

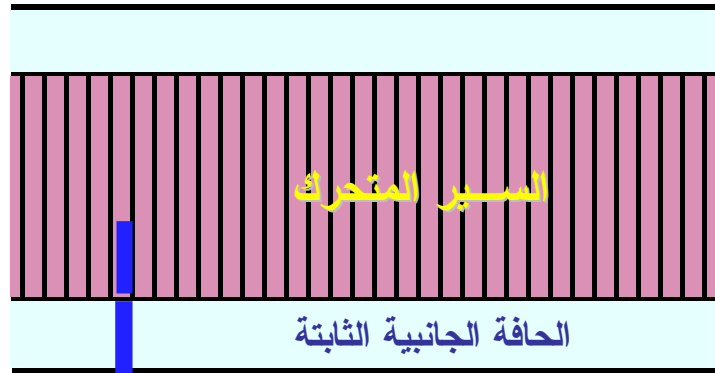
معايرة أجهزة قياس الجهد البدني

حتى يتم الاعتماد على مقدار القدرة (Power) أو العبء الجهدى (Work Load) الملقى على المفحوص أثناء قياس الجهد البدني وبالتالي الوثوق في قراءة الأجهزة المخصصة لهذا الغرض، لا بد من أن تكون أجهزة قياس الجهد معايرة وتعطي الدقة والثبات اللازمين للحصول على قياسات فسيولوجية صحيحة. وعادة ما يتم معايرة أجهزة قياس الجهد البدني مرة في السنة على الأقل، أو متى ما ظهرت الحاجة إلى ذلك. في الفقرات التالية سنتطرق لكيفية معايرة أهم الأجهزة الشائعة الاستخدام في قياس الجهد البدني، وتحديدًا جهازى السير المتحرك ودراجة الجهد.

كيفية معايرة السير المتحرك (Treadmill):

توضح الفقرات التالية أهم الخطوات اللازمة لمعايرة جهاز السير المتحرك:

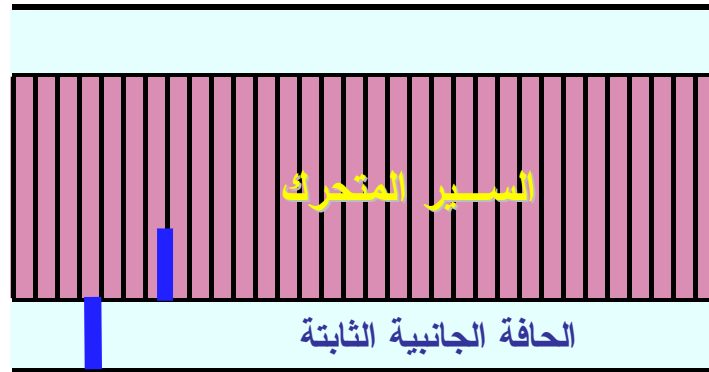
١- يتم وضع علامتين واضحتين إحداهما على السير المتحرك نفسه والأخرى على إحدى الحافتين الجانبيتين الثابتتين الموجودتين على جانب السير، بحيث تكون العلامتان منطقتين على بعضهما البعض (كما في الشكل رقم ١)، ويمكن استخدام شريط لاصق ملون أو طباشير لوضع هذه العلامة.



شكل رقم (١): الوضع الابتدائي لعملية معايرة السير المتحرك، ويظهر الشريط اللاصق باللون الأزرق (العلامتان).

٢- يتم قياس طول السير المتحرك من بداية العلامة وحتى الوصول إليها مرة أخرى، وذلك بتحريك السير إلى آخر طول له.

- ٣- تُضبط سرعة السير المتحرك على سرعة معينة معلومة ويستحسن أن تكون بطيئة نسبياً حتى يمكن متابعة حركة العلامة التي وضعت على السير، ويتم الضبط باستخدام الأسهم الخاصة بمفتاح ضبط السرعة الموجود على لوحة المفاتيح في جهاز السير المتحرك.
- ٤- تتم مراقبة الخطين (أو العلامتين) أثناء حركة السير حتى ينطبق الخط الذي على السير المتحرك على الخط الموجود على الحافة الجانبية الثابتة، وفي هذه اللحظة يتم تصفير عداد المسافة بغرض البدء بحساب عدد الدورات، وذلك بواسطة الضغط على مفتاح البداية (START)، ثم نبدأ بحساب عدد الدورات بالعين المجردة، حيث يتم حساب دورة كاملة في كل مرة تنطبق فيه العلامة التي على السير مع العلامة التي على الحافة الثابتة.
- ٥- بعد عدد معلوم من الدورات (٥٠ دورة مثلاً)، يتم إيقاف السير بواسطة مفتاح الإيقاف (STOP) وذلك فور انطباق العلامتين على بعضهما البعض (إذا لم يتم إيقاف فور انطباق العلامتين على بعضهما البعض، وتجاوزت العلامة المتحركة (التي على السير) العلامة الثابتة (التي على الحافة الجانبية) بقليل، نقوم بحساب المسافة بين العلامتين وتطرح من قراءة المسافة المبينة على الشاشة، كما هو موضحاً في الشكل رقم (٢).



شكل رقم (٢): الوضع النهائي لعملية معايرة السير المتحرك.

- ٦- تتم قراءة المسافة المسجلة على الشاشة (Distance) ونقارنها بالمسافة المحسوبة من خلال عدد دورات السير وطول السير (المسافة المحسوبة = طول السير × عدد الدورات).
- ٧- يتم حساب الفروق - إن وجدت - بالنسبة المئوية لتقدير مقدار الخطأ.
- ٨- للتأكد من ثبات القياس عند سرعات مختلفة، يمكن تكرار العملية السابقة لأكثر من مرة على سرعات متنوعة.

٩- يمكن التأكد من دقة ميل السير المتحرك وذلك بوضع الجهاز عند درجات ميل متعددة وقياس درجة الزاوية، علماً بأنه يمكن تحويل زاوية الميل من درجة إلى درجة مئوية بالنظر إلى الجدول رقم (١).

جدول رقم (١): زاوية الميل بالدرجة وما يقابلها من نسبة مئوية عند استخدام السير المتحرك.

زاوية الميل بالدرجة	التماس	زاوية الميل (%)
١	٠,٠١٧٥	١,٧٥
٢	٠,٠٣٤٩	٣,٤٩
٣	٠,٠٥٢٤	٥,٢٤
٤	٠,٠٦٩٩	٦,٩٩
٥	٠,٠٨٧٥	٨,٧٥
٦	٠,١٠٥١	١٠,٥١
٧	٠,١٢٨٨	١٢,٢٨
٨	٠,١٤٠٥	١٤,٠٥
٩	٠,١٥٨٤	١٥,٨٤
١٠	٠,١٧٦٣	١٧,٦٣

المصدر: Fox et al. *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*, 1988: 78.

كيفية معايرة دراجة الجهد (Cycle ergometer):

توضح الفقرات التالية أهم الخطوات المتبعة لمعايرة دراجة الجهد من نوع مونارك أو ما يشبهها من دراجات ثابتة، علماً بأنه ينصح بمعايرة دراجة الجهد مرة أو مرتين في السنة أو متى ما دعت الحاجة إلى ذلك:

١- يتم فك الجزء الأسفل من الحزام الكابح (الحزام المحيط بالعجلة)، وذلك عن طريق فك الزنبرك (انظر شكل رقم ٢ - أ).

٢ - تأكد من أن البندول يشير إلى الصفر على لوحة الأرقام، كما هو موضح في الشكل رقم (٢ - ب).

٣ - أضبط لوحة الأرقام إذا كانت قد تحركت من مكانها، وذلك بواسطة تدوير مسمار الضبط، كما هو موضح في الشكل رقم (٢ - ج).

٤ - ضع وزناً معلوماً في طرف السلك المثبت في طرف الحزام بحيث يكون الثقل يتدلى إلى الأسفل كما في الشكل رقم (٢ - د). يستحسن استخدام عدة أثقال تتراوح من كيلو جرام واحد إلى أربعة كيلوجرامات، حتى يمكن الحصول على الدقة المطلوبة من المعايرة.

٥ - بعد وضع الثقل وثبات البندول (والمؤشر) تماماً على لوحة الأرقام يجب أن تكون القراءة على لوحة الأرقام تساوى وزن الثقل المعلوم مثلاً: $4 \text{ Kp} = 4 \text{ Kg}$

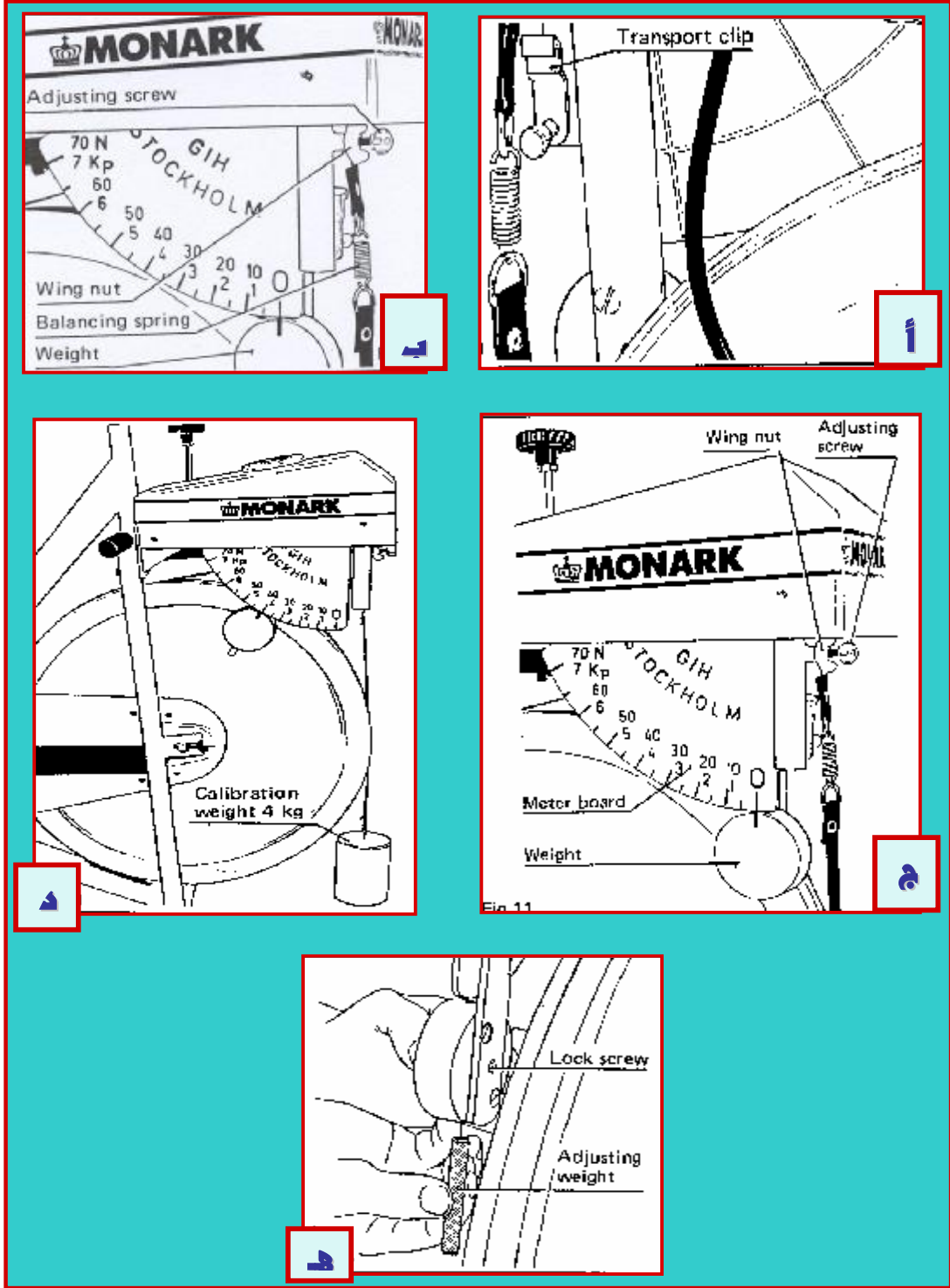
٦ - إذا كانت القراءة غير مساوية لوزن الثقل المعلوم، يضبط البندول على الدرجة الصحيحة عن طريق تحريك عمود (مسمار) الضبط (Adjusting weight) الموجود في وسط البندول، وذلك بتعديل وضعه إلي أسفل أو إلى أعلى، بعد أن يتم إرخاء اللولب (البرغي) الموجود على جانب البندول (Lock screw) كما هو مبيناً في الشكل رقم (٢ - هـ).

* إذا كانت قراءة البندول أصغر من الثقل فيتم تحريك عمود الضبط إلى الأسفل.

* إذا كانت قراءة البندول أكبر من الثقل فيتم تحريك عمود الضبط إلى الأعلى.

٧ - بعد انتهاء عملية المعايرة يتم فصل الثقل، مع ملاحظة وجوب عودة البندول إلى الصفر على لوحة الأرقام.

٨ - أخيراً، يتم إعادة ربط الحزام الكابح في مكانه الصحيح على العجلة.



شكل رقم (٢): صور توضح خطوات معايرة دراجة الجهد من نوع مونارك من أ إلى هـ (للتفاصيل حول كيفية المعايرة أنظر المتن).

كيفية حساب الشغل عند استعمال أجهزة قياس الجهد البدني

أولاً - حساب الشغل عند استخدام السير المتحرك:

يمكن تقدير الشغل المنجز أثناء الجهد البدني باستخدام السير المتحرك إذا كان هناك ميلاً، وذلك على النحو التالي:

الشغل (كجم. م) = وزن الجسم (كجم) × سرعة السير المتحرك (متر في الدقيقة) × درجة الميل (%) × الزمن (بالثانية).

ثانياً - حساب الشغل أثناء استخدام دراجة الجهد:

يتم حساب الشغل عند استخدام دراجة من نوع مونارك أو ما شابهها على النحو التالي:

الشغل (كجم. متر) = المقاومة بالكجم × المسافة (متر)

= مقاومة احتكاك العجل بالكجم × ٢ ط × نصف قطر العجل

= مقاومة احتكاك العجل بالكجم × ٦ متر

فإذا كان عدد مرات دوران العجل يساوي ٥٠ دورة في الدقيقة، فيمكننا حساب القدرة كالتالي:

القدرة (كجم. متر/ في الدقيقة) = مقاومة احتكاك العجل بالكجم × ٦ متر × ٥٠

= مقاومة احتكاك العجل بالكجم × ٣٠٠

فإذا كانت المقاومة = ١ كجم، فإن القدرة تساوي ٣٠٠ كجم. متر/ في الدقيقة، وإذا كانت المقاومة = ٢ كجم، فإن القدرة تساوي ٦٠٠ كجم. متر/ في الدقيقة، وهكذا.

وللمعلومية فإن المسافة التي يقطعها عجل الدراجة في دورة واحدة كاملة هي بحسب نوع الدراجة، وذلك على النحو التالي:

- دراجة من نوع مونارك للرجلين (Monark): ٦ مترات
- دراجة من نوع مونارك للذراعين (Arm ergometer): ٢,٤ متر
- دراجة من نوع تنتوري (Tunturi): ٣ مترات
- دراجة من نوع بودي جارد (Body Guard): ٣ مترات

ثالثاً - حساب الشغل أثناء اختبار الخطوة:

يستخدم لاختبار الخطوة عادة صندوق خشبي ذو طول وعرض = ٥٠ سم وارتفاع يساوي ٤٠ سم (يمكن استخدام صندوق أقل ارتفاعاً مع أخذ ذلك في الاعتبار عند حساب الشغل). ويتم ضبط إيقاع الخطى بمعدل يساوي ١٢٠ دقة في الدقيقة (أي أن معدل الصعود فوق الصندوق = ٣٠ مرة في الدقيقة) مستخدمين جهاز الميقاع (Metronome)، وهو جهاز يحتوي بندولاً يتحرك يميناً وشمالاً بانتظام ويعطي صوتاً ويتم التحكم في سرعة حركته (انظر الشكل رقم ٣).

الإجراءات:

- ١ - حدد وزن المفحوص إلى أقرب نصف كيلو جرام.
- ٢ - يتم صعود المفحوص على الصندوق بقدم واحدة أولاً ثم بالأخرى، ثم يبدأ بالنزول بالقدم الأولى ثم بالأخرى، وهكذا متزامناً مع الإيقاع في صعوده ونزوله.
- ٣ - يتم حساب الشغل على النحو التالي:

الشغل (كجم. متر) = القوة (أو المقاومة) بالكجم × المسافة (متر)

$$= \text{وزن الجسم بالكجم} \times ٠,٤ \text{ متر}$$

ومن الملاحظ أن مقدار الشغل يتحدد بوزن الشخص، حيث أن المسافة (ارتفاع الصندوق) ثابتة، ولأن عدد مرات الصعود مرتبباً بالزمن (بالدقيقة)، لذا يمكننا حساب القدرة كالتالي:

القدرة (كجم. متر بالدقيقة) = القوة بالكجم × المسافة (متر) × عدد مرات الصعود

$$= \text{الشغل} \times \text{عدد مرات الصعود في الدقيقة.}$$



شكل رقم (٣): جهاز الميقاع الذي يضبط

معدل الصعود والهبوط من على صندوق الخطوة
(الصورة من مختبر فسيولوجيا الجهد البدني بقسم التربية
البدنية وعلوم الحركة في جامعة الملك سعود).

الوحدات القياسية الدولية المستخدمة في الجهد البدني (SI unit)

يوضح الجدول رقم (٢) الوحدات القياسية الدولية الشائعة الاستخدام في قياس الجهد البدني وكذلك الاختصارات المستخدمة دولياً لكل وحدة من وحدات القياس).

جدول رقم (٢): الوحدات القياسية الدولية (SI unit) واختصاراتها.

الاختصار	وحدة القياس	الصفة
م	متر	المسافة (Distance)
كجم	كيلوجرام	الكتلة (Mass)
م ^٣	متر مكعب	الحجم (Volume)
ث	ثانية	الزمن (Time)
م/ث	متر في الثانية	السرعة (Velocity)
م/ث ^٢	متر في الثانية المربعة	التسارع (Acceleration)
كجم/م ^٣	كيلوجرام في المتر المكعب	الكثافة (Density)
نيوتن (N)	نيوتن	القوة (Force)
N.m	نيوتن بالمتري	عزم التدوير (Torque)
جول (J)	جول	الشغل (Work)
شمعة (W)	شمعة	القدرة (Power)

كيفية تحويل وحدات القياس

القوة: ١ نيوتن = حوالي ٠,١ كجم، أي أن ١ كجم = ١٠ نيوتن.

الشغل: نيوتن. متر = ٠,١ كجم. متر

نيوتن. متر = جول

كجم. متر = ١٠ نيوتن. متر = ١٠ جول

القدرة: الشمعة = ٦,١٢ كجم. متر/دقيقة = جول/ث = ٦٠ جول/دقيقة = ٦٠ نيوتن.

متر/دقيقة.

الطاقة: الكيلو جول = ١٠٠٠ جول = ٠,٢٣٤ كيلو سعر حراري (عند كفاءة ١٠٠%).
الكيلو سعر حراري = ٤,٢ كيلو جول = ٤٢٠٠ جول.

ما نفرق بين معدل الجهد (أو معدل الشغل) وشدة الجهد؟

معدل الجهد (Work rate): ويسمى أحياناً معدل القدرة (Work power) وهو الشغل المطلق بالشمعة أو بالجول في الثانية، أو بالكيلوجرام. متر في الدقيقة.

شدة الجهد (Work intensity): وهو معدل الصعوبة النسبية للجهد المبذول نسبة للجهد البدني الأقصى للشخص.

فمثلاً، عند قيام شخصين بأداء جهد بدني على دراجة الجهد عند قدرة مقدارها ١٠٠ شمعة، فهما يقومان في الواقع بجهد بدني عند عبء جهدي متساو، لكن إذا كانت القدرة القصوى للأول هي ٢٠٠ شمعة، وللثاني هي ١٥٠ شمعة، فإن شدة الجهد المبذول من قبل الشخص الأول تعادل ٥٠% من قدرته القصوى، بينما هي في حالة الشخص الثاني تعادل حوالي ٦٧% من قدرته القصوى، لذا سيبدو الجهد المبذول من قبل الشخص الثاني أشد صعوبة من الشخص الأول من الناحية النسبية.