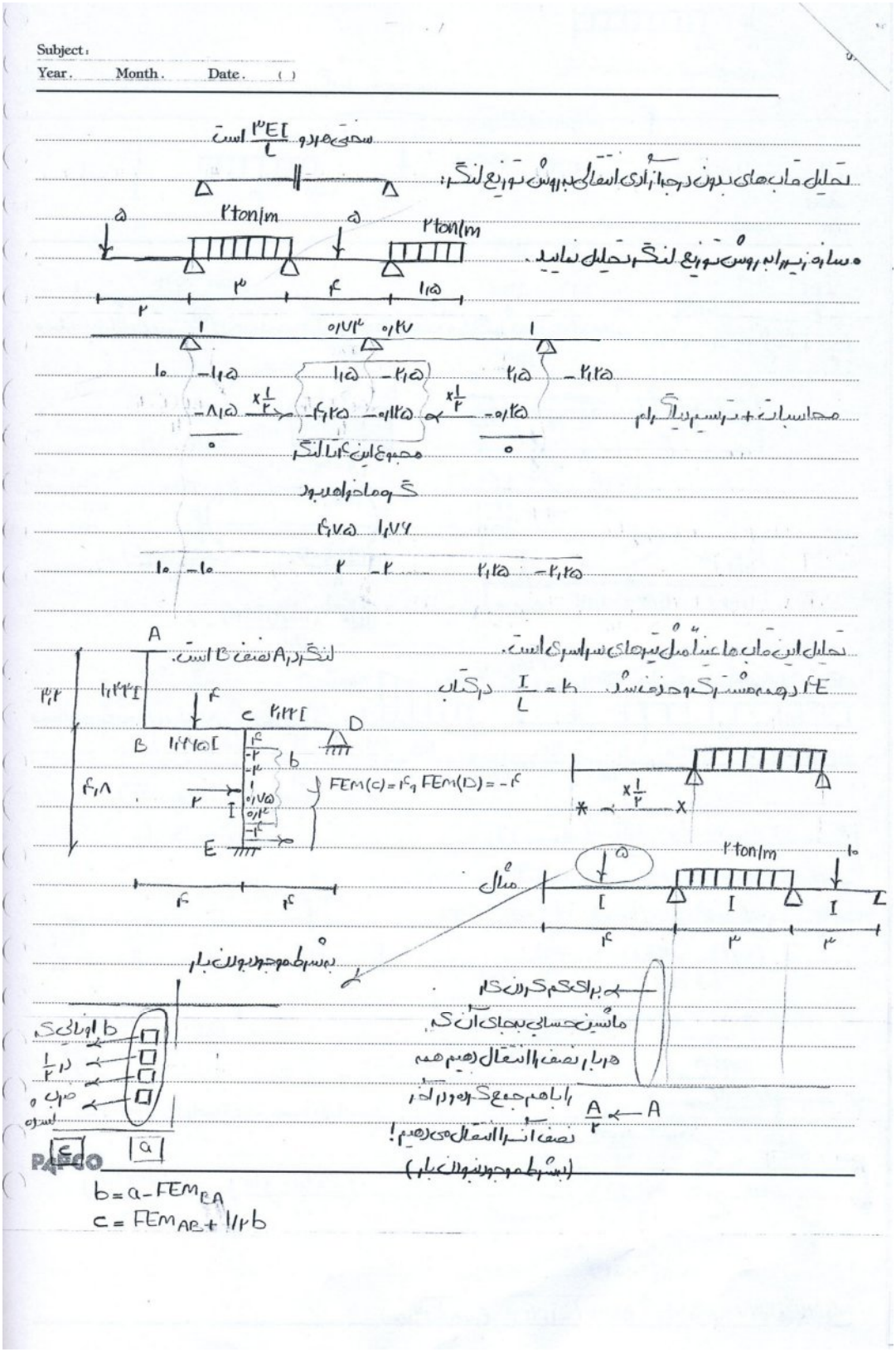
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Mycivil.ir

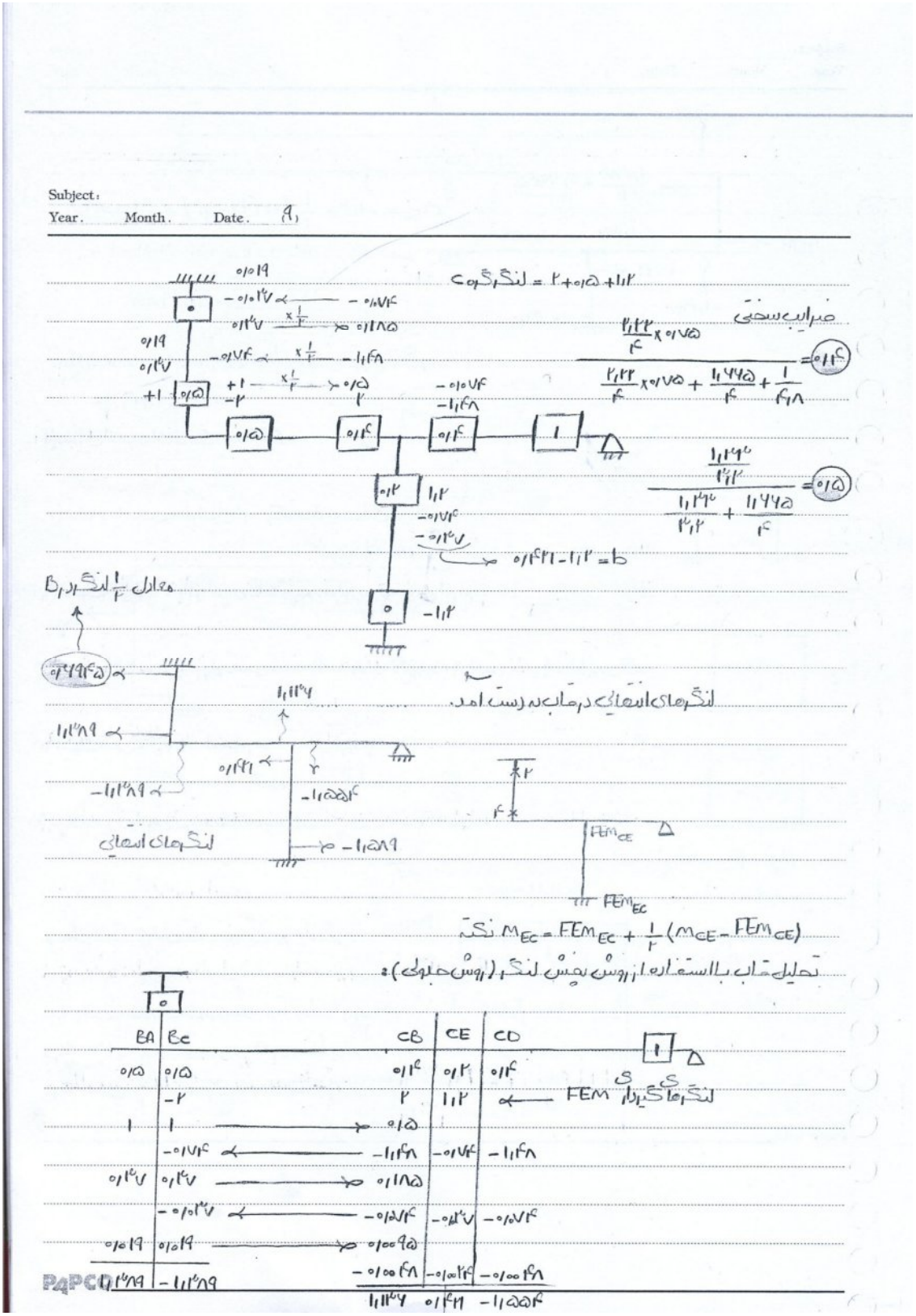


Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Mycivil.ir



Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

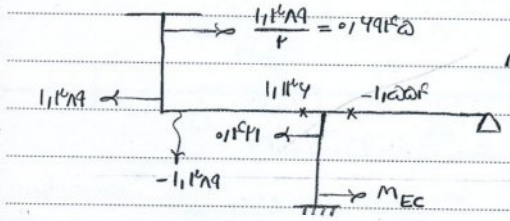


Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Mycivil.ir

Subject:

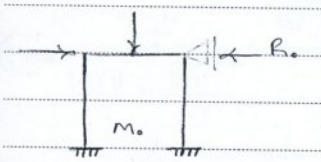
Year. Month. Date. ( )



$M_{EC} = -1.2 + \frac{1}{2}(0.4^{t} - 1.2) = -1.65^{t}\cdot m$

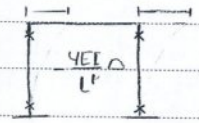
تحلیل قاب های با درجه آزادی اضافی به روش توزیع لنگر:

۱) تحلیل قاب های با یک درجه آزادی:

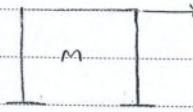


۱) قاب را با اعمال جلوگیری از حرکت جانبی تحلیل می کنیم.

۲) نیروی اضافی R_0 را در تحلیل قاب در مرحله اول به دست می آوریم.



۳) تغییر مکان می دهیم و از تغییر مکان های گیرداری با یافته و قاب را تحلیل می کنیم.



۴) نیروی اضافی R' را در مرحله سوم به دست می آوریم.

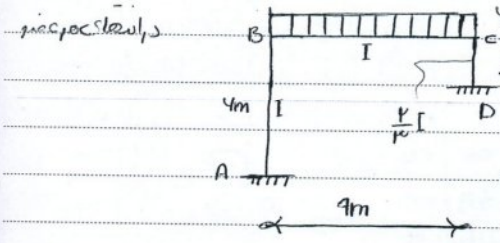
۵) چون نیروی اضافی در قاب اصلی صفر است پس $R_0 - aR' = 0$

$a = \frac{R_0}{R'}$ به دست آمد

$(M) = M_0 + aM'$

لنگر نهایی

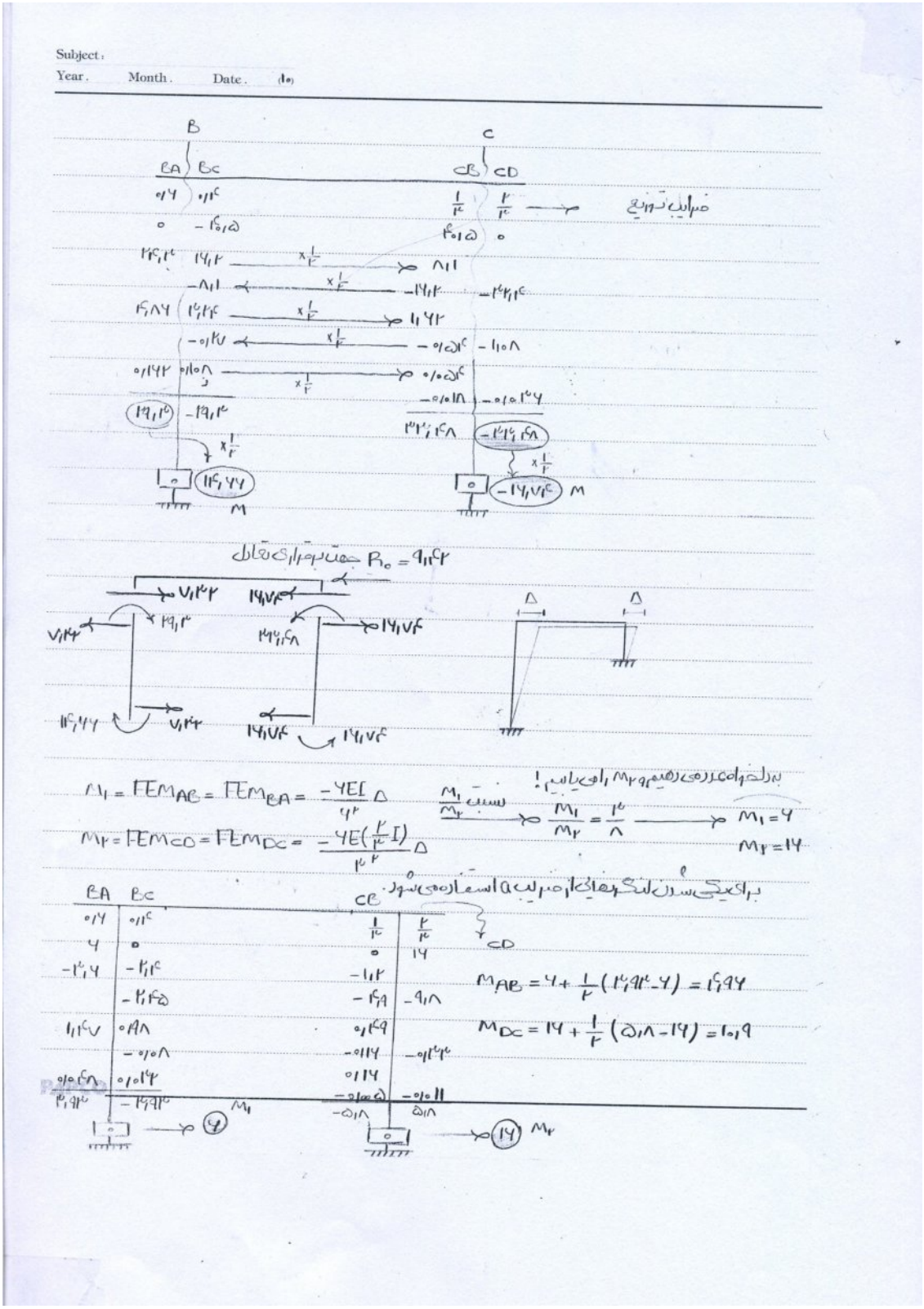
• مطلوبست تحلیل قاب به روش توزیع لنگر



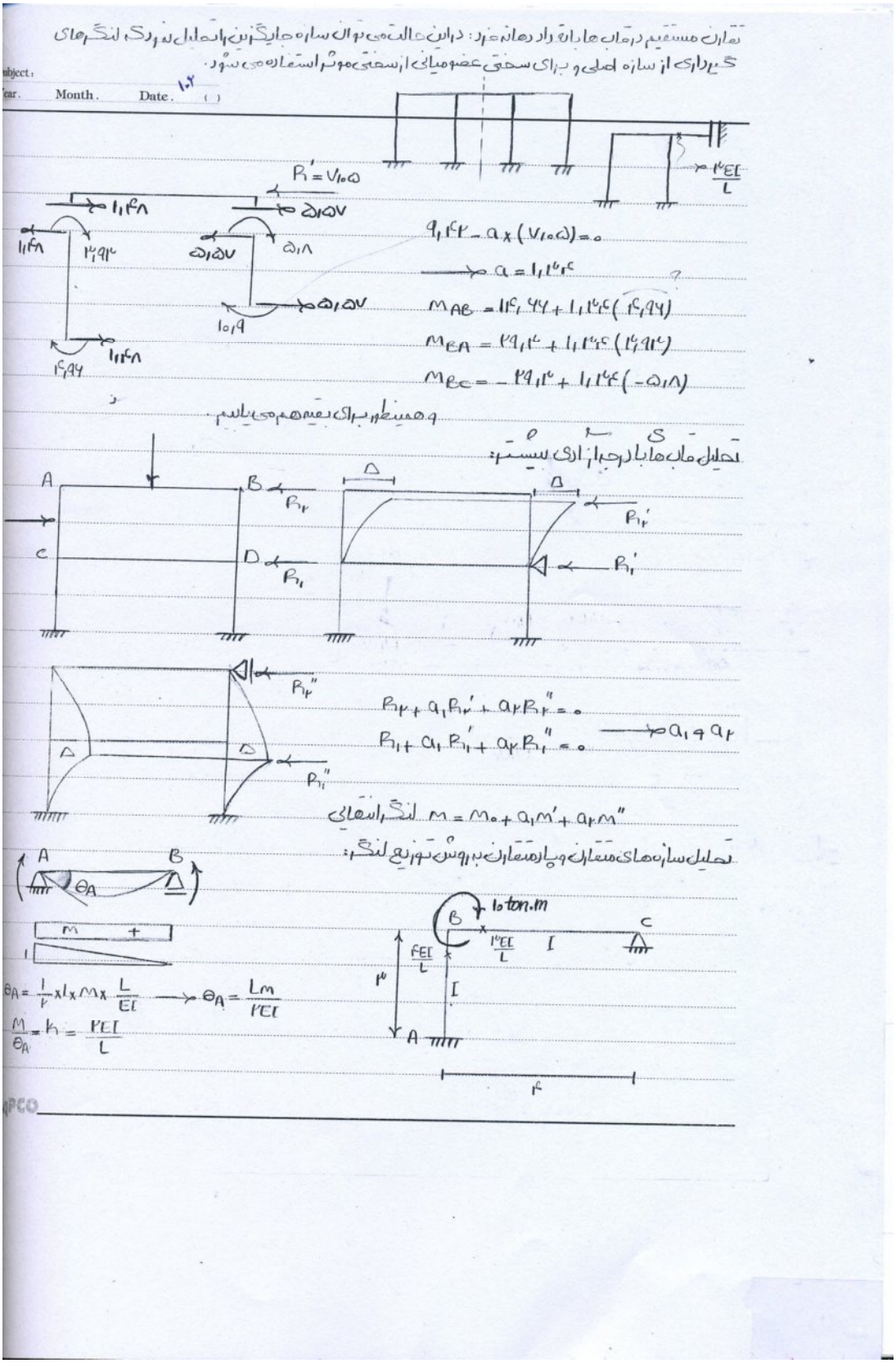
بر اساس لنگرهای گفته شده در مثل لنگر موجود در B معادل $\frac{1}{2}$ لنگر موجود در A و همینطور لنگر نهایی در C معادل $\frac{1}{2}$ لنگر موجود در D است!

P4PCO

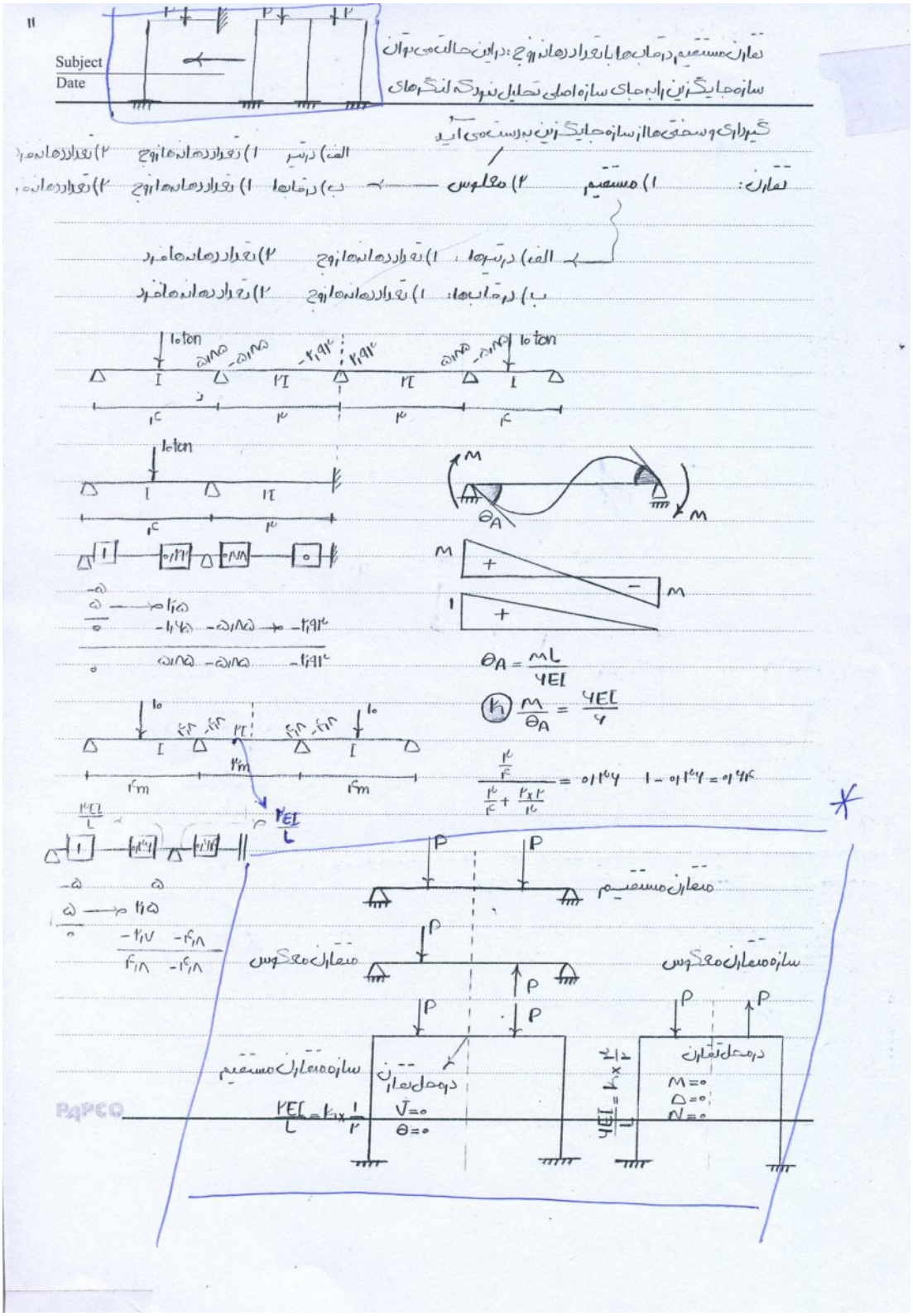
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm



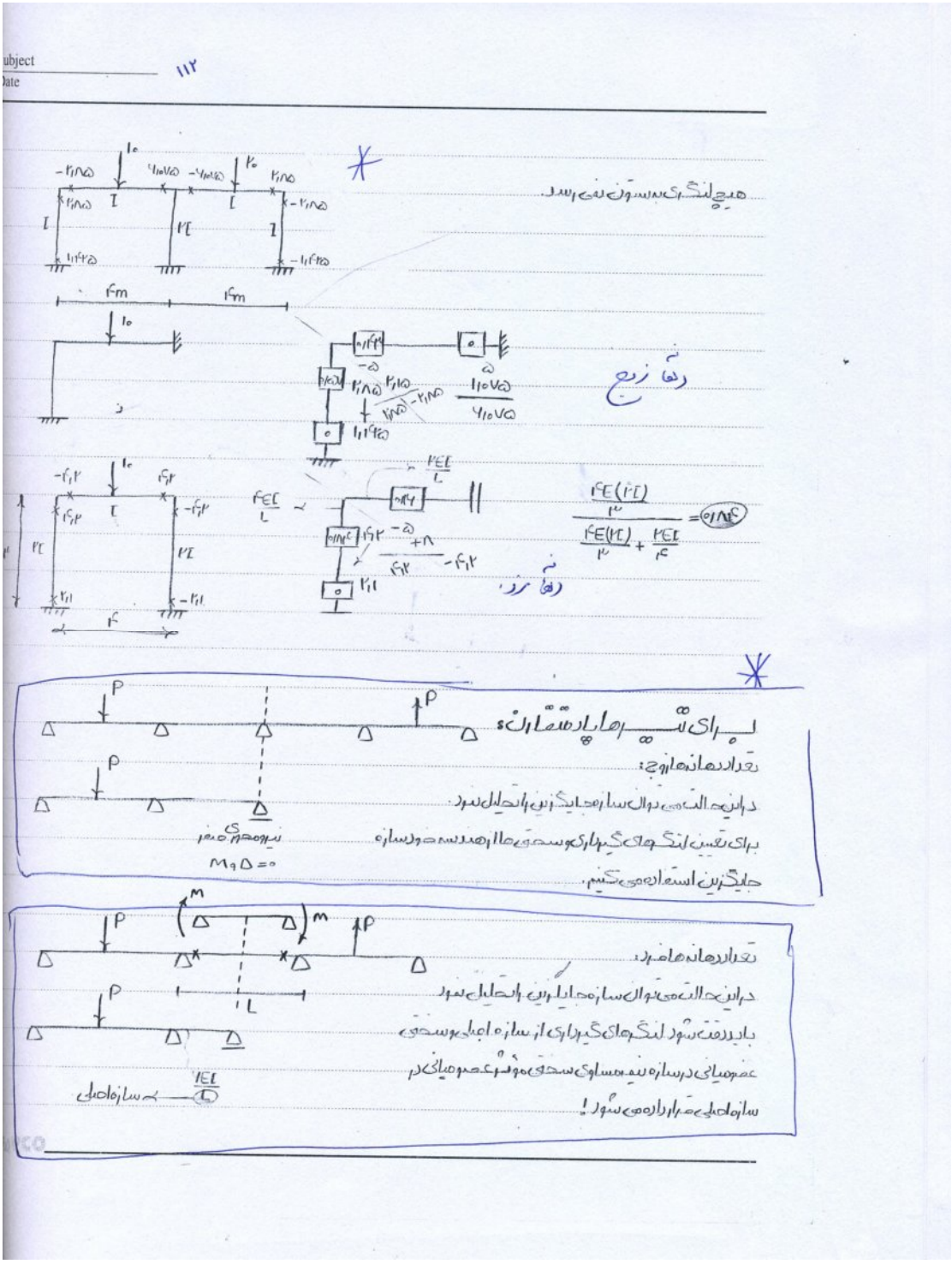
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm



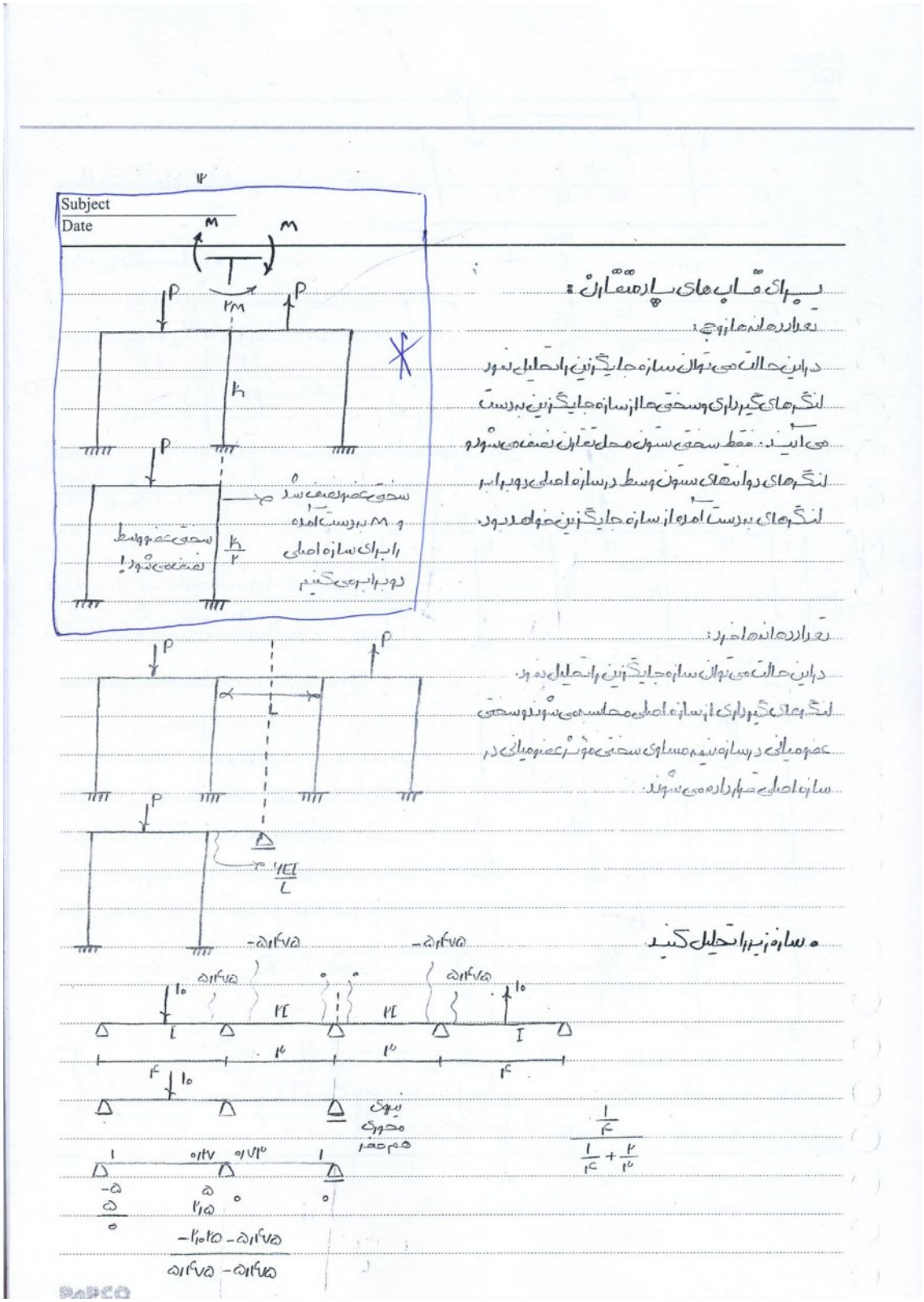
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm



Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

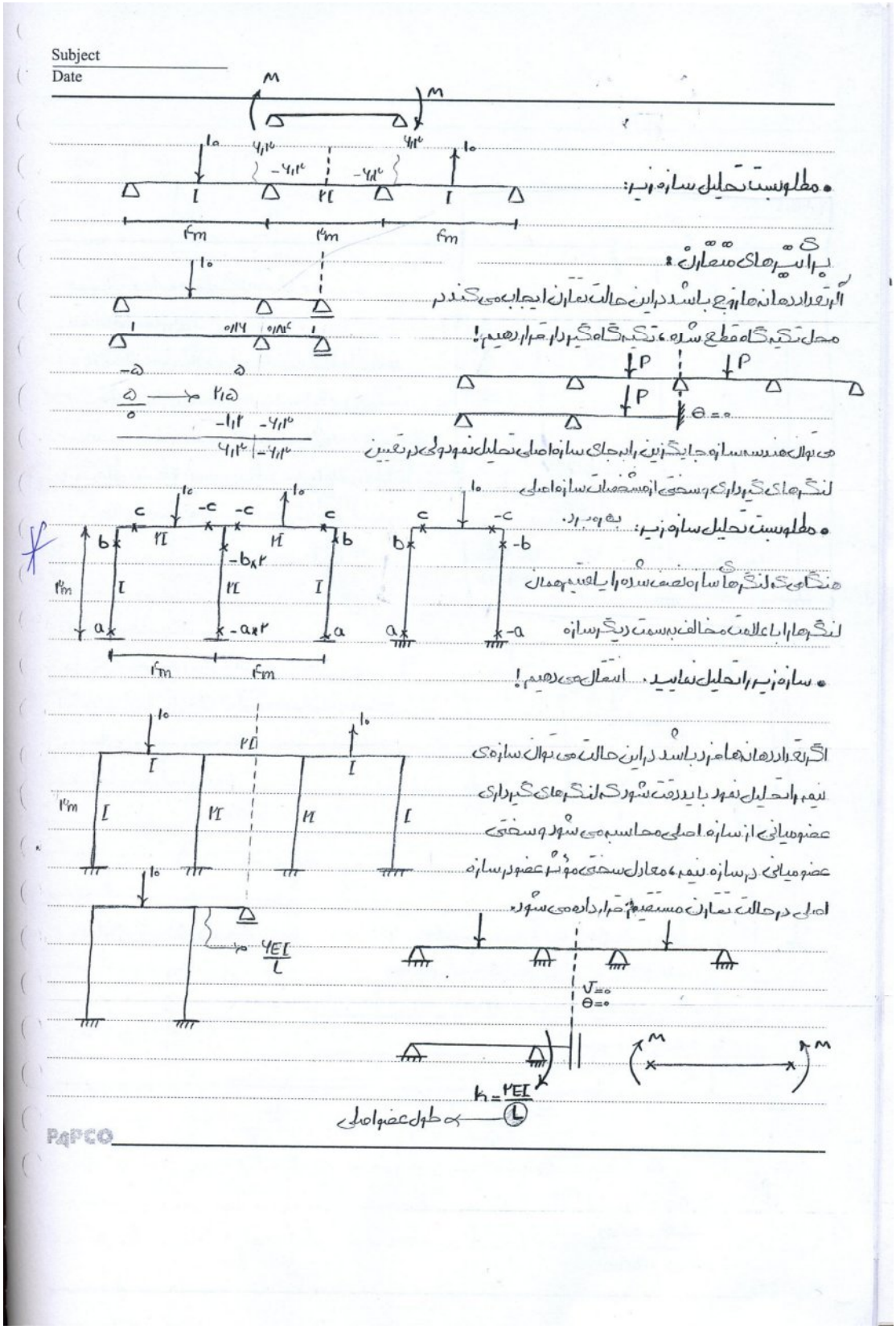


Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm



Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

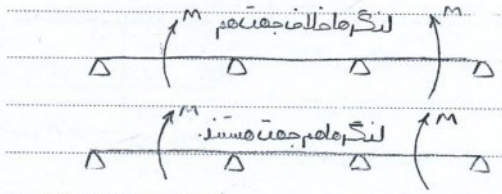
Mycivil.ir



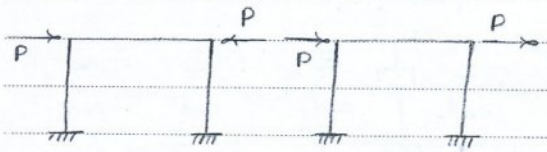
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Mycivil.ir

Subject
Date

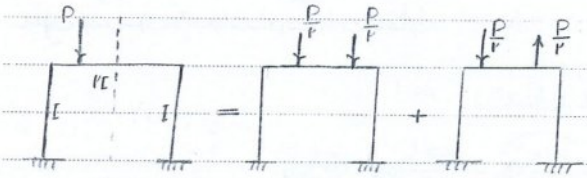


تعادل مستقیم و معکوس ساده معادل با
خط برای سازه‌های تحت لنگر متمرکز
با متمرکز نمی‌باشد یک سازه یا معادل
برای لنگر هم تعادل داریم! با لنگر متمرکز



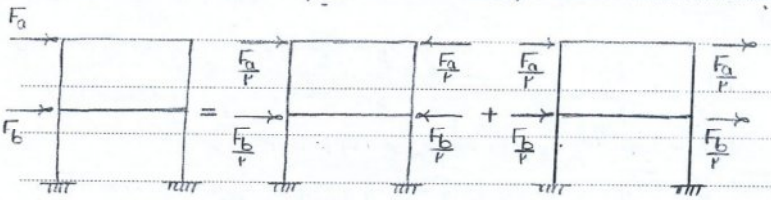
سازه معادل با سازه یا معادل با
بار محوری بار محوری

* مطلوبست تحلیل سازه زیر:

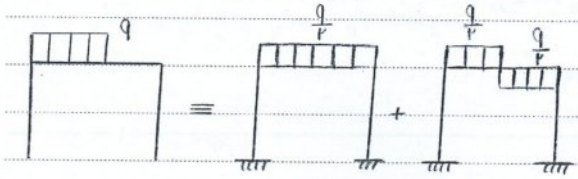


سازه نامعادل است. می‌توان سازه را
معادل را به دو سازه معادل مستقیم و
معادل معکوس تبدیل کنیم. به طوری
که مجموع نیروها در دو سازه، نیروی وارد
بر سازه نامعادل را بدهد.

سازه نامعادل سازه معادل مستقیم سازه معادل معکوس



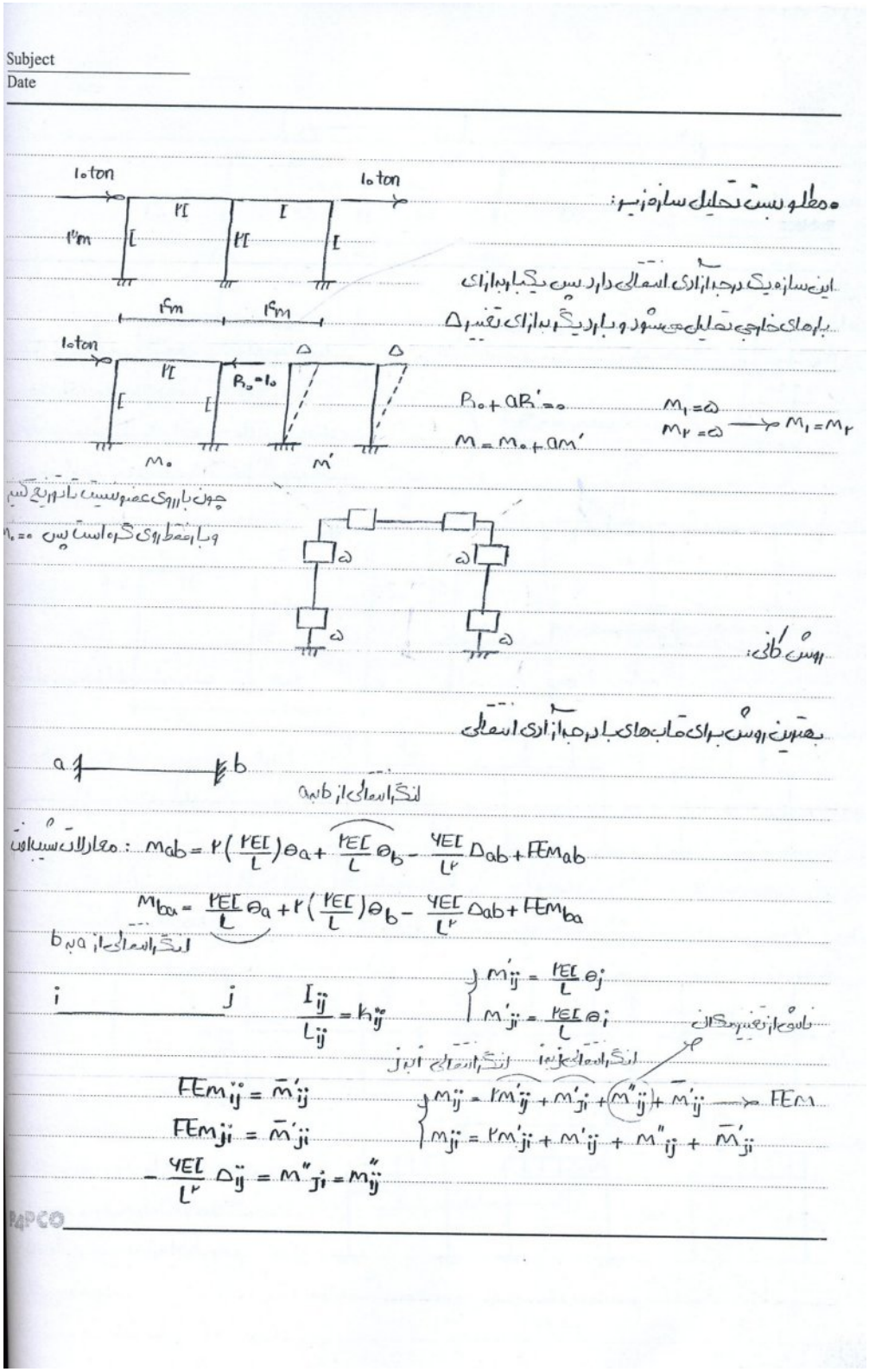
با تبدیل سازه نامعادل به دو سازه
معادل مستقیم و معادل معکوس
به راحتی می‌توان هر سازه را جداگانه تحلیل
نموده و به این ترتیب سازه اصلی هم
تحلیل می‌شود.

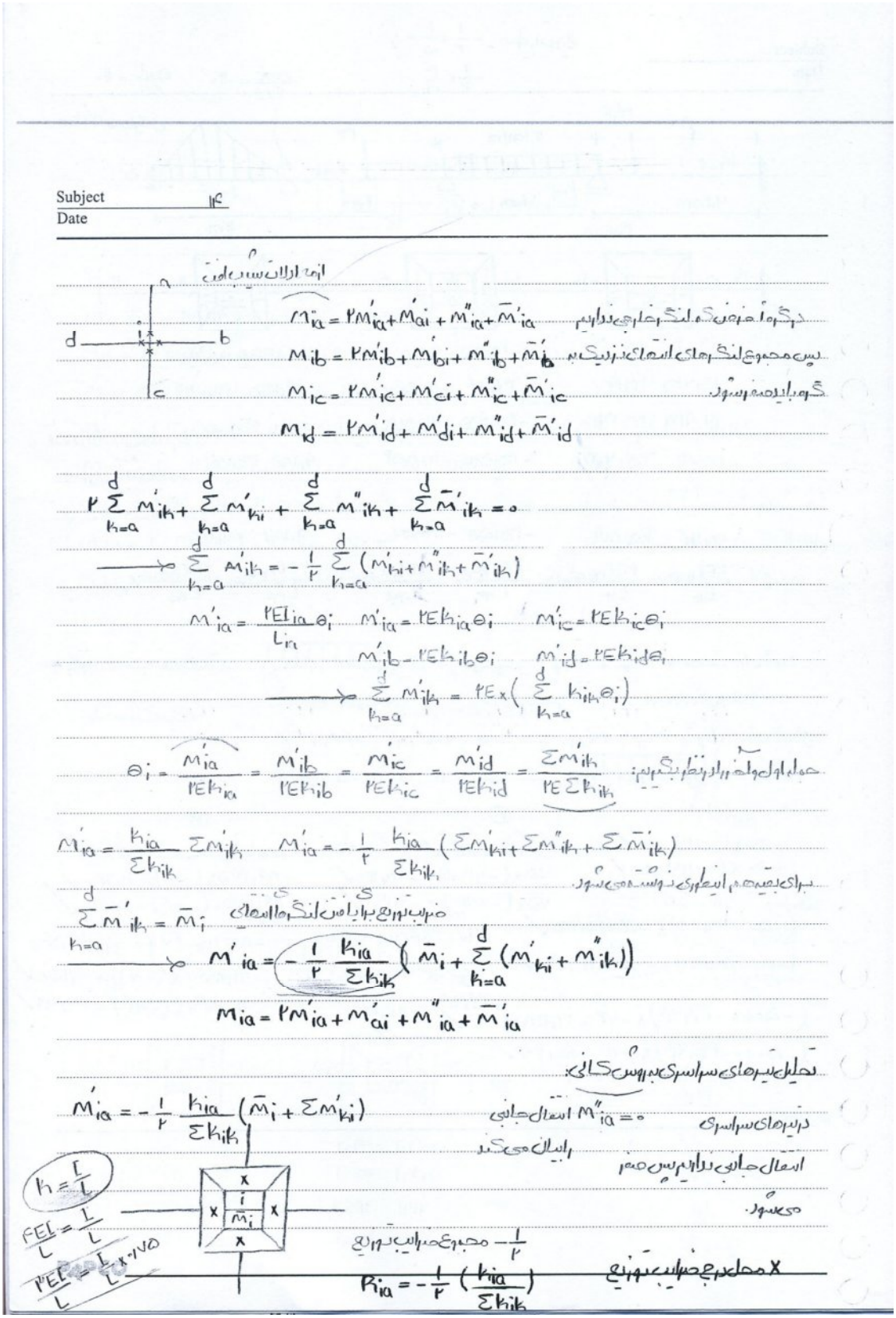


سازه معادل مستقیم سازه معادل معکوس

P4PCO

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

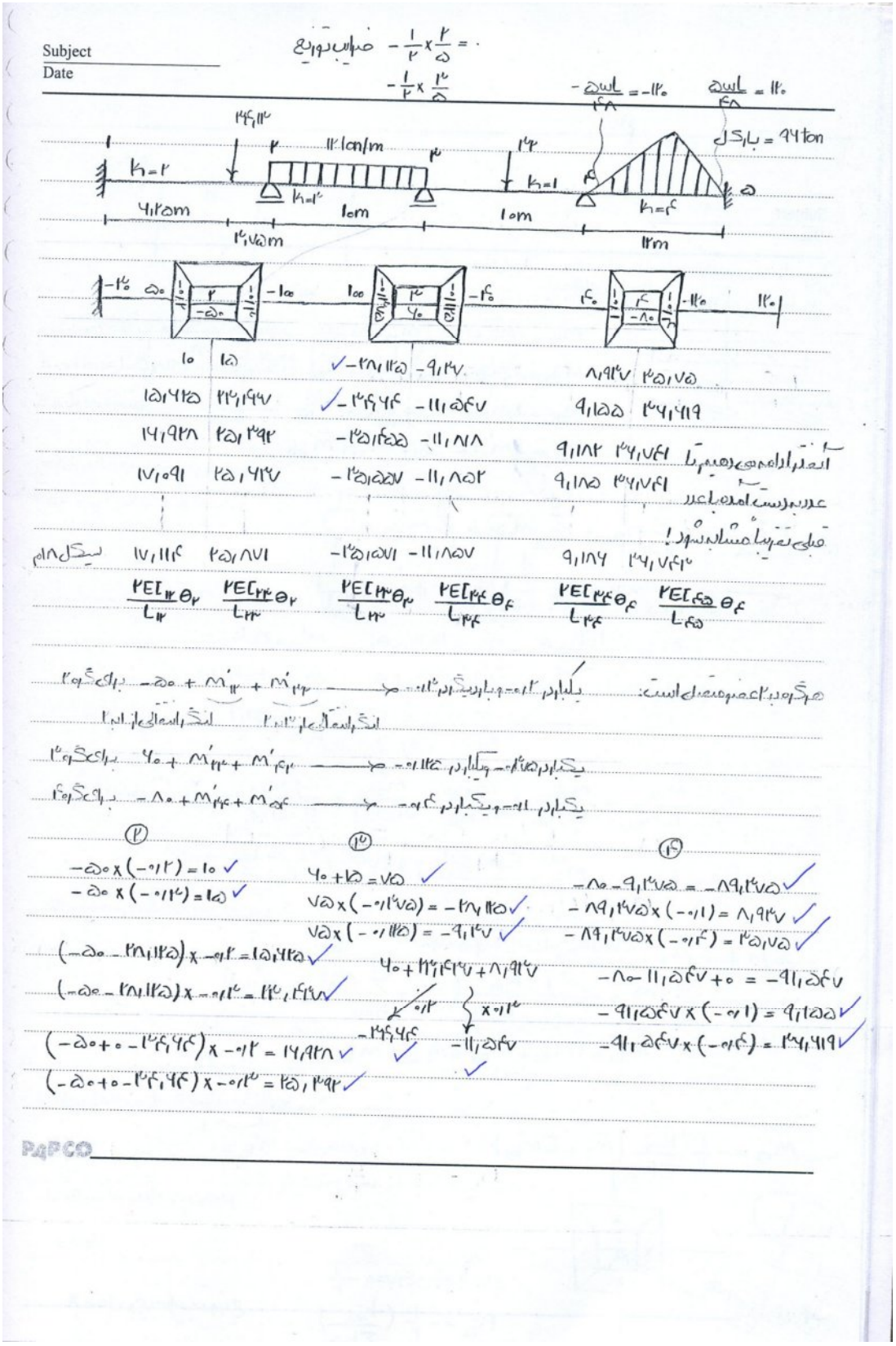

Subject
Date
۱۰ton
۱۰ton
۴m
۴m
۴m
۱۰ton
$P_0=10$
M_0
M'
a
b

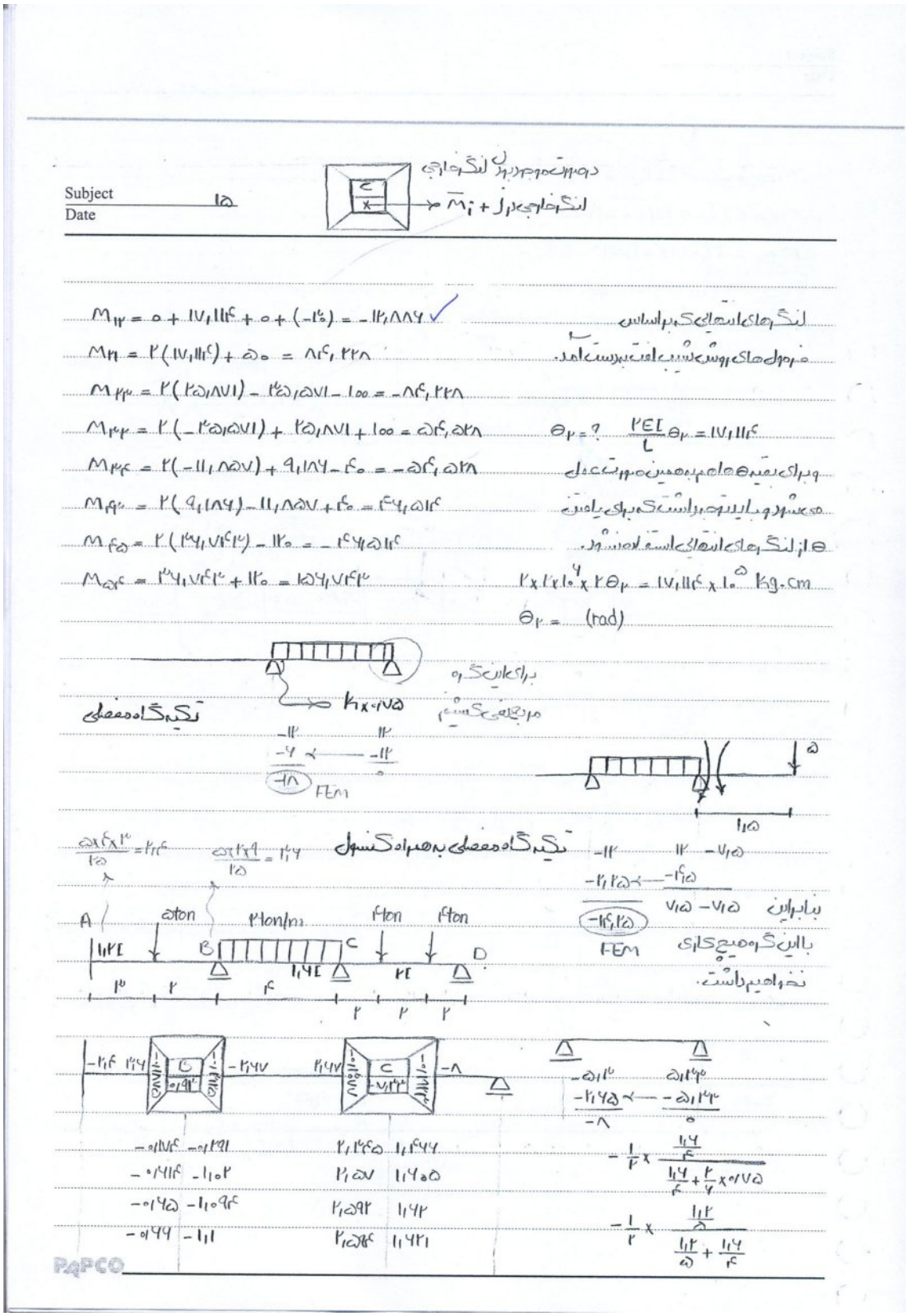


Subject
Date

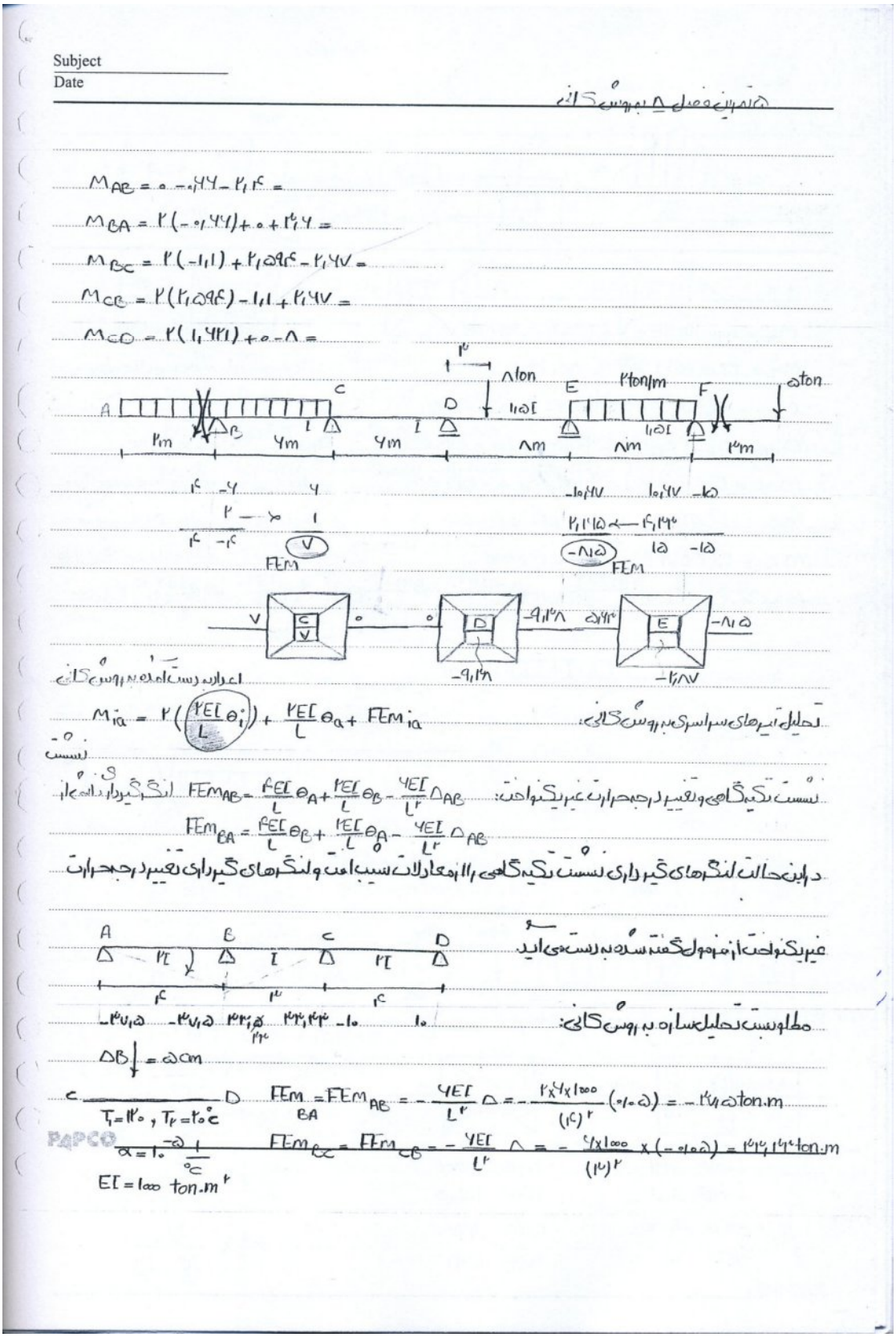
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Mycivil.ir

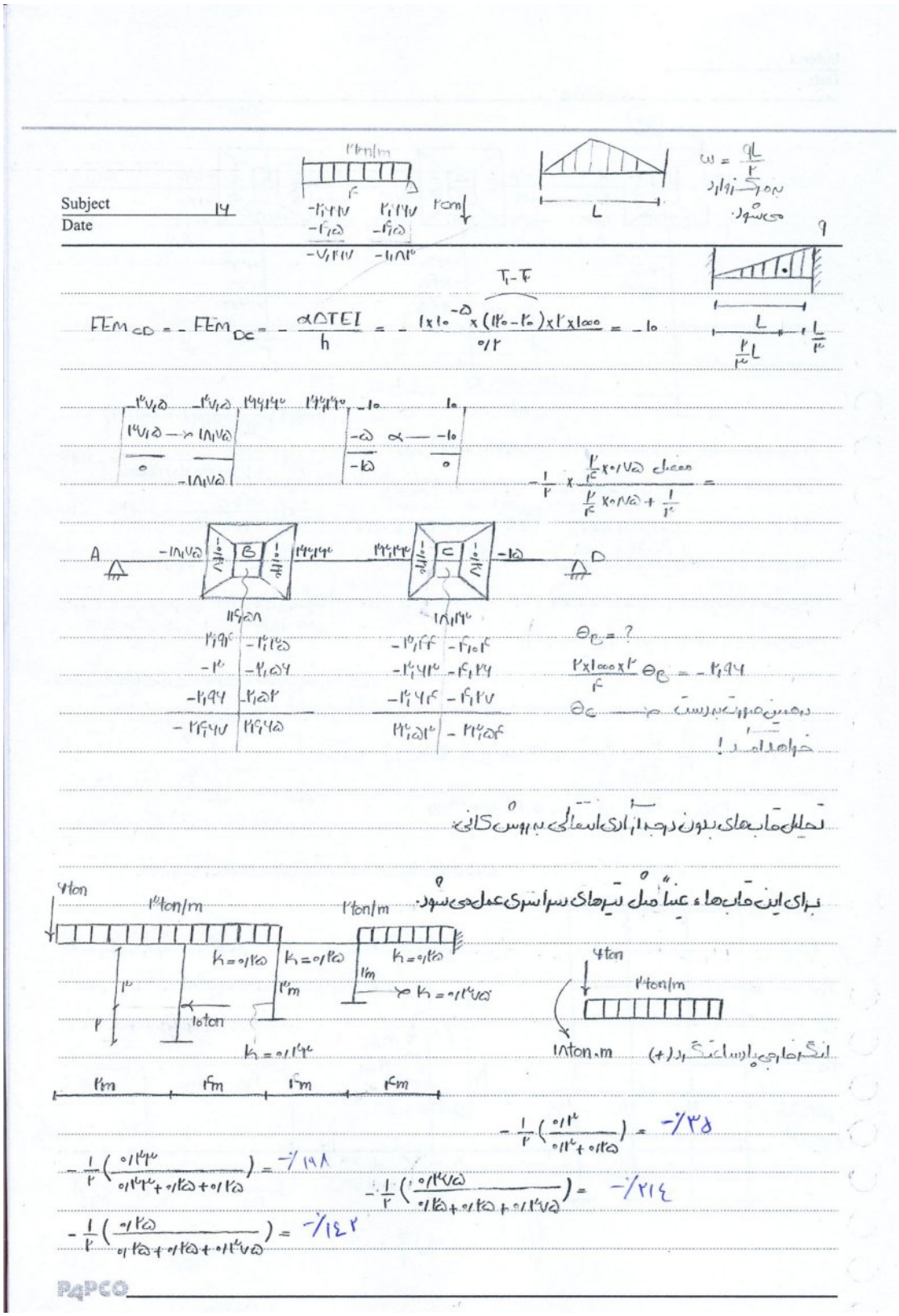




Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

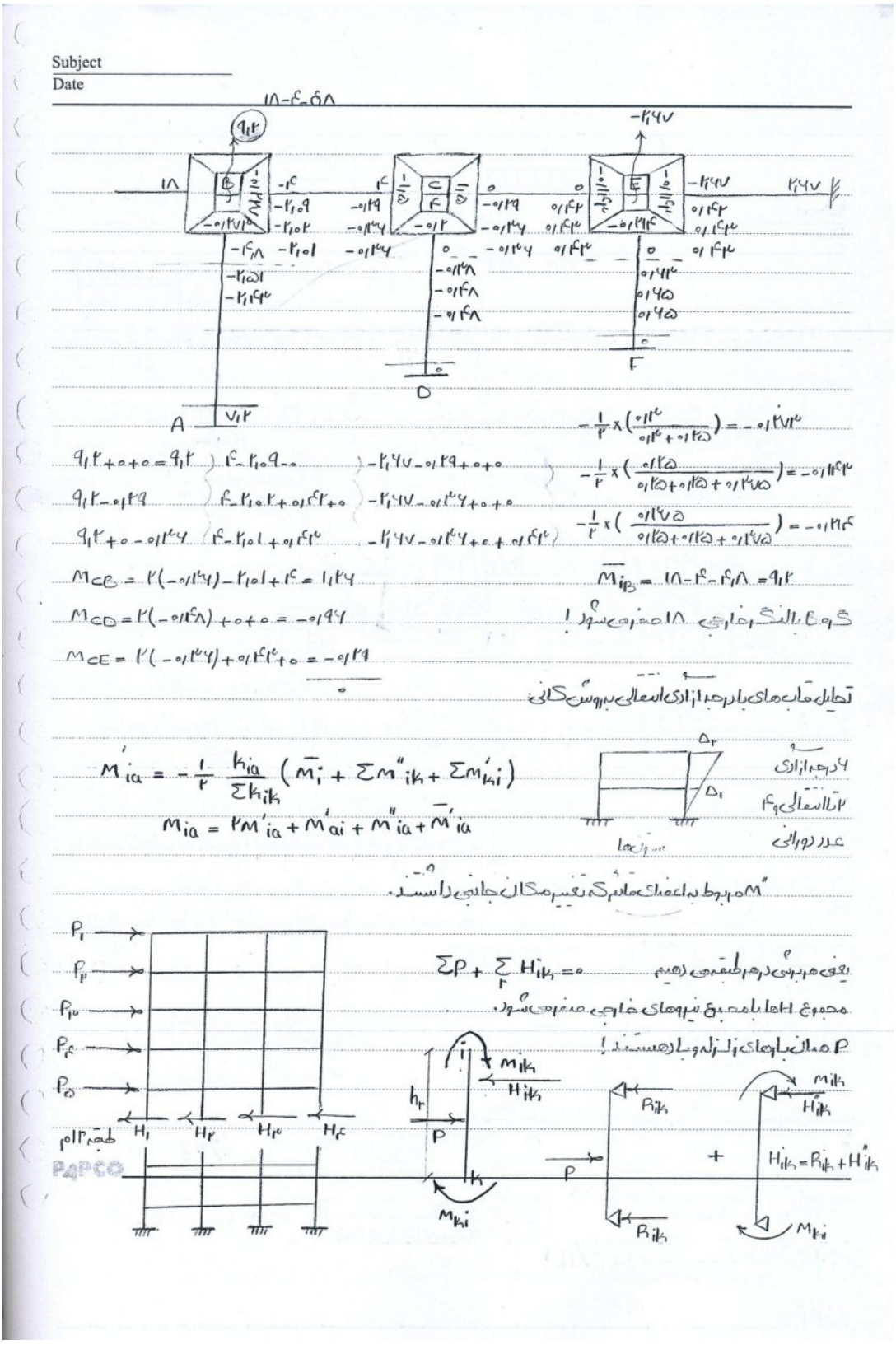


Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm



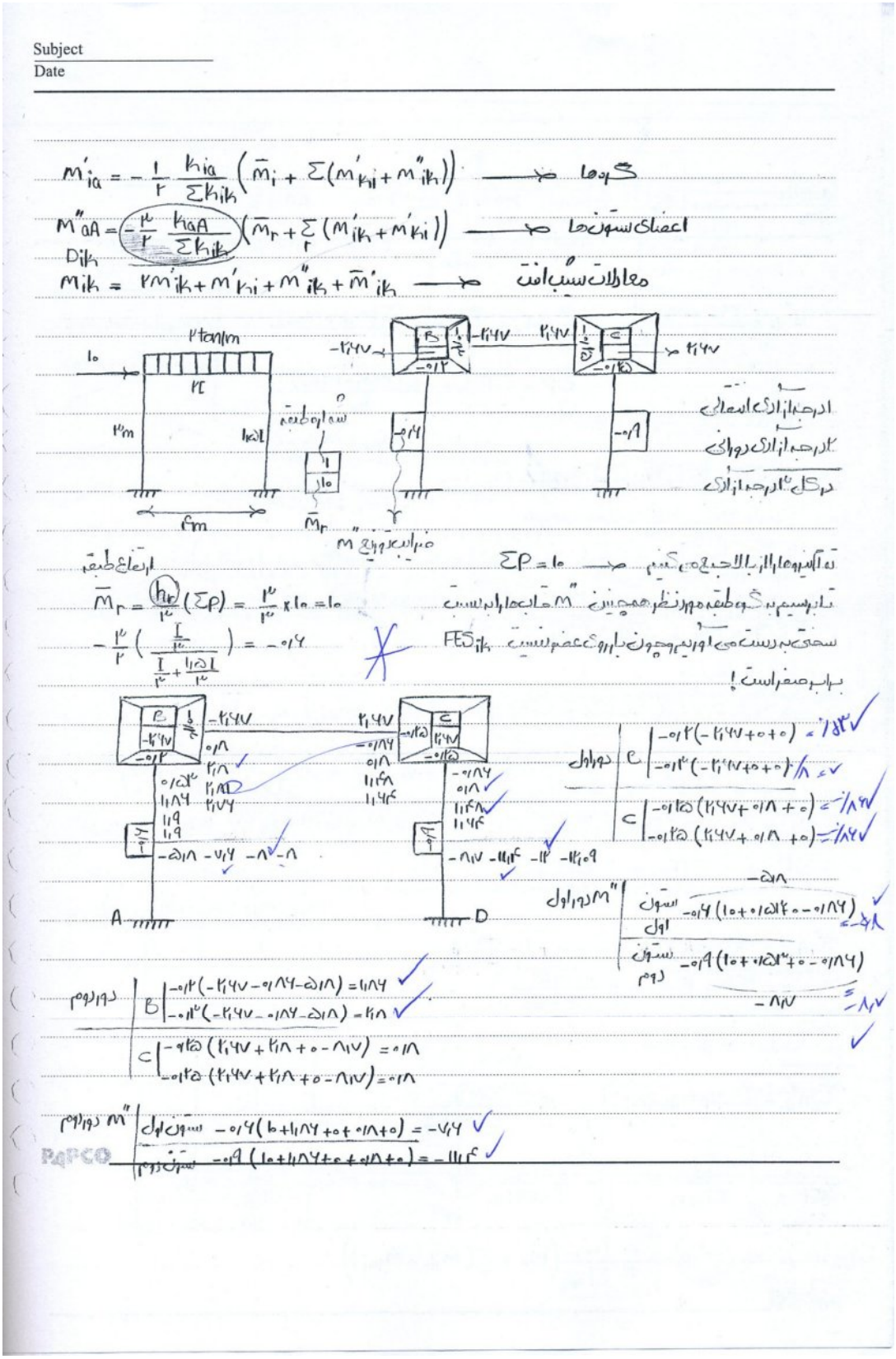
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Mycivil.ir



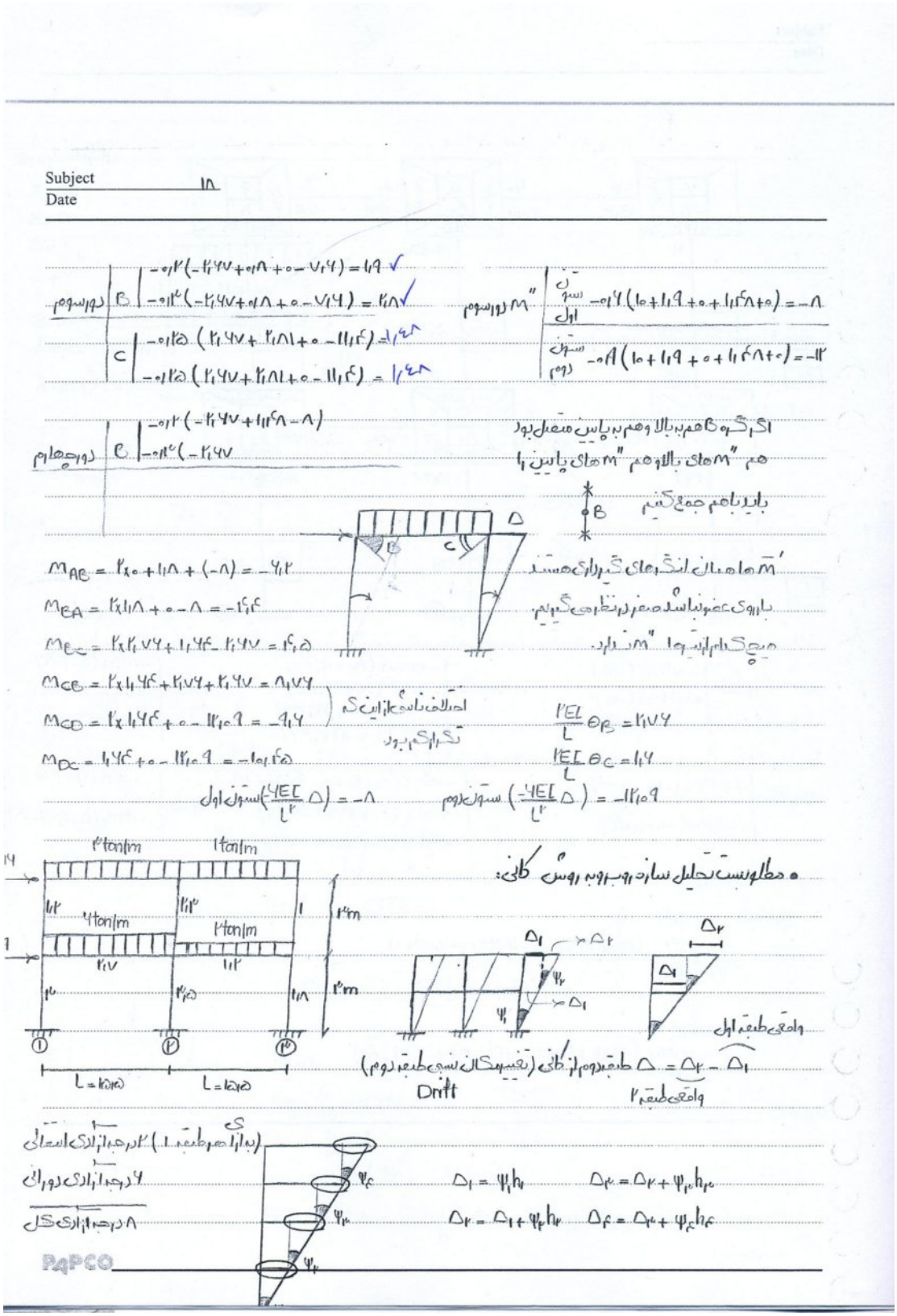
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Mycivil.ir

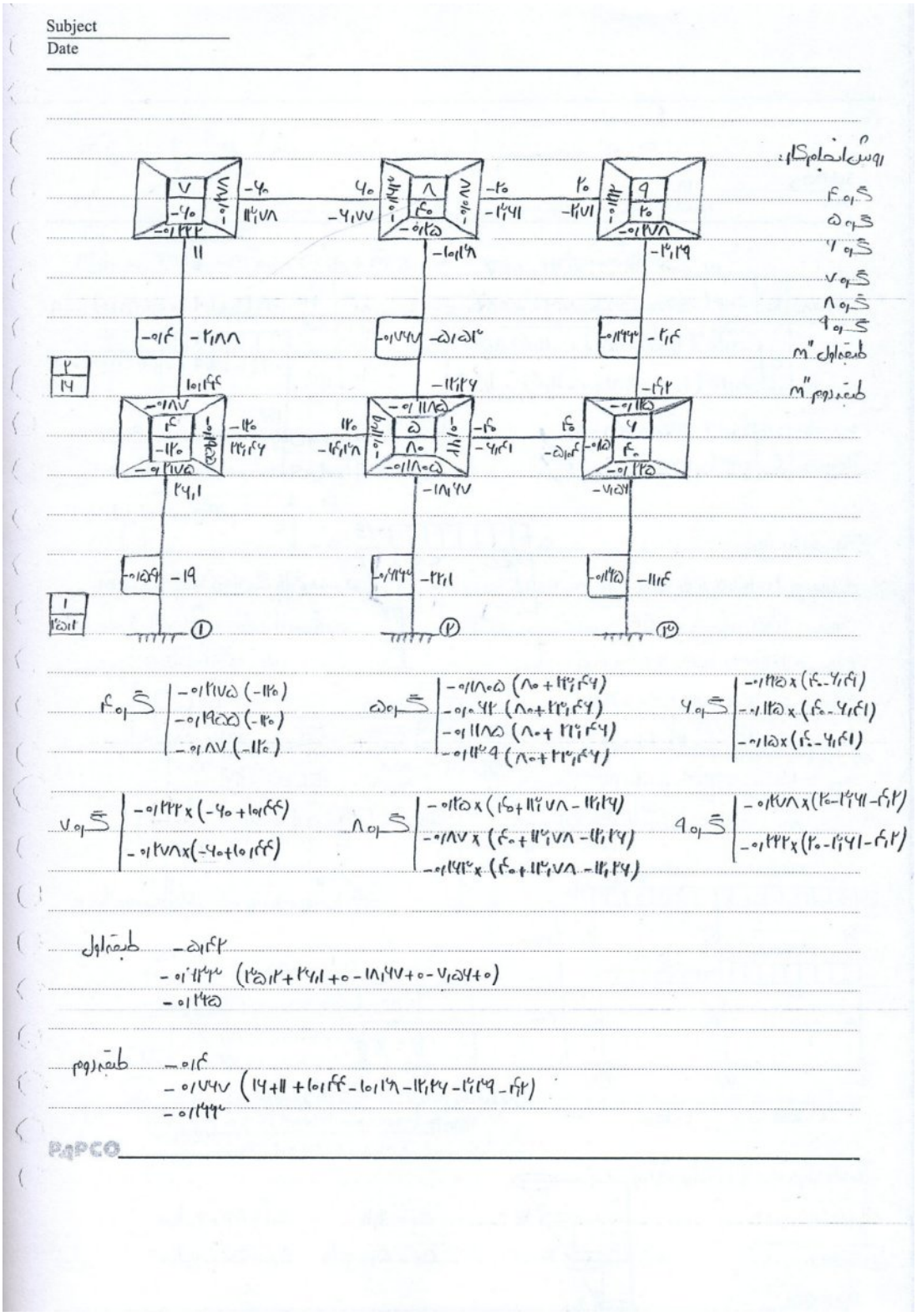


Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Mycivil.ir

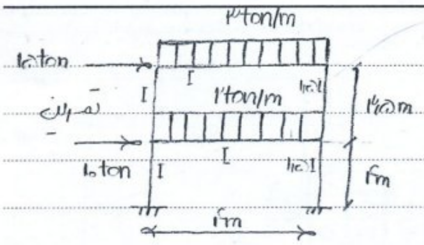


Mycivil.ir



Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Subject ۱۹
Date



تا به حال روشهایی که حل شده، ارتفاع ستونها برابر و اتصال ستونها از پایین همه گیردار بودند.

۱) ارتفاع ستون‌ها فرق کند. M''_{ia}

$$M''_{ia} = -\frac{3}{2}\frac{r_{ia}k_{ia}}{\sum r_{ik}^2 k_{ik}}\left(\bar{M}_r + \sum_r r_{ik}(M'_{ik}+M'_{ki})\right)$$

$r_{ik} = \frac{h_0}{h_r}$ — h_0 ← ارتفاع مبنا ، h_r ← ارتفاع ستون مورد نظر

$$\bar{M}_r = \frac{h_0}{3}\left(\sum P + \sum FES_{ik}\right)$$

۲) ارتفاع ستون‌ها فرق کند و همزمان بعضی از ستون‌ها به جای تکیه‌گاه گیردار تکیه‌گاه مفصلی داشته باشند!

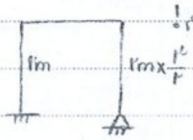
برای ستون‌های با اتصال مفصلی اول ارتفاعشان در $\frac{3}{2}$ ضرب می‌شود و بعد حل می‌کنیم! پای ستون وصل مفصلی است

$k^R_{ia} = k_{ia}\times\frac{3}{4}$ سختی اصلاح شده

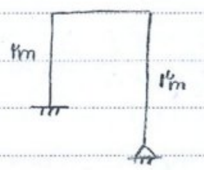
$$M''_{ia} = -\frac{3}{2}\frac{r_{ik}k^R_{ia}}{\sum_r m r_{ik}^2 k^R_{ik}}\left(\bar{M}_r + \sum_r r_{ik}(M'_{ik}+M'_{ki})\right)$$

$m = \frac{3}{4}$ لولایی
$m = 1$ گیردار

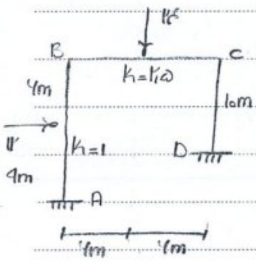
$r_{ik} = \frac{h_0}{h^e_{ik}}$ $h^e_{ik} = \frac{3}{2}h_{ik}$ ستون لولایی
$h^e_{ik} = h$ ستون گیردار



$$\bar{M}_r = \frac{h_0}{3}\left(\sum P + \sum FES_{ik}\right)$$



• مطلوبست تحلیل سازه زیر به روش کانی:



$h_0 = 10$

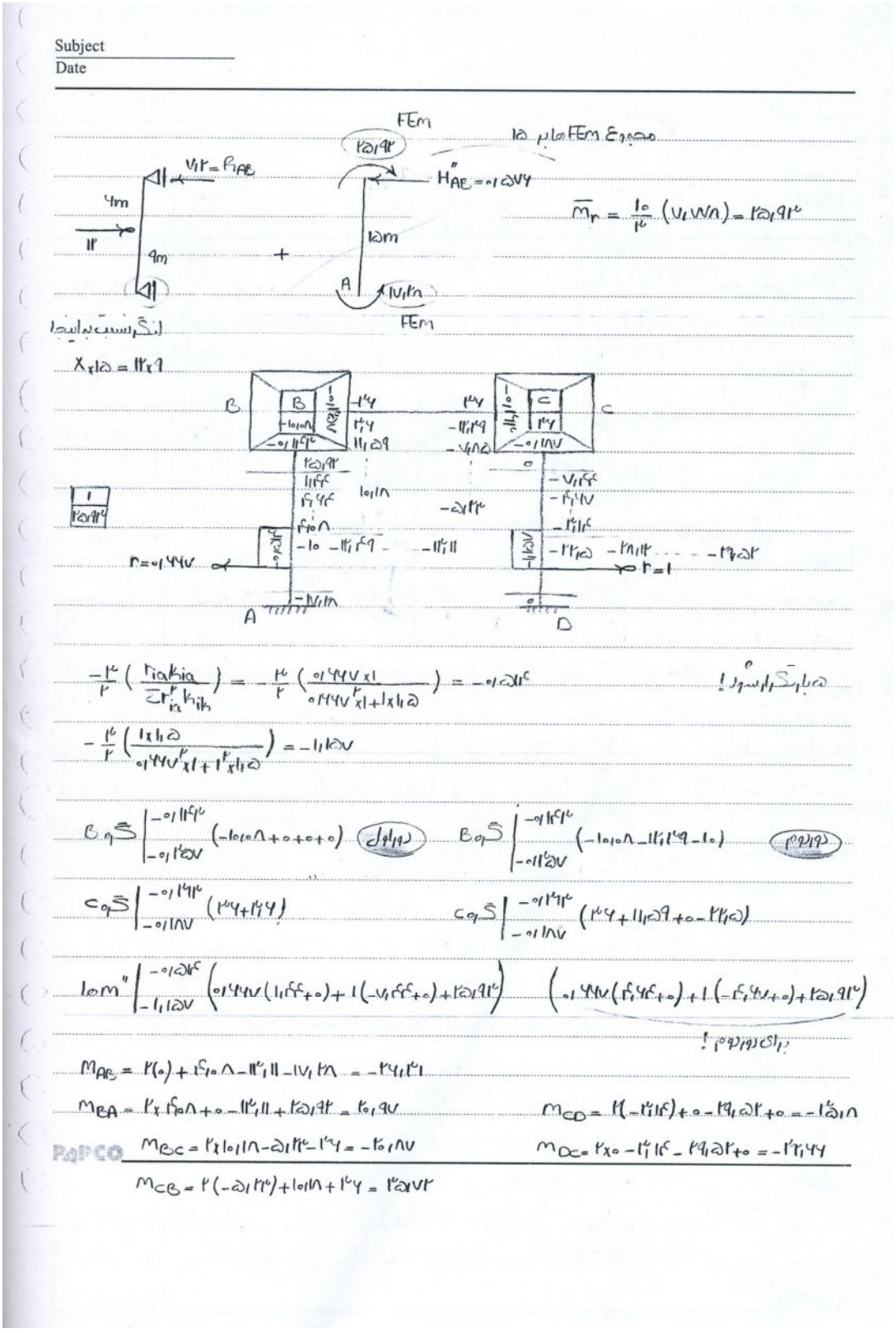
$r_{AB} = \frac{10}{15} = 0.667$

$r_{CD} = \frac{10}{10} = 1$ بار روی گره‌ها باید اعمال

$\bar{m}_r = \frac{h_0}{3}\left(\sum P + \sum FES_{ik}\right)$ FES_{ik} صفر نمی‌باشد!

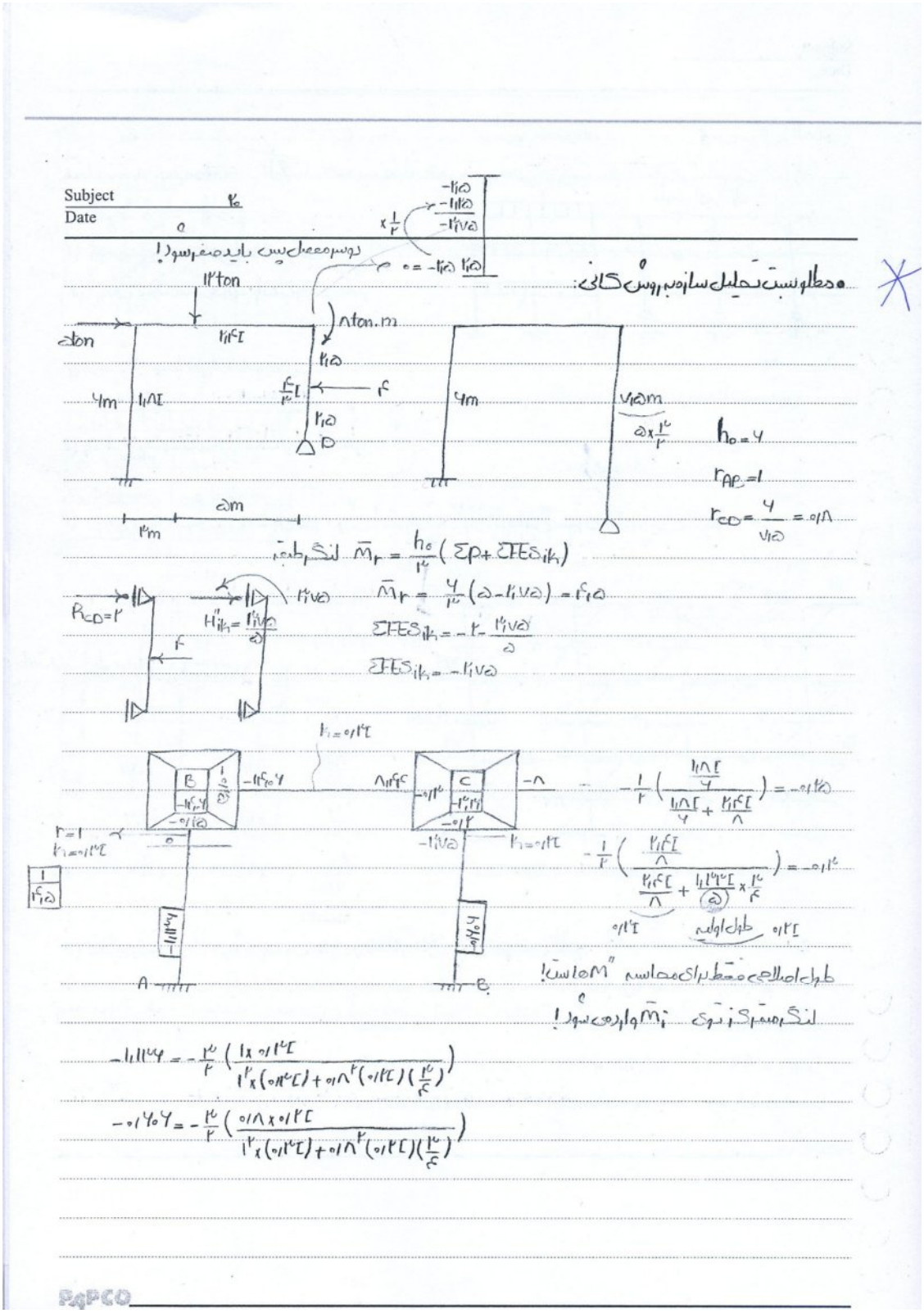
$FES_{ik} = R_{ik} + \frac{\bar{m}_{ik}+m'_{ik}}{h}$ h در فرمول FES_{ik} را اصلاً تغییر نمی‌دهیم!

P4PCO



Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Mycivil.ir



Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Subject
Date

تحلیل تقریبی سازه‌ها:

۱) روش پرتال برای بارهای جانبی
۲) روش یک دهم دهانه برای بارهای ثقلی

روش پرتال و مراحل انجام تحلیل:

۱) وسط تیرها و ستون‌ها را مفصلی می‌کنیم.

۲) توزیع نیروی برشی بین ستون‌ها: برش طبقه را به نسبت دهانه‌ها بین ستون‌ها توزیع می‌کنیم

ستون	طبقه سوم	طبقه دوم	طبقه اول
$\frac{3}{18}$	x12	x12	x6
$\frac{6}{18}$	x12	x12	x6
$\frac{6}{18}$	x12	x12	x6
$\frac{3}{18}$	x12	x12	x6

۳) لنگر در ستون‌ها: برش در ستون‌ها را در نصف ارتفاع ستون ضرب می‌کنیم.

$0.25 \times 18 = 4.5$ $\quad 0.5 \times 18 = 9$ $\quad 1 \times 18 = 18$

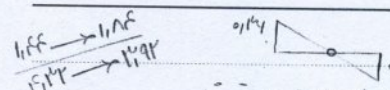
$0.75 \times 18 = 13.5$ $\quad 1.5 \times 18 = 27$ $\quad 1.25 \times 18 = 22.5$

$0.75 \times 18 = 13.5$ $\quad 1.5 \times 18 = 27$ $\quad 1.25 \times 18 = 22.5$

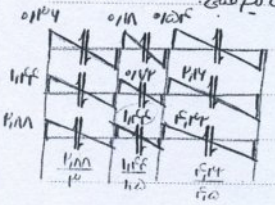
$0.25 \times 18 = 4.5$ $\quad 0.5 \times 18 = 9$ $\quad 1 \times 18 = 18$

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Subject ۲۱
Date

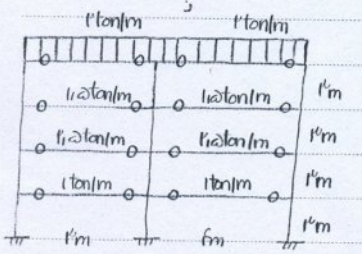


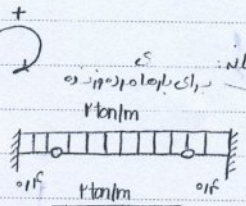
۱) لنگر در تیرها: برابر است با مجموع لنگرهای ستون های طرفین تیر منهای لنگرهای تیر مبنای.



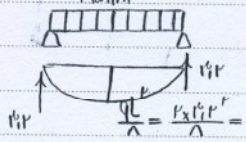
۲) نیروی برشی تیرها: از تقسیم لنگر تیر بر نصف طول دهانه تیر به دست می آید.

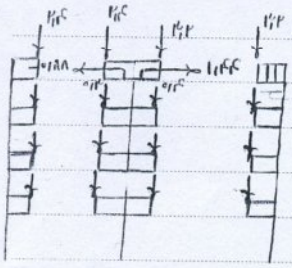
۳) نیروی محوری در ستون ها: برابر است با برش سمت راست تیر منهای برش سمت چپ تیر به علاوه نیروی محوری ستون بالایی.





برش های تعریبی و واریس یک دهم دهانه:





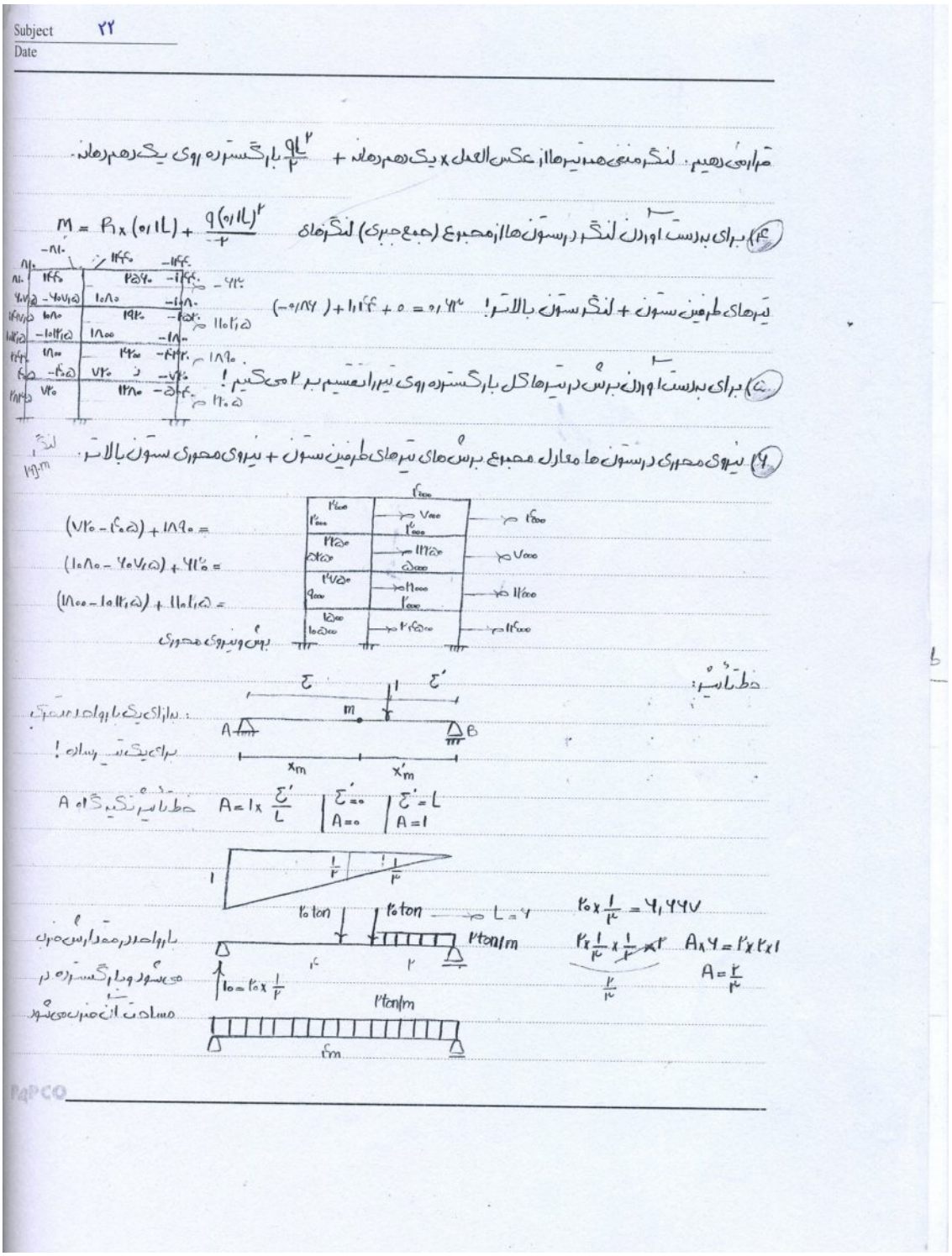
۱) در فاصله یک دهم دهانه تعلم تیرها منفصل فرض می شوند یعنی تیرهای وسط درست مثل یک تیر ساده عمل می کنند.

۲) برای یافتن لنگر وسط تیرها از $\frac{ql^2}{8}$ استفاده می کنیم. (لنگر منفی)

۳) برای یافتن لنگر منفی تیرها عکس العمل تکیه گاه های تیرهای وسط را روی قسمت یا میانه تیر در فاصله یک دهم دهانه

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

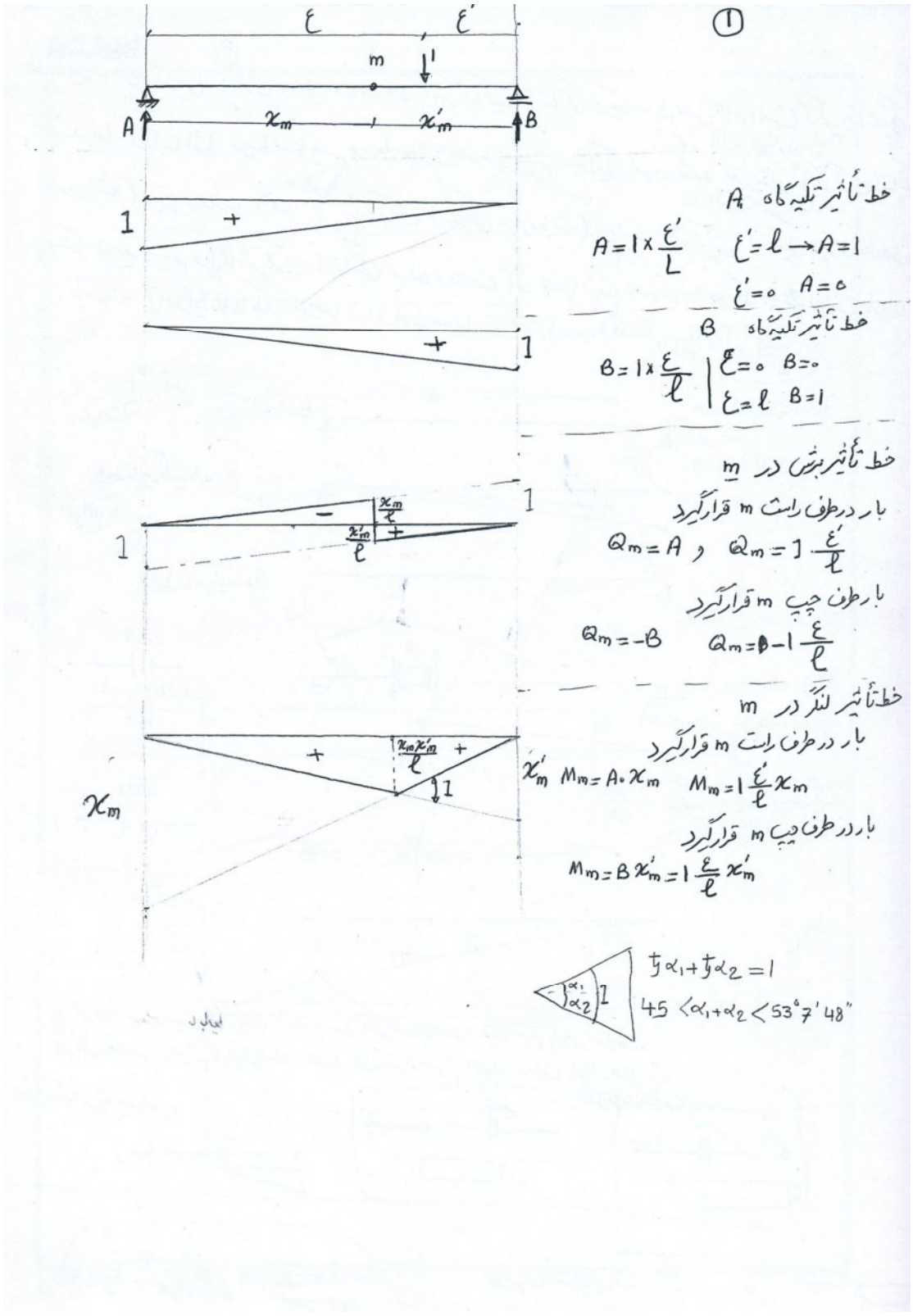
Mycivil.ir



PdPCO

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

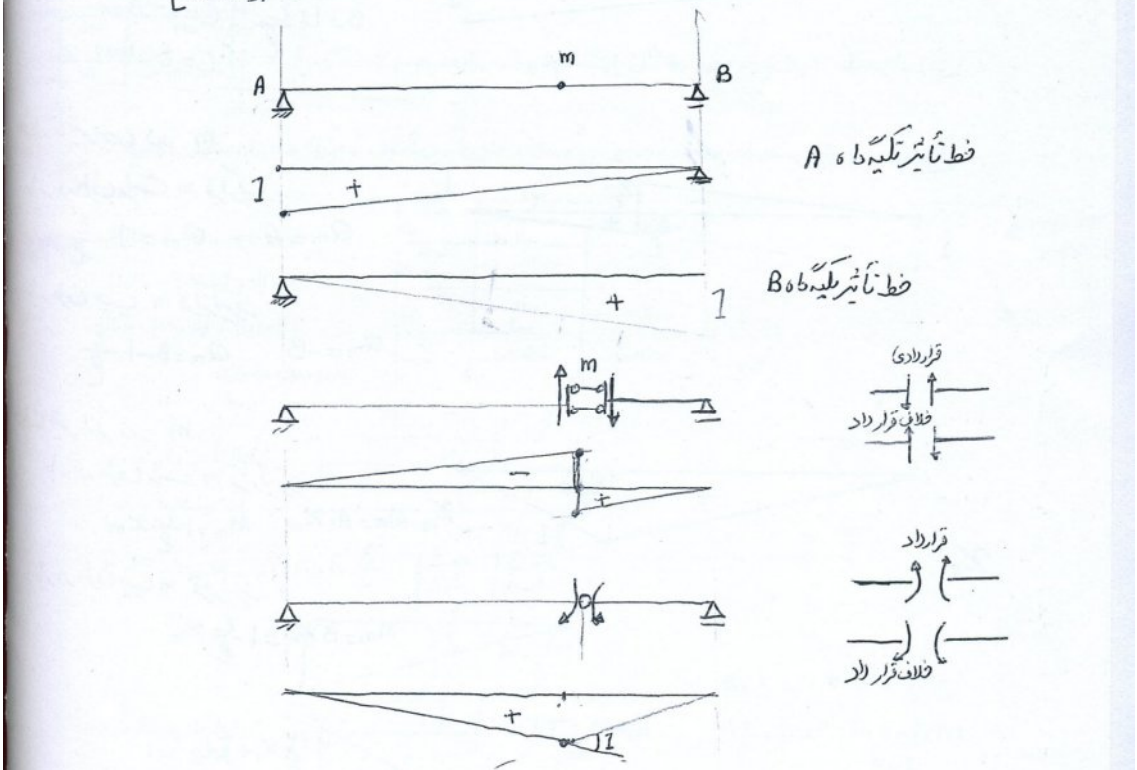
Mycivil.ir



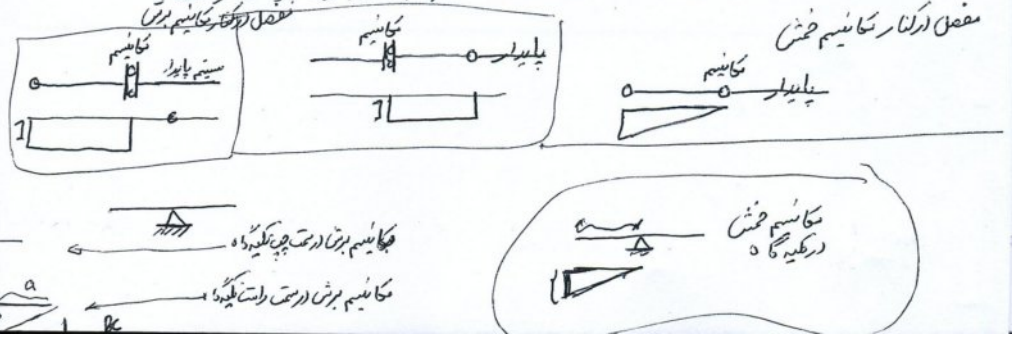
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

(۲)

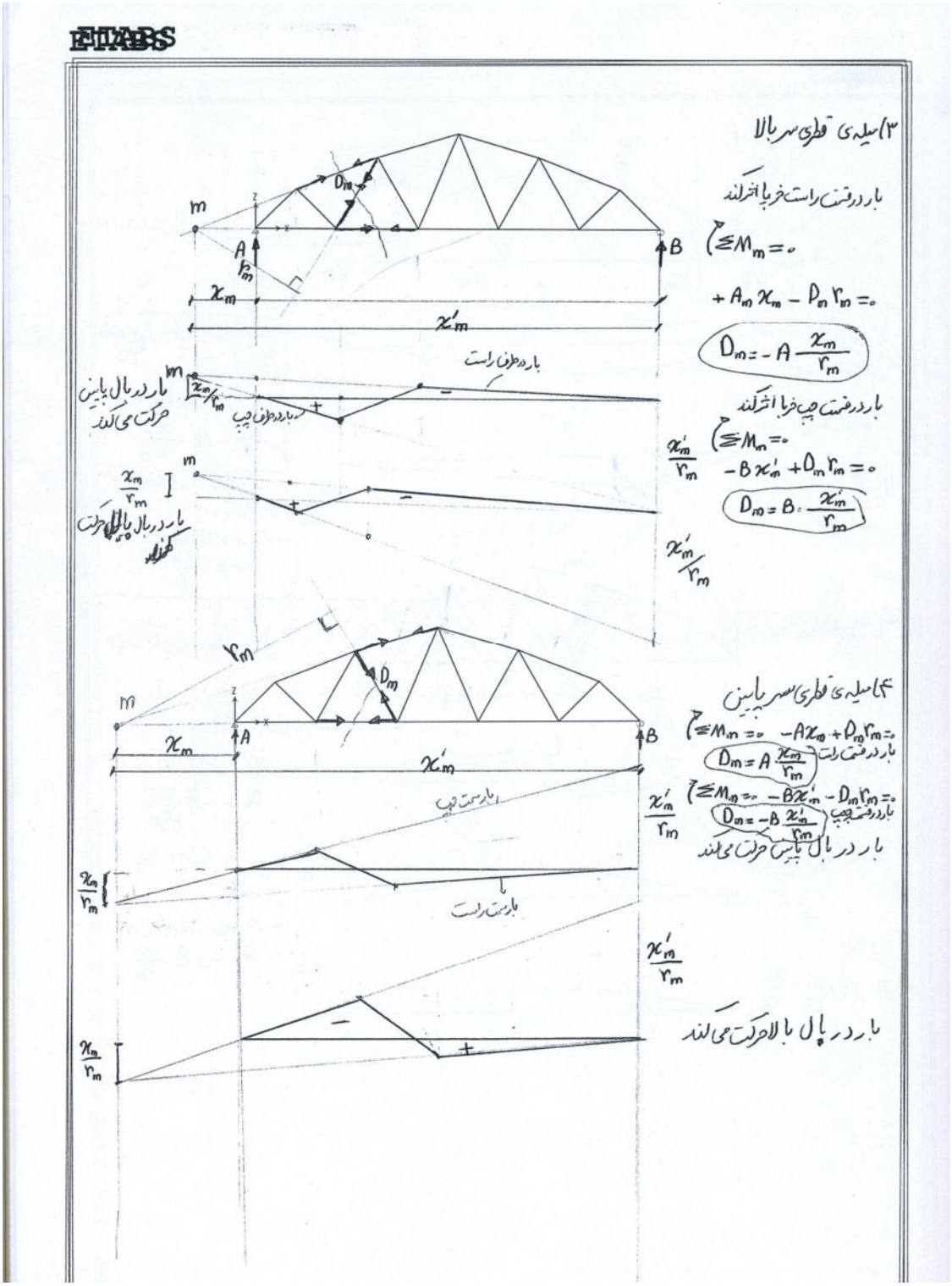
خط تأثیر به طریقه ترسیمی : برای بدست آوردن خط تأثیر یک کمیت استاتیکی در یک نقطه معین کافی است که کمیت استاتیکی مورد نظر در آن نقطه توسط مکانیسم مربوط حذف و در سیستم سینماتیکی نتیجه شده تغییر مکان واحد (اگر کمیت استاتیکی نیرو باشد) و تغییر زاویه واحد 1 (اگر کمیت استاتیکی ممان باشد) در جهت مثبت کمیت استاتیکی مربوط داده شود شکل جدید سیستم خط تأثیر کمیت استاتیکی بوده و علامت آن وقتی مثبت است که تغییر شکل سیستم در جهت بارواد باشد. [در تکیه‌گاه‌ها خط تأثیر صفر است و در مفصلها خط تأثیر یا زاویه یا شکستگی پیدا می‌کند]



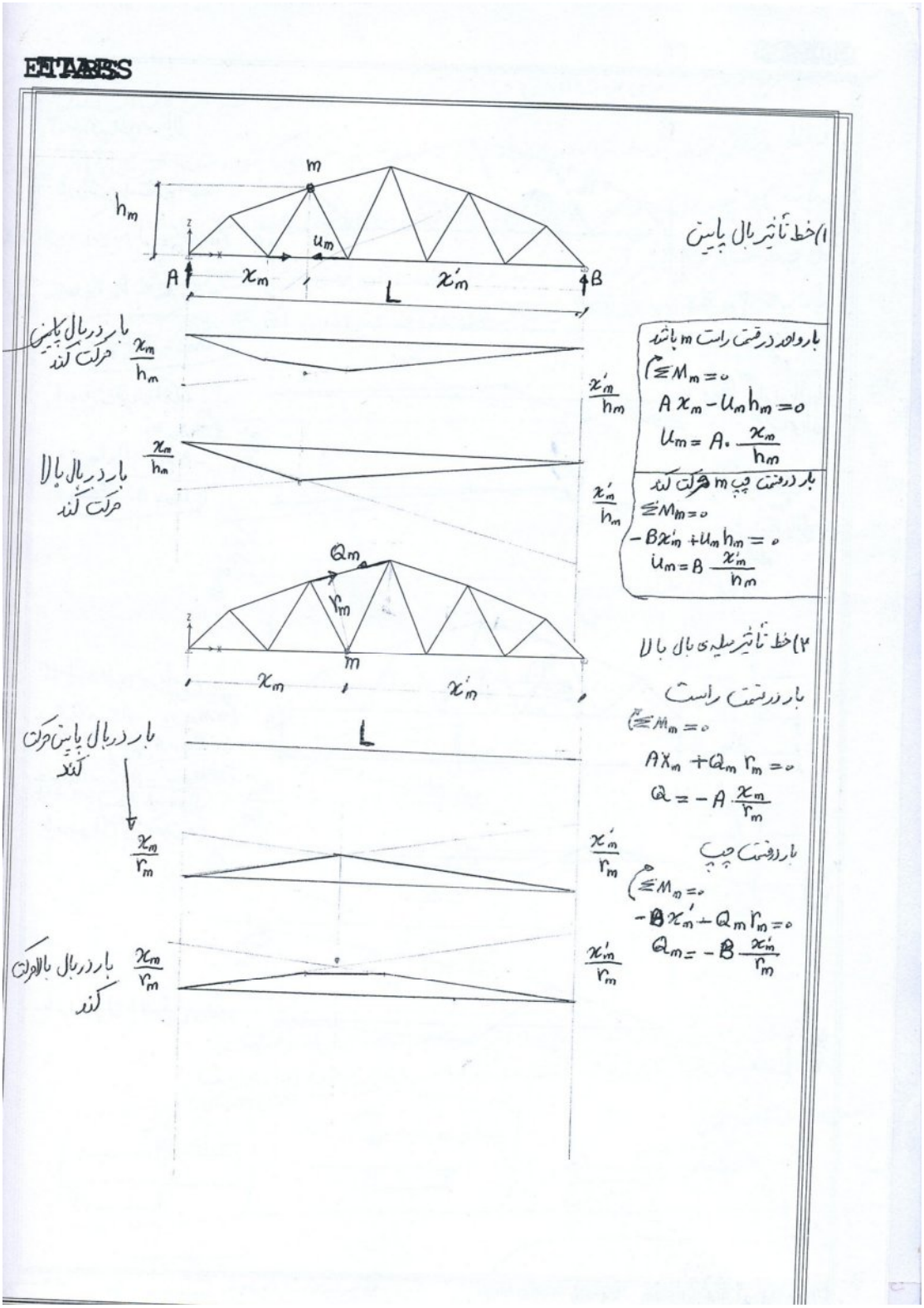
* اگر مکانیسم در سیستم پایدار باشد، انتقال خط تأثیر از مکانیسم به طرف سیستم پایدار صفر است
* اگر مکانیسم در سیستم ناپایدار باشد انتقال خط تأثیر از سیستم ناپایدار به طرف پایدار صفر است



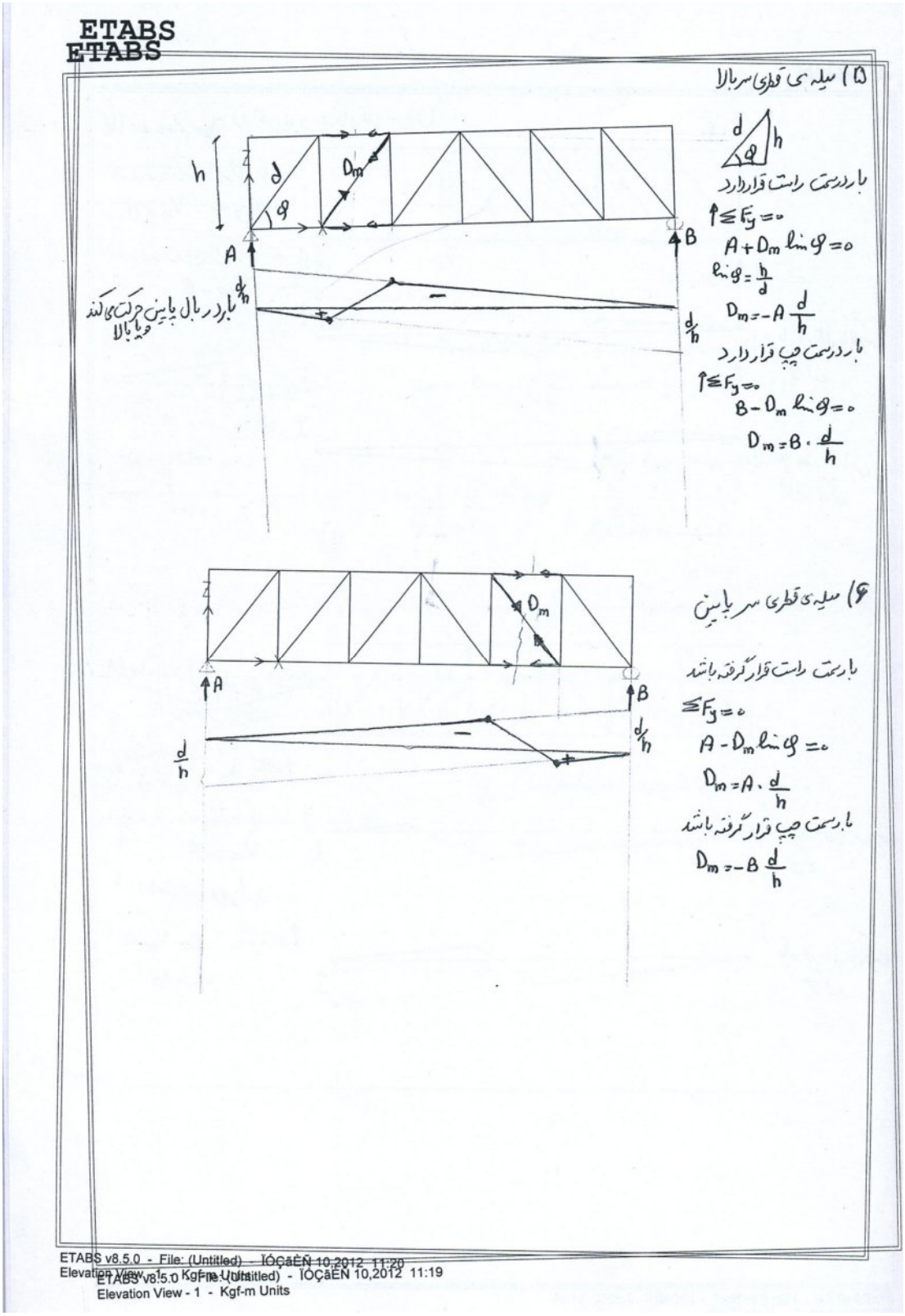
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm



Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm



Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm



۵) میله ی قطری سر بالا

بار در سمت راست قرار دارد

$\uparrow \leq F_y = 0$

$A + D_m \sin\varphi = 0$

$\sin\varphi = \frac{h}{d}$

$D_m = -A \frac{d}{h}$

بار در سمت چپ قرار دارد

$\uparrow \leq F_y = 0$

$B - D_m \sin\varphi = 0$

$D_m = B \cdot \frac{d}{h}$

بار در بال پایین حرکتی می کند و یا بالا

۶) میله ی قطری سر پایین

بار سمت راست قرار گرفته باشد

$\leq F_y = 0$

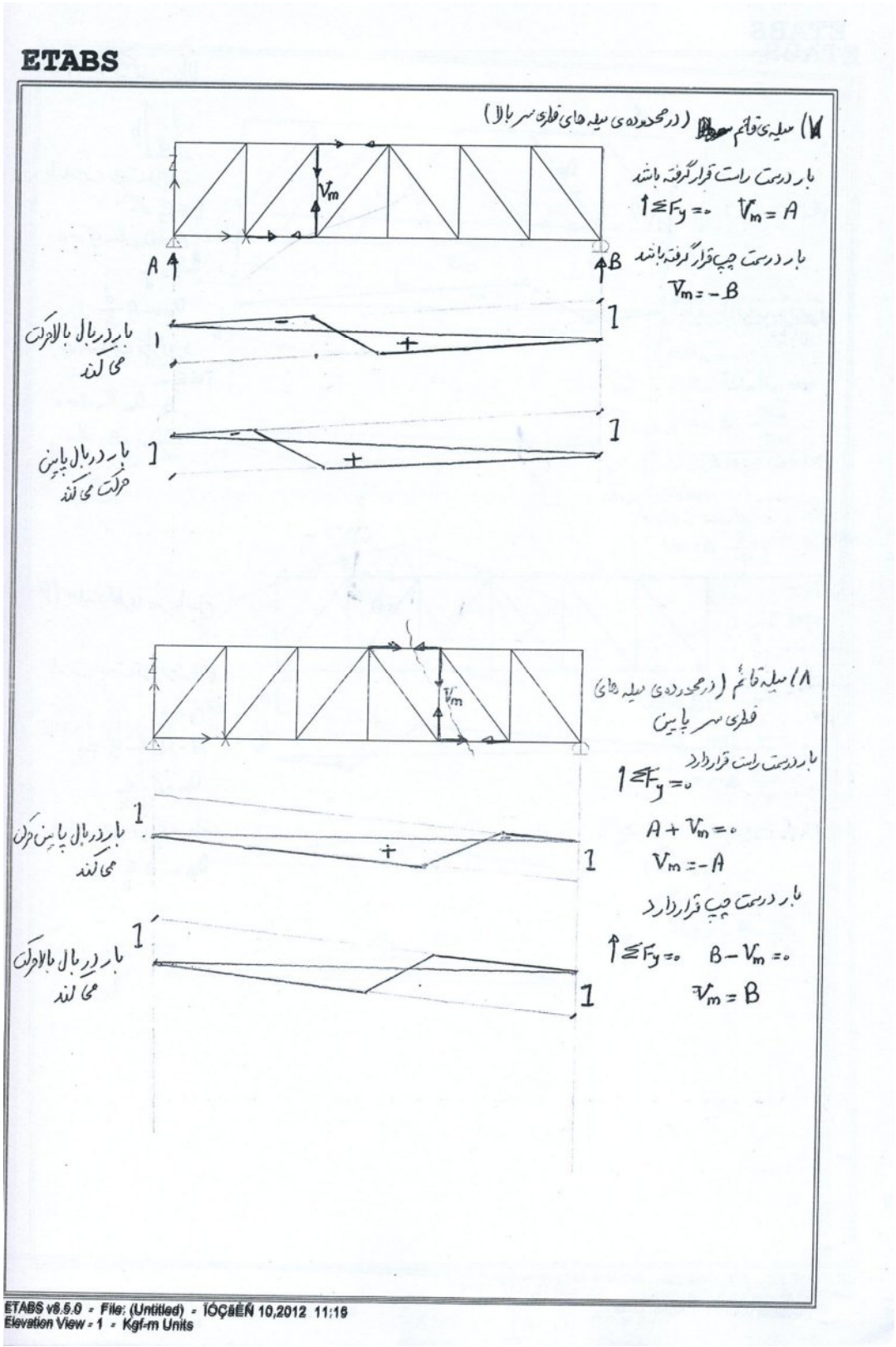
$A - D_m \sin\varphi = 0$

$D_m = A \cdot \frac{d}{h}$

بار سمت چپ قرار گرفته باشد

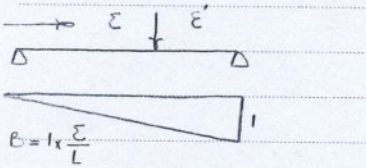
$D_m = -B \frac{d}{h}$

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

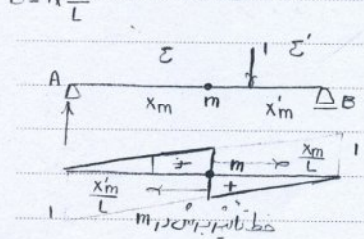


Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Subject ۲۲
Date



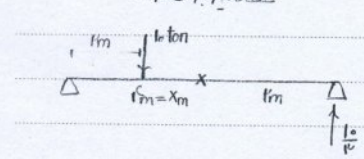
حرکت یک چرخ است



خط تاثیر برش در m:

۱) اگر بار سمت راست m باشد $Q_m = A = 1 \times \frac{\varepsilon'}{L}$

۲) اگر بار سمت چپ m باشد $Q_m = -B = -1 \times \frac{\varepsilon}{L}$



• مطلوبست تاثیر برش در m:

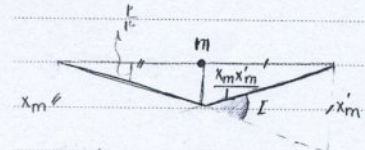
$\frac{x_m}{L}$

$Q_m = (\frac{۱۶}{۲۰}) \times (\frac{۱}{۲}) \times ۱۰ = \frac{-۱۰}{۱۲}$

x_m را بدست آورید

$B \times ۲ = ۱۰ \times ۲ \rightarrow B = \frac{۱۰}{۱۲}$

خط تاثیر لنگر خمشی در m:



۱) اگر بار سمت راست m باشد $1 \times \frac{\varepsilon'}{L} \times x_m = M_m = Ax_m$

اگر بار سمت چپ m باشد $1 \times \frac{\varepsilon}{L} \times x_m = -Bx_m$

• مطلوبست عکس لنگر در m یا استعداد خط تاثیر:

$\frac{x_m}{L} = \frac{۸}{۲۰} = \frac{۴}{۱۲}$

$\frac{۱}{۲} \times \frac{۴}{۱۲} = \frac{۲}{۱۲} \rightarrow \frac{۲}{۱۲} \times ۱۰ = \frac{۲۰}{۱۲} = ۱.۶۷$

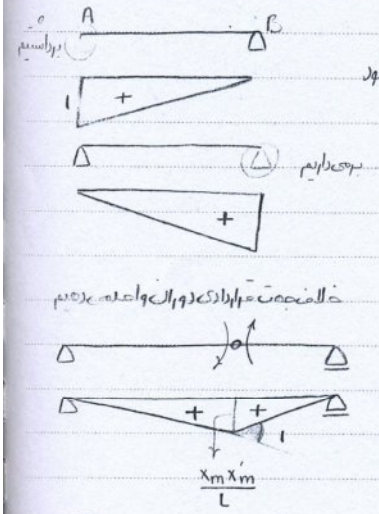
PAPCO

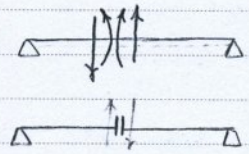
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Subject
Date

برای رسم خط تاثیر به طریقه ترسیمی:

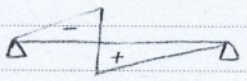
برای رسم خط تاثیر یک عکس‌العمل A مثلاً A را برمی‌داریم، سازه ناطق می‌شود
با ترسیم شکل ناپایدار سازه، خط تاثیر هم رسم می‌شود.





جهت‌های + برای رسم نمودار برش و لنگر

در جهت خلاف مثبت برداشتیم



به شکل می‌دهیم

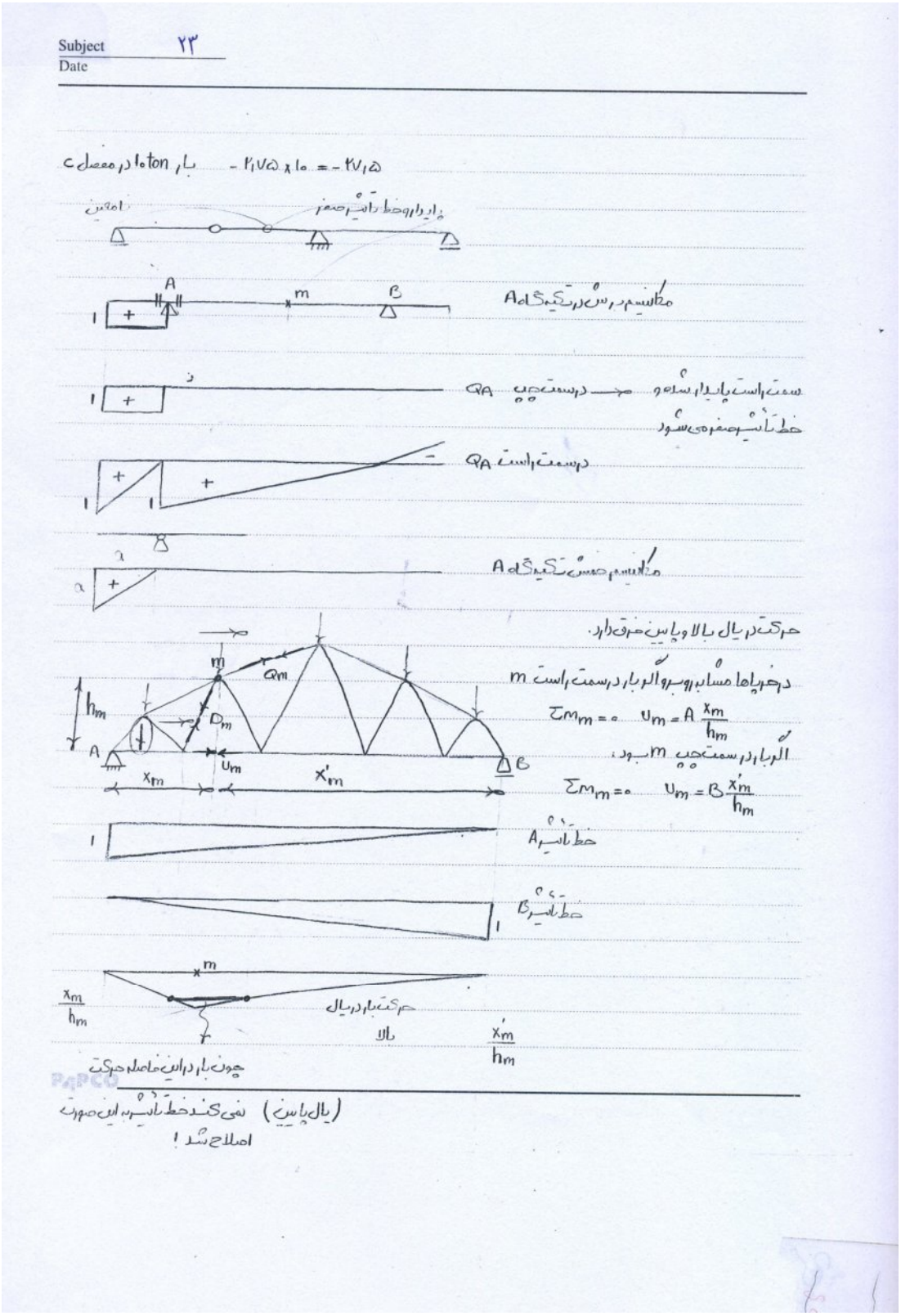
در خلاف جهت بار وارده ⊖

و در جهت بار وارده ⊕ در نظر می‌گیریم!

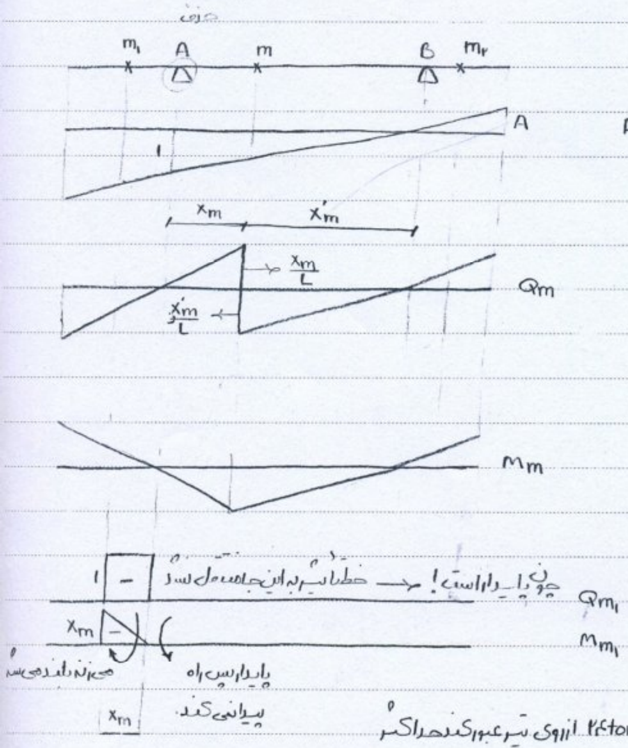
خط تاثیر دو عضلها (محل مکانیسم) شکسته می‌شود

در یک تکیه‌گاه صفر است. اگر خط تاثیر به یک قسمت پاد برابر شد، خط تاثیر دوان حاصل است!

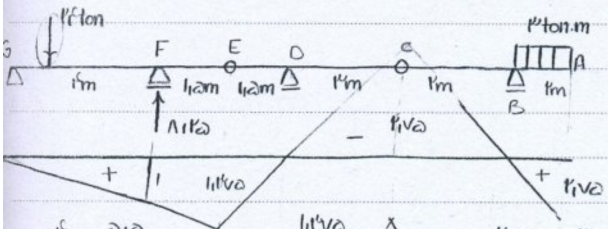
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm


Subject ۲۳
Date
A
m
B
A
B
m
h_m
D_m
U_m
x_m
x'_m
Q_m
$\frac{x_m}{h_m}$
$\frac{x'_m}{h_m}$

Subject
Date



۰ اگر بار متمرکز متحرک به میزان ۲۴ton از روی تیر عبور کند حداکثر عکس العمل تکیه‌گاه F چقدر است؟



۱) ۳۳ ۲) ۴۴ ۳) ۵۵ ۴) ۶۶ ✓

$\frac{۴}{۱} = \frac{۵٫۵}{x}$ $x = ۱٫۳۷۵$

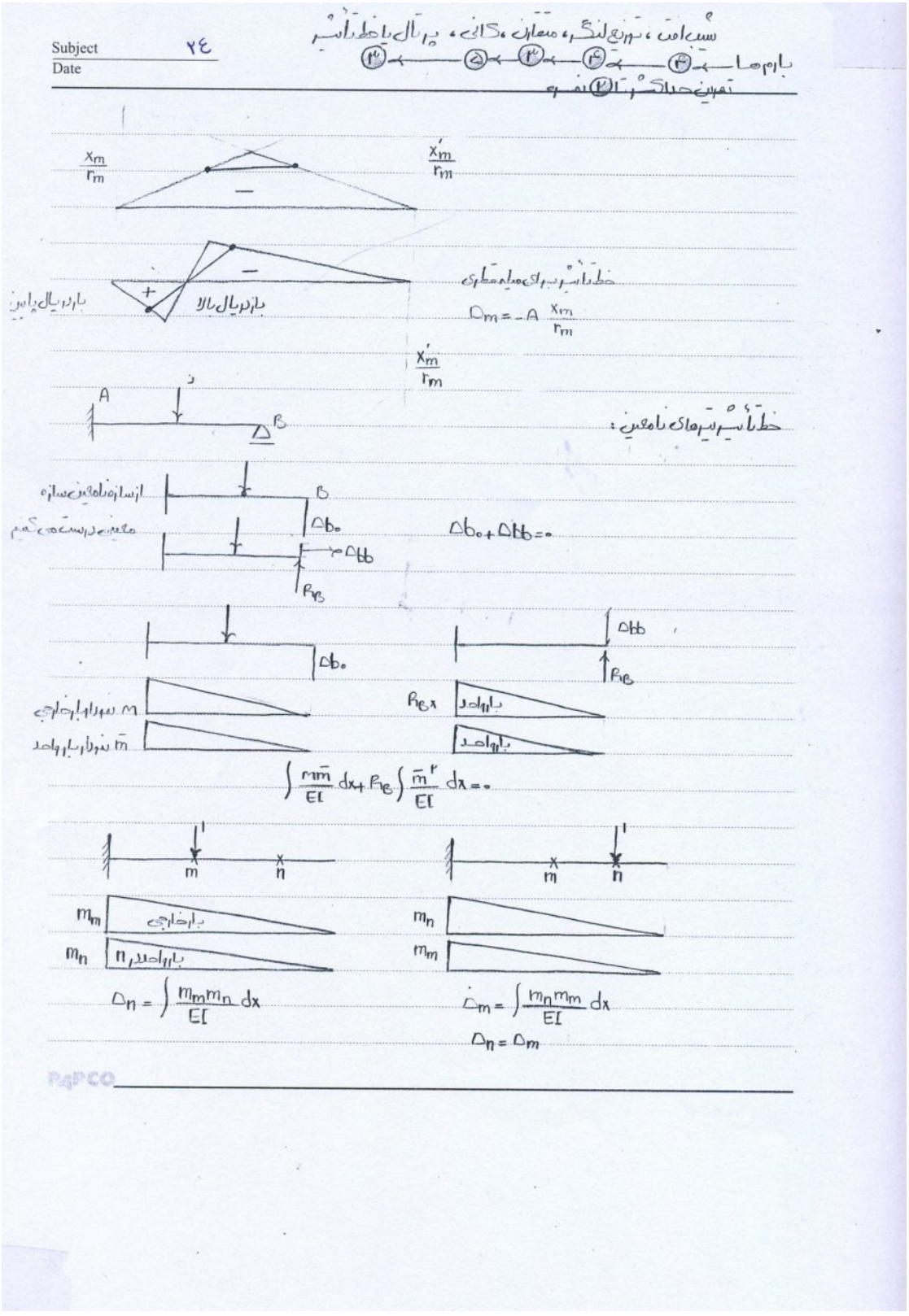
$\frac{۱٫۳۷۵}{۱٫۵} = \frac{x}{۳}$ $x = ۲٫۷۵$

$\frac{۲٫۷۵}{۲} = \frac{x}{۲}$ $x = ۲٫۷۵$

$۲۴ \times ۲٫۷۵ = ۶۶$

مثال بعدی: حذف ۲۴ton و افزودن بار گسترده بین B تا A ۳ton.m

$۲٫۷۵ \times \frac{۲}{۲} \times ۳ = ۸٫۲۵$ عکس العمل تکیه‌گاه در F



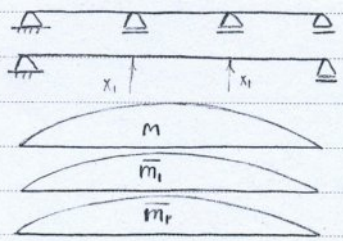
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

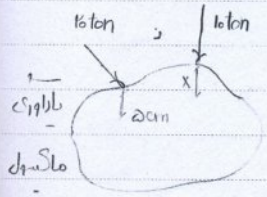
Subject
Date

$$X_1\int\frac{\bar{m}_1^2}{EI}dx + X_2\int\frac{\bar{m}_1\bar{m}_2}{EI}dx = -\int\frac{m\bar{m}_1}{EI}dx$$
$$X_1\int\frac{\bar{m}_2\bar{m}_1}{EI}dx + X_2\int\frac{\bar{m}_2^2}{EI}dx = -\int\frac{m\bar{m}_2}{EI}dx$$

$$\begin{bmatrix} \infty & \infty \\ \infty & \infty \end{bmatrix}\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \quad \end{bmatrix}$$

ماتریس دورمی

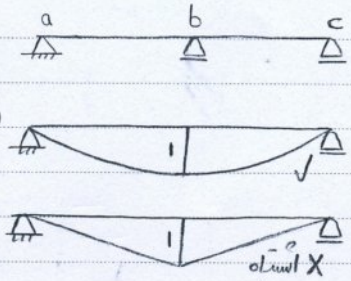




بارواردی ماکسول

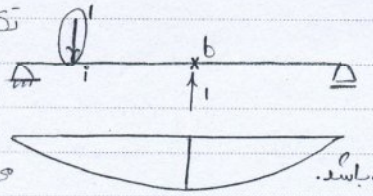
$10 \times 20 = 10X$
$X = 10cm$

ترسیم خط تاثیر تیرنامعین (اصل مولر برسلاو) خط تاثیر واکنش تکیه‌گاهی b



منحنی تاثیر مشود برای سازه نامعین

تکیه‌گاه b حذف شود به جای آن باردواحد می‌گذاریم



رسم خطوط تاثیر برای

خروجی منحنی الاستیک به صورت رو به پایین.

۱) مکانیسم مورد نظر را اعمال می‌کنیم.

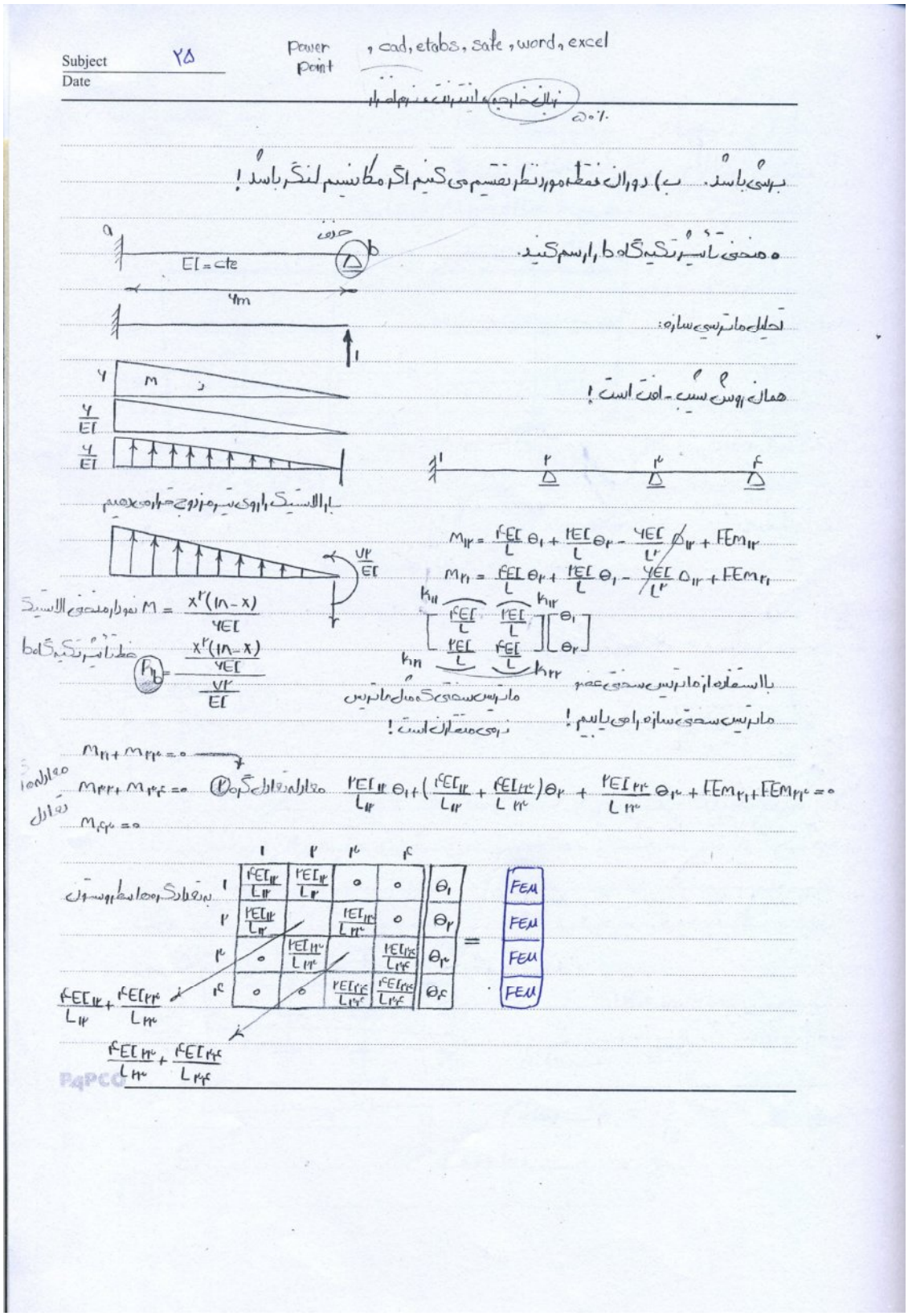
۲) باردواحد یا دوران واحد را به سازه وارد می‌کنیم و سازه را تحلیل می‌کنیم (کلیه اعمالی که در مکانیسم تحلیل می‌شود) منحنی الاستیک

۳) منحنی الاستیک سازه را به دست آوریم. یکی از راه‌های یافتن این منحنی پوش تیر مزدوج است! در این درس نمی‌خواهد شکل تغییر شکل

$\frac{M}{EI}$ را به سازه مزدوج وارد می‌کنیم و لنگر در هر نقطه خیز را می‌دهد!

۴) عرض‌های منحنی الاستیک را به: الف) خیز نقطه مورد نظر تقسیم می‌کنیم اگر مکانیسم عکس العمل یا نیروی

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm


Subject
Date
Power point
, cad, etabs, safe, word, excel
EI = cte
4m
M
EM
FEM

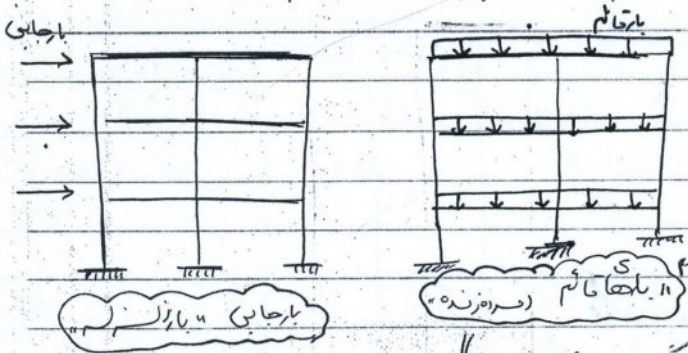
Mycivil.ir

SUBJECT:
Year ( ) Month ( ) Date ( )

تحلیل تقریبی سازه ها:

۱. روش پرتال برای بارهای جانبی *

۲. روش تیر دهم دهانه برای بارهای قائم

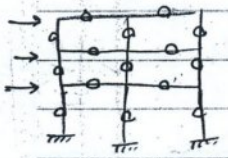


این جا هم بارقائم، هم بار جانبی داریم

برای تحلیل این سازه، سازه‌ی پیچیده را تبدیل می‌کنیم به سازه‌ی ساده‌تر چون I ها، k ها و ... برای استفاده در روش‌های ساده‌تر نیاز داریم

روش پرتال ← روش $\frac{1}{10}$ دهانه

روش پرتال: مراحل انجام تحلیل:

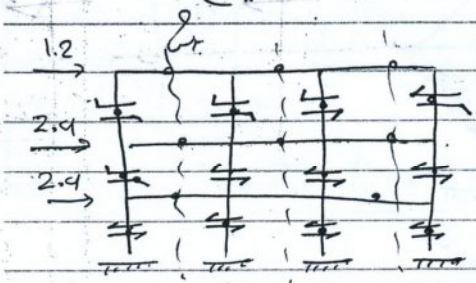


۱. وسط تیرها و ستون‌ها را مفصلی می‌کنیم.

۲. توزیع نیروی برشی بین ستون‌ها:

برش طبقه را به نسبت دهانه‌ها بین ستون‌ها توزیع می‌کنیم.

مثال) با مثال توضیح می‌دهیم مورد ۲:



مجموع دهانه‌ها = 18

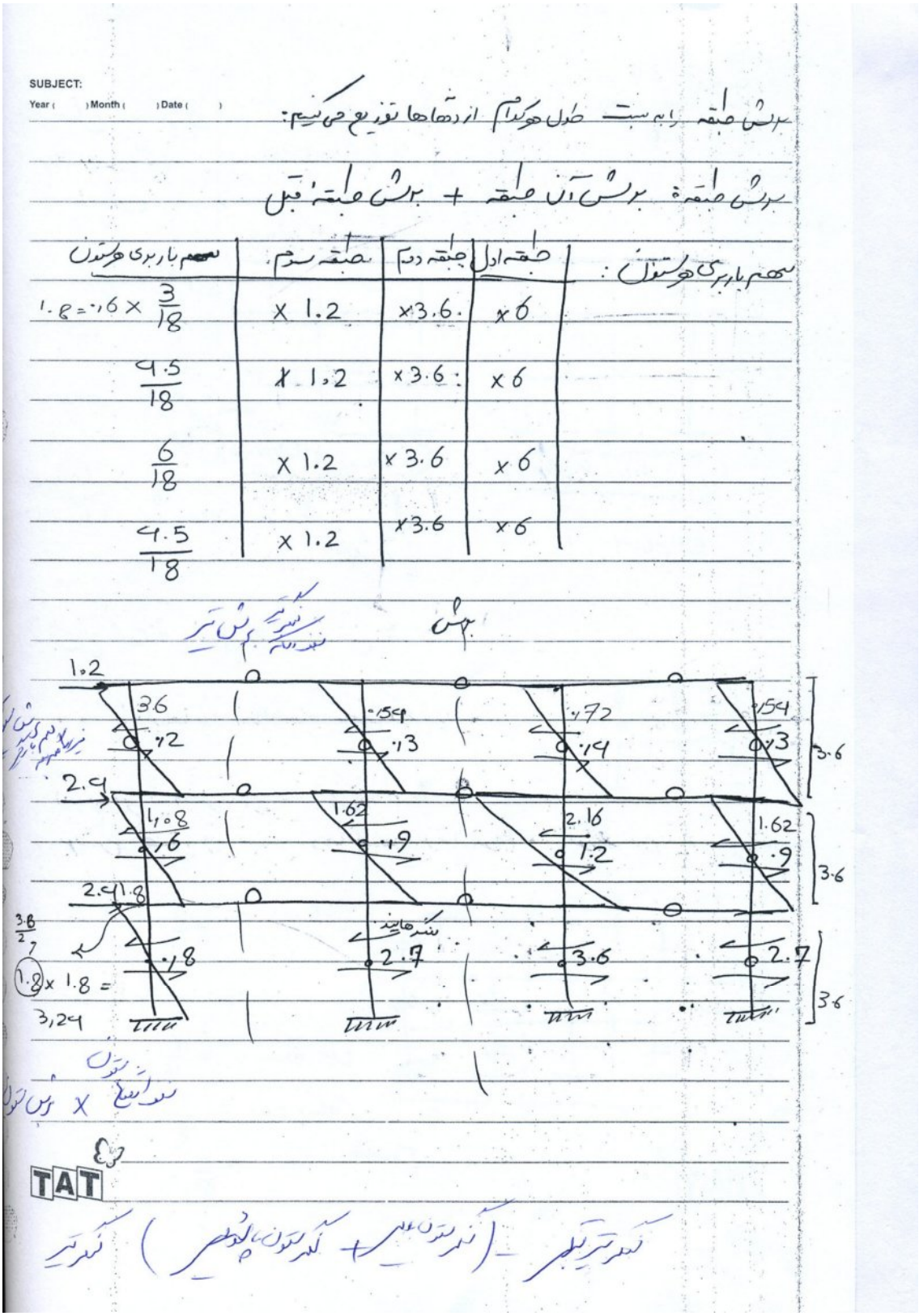
سهم دهانه اول $= \frac{6}{18}$

سهم دهانه دوم $= \frac{3}{18}$

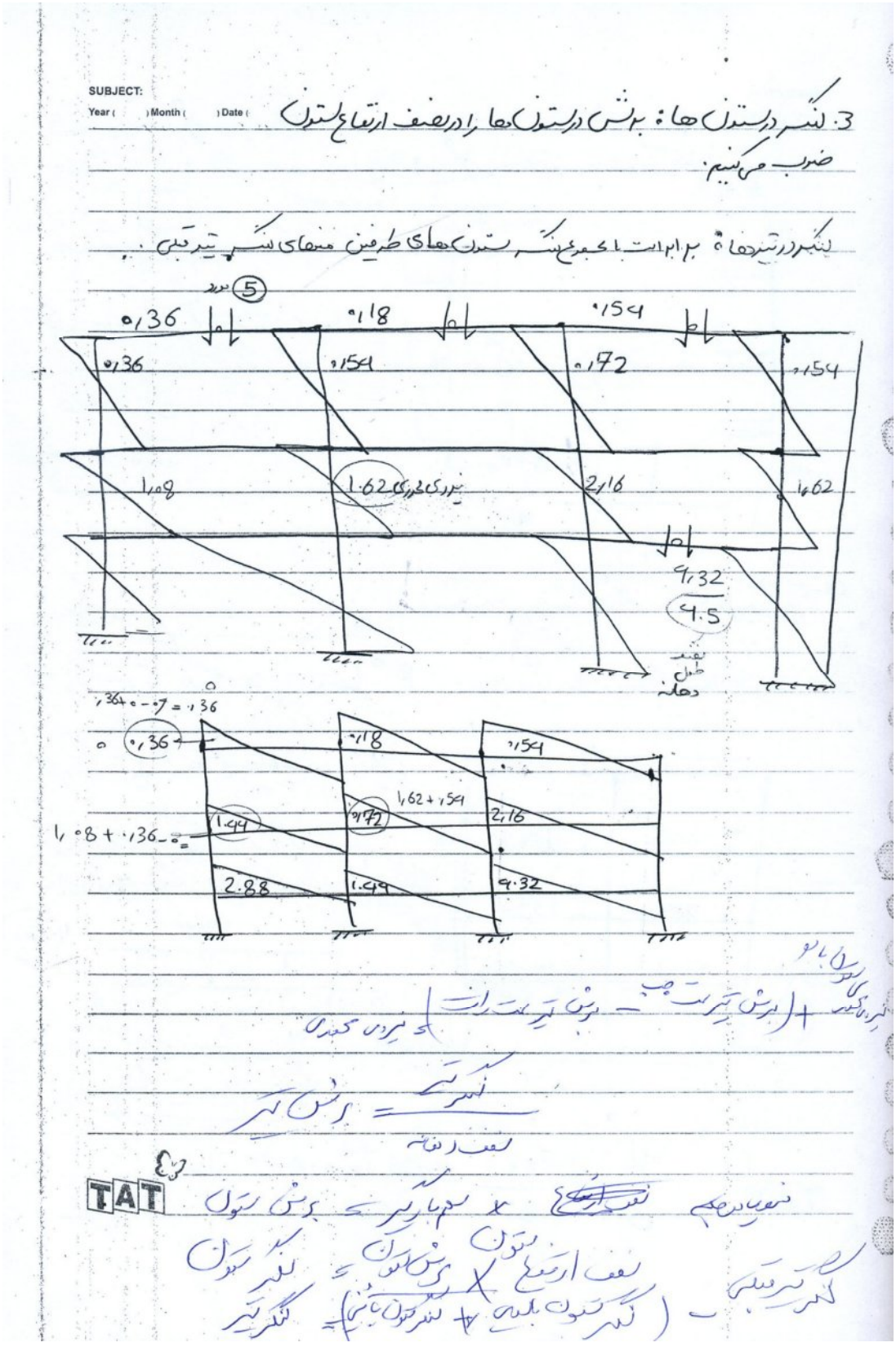
سهم دهانه سوم $= \frac{9}{18}$

TAT

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm



Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm



Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

SUBJECT:
Year ( ) Month ( ) Date ( )

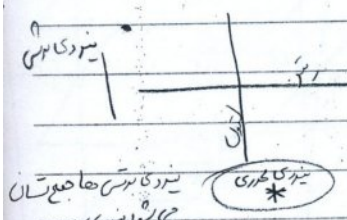
5) نیروی برشی در تیرها:

از تقسیم شکم تیر بر نصف دهانه تیر، برش وسط تیر بدست می‌آید.

شکم تیرها را تقسیم بر دهانه می‌کنیم.

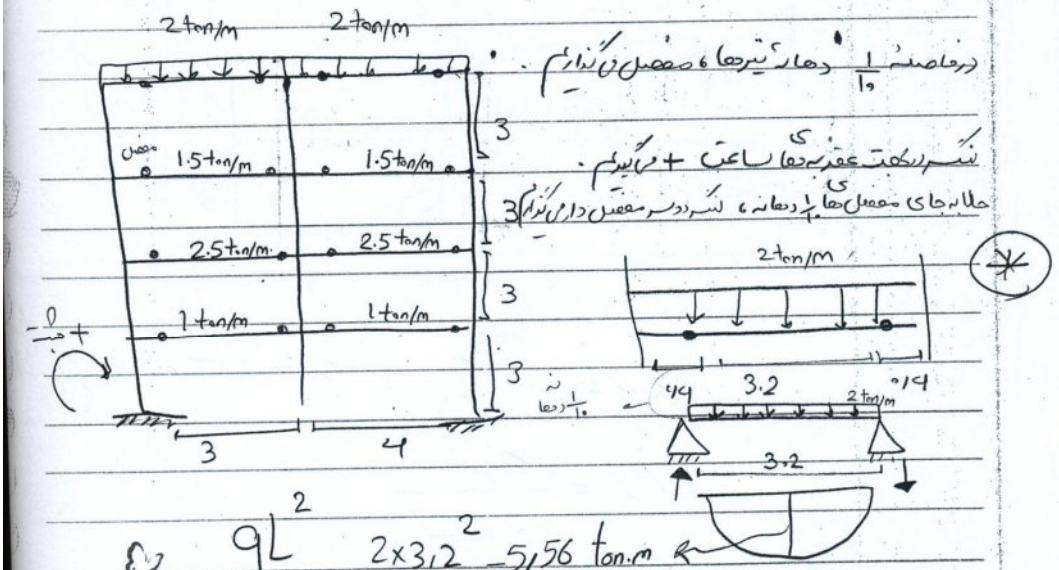
6) نیروی محوری در ستون دهانه:

برابر است با برش سمت راست تیر منهای برش سمت چپ تیر + نیروی محوری ستون بالاتر.



نیروی برش‌ها جمع شان می‌شود نیروی محوری برای این ستون

اولین نیدهم دهانه ۸، برای بارهای مرده و زنده استفاده می‌کنیم.



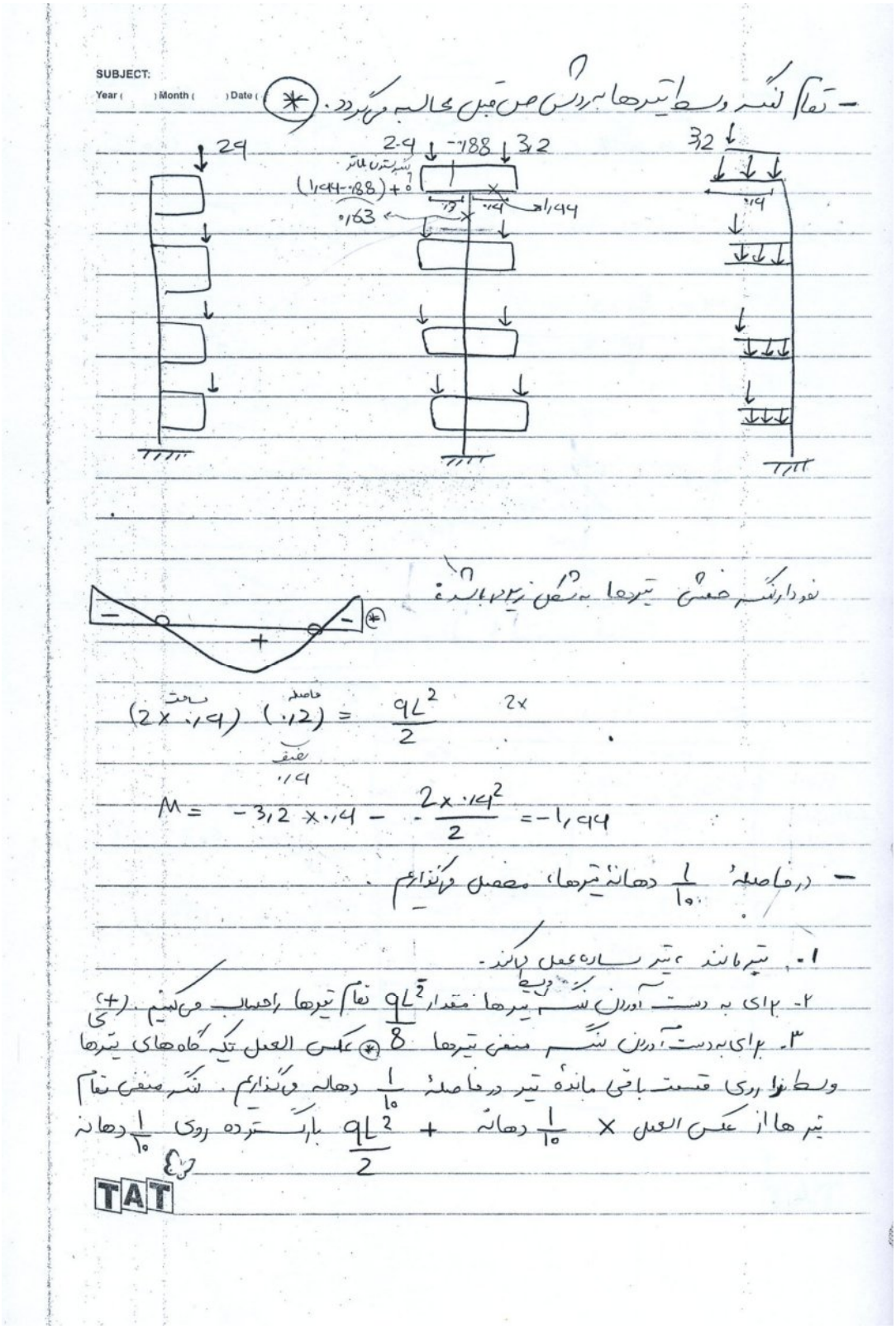
دو فاصله $\frac{1}{10}$ دهانه تیرها، مفصل در نظر می‌گیریم.

شکم را بگیرید عقربه‌ها ساعت + می‌گیریم.

جاهای مفصل‌ها $\frac{1}{10}$ دهانه، شکم دو سر مفصل دارش نیز

$$\frac{9L^2}{8} = \frac{2\times 3.2^2}{8} = 5.56 \text{ ton.m}$$

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm



- تمام لنگر وسط تیرها بررسی ص قبل محاسبه می‌گردد. (*)

نمودار لنگر صفحه تیرها به شکل زیر بالا شد

$$(2\times .14)\ (.12) = \frac{qL^2}{2} \qquad 2x$$

$$M = -3.2\times .14 - \frac{2\times .14^2}{2} = -1.44$$

- در فاصله $\frac{1}{10}$ دهانه تیرها، مصالح می‌گذاریم.

۱. تیر مانند تیر ساده عمل کند.

۲- برای به دست آوردن لنگر وسط تیرها مقدار $\frac{qL^2}{8}$ تمام تیرها را حساب می‌کنیم. (+)

۳. برای به دست آوردن لنگر منفی تیرها ⊛ عکس العمل تکیه گاه‌های تیرها وسط نوار روی قسمت باقی مانده تیر در فاصله $\frac{1}{10}$ دهانه می‌گذاریم. لنگر منفی تمام تیرها از عکس العمل × $\frac{1}{10}$ دهانه + $\frac{qL^2}{2}$ بارگذاری روی $\frac{1}{10}$ دهانه

TAT

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

SUBJECT:

Year ( ) Month ( ) Date ( )

۴. برای به دست آوردن لنگر در ستون ها از جمع جبری (+ و -) مجموع لنگرهای تیرهای طرفین ستون + لنگر ستون بالاتر *

۵. برای به دست آوردن برش در تیرها، دل بار گسترده روی تیر را تقسیم بر ۲ می‌کنیم.

فاصله دهانه‌ها

$1.5 \times 4 = \frac{6}{2} = 3$ $\qquad$ $1.5 \times 3 = \frac{4.5}{2}$

$2.5 \times 4 = \frac{10}{2} = 5$ $\qquad$ $2.5 \times 3 = \frac{7.5}{2}$

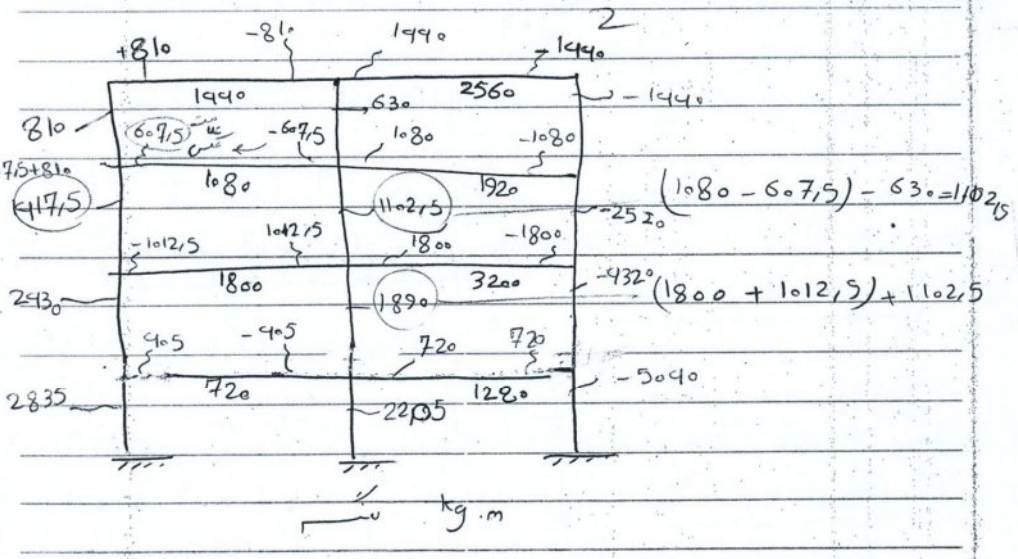
$1 \times 4 = \frac{4}{2} = 2$ $\qquad$ $1 \times 3 = \frac{3}{2}$

۶- نیروی محوری در ستون ها = مجموع برش‌های طرفین تیرها + نیروی محوری ستون بالاتر

چون برش ستون ها برای تیر تبدیل می‌شود به نیروی محوری برای ستون

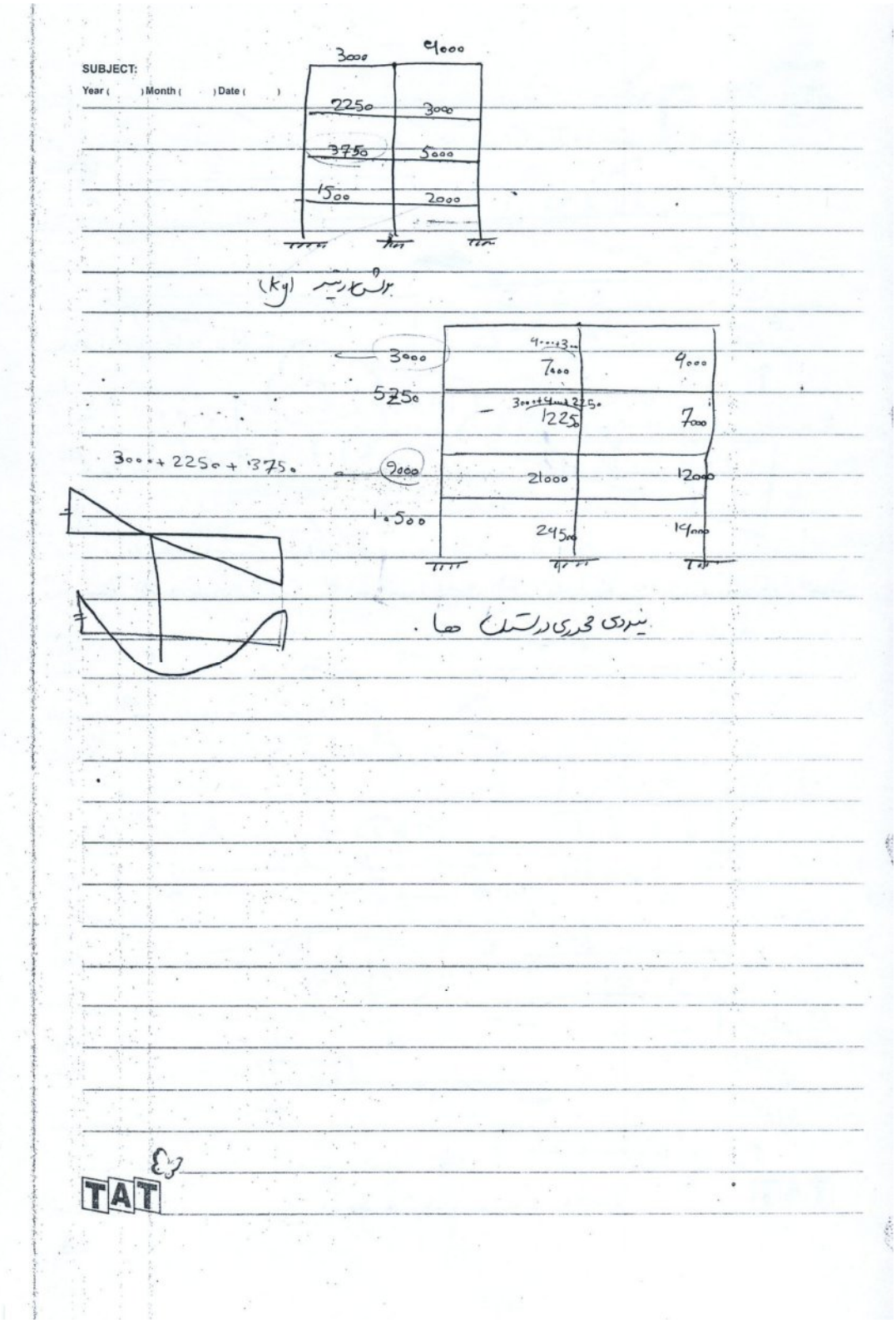
فرمول مورد ۳:

$$M = R \times (x/L) + \frac{q(x/L)^2}{2}$$

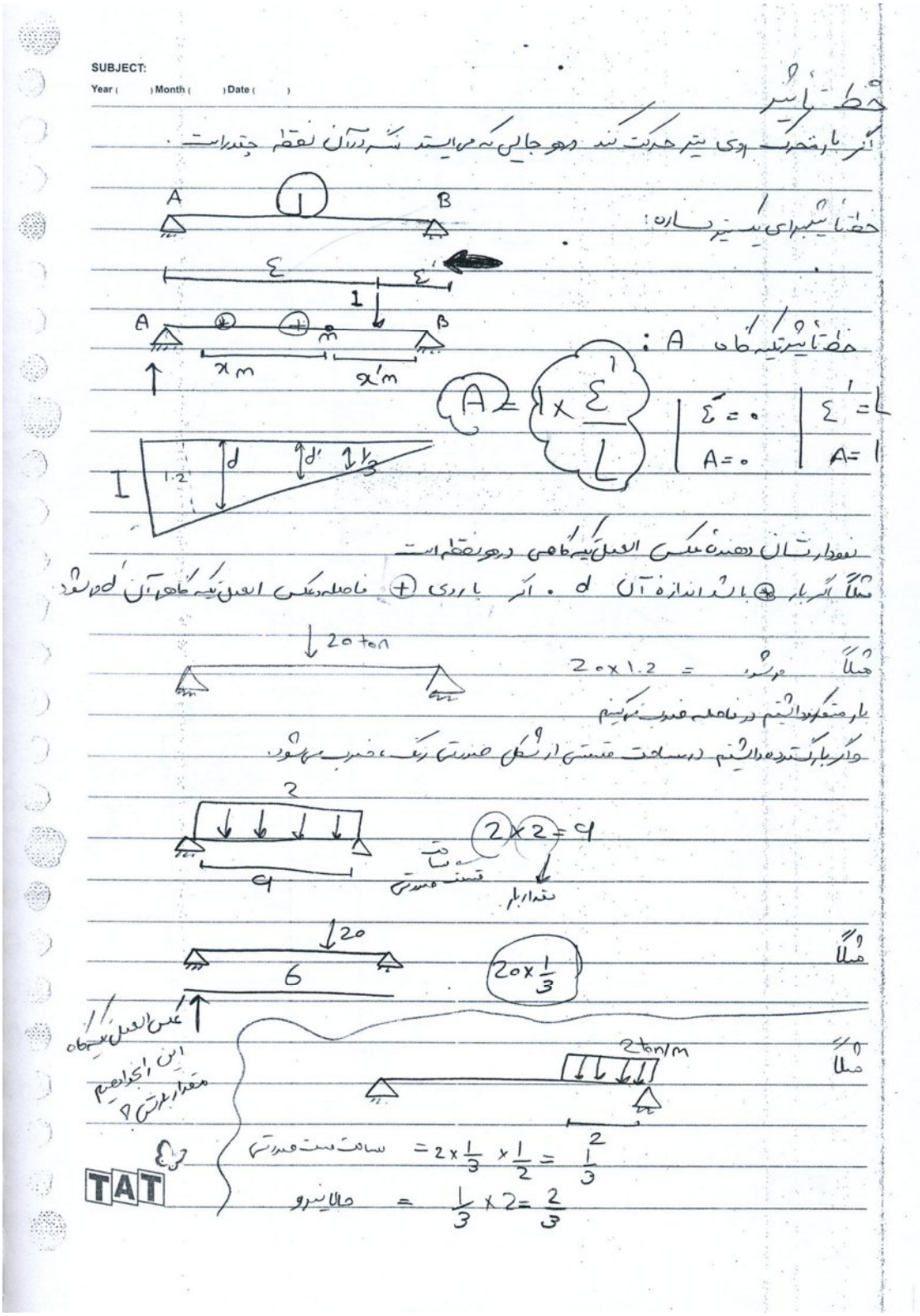


TAT

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

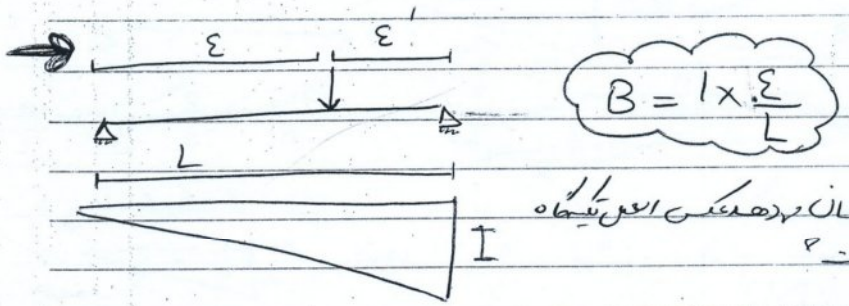

SUBJECT:
Year ( ) Month ( ) Date ( )
3000
9000
2250
3000
3750
5000
1500
2000
(kg)
3000
5250
3000+2250+3750
9000
10500
4000
7000
12000
7000
21000
24500
14000
TAT

Mycivil.ir


SUBJECT:
Year ( ) Month ( ) Date ( )
خط تاثیر
اگر بار متحرک روی تیر حرکت کند در هر جایی که می‌ایستد شکل آن نقطه چند است.
خط تاثیر تکیه‌گاه A :
A
B
1
x m
x' m
20 ton
2 ton/m
6
2
TAT

SUBJECT:
Year ( ) Month ( ) Date ( )

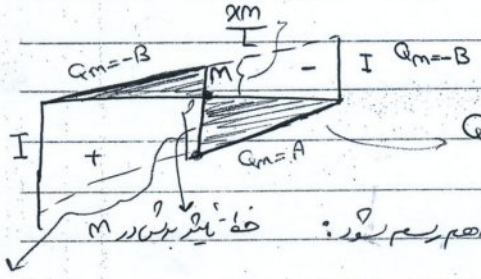
حالا این دفعه فرض میکنیم بار از یک سمت دیگر وارد شود؟



$B = 1 \times \frac{\varepsilon}{L}$

در نتیجه نشان میدهد عکس العمل تکیه‌گاه B چقدر است؟

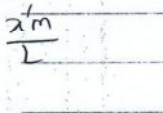
* مرحله بعد: خط تاثیر برش در M چیست؟



زمانی که بار است M باشد $Q_m = A$

چون بار مثبت است + فرض شود.

خط تاثیر برش در M باید به همین شکل رسم شود:

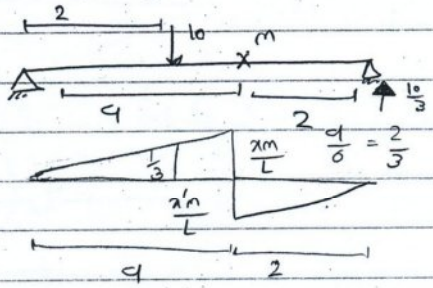


اگر کل فاصله را واحد گرفتیم که شد ۱

نسبت قسمت کوچک به شد بزرگ

که مجموع $\frac{x'm}{L} + \frac{xm}{L}$ میشد $\frac{1}{1}$

مثال: یک بار ۱۰ تن داریم میخواهیم بدانیم نیروی برش در M چقدر است؟



$Q_M = \frac{10}{3}$

$\frac{d}{6} = \frac{2}{3}$

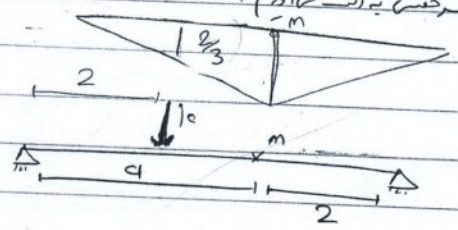
$B \times 6 = 6 \times 2$

$B = \frac{20}{6} = \frac{10}{3}$

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

SUBJECT:
Year ( ) Month ( ) Date ( )

مثال) تیر زیر m را بالاترین ارتفاع تاثیر تیر حین به دست آورید:



$\frac{4\times2}{6} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3} = \frac{\text{ام ام ام}}{L}$

$\frac{2}{3}\times10 = 6,667$

$\frac{4}{3}\times\frac{1}{2} = \frac{2}{3}$ چون نصف

بیشتر

TAT

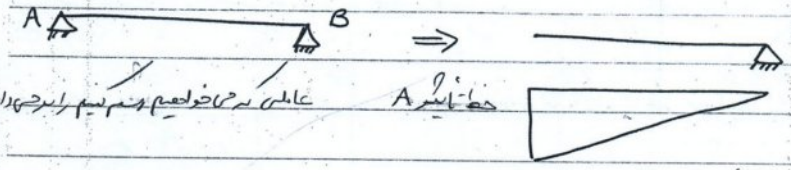
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Mycivil.ir

SUBJECT:

Year ( ) Month ( ) Date ( )

تکیه گاه A را از ۲ تکیه گاه AB برداریم و تیر ما به صورت



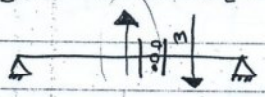
عاملی که می خواهیم و نمی نیم را بدهی داریم. خط تأثیر A

حالا در نقص روی دو تکیه گاه B را حذف کرده:

- عامل را که برداریم به سازه ما معین می شود و با نقص نا پایداری داریم می نیم و آن خط تأثیر می شود.

- اگر در آن مکان نیرو بود ← تغییر شکل می دهیم.
- " " نگاه بود ← دوران می دهیم.

برای رسم برش در یک نقطه خاص باید عاملی را که باعث وجود خط تأثیر می شود را حذف می کنیم.

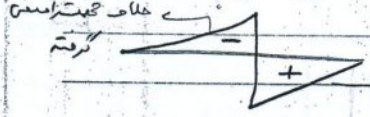


نیروی برشی در M را به دست آوردیم

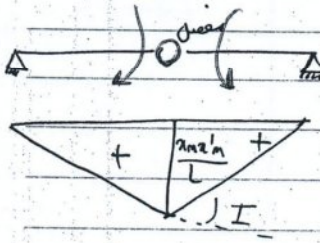
قرارداد رو به بالا را مثبت می گیریم

قرارداد:

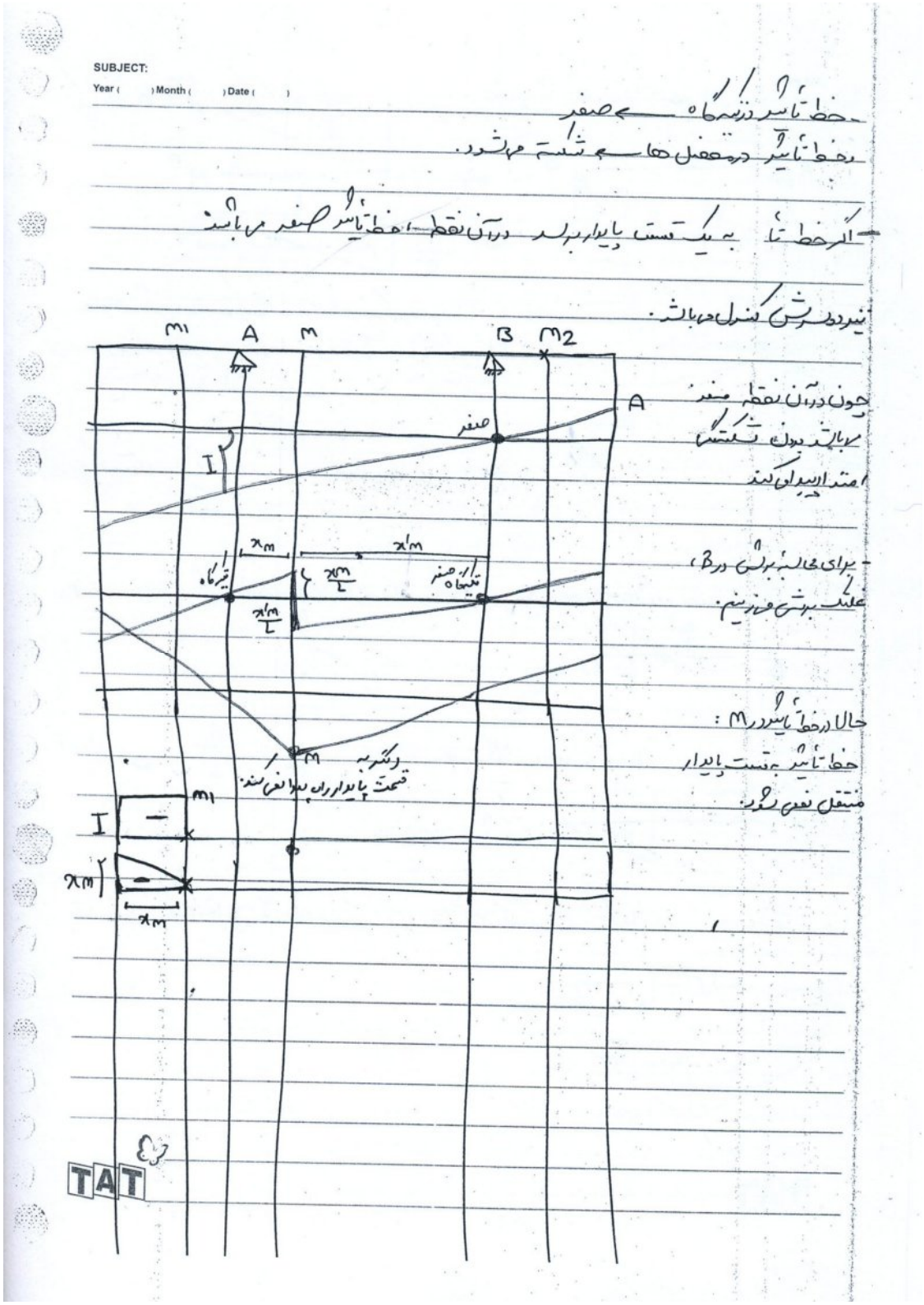
پس خلاف جهت قرارداد می گیریم برای رسم خط تأثیر.



مثلاً برای شکل مقابل اگر مفصل بگذاریم وسط آن شکل خط تأثیر ما به صورت زیر می باشد.



Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm



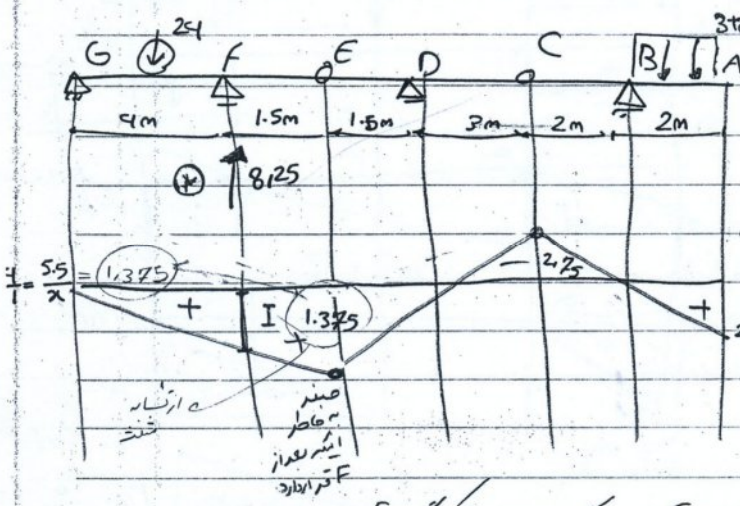
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Mycivil.ir

SUBJECT:

Year ( ) Month ( ) Date ( )

مثال) اگر بار متحرک متحرکت ton 24 از روی تیر عبور نماید حداکثر عکس العمل تکیه گاه F چند ton می باشد؟ 3ton.m . P



خط تاثیر F را رسم می کنیم

چون F را صورت سوال خواسته برای رسم خط تاثیر آن را حذف کرده و یک تعادل راحساب کرده

$\frac{1}{1} = \frac{5.5}{x}$

ضبنه ها خاطر ایشه تعداز F قرار دارد

ه ارتفاع نقطه

یعنی وقتی ton 24 به C برسد عکس العمل تکیه گاه F ماکزیمم است پس

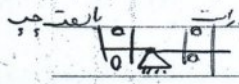
$66 = 24 \times (2.75)$ چون مقدار Max در خط تاثیر F می باشد

$2.75 \times \frac{2}{2} \times 3 = 8.125$

(*) عکس العمل تکیه گاه B بارگسترده 3ton.m وارد می شود در شکل بالا بارگسترده را متمرکز کرده و سپس در Max مقدار ضرب کرده پس عکس العمل تکیه گاهی در F به دست می آید.

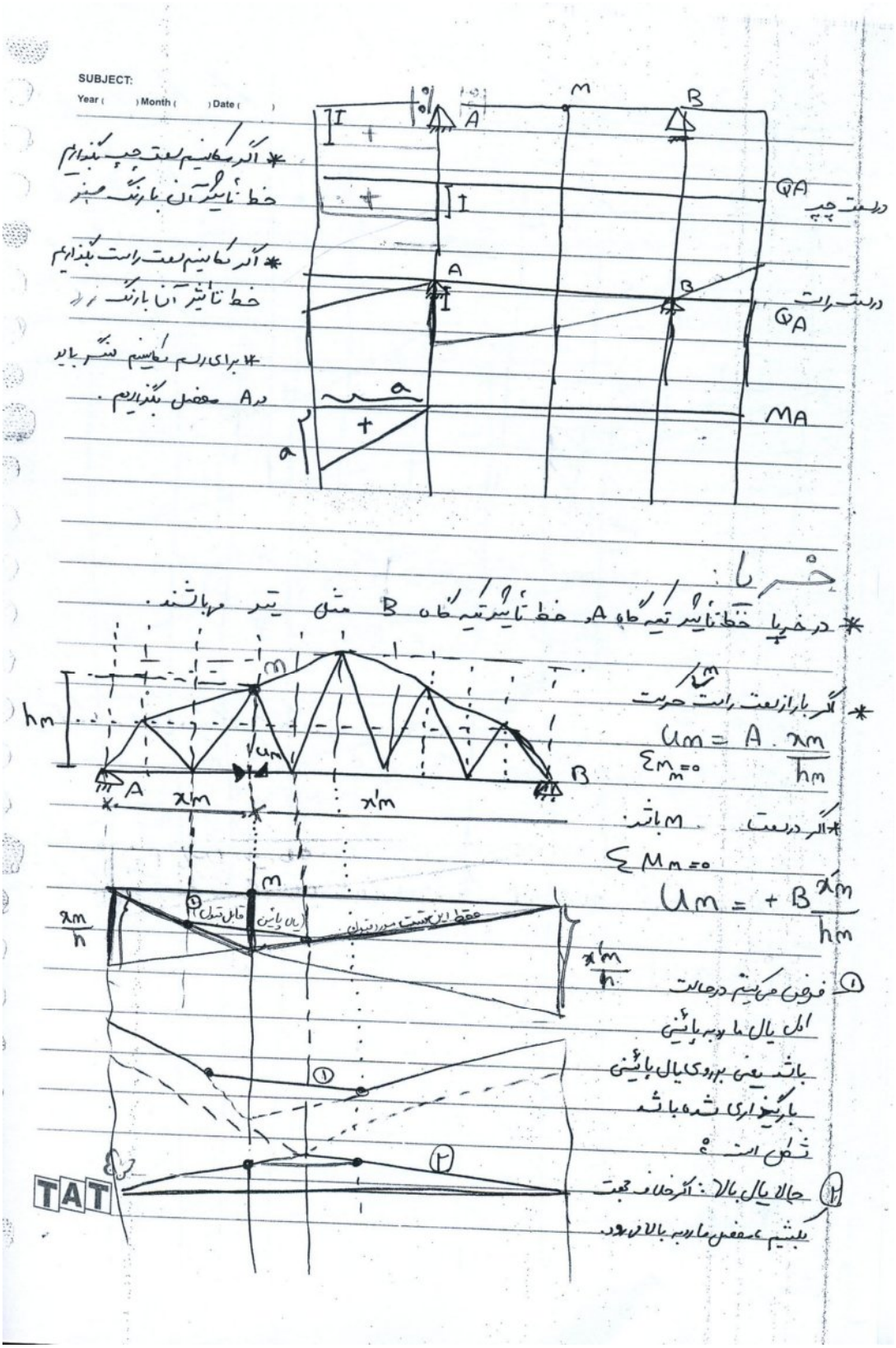
مکانیسم ویلسن در تکیه گاه:

مکانیسم برش در تکیه گاه را با حذف لنگر راست تکیه گاه یا لنگر چپ تکیه گاه رسم نمود:



Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Mycivil.ir

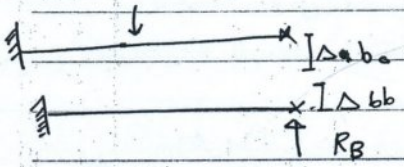


Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

SUBJECT:
Year ( ) Month ( ) Date ( )

خط تاثیر تیرهای نامعین:

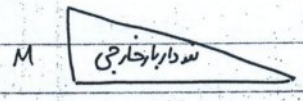
یک سازه نامعین رسم کرده،
از این سازه، یک سازه معین می‌سازیم.
تغییر شکل در نقطه B که را به ازای آن سازه نامعین
رسم می‌کنیم * *



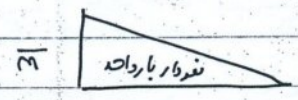
$\Delta_{bo} + \Delta_{bb} = 0$

ضرورتش کار مجازی اگر دو تا مجهول بود، ۲ معادله ـ سه مجهول، ۳ معادله

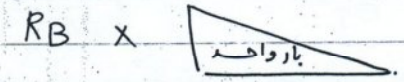
نمودار را به ازای بار خارجی رسم می‌کنیم:



و سپس نمودار به ازای بار واحد را رسم می‌کنیم:



نمودار R_B مابقی برابر است با:



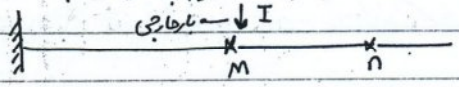
چون بار واحد و بار خارجی با هم یک اندازه‌اند پس

حالا اگر بار خارجی را در بار واحد ضرب کنیم رابطه ما:

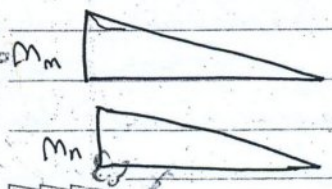
$$\int \frac{M\bar{m}}{EI}dx + R_B \int \frac{\bar{m}^2}{EI}dx = 0$$

سوال:

اگر با واحد در قسمت (*) بگذاریم و بخواهیم تغییر شکل در n را به دست بیاوریم باید چه کنیم؟



یک بار به ازای بار خارجی، نمودار تنش را رسم کرده
یک بار هم بار واحد را در قسمت n گذاشته، نمودار (۲)
را رسم کرده و حالا این دو تا را در هم ضرب می‌کنیم.



TAT

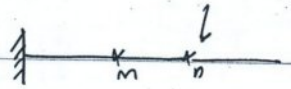
$$\Delta_n = \int \frac{M_m M_n}{EI}dx$$

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

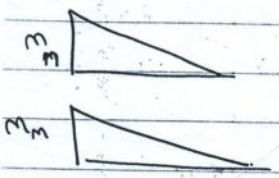
Mycivil.ir

SUBJECT:

Year ( ) Month ( ) Date ( )



حالا بار واحد مادر قسمت m قرار دارد.
و تغییر شکل در m را به دست می‌آوریم.



حالا یک بار به ازای بار خارجی شکل را رسم کرده
و یک بار دیگر به ازای بار واحد روی نقطه

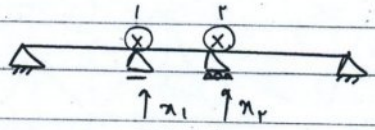
$$\Delta m = \int \frac{M_n M_m}{EI} dx$$

تغییر بتی ماکسول. $\Delta n = \Delta m$

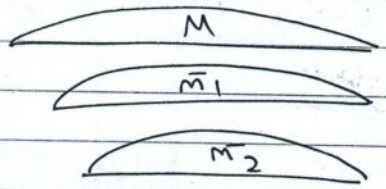
مجبوع تغیر شکل‌ها.

$$X_1 \int \frac{\bar{m}_1^2}{EI} dx + X_2 \int \frac{\bar{m}_1 \bar{m}_2}{EI} dx = -\int \frac{M \bar{m}_1}{EI} dx$$

$$X_1 \int \frac{\bar{m}_2 \bar{m}_1}{EI} dx + X_2 \int \frac{\bar{m}_2^2}{EI} dx = -\int \frac{M \bar{m}_2}{EI} dx$$

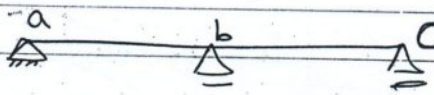


شکل زیر را در نظر گرفته:

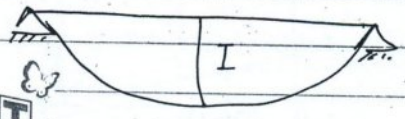


- یک بار به بار واحد را در قسمت ① گذاشته و تغییر شکل در ② را به دست می‌آوریم.
- بار دیگر بار واحد را در قسمت ② گذاشته و تغییر شکل در ① را به دست می‌آوریم.

و باید مجبوع تمام تغییر شکل‌ها در قسمت شکل صفر شود.



خط تأثیر واکنش تکیه‌گاهی B:

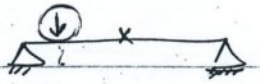


خط تأثیر سازه نامعین، به شکل منحنی می‌باشد نه خط

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

Mycivil.ir

SUBJECT:
Year ( ) Month ( ) Date ( )



☆ در مرحله اول تکیه گاه B را حذف کرده و به جای آن X را وارد می کنیم. سازه ما دارای یک درجه نامعینی.

اگر بار متحرک ما در یک خط در نقطه ای باشد (اسم خط تاثیر برای سازه های نامعین ایستایی)

۱- نگاتیو مورد نظر را اعمال کنیم، یعنی همان برداشتن تکیه گاه.

۲- بار واحد یا دوران واحد را به سازه وارد می کنیم، سازه را تحلیل می کنیم. «کلاً به ازای نگاتیو، سازه را تحلیل می کنیم.»

۳- منحنی الاستیک سازه را به دست می آوریم. «سازه تغییر شکل یافته را منحنی الاستیک گویند.»

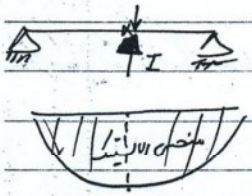
۴- یکی از راه های به دست آوردن منحنی الاستیک روش تیر مزدوج است. یعنی $\frac{M}{EI}$ را به سازه وارد کرده، لنگر در هر نقطه، خیز را به ما می دهد به همین شکل خیزها را رسم کرده

۵- در روش تیر مزدوج نمودار $\frac{M}{EI}$ را به سازه مزدوج وارد می کنیم، لنگر در هر نقطه، خیز را به ما می دهد

۶- عرض های منحنی الاستیک را به الف) خیز نقطه مورد نظر تقسیم کنیم، اگر نگاتیو عکس العمل یا نیروی برشی باشد.

ب) دوران نقطه مورد نظر تقسیم می کنیم اگر نگاتیو لنگر باشد.

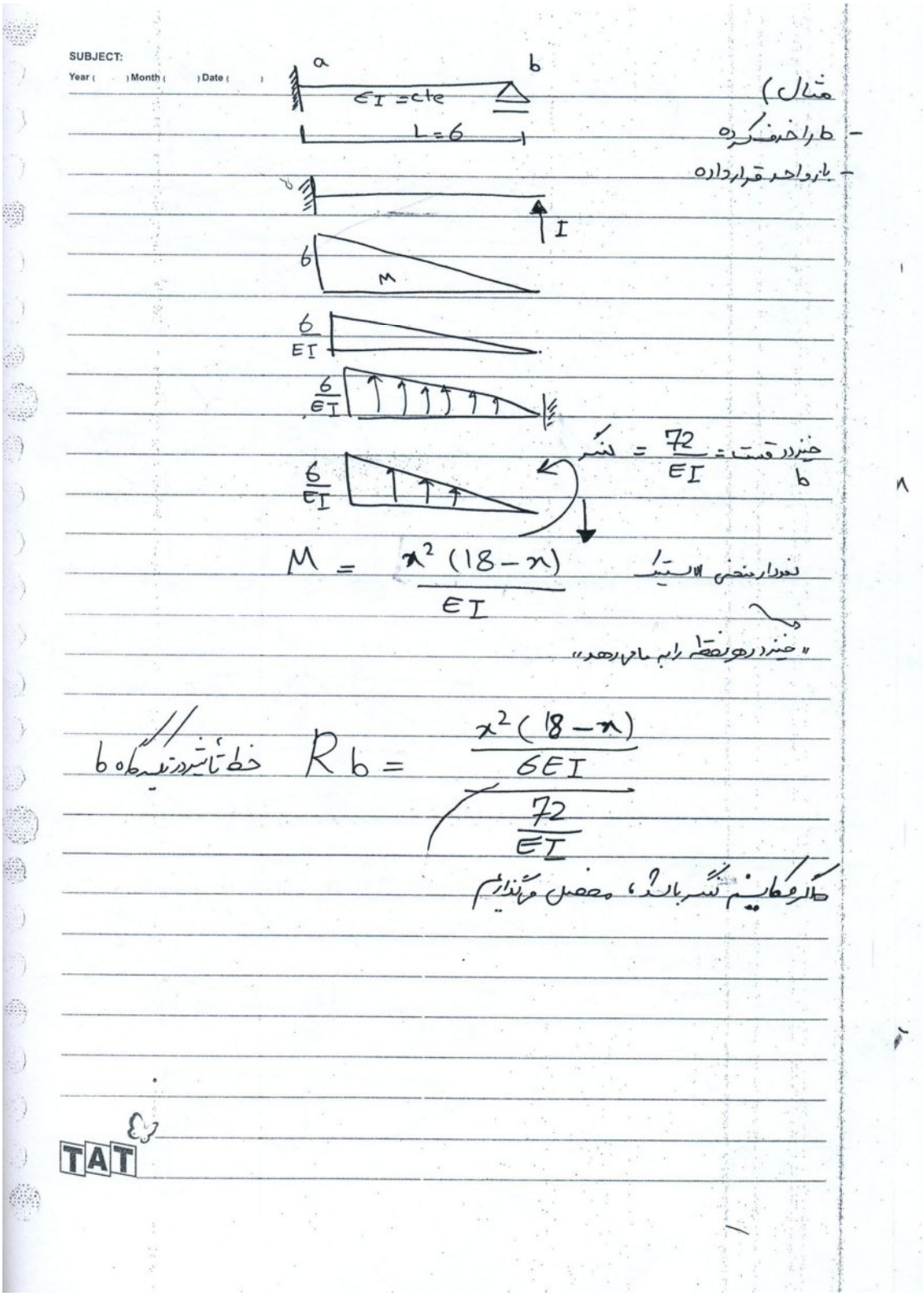
☆ به جای تکیه گاه، بار واحد وارد کرده و به ازای بار واحد، منحنی الاستیک را رسم کرده



درستست نقطه چین، اندازه منحنی الاستیک را در نقطه مورد نظر بررسی می کنیم. بعد تک تک فواصل ها را به اندازه تست نقطه چین می کنیم.

«اسم منحنی جدید را منحنی تاثیر می نامیم.»

Mycivil.ir



Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

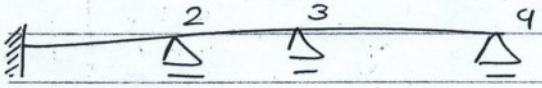
Mycivil.ir

SUBJECT:

Year ( ) Month ( ) Date ( )

تعیین ماتریس سازه ها «روش تغییر مکان»

در حالت کلی



$$M_{12} = \frac{4EI}{L}\theta_1 + \frac{2EI}{L}\theta_2 - \frac{6EI}{L^2}\Delta_{12} + FEM_{12}$$

$$M_{21} = \frac{4EI_{12}}{L_{12}}\theta_2 + \frac{2EI_{12}}{L_{12}}\theta_1 - \frac{6EI}{L^2}\Delta_{12} + FEM_{21}$$

روش تغییر مکان :

$$\begin{bmatrix} \frac{4EI}{L} & \frac{2EI}{L} \\ \frac{2EI}{L} & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \end{bmatrix}$$

(K_{11} K_{12} K_{21} K_{22})

K_{12}: دوران در ۲ در ۱

ماتریس سختی عضو

معادله تعادل $M_{21}+M_{23}=0$ $\quad M_{32}+M_{34}=0$

$M_{43}=0$

در تعادل $\Rightarrow$ $\frac{2EI_{12}}{L_{12}}\theta_1 + \left(\frac{4EI_{12}}{L_{12}} + \frac{4EI_{23}}{L_{23}}\right)\theta_2 + \frac{2EI_{23}}{L_{23}}\theta_3 + FEM_{21} + FEM_{23} = 0$

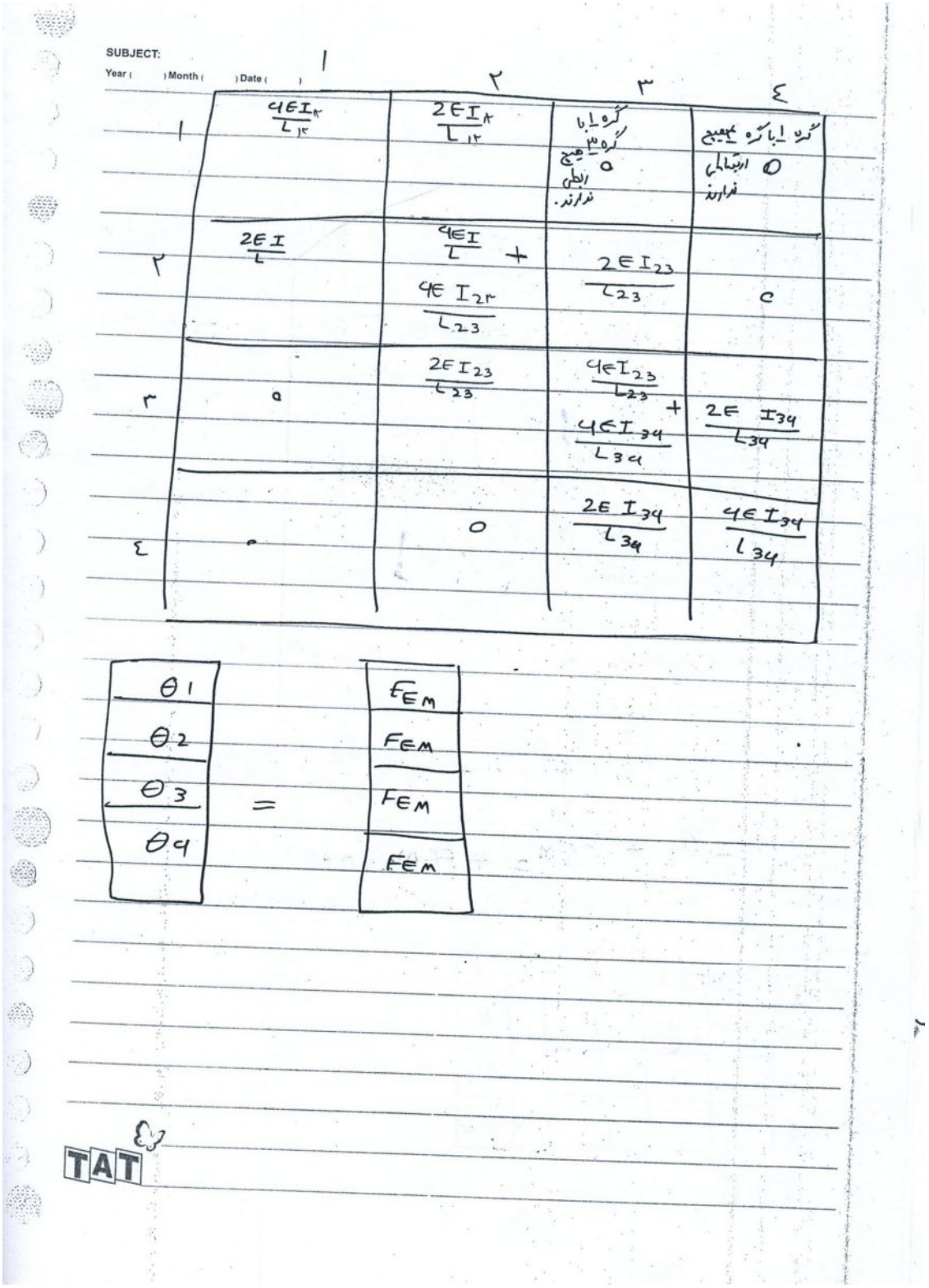
- می‌آییم برای سازه، یک ماتریس سختی تعریف می‌کنیم.
- به تعداد درگیری‌ها

K

	1	2	3	4		
1	$\frac{4EI_{12}}{L_{12}}$	$\frac{2EI}{L}$			θ_1	
2	$\frac{2EI_{12}}{L_{12}}$	$\frac{4EI}{L}$			θ_2	
3					θ_3	=
4					θ_4	

TAT

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm



Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm