"أثر إختلاف سرعة ودرجات ميل السير المتحرك علي الكفاءة البيوميكانيكية لدي عدائي المسافات المتوسطة والطويلة ".

* د. هاشم عدنان الكيلاني

المقدمة والأهمية :

لقد أصبح الانسان في هذا القرن يعمد إلى حساب الكلفة الحقيقية والجدوى الاقتصادية في مختلف مناحي الحياة لأي عمل أو شغل منجز وهذا يتضمن حساب الكلفة الطاقوية لممارسة الرياضة على اختلاف أنواعها . . .

ومن المعروف أن الشغل البيوميكانيكي والذي هو عبارة عن "انتاج قوة خلال مسافة معينة" أهم وأدق من حساب الزمن المستغرق أو المسافة المنجزة لذلك الشغل أو حتى إضافة الوزن كمتغير أثناء الحركة لجسم الانسان. ولتوضيح ذلك فإن تمرين الشد على العقلة يكون مثالاً جيداً عندما يتم تحليل حركة شخصين مختلفين في الوزن والطول، وعلى فرض أن نتيجة تكراراتهما كانت متشابهة في الشد على العقلة، إلا أن حقيقة الحساب الانجازي من خلال تطبيق مبدأ حساب الشغل البيوميكانيكي يكون مختلفاً بين الشخصين وذلك بسبب اختلاف الوزن والطول بينهما، أما عندما تتساوى المتغيرات كالوزن والطول وعدد التكرارات فإن التساوي في الشغل البيوميكانيكي المنجز يكون واضحاً، ولكن لابد للمحلل في هذه الحالة أن ينظر نظرة عميقة لحساب قيمة الجهد والطاقة المبذولة (Energy Expenditure) لكل شخص منفرداً عن الآخر وبذلك يتم إلى حساب قيمة الوفر الاقتصادي في انتاج الطاقة خلال الشغل المنجز (الكيلاني ١٩٩٥). لذلك فإن أهم مصدر لحساب الكلفة الطاقوية لجسم متحرك يكون عند معرفة ناتج الشغل البيوميكانيكي (Biomechanical Work) الذي يكون

---

* أستاذ مساعد بقسم التربية الرياضية - كلية التربية - جامعة الإمارات العربية المتحدة

مقاساً إما بوحدة الكيلو -جول (Kilo-Joule) أو بالكيلوغرام/م (Kilo-Gram-m) أو بالقدم-باوند (Foot-Pound) ويكون تقريباً مساوياً لمقدار مايصرفه نفس الجسم من طاقة مقاسة بالكسيلو سعر حراري(Kilo-Calorie) بورزوفوكس (Bowers&Fox,1988) استراند ورودهل (Astrand & Rodiahl,1977) لوكاتيللي وآرسك (Locatelii & Arsac,1995) مكاردل وآخرون (McArdle.et.al.,1994).

وإذا تم النظر بطريقة شمولية ودقيقة إلى قيمة الصرف الطاقوي والانجاز الرياضي فإن ذلك يجعل حساب الكفاءة البيوميكانيكية أقرب والتي تعبر عن انجاز شغل بيوميكانيكي كبير بصرف أقل طاقة فسيولوجية ممكنة.

فتناسق وظائف الجسم الداخلية كالجهازين الدوري والتنفسي والجهاز العضلي والقدرة على اكتساب المهارة الحركية بأداء بيوميكانيكي أمثل جعل العديد من العلماء والباحثين أن يضعو الكفاءة البيوميكانيكية محط أنظارهم واهتمامهم في أبحاثهم لوكا تيلي وآرسك (Locatelli & Arsac,1995) آيتو وآخرون (Ito.et.al.,1985).

ونتيجة لذلك الاهتمام ظهرت العديد من الدراسات والأبحاث من أجل الإجابة على بعض النقاط العلمية الهامة والمتعلقة بالنواحي البيوميكانيكية والفسيولوجية وارتباطهما مع بعضهما البعض في فعاليات رياضية مختلفة، بحيث درست المتغيرات البيوميكانيكية والفسيولوجية المتعلقة بمسابقات الجري بفعالياته المختلفة والمؤثرة على الانجاز الرياضي، وذلك للبحث في إمكانية التوصل إلى بيوميكانيكية الجري المثلى التي تُوصل العداء إلى الاقتصاد في الجهد المبذول من حيث مفهوم الكفاءة البيوميكانيكية.

وهذا يبدو واضحاً من خلال العلاقة مابين قياس استهلاك الأوكسجين (Vo_2) أثناء الجري للمسافات الطويلة والمتوسطة والتي تتأثر بطول وتردد الخطوة واختلاف مستويات الأرض أثناء الجري وتأثير ذلك على الكفاءة البيوميكانيكية التي هي هنا عبارة عن حاصل نسبة استهلاك الأوكسجين (Vo_2) على الشغل البيوميكانيكي المنجز والذي هو جلّ اهتمام هذه الدراسة أيضاً.

لذلك بدأ يتردد مع نهاية القرن العشرين بين علماء فسيولوجيا الرياضة والنشاط البدني اصطلاح اقتصادية الجري (Running Economy) كعامل مهم في تحقيق الانجاز، فقد توصلت دراسة دانيلز (Daniels,1985) إلى أن تحقيق الاقتصاد في بذل الجهد والتحسن في الكفاءة يكون عن طريق التقليل من الحركات العضلية غير المطلوبة أو الزائدة عند راكضي المسافات المتوسطة والطويلة.

وتشير بعض الدراسات أن التغيير في بيوميكانيكية الأداء له علاقة قوية باقتصادية الجري، حيث أن العلاقة بين حركات الجسم أثناء الجري واقتصادياته علاقة مباشرة، فهذه الحركات ناتجة عن عمل عضلي محدد لمجموعات عضلية محددة، وإن فاقد الطاقة المستنفد في عمل هذه العضلات هو معيار حقيقي لاقتصاديات الجري، حيث يشير" كيت" و"كافانا" (Keith & Cavanagh) إلى التأثير الكبير للعوامل البيوميكانيكية على اقتصادية الجري والتي تعد عاملاً أساسياً في كمية الطاقة المصروفة أثناء الجري ولذلك اتفق كل من "لوكاتيللي" و"آرسك" (Locatelli & Arsac, 1995) و"مكاردل" وآخرون (McArdle et.al.,1986) "واستراند" و"رودهل" (Astrand & Kodahl 1977) "آتيو" وآخرون (Ito et.al.,1983) على اعتماد الكفاءة البيوميكانيكية كمتغير هام ورئيسي في حساب اقتصاديات الجري. ولذلك يشير "حسام الدين" (١٩٩٤) على أن الكفاءة البيوميكانيكية هي إحدى خصائص الأداء المهاري والتي تعني العلاقة بين ناتج الشغل والطاقة المبذولة أو بمعنى آخر هي العلاقة بين المدخلات (Input) والمخرجات (Output) وبشكل أكثر تخصيصاً فهي في الأداء البشري عبارة عن النسبة بين مقدار مايبذله الجسم من شغل بيوميكانيكي ومايفقده من طاقة، ومن خصائص الحركة الفاعلة في الأداء البشري إنها تتميز بغياب الحركات الاضافية التي ليس لها معنى بالنسبة للأداء واستخدام العضلات المناسبة وبالقدر المناسب وفي التوقيت المناسب دوة إضاعة لأي قوى في اتجاهات غير مرغوب فيها.

وبما أن الكفاءة البيوميكانيكية هي نتاج العلاقة النسبية بين الصرف الطاقوي المتمثل باستهلاك الأوكسجين (Vo_2) والشغل المنجز المتمثل بقيمة المسافة المقطوعة أثناء الجري فإن اقتصادية الجري اصطلاح قد يكون مماثلاً لاصطلاح الكفاءة

البيوميكانيكية، لذلك حاول العديد من الباحثين دراسة كافة العوامل المؤثرة على اقتصادية الجري والتي تؤدي إلى التباين في استهلاك الأوكسجين وصرف الطاقة ومنها درجة حرارة الجو ومستوى الارتفاع عن سطح البحر (Altitucle) ومستوى سطح الجري، والتعب (Fatigue)، والعمر، والوزن، ودرجة ومستوى اللياقة البدنية. "دانيلز" (Daniels,1985) و"ميشيلين" وآخرون (Mechlen et.al., 1994) و"هنت" وآخرون (Hunt et.al., 1995) و"أوليسن" (Olesen,1992) و"كراهنبول" و"روبرت" (Krahenbubl & Robert,1983) وطول وتردد الخطوة (Stricl Length- Stricle Frequency) وبنية الجسم التركيبية (Body Compesition) "مارتن" و"مورجان" (Martin & Morgan, 1992) و"شيرمان" (Cherman,1992) و"كافان" و"كيث" (Cavanagh & Keith,1982) و"ويلس" (Wells 1991) و"برودر" وآخرون (Browder et.al.,1995) و"يونيثان" وآخرون (Unithan et.al.,1994) و"مالزسوسكاي" و"فريدسون" (Maliszewski & Freedson,1994) و"دانيلز" و"نانسي" (Daniels & Nancy,1992) و"ويبيان" وآخرون (Weyand et. al.,1994) واتساع الحوض وطول الرجلين ودرجة ميل عظم الفخذ "ويلز" (Wells,1991) وزوايا مفاصل الجسم أثناء الجري "كيت" و"كافانا" (Keith & Cavangh,1987) و"برودر" وآخرون (Browder et.al., 1995) "ومارتن" و"مورجان" (Martin & Morgan,199) ومن الاطلاع على نتائج هذه الدراسات نستنتج أن تلك العوامل يمكن أن تعطي تفسيراً للتباين في اقتصادية الجري وبالتالي في الكفاءة البيوميكانيكية بين العدائين.

ويظل الجري على سطوح ومستويات متباينة الميل وتأثير ذلك على الاقتصاد في صرف الطاقة أمر هام لدى لاعبي المسافات الطويلة والمتوسطة ولاسيما في دولة الإمارات العربية المتحدة لأن طبيعة التضاريس الأرضية تكاد تكون في معظمها منبسطة ومستوية وبالتالي لربما يحتاج الراكضين إلى تدريبات وتعودية على مستويات مختلفة وبالتالي يتعرض العداء لممارسة الجري على تضاريس تؤثر على انتاج الطاقة وتوفيرها.. ومن هنا اهمية الدراسات البيوميكانيكية المتعددة لوصف وتحليل فعاليات الجري والعدو وذلك للوقوف على بعض المشكلات الحركية التي تعترض عملية تطوير مستوى العدائين من جهة ومحاولة دراسة بعض العلاقات والظواهر

النظرية والتطبيقية من جهة أخرى.

وعلى الرغم من تناول مثل هذه الدراسات للاجابة على أسئلة متعددة في بيوميكانيكية الجري والعدو وأثرها على صرف الطاقة والانجاز إلا أن هناك العديد من التساؤلات المرتبطة ببيوميكانيكية الجري وعلاقة ذلك في الجري على المستوى المائل لأعلى (Uphill) والمستوى المائل لأسفل (Downhill) عن المستوى والسطح الأفقي (Horizontal).

ومن تلك الدراسات التي أثبتت أن قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين (Vo_2max) تكون دائماً أعلى خلال أداء الاختبار على السير المتحرك من قيمته خلال الاختبار على جهاز الدراجة الثابتة "هير مانس" و"سالتين" (Hermnsen & Saltin 1969) "جوسيه" (Josse 1983) وذلك بسبب أن حركة التبديل على الدراجة الثابتة يكون فيها العبء الجهدي واقع على عضلات الرجلين فقط بالإضافة إلى أن نوع الانقباض العضلي يكون مختلفاً في الاختبارين. حيث تنقبض العضلات المادة للرجلين انقباضاً تقصيراً (Concentric Con.) أثناء التبديل على الدراجة الثابتة. في حين تنقبض نفس العضلات انقباضاً تطويلياً (Eccentric Con.) أثناء امتصاص القدم للوزن لحظة صدم الأرض ويليه الانقباض التقصيري لنفس المجموعة العضلية أثناء تغيير اتجاه الجسم لدفع الأرض وذلك لاتمام عملية الجري خلال مايطلق عليه بدورة الاطالة والتقصير المستمرة لنفس المجموعة العضلية للرجلين مما يسهم في تخزين الطاقة المطاطية غير محسوبة الكلفة الحرارية "كيلاني" (Kilani, 1988)، " كيلاني وآخرون" (Kilani et.al.,1989).

ويبقى التساؤل مطروحاً حول تحديد أثر اختلاف مستويات الجري على اقتصاد الشغل البيوميكانيكي واستهلاك الطاقة خصوصاً إذا علمنا أن طبيعة الجري في المسافات المتوسطة والطويلة يمكن أن يضطر فيها اللاعب إلى الجري خارج المضمار ويتعرض إلى مستوى أرضي مائل لأعلى (Uphill) أو مستوى أرضي مائل لأسفل (Downhill) أو المستوى الأفقي (Horizontal)، وهذا بحد ذاته يعتبر من العوامل المؤثرة على اقتصادية الجري التي تتحدد بتوفير كمية الأوكسجين المستهلكة أثناء بذل الشغل البيوميكانيكي والاعتماد على مطاطية العضلات وتخزين الطاقة عند اطاله

العضلة بانقباض تطويلي قبل الانقباض التقصيري، لاسيما أن نوعية الانقباض للعضلات المادة للرجلين تعتمد بنسبة أكبر على الانقباض التقصيري في حالة الجري على المستوى المائل لأعلى في حين تعتمد اعتماداً أكبر على الانقباض التطويلي في حالة الجري على المستوى الأفقي في دورة الأطالة والتقصير المستمرة للعضلات المادة "كيلاني" (Kilani,1989) "بيوزيك"و "كافانا" (Buczek & Cavanagh,1990).

ومن الملاحظ أن المدربين في دولة الإمارات العربية المتحدة لايزجون بلاعبيهم للتدريب على مستويات أرضية مختلفة الارتفاع وقد يعزى ذلك لعدم توفرها في كل مكان أو عدم الاهتمام بايجاد بدائل للتدريب مما يعني عدم وجود تكيف لدى اللاعبين على نوعية الانقباض الحاصل في عضلات الرجلين في الجري صاعداً أو الجري هابطاً (الجري على مرتفع أو الجري على منحدر) مما قد يعني انخفاضاً في الكفاءة البيوميكانيكية فيما لو تعرض اللاعب لمثل هذه المستويات الأرضية خلال سباقات اختراق الضاحية الدولية. كما أن هذه الدراسة تناولت النبض كمتغير بديل ومتعلق عن استهلاك الأوكسجين أثناء جمع البيانات فيكون بذلك المؤشر الفسيولوجي الذي يمكن أن يعتمد عليه المدرب، وحساب الشغل البيوميكانيكي كمؤشر متمثلاً بحساب المسافة المنجزة أثناء الاختبار أو التدريب فبذلك يمنح المدرب واللاعب فرصة الاعتماد على حديد الحمل التدريبي بمفهوم جديد هو معيار الكفاءة البيوميكانيكية الأمر الذي يفيد في إعطاء معلومات أوضح للمدرب حول أهمية التدريب في مواجهة الظروف المختلفة وعلى المستويات الثلاثة من درجات ميل الأرض (لاعلى- الاسفل- افقي) وانعكاس ذلك على التليف العضلي للمجموعات المادة للرجلين وبشكل يؤدي مستقبلاً إلى تحسين الكفاءة البيوميكانيكية.

أهداف الدراسة :

١- التعرف على تأثير اختلاف الجري على ثلاث مستويات للسير المتحك على بعض المتغيرات البيوميكانيكية.

٢- مقارنة المتغيرات البيوميكانيكية المختارة في هذه الدراسة على مستويات السير المختلفة.

٣- مقارنة الكفاءة البيوميكانيكية أثناء الجري على مستويات السير المختلفة وحتى الوصول للتعب.

فروض الدراسة :

١- يوجد فروق ذات دلالة احصائية في متغير الشغل البيوميكانيكي أثناء الجري وحتى الوصول للتعب بين مستويات الجري على السير المختلفة.

٢- يوجد فروق ذات دلالة إحصائية في متغير الكفاءة البيوميكانيكية أثناء الجري وحتى الوصول للتعب بين مستويات الجرى على السير المختلفة ولصالح الجري على المستوى الأفقي.

منهج الدراسة :

استخدم المنهج التجريبي لملائمته لطبيعة هذه الدراسة وذلك بسبب توفر ثلاث مستويات للمتغير المستقل ثم ضبط درجات الميل لأعلى أو لأسفل بالإضافة إلى التحكم في سرعة السير المتحرك للمستويات الثلاثة، وقد اعتمد تصميم المنهج التجريبي التتبعي للقياسات أثناء التغيير والتحكم في العوامل المستقلة.

وقد اشتملت الدراسة على المتغيرات التالية :

المتغير المستقلة : درجة ميل السير المتحرك وله ثلاثة مستويات :

١- المستوى الأفقي (HL) بمعدل زيادة في السرعة ٢كم/دقيقتين بحيث تكون السرعات متدرجة مابين ١١كم/ساعة ثم ١٣كم/ساعة إلى ان تصل السرعة إلى ٢٣كلم/ الساعة.

٢- المستوى المائل لأسفل (DL) بدرجة زاوية وقدرها (٣ . ٤°) عن المستوى الأفقي وزيادة سرعة بمعدل ٢كم/دقيقتين (١١كم/ساعة- ٢٥كم/ساعة) كما في المستوى الافقي.وقد اختيرت هذه الزاوية بناء على ما تناولته الدراسات السابقة في هذا المجال وإمكانية تكيف جهاز السير المتحرك مع الميلان دون توقف أو تعطل.

٣- المستوى المتدرج (درجة الميل لأعلى) (GUL) مع زيادة درجة الزاوية بمعدل ٤ . ١°/دقيقتين وثبات سرعة ١١كم/ساعة. وذلك لعدم قدرة العدائين على استكمال الاختبار على درجة ميل ثابتة وزيادة في السرعة «العرجان» و«الكيلاني» (Al- Arjan & Kilani, 1997).

المتغيرات التابعة :

١- النبض بعد مرور ٩دقائق وبعد الوصول للتعب من خلال جهاز السير.

٢- الشغل البيوميكانيكي خلال الجري وبعد الوصول للتعب عن طريق المعادلة التالية : (الوزن xالتسارع x المسافة المنجزة على السير المتحرك)ووصول اللاعب للتعب ثم عند عدم قدرة اللاعب على السير بنفس السرعة لمدة دقيقتين ويقوم اللاعب بإيقاف الجهاز بنفسه عند وضع يده على نابض ايقاف خاص

٣- الكفاءة البيوميكانيكية خلال الجري وبعد الوصول للتعب مع الأخذ بعين الاعتبار المركبات العمودية للشغل عند المستوى المائل لأسفل والمستوى المائل لأعلى عن طريق المعادلة التالية :

$$\text{الكفاءة البيوميكانيكية} = \frac{\text{معدل النبض}}{\text{الشغل البيوميكانيكى}} \times ١٠٠$$

٤- المسافة المقطوعة للوصول للتعب من خلال حساب المسافة المقطوعة على السير المتحرك.

٥- الزمن المستغرق للوصول للتعب من خلال ساعة التوقيت المبرمجة على حزام السير.

عينة الدراسة :

تكونت عينة الدراسة من ١٠ذكور من المنتخب الوطني الإماراتي للمسافات المتوسطة والطويلة حيث تم اختيارهم بطريقة عمدية في مركز تجمع تدريبهم في إمارة دبي. والجدول رقم (١) يوضح طول ووزن ونبض الراحة لعينة الدرسة.

جدول (١)

المتوسط والانحراف المعياري والحدين الأدنى والأعلى لمتغيرات الوزن ،

الطول ، العمر لأفراد عينة الدراسة (ن=١٠)

المتغيرات الديموغرافية	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
الوزن (كلغ)	٦١	٣.٢+	٥٣	٦٨.
الطول (سم)	١٧٥.١	٢.٥ +	١٧٠	١٨٠
العمر (سنة)	٢٢	٢.٧+	١٩	٢٦

محددات الدراسة :

استخدم المستوى المتدرج الميل الأعلى مع ثبات السرعة بعدم قدرة العداء على الاستمرار في الجري بدرجة زاوية ثابتة وازدياد في سرعة السير كما هو الحال في المستوى المائل لأسفل، كذلك ميل بزاوية كانت الشدة في زيادة السرعة.

إجراءات الدراسة :

تم توزيع أفراد العينة بشكل عشوائي على مستويات الجري الثلاثة وذلك لنفي أية احتمالية لتأثير حالة جري على حالة أخرى أو لوجود أثر لطريقة التدريب.

تطبيق الاختبارات :

بعد الاحماء لمدة خمس دقائق يتم إعطاء فترة ٥دقائق أخرى ليتم تآلف العينة على حزام السير ٨كلم/ساعة (نوع السير يونيفرسال) UITRAC T-4000 حيث يتم حساب المسافة والنبض والسعرات الحرارية من خلال وضع يدي اللاعب على مقابض أمامية عندما يطلب منه ذلك أثناء» لجري ولمدة ١٠ اثوان وعند الوصول للتعب لمدة عشرة ثوان لحساب النبض اليكترونياً.

تم جرى/ ركض العينة على كل مستوى بعد وصول سرعة حزام السير إلى ١١كلم/ساعة ليتم زيادتها تدريجياً في كل دقيقتين في المستويين الأفقي ولأسفل، أما بالنسبة للمستوى الأعلى فقد تم تثبيت السرعة ١١كلم/ساعة واستعيض عنها بزيادة التدرج في زيادة المنحنى لأعلى بمقدار ٤ . ١° زاوية كل دقيقتين (الكيلاني وعرجان ١٩٩٧م)(Al- Arjan & Kilani, 1997).

وقد تم تصوير العينة بواسطة كاميرا سوني وبتردد ٥٠/صورة بالثانية من المستوى الجانبي للجري وذلك لحسابات إضافية يمكن الرجوع لها عند الحاجة.

وتمت معالجة البيانات العلمية بعد حساب قيمة الشغل البيوميكانيكي والكفاءة البيوميكانيكية من البيانات الأولية وهي المسافة والوزن والنبض والزمن واستخدام الأسلوب الاحصائي الوصفي والتحليلي لهذه الغاية.

عرض ومناقشة النتائج :

يوضح جدول (٢) المتوسطات الحسابية والانحراف المعياري والحدين الأدنى والأعلى لمتغيرات الدراسة.

فيما يبين الجدول رقم (٣) مجموع ومتوسط مربعات الانحراف وقيمة (ف) ومستوى دلالتها ودرجات الحرية الناتجة من تحليل التباين الأحادي (Oneway) لمتغيرات الدراسة على مستويات الجري الثلاثة حيث توجد فروق احصائية دالة بين مستويات الجري الثلاثة في متغيرات الشغل البيوميكانيكي (BW) واللفادة البيوميكانيكية (BME) بعد انقضاء (٩دقائق) وحتى الوصول للتعب كما يظهر الجدول فروق إحصائية دالة في متغيرات زمن الاختبار والمسافة المقطوعة. وقد استخدم الباحث التحليل الاحصائي البعدي شيفيه-Scheffe) (Test لتحديد ماهية هذه الفروق ولصالح من واعتمدت قيمة (٠,٠٥).

* وتشير نتائج تحليل التباين

جدول (٣)

تحليل التباين الأحادي لمتغيرات الدراسة بين مستويات الجري الثلاثة

المتغيرات	مصدر التباين	درجات الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	قيمة (ف)	مستوى الدلالة
النبض بعد (٩)د	مستويات الجري	٢	١١٩.٦	٥٩.٨	٠.٨٩	٠.٤٢٦٦
	الخطأ	٢٧	١٨٥٨.٣	٦٨.٨		
	المجموع الكلي	٢٩	١٨٧٨.٥			
"النبض بعد الوصول للتعب	مستويات الجري	٢	١٤٠.٤٦	٧٠.٢٣	٢.٠٩	٠.١٤٣١
	الخطأ	٢٧	٩٠٦.٩	٣٣.٥٨		
	المجموع الكلي	٢٩	١٠٤٧.٣٦			
الشغل البيوميكانيكي بعد مرو (٩)د	مستويات الجري	٢	٣٢٩٨٤٨.٢	١٦٤٩٢٤.	٤٠.٤٣٥	٠.٠٠٠١*
	الخطأ	٢٧	٨٥٥٧٦.٤٢	٣١٦٩.٤٩		
	المجموع الكلي	٢٩	٤١٥٤٢٤.٦			
الشغل البيوميكانيكي الكلي	مستويات الجري	٢	١٨٥٧١٠٦.٠٣	٤٢٨٥٥٣.	٥ ٣٨	٠.٠١٠٨*
	الخطأ	٢٧	٢١٥١٢٧٩.٩١	٧٩٦٧٧.٠٣		
	المجموع الكلي	٢٩	٣٠٠٨٣٨٥.٩٥			
الكفاءة البيوميكانيكية بعد مرور (٩)د	مستويات الجري	٢	٥٠.٣٦	٢٥.١	٢٦.٤٧	٠.٠٠٠١*
	الخطأ	٢٧	٣٤.٩٩	١.٢٩		
	الكلي	٢٩				
الكفاءة البيوميكانيكية بعد الوصول للتعب	مستويات الجري	٢	٢٢.٠٤	١١.٠٢	٧.٩٠	٠.٠٠٢٠*
	الخطأ	٢٧	٣٧.٦٨	١.٣٩		
	الكلي	٢٩	٥٩.٧٣			
زمن الاختبار	مستويات الجري	٢	٤٦.٤١	١٨.٠٢	٧.٣٨	٠.٠٠٢٨*
	الخطأ	٢٧	٦٦.٥٩	٢.٤٦		
	الكلي	٢٩	١٠٣.٠١			
المسافة المقطوعة	مستويات الجري	٢	٩٧٧١٨٦٠٩.٩	٣٨٥٩٣٠٤	١٦.٦٧	٠.٠٠٠١*
	الخطأ	٢٧	١٦٢٤٩١٠٠.٩	٢٣١٤٤٨		
	الكلي	٢٩	١٣٩٦٧٧١٠.٩			

* دالة عند مستوى ٠.٠٥ > ن = ٣٠ ، قيمة (ف) الجدولية ٣.٣٥ بدرجات حرية (٢-٢٩)

وقد يعود السبب لعدم وجود فروق احصائية دالة في متغير النبض بعد مرور (٩)د . بين مستويات الجري الثلاثة إلي تساوي شدة الجري عليها حيث يشير (علاوي، ١٩٩٢م) أن التغير في شدة الحمل يمكن أن يكون عن طريق التغيير في مقدار النقل المستخدم أو عن طريق التغيير في درجة السرعة، أو في طبيعة العوائق والموانع المراد التغلب عليها، أو في زيادة صعوبة أو سهولة الأداء. ومن المعروف أن النبض يستخدم كمعيار فسيولوجي هام للقياس وأن نسبة النبض من النبض الأعلى تعد محكاً لتحديد شدة الحمل وبالتالي فإن شدة الجري ثم زيادتها عن طريق زيادة درجة ميلان السير المتحرك لأعلى كوسيلة لزيادة شدة الحمل ومن ثم زيادة السرعة على المستوى الأفقي والمستوى المائل لأسفل كوسيلة أخرى لزيادة شدة الحمل. وبالتالي فإن نتائج التحليل الاحصائي تدل على أن الشدة المستخدمة في المستويات الثلاثة لها نفس العبء الفسيولوجي الواقع على أجهزة العداء الداخلية.

وتتفق هذه النتيجة من حيث المقارنة مابين الجري على المستوى الأفقي، والمستوى المتدرج الميلان لأعلى مع ما توصل إليه كل من "ابستاين" (Epstein, 1993) "كاش" وآخرون (Kasch et al., 1976)، "باسيت" (Basset, 1988) والتي أشارت إلى عدم وجود فروق إحصائية دالة مابين الجري على المستوى الأفقي والمستوى المائل لأعلى في متغيرات النبض واستهلاك الأوكسجين (Vo_2) والحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين (Vo_2max)، وتتفق هذه النتيجة أيضاً من حيث المقارنة مابين الجري على المستوى الأفقي والمستوى المائل لأسفل مع ماتوصل إليه كل من "ويسترلاند" وآخرون (Westrlind et.al., 1994) في عدم وجود فروق إحصائية دالة في متغير النبض وذلك مابين الجري على المستوى الأفقي والمائل لأسفل بدرجة مسلان (-٧ . ٥°) ولمدة (٤٥)د، وعلى شدة تعادل ٥٠٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين (50% Vo_2max)، كذلك تتفق مع ماتوصل إليه "بيزا" وآخرون (Pizza at.al.,1995) في عدم وجود فروق إحصائية دالة مابين الجري على المستوى الأفقي والمستوى المائل لأسفل بدرجة ميلان زاوية وقدرها (-٧ . ٥°) ولمدة (٦٠)د، وعلى شدة تعادل ٧٠٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين وذلك في متغيرات النبض واستهلاك الأوكسجين بعد مرور ٣٠ و٤٥و ٦٠دقيقة. في حين تتعارض نتائج هذه الدراسة في نتائج ماتوصل

إليـه كل من "شـوان" وآخـرون (Schwane et.al.,1983) و"دك" و"كـفـانا" (Dick & Cavangh, 1987) و"يسترلاند" وآخرون (Westrlind et. al.,1992) والتي أظهرت وجود فروق احصائية دالة مابين الجري على المستوى الأفقي والمستوى المائل لأسفل في متغيرات النبض واستهلاك الأوكسجين. وقد يعزي هذا التعارض مع نتائج تلك الدراسات إلى الاختلاف الحاصل في درجات الميل والزاوية المستخدمة لأسفل (-٧ . ٥°) وإلى السرعات المستخدمة في الجري، (٧ . ١١كلم/ساعة- ٧٩ . ١٣كلم/ساعة) وكذلك الأزمان (٣٠ . -٤٥ . ٠). ولربما ذلك التفاوت يؤدي إلى تفاوت في طبيعة استخدام مخزون الطاقة المطاطية بعضلات الرجلين عند الجري على المستوى المائل وبسرعات مختلفة وبالتالي يتأثر تفاوت النبض بين الجري على المستوى الأفقي والمستوى المائل لأسفل.

ويتضح من الجدول (٤) وهو فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠٥ . ٠ في متغير الشغل البيوميكانيكي بعد مرور (٩) دقائق وذلك مابين الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى والمستوى المائل لأسفل بفارق وقدره ١٢٧ . ٥ كيلو-جول (K-J) ولصالح الجري على المستوى المائل لأسفل، ومابين الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى والمستوى الأفقي بفارق وقدره ٢٢٢ . ١ كيلو-جول (K-J) ولصالح الجري على المستوى الأفقي، ومابين الجري على المستوى المائل لأسفل والمستوى الأفقي بفارق وقدره ٩٤ . ٦ كيلو-جول (K-J) ولصالح الجري على المستوى الأفقي أيضاً ذو المتوسط الأكبر. . وهذا يدل على أن هناك فروقاً في الشغل البيوميكانيكي بين الجري على المستويات الثلاثة ويؤكد أن طبيعة المستوى وسرعة السير والتدرج في الميلان يؤشران تأثيراً مباشراً على الشغل البيوميكانيكي المنجز. وهذا يجيب على الفرضية الأولى للدراسة خلال الجري.

جدول (٤)

نتائج اختبار شيفيه للمقارنة البعدية لمتوسط الشغل البيوميكانيكي بعد مرور (٩)د ٠ وبين مستويات الجري الثلاثة لتحديد الفروق ولصالح من٠

الشغل البيوميكانيكي لوحدة الكيلوجول (J-K)				
المتوسطات	مستويات الجري	المائل لأعلى	المائل لأسفل	الافقي
١٠٠٨.١	المائل لأعلى		٢١٢٧.٥*	٢٢٢.١*
١١٣٥.٦	المائل لأسفل			٩٤.٦*
١٢٣٠.٢	الأفقي			

* دالة عند مستوى ٠,٠٥>

ويعزى وجود فروق إحصائية دالة في متغير الشغل البيوميكانيكي بين الجري على المستوى الأفقي والمستوى المائل لأعلى بعد مرور ٩دقائق إلى أن زيادة الشغل البيوميكانيكي على المستوى الأفقي على المستوى المتدرج الميلان لأعلى كان يتم من خلال زيادة درجة الميلان لأعلى كوسيلة أخرى لزيادة ناتج الشغل البيوميكانيكي حيث أن أهم نقطتين تؤثران على كمية الشغل الشغل المنجزة لقيمة عددية هما وزن الجسم والمسافة المقطوعة فكلما كانت المسافة والوزن المحمول خلال هذه المسافة مرتفعين كلما ارتفع ناتج الشغل المنجز فالجري على المستوى الأفقي لايتأثر بالجذب الأرضي أي أن الجذب الأرضي يكون محايداً في الاتجاه العمودي يانتا" وآخرون (Wanta et.al., 1993) وبذلك يكون الجري في المستوى الأفقي أسهل من الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى وذلك لأن حاصل مجموع الشغل أثناء الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى يحسب بإضافة الشغل الأفقي المنجز إلى الشغل العامودي المنجز وبشكل مضاد ومعاكس لعمل الجذب الأرضي وهو مايسمى بالشغل الايجابي "ديك"و "كفانا" (Dick & Cavanagh, 1987) فيما أشار "استراند" و"رودهيل" (Astrand & Rodahil, 197) إلى احتمالية أن تكون طريقة الجري على السير المتحرك على درجات ميل لأعلى مع تزايد سرعة الجري مجهدة لبعض العدائين وبالتالي حصول التعب قبل وصول العداء إلى حده الحقيقي لاستهلاك الأوكسجين عند المقارنة بالجري على المستوى

الأفقي وهذا بحد ذاته سيؤدي إلى انخفاض ناتج الشغل البيوميكانيكي المنجز على المستوى المتدرج الميلان لأعلى. فيما يعزى وجود فروق احصائية دالة في متغير الشغل البيوميكانيكي بعد مرور (٩)د. وذلك مابين الجري على المستوى الأفقي والمستوى المائل لأسفل في أنه وعلى الرغم من تساوي السرعات تبين الجري على هذين المستويين كوسيلة لزيادة شدة الجري وناتج الشغل البيوميكانيكي المنجز لقيمة عددية إلا أن مجموع الشغل المنجز خلال الجري على المستوى المائل لأسفل هو عبارة عن الشغل الأفقي مطروحاً منه الشغل العمودي (الهاشمي ، ١٩٩١) وذلك لأن العداء لايبذل فيه شغلاً عمودياً لأنه يقوم بالجري باتجاه الجذب الأرضي مما يشكل له عاملاً مساعداً في عملية الجري وهو مايسمى بالشغل السلبي "ديك"و "كفانا" (Dick & Cavangh, 1987).

جدول (٥)

نتائج اختبار شيفيه للمقارنة البعدية لمتوسط الشغل البيوميكانيكي بعد الوصول للتعب بين مستويات الجري الثلاثة لتحديد الفروق ولصالح من

الشغل البيوميكانيكي لوحدة الكيلوجول (K-J)				
المتوسطات	مستويات الجري	المائل لأعلى	المائل لأسفل	الافقي
١٨٨١.٤	المائل لأعلى		٤١٠.٢ *	٢٤٦.٥
٢٢٩١.٦	المائل لأسفل			١٦٣.٧
٢١٢٧.٩	الأفقي			

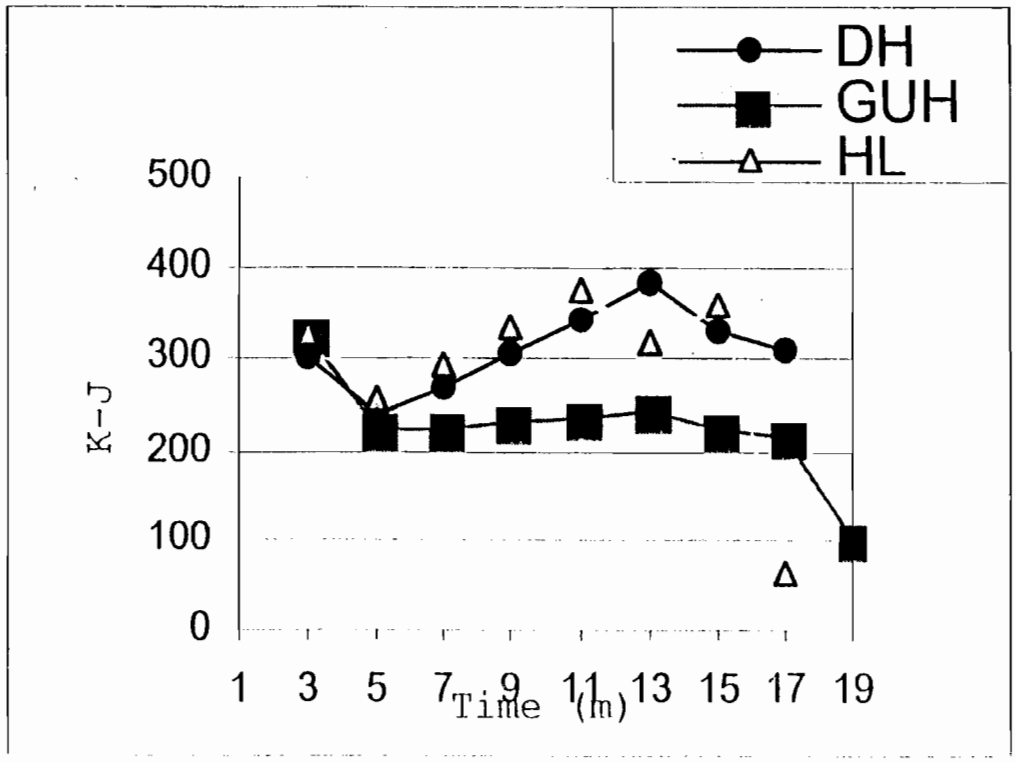
* دالة عند مستوى <٠.٠٥

ويتضح من الجدول رقم (٥) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى <٠.٠٥ في متغير الشغل البيوميكانيكي الكلي بعد الوصول للتعب وذلك مابين الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى والمستوى المائل لأسفل بفارق وقدره ٤١٠.٢ كيلو- جول (K-J) ولصالح الجري على المستوى المائل لأسفل في حين أن الفوارق الأخرى لم تكن كافية لإظهار دلالات احصائية بين الجري على المستويات الأخرى..

والسبب في ذلك تفاوت أداء الراكضين على المستوى الأفقي والمستوى لأعلى مما قلل إظهار فروق ذات أهمية إحصائية، ويوضح الشكل رقم (١) سير الشغل البيوميكانيكي للوصول إلى حالة التعب ، حيث يوضح الشكل تفاوت وصول الأفراد لحالة التعب بين الجري على المستويات الثلاثة وكذلك عدد الذين وصلوا إلى حالة التعب في كل مستوى بالنسبة للزمن.

ويعزى عدم وجود فروق إحصائية دالة في متغير الشغل البيوميكانيكي بعد الوصول إلى التعب وذلك مابين الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى والمستوى الأفقي (جدول رقم ٥) إلى التفاوت الحاصل بين العدائين في لحظة الوصول إلى التعب شكل(١) .حيث يزداد الشغل البيوميكانيكي كلما حصل التعب متأخراً مما يزيد من الشغل البيوميكانيكي العمودي إضافة إلى الشغل البيوميكانيكي الأفقي وهذا يفسر عدم وجود الفروق ذات الدلالة الاحصائية. وهذا الأمر يفسر عدم وجود فروق احصائية دالة في هذا المتغير بعد الوصول للتعب وذلك مابين الجري على المستوى الأفقي والمائل لأسفل حيث يزداد زمن الجري عليالمستوى المائل لأسفل عن زمن الجري على المستوى الأفقي بمقدار (٣ . ١) وإن كانت هذه الزيادة غير دالة إحصائياً إلا أنها تسمح بزيادة مستوى الشغل العمودي السلبي الذي يمكن أن يؤثر على نتاج الشغل الكلي في هذا المستوى.

فيما يعزى وجود فروق إحصائية دالة في تنفيذ الشغل البيوميكانيكي بعد الوصول إلى التعب وذلك مابين الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى والمائل لأسفل إلى أن درجات الميل لأعلى إلى تفاوت الاتجاه مع أخذ الجذب الأرضي بشكل واضح بين المستويين. .



شكل رقم (٢)

يوضح سير الشغل البيوميكانيكي بوحدة الكيلو-جول

جدول (٦)

نتائج اختبار شيفيه للمقارنة البعدية لمتوسط الكفاءة البيوميكانيكية بعد مرور (٩)د. وبين مستويات الجري الثلاثة لتحديد الفروق ولصالح من.

المتوسطات	مستويات الجري	المائل لأعلى	المائل لأسفل	الافقي
١٦.٩	المائل لأعلى		١.٦*	٣.١*
١٥.٣	المائل لأسفل			١.٥*
١٣.٨	الأفقي			

* دالة عند مستوى <٠.٠٥

ويتضح من الجدول رقم (٦) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ في متغير الكفاءة البيوميكانيكية بعد مرور (٩)دقائق وذلك مابين الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى والمستوى المائل لأسفل بفارق وقدره ١,٦ ومابين الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى والمستوى الأفقي بفارق وقدره ٣,١ ومابين الجري على المستوى المائل لأسفل والمستوى الأفقي بفارق وقدره ١,٢ ولصالح الجري على المستوى الأفقي ذو المتوسط الأقل لأن الكفاءة البيوميكانيكية تكون أفضل كلما كان الرقم أقل كلما كانت الكفاءة أفضل حيث أن الشغل المنجز يتم بصرف طاقوي أقل.

ويمكن تفسير هذه الفروق الاحصائية الدالة في هذا المتغير بين الجري على المستوى الأفقي والمستوى المتدرج الميلان لأعلى بعد مرور (٩) دقائق وبعد الوصول إلى التعب أيضاً. (جدول ٧) إلى احتمالية أن يكون أفراد عينة الدراسة متعودين على الجري على المستوى الأفقي وهذا أدى إلى حصول تكيف في عضلات الرجلين على نسبة معينة من الانقباض التقصيري والتطويلي الحاصل على مجموعة العضلات المادة للفخذ الأمامي أثناء دورة المط والتقصير "الكيلاني" (Kilani, 1988). ومن الطبيعي أن ينعكس هذا التكيف على الكفاءة البيوميكانيكية والمعبرة عن اقتصادية الجري. وكون أن العينة تمارس معظم تدريباتها في مستويات أفقية حسب طبيعة المضمار وطبيعة تضاريس المنطقة وهي ساحلية ومنبسطة مما لايضيف إمكانية التكيف لمدى من الانقباض التطويلي أو التقصيري لتلك العضلات المادة وبذلك تنفض قيمة الكفاءة البيوميكانيكية عند الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى والتي يحتاج فيها العداء إلى بذل جهد أكبر للتغلب على الجاذبية الأرضية "وانتا" آخرون (Wanta, et. al., 1993).

كما يمكن أن يعود سبب هذا الفارق إلى أن الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى يحث وحدات حركية أخرى وأكبر في مجموع عملها من تلك التي تسهم وتنجز الجري في المستوى الأفقي "سايمنسون" (Simenson et.al.,1995). وهذا يؤدي إلى انخفاض الكفاءة البيوميكانيكية كما يؤكد ذلك "كوستيل وآخرون (Costill

الجري على المستوى الأفقي والمستوى المائل لأسفل ولصالح الجري عن المستوى الأفقي لعدم تعود العدائين على ممارسة مثل ذلك النوع من الجري على المستوى المائل لأسفل وباتجاه الجذب الأرضي وبالتالي عدم وجود تكيف خاص بالانقباض التطويلي الحاصل في مجموعة عضلات الفخذ الأمامية مما أدى إلي انخفاض الكفاءة البيوميكانيكية في هذا المستوى. ومن الممكن أن أفراد عينة الدراسة يقومون برفع مركز ثقل الجسم أثناء الجري لأسفل وبالتالي الهبوط بشدة على السير المتحرك وبقوة صدم أكبر مقارنة مع الجري بالمستوى الأفقي "ستوان وآخرون (Schwane et.al.,1983). ويبدو أن تعود العداء في الجري على المستوى المائل لأسفل تزيد من قوى الصدم العامودية بنسبة ١٤٪ عن الجري على المستوى الأفقي «سشوان وآخرون» (Schwane et. al.,1983) ويبدو أن تعود العداء في الجري على المستوى المائل لأسفل يجبره على خفض مركز ثقل الجسم وبالتالي يقلل من قيمة الصدم وهذا ما يؤكده «ايفرسون» و«مكماهون» (iverson & McMahon , 1992) بأن طبيعة الجري على المستوى المائل تزيد من قوى الصدم العامودية بنسبة ١٤٪ عن الجري على المستوى الأفقي. وبذلك فإن ممارسة التدريب على هذا المستوى المائل لأسفل يساعد العداء على تخفيف قوى الصدم.

كما أن الجدول رقم (٣) والجدول رقم (٧) يشيران إلى عدم وجود فروق إحصائية دالة في متغير النبض والشغل البيوميكانيكي بعد الوصول للتعب وذلك مابين الجري على المستوى الأفقي والمائل لأسفل وكون أن الكفاءة البيوميكانيكية مشتقة من عامل النبض والشغل البيوميكانيكي وذلك مابين الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى والمائل لأسفل بعد مرور (٩)دقائق وبعد الوصول للتعب ولصالح الجري على المستوى المائل لأسفل إلى صعوبة الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى كون أن العداء يبذل شغلاً أفقياً وآخر عمودياً ضد اتجاه الجذب الأرضي، في حين يبذل العداء شغلاً أفقياً ناقصاً الشغل العمودي أثناء الجري على المستوى لأسفل.

جدول (٧)

نتائج اختبار شيفيه للمقارنة البعدية لمتوسط الكفاءة البيوميكانيكية بعدالوصول للتعب وبين مستويات الجري الثلاثة لتحديد الفروق ولصالح من

المتوسطات	مستويات الجري	المائل لأعلى	المائل لأسفل	الافقي
١٠.٥٪	المائل لأعلى		١.٩*	٣.١*
٨.٦٪	المائل لأسفل			٠.٦
٩.٢٪	الأفقي			

* دالة عند مستوى ٠.٠٥

ويتضح من جدول رقم (٧) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠.٠٥ في متغير الكفاءة البيوميكانيكية بعد الوصول للتعب وذلك مابين الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى والمستوى المائل لأسفل بفارق قدره ١.٩ ولصالح الجري على المستوى المائل لأسفل ومابين الجري علي المستوى المتدرج الميلان لأعلى والمستوى الأفقي بفارق وقدره ١.٣ ولصالح الجري على المستوى الأفقي في حين أن الفرق ٠.٦ وذلك مابين الجري على المستوى المائل لأسفل والمستوى الأفقي لم يكن فرقاً ذو أهمية ليظهر دلالة إحصائية.

جدول (٨)

نتائج اختبار شيفيه للمقارنة البعدية لمتوسط زمن الاختبار للوصول للتعب وبين مستويات الجري الثلاثة لتحديد الفروق ولصالح من.

زمن الاختبار/دقيقة

المتوسطات	مستويات الجري	المائل لأعلى	المائل لأسفل	الافقي
١٦.٥	المائل لأعلى		١.٣	-٢.٠*
١٥.٢	المائل لأسفل			١.٧
١٣.٥	الأفقي			

* دالة عند مستوى ٠.٠٥

ويتضح من جدول رقم (٨) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ في متغير زمن الاختبار وذلك مابين الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى بمتوسط وقدره ١٦,٥دقيقة والمستوي الأفقي بمتوسط وقدره ١٣,٥دقيقة فقط وبفارق قدره ٢,٧دقيقة ولصالح الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى في حين أن الفروق الأخرى لم تكن ذات أهمية لتظهر الدلالة الإحصائية.

وتتعارض هذه النتيجة مع ماتوصل إليه "كاش" وآخرون (Kasch et.al.,1976) في عدم وجود فروق إحصائية دالة بين هذين المستويين من الجري في زمن الاختبار، وقد يعزى ذلك إلى الاختلاف في إجراءات ومحددات الدراستين لتحديد لحظة الوصول للتعب.

فمن المعروف أن لاعبي الجري للمسافات الطويلة يتميزون بصفة التحمل الدوري التنفسي، وعليه فإن نظام الطاقة المستخدم يكون أوكسجينياً في أغلب الأوقات وكون أن السرعة قد ثبتت في الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى الأمر الذي جعل العدائين يستمرون في الجري لفترة زمنية أطول من الجري على المستوى الأفقي وذلك بسبب زيادة السرعة بعد مرور ١٣دقيقة من ١١كلم/ساعة إلى ٢٣كلم/ساعة وبحيث لم يستطيع الجري على هذه السرعة سوى (٧) أفراد من عينة الدراسة، في حين تجاوز ثلاثة عدائين فقط هذه السرعة إلى سرعة ٢٥كلم/ساعة مما أدى إلى تدخل أنظمة لاأوكسجينية أخرى وهي النظام الفوسفاجيني والنظام اللاكتيكي.

ولكن عند مقارنة متغير الزمن بين الجري على المستوى الأفقي والجري على المستوى المائل لأسفل فلم يكن هناك فروق دالة احصائياً كما هو واضح في الجدول رقم (٨) ولربما يكون ذلك بسبب تشابه أسلوب الجري من حيث تزايد السرعة ومن حيث تعاقب الانقباض العضلي التطويلي والتقصيري للعضلات المادة للرجلين في المستويين.

أما عدم وجود فروق احصائية دالة في متغير الزمن وذلك مابين الجري على المستوى المائل لأسفل يتميز بوجود مساعدة من الجذب الأرضي للعداء لأن جزء من الجري يكون باتجاه الجاذبية الأرضية "وانتا" وآخرون (Wanta et.al.,1993)، "اليستون" وآخرون (E ston et.al.,1995) مما أسهم في زيادة متوسط زمن الجري

لأفراد العينة واقترابه من متوسط زمن الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى ذو السرعة الثابتة.

جدول (٩)

نتائج اختبار شيفيه للمقارنة البعدية لمتوسط المسافة المقطوعة للوصول للتعب بين مستويات الجري الثلاثة لتحديد الفروق ولصالح من

المسافة المقطوعة/كلم

المتوسطات	مستويات الجري	المائل لأعلى	المائل لأسفل	الافقي
٢٩٦٨,٠	المائل لأعلى		١٢٩٢,١*	٦٩٨,٣*
٤٢٦,٨١	المائل لأسفل			٥٩٣,٨*
٣٦٦٧,-	الأفقي			

* دالة عند مستوى ٠,٠٥

يتضح من الجدول رقم (٩) وجود فروق ذات دلالة احصائية عند مستوى ٠,٠٥ في متغير المسافة المقطوعة وذلك ما بين الجري على المستوى المائل المتدرج الميلان لأعلى والمستوى المائل لأسفل بفارق وقدره ١٢٩٢,١م ومابين الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى والمستوى الأفقي بفارق وقدره ٦٩٨,٣م ومابين الجري على المستوى المائل لأسفل والمستوى الأفقي بفارق وقدره ٥٩٣,٨م ولصالح الجري على المستوى المائل لأسفل ذو المتوسط الأكبر.

ويعزى وجود فارق بين الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى والمستوى الأفقي والتي كانت تتم من خلال زيادة سرعة الجري تسمح بزيادة المسافة المنجزة خلال مراحل زيادة عبء الجهد في حين أن سرعة الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى كانت ثابتة ١١كلم/ساعة بما لايتيح لقطع مسافات كبيرة كما هو الحال في الجري على المستوى الأفقي وهذا يتفق مع ماتوصل إليه "كاش" وآخرون (Kasch et.al.,1976) وهذا الأمر أيضاً يفسر وجود فروق إحصائية دالة مابين الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى والمستوى المائل لأسفل ولصالح المائل لأسفل ويمكن كما تشير النتائج البعدية في الجدول (٩) على أن هناك فروقاً دالة إحصائياً بين الجري على المستوى

الأفقي والمائل لأسفل ولصالح المائل لأسفل وذلك في متغير المسافة المقطوعة وذلك لسهولة الجري على المستوى المائل لأسفل حيث أن عامل الجذب الأرضي يسهم في الاتجاه العامودي فيقل العبء على العداء مما يؤخر لحظة حدوث التعب فيقطع مسافة أكبر بالرغم من تساوي تتدرج زيادة السرعة بين الجري على المستويين الأفقي والمائل لأسفل "وانتا" وآخرون (Wanta et al.,1993) "ايستون" وآخرون (Eston et.al.,1995) وإن زيادة متوسط زمن الجري بفارق ٥ . ١دقيقة، وإن كان غير دال إحصائياً، إلا أن ذلك الأمر أدى إلى أن ذلك الأمر أدى إلى زيادة المسافة الكلية المقطوعة وبدلالة إحصائية.

خلاصة النتائج :

في ضوء عرض النتائج ومناقشتها نتوصل إلى النتائج التالية :

١- لاتوجد فروق احصائية دالة في متغير النبض بين مستويات الجري الثلاثة بعد مرور (٩)دقائق وبعد الوصول للتعب.

٢- توجد فروق إحصائية دالة في الشغل البيوميكانيكي بعد مرور (٩)دقائق وفي الكفاءة البيوميكانيكية بعد مرور (٩)دقائق وبعد الوصول للتعب وفي المسافة المقطوعة للوصول للتعب وذلك مابين الجري على المستوى الأفقي والمتدرج الميلان لأعلى ولصالح الجري على المستوى الأفقي.

٣- لايوجد فروق إحصائية دالة في الشغل البيوميكانيكي المنجز بعد الوصول للتعب وذلك مابين الجري على المستوى الأفقي والمستوى المتدرج الميلان لأعلى.

٤- يوجد فروق إحصائية دالة في الشغل البيوميكانيكي المنجز وفي الكفاءة البيوميكانيكية بعد مرور (٩)دقائق وذلك مابين الجري على المستوى الأفقي والمائل لأسفل ولصالح الجري على المستوى الأفقي.

٥- لايوجد فروق إحصائية دالة في الشغل البيوميكانيكي المنجز وفي الكفاءة البيوميكانيكية بعد الوصول للتعب وكذلك في متغير الزمن المستغرق للوصول للتعب وذلك مابين الجري على المستوى الأفقي والمائل لأسفل.

٦- يوجد فروق إحصائية دالة في الشغل البيوميكانيكي المنجز وفي الكفاءة البيوميكانيكية بعد مرور (٩)دقائق وبعد الوصول للتعب وفي متغير المسافة المنجزة للوصول للتعب وذلك مابين الجري على المستوى المائل لأسفل والمستوى المتدرج الميلان لأعلى ولصالح الجري على المستوى المائل لأسفل.

٧- لايوجد فروق احصائية دالة في متغير الزمن المستغرق للوصول للتعب وذلك مابين الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى والمستوى المائل لأسفل.

٨- يوجد فروق إحصائية دالة في الزمن المستغرق للوصول إلى التعب وذلك مابين الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى والمستوى الأفقي ولصالح الجري على المستوى المتدرج الميلان لأعلى.

٩- يوجد فروق إحصائية دالة في المسافة المقطوعة للوصول للتعب وذلك مابين الجري على المستوى المائل لأسفل والمستوى الأفقي ولصالح الجري على المستوى المائل لأسفل.

الاستنتاجات :

١- أعلى نبض يصله اللاعب وأي نبض في أي مرحلة أثناء فترة الجري لايتغير بتغير مستويات الجري إذا كانت شدة الجري المستخدمة سواء كانت بالسرعات أو بالميلان متقاربة.

٢- هناك تفاوت لانجاز الشغل البيوميكانيكي المنجز عند الجري على المستويات الثلاثة قبل الوصول للتعب، ولكن هذا التفاوت يزول عند بذل أقصى جهد وحتى الوصول للتعب.

٣- إن أفضل شغل بيوميكانيكي ينجز وكفاءة بيوميكانيكية تنجز قبل الوصول لحالة التعب يكون في الجري على المستوى الأفقي في حين أن أفضل كفاءة بيوميكانيكية قبل الوصول لحالة التعب تكون في الجري على المستوى المائل لأعلى ولأسفل.

٤- يكون التباين أوضح في بعض المتغيرات المقاسة كالكفاءة البيوميكانيكية والشغل البيوميكانيكي بين الجري على مستوى متدرج الميلان لأعلى والجري على مستوى مائل لأسفل.

٥- يوجد تناسب طردي مابين سرعة الجري وقيمة الشغل البيوميكانيكي المنجز.

التوصيات :

١- أن تتضمن برامج التدريب للجري سرعات ودرجات ميل مختلفة في كافة مستويات الأرض المرتفعة والمنخفضة والمائلة لأسفل حتى يتم التكيف الشامل على مختلف المتغيرات والمؤثرات لتدعيم الكفاءة البيوبيكانية تدعم الكفاءة البيوميكانيكية.

٢- ان تحدد شدة التدريب وفترة زمن الجري بناءً على أسباب الكفاءة البيوميكانيكية للاستدلال على كثافة الحمل التدريبي بين المجموعات التدريبية المتفاوتة في مختلف مستويات الأرض.

٣- دراسة اختلاف تأثير المستويات على طول وتردد الخطوة وعلاقة ذلك بالكفاءة البيوميكانيكية.

٤- تحري العلاقة مابين التدريب على الجري على المستوى المائل لأسفل والمائل لأعلى على النجاز خلال الجري على المستوى الأفقي.

٥- اجراء دراسة للتعرف على بيوميكانيكية الأداء التي تسهم في رفع معدل النبض خلال الجري على المستوى المائل لأسفل.

جدول رقم (٢)

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والحدين

الأدنى والأعلى (ن =١٠)

مستويات الجري / المتغيرات	المستوى الأفقي				المستوى المتدرج الميلان لأعلى				المستوى المائل لأسفل			
	س	ع	الأدنى	الأعلى	س	ع	الأدنى	الأعلى	س	ع	الأدنى	الأعلى
النبض بعد مرور (٩) د.	١٦٠	٨.٤	١٤٩	١٧٥	١٦٥	٨.٥	١٥٠	١٧٦	١٦٤	٧.٧	١٥٣	١٧٦
النبض بعد الوصول للتعب	١٩٣	٧.٤	١٨٢	٢٠٥	١٩٨	٤.٥	١٨٩	٢٠٥	١٩٥	٤.٩	١٨٦	٢٠٣
الشغل البيوميكانيكي بعد مرور (٩)د.	١٢٣.٣	٥٩.١	١١٤٤.٤٥	١٣٠٧.٩	١٠٠٨.١	٤٨.٥	٩٣٦.٩	١٠٧٠.٨	١١٣٥.٧	٥٤.٦	١٠٥٦.٣	١٢٠٧.٢
الشغل البيوميكانيكي الكلي	٢١٢٧.٩	٣٢٩	١٦٧٤.٥	٢٦٨٨.٣	١٨٨١.٤	٢٣٤.٧	١٤٥٣.٤	٢٣٠٥.٨	٢٢٩١.٦	٢٧٥.٠٧	١٨٧١	٢٧٩٥.٤
الكفاءة البيوميكانيكية بعد مرور (٩)د.	٪١٣.٨	١	٪١٢.١	٪١٥.٦	٪١٦.٩	١.١	٪١٥.١	٪١٨.٨	٪١٥.٣	١	٪١٣.٦	٪١٧.١
الكفاءة البيوميكانيكية بعد الوصول للتعب	٪٩.٢	١.٢	٪٧.٢	٪١١.١	٪١٠.٥	١.٢	٪٨.٥	٪١٣	٪٨.٦	٪١.٠١	٪٧.٠٨	٪١٠.٥
زمن الاختبار (د)	١٣.٥	١.٦	١١.٥	١٥.٣	١٦.٥	١.٨	١٣.٢	١٨.٥	١٥.٢	١.١	١٤.١٦	١٧.٠
المسافة المقطوعة (م)	٣٦٦٧	٥٨٦.٥	٢٨٩٣.٣	٤٢٨١.٩	٢٩٦٨.٧	٣٩٢.٤	٢٣٨٣.٣	٣٣٨٨.٥	٤٢٦٠.٨	٤٧٥.٤	٣٦٣٨.٨	٤٩٢٧.٧

المراجـــــع :

- الكيلاني، هاشم عدنان، ١٩٩٥: علاقة بعض المبادىء البيوميكانيكية بالقياس والتقويم الرياضي، وقائع المؤتمر الرياضي العلمي الثالث، الجامعة الأردنية، عمان.
- الهاشي، سمير مسلط، ١٩٩١ : الميكانيكا الحيوية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، ص١٨٩، ١٩٩٢، ١٩٩٤م.
- حسام الدين، طلحة حسين، ١٩٩٤: الأسس الحركية والوظيفية للتدريب الرياضي، ط١، دار الفكر العربي، القاهرة، ص١١٣، ١٠، ١١٤.
- علاوي، محمد حسن، ١٩٩٢: علم التدريب الرياضي، ط١٢، دار المعارف، القاهرة، ص٥٧-٥٨.

AlArjan & Kilani (1997). Effect of different Level of Treadmill Running on the Biomechanical Work Economy. Int. Symp. on Biomechanics in Sports Presentation. Denton Texas; U.S.A.

Astrand, Per-Olof & Rodahl, Kaare (1977). Textbook of Work Physiology, 2nd. Edition. McGraw-Hill Book Company,U.S.A., p. 99, 305-306, 657.

Bassett, David Robinson (1988). Measurement of Mechanical Work and Energy Expenditure in Running and Bicycling. Dissertation Abstract No. AAC 8824082.

Bowers, Richard. W. & Fox Edward, L. (1988). Sports Physiology. Third Edition. Wm. C. Brown Publishers. U.S.A., p.15, 421. 119: 214.240.