كلية الهندسة
قسم هندسة الميكاترونيك

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

المتحكمات العصبونية و العائمة

محاضرة 5

إزالة التغميض
Defuzzification

د. فادي متوج

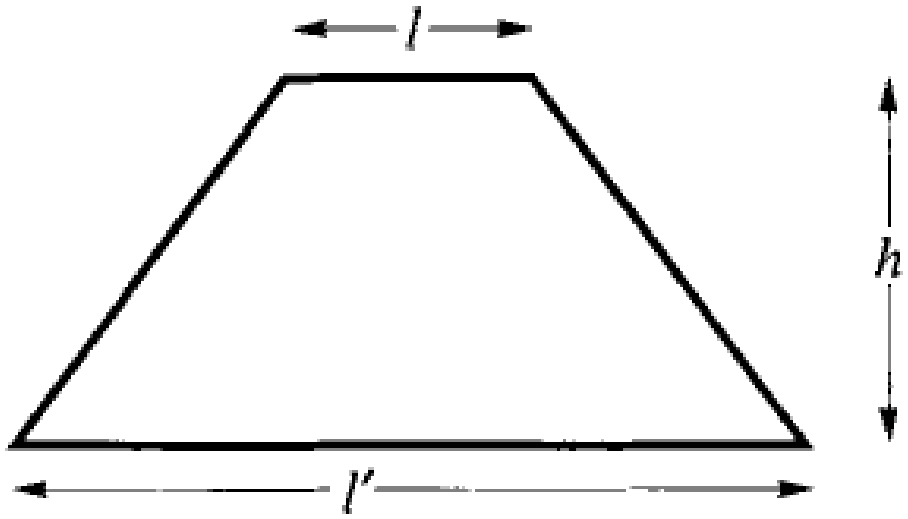
إزالة التغميض
Defuzzification

- إذا كانت عملية التغميض بوابة الدخول لعالم المنطق الضبابي فإن عملية إزالة التغميض هي بوابة الخروج منه
- فعن طريق هذه العملية يتم تحويل **القيم اللغوية** (الضبابية) إلى **قيم عددية** يسهل على الحاسوب و الآلات بصفة عامة التعامل معها

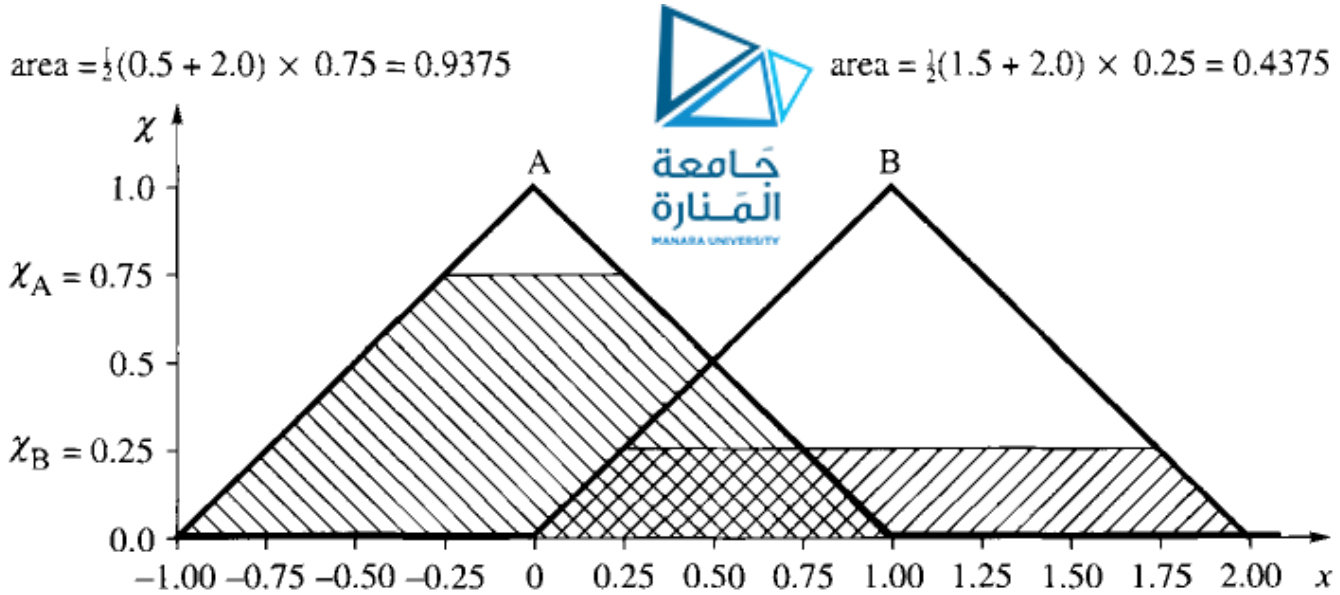
Centroid method

- هي الطريقة الأكثر استخداما لإزالة التغميض على نطاق واسع. كما تسمى أيضاً مركز الثقل (Center of gravity) أو مركز المساحة (Center of Area COA)

$$\text{centre of gravity} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \text{centre of gravity}_i \times \text{area under curve}_i}{\sum_{i=1}^{n} \text{area under curve}_i}$$



$$\text{area} = \frac{(l + l')h}{2}$$



If x_i is the centre of gravity of the area under curve χ_i, then

$$\text{centre of gravity} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i \dfrac{(l_i + l_i')h_i}{2}}{\sum_{i=1}^{n} \dfrac{(l_i + l_i')h_i}{2}}$$

In the case of the curve in Figure 6.7 the calculation is

$$\text{area}_A = 0.75 \left(\frac{0.5 + 2.0}{2}\right) = 0.9375 \quad , \quad x_A = 0.00$$

$$\text{area}_B = 0.25 \left(\frac{1.5 + 2.0}{2}\right) = 0.4375 \quad , \quad x_B = 1.00$$

$$\text{centre of gravity} = \frac{(0.0 \times 0.9375) + (1.00 \times 0.4375)}{0.9375 + 0.4375} = 0.318$$

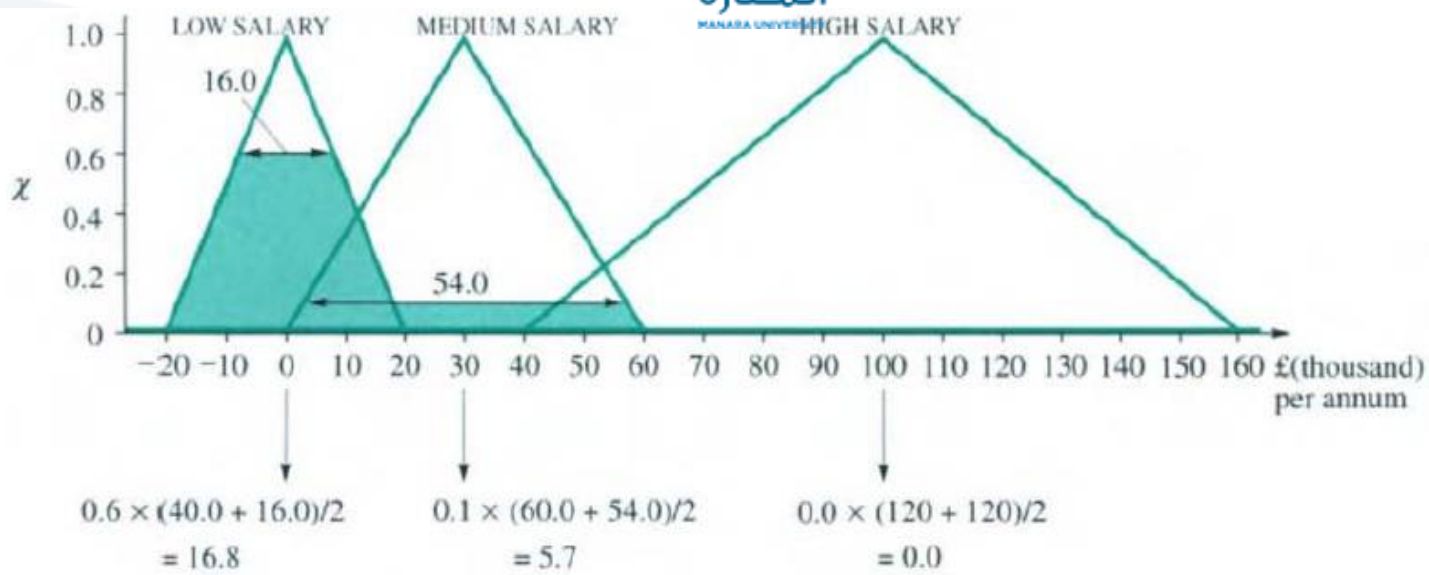
Example

If	a person has high skills	_____
and	that person has high responsibility	_____
and	that person gets new business	_____
Then	that person gets a high salary	_____
If	a person has high skills	_____
and	that person does their job well	_____
Then	that person gets a medium salary	_____
If	a person has low skills	_____
and	that person is not experienced	_____
Then	that person gets a low salary	_____

Mr A

- Now suppose the rules are applied to Mr A who has low skill (0.9) and high skills (0.1), little responsibility (0.1), gets no new business (0.0), does his job OK (0.5) but is not a very experienced worker (0.6).

If	a person has high skills	(0.1)
and	that person has high responsibility	(0.1)
and	that person gets new business	(0.0)
Then	that person gets a high salary	(0.0)
If	a person has high skills	(0.1)
and	that person does their job well	(0.5)
Then	that person gets a medium salary	(0.1)
If	a person has low skills	(0.9)
and	that person is not experienced	(0.6)
Then	that person gets a low salary	(0.6)



Mr A has an area of $0.6\left(\frac{40.0 + 16.0}{2}\right) = 16.8$ under the LOW SALARY curve

and $0.1\left(\frac{60.0 + 54.0}{2}\right) = 5.7$ under the MEDIUM SALARY curve.

His area under the HIGH SALARY curve is zero.

$$\text{salary for Mr A} = \frac{16.8 \times 0 + 5.7 \times 30}{16.8 + 5.7} = \frac{171.0}{22.5} = £7600 \text{ p.a.}$$

So Mr A earns a crisp salary of £7600 per annum.

Mr B

Now consider Ms B who has good skills (0.8), has some responsibility (0.6), gets some new business (0.6), does her job well (0.8), and is quite experienced (0.8).

If	a person has high skills _____	(0.8)
and	that person has high responsibility _____	(0.6)
and	that person gets new business _____	(0.6)
Then	that person gets a high salary _____	(0.6)
If	a person has high skills _____	(0.8)
and	that person does their job well _____	(0.8)
Then	that person gets a medium salary _____	(0.8)
If	a person has low skills _____	(0.2)
and	that person is not experienced _____	(0.2)
Then	that person gets a low salary _____	(0.2)

Ms B has an area of $0.2\left(\frac{32.0 + 40.0}{2}\right) = 7.2$ under the LOW SALARY curve,

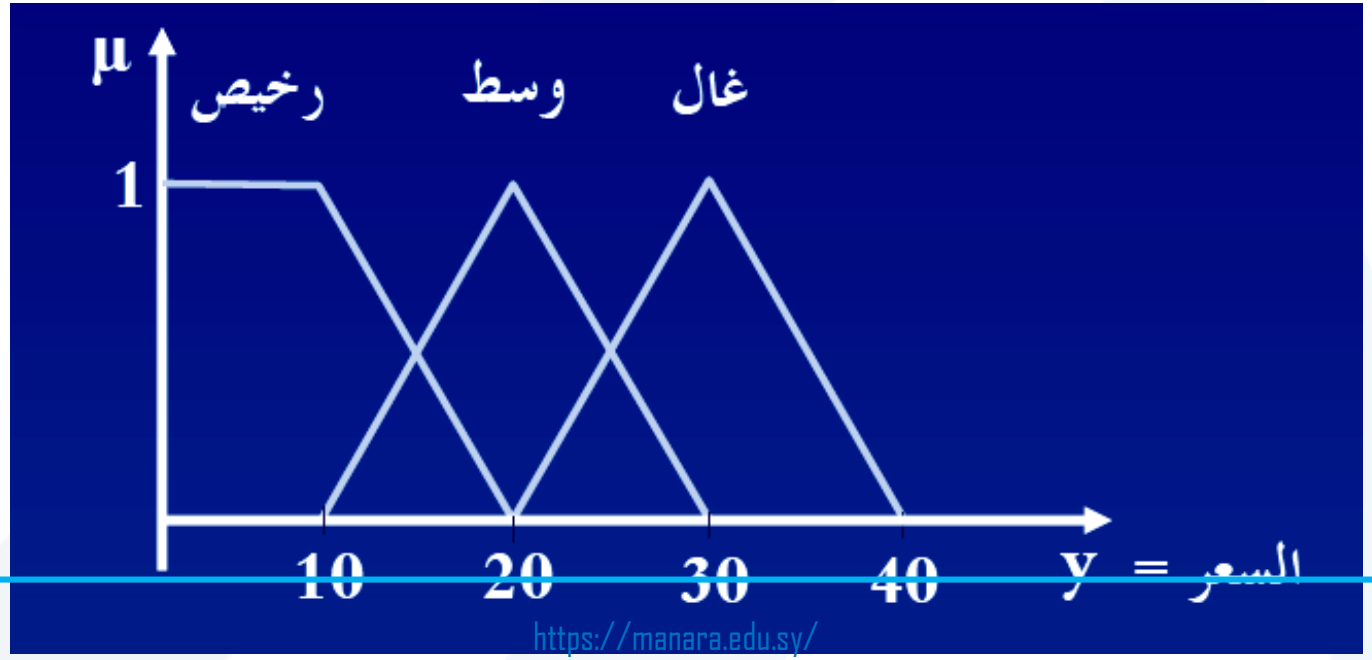
an area of $0.8\left(\frac{12.0 + 60.0}{2}\right) = 28.8$ under the MEDIUM SALARY curve,

and an area of $0.6\left(\frac{48.0 + 120.0}{2}\right) = 50.4$ under the HIGH SALARY curve.

$$\text{salary for Ms B} = \frac{7.2 \times 0 + 28.8 \times 30 + 50.4 \times 100}{7.2 + 28.8 + 50.4} = \frac{5904}{86.4} = £68{,}333 \text{ p.a.}$$

Example 1

- نريد تصميم نظام ضبابي **لتسعير** بضاعة معينة حسب متغير **العرض** و متغير **الطلب**
- و لنفترض كذلك أن سعر البضاعة مقسم إلى ثلاث مجموعات ضبابية وهي " رخيص" ، "وسط" ، "غالي"

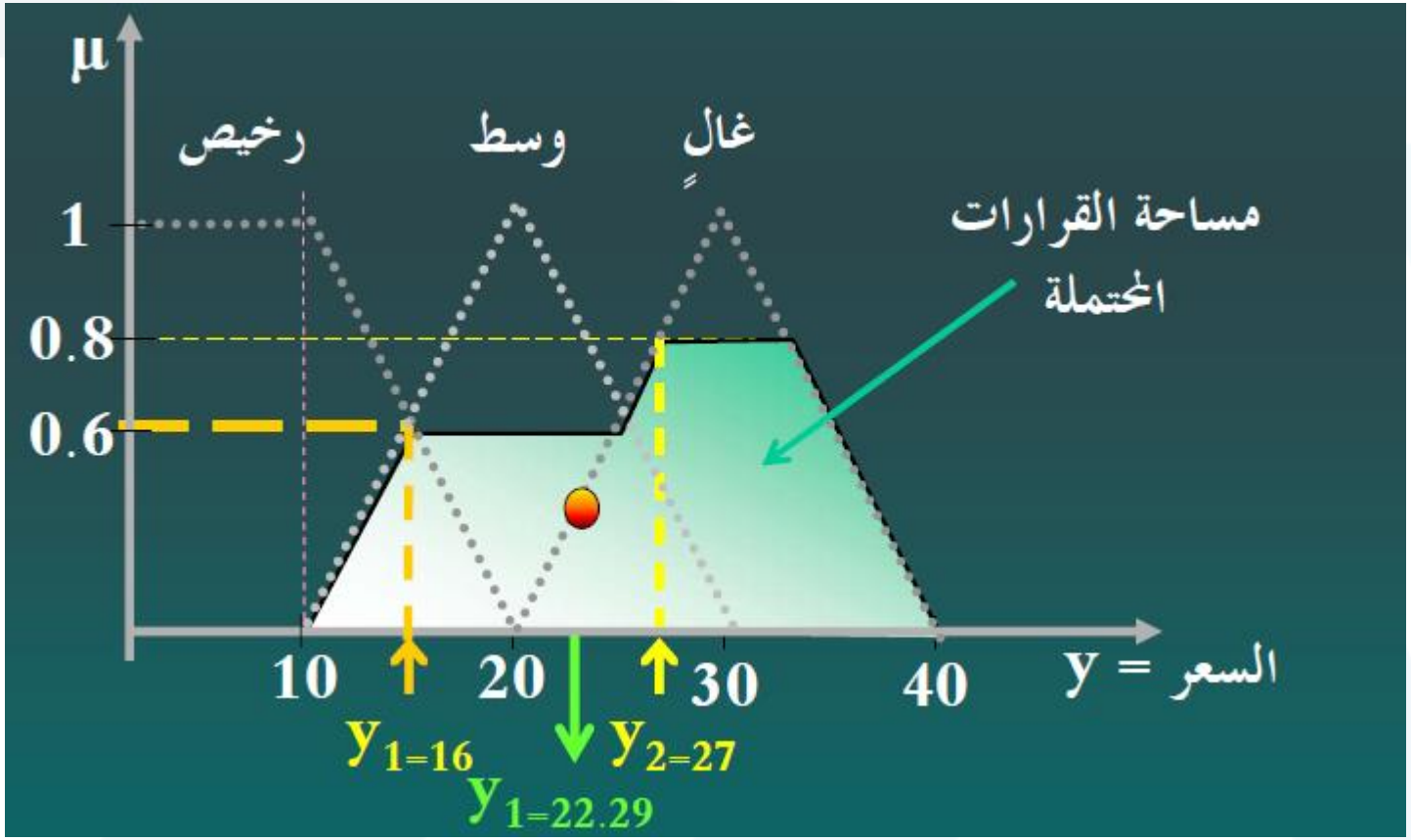


- فإذا أدخلنا قيمة العرض و قيمة الطلب سيتم تغميضهما (تحويلهما إلى قيم ضبابية) و من ثم إدخالهما لقاعدة المعرفة لاتخاذ القرار ألا وهو سعر البضاعة في هذه الحالة.
- في أغلب الأحيان يصل النظام الضبابي إلى أكثر من قرار و بنسب مختلفة، كأن يكون سعر البضاعة مثلاً :

"وسط" بدرجة عضوية 0.6 و "غال" بدرجة عضوية 0.8

- يأتي هنا دور عملية إزالة التغميض(Defuzzification) لإصدار السعر المحدد لهذه البضاعة.

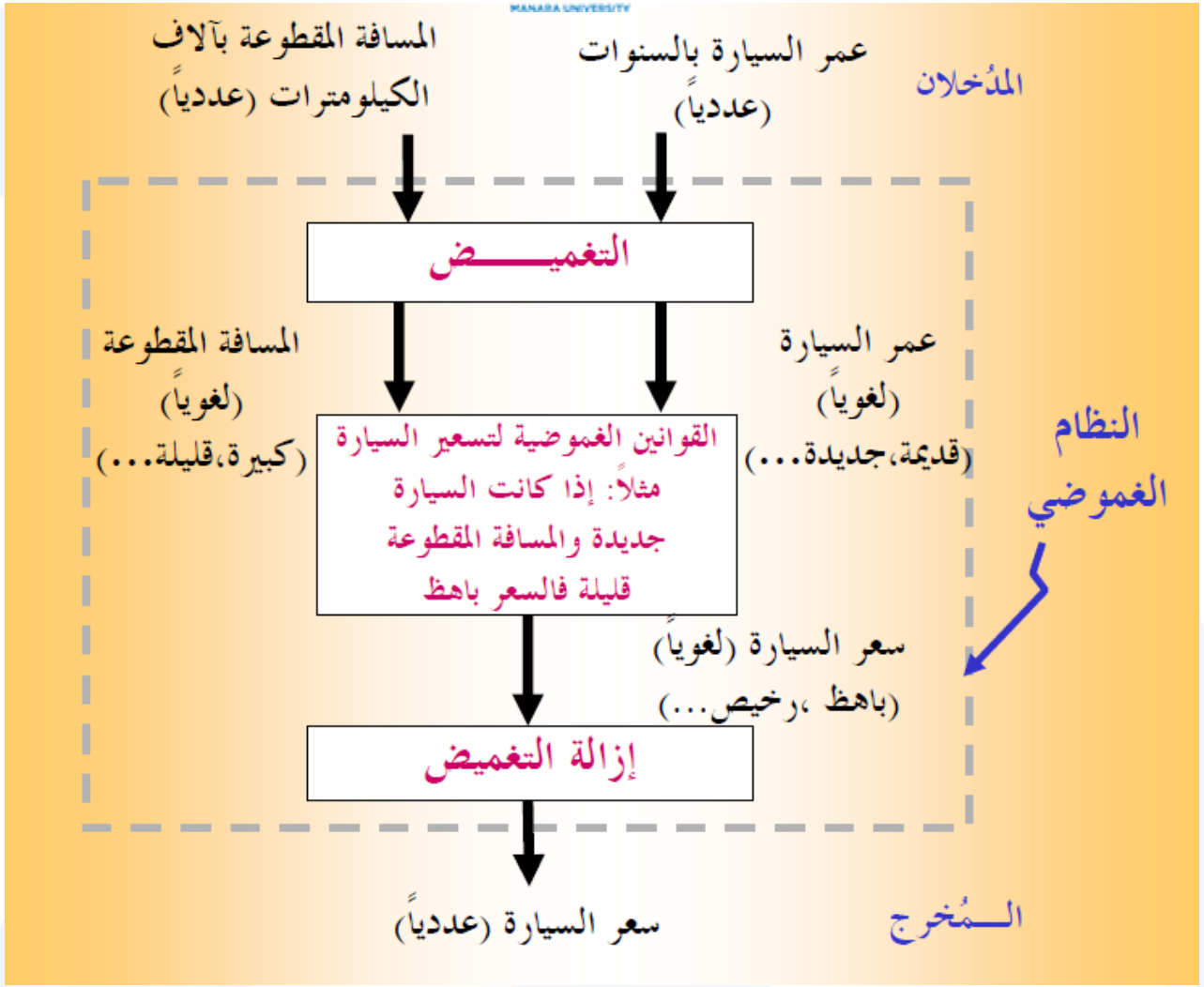
- يحدد السعر كما يلي:



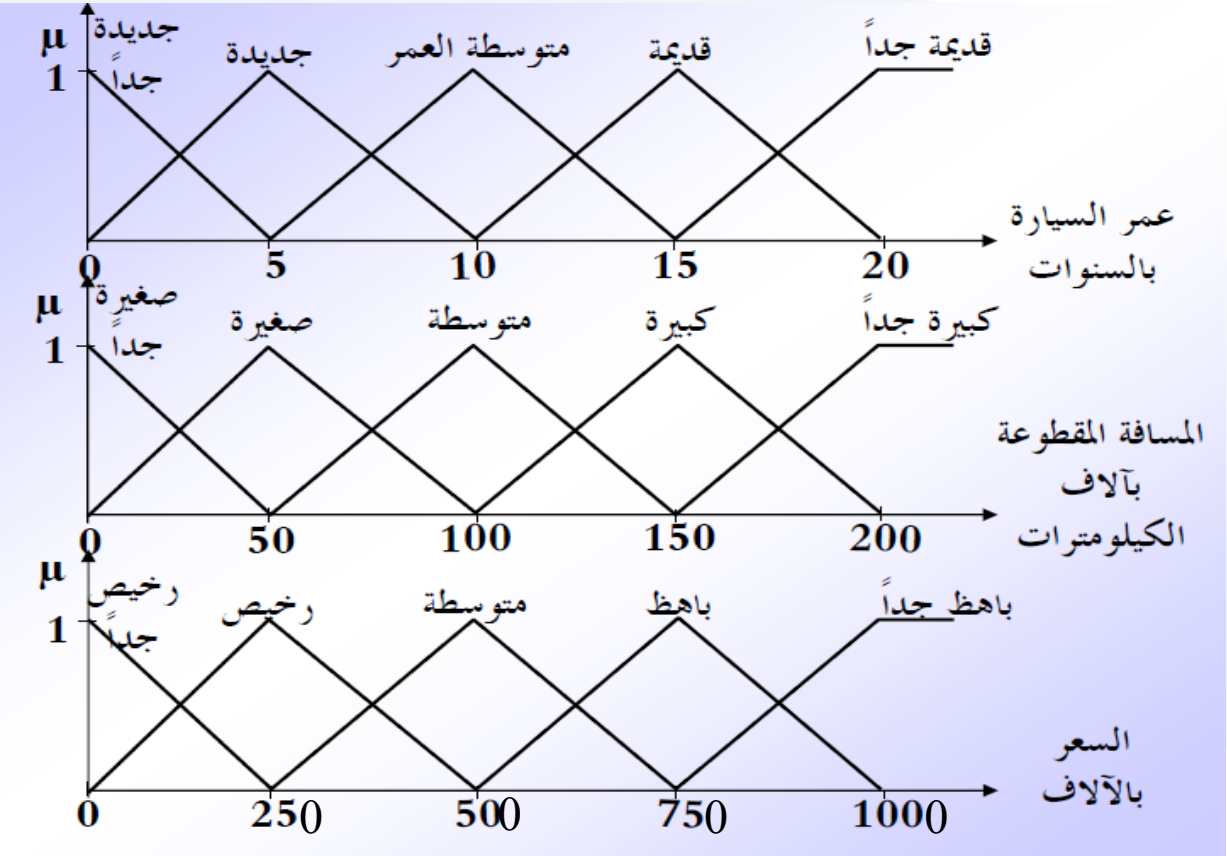
Example 2

- نود في هذا المثال تصميم نظام ضبابي يساعد على تسعير نوع معين من السيارات حسب **عمر** السيارة و **المسافة** التي قطعتها منذ تاريخ الصنع
- إذاً سيكون لهذا النظام دخلين هما :

  العمر و **المسافة المقطوعة**
- و خرجاً وحيداً هو **سعر السيارة**
- يوضح الشكل التالي رسماً إطارياً لهذا المثال :


المدُخلان
المسافة المقطوعة بآلاف الكيلومترات (عددياً)
عمر السيارة بالسنوات (عددياً)
التغميـــــض
المسافة المقطوعة (لغوياً) (كبيرة،قليلة...)
عمر السيارة (لغوياً) (قديمة،جديدة...)
القوانين الغموضية لتسعير السيارة
مثلاً: إذا كانت السيارة جديدة والمسافة المقطوعة قليلة فالسعر باهظ
النظام الغموضي
سعر السيارة (لغوياً) (باهظ ،رخيص...)
إزالة التغميض
سعر السيارة (عددياً)
الـــمُخرج

الخطوة الأولى : المجموعات الضبابية



الخطوة الثانية : و ضع القوانين الضبابية

- ليس من الصعب وضع عدد من القوانين على غرار:

  إذا كانت السيارة جديدة جداً

  و كانت المسافة المقطوعة صغيرة جداً

  إذاً سعر السيارة باهظ جداً

- أو كمثال آخر على هذه القوانين:

  إذا كانت المسافة المقطوعة كبيرة جداً

  إذاً سعر السيارة رخيص جداً

- في الخطوة السابقة اخترنا 5 تصنيفات لعمر السيارة و 5 أخرى للمسافة المقطوعة و بالتالي يكون العدد الأقصى للحالات الممكنة 25 و بالتالي يحتاج النظام (كحد أعلى) إلى 25 قانوناً ضبابياً
- لكن يمكن اختصار بعض هذه القوانين أحياناً
- فالقانون الأخير يعتبر اختصاراً لخمسة قوانين حيث أنه تجاهل عمر السيارة تماماً و الذي كان من المفترض أن يستنفذ 5 توليفات مختلفة تجمع بين كل وصف من الأوصاف الخمسة لعمر السيارة و المسافة المقطوعة "كبيرة جداً"

- لتسهيل التصميم، عادةً ما توضع القوانين الضبابية على شكل جدول يدعى **جدول القرار** أو **جدول القوانين الضبابي**
- توضع في الصف الاول من الجدول تصنيفات الدخل الأول
- وتوضع في العمود الأول تصنيفات الدخل الثاني
- أما باقي خلايا الجدول فتكون للخرج

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

المسافة المقطوعة

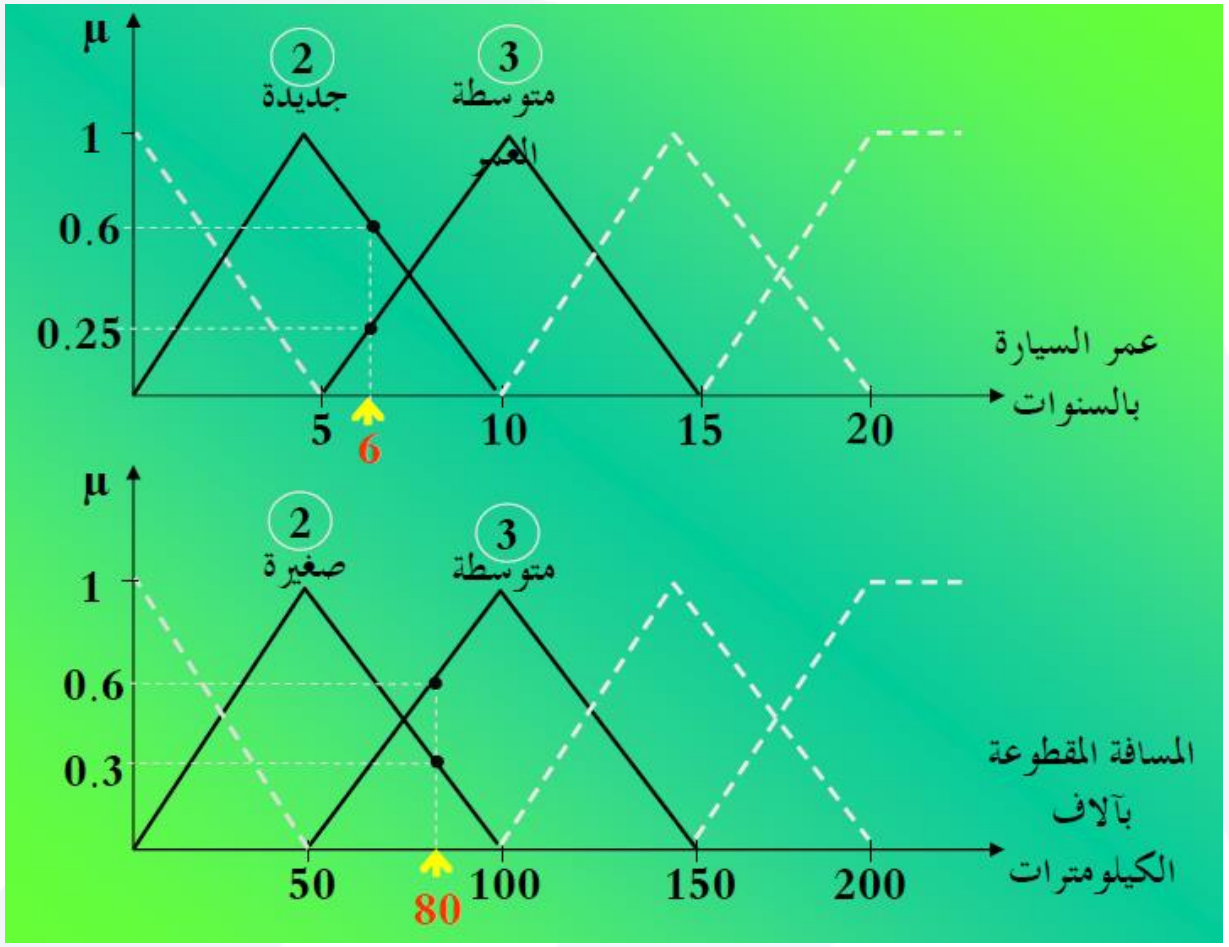
عمر السيارة	صغيرة جداً	صغيرة	متوسطة	كبيرة	كبيرة جداً
جديدة جداً	باهظ جداً	باهظ	متوسط	رخيص	رخيص جداً
جديدة	باهظ	باهظ	متوسط	رخيص	رخيص جداً
متوسطة العمر	باهظ	متوسط	متوسط	رخيص	رخيص جداً
قديمة	متوسط	رخيص	رخيص	رخيص جداً	رخيص جداً
قديمة جداً	متوسط	رخيص	رخيص جداً	رخيص جداً	رخيص جداً

جدول القوانين الضبابي للمثال الحالي

الخطوة الثالثة : اختبار النظام

- لاختبار النظام والإطلاع على مدى نجاعته في اتخاذ القرار، لنفترض أننا نود تسعير سيارة عمرها **6 سنوات** و قطعت مسافة طولها **80 ألف كم**
- سنبدأ إذاً بتغميض هذه القيم(تحويلها إلى قيم ضبابية) ونرى أنه، من بين كل المجموعات الضبابية، تعنينا فقط المجموعات الضبابية الأربعة التالية:
  - ❑ جديدة و متوسطة العمر بالنسبة لعمر السيارة
  - ❑ صغيرة و متوسطة بالنسبة للمسافات المقطوعة

تغميض المداخل للمثال الحالي



- من خلال الشكل يمكن استخلاص الحقائق التالية :

السيارة	جديدة بدرجة انتماء = 0.6 متوسطة العمر بدرجة انتماء = 0.25
المسافة المقطوعة	صغيرة بدرجة انتماء = 0.3 متوسطة بدرجة انتماء = 0.6

- يمكن إذاً سرد هذه القوانين كالتالي(مع ملاحظة إمكانية اختزالها في قانونين فقط)

المسافة المقطوعة

عمر السيارة	صغيرة جداً	صغيرة	متوسطة	كبيرة	كبيرة جداً
جديدة جداً					
جديدة		باهظ	متوسط		
متوسطة العمر		متوسط	متوسط		
قديمة					
قديمة جداً					

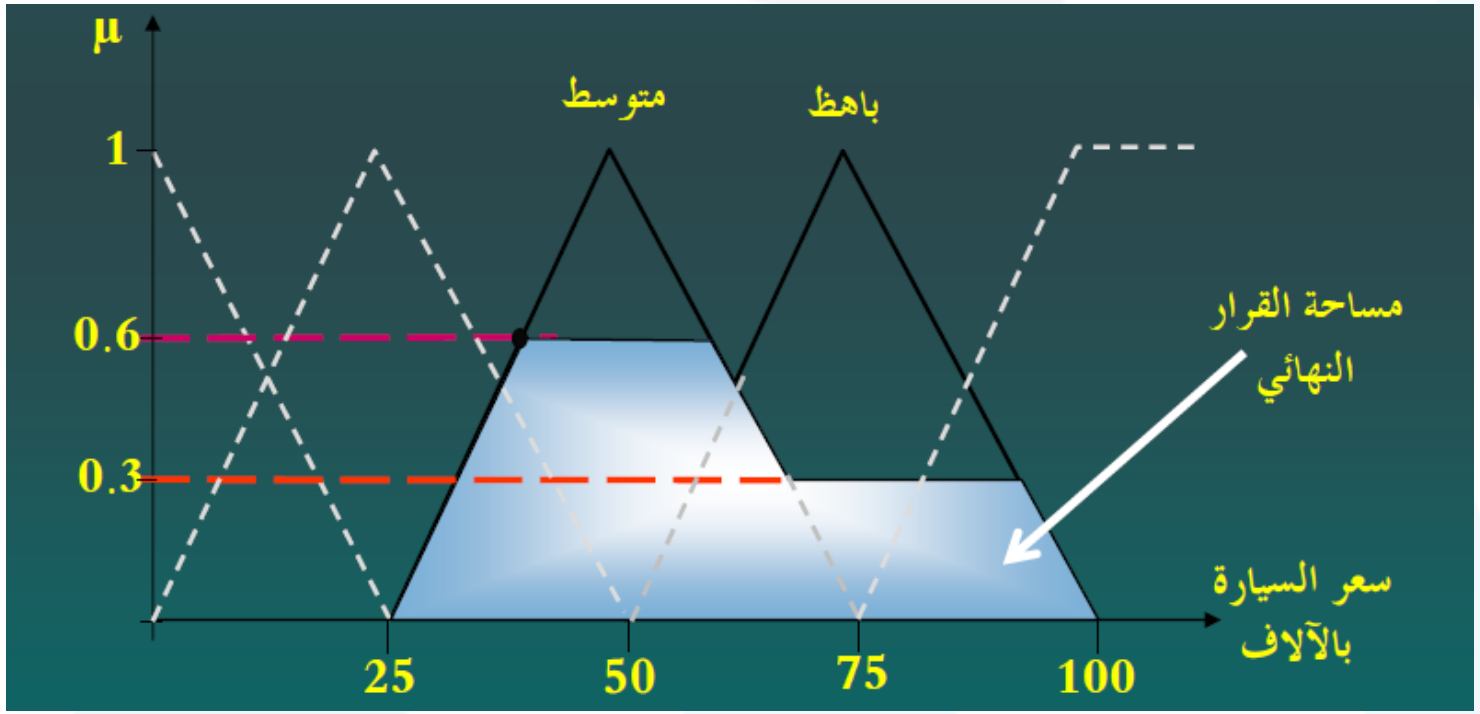
جَـامعة
المَـنارة

إذا كانت السيارة جديدة	$\mu=0.6$
والمسافة المقطوعة صغيرة	$\mu=0.3$
إذاً سعر السيارة باهظ	$\mu= \min (0.6 , 0.3) = 0.3$
إذا كانت السيارة متوسطة العمر	$\mu=0.25$
والمسافة المقطوعة صغيرة	$\mu=0.3$
إذاً سعر السيارة متوسط	$\mu= \min (0.25 , 0.3) = 0.25$
إذا كانت السيارة جديدة	$\mu=0.6$
والمسافة المقطوعة متوسطة	$\mu=0.6$
إذاً سعر السيارة متوسط	$\mu= \min (0.6 , 0.6) = 0.6$
إذا كانت السيارة متوسطة العمر	$\mu=0.25$
والمسافة المقطوعة متوسطة	$\mu=0.6$
إذاً سعر السيارة متوسط	$\mu= \min (0.25 , 0.6) = 0.25$

- من خلال القوانين نرى أن سعر السيارة:

باهظ بدرجة انتماء $\mu = 0.3$

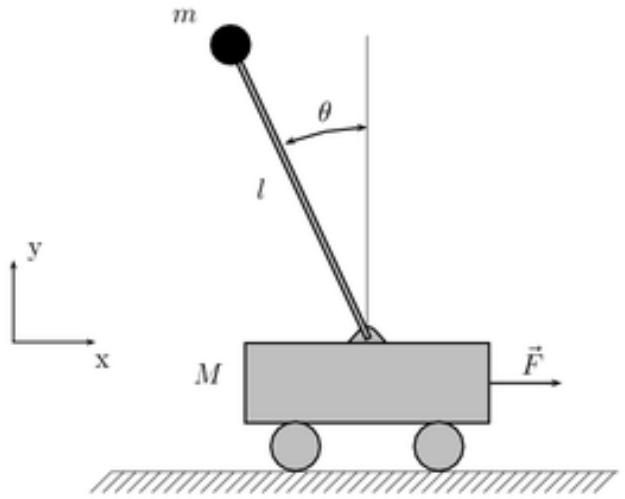
متوسط بدرجة انتماء $\mu = \max(0.25, 0.6, 0.25) = 0.6$



موازنة النواس المقلوب

Inverted pendulum problem

موازنة البندول (رقاص الساعة) المقلوب



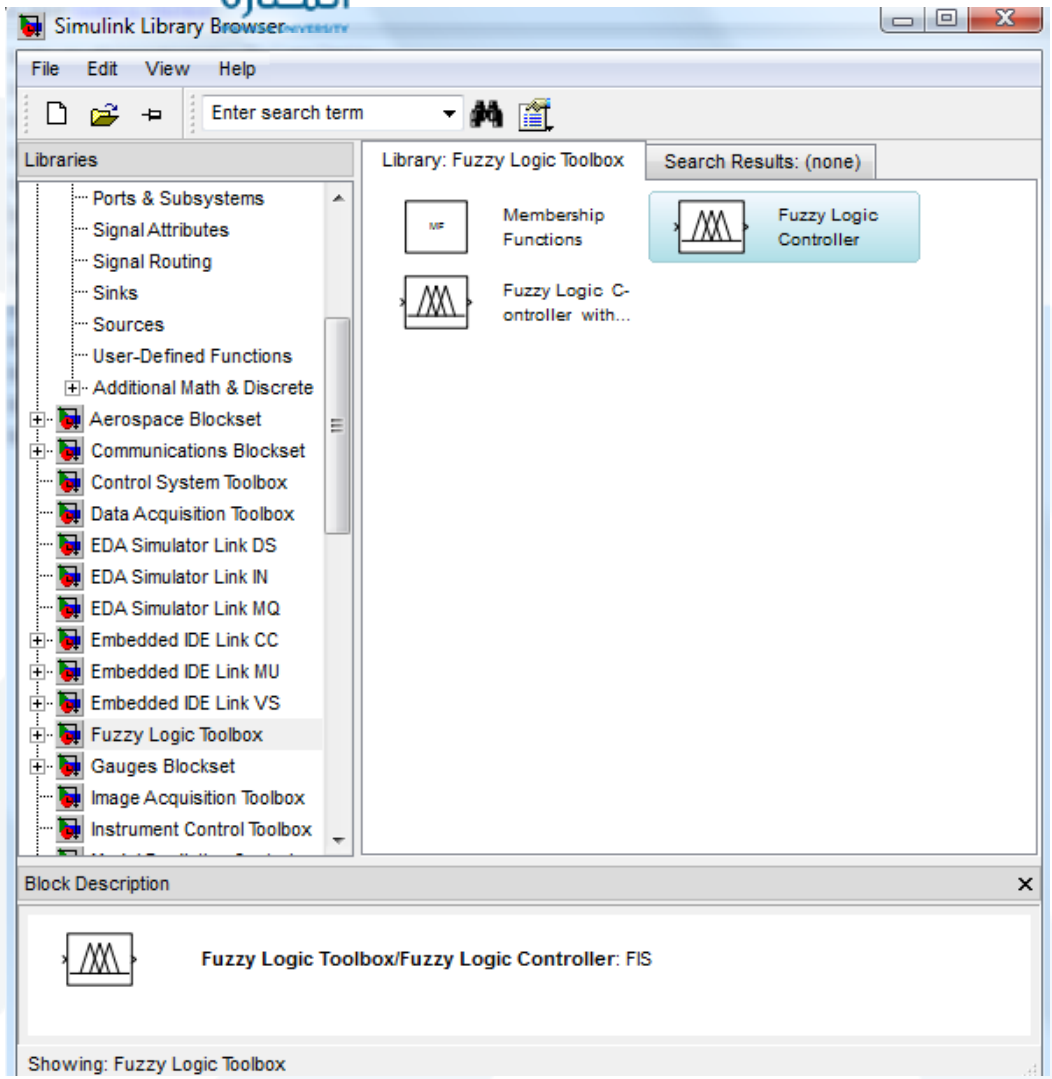
القوة F ينبغي اختيارها وفقا لمتغيرات الدخل θ (الزاوية من الوضع الشاقولي) و θ′ السرعة الزاوية.

جدول القرار للمثال

$\theta \backslash \dot{\theta}$	NL	NM	NS	AZ	PS	PM	PL
NL	NL	NL	NL	NL	NM	NS	PS
NM	NL	NL	NM	NM	NS	PS	PS
NS	NL	NM	NS	NS	PS	PS	PM
AZ	NL	NM	NS	AZ	PS	PM	PL
PS	NM	NS	NS	PS	PS	PM	PL
PM	NS	NS	PS	PM	PM	PL	PL
PL	NS	PS	PM	PL	PL	PL	PL

بناء نماذج SIMULINK تستخدم المنطق الضبابي

- fuzblock



نظام التحكم للمثال