

السيطرة الحركية في التعلم الحركي

إعداد

أ.م.د. عادل فاضل علي

السيطرة الحركية في التعلم الحركي:

ان التطرق إلى موضوع السيطرة الحركية **Motor Control** يقودنا إلى الحديث عن مفاهيم كثيرة تم التعرف عليها في المحاضرات السابقة. وان عملية التداخل بين الموضوعات السابقة وبين موضوعنا الحالي كبيرة اذا ما اخذنا بنظر الاعتبار الاهداف الاساسية لعملية التعلم الحركي، فنظرة بسيطة إلى الاداء الحركي لمهارة في فعالية رياضية معينة يتوضح لنا مدى ما يبذل في سبيل الوصول إلى هدف هذه المهارة وبالتالي اشتراك الكثير من الاجهزة الوظيفية والحركية في جسم الانسان لانتاج هذه الحركة.

من خلال ما تم التطرق اليه يمكن ان نشير تساؤلات عدة عن ماهية هذه الاجهزة الوظيفية والحركية ومدى الارتباط الكبير والتداخل والتزامن والتوافق فيما بينها للوصول إلى الاداء الحركي. ان العامل الحاسم والكبير في قيادة الحركات الكثيرة والمتنوعة والمختلفة والمتباينة في عملها هو مسألة السيطرة عليها بغية الوصول إلى ما هو مطلوب.

فالسيطرة الحركية: تنظيم العمل على اساس الانسجام والتوافق بين عمل الجهاز العصبي المركزي وعمل الجهاز العصبي المحيطي للتحكم بقدرات الجسم لانتاج الحركة.

ويذكر *Dirix* 1988 "ان السيطرة في البرنامج الحركي تتم من خلال تنظيم القشرة الدماغية للبرنامج الحركي بواسطة طرائق هرمية تدخل في قاع بناء الدماغ، تؤدي إلى اعطاء اشارات للعضلات الهيكلية بعد اعطاء الحوافز الحركية الذاهبة إلى النخاع الشوكي ومنه إلى العضلات. وعلى هذا الاساس فان المعلومات ترسل إلى الموقع المستهدف من قشرة الدماغ للاتحاد مع معلومات اخرى أو لاعطاء الامر للعضلات المناسبة للتحرك".

وترى *Stalling* 1983 بأن **انظمة السيطرة الحركية** "مجموعة من الاوامر المنظمة والمركبة التي تعطى إلى العضلات من قبل الدماغ الاشارة من اجل ان يتم تحقيق الحركة أو الواجب الحركي بطريقة فعالة ومؤثرة".

ونظام السيطرة هو تنفيذ الواجب الحركي عن طريق الاستجابات من اجل تحقيق هدف الحركة، وهو نظام توجيه العمل الحسي على وفق متطلبات هدف الحركة، وهو نظام تحكم آلي يبدأ باستقبال المعلومات وادخالها إلى الدماغ واخراجها منه، وتجري خلال العقل البشري (الدماغ)، والمسؤول عنها اساسا جهاز

الذاكرة الحركية اذ ان جميع المعلومات الجوابية تعود الى الذاكرة كتغذية راجعة ليتم تكيف النظام الداخلي وهذا النظام يكون جاهز للاستجابة ان كانت آنية أو استجابات لاحقة.

ان الرياضي يستقبل مؤشرات من المحيط الخارجي ويصدر عنها استجابات وما يرافق ذلك من عمليات سيطرة وخزن تجري داخل العقل الانساني وجهاز الذاكرة بالتحديد، اذ ان الفعل الحركي المستمر يتأتى من خلال التفاعل الدائم بين ما يستقبله الدماغ والذاكرة من معلومات جوابية أو تغذية راجعة (**Feedback**) صادرة عن الفعل الحركي السابق وهذه المعلومات تساعد لاحقا في بناء واصدار فعل حركي اخر. فنظام السيطرة يوضح السلوك الانساني كأنه سلوك مرنا داخليا حيث العمليات والافعال تعتمد على المرونة والتكيف لاستجابات سابقة (**Response**)، وعلى هذا الاساس فان الاستجابات اللاحقة سوف تبنى وتكيف على وفق توافر التغذية الراجعة ومدى الاستفادة منها.

ان ما تقدم ذكره يتم التطرق اليه بصورة مفصلة من خلال دراسة (**السيبرنيتك**): وهو العلم الذي يعنى بدراسة نظم السيطرة وآلية عملها لدى الانسان والماكنة، وفي حقيقة الامر فان تطور هذا العلم يعود إلى العالم وينر *Wiener* عام 1961. ان من اهم مبادئ السيبرنيتك هو نظام التغذية الراجعة التي تحدث عندما يتم عزل جزء من المعلومات الخارجية ومن ثم عودتها ثانية كمعلومات تدخل إلى نظام السيطرة ليتم معالجتها مرة ثانية وهذا ما اطلق عليه نظام السيطرة الدائرة المغلقة **Closed - Loop Control System**. وكما هو معروف فان الكائن الحي يستطيع ان يحصل من خلال اجهزته الحسية المختلفة عن معلومات تخص ناتج اداءه الحركي، فاذا ما تضمن ذلك بعض الاخطاء فمن خلال المعلومات الداخلة يستقبل نظام السيطرة تلك المعلومات ليحدث تعديلا وتصحيحا عليها لايخرج استجابة اكثر دقة من سابقتها. ولقد شبه العالم *George* 1960 نظام التغذية الراجعة مثل جهاز الثرموستات في اجهزة التكييف (التبريد مثلا) اذ يعمل بوصفه جهاز سيطرة وتنظيم داخلي ودائمي يعمل ويتوقف عن العمل على وفق ما يرد اليه من معلومات حول طبيعة درجة حرارة المكان الذي يشغله، بحيث يعمل عندما تنخفض درجة الحرارة ويتوقف عن العمل حال ارتفاعها عن الحد المقرر.

اما في الانسان فان هذا النظام يتعامل مع السلوكيات التي تعد ذاتية التنظيم، لذا فان عملية التنظيم من خلال التكيف والتعديل للاستجابات الحركية تكون مستمرة حتى يتم تحقيق الهدف عن طريق اداء سلوك حركي معين ومحدد.

ويمكننا ان نقدم للنظريات التي عالجت موضوع السيطرة الحركية وكما يأتي:

نظرية الدائرة المغلقة **Closed – Loop Theory**:

ان اول ظهور لهذه النظرية كان علي يد ادامس *Adams* عام 1968 وتبعه الكتابات اللاحقة عام 1971. اذ افترض في نظريته بوجود ما اطلق عليه بالاثر الحسي الاداركي (**Perceptual Trace**) حيث ان الحركات المنفذة أو المتعلمة سابقا لا بد ان تترك اثرا أو تصورا لدى المتعلم وبذا يمكن الاستفادة منها لاحقا اثناء اداء واجبات حركية مماثلة. وان معلومات عن ناتج الحركة (**Knowledge of Result “KR”**) لا بد وان تقارن مع ما موجود من معلومات في ذلك الاثر الحسي الاداركي عن الحركة نفسها. وعليه فان

الاحساس بالحركة (**Proprioception**) تعد اداة فعالة في تحديد ومعرفة ناتج الحركة (**KR**) وبالمقابل تقارن مع ما موجود فيما يسمى (بالاثر)، وعليه فان فكرة (ادامس *Adams*) تعتمد على فكرة الاستجابة التي تولد تغذية راجعة وعملها كحافز للاداء. فهو يعتقد بان المتعلم في مراحل الاولى لا بد ان يزود بالتغذية الراجعة من جهة خارجية (مدرب مثلا) وطبقا لذلك فانه باستمرار التدريب سيعمل على تغيير وتعديل ذلك الاثر الحسي الادراكي، وقد اطلق على هذه المرحلة بالمرحلة اللفظية (**Verbal motor stage**) اذ تؤدي إلى بناء المرحلة الحركية (**Motor stage**) حيث تبدأ الحركة بالظهور باعلى مستوى حركي. كما اشار (ادامس *Adams*) إلى ان الاستمرارية بمقارنة معلومات عن ناتج الحركة مع موجود في الاثر الحسي سوف يصل بنا في وقت لاحق إلى اهمال كافة ما يصلنا من معلومات عن ناتج الحركة بسبب ان الاثر الحسي الادراكي قد اصبح قويا وتضمن جميع التفاصيل الصحيحة لاداء الحركة، اذ تصبح بعدها الحركة ذاتية أو اوتوماتيكية التنفيذ.

كما اوضح (ادامس *Adams*) بان آلية أو ديناميكية عمل معلومات ناتج الحركة مع الاثر الحسي الادراكي تتباين من حيث طبيعة وسرعة الواجب الحركي المطلوب. ففي الحركات السريعة فان الاستجابة أو الفعل الحركي ينتهي قبل امكانية الاستفادة من معلومات ناتج الاداء (**KR**)، لذلك فان تلك المعلومات سوف تقارن مع الاثر الحسي في وقت لاحق بعد انتهاء الحركة، مما يظهر اثره في الاداء الحركي التالي. والحال مختلف عندما تكون الحركة بطيئة أو تكون من الحركات المستمرة، فان عملية المقارنة بين معلومات ناتج الاداء والاثر الحسي الادراكي تتم في وقت استمرارية الحركة البطيئة أو المستمرة مما يؤدي إلى اجراء عملية التصحيح والتعديل في وقت تنفيذ ذلك الاداء.

اما (شمت *Schmidt*) فانه يرى بان نظام الدائرة المغلقة وبحسب نظريته الشهيرة في هذا المجال (نظرية الدائرة المغلقة لشمت) فقد تطرق إلى ثلاثة اجزاء أو مراحل لها وهي:

اولا: مرحلة آلية المرجع **Reference Mechanism**:

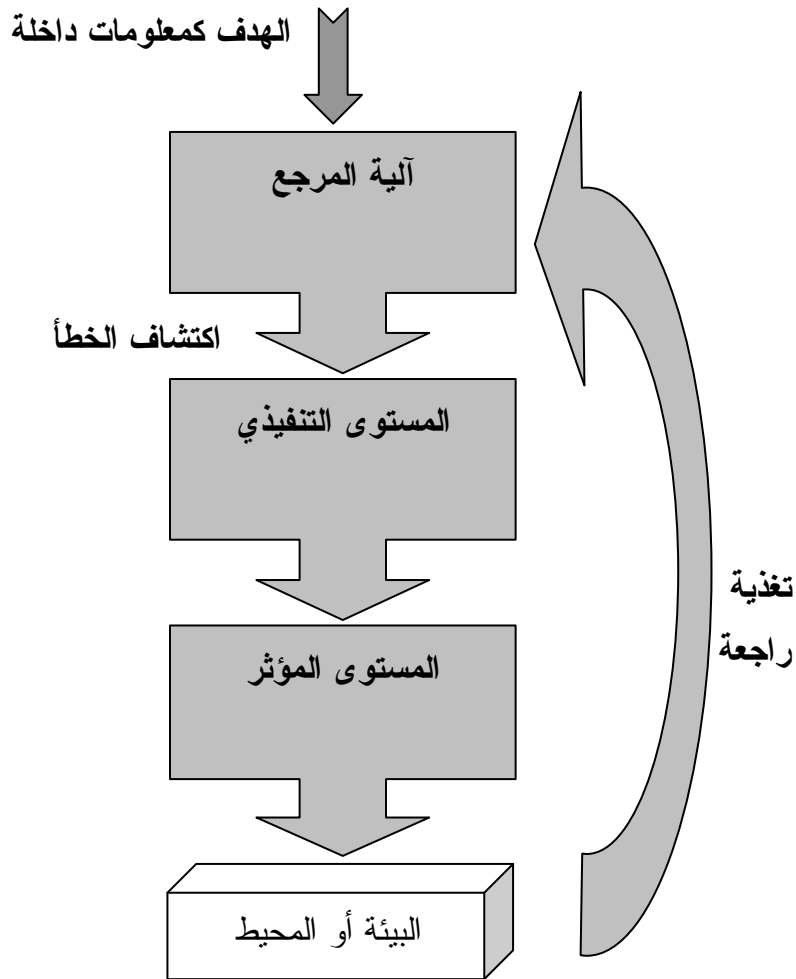
اذ يتم استقبال معلومات من المحيط الخارجي، وقد ذكر مثلا لعمل الثرموستات في جهاز التدفئة اذ ان هدف الجهاز هو بلوغ درجة حرارة 40 درجة مئوية على سبيل المثال، وبالتالي فان هذا الهدف يشكل الهدف العام، وعليه فان آلية المرجع (الثرموستات) لا بد ان تقدر الدرجة الحرارية الانية في ذلك المكان من خلال ما يرد اليه أو ما يستقبله من معلومات من المحيط الخارجي. وهذا ما نطلق عليه التغذية الراجعة، ففي الوقت نفسه فان آلية المرجع تقارن بين درجة حرارة المحيط مع درجة الحرارة المطلوبة، ويتم تقدير قيمة الخطأ في ضوء ما هو موجود وما هو مطلوب. فان وجد الخطأ فنقدر قيمته ويرسل إلى المرحلة أو الجزء الثاني.

ثانيا: مستوى التنفيذ **Executive Level**:

يتم في هذه المرحلة بناء قرار حول كيفية خفض قيمة ذلك الخطأ حتى تصل الحرارة إلى درجة الصفر في اختلاف القيمتين فاذا كان هناك اختلاف في درجة الحرارة حينها يصدر توجيهها إلى المرحلة اللاحقة.

ثالثاً: المستوى المؤثر Effector Level:

وتتمثل هذه المرحلة بالوصول إلى الهدف وتشغيل جهاز التدفئة ويستمر بعمله حتى وصوله إلى آلية المرجع حينها وعند بلوغه تلك الدرجة يتوقف الهاز عن العمل بتأثير جهاز الثرومستات. كما يفترض (شمت) بأن جميع العمليات التي تجري ضمن نظام الدائرة المغلقة تمر بهذه المراحل وان كانت تمر بأشكال وتنظيمات أخرى ولكن عبر نظام العمل نفسه الذي يعتمد أساساً على آلية التنظيم الذاتي، وقد أطلق عليه هذا الاسم (الدائرة المغلقة) بسبب ان دائرة التنظيم والسيطرة على المعلومات الداخلة اليه، وبناء قرار ومن ثم تنفيذه والعودة بنتائج ذلك القرار ثاني إلى النظام يتم على شكل دائرة مغلقة. والشكل الاتي يمثل تخطيطياً لنظرية (شمت):



كما انه افترض نوعين من نظم السيطرة الذاتية هما:

- نظام السيطرة غير المستمر.
- ونظام السيطرة المستمر.

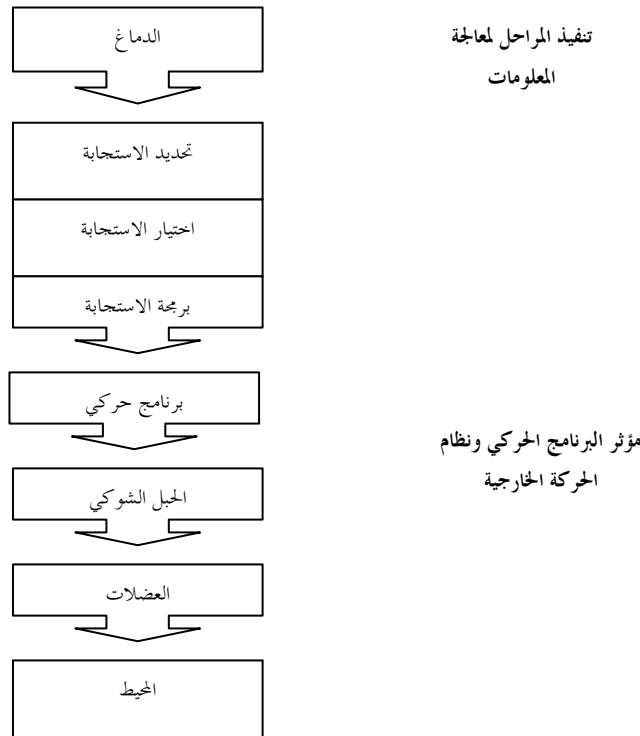
ان الفرق بين عمل النظامين هو في آلية العمل، اذ ان الاول لايراعي تغيرات المحيط لحظة بلحظة، بل لديه آلية مرجع معينة عندما يصلها فانه يقوم بالعمل المطلوب، اما الاخر فان يقوم بمتابعة عمل المحيط أنياً ويتغير تبعاً لهذه المتغيرات مهما كانت بسيطة، فانه يقوم بمراجعاتها والعمل على تنظيم نفسه تبعاً لها.

نظرية الدائرة المفتوحة :Open – Loop Theory

من خلال مشاهدتنا للكثير من الحركات والمهارات الرياضية، نجد إنها تؤدي بتسلسل معروف من قبل الرياضي، وان عملية التصحيح لا يمكن ان تتم اثناء الاداء (ضربة الجوزاء بكرة القدم)، اذ ان التنفيذ لا يمكن ايقافه، وعليه فان التصحيح والمقارنة لا يمكن ان تتم، وبذا لانستطيع الاستفادة من المعلومات حول ناتج الاداء الا اذا قمنا بالاداء لمرّة ثانية.

ويذكر (محمد عثمان) بان التحكم في الحركة يتم من خلال المراكز العليا للجهاز العصبي المركزي، والتي تحتوي على المعلومات الضرورية للتحكم في الحركات المركبة من البداية إلى النهاية (البرنامج الحركي)، لذا فأن هذه النظرية تؤكد على عدم وجود الحاجة الملحة لاية معلومات تمر من مرحلة إلى مرحلة اخرى اثناء أداء سلسلة من الحركات، كما هو الحال في الدائرة المغلقة، اذ ان المعلومات الضرورية لبدء الحركة والتحكم في كل جزء من اجزائها توجد في جهاز معالجة المعلومات المركزية. ويؤيد عدد من الباحثين ما جاء في نظرية الدائرة المفتوحة وخاصة بالنسبة للمهارات الحركية التي تتطلب سرعة في الأداء مثل حركة المقذوفات.

اما (وجيه محجوب) فقد ذكر ان نظام الدائرة المفتوحة هو الذي لا تحدث فيه مقارنة، اذ يصدر القرار بشكل آني وسريع عن الدماغ، وفي هذا النظام تكون الظروف البيئية غير معروفة لذا فأن الرياضي يتكهن بالمعلومات لتلك الدائرة، وان هذه الدائرة تكون فيها سرعة متعاقبة في القرارات وانه لا يستطيع التصحيح الا بعد الانتهاء من الاداء، وبذلك فأن هذا النظام لا يحتاج إلى التغذية الراجعة.



شكل يوضح آلية عمل الدائرة المفتوحة

اما (Stelmach) فقد تطرق الى ثلاث أنظمة للسيطرة على الحركات وهي:

1- نظام الدائرة المغلقة.

2- نظام الدائرة المفتوحة.

3- نظام توجيه الهدف.

في ما يخص نظام توجيه الهدف الذي تطرق اليه (Stelmach)، فقد ذكر ان هذا النظام هو توجيه الاداء بواسطة الاجهزة العضوية المختلفة فيكون الجهاز الحركي اساساً لذلك، وان استيعاب العمل الحركي بموجب المعلومات الواردة من الدماغ تسيير طبقاً للمنهج الموضوع ومقارنة ذلك المنهج بما يتم فعلاً من حركة وبما يجب ان يتم، وهذا هو توجيه ذاتي.

ان طبيعة المهارة ومرحلة التعلم هي الحقائق المهمة التي تحدد الانظمة الاصلح للاستخدام، ويجب ان يستخدم النظام الملائم للهدف. وقد تحتاج في بعض الاحيان وبخاصة الحركات السريعة إلى الانتقال بسرعة من نظام مغلق إلى نظام مفتوح وبالعكس.

اما نظام الدائرة المفتوحة فيستخدم للحركات السريعة وبذلك يمكن التحكم في الحركات المركبة والسلسلة الحركية في الجمناستك أو التعبير الحركي وذلك للعمل بنظامين معاً.

ونستطيع القول ان نوع النظام المستخدم يتحدد حسب مرحلة التعلم للمهارة، ففي بداية التعلم فإن الحركات تميل إلى الانتماء إلى الدائرة المغلقة، ثم بعد الاتقان تصبح ضمن الدائرة المفتوحة.

ان لكل من النظريتين السائدتين الخاصتين بالسيطرة الحركية نقاط قوة خاصة بها، فنظرية الدائرة المغلقة تظهر امكانية تطبيقها على الحركات البطيئة، وفي هذا النوع من الحركات تبدو التغذية الراجعة مهمة في انتاج كل جزء من اجزاء الحركة. اما نظرية الدائرة المفتوحة فتبدو مناسبة جداً لشرح ناتج الاستجابة السريعة التي تتبع حركة المقذوفات والتي لا تستطيع نظرية الدائرة المغلقة شرحها بصورة مرضية.

وان هاتين النظريتين يجب ان يندمجا معاً لكي يقدمنا نظرية شاملة تشرح التحكم الحركي على اساس نوع الحركة المؤداة، فواجبات الحركة البطيئة تظهر وكأنها تقع تحت تحكم الدائرة المغلقة، بينما استجابات نوع الحركات السريعة أو حركة المقذوفات تخضع لنظرية التحكم للدائرة المفتوحة. والطريقة الوحيدة التي يمكن ان نفكر بموقف للتحكم المزدوج هو ان تربط نوع التحكم بمرحلة التعلم للمهارة.

ومن الافضل ترتيب مكونات الحركة الخاصة بالمهارة المركبة إلى اقسام أو وحدات صغيرة حيث تسمح لمعلومات التغذية الراجعة ان تحدد ناتج العمل لكل وحدة من الوحدات، وعندما يكتسب الفرد مهارة عالية في المراحل الاخيرة لتعلم المهارة، فإن التغذية الراجعة لا تكون ضرورية للتحكم الحركي أو السيطرة الحركية وهنا الحركة تعمل تحت تحكم الدائرة المفتوحة، وعند الانتهاء من أداء مهارات احدى الوحدات والابتداء في أداء مهارات الوحدة التالية فان العمل

يصبح تحت تحكم الدائرة المغلقة، وبذلك ينتهي التحكم ليس فقط لمرحلة التعلم ولكن أيضاً لترتيب المهارات الحركية المركبة.

وكمثال لفهم التفاعل بين مرحلة التعلم ونوع النظرية المستخدمة في جهاز التحكم الحركي، ومن مراحل العملية التعليمية الأولى يعتمد المتعلم المبتدئ على التغذية الراجعة والتي يتم الحصول عليها من المعلم وعندما يتعدى المتعلم المرحلة الأولى ويصل إلى مرحلة التوافق الجيد والتي تتصف بالاتقان للمهارة، فنجد ان الحركة المركبة تصبح وحدة واحدة غير منفصلة كما كانت تظهر في المراحل الأولى من التعلم، حيث اعتمد على الاستقادة من التغذية الراجعة، بينما خضع في المرحلة الاخيرة من التعلم لنظرية الدائرة المفتوحة.

أوجه الاختلاف بين نظام الدائرة المغلقة والمفتوحة:

- أ- ان النظام المغلق يحتوي على تغذية راجعة ذاتية بينما الاخر لا يحتوي على تغذية راجعة بل يعتمد على المحيط.
- ب- ان الاختلاف يتعلق بطبيعة الاوامر الحركية التي يصدرها مركز السيطرة فالدائرة المفتوحة تحتوي على جميع المعلومات الضرورية للاستجابة، في حين ان الدائرة المغلقة تكون فيها الاوامر مختلفة قليلاً فهي اوامر لاعضاء الاستجابة وهي كافية لاداء الحركة المطلوبة وتعتمد على معلومات التغذية الراجعة.

الخلاصة:

السيطرة الحركية والانظمة والبرامج كلها تحدث خلال لحظة واحدة من منبه حسي خارجي أو داخلي، ونظام السيطرة أداء للحركة باتجاه الهدف مع اكتشاف الاخطاء في الأداء واعداد ترتيب النظام نتيجة الأداء، ان نظام التحكم الآلي في السيطرة المغلقة اوامر صادرة من الجهاز العصبي وراجعة من الجهاز المحيطي لمعرفة تفاصيل الحركة، اما نظام الدائرة المفتوحة هو ان التغذية الراجعة ليس من الضروري ان تأتي من المراكز العليا للجهاز العصبي وانما تكون بسرعة أداء وفق برنامج معين. كما ان انظمة السيطرة هي طريقة تنفيذية لصنع القرار، وهي اشارات تدل على فهم المهارات للتصحيح إذ تأخذ الدائرة المفتوحة برنامج اكبر من مساره الطبيعي للتعديل والتصحيح، إذ مع مرور الزمن تصبح الحركات شعورية وسريعة. وان الاف الانقباضات والانفعالات تحدث بسرعة جداً لا يمكن السيطرة عليها ولكن تنظم تحت شعور لانها هي حركات منظمة سابقة ومتسلسلة ومحفوظة.

المصادر:

1. محمد عثمان. التعلم الحركي والتدريب الرياضي، الكويت: دار العلم، 1987، ص51.
2. وجيه محجوب. التعلم وجدولة التدريب الرياضي، ط1، عمان: دار وائل للنشر، 2001، ص100-109.
3. يعرب خيون عبد الحسين. التعلم الحركي بين المبدأ والتطبيق، بغداد، مكتب الصخرة، 2002، ص61-68.
4. Bunn J. Fait H.: Special Physical Education, W.M.C. Brown, Publishers, 1989, p.85.
5. Dirix H., Knuttgenk. The Olympic Book of Sport Medicine, Oxford, London, 1988, p.194.
6. Loretta M. Stalling. Motor Learning from Theory to Practices, Mosby Co., London, 1982, p.83.
7. Schmidt, Motor Learning and Control, U. S. A., 1994.
8. Schmidt, R. A., Motor Learning and Performance, Illinois, Human Kinetics Book, 1991.