

1/3: نظرية التحكم الذاتي (السيبرنيتي)

1/3/1: مفهوم التحكم الذاتي (السيبرنيتكا):

• نظرية التحكم الذاتي S

Cybernetics theory أو نظرية السيبرنيتكا **elf control** تستخدم لغة ومفاهيم العصر الحالي الذي يطلق عليه عصر الآلة **Machine age** في ضوء التطورات السريعة المتلاحقة الحادثة في تكنولوجيا الآلات والأجهزة المختلفة كالحاسبات الآلية أو الالكترونية **Computers** مثلاً والتي أدت إلى إمكانية التوصل إلى طرق وأساليب جديدة لفهم السلوك البشري وبصفة خاصة عملية التعلم.

- في النظريات السابق ذكرها كنظرية التعلم الشرطي أو نظرية المحاولة والخطأ مثلاً يمكن ملاحظة أن المثير يرتبط باستجابة معينة ويفترض أن المتعلم لا يتحكم بدرجة واضحة في الموقف، في حين أن اتجاه التحكم الذاتي (أو الاتجاه السيرنيطي) يؤكد على أهمية تحكم المتعلم في الموقف والظروف المحيطة والقدرة على الضبط والتحكم الذاتي في حركاته، وبالتالي يستطيع المتعلم الاعتماد بدرجة أقل على المتغيرات الخارجية وزيادة الاعتماد على عمليات التحكم والضبط الداخلية أو الذاتية.

• ويرى بعض الباحثين أن أول من استخدم لفظ "سيبرنتيكا" هو "أفلاطون" والأطلقه على علم توجيه السفن ولفظ "سيبرنتيكا" مشتق من الكلمة اليونانية القديم (Kybernetes) وكانت تعني "الرجل المتحكم في الآلة وحركتها" أو "ماسك الدفة" أو "الربان".

• وقد استخدم العالم الفرنسي أندريه أمبير Andre Amper في كتابه مقال في فلسفة العلوم عام 1834 لفظ سيبرنتيكا وذلك عند تعرضه للحديث عن الطرق التي تقود بها الحكومات الحكم بطريقة معينة لتحقيق هدف موضوع من قبل وكان يقصد به علم إدارة الدولة.

- وفي العصر الحديث يمكن اعتبار نوربرت فينر Norbert Wiener (1894-1964) عالم الرياضة الأمريكي الذي كان يعمل أستاذًا بمعهد ماسا تشوستس التكنولوجي أول من صاغ السيبرنتيكا كاتجاه علمي جديد ومن أوائل من لاحظوا الشبه الكبير بين الضبط الإنساني والضببط الآلي واستخدام مصطلح سيبرنتيكا لوصف هذه العلاقة كما كان أول من ربط العلوم المختلفة بعضها ببعض الآخر داخل إطار نظرية التحكم. وقد قام فينر عام 1948 بتجميع دراساته في كتاب بعنوان "السيبرنتيكا – التحكم والاتصال في الآلة أو الحيوان".
- ومنذ ذلك الوقت احتلت السيبرنتيكا كعلم مكانة هامة في جميع مجالات الحياة وأخذت معارف ونظريات وتطبيقات هذا العلم الحديث تغزو جميع مجالات العلوم الأخرى.

- وبالرغم من أن السيبرنتيكا كعلم يتأسس على معارف ومبادئ ونظريات العديد من العلوم مثل الرياضيات والهندسة والفيزياء والفسولوجي والبيولوجي وغير ذلك من العلوم، إلا أنه ليس حصيلة ربط جزئيات من هذه العلوم بعضها ببعض الآخر ولكنه يأخذ من كل من هذه العلوم بعض المعارف والمعلومات والنظريات المحددة ويربطها جميعاً في إطار جديد متكامل.

- وهناك العديد من التعريفات لهذا العلم منها:
- العلم الذي يفسر عمل النظم المختلفة (النظم الفيزيائية أو الفسيولوجية أو السيكولوجية وغيرها) التي تعتمد في عملها على إشارات تصل إليها، كما يدرس بناء أو تحقيق مثل هذه النظم التي تبني لهدف معين موضوع سلفاً.
- علم نظم التحكم والضبط الذاتي:
- ومن بين أهم الأساسيات التي يركز عليها علم "السيبرنتيكا" هو أن كل التغيرات والأحداث والعمليات تحدث في نظم على أساس من التحكم وفيها تكتسب المعلومات وتنتقل وتنتشر كما أن هناك تطابقاً في تركيب نظم التحكم من حيث المبدأ بين نظم المجتمع والنظم التكنولوجية والنظم السيكولوجية.

1/3/2: أساسيات نظرية التحكم الذاتي (الاتجاه السيرنيطي):

- لكي يمكن فهم أساسيات نظرية التحكم وتطبيقاتها في التعلم الحركي في الرياضة ينبغي التعرض لشرح مفهوم كل من :-
- النظام (أو المنظومة) System
- التغذية الراجعة Feed back
- الصندوق الأسود Black box

1/3/2/1: مفهوم النظم:

- أن مصطلح النظام System يقصد به ذلك الكل المنظم والمركب الذي يجمع ويربط بين أشياء أو أجزاء تشكل في مجموعها تركيباً كلياً واحداً. وهذا يعني أن مصطلح "النظام" يشير إلى أي مركب يتكون من عدد من الأجزاء المترابطة والمتفاعلة بحيث يختص كل جزء بوظيفة معينة مع وجود درجة من التعاون والتكامل بين الأجزاء المختلفة في أدائها.
- وكفاءة النظام ككل تتوقف بدرجة كبيرة على درجة الترابط بين كل جزء من أجزائه المختلفة وعلى درجة نجاح كل جزء في ممارسة وظائفه. كما أن أي قصور أو خلل ينتاب أحد أجزاء النظام قد يمتد أثره ليوثر في قدرة النظام ككل.

- ولنضرب مثلاً يوضح الأشياء التي ينطبق عليها وصف النظام. الإنسان مثلاً عبارة عن نظام متكامل يشتمل على عدد كبير من الأجزاء أو المكونات التي تؤدي كل منها وظيفة محددة. وتتوقف كفاءة الإنسان وقدرته على انتظام جميع الأجزاء والمكونات في أداء وظائفها بحيث قد تختل قدرته على العمل والأداء إذا أصيب أي من الأجزاء بخلل ما. وعلى ذلك فإن فهم الإنسان كنظام وتفسير سلوكه يتطلب أكثر من دراسة كل جزء من أجزائه على حدة. وهذا يعني أن دراسة التفاعل والعلاقات المتبادلة بين مختلف الأجزاء والمكونات هي طريق الفهم المتكامل لحقيقة النظام.

- وقد ارتبط مفهوم "النظام" في بدايته بالعلوم الطبيعية واستخدم في دراسة تفسير الجسم الإنساني والآلي بصفة عامة ثم انتقل هذا المفهوم إلى بقية العلوم الأخرى كعلم الإدارة والاقتصاد والعلوم الإنسانية المختلفة وغيرها.
- وهناك العديد من التركيبات المختلفة للنظم ومن أمثلة ذلك ما يلي:

النظم البسطة والنظم المركبة

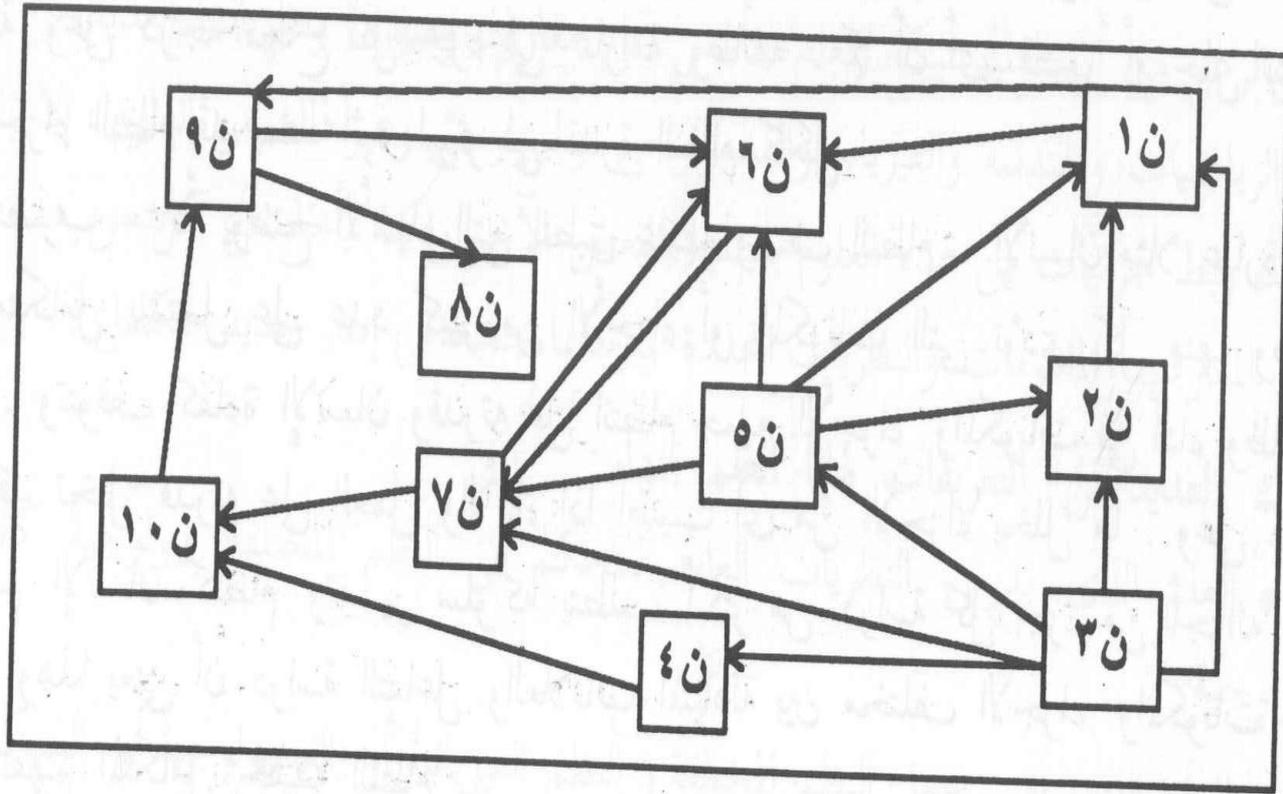
- قد يكون النظام بسيطاً يحتوي على عنصر أو بعض العناصر وهو Element البسيطة كما في الشكل رقم (23) والعنصر أصغر جزء في النظام، وبهذا المفهوم لا يمكن تجزئته في ظل النظام الواحد. وفي كل نظام هناك عناصر متعددة تتحد وتتفاعل معاوتستمي عندئذٍ عناصر فاعلة أو عناصر نشطة. Subsystems. كما يطلق عليها أيضاً مصطلح نظم فرعية.

- وقد يكون النظام مركباً يشتمل على العديد من النظم الفرعية مثل الآلات الإلكترونية المعقدة أو الجهاز العصبي للإنسان أو جسم الإنسان كما في الشكل رقم (24)
 - ويلاحظ في النظام المركب وجود العديد من النظم الفرعية (ن1، ن2، ن3... إلخ) كما توجد تفاعلات واتصالات داخلية بين هذه النظم الفرعية بعضها ببعض الآخر
- .Communicating Interconnections**

شكل رقم (23) النظام البسيط

• النظام 1ن النظام 2ن

شكل رقم (٢٤) : النظام المركب



شكل رقم (25): نظام للتوجيه للاستجابة الحركية



نظم التوجيه ونظم التحكم:

•

• نظم التوجيه : Direction System :

• لكي يمكن فهم هذا النوع من النظم نقدم فيما يلي المثال التالي وليكن بالنسبة لنظام الاستجابة الحركية التي تلعب دوراً هاماً في العديد من الأنشطة الرياضية. والشكل رقم (25) يوضح هذا النظام.

• من الشكل رقم (25) يتضح أن نظام الاستجابة (كنظام توجيه) يتكون من عناصر فعالة متعددة من أو من نظم فرعية هي:

– أعضاء الاستقبال (المحلات) أو أعضاء الحواس التي تقوم باستقبال المثير (إشارة المدرب أو إشارة البدء أو نداء المعلم .. إلخ) وتحليله.

– الأعصاب الموردة التي توصل المعلومات من العضو الحاسي إلى المخ (المراكز العليا في اللحاء).

– المخ أو المراكز العليا في اللحاء كمركز لتجميع المعلومات وتنسيقها وتكاملها وإرسالها إلى أعضاء الحركة.

– الأعصاب المصدرة التي توصل القرارات من المخ إلى أعضاء الحركة.

• العضلات أو أعضاء الحركة التي تقوم بتنفيذ الأوامر والاستجابة

- وفي مدخل النظام توجد إشارة أو مثير ويطلق عليها مصطلح مدخل Input ويقصد بها أي مثير أو إشارة تدخل على النظام من مصدر خارجي (أو من مصدر داخلي) لمحاولة إنتاج استجابة معينة من النظام. وهذه الاستجابة الفعلية الصادرة عن النظام يطلق عليها مخرج Outputs وبذلك يتخذ النظام هيئة دائرة مفتوحة Open loop وهذا النوع يشبه مفهوم "المثير الاستجابة" كما في نظرية التعلم الشرطي.

2-نظم التحكم Control System:

- تتحقق نظم التحكم في حالة اتصال المخرجات بالمدخلات كما في الشكل رقم (26) وبذلك يمكن مقارنة المخرجات بالمدخلات حتى يمكن بذلك إجراء التحكم الملائم.
- ويلاحظ أن هذا النوع من النظم تتخذ هيئة دائرة مغلقة Closed loop ومن ناحية أخرى يطلق على عملية اتصال المخرجات بالمدخلات مصطلح التغذية الراجعة.

•

شكل رقم (26) : "نظام للتحكم"

-
-
-
-
-
-
-

• مدخلات

• مخرجات

-
-

1/3/2/2 : مفهوم التغذية الراجعة:

- التغذية الراجعة Feedback هي الخاصية التي تتميز بها نظم التحكم المغلقة. وتشير التغذية الراجعة إلى المعلومات المرتدة التي توضح القدرة على الإحساس بالأخطاء والقيام بعملية التصحيح كما في الشكل رقم (26)

• وهناك العديد من التعاريف التي يقدمها الباحثون لمصطلح التغذية الراجعة من بينها ما يلي:-

– يرى فينر Wiener أن التغذية الراجعة هي: "تقويم السلوك في ضوء نتائجه".

– يشير سمث Smith إلى أن التغذية الراجعة هي: "عملية تنظيم وإعادة توجيه السلوك في الإتجاه المطلوب".

– يعرف بيكيليس التغذية الراجعة بأنها "تأثير متغير المخرجات في نظام ما على متغير المدخلات في النظام نفسه".

• كما يشير بارو Barrow إلى أنها "عملية تنظيم ذاتي للوصول إلى مستوى معين عن طريق تكيفات مستمرة".

- وفي مجال التعلم الحركي في الرياضة يمكن تعريف التغذية الراجعة بأنها العملية التي تعمل على تقويم الأداء الحركي وتعديله مستقبلاً في ضوء نتائجه.
- وهناك العديد من التقسيمات لأنواع التغذية الراجعة ومن أهم التقسيمات ما يلي:
- التغذية الراجعة الداخلية والخارجية:
- هذا التقسيم يتأسس على الأسس الفسيولوجية لأنواع الحساسية، إذ يميز الفسيولوجيون بين نوعين هامين هما:

- الحساسية التابعة للأعصاب الموردة المنتهية أطرافها في العضلات والأوتار والمفاصل والقنوات الهلالية في الأذن الباطنة وتعرف بالحساسية الحركية الاتزانية أو الحساسية المستقبلية للتنبهات الباطنة الخاصة **Kinesthetic and Static or Proprioceptive Sensibility** وهي عبارة عن أجهزة حسية داخلية وعلى ذلك فإن التغذية الراجعة الداخلية **Internal feedback** يقصد بها المعلومات المرتدة عن طريق أجهزة الحس الداخلي السابقة وبذلك يستطيع الفرد أثناء الأداء أن يقوم نفسه بنفسه ويدرك الأخطاء ويقومها عن طريق الاحساسات الداخلية (حاسة الحركة وحاسة التوازن).

- الحساسية التابعة للأعصاب الموردة المنتهية أطرافها في أعضاء الجسم وتعرف بالحساسية الخارجية أو بالحساسية المستقبلية للتبويضات الخارجية External or Exteroceptive Sensibility وهي عبارة عن أجهزة حسية خارجية كحاسة اللمس والسمع والبصر والشم والذوق. وعلى ذلك فإن التغذية الراجعة الخارجية External feedback يقصد بها المعلومات المرتدة عن طريق الأجهزة الحسية الخارجية السابقة . وغالباً ما تكون هذه المعلومات بعد انتهاء الأداء.

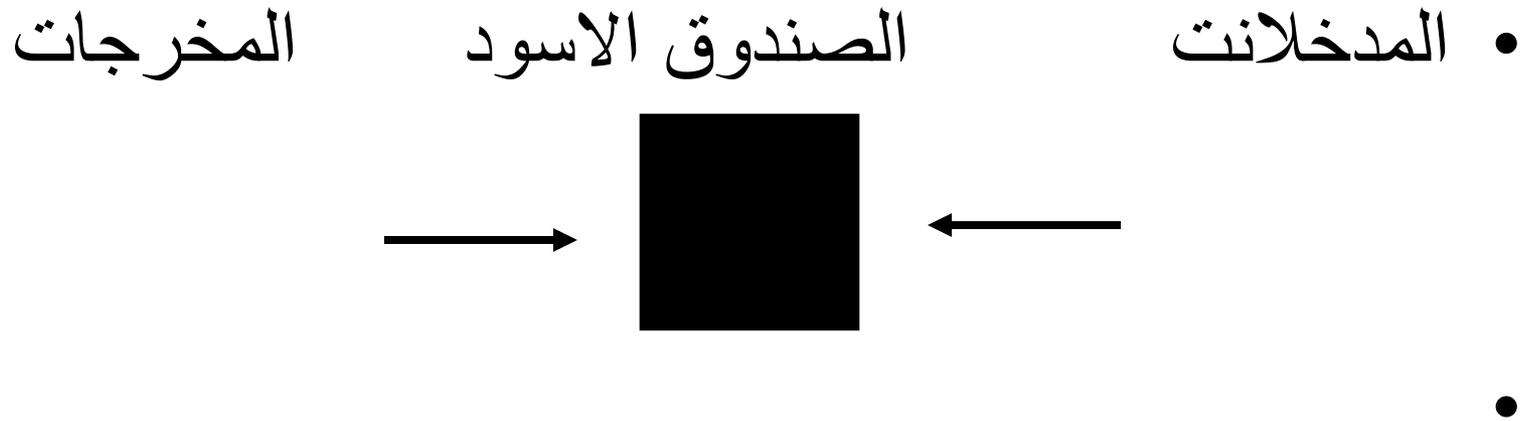
التغذية الراجعة الفورية والمرجأة:

- يقصد بالتغذية الراجعة الفورية (Immediate feedback) المعلومات المرتدة في ضوء نتيجة استجابات الفرد فور حدوثها مباشرة. كما يقصد بالتغذية الراجعة المرجأة (Delayed feedback) المعلومات المرتدة لنتائج استجابات الفرد بعد فترة زمنية معينة. وتشير نتائج بعض الدراسات السابقة أنه كلما كانت التغذية الراجعة فورية ودقيقة كلما تحس مستوى الأداء.

2:3:1: مفهوم الصندوق الأسود:

- الصندوق الأسود (Black Box) من المفاهيم الأساسية في علم السيرنيكا ويرجع الفضل إلى العالم الإنجليزي "والتر أشبي" الذي كان من أوائل من قدموا هذا التصور.
- والصندوق الأسود هو نظام دينامي طبيعي أو صناعي له مدخل وله مخرج كما في شكل (27) وتركيب وعناصر هذا النظام غير معروف ولهذا أطلق عليه مصطلح الصندوق الأسود، ففي مدخل الصندوق الأسود توجد معلومات محددة ومعروفة وتمر من داخل الصندوق ثم تخرج في صورة معينة بما يتناسب مع تشكيل عناصر مكوناته ويمكن بواسطة المقارنة بين المدخلات والمخرجات استنتاج تشكيلة وعناصره.

شكل رقم (27) الصندوق الأسود



- وهكذا نجد أن هذا المفهوم يشتمل على ثلاثة مكونات: مدخلات - نظام - مخرجات، ولا يشترط أن تكون المدخلات والمخرجات هي النواحي المعروفة والنظام هو الشيء المجهول بل قد يكون هناك عنصران معروفان وبالتالي يمكن استنتاج تشكيل العنصر الثالث سواء أكان المدخلات أو المخرجات أو الصندوق الأسود. ويلاحظ أن مصطلحي المدخلات والمخرجات من المصطلحات الأساسية في هذا المفهوم والمدخلات هي المركب من كل التأثيرات الممكنة (تأثيرات بدنية أو حسية أو كيميائية) والتي تؤثر على الصندوق الأسود، والمخرجات هي استجابات الصندوق لهذه التأثيرات على صورة سلوك ملاحظ أو قيم.

- وهناك أمثلة متعددة يمكن سردها لفهم الصندوق الأسود. فمثلاً أجهزة الراديو والتليفزيون عبارة عن صناديق سوداء لا يعرف صاحبها الكثير عما بداخلها وكل ما يعرف هو أنه يستطيع إدارة مفتاح معين (مدخلات) لكي يشاهد أو يسمع برنامج معين (مخرجات). وليس من المبالغة في شيء إذا قلنا أن أي شيء أو أي مادة أو أي ظاهرة كانت تبدو لنا في أول الأمر صندوقاً أسود، أي أن الصندوق الأسود لا يبقى لفترة طويلة بهذه الصورة فعند اكتساب الخبرة والمعرفة فإن السواد يختفي تدريجياً.

- ويرى (أشبي) أن مفهوم الصندوق الأسود يدرس النظام من ناحية واحدة فقط وهي العلاقة المتبادلة ما بين المدخلات والمخرجات بهدف السعي إلى فهم سلوك النظام،
- أما التركيب أو المواد العناصر الداخلية فلا تدخل في الاعتبار.

- إذن لماذا يعتبر مفهوم الصندوق الأسود من المفاهيم الأساسية في علم السيبرنتيكا؟ أن السبب الرئيسي في ذلك أن علم السيبرنتيكا يهتم بالنظم الكبيرة جداً والمركبة والمعقدة والتي يصعب وصفها بالتفصيل ومن أمثلة ذلك الأجهزة الإلكترونية المعقدة والجهاز العصبي للإنسان.

• فالجهاز العصبي للإنسان يشبه دائرة كهربائية أو جهاز إلكتروني عملاق ولكن مع فارق كبير، فالحاسبات الإلكترونية الكبيرة تحتوي على عدد يصل إلى 100 ألف عنصر تحويل أما عدد النيرونات في المخ البشري فيصل إلى 14 مليار نيرون.

• فإذا تصورنا محاولة أحد البيولوجيين الإلمام بجميع التحويلات في غضون العملية الذهنية فهو يحتاج إلى 40 ألف سنة على فرض أنه يمكن في غضون 5 ساعات تحليل دائرة تشتمل على 200 عنصر تحويل وذلك في ضوء الخبرة الهندسية في دوائر الأجهزة الإلكترونية.

- وعلى ذلك يتضح أن الدراسة التفصيلية للنظم الكبيرة جداً والمعقدة والمركبة في حكم المستحيل ومن التطبيقات العملية لمفهوم الصندوق الأسود إننا نصور النظام على هيئة صندوق أسود ما ثم نقوم بوضع نموذج مبسط له ثم نبدأ في البحث والدراسة وعقد المقارنات المستمرة بين سلوك النظام ونموذجه.
- فإذا وجدنا أن النموذج لا يسلك سلوك النظام فإننا نقوم بوضع فروض أخرى عن تركيب النظام وإجراء المزيد من التجارب وهكذا حتى نصل إلى تحقيق الفروض التي وضعها الباحث عن تركيب النظام.
- ويطلق على عملية (النموذج) Model احلال نظام محل نظام آخر يعمل بصورة مماثلة ويمكن وصف الصندوق الأسود نفسه ووصف النموذج بنفس الصيغ الرياضية المستخدمة.