

## نظام التحليل والتصميم الانشائي باستخدام برنامج STAAD III Structural Analysis And Design By Three Dimensions (III)

### المقدمة

يعتبر من البرامج المهمة في تصميم وتحليل المنشآت الهيكلية المبنية من مقاطع الفولاذ والخرسانة والخشب، يتم التخاطب مع برنامج STAAD III من خلال ملف ادخال نص يتضمن سلسلة من الاوامر ينفذها البرنامج تباعا وهي عبارة عن تعليمات تنفيذية للتحليل والتصميم ويتم انشاء هذا النص بطريقتين:

١- من خلال محدد نصوص برنامج STAAD III عن طريق ايعاز EDIT

٢- من خلال واجهة التخاطب البيانية والتي تشمل على كافة القوائم وازرار الادوات والتي تعطي طريقة سهلة وسريعة في نمذجة المسألة وتشمل كل الاوامر التي تدخلها بواسطة ملف النص عن طريق Edit وتسمى هذه الواجهة Staad Pre .

يمكن ان يحوي ملف الاخراج الامور التالية:

- رسم يوضح المنشأ مع كافة التفاصيل عن شكل المنشأ ، ابعاد المنشأ وخواص المنشأ.
- يستطيع رسم وطباعة القيم الداخلية (الاجهادات) نتيجة القوى الخارجية.
- يستطيع رسم وطباعة الانحراف والتشوه في المنشأ.
- يعطي حركة المنشأ تحت تأثير القوة (يعطي سلوكية المنشأ).
- يستطيع ان يصمم قطاعات المنشأ وبكل اجزائه .
- مراجعة (اختيار ) الكود المطلوب في تصميم المنشأ.

### نماذج المنشآت Types of Structures

١- المنشآت الثلاثية الابعاد Space Structure : وهي عبارة عن منشآت هيكلية ثلاثية الابعاد وتعرف في المستويات X-Y , Y-Z و X-Z كما تخضع لقوى وعزوم مختلفة وبكافة المستويات.

٢- المنشآت المستوية Plane Structure : هي حالة خاصة من المنشآت الثلاثية الابعاد وتعرف في المستوي ( X-Y ) وتخضع لاحمال واقعة في نفس المستوي مع وجود شروط على الانتقالات في المستوي نفسه.

٣- منشآت شبكية Truss Sutructure ( عناصر شبكية ثنائية البعد او ثلاثية البعد ) : وهي المنشآت التي تخضع لقوى محورية فقط ( قوى شد وقوى انضغاط) . اي ان هذه المنشآت لاتتحمل قوى ينتج عنها تولد عزوم انحناء او التواء بحيث يكون دوران في نقاط الربط غير مقيدة ( عزوم معدومة ) ، وفي حال وجود مثل هذه القوى لايمكن اعتبار المنشأ شبكي.

٤- منشآت الارضيات Floor Structure : هي عبارة عن منشآت ثنائية او ثلاثية الابعاد لا تتعرض لحمولات افقية وفق المحور X او المحور Z . او اي حمولات يمكن ان تسبب حركة افقية للمنشأ وتعد ارضيات الطوابق وسطوح الابنية الواقعة في المستوي X-Z نموذج على ذلك.

### تعريف المنشأ

اي منشأ يتم تمثيله من خلال نقاط الوصل ( Joints ) ، والاعضاء المتصله بهذه النقاط ( Members ) . يمكن تعريف الانفعالات ( Translations and Rotations ) في نقاط الوصل فقط. وهذا مايسمى بدرجة الحرية لكل نقطة او عقدة.

يتم تحديد درجة الحرية حسب نوع المنشأ وكما موضح ادناه.

- المنشآت الثلاثية الابعاد : يتم تحديد ( 6 Degree of Freedom ) في كل عقدة منها ثلاث انفعالات انتقالية وثلاث انفعالات دورانية.
- المنشآت المستوية : يتم تحديد ( 3 Degree of Freedom ) في كل عقدة منها واحدة انفعال دوراني والبقية انفعالات انتقالية.
- المنشآت الشبكية: : يتم تحديد ( 1 Degree of Freedom ) في كل عقدة.
- منشآت الارضيات : : يتم تحديد ( 2 Degree of Freedom ) في كل عقدة. عبارة عن انفعالات دورانية.

اشكال

الشكل الهندسي للمنشأ

لتوصيف المنشأ يجب تعريف كل ممايلي:

- تعريف نقاط الوصل ( Joints ) والتي تمثل النقاط الرابطة بين ضلعين على الاقل.
- تعريف نقاط العقد ( nodes ) والتي تستخدم لغرض تقسيم العناصر الى عدة اجزاء .
- تعريف العناصر من خلال ارتباطها مع العقد او نقاط الوصل ( Incidences ) ويعرف العنصر والمتمثل بالعتبة او بالعمود ب ( Member ) وتعرف الصفيحة المتمثلة بالسقوف او الجدران بـ ( Element ).

الاحداثيات الخاصة بتعريف الشكل الهندسي للمنشأ

يستخدم برنامج Staad III نموذجين من جمل الاحداثيات لتعريف الشكل الهندسي للمنشأ مع تعريف الاحمال المسلطة على المنشأ.

١- الاحداثيات العامة (الصادية) Global Coordinate System

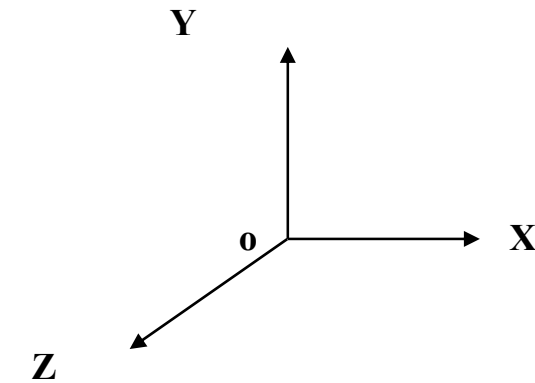
تستخدم جملة الاحداثيات العامة لتحديد وتوصيف الشكل الهندسي للمنشأ وكذلك في تحديد نموذج الاحمال المسلطة عليها. وهناك ثلاث انواع لغرض رسم الشكل الهندسي للمنشأ من ناحية تعريف احداثيات نقاط الوصل ( Joints ) واتجاهات الاحمال المسلطة.

- الاحداثيات الديكارتية العامة Conventional Cartesian Coordinate System

يستخدم الابعاز التالي لتعريف احداثيات نقاط الوصل Joint Coordinate والتي تكون متعامدة مع بعضها مثال على ذلك

## Joint Coordinate

1 0 0 0; 2 5 0 0

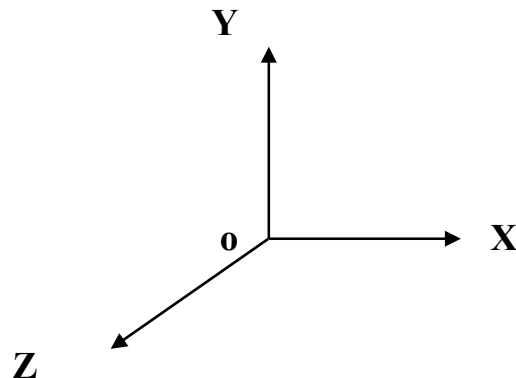


### • الاحداثيات الاسطوانية Cylindrical Coordinate System

يستخدم الابعاز التالي لتعريف احداثيات نقاط الوصل Joint Coordinate Cylindrical عندما يحتوي المنشأ على مواقع مقوسة. بحيث يتم استبدال الاحداثي X بنصف القطر R والاحداثي Y بزاوية الدوران  $\theta$  مع بقاء الاحداثي Z. ومثال على ذلك

## Joint Coordinate Cylindrical

1 4 0 0; 2 4 30 0; 3 4 60 0; 4 4 90 0

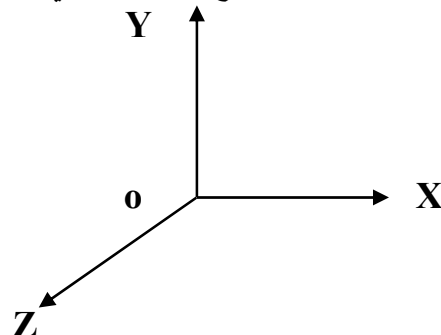


### • الاحداثيات الاسطوانية المعكوسة Reverse Cylindrical Coordinate System

يستخدم الابعاز التالي لتعريف احداثيات نقاط الوصل Joint Coordinate Cylindrical Reverse عندما يحتوي المنشأ على مواقع مقوسة بالمستوي X-Z. بحيث يتم استبدال الاحداثي X بنصف القطر R والاحداثي Z بزاوية الدوران  $\theta$  مع بقاء الاحداثي Y. ومثال على ذلك

## Joint Coordinate Cylindrical Reverse

1 4 0 0; 2 4 0 30; 3 4 0 60; 4 4 0 90



### ٢- الاحداثيات المحلية Local Coordinate System

هي عبارة عن محاور تستخدم لغرض تحديد مواصفات ابعاد المنشأ ويكون الاتجاه x دائما باتجاه طول العنصر اما بالنسبة للاحداثيين y,z فيتم تحديد اتجاههما باستخدام قاعدة اليد اليمنى.

### تحليل المنشأ

يتم تحديد اتجاه الانحراف الانتقالي الناتج من عملية التحليل في العقد وذلك على اساس المحاور العامة اما تحديد القوى الداخلية والاجهادات فيتم تحديدها بالاعتماد على المحاور المحلية للعنصر.

خواص العناصر الهيكلية في برنامج STAAD ( Member Properties ) يتضمن البرنامج Staad النماذج التالية لمواصفات خواص العناصر الهيكلية وهي:

- ١ - خواص العناصر الموشورية ( Prismatic ).
- ٢ - الاشكال القياسية لمقاطع الفولاذ الموجودة في مكتبة المقاطع ضمن البرنامج وحسب مواصفات مختلفة.
- ٣ - جداول مقاطع فولاذية ينشئها المستخدم ويخزنها ضمن البرنامج للعودة اليها في مسائل مشابهة.
- ٤ - العناصر ذات المقاطع المتناحفة ( Tapered Sections ).
- ٥ - تحديد مواصفات العناصر من خلال الامر ( Assign ).

١ - خواص العناصر الموشورية ( Prismatic ) وهي كما مبين في الاشكال ادناه في حالة عدم استخدام هذه المقاطع يتم تعريف المواصفات المطلوبة وفق نماذج المنشآت.

نموذج المنشأ	المواصفات المطلوبة
المنشآت الثلاثية البعد ( Space Structure )	Ax, Ix, Iy, Iz
المنشآت المستوية ( Plane Structure )	Ax, (Iy او Iz)
المنشآت الشبكية ( Truss Structure )	Ax
ارضيات الطوابق ( Floor Structure )	(Iy او Iz), Ix

١ - توصيف المنشأ

1- STAAD  $\left\{ \begin{array}{l} \underline{PLANE} \\ \underline{SPACE} \\ \underline{TRUSS} \\ \underline{FLOOR} \end{array} \right\}$

٢ - توصيف وحدات المنشأ: يستخدم لكي يحدد وحدات الطول ووحدات القوى في ملف الادخال

2- UNIT  $\left\{ \begin{array}{ll} \text{length} - \text{unit} & \text{force} - \text{unit} \\ \text{inches} & \text{kip} \\ \text{feet or ft} & \text{pound} \\ \text{cm} & \text{kg} \\ \text{meter} & \text{mton} \\ \text{mms} & \text{newton} \\ \text{dme} & \text{kns} \\ \text{km} & \text{mns} \\ & \text{dns} \end{array} \right\}$   $\text{dns}=10 \text{ N} : \text{mton}=100\text{kg}$

٣ - توصيف احداثيات نقاط الوصل ( Joints )

3- JOINT COORDINATE ( CYLINDRICAL ( RVERSE ) )

j1 x<sub>1</sub> y<sub>1</sub> z<sub>1</sub>

يستخدم هذا الابعاز لتعريف احداثيات نقاط الوصل للمنشأ، حيث ان J1 تمثل رقم العقدة و الاحداثيات ( x<sub>1</sub>, y<sub>1</sub>, z<sub>1</sub> ) تمثل احداثيات العقدة وحسب نظام الاحداثيات المستوية ( X, Y, Z ) او ( R,θ,Z ) حسب الاحداثيات الاسطوانية ( Joi Coo Cyl ) او ( R,Y,θ ) حسب الاحداثيات الاسطوانية المعكوسة ( Joi Coo Cyl Rev ).

- يمكن توليد نقاط الوصل بصورة تلقائية وتسمى هذه الطريقة بـ (الاستحداث التلقائي).
- 

J1 x<sub>1</sub> y<sub>1</sub> z<sub>1</sub> J2 x<sub>2</sub> y<sub>2</sub> z<sub>2</sub>

حيث ان J1 و J2 تمثل رقم العقدة و ( x<sub>1</sub>, y<sub>1</sub>, z<sub>1</sub> ) تمثل احداثيات العقدة الاولى و ( x<sub>2</sub>, y<sub>2</sub>, z<sub>2</sub> ) تمثل احداثيات النقطة الاخيرة. مثال على ذلك

1 0 0 0 6 10 0 0

- نلاحظ ان النقاط الواقعة بين 1 و 6 سيتم توليدها بتباعد منتظم وبمقدار 2 باتجاه الاحداثي X .
- يستخدم الابعاز Repeat مع طريقة التوليد التلقائي لغرض تكرار نقاط الوصل.

Repeat n xi yi zi

حيث ان n تمثل عدد مرات التكرار و ( xi,yi,zi ) تمثل مقدار تزايد الاحداثيات للتكرار. مثال على ذلك

1 0 0 0 6 10 0 0  
Repeat 2 0 3 0

هنا يتم توليد العقد من رقم 1 الى رقم 6 من خلال السطر الاول، اما السطر الثاني فيتم تكرار السطر الاول مرتين ( حيث ان  $n=2$  ) وبمقدار زيادة الاحداثي  $y$  بمقدار 3 .

ملاحظة هامة: ان ايعاز Repeat يستخدم لتكرار السطر الذي يسبقه بخطوة واحدة فقط.

٤- توصيف العناصر الانشائية

يستخدم هذا الایعاز لتحديد العناصر الهيكلية عن طريق توصيف ارتباطها مع ارقام العقد.

#### 4- MEMBER INCIDENCES

$m1 \ J1 \ J2$

حيث ان الرمز ( $m1$ ) يمثل رقم العنصر، اما ( $j1$ ) يمثل رقم العقدة في بداية العنصر و ( $j2$ ) يمثل رقم العقدة في نهاية العنصر وكما مبين بالشكل ادناه.

- يمكن توليد العناصر بصورة تلقائية وتسمى هذه الطريقة بـ (الاستحداث التلقائي).

$m1 \ J1 \ J2 \ m2 \ m_i \ J_i$

حيث ان  $m1$  تمثل رقم العنصر الاول و ( $J1, J2$ ) تمثل نقاط الوصل التي تربط العنصر  $m1$  ، اما  $m2$  تمثل رقم العنصر الاخير و ( $m_i$ ) تمثل مقدار الزيادة برقم العنصر و ( $J_i$ ) تمثل مقدار الزيادة في رقم العقدة الموجودة في بداية العنصر. مثال على ذلك.

1 1 2 6 1 1

هنا العنصر رقم 1 يربط بين العقدة 1 و 2 والرقم 6 يمثل رقم العنصر الاخير وسيتم توليد العناصر الداخلية بين العنصر 1 والعنصر 6 بمقدار زيادة 1 في رقم العنصر وزيادة 1 في رقم العقدة الموجودة في بداية العنصر السابق.

- يستخدم الایعاز Repeat مع طريقة التوليد التلقائي لغرض تكرار العناصر.

Repeat  $n \ m_i \ J_i$

حيث ان  $n$  تمثل عدد مرات التكرار و  $m_i$  تمثل مقدار الزيادة في رقم العنصر و  $J_i$  تمثل مقدار الزيادة في رقم العقدة في بداية العنصر. ومثال على ذلك.

1 1 2 6 1 1  
Repeat 3 6 7

السطر الاول يمثل توليد العناصر الموجودة بين العنصر رقم 1 والعنصر رقم 6 وبزيادة مقدارها 1 على رقم العنصر وزيادة مقدارها 1 على رقم العقدة الموجودة في بداية العنصر. اما السطر الثاني فيمثل عملية التكرار. هنا الرقم 3 يمثل عدد مرات التكرار للسطر الاول والرقم 6 يمثل مقدار الزيادة على رقم العنصر رقم 1 والرقم 7 يمثل مقدار الزيادة على رقم العقدة 1.

#### ملاحظة هامة:

- ان ايعاز Repeat يستخدم لتكرار السطر الذي يسبقه بخطوة واحدة فقط.
- يستخدم الايعاز Repeat All لغرض تكرار مجموعة من الاسطر ويستخدم مع تكرار العقد او العناصر وهو شبيه بالايعاز Repeat .

#### ملاحظات هامة :

- يستخدم الايعاز Draw لغرض رسم المنشأ في ملف الاخراج حيث يمكن رسم المنشأ مع تأشير ارقام العقد والعناصر الاخمال وابعاد المقاطع ..... الخ. على الرسم

Draw Joint  $\begin{Bmatrix} List \\ All \end{Bmatrix}$

Draw Member Information  $\begin{Bmatrix} List \\ All \end{Bmatrix}$

Draw Joint Member Information  $\begin{Bmatrix} List \\ All \end{Bmatrix}$

ويفضل اضافة ايعاز الرسم Draw مباشرة بعد الايعاز المراد رسمه.

- يستخدم الايعاز Print لغرض طباعة احداثيات العقد وكذلك ارقام العقد الوصلة بين العناصر بالاضافة الى طباعة خصائص العناصر والمواد ..... الخ. في ملف الاخراج.

Print Joint Coordinate  $\begin{Bmatrix} List \\ All \end{Bmatrix}$

Print Member Information  $\begin{Bmatrix} List \\ All \end{Bmatrix}$

- يستخدم الايعاز Delete لغرض الغاء مجموعة من ارقام العقد او مجموعة من العناصر من ملف الادخال.

Delete Joint {List}

Delete Member {List}

عبارة List تمثل ارقام العقد او العناصر المراد مسحها.  
مثال على ذلك

Delete Joint 4 7

Delete Mem 6 10 13 To 15

هنا الجملة 13 To 15 تمثل مسح العناصر من 13 و 14 و 15

- ٥- توصيف خواص العناصر
- المقاطع المشورية وتكتب بالشكل التالي

5- MEMBER PROPERTIES { *Australian*  
*Canadian*  
*European*  
*French*  
*Indian*  
*American*  
*British*  
*Germany*  
*Japanese* }

M1 Prismatic YD 500  
M1 Prismatic YD 700 ZD 350  
M1 Prismatic YD 700 ZD 1200 YB 550 ZB 350  
M1 Prismatic YD 650 ZD 600 ZB 350  
M1 Prismatic AX 250  
M1 Prismatic AX 250 IZ 4500000 IY 230000

حيث M1 تمثل رقم عنصر او ارقام مجموعة من العناصر.  
هنا السطر الاول يمثل مقطع دائري قطره 500 ، اما السطر الثاني فهو يمثل مقطع مستطيل والسطر الثالث يمثل مقطع على شكل حرف T والسطر الرابع يمثل مقطع شبه منحرف، اما السطر الخامس والسادس فيمثلان مواصفات مقطع لايشمل اي من الاشكال السابقة.

- مقاطع الحديد
- ان اشكال المقاطع الموجودة ضمن البرنامج هي ( W, C,MC,S,M,HP,Double Channels,Angle, ( Double Angles,Pipes, Tube,T

Member Properties American

M1 Tabel { *ST*  
*RA*  
*D*  
*LD or SD*  
*T*  
*CM*  
*TC*  
*BC*  
*TB* } { *W*  
*M*  
*S*  
*HP*  
*B*  
*C*  
*MC*  
*L*  
*PIPES*  
*TUBE* } *SP*



حيث ان:

ST : تمثل مقطع منفرد من اي نوع من الانواع المذكورة سابقا

RA : مقطع حديد زاوية مع محاور Y-Z مقلوبة

D : مقطع قناة مضاعفة ويأتي مع النوع ( C,MC ) مع تعريف الصفة SP والتي تمثل المسافة بين الزاويتين

LD : مقطع زاوية مزدوج من الاتجاه الطويل مع تعريف الصفة SP والتي تمثل المسافة بين الزاويتين

SD : مقطع زاوية مزدوج من الاتجاه القصير

T : مقطع T مقطوع من المقطع الرئيسي من نوع ( W,M,S,HP,B )

CM,TC,BC,TB : مواصفات اضافية في حالة المقطع مركب

مثال على ذلك

M1 Table ST W 8x13

M1 Table D C6x20 SP 0.0

M1 Table LD L25 20 4 Sp 0.0

M1 Table SD L25 20 4 Sp 0.0

M1 Table T W8x24

• اسناد مقطع مناسب Assign

يستخدم هذا التعريف لاختيار مقطع حديد مناسب للعنصر الهيكلي ويكتب بالشكل التالي

M1 Assign {  
Beam  
Column  
Channel  
Angle(Double)}

هنا لا يتم تعريف نوع المقطع بل يقوم البرنامج باختيار المقطع المناسب حسب هيكلية العنصر.

• المقاطع المتناحفة Tapered

يكتب الايعاز بالشكل التالي

M1 f1 f2 f3 f4 f5 f6 f7

حيث ان قيم الثوابت السابقة كما مبين بالشكل التالي.

## ٦- توصيف خواص المادة

$$6- \text{ Constant } \left\{ \begin{array}{l} E \\ \text{Poisson} \\ \text{Density} \\ \text{Alpha} \end{array} \right\} f1 \left\{ \begin{array}{l} \text{mem} \\ \text{All} \end{array} \right\}$$

حيث ان قيمة f1 تمثل قيمة الثابت ويمكن استخدام القيمة المخزونة في البرنامج ومثال على ذلك

Constant

E concrete all

E 200000 mem 1 5 7

Density 2100 mem 1 5 7

E steel mem 1 3 5

Density steel all

Poisson 0.16 all

Poi concrete mem 7 to 15

Alpha 0.000012 all

حيث ان Alpha يمثل معامل التمدد الحراري لكل درجة ويستخدم عند تعرض العنصر الى احمال ناتجة من تغير درجات الحرارة.

## ٧- توصيف المساند

$$7- \text{ Support } \left\{ \begin{array}{l} \text{Fixed} \\ \text{Pinned} \\ \text{Fixed But} \\ \text{Spring} \\ \text{Inclined} \end{array} \right\}$$

يكتب الايعاز بالشكل التالي

Support

$$J1 \left\{ \begin{array}{l} \text{Fixed} \\ \text{Pinned} \\ \text{Fixed But} \\ \text{Spring} \\ \text{Inclined} \end{array} \right\}$$

حيث ان J1 تمثل رقم او ارقام العقد والاشكال التالية توضح شكل كل مسند

عند استخدام ايعاز Inclined فانه يمثل مسند مائل ومن نوع ( Pinned او Roller ) ويكتب بالشكل التالي

$$\text{J1 Inclined f1 f2 f3 Fixed But} \begin{Bmatrix} Fx \\ Fy \\ Fz \\ Mx \\ My \\ Mz \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} KFx \\ KFy \\ KFz \\ KMx \\ KMy \\ KMz \end{Bmatrix}$$

حيث ان f1,f2,f3 تمثل قيم احداثيات النقطة المرجعية وهي تكون وحدة واحدة وكما مبين بالشكل ادناه

1 3 Inclined -1 -1 0 Fixed But Fy Mx My Mz

2 4 fixed But Fx Mz

5 pineed

6 spring Kfx 49

7 9 fixed But Mz Kfy 50

10 To 15 Fixed

24 Inclined 1 -1 0 Fixed But Mx My MZ

يلاحظ ان السطر الاخير يمثل مسند من نوع Pinned ولكنه مائل.

## 8- Load Case

### ٨- الأحمال المسلطة

يتم استخدام هذا الایعاز لتعريف الاحمال المسلطة على المنشأ. يتم تمثيل الاحمال من خلال نقاط الوصل ( Joints ) او من خلال العناصر ( Members ) او من خلال الصفائح ( Elemenst ).

١- تمثيل الاحمال من خلال نقاط الوصل ( Joints )

يتم استخدام ايعاز Joint Load لتمثيل الاحمال المسلطة ( المركزة ) على العقد وتحدد الاتجاهات حسب نظام المحاور العامة ( Global Coordinates System ) وكما مبين ادناه

Load No.

Joint Load

$$\text{J1} \begin{Bmatrix} Fx \\ Fy \\ Fz \\ Mx \\ My \\ Mz \end{Bmatrix} \text{ Value}$$

حيث ان:

Load No. : يمثل رقم حالة التحميل المسلطة

Joint Load : يمثل الحمل المركز في العقد

J1 يمثل رقم العقد ، اما ( Fx, Fy, Fz ) تمثل اتجاهات القوة المسلطة في العقد و ( Mx, My, Mz ) تمثل اتجاهات العزوم المسلطة في العقد. ويمثل الابعاز Value قيمة القوة او العزم المسلط ومثال على ذلك.

**Load 1**

**Joint Load**

2 Fy -15

4 Fx 5 Fy -19

10 Mz 20

هنا السطر الثالث يمثل تسليط قوة عمودية في العقدة رقم 2 ، السطر الرابع يمثل تسليط قوة أفقية وقوة عمودية في العقدة رقم 4 ، اما السطر الاخير فيمثل تسليط عزم مركز باتجاه معاكس لعقرب الساعة في العقدة رقم 10 .

٢- تمثيل الاحمال الناتجة من حركة المساند **Support Displacement Load** عند وجود ازاحة او دوران في المسند وكما مبين في الشكل ادناه. يتم تمثيل مقدار الازاحة او الدوران على شكل حمل مسلط في المسند وتحدد الاتجاهات حسب نظام المحاور العامة ( Global Coordinates System ).

ويكتب الابعاز بالشكل التالي

**Load No.**

**Support Displacement Load**

$$J1 \left\{ \begin{matrix} Fx \\ Fy \\ Fz \\ Mx \\ My \\ Mz \end{matrix} \right\} \text{ Value}$$

مثال على ذلك:

**Load 2**

**Support Displacement Load**

2 Fy -2

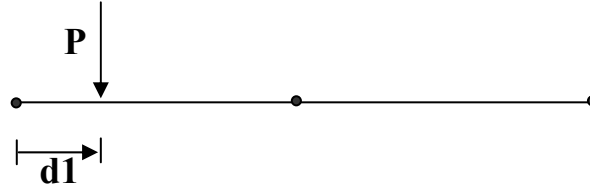
1 Mz 0.3

السطر الثالث يعني تعرض المسند الموجود في العقدة رقم 2 بازاحة عمودية مقدارها 2- وتكون وحداتها وحدات طول ( على سبيل المثال -2 mm ). اما السطر الاخير فيمثل تعرض المسند الموجود في العقدة رقم 1 الى دوران بمقدار 0.3 وتكون وحداتها بالـ Radian .

٣- تمثيل الاحمال من خلال العناصر Members .

يتم استخدام ايعاز Member Load لتمثيل الاحمال المسلطة على العناصر.

- الاحمال المركزة: عند وجود حمل مركز على منشأ معين وموقع الحمل ليس في نقطة الوصل ( joint ) فيجب استخدام ايعاز Member Load لتمثيل الحمل وكما مبين بالشكل ادناه.



يكتب الایعاز بالشكل التالي:

Load No.

Member Load

$$\text{M1 Concentrated} \begin{Bmatrix} x \\ y \\ z \end{Bmatrix} \text{ OR } \begin{Bmatrix} Gx \\ Gy \\ Gz \end{Bmatrix} \text{ OR } \begin{Bmatrix} Px \\ Py \\ Pz \end{Bmatrix} \text{ Value } d1$$

حيث ان :

Load No. : يمثل رقم حالة التحميل المسلطة

Member Load : يمثل الحمل المسلط على العنصر.

M1 : يمثل رقم العنصر

Concentrated : يمثل الحمل المركز

اما ( x, y, z ) يمثل اتجاه الحمل المركز حسب نظام المحاور المحلية ( Local Coordinates System ) او يستخدم ( Gx, Gy, Gz ) لتمثيل اتجا الحمل حسب نظام المحاور العامة ( Global Coordinates System ) ويمثل ( Px, Py, Pz ) حسب نظام المساقط ( Project System ). Value : قيمة الحمل المركز.

d1 : يمثل البعد من بداية العنصر الى موقع الحمل المركز، في حالة تمرکز الحمل في منتصف العنصر يمكن الاستغناء عن قيمة d1 .

مثال على ذلك:

Load 3

Member Load

3 Con Gy -10

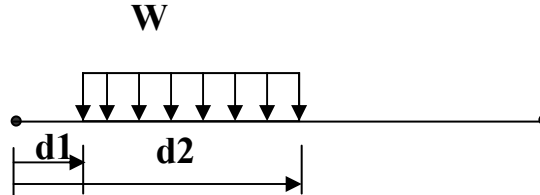
5 Con y -15 3

7 Con Px 10

السطر الثالث يمثل تسليط حمل مركز باتجاه Gy وبمقدار 10- ويقع في منتصف العنصر. اما السطر الرابع فيمثل تسليط حمل مركز باتجاه المور المحلي y وبمقدار 15- وعلى بعد 3 من بداية العنصر. يمثل السطر الاخير تسليط حمل مركز باتجاه المسقط الافقي للعنصر وبمقدار 10. وكما مبين بالشكل ادناه.

- العزوم المركزة: عند تسليط عزم مركز بدلا من حمل مركز على المنشأ فيتم استبدال ايعاز Concentrated بايعاز Cmoment فقط.

- الاحمال المنتشرة المنتظمة Uniform : عند وجود حمل منتشر منتظم على منشأ معين يتم استخدام ايعاز Member Load لتمثيل الحمل وكما مبين بالشكل ادناه.



حيث ان:

d1 : تمثل موقع بداية الحمل المنتشر من بداية العنصر.

d2: تمثل موقع نهاية الحمل المنتشر من بداية العنصر.

في حالة كون الحمل منتشر على طول العنصر فيمكن الاستغناء عن قيمة d1 و d2 .

يكتب اليعاز بالشكل التالي:

Load No.

Member Load

$$M1 \text{ Uniform } \begin{Bmatrix} x \\ y \\ z \end{Bmatrix} \text{ OR } \begin{Bmatrix} Gx \\ Gy \\ Gz \end{Bmatrix} \text{ OR } \begin{Bmatrix} Px \\ Py \\ Pz \end{Bmatrix} \text{ Value } d1 \quad d2$$

نفس التعريف المستخدمة في تعريف الحمل المركز مع استبدال ايعاز Concentrated بايعاز Uniform .  
يمكن استخدام ايعاز Umoment في حالة وجود عزم منتشر.  
مثال على ذلك

Load 3

Member Load

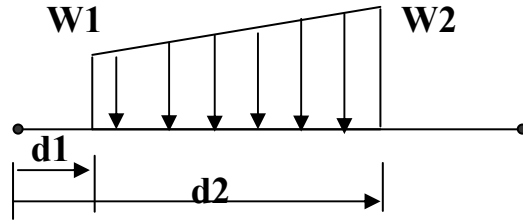
3 Uni Gy -10

5 Uni y -15 1 3

7 Uni Px 10

الاشكال التالية تبين حالة التحميل لكل سطر من الاسطر السابقة.

- الاحمال المنتشرة الخطية Trapezoidal: يستخدم هذا النوع عند وجود حمل منتشر خطي على منشأ معين يتم استخدام ايعاز Member Load لتمثيل الحمل وكما مبين بالشكل ادناه.



حيث ان:

W1 : قيمة الحمل في بداية العنصر (او على مسافة d1 من بداية العنصر).  
W2 : قيمة الحمل في نهاية العنصر (او على مسافة d2 من بداية العنصر)

d1 : تمثل موقع بداية الحمل المنتشر من بداية العنصر.

d2 : تمثل موقع نهاية الحمل المنتشر من بداية العنصر.

في حالة كون الحمل منتشر على طول العنصر فيمكن الاستغناء عن قيمة d1 و d2 يكتب الايعاز بالشكل التالي:

Load No.

Member Load

$$M1 \text{ Trapezoidal } \begin{Bmatrix} x \\ y \\ z \end{Bmatrix} \text{ OR } \begin{Bmatrix} Gx \\ Gy \\ Gz \end{Bmatrix} \text{ OR } \begin{Bmatrix} Px \\ Py \\ Pz \end{Bmatrix} \quad w1 \quad w2 \quad d1 \quad d2$$

مثال على ذلك

Load 3

Member Load

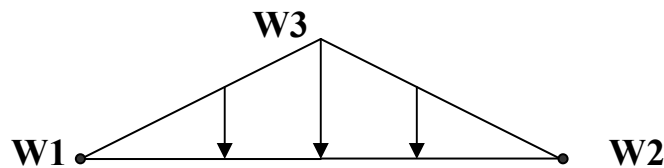
3 Trap Gy -10 0

5 Trap y -15 -30 1 3

7 Trap Gx 0 10

الاشكال التالية تبين حالة التحميل لكل سطر من الاسطر السابقة.

- الاحمال المنتشرة الخطية Linear Varying: يستخدم هذا النوع عند وجود حمل منتشر خطي على عنصر معين. يتم استخدام ايعاز Member Load لتمثيل الحمل وكما مبين بالشكل ادناه.



حيث ان:

W1 : قيمة الحمل في بداية العنصر.

W2 : قيمة الحمل في نهاية العنصر.

W3 : قيمة الحمل في وسط العنصر.

يكتب الایعاز بالشكل التالي:

Load No.

Member Load

$$M1 \underline{\text{Lin}} \begin{Bmatrix} x \\ y \\ z \end{Bmatrix} \quad W1 \quad W2 \quad W3$$

مثال على ذلك

Load 3

Member Load

5 Lin y 0 0 -30

عندما يراد استخدام وزن المنشأ الذاتي (الوزن الميت الناتج من حجم المنشأ) يجب اولا تعريف كثافة المادة ( Density ) المصنوع منها المنشأ عند تعريف مواصفات المادة ( Constant ).  
يتم كتابة الایعاز بالشكل التالي.

Load No.

$$\text{Selfweight} \begin{Bmatrix} x \\ y \\ z \end{Bmatrix} \quad \text{fact}$$

حيث ان ( x, y, z ) تمثل اتجاه الوزن و ( fact ) يمثل معامل الامان  
مثال على ذلك

Load 2

Selfweight y -1