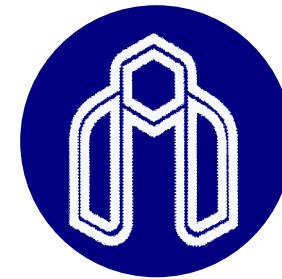


# روشها و سیستمهای فازی

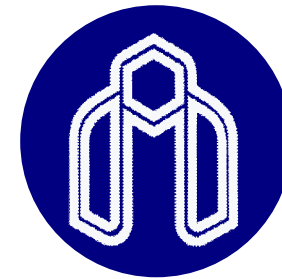
جلسه سوم: اپراتورهای جبری و اپراتورهای مجموعه های فازی

ارائه دهنده: مرتضی زاهدی

[zahedi@ganjineh.co.ir](mailto:zahedi@ganjineh.co.ir)



- اپراتورهای جبری
  - ضرب کارتزین
  - توان  $lm$  ام یک مجموعه
  - جمع جبری و جمع کراندار
  - تفریق کراندار و ضرب جبری
- اپراتورهای مجموعه های فازی
  - توابع نرم  $S$
  - توابع نرم  $t$
  - توابع میانگین



دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

## اپراتورهای جبری (ضرب کارتزین)

مجموعه های فازی  $\tilde{A}_1, \tilde{A}_2, \dots, \tilde{A}_n$  روی مجموعه های مرجع  $X_1, X_2, \dots, X_n$  تعریف شده اند

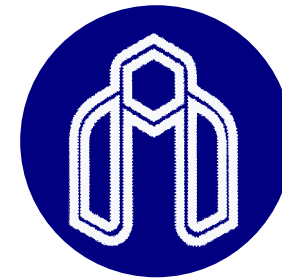
ضرب کارتزین مجموعه های فازی  $\tilde{A}_1, \tilde{A}_2, \dots, \tilde{A}_n$  در فضای  $X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n$

$$\mu_{(\tilde{A}_1 \times \tilde{A}_2 \times \dots \times \tilde{A}_n)}(x) \leq \min \left\{ \mu_{\tilde{A}_i}(x_i) \mid x = (x_1, \dots, x_n), x_i \in X_i \right\}$$

$$\tilde{A}(x) = \{(3, 0.5), (5, 1), (7, 0.6)\}$$

$$\tilde{B}(x) = \{(3, 1), (5, 0.6)\}$$

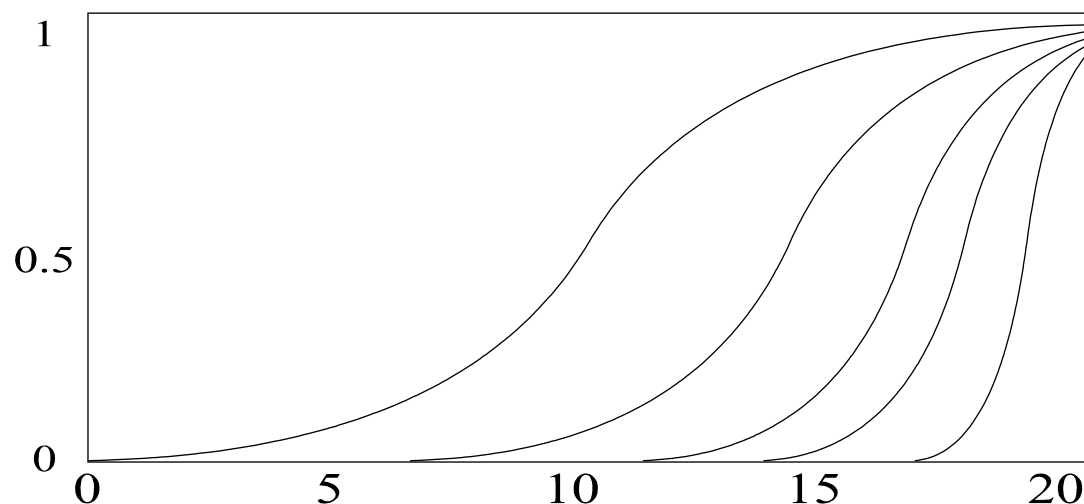
$$\tilde{A} \times \tilde{B} = \{[(3; 3), 0.5], [(5; 3), 1], [(7; 3), 0.6], [(3; 5), 0.5], [(5; 5), 0.6], [(7; 5), 0.6]\}$$



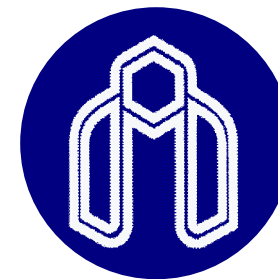
دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

## اپراتورهای جبری (توان $m$ ام یک مجموعه فازی)

$$\mu_{\tilde{A}^m}(x) = [\mu_{\tilde{A}}(x)]^m, x \in X$$



توانهای مختلف برای یک مجموعه فازی



دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

## اپراتورهای جبری (مثال)

مثال:

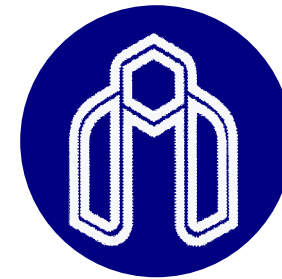
$$\tilde{A}(x) = \{(3, 0.5), (5, 1), (7, 0.6)\}$$

$$\tilde{B}(x) = \{(3, 1), (5, 0.6)\}$$

$$\tilde{A}^2 = \{(3, 0.25), (5, 1), (7, 0.36)\}$$

$$\tilde{A}^3 = \{(3, ?), (5, ?), (7, ?)\}$$

$$\tilde{A}^4 = \{(3, ?), (5, ?), (7, ?)\}$$

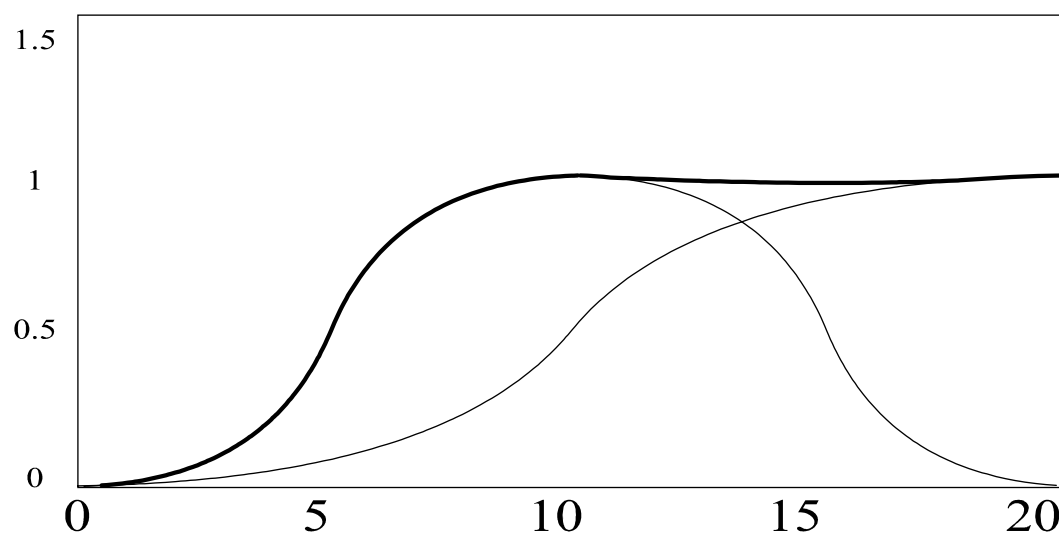


دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

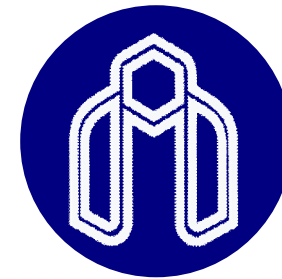
## اپراتورهای جبری (جمع جبری)

$$\tilde{C} = \left\{ \left\langle (x, \mu_{\tilde{A}+\tilde{B}}(X)) \mid x \in X \right\rangle \right\}$$

$$\mu_{\tilde{A}+\tilde{B}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)$$



جمع جبری دو مجموعه فازی



دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

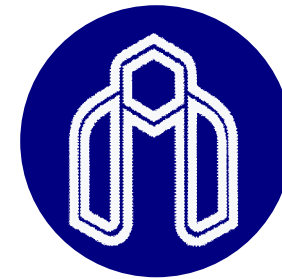
## اپراتورهای جبری (مثال)

مثال:

$$\tilde{A}(x) = \{(3, 0.5), (5, 1), (7, 0.6)\}$$

$$\tilde{B}(x) = \{(3, 1), (5, 0.6)\}$$

$$\tilde{A} + \tilde{B} = \{(3, 1), (5, 1), (7, 0.6)\}$$

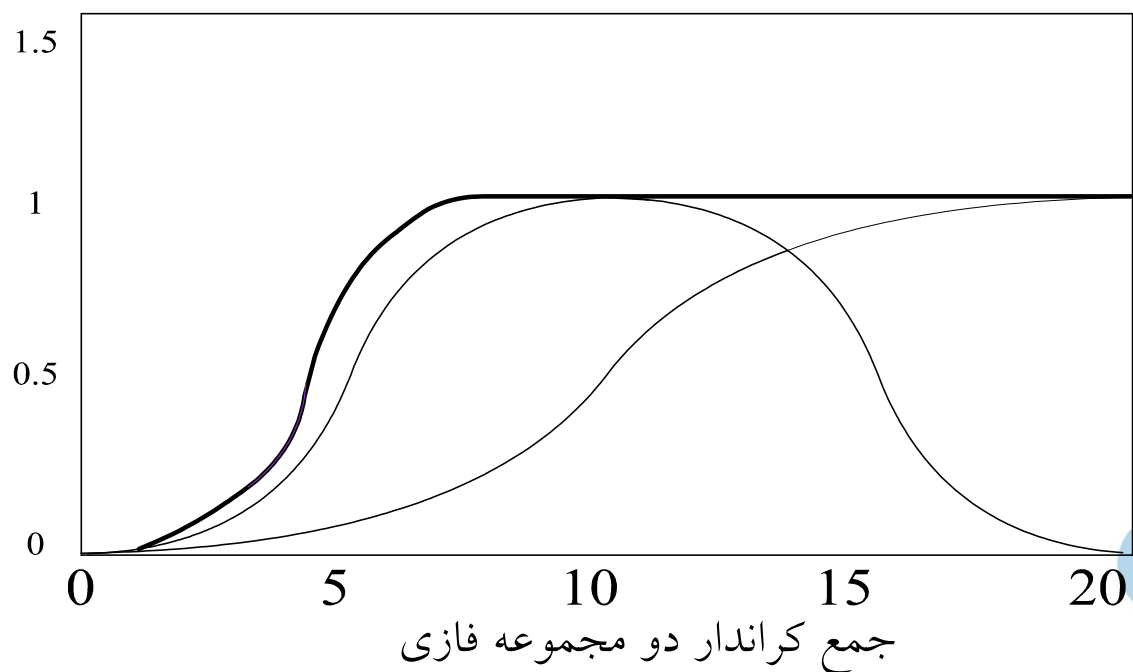


دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

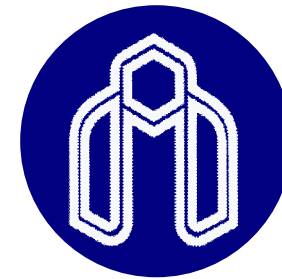
## اپراتورهای جبری (جمع کراندار)

$$\tilde{C} = \{(x, \mu_{\tilde{A} \oplus \tilde{B}}(x)) \mid x \in X\}$$

$$\mu_{\tilde{A} \oplus \tilde{B}}(x) = \text{Min}(1, \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x))$$







دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

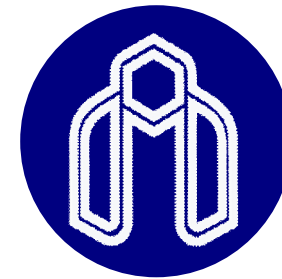
## اپراتورهای جبری (مثال)

مثال:

$$\tilde{A}(x) = \{(3, 0.5), (5, 1), (7, 0.6)\}$$

$$\tilde{B}(x) = \{(3, 1), (5, 0.6)\}$$

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = \{(3, 1), (5, 1), (7, 0.6)\}$$

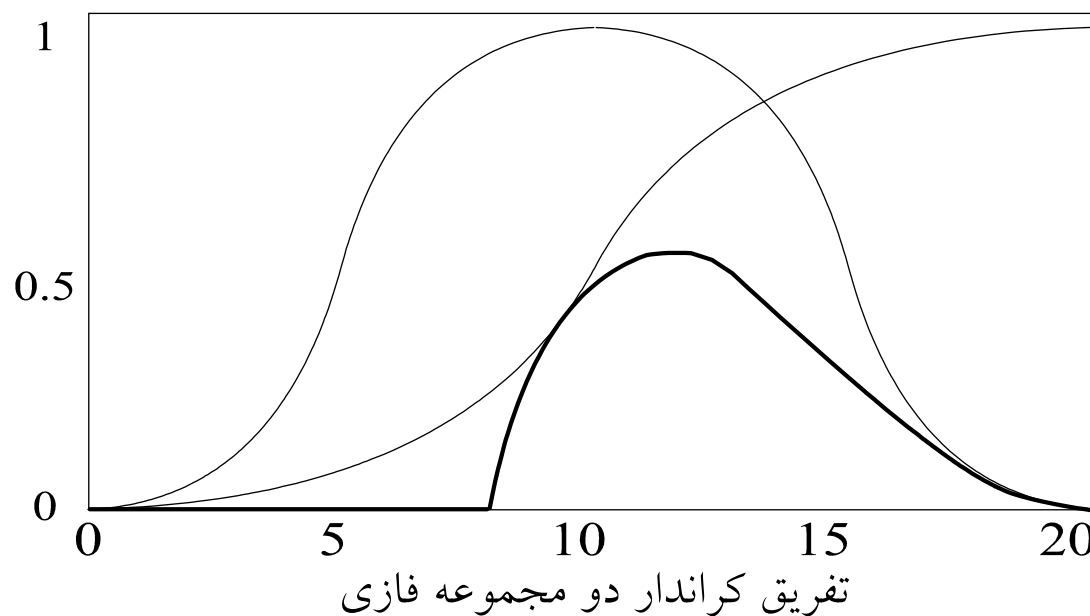


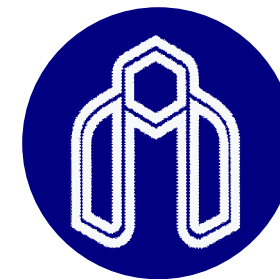
دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

## اپراتورهای جبری (تفریق کراندار)

$$\tilde{C} = \{(x, \mu_{\tilde{A} \ominus \tilde{B}}(x)) \mid x \in X\}$$

$$\mu_{\tilde{A} \ominus \tilde{B}}(x) = \text{Max}(0, \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - 1)$$





دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

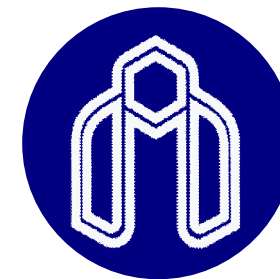
## اپراتورهای جبری (مثال)

مثال:

$$\tilde{A}(x) = \{(3, 0.5), (5, 1), (7, 0.6)\}$$

$$\tilde{B}(x) = \{(3, 1), (5, 0.6)\}$$

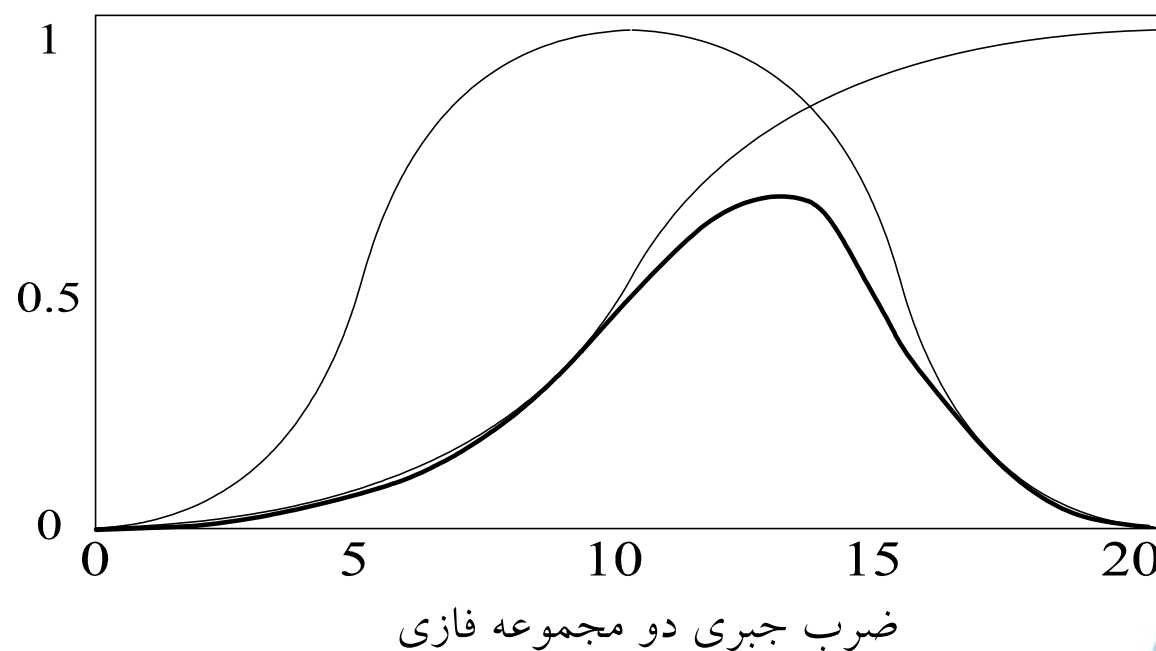
$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = \{(3, 0.5), (5, 0.6)\}$$

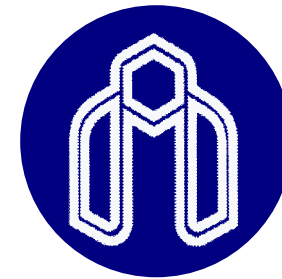


دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

## اپراتورهای جبری (ضرب جبری)

$$\tilde{C} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)) \mid x \in X\}$$





دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

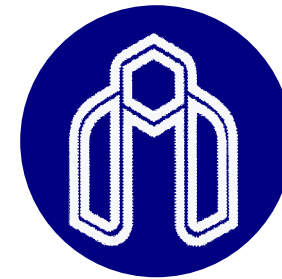
## اپراتورهای جبری (مثال)

مثال:

$$\tilde{A}(x) = \{(3, 0.5), (5, 1), (7, 0.6)\}$$

$$\tilde{B}(x) = \{(3, 1), (5, 0.6)\}$$

$$\tilde{A}.\tilde{B} = \{(3, 0.5), (5, 0.6)\}$$



دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

## اپراتورهای جبری (مثال)

مثال:

$$\tilde{A}(x) = \{(3, 0.5), (5, 1), (7, 0.6)\}$$

$$\tilde{B}(x) = \{(3, 1), (5, 0.6)\}$$

$$\tilde{A} \times \tilde{B} = \{[(3; 3), 0.5], [(5; 3), 1], [(7; 3), 0.6], [(3; 5), 0.5], [(5; 5), 0.6], [(7; 5), 0.6]\}$$

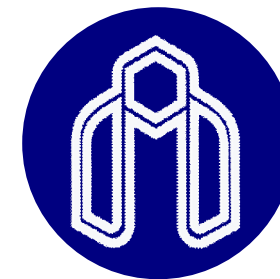
$$\tilde{A}^2 = \{(3, 0.25), (5, 1), (7, 0.36)\}$$

$$\tilde{A} + \tilde{B} = \{(3, 1), (5, 1), (7, 0.6)\}$$

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = \{(3, 1), (5, 1), (7, 0.6)\}$$

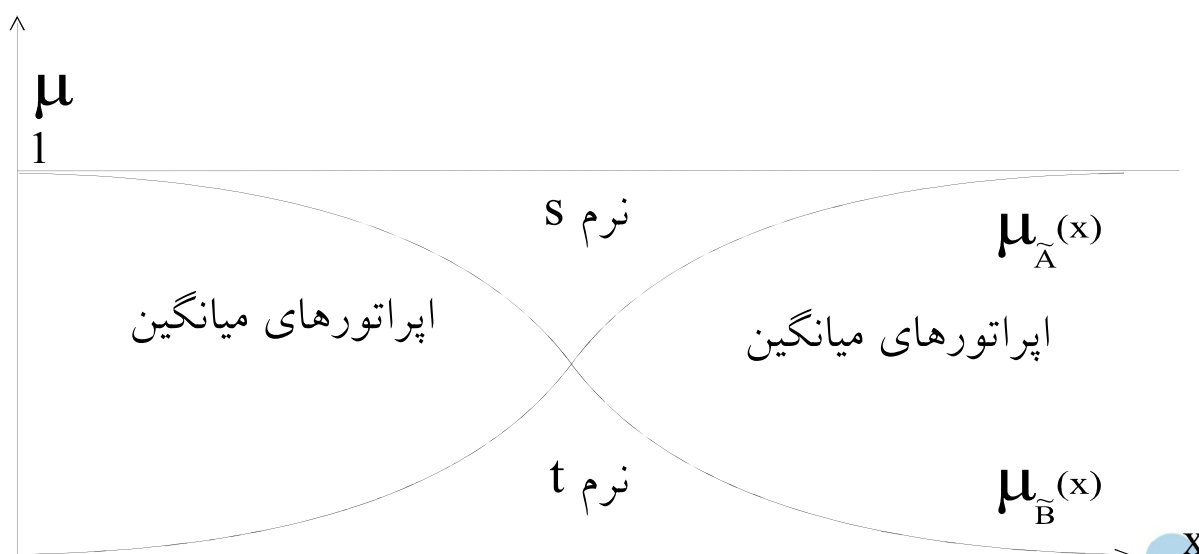
$$\tilde{A} \ominus \tilde{B} = \{(3, 0.5), (5, 0.6)\}$$

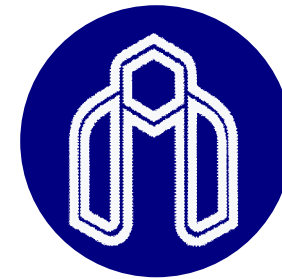
$$\tilde{A} \cdot \tilde{B} = \{(3, 0.5), (5, 0.6)\}$$



دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

# اپراتورهای تئوری مجموعه ها





دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

## اپراتورهای تئوری مجموعه ها

اپراتورهای نرم  $t$  یک تابع از  $[0,1] \times [0,1]$  به  $[0,1]$  با این چهار خاصیت:

۱- دارای عضو خنثی

$$t(0,0) = 0; \quad t(\mu_{\tilde{A}}(x), 1) = t(1, \mu_{\tilde{A}}(x)) = \mu_{\tilde{A}}(x), \quad x \in X$$

۲- یکنوایی

$$\text{if } \mu_{\tilde{A}}(x) \leq \mu_{\tilde{C}}(x) \text{ and } \mu_{\tilde{B}}(x) \leq \mu_{\tilde{D}}(x) \text{ then } t(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) \leq t(\mu_{\tilde{C}}(x), \mu_{\tilde{D}}(x))$$

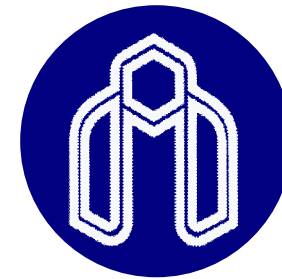
۳- جابجایی

$$t(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = t(\mu_{\tilde{B}}(x), \mu_{\tilde{A}}(x))$$

۴- شرکت پذیری

$$t(\mu_{\tilde{A}}(x), t(\mu_{\tilde{B}}(x), \mu_{\tilde{C}}(x))) = t(t(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)), \mu_{\tilde{C}}(x))$$





دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

## اپراتورهای تئوری مجموعه ها

اپراتورهای نرم  $s$  یک تابع از  $[0,1] \times [0,1]$  به  $[0,1]$  با این چهار خاصیت:

۱- دارای عضو خنثی

$$s(1,1) = 1; \quad s(\mu_{\tilde{A}}(x), 0) = s(0, \mu_{\tilde{A}}(x)) = \mu_{\tilde{A}}(x), \quad x \in X$$

۲- یکنوایی

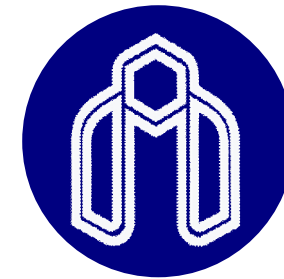
$$\text{if } \mu_{\tilde{A}}(x) \leq \mu_{\tilde{C}}(x) \text{ and } \mu_{\tilde{B}}(x) \leq \mu_{\tilde{D}}(x) \text{ then } S(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) \leq S(\mu_{\tilde{C}}(x), \mu_{\tilde{D}}(x))$$

۳- جابجایی

$$s(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = s(\mu_{\tilde{B}}(x), \mu_{\tilde{A}}(x))$$

۴- شرکت پذیری

$$s(\mu_{\tilde{A}}(x), s(\mu_{\tilde{B}}(x), \mu_{\tilde{C}}(x))) = s(s(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)), \mu_{\tilde{C}}(x))$$



دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

## اپراتورهای تئوری مجموعه ها

اپراتورهای نرم  $s$  یک تابع از  $[0,1] \times [0,1]$  به  $[0,1]$  با این چهار خاصیت:

۱- دارای عضو خنثی

$$s(1,1) = 1; \quad s(\mu_{\tilde{A}}(x), 0) = s(0, \mu_{\tilde{A}}(x)) = \mu_{\tilde{A}}(x), \quad x \in X$$

۲- یکنوایی

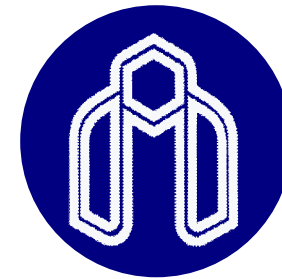
$$\text{if } \mu_{\tilde{A}}(x) \leq \mu_{\tilde{C}}(x) \text{ and } \mu_{\tilde{B}}(x) \leq \mu_{\tilde{D}}(x) \text{ then } S(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) \leq S(\mu_{\tilde{C}}(x), \mu_{\tilde{D}}(x))$$

۳- جابجایی

$$s(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = s(\mu_{\tilde{B}}(x), \mu_{\tilde{A}}(x))$$

۴- شرکت پذیری

$$s(\mu_{\tilde{A}}(x), s(\mu_{\tilde{B}}(x), \mu_{\tilde{C}}(x))) = s(s(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)), \mu_{\tilde{C}}(x))$$



دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

## اپراتورهای تئوری مجموعه ها

نرمهای s و t از لحاظ منطقی دوگان یکدیگر هستند.

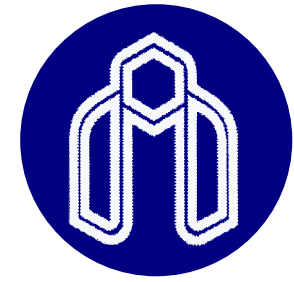
$$t(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = 1 - s(1 - \mu_{\tilde{A}}(x), 1 - \mu_{\tilde{B}}(x))$$

قانون دمورگان:

$$s(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = n(t(n(\mu_{\tilde{A}}(x)), n(\mu_{\tilde{B}}(x))))$$

$$t(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = n(s(n(\mu_{\tilde{A}}(x)), n(\mu_{\tilde{B}}(x))))$$

## اپراتورهای تئوری مجموعه ها



دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

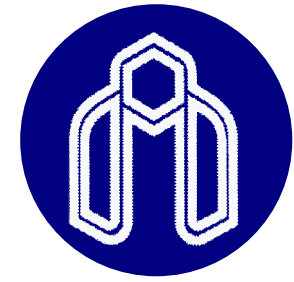
ضرب قوی:

$$t_w(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \begin{cases} \text{Min}\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\} & \text{if } \text{Max}\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\} = 1 \\ 0 & \text{Otherwise} \end{cases}$$

جمع قوی:

$$s_w(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \begin{cases} \text{Max}\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\} & \text{if } \text{Min}\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\} = 0 \\ 1 & \text{Otherwise} \end{cases}$$

## اپراتورهای تئوری مجموعه ها



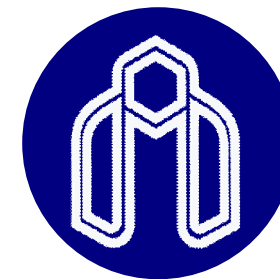
دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

تفریق کراندار:

$$t_1(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \text{Max}\{0, \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - 1\}$$

جمع کراندار:

$$s_1(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \text{Min}\{1, \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x)\}$$



دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

## اپراتورهای تئوری مجموعه ها

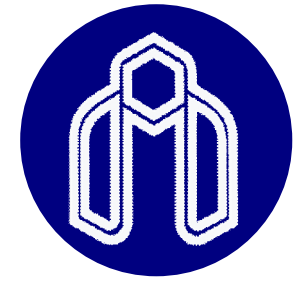
ضرب انیشتن:

$$t_{1.5}(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \frac{\mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)}{2 - [\mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)]}$$

جمع انیشتن:

$$s_{1.5}(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \frac{\mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x)}{1 + \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)}$$

## اپراتورهای تئوری مجموعه ها



دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

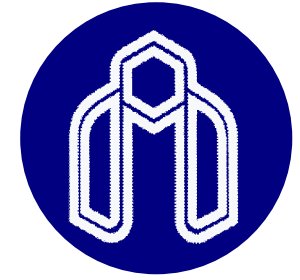
ضرب جبری:

$$t_2(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)$$

جمع جبری:

$$s_2(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)$$

## اپراتورهای تئوری مجموعه ها



دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

ضرب هاماچر:

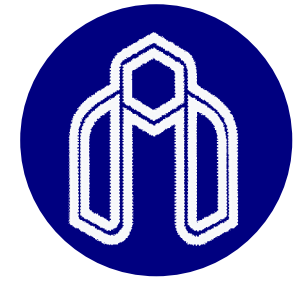
$$t_{2.5}(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \frac{\mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)}{\mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)}$$

جمع هاماچر:

$$s_{2.5}(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \frac{\mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - 2\mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)}{1 - \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)}$$



# اپراتورهای تئوری مجموعه ها



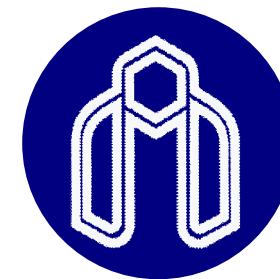
دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

مینیمم:

$$t_3(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \text{Min}\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\}$$

ماکزیمم:

$$s_3(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \text{Max}\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\}$$

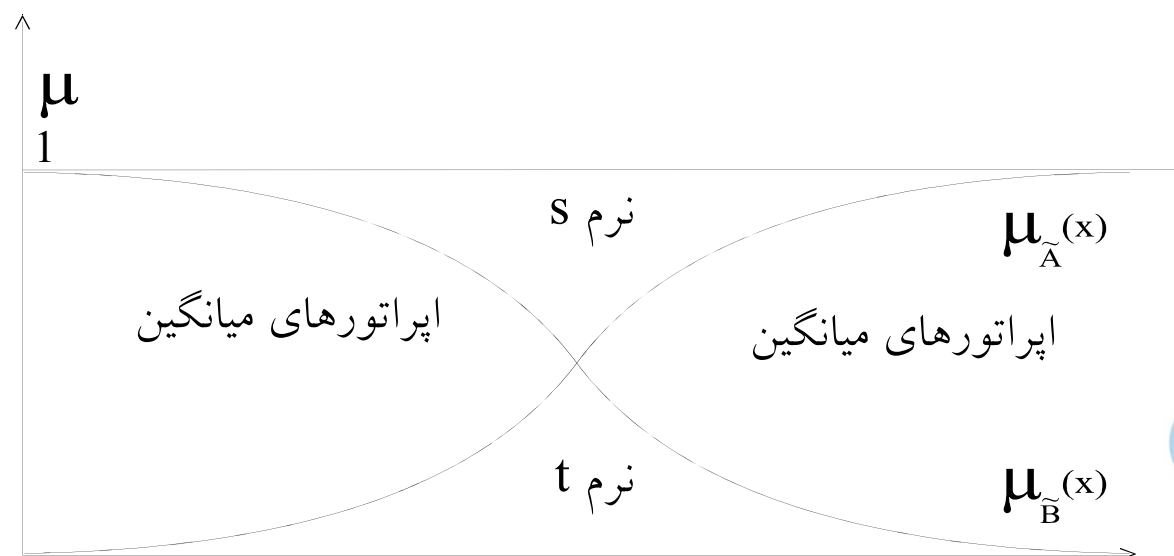


دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

# اپراتورهای تئوری مجموعه ها

$$t_w \leq t_1 \leq t_{1.5} \leq t_2 \leq t_{2.5} \leq t_3$$

$$s_3 \leq s_{2.5} \leq s_2 \leq s_{1.5} \leq s_1 \leq s_w$$

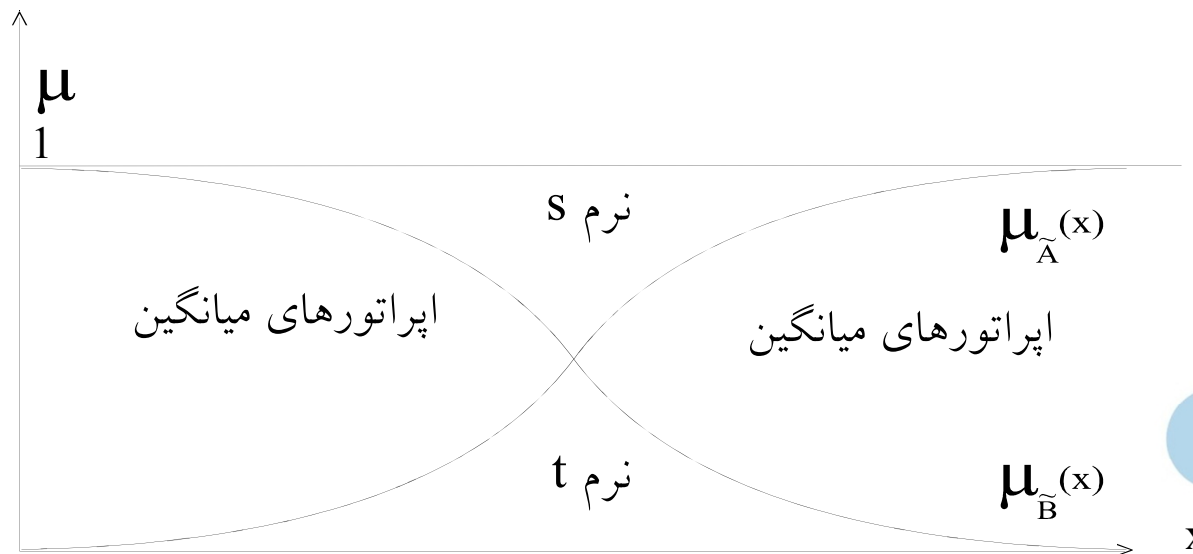


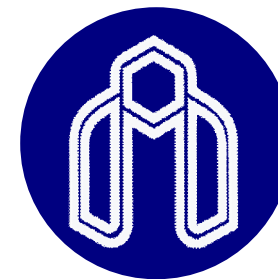
# اپراتورهای تئوری مجموعه ها



$$t_w(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) \leq t(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) \leq \text{Min}\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\}$$

$$\text{Max}(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) \leq s(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) \leq s_w\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\}$$





دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

## اپراتورهای تئوری مجموعه ها

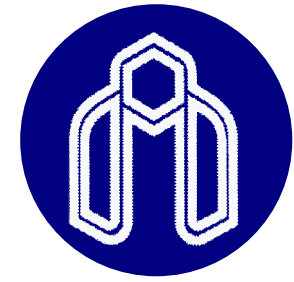
ضرب هاماچر رقابتی:

$$\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \frac{\mu_{\tilde{A}}(x) \mu_{\tilde{B}}(x)}{\partial + (1 - \partial)(\mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x))}, \quad \partial \geq 0$$

جمع هاماچر رقابتی:

$$\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \frac{(\wp - 1) \mu_{\tilde{A}}(x) \mu_{\tilde{B}}(x) + \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x)}{1 + \wp \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)}, \quad \wp \geq -1$$

## اپراتورهای تئوری مجموعه ها



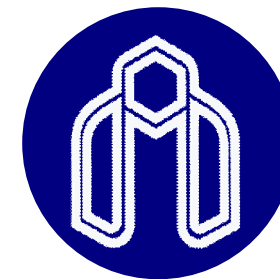
دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

تابع اشتراک یاگر:

$$\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = 1 - \text{Min} \left\{ 1, \left( (1 - \mu_{\tilde{A}}(x))^p + (1 - \mu_{\tilde{B}}(x))^p \right)^{1/p} \right\}, \quad p \geq 1$$

تابع اجتماع یاگر:

$$\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \text{Min} \left\{ 1, \left( \mu_{\tilde{A}}(x)^p + \mu_{\tilde{B}}(x)^p \right)^{1/p} \right\}, \quad p \geq 1$$



دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

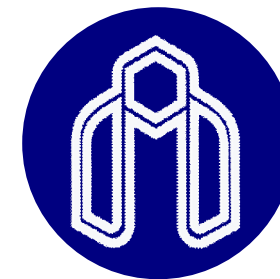
## اپراتورهای تئوری مجموعه ها

تابع اشتراک دبویز و پرید:

$$\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \frac{\mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)}{\text{Max}\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x), \alpha\}}, \quad \alpha \in [0, 1]$$

تابع اجتماع دبویز و پرید:

$$\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \frac{\mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x) - \text{Min}\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x), (1 - \alpha)\}}{\text{Min}\{(1 - \mu_{\tilde{A}}(x)), (1 - \mu_{\tilde{B}}(x)), \alpha\}}, \quad \alpha \in [0, 1]$$



دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

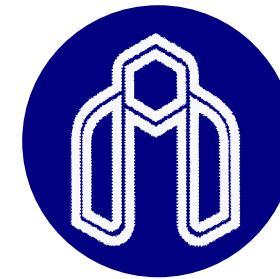
## اپراتورهای تئوری مجموعه ها

«و» فازی ورنرز:

$$\mu_{and}(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \partial \cdot \min \{ \mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x) \} + \frac{(1 - \partial)(\mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x))}{2} \quad \partial \in [0, 1]$$

«یا» فازی ورنرز:

$$\mu_{or}(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \partial \cdot \max \{ \mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x) \} + \frac{(1 - \partial)(\mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x))}{2} \quad \partial \in [0, 1]$$



دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

## اپراتورهای تئوری مجموعه ها

اپراتورهای میانگین

$$M_1(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \frac{\mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)}{1 + \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - 2\mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)}$$

$$M_2(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \frac{\mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)}{1 + \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - 2\mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)}$$

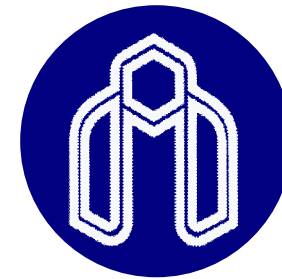
جمع تقارنی:

$$N_1(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \frac{\text{Max}(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x))}{1 + |\mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x)|}$$

$$N_2(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \frac{\text{Min}(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x))}{1 + |\mu_{\tilde{A}}(x) - \mu_{\tilde{B}}(x)|}$$

تفریق تقارنی:





دانشگاه صنعتی شاهرود  
مرکز آموزش های الکترونیکی

# اپراتورهای تئوری مجموعه ها

## اپراتورهای میانگین

اپراتور «و» جبرانی:

$$\mu_{\tilde{A}_i, Comp}(x) = \left[ \prod_{i=1}^m \mu_i(x) \right]^{(1-\partial)} \left[ 1 - \prod_{i=1}^m (1 - \mu_i(x)) \right]^{\partial}, \quad x \in X, 0 \leq \partial \leq 1$$

ترکیب خطی اپراتورهای مینیمم و ماکزیمم:

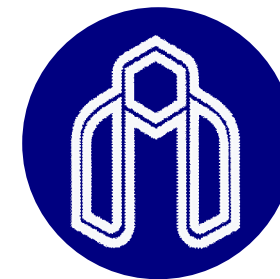
$$\mu_1(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) =$$

$$\partial \cdot \min\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\} + (1 - \partial) \max\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\} \quad \partial \in [0, 1]$$

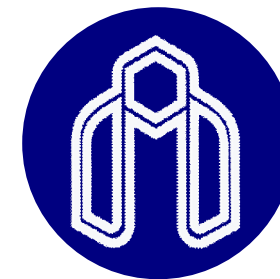
ترکیب خطی اپراتورهای ضرب جبری و جمع جبری:

$$\mu_2(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) =$$

$$\partial \mu_{\tilde{A}}(x) \mu_{\tilde{B}}(x) + (1 - \partial) \{\mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - \mu_{\tilde{A}}(x) \mu_{\tilde{B}}(x)\} \quad \partial \in [0, 1]$$



- اپراتورهای جبری
  - ضرب کارتزین
  - توان  $lm$  ام یک مجموعه
  - جمع جبری و جمع کراندار
  - تفریق کراندار و ضرب جبری
- اپراتورهای مجموعه های فازی
  - توابع نرم  $S$
  - توابع نرم  $t$
  - توابع میانگین



## با تشکر از توجه شما

ارائه دهنده: مرتضی زاهدی

[zahedi@ganjineh.co.ir](mailto:zahedi@ganjineh.co.ir)