تأثير التدريب في مستوى أنزيم الكرياتين كيناز عند الخيول العربية الأصيلة السورية

وسيم إبراهيم[*] طارق عبد الرحيم[**]

الملخص

تم تنفيذ التجربة في ميدان سباق دمشق في منطقة الديماس – ريف دمشق. وشملت الدراسة (٢٩) رأس من الخيول العربية الأصيلة السورية يتراوح عمرها ما بين ٢ – ٩ سنوات ومقسمة إلى ثلاث مجموعات حسب خبرتها التدريبية السابقة، وخضعت لبرنامج تدريبي لمدة ستة أشهر، وتم أخذ قراءات مؤشر مستوى أنزيم الكرياتين كيناز في الدم في أربع فترات (قبل بدء التمرين وبعد نهاية التمرين وبعد ٣٠ دقيقة وبعد ٦٠ دقيقة من نهاية التمرين) وبفاصل ١٥ يوماً بين التمرينات، بهدف تحديد تغيرات مؤشر الكرياتين كيناز أثناء التدريب.

أظهرت النتائج وجود تأثير معنوي ($P<0.05$) للتمرين على مؤشر مستوى أنزيم الكرياتين كيناز في الدم، وأن التدريب المستمر يؤدي لانخفاض في مستويات أنزيم الكرياتين كيناز التي ترتفع نتيجة التمرين وذلك مع تقدم العملية التدريبية في مختلف مجموعات التجربة وضمن فترات التمرين المدروسة.

بينت التجربة أنه يمكن الاعتماد على مؤشر مستوى أنزيم الكرياتين كيناز كمؤشر جيد لتقدير مستوى تقدم اللياقة عند الخيول العربية الأصيلة السورية خلال العملية التدريبية.

الكلمات المفتاحية: الخيول العربية، أنزيم الكرياتين كيناز، التدريب.

[*]قسم الإنتاج الحيواني، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

[**]قسم الإنتاج الحيواني، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

Effect of Training on Creatine Kinase enzyme level of Syrian Purebred Arabian Horses

W. Ibraheem[*] T. Abdalraheem[**]

Abstract

The Experiment Was carried out in Damascus Horse race track- Al Demas- Damascus Countryside. The study included (29) Purebred Arabian horses at the ages of 2-9 years which were divided into three groups according to their training backgrounds.

The horses underwent a six-month training program and Creatine kinase values were taken over four periods (before, after, 30min and 60 min of exercise) with a 15-day interval between exercises to determine alterations of CK levels during training.

Results showed that there was a significant effect ($P<0.05$) of training on CK level and that continuous training led to a decrease in the rising- by -exercise CK level while progressing in the training process. The significant effect was observed in all different groups and within the studied exercising periods.

The experiment showed the CK level as a good indicator for fitness progress level in Syrian purebred Arabian horses during training.

Key Words: Arabian horse, Creatine kinase, Training**.**

[*] Department of Animal production, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

[**] Department of Animal production, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

المقدمة:

يعتبر الهدف الرئيسي من العملية التدريبية إحداث تكيفات مرغوبة في أجهزة الجسم بحيث يتم تقليل الإجهاد الناجم عن التمرين إلى الحد الأدنى وبالتالي تجنب حدوث الإصابات أو الإجهاد (Over Training)، ويتم ذلك من خلال التكرار المزمن والمدروس للحصص التدريبية وإعادة تشكيل البرنامج التدريبي بما يلائم سير العملية التدريبية ومستوى التقدم المكتسب في اللياقة البدنية والذي يختلف من حصان إلى أخر ومن نسيج لأخر من أجهزة الجسم الخاضعة للإجهاد عبر التمرينات المطبقة (Art, 2011)، لذا حازت المؤشرات التي تعكس حالة اللياقة ومدى التقدم المكتسب فيها من خلال العملية التدريبية اهتمام الدراسات والباحثين والمدربين (Evans, 2000; Marlin and Nankervis, 2002; Barratt *et al.*, 2010)

يلعب أنزيم الكرياتين كيناز Creatine Kinase دور وظيفي هام في توفير الأدنيوزين ثلاثي الفوسفات (ATP) وإتاحته للانقباض العضلي عن طريق توسطه تفاعل الفسفرة للأدنيوزي ثنائي الفوسفات (ADP) (Cardinet,1997)، وأفاد Beech (١٩٩٧) بأن التحديد المتقطع للزيادة الحاصلة في مستوى أنزيم الكرياتين كيناز في المصل أو البلازما بعد التمرين يساعد في تشخيص حالة التثبيط العضلي الناجم عن التمرين والذي يعرف عادة بانحلال الربيدات الإجهادي (Exertional Rhabdomyolsis).

أوضحت دراسات فيزيولوجيا التدريب عند البشر أن التدريب اليومي يسبب زيادة مستمرة في مستوى أنزيم الكرياتين كيناز وأن قيم مستوى أنزيم الكرياتين كيناز في حالة الراحة كانت أعلى عند الرياضيين بالمقارنة مع غير الرياضيين أو الذين لا يملكون خلفية تدريبية سابقة (Kratz et al.,2002; Fallon et al.,1999). بيّن Macleay *et al.,* (٢٠٠٠) تأثير نوعية التمرين على مستوى أنزيم الكرياتين كيناز من خلال ارتفاع مستواه عند خيول الثور بريد (Thoroughbred) التي نفذت تمارين الجري الخفيف (Canter) والمشي (Walk)

المتناوب مع الخبب (Trot) بالمقارنة مع الخيول التي نفذت تمارين الجري السريع (Gallop)، وعزا هذا الارتفاع إلى ارتباط مستويات هذا الأنزيم مع طول فترة التمرين ونوعه وزيادة احتمال التعرض لانحلال الربيدات الإجهادي، وهذه النتائج تنسجم مع اعتبار العديد من الدراسات الأنزيمات العضلية – ومنها أنزيم الكرياتين كيناز – مؤشرات للحالة العضلية ولمدى تضرر الأنسجة العضلية والتي تختلف بشكل واسع تبعاً للحالة الفيزيولوجية وتبعاً للجهد المطبق خلال التمرينات (Cervellin and Comelli,2010). ويتفق ذلك مع ما أشارت إليه دراسة Teixeira-Neto *et al.,* (١٩٩٧) على الخيول العربية الأصيلة في البرازيل والتي أفادت بوجود تأثير معنوي ($P<0.05$) للتمرين على مستوى أنزيم الكرياتين كيناز وارتفاعه في الفترة التالية مباشرة للتمرين، ومع ما أفاد به Towfik *et al.,* (٢٠١٧) بوجود تأثير معنوي ($P<0.05$) للتمرين على مستوى أنزيم الكرياتين كيناز قبل وبعد ٦ ساعات من أداء التمرين عند الخيول العربية الأصيلة العراقية.

تعتبر الجمهورية العربية السورية تعد جزءاً هاماً من الموطن الأصلي لسلالة الخيول العربية الأصيلة والتي كان لها دور رئيسي في تأسيس وتحسين العديد من سلالات الخيول العالمية(عبد الرحيم، 2012)، وبالرغم من ذلك لا تتوفر أي دراسة تتناول ظروف التدريب في الجمهورية العربية السورية بما يلبي احتياجات المربين والمدربين خلال الموسم التدريبي.

هدف البحث:

دراسة تغيرات مؤشر مستوى أنزيم الكرياتين كيناز تحت تأثير التدريب وبحسب الخلفية التدريبية للخيول الخاضعة للعملية التدريبية وذلك بهدف تقويم تطور اللياقة مع تقدم البرنامج التدريبي ضمن ظروف التدريب في القطر وبما يلبي احتياجات المدربين والمربين لتجنب الإصابات والإجهاد.

مواد البحث وطرائقه:

مكان تنفيذ التجربة:

أجريت التجربة على أرض ميدان سباق دمشق الرملي الذي يبلغ طوله ١٢٥٠م والواقع في منطقة الديماس في محافظة ريف دمشق على خط عرض ٣٣.٥٥٨٩١١ درجة شمال خط الاستواء وخط طول ٣٦.١٧٠٨٩٥ شرق غرينيتش ويرتفع عن سطح البحر ١٢٧٠ م ويبلغ معدل الأمطار فيه ٣٠٠–٤٠٠ ملم/سنة.

حيوانات التجربة:

شملت التجربة ٢٩ رأس من الخيول العربية الأصيلة السورية تتراوح أعمارها ما بين ٢–٩ سنوات والتي تخضع لنظام الإيواء المغلق في اسطبلات الديماس التابعة للجمعية السورية للخيول العربية الأصيلة وتخضع لنظام تغذية موحد لجميع الحيوانات وفق النموذج التقليدي (دريس – حبوب – بعض الإضافات العلفية) مع توافر الماء بشكل حر أمام الحيوانات والتي تم تقسيمها إلى مجموعتين حسب الخلفية التدريبية السابقة:

المجموعة	عدد الخيول	الخلفية التدريبية
خبير	١١ (١١ ذكر)	أكثر من موسم تدريبي
قليل الخبرة	٨ (٤ ذكور + ٤ إناث)	موسم تدريبي
عديم الخبرة	١٠ (٥ ذكور + ٥ إناث)	تتدرب لأول مرة

بروتوكول التجربة:

خضعت الخيول لبرنامج تدريبي امتد لمدة ١٨ أسبوع (٦ أشهر) وتضمن البرنامج التدريبي تمرينات مكونة من الحركات التالية: المشي (Walk)، التروت البطيء (Slow Trot) ٢٠٠–٢٥٠م/د، التروت السريع (Fast Trot) ٣٠٠–٤٠٠م/د، الكانتر البطيء (Slow Canter) ٤٥٠–٥٥٠م/د، الكانتر السريع (Fast Canter) ٦٠٠ –٧٠٠م/د، الجري

السريع (Gallop) >٨٠٠ م/د. وتم تصميم الحصة التدريبية وتعديل مكوناتها (مدة – شدة – تكرار) وفق ما يقترحه المدرب وبشكل موحد على خيول التجربة.

تم أخذ عينات الدم من الوريد الوداجي بواسطة أبر سحب دم وبواسطة أنبوب جاف مخصص للتحليل الأنزيمي وتم تثفيل العينة بواسطة مثفلة مخبرية على سرعة ٣٠٠٠ دورة في الدقيقة لمدة ثلاث دقائق وتم فصل المصل بواسطة الماصة وإضافة ١ ملم من كاشف (Human– CK NAK liqui UV) إلى ٢٥ ميكرون من المصل المفصول وحساب تركيز أنزيم الكرياتين كيناز بعد قراءة طول موجة الامتصاص بواسطة جهاز مقياس الطيف اللوني (Spectrophotometer) على طول موجة 340 نانومتر وفق التعليمات المرفقة مع الكاشف ضمن درجة حرارة المخبر. وذلك كل ١٥ يوم وفي يوم الحصة التدريبية ذات الشدة القصوى ضمن أسبوع إجراء المشاهدة ولمدة ٦ أشهر وبإجمالي ١٠ مشاهدات (١٠ تمرينات) ووفق الفترات التالية ضمن كل مشاهدة: الفترة الأولى (قبل بدء التمرين في حالة الراحة ضمن البوكس)، الفترة الثانية (بعد نهاية التمرين مباشرة ضمن المضمار)، الفترة الثالثة (بعد ٣٠ دقيقة من نهاية التمرين)، الفترة الرابعة (بعد ٦٠ دقيقة من نهاية التمرين).

التحليل الإحصائي:

تم تحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS للتحاليل الإحصائية (IBM SPSS Statistics Version 23.0) ووفق النموذج الخطي العام (GLM):

$$CK=\mu+ \text{training effect}+ e$$

CK: الصفة المدروسة، وهي مستوى أنزيم الكرياتين كيناز في الدم.

μ: المتوسط العام للصفة المدروسة.

Training effect: تأثير التدريب

e: الخطأ العشوائي.

تم تحليل التباين باستخدام اختبار ANOVA عند مستوى معنوية ٥%.

النتائج والمناقشة:

يبين الجدول رقم (١) وجود تأثير معنوي ($P<0.05$) للتدريب على مستوى أنزيم الكرياتين كيناز (CK) في مختلف فترات التمرين وضمن مجموعات الخيول المدروسة. وتنسجم هذه النتائج مع نتائج دراسة Allaam *et al.,* (٢٠١٤) في خيول الثوربريد ومع ما أشار إليه Hinchcliff *et al.,* (2008) بأن ارتفاع تركيز أنزيم الكرياتين كيناز في الدم يعود إلى زيادة نفاذية الخلايا العضلية نتيجة حدوث أضرار في الأنسجة العضلية بسبب زيادة الجهد المطبق على العضلات.

بيّن Marlin and Nankervis (٢٠٠٢) أن مستوى ارتفاع الأنزيمات العضلية – ومنها أنزيم الكرياتين كيناز – يرتبط بالحالة الفيزيولوجية والصحية ومستوى اللياقة المكتسب والخبرة التدريبية السابقة والعمر والسلالة وطول فترة التمرين والحركات التي يتكون منها التمرين، وهذا ينسجم مع ماأوضحته نتائج التجربة (الجدول ١) بأن التمرين أدى لارتفاع في مستويات أنزيم الكرياتين كيناز في الفترات التالية لأداء التمرين بالمقارنة مع فترة الراحة وتتفق هذه النتيجة مع ما بينه Kobluk *et al.,* (١٩٩٥) بأن التمرين يؤدي إلى زيادة تركيز أنزيم الكرياتين كيناز أثناء وبعد التمرين، ومع ما أشارت إليه نتائج دراسة Hodgson and Rose (١٩٩٤) بأن التدريب يؤدي إلى ارتفاع في مستوى أنزيم الكرياتين كيناز في الفترة التالية للتمرين، وارتباط ارتفاع مستواه مع حصول أضرار في العضلات حيث بين بأنه يوجد ثلاث نظائر لأنزيم الكرياتين كيناز منها ذات مصدر من خلايا العضلات الهيكلية CK-MM وخلايا عضلات القلب CK-MB وخلايا الدماغ CK-BB وغالباً الارتفاع أثناء التمرينات يكون ناتج عن حصول أذيات في العضلات الهيكلية وبالتالي ارتفاع مستوى أنزيم الكرياتين كيناز من النمط CK-MM العائد للعضلات الهيكلية أثناء أداء التمرينات المجهدة.

أشارت دراسات فيزيولوجيا التدريب عند الخيول أن التدريب يؤدي إلى تقليل الإجهاد الناجم عن الضغوطات الفيزيولوجية المصاحبة للتمرين وبالتالي انخفاض في مستويات الأنزيمات العضلية التي ترتفع بنتيجة التمرين ومنها أنزيم الكرياتين كيناز وذلك كنتيجة لارتفاع مستوى اللياقة (Hinchcliff et al., 2008 Marlin and Nankervis, 2002;)، حيث أن عدد قليل من الأبحاث درست تغيرات مستوى هذا الارتفاع مع تقدم العملية التدريبية وعلاقتها بحدوث الإرهاق (McGowan et al., 2002).

بينت التجربة بأن خيول مجموعة الخبرة حققت نسبة انخفاض في مستوى ارتفاع تركيز أنزيم الكرياتين كيناز CK عند أداء التمرين مع تقدم العملية التدريبية مقدارها ٣٣.٠٥%، ٤٩.٢٢%، ٣٥.٦٨%، ٣١.٦٤% وذلك للفترة الأولى (حالة الراحة – قبل التمرين)، الفترة الثانية (نهاية التمرين)، الفترة الثالثة (بعد ٣٠ دقيقة من نهاية التمرين)، الفترة الرابعة (بعد ٦٠ دقيقة من نهاية التمرين) على الترتيب وذلك بمقارنة بداية العملية التدريبية (التمرين ١) مع نهاية التدريب (التمرين ١٠)، وأبدت خيول مجموعة قليلة الخبرة انخفاض في مستوى ارتفاع تركيز أنزيم الكرياتين كيناز CK مع تقدم العملية التدريبية محققة نسبة انخفاض وقدرها ٧١%، ٦٣.٠٩%، ٦٣.٨٤%، ٥٧.٦٩% وذلك للفترة ١، ٢، ٣، ٤ على الترتيب. وكانت نسبة الانخفاض في مستوى ارتفاع تركيز أنزيم الكرياتين كيناز CK أثناء أداء التمرينات عند خيول مجموعة عديمة الخبرة ٣٤.٩٧%، ١٤.٢٧%، ٤٢%، ٣٦.٥٢% وذلك للفترة ١، ٢، ٣، ٤ على الترتيب.

الجدول رقم (١) تأثير البرنامج التدريبي في مستوى أنزيم الكرياتين كيناز في الدم (U/L) خلال الفترات المختلفة عند مجموعات الخيول المدروسة

المجموعة	العدد	الفترة	التمرين									قيمة P
			ت١	ت٢	ت٣	ت٤	ت٥	ت٦	ت٧	ت٨	ت٩	ت١٠	
			Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	
خبير	١١	ف١	١٤٢.١٨	١٣٦.٢٧	١٢٢.٦٤	١٢٥.٩١	١٢٧.٠٠	١١٩.١٨	١٠٩.٥٥	١٠٨.٠٠	١١٠.٠٠	٩٥.١٨	٠.٠٠٣
		ف٢	٢٤٤.٧٣	٢٢١.٨٢	١٩١.١٨	١٨٦.٢٧	١٦٢.٤٥	١٦١.١٨	١٣٨.٣٦	١٤٧.٨٢	١٥٢.٣٦	١٢٤.٢٧	٠.٠٠١
		ف٣	١٩٨.٤٥	١٦٠.٤٥	١٤٢.٥٥	١٣٦.٤٥	١٤٢.٨٢	١٥٤.٤٥	١٣١.١٨	١٤٤.٩١	١٤٨.٧٣	١٢٧.٦٤	٠.٠٠٤
		ف٤	١٩٦.١٨	١٦٥.٣٦	١٤١.٨٢	١٣٧.٥٥	١٤٠.١٨	١٣٢.٥٥	١٢٠.٢٧	١١٧.٣٦	١٣٤.٠٩	١٣٤.٠٩	٠.٠٠٣
قليل الخبرة	٨	ف١	٣٤٥.٦٣	٢٧٨.٣٨	١٥٢.٢٥	١٦٠.٦٣	٢١٨.٧٥	١٢٣.٥٠	١٣٤.٠٠	١٤٧.٧٥	١٦٨.٧٥	٩٩.٢٥	٠.٠٠٢
		ف٢	٣٧٧.٦٣	٣٢١.٦٣	١٩٠.٧٥	٣١٠.١٣	٢٩٧.٨٨	١٦٣.٣٧	١٦٣.٨٨	٢٢٥.٨٨	٢١٢.٣٨	١٣٩.٣٨	٠.٠٣٦

		ف٣	٤٠٤.٥٠	٣٦٨.٥٠	١٩٣.٠٠	١٩٧.٦٣	٢٩١.٧٥	١٦٢.٠٠	١٩٦.٢٥	١٧٧.٨٨	٢٠٣.٠٠	١٤٦.٢٥	٠.٠٣٢
		ف٤	٤٠٣.٨٧	٣٤٨.٧٥	١٨٠.٠٠	١٨٢.٢٥	٢٦٩.٧٥	١٥٨.١٣	١٦١.٣٧	١٦٣.٥٠	٢٢٠.٣٧	١٧٠.٨٧	٠.٠٣٨
عديم الخبرة	١٠	ف١	١٧٤.٤٠	١١٨.٨٠	١٠٢.٩٠	١١٧.٩٠	١٥٧.١٠	١٥٩.٨٠	١٦٠.٣٠	١٤٨.٠٠	١٣١.٦٠	١١٣.٤٠	٠.٠٠١
		ف٢	١٩٨.٢٠	١٥٦.٧٠	١٤٠.٨٠	١٤٧.٣٠	١٦٦.٥٠	٢٠٣.٦٠	٢٢٧.٥٠	٢٠٩.٠٠	١٧٨.٠٠	١٦٩.٩٠	٠.٠٤٥
		ف٣	٢١٠.٣٠	١٦٦.٩٠	١٣٤.٠٠	١٤١.٩٠	١٧٠.٥٠	١٧٠.٦٠	١٩٥.٥٠	١٨٧.٥٠	١٥٣.٣٠	١٢١.٣٠	٠.٠٠٣
		ف٤	١٧٨.٨٠	١٧٢.١٠	١٢٦.٢٠	١٣٢.٢٠	١٧٢.٣٠	١٦٥.٦٠	١٨٤.٣٠	١٦٧.٨٠	١٥٩.٨٠	١١٣.٥٠	٠.٠٣٥

حققت خيول مجموعة الخبرة بالمقارنة مع خيول مجموعتي قليلة وعديمة الخبرة أقل نسبة انخفاض في مختلف فترات التمرين المدروسة، وبما ينسجم مع الدراسات التي أشارت إلى أن الخيول ذات الخلفية التدريبية السابقة أكثر قدرة على التكيف سريعاً مع الإجهاد المطبق وبالتالي عدم ارتفاع مستوى أنزيم الكرياتين كيناز ارتفاعات كبيرة أثناء أداء التمرينات مع تقدم البرنامج التدريبي (McGowan *et al.,* 2002)، قد يفسر هذا الأمر تحقيق مجموعة خيول الخبرة لنسبة الانخفاض الأقل كونها المجموعة الأكثر كفاءة وقدرة على ضبط مستوى أنزيم الكرياتين كيناز نظراً لتأقلم أجهزة الجسم خلال العمليات التدريبية السابقة مع الإجهاد المطبق. وتنسجم هذه النتائج مع نتائج عدد من الدراسات التي أشارت إلى أن مؤشر مستوى أنزيم الكرياتين كيناز في الدم يعتبر دليل لحالة الضرر العضلي الناتجة عن التمرينات المجهدة وبالتالي ارتفاع احتمال حصول انحلال الربيدات الإجهادي، وبالتالي إن مراقبة مستوى أنزيم الكرياتين كيناز يساعد على فهم حالة اللياقة ومدى تطورها وتعديل البرنامج التدريبي بما يضمن سلامة الخيول ورفع لياقتها (Allaam *et al.,* 2014; Cervellin and Comelli,2010; Mokuno et al., 1987).

الاستنتاجات:

١- يعتبر مؤشر مستوى أنزيم الكرياتين كيناز مؤشر مهم لتقويم تطور اللياقة البدنية المكتسبة عند الخيول العربية الأصيلة الخاضعة للتدريب ضمن الظروف البيئية للجمهورية العربية السورية.

٢- إن تقويم الإجهاد وزيادة احتمال حدوث الأضرار العضلية يمكن توقعه من خلال ارتفاع مستوى أنزيم الكرياتين كيناز وبشكل خاص في الفترات اللاحقة لأداء ا لتمرين. وإن التحسن في مستوى اللياقة ينعكس من خلال انخفاض الارتفاع المكتسب لمؤشر مستوى أنزيم الكرياتين كيناز في الدم خلال التمرينات مع تقدم البرنامج التدريبي.

التوصيات:

نوصي بمراقبة الإجهاد المطبق وإعادة تكوين الحصة التدريبية بناء على الخلفية التدريبية للخيول الخاضعة للتمرين وعلى أساس منحى الانخفاض الذي يبديه مؤشر مستوى أنزيم الكرياتين كيناز في الدم مع تقدم البرنامج التدريبي. ويمكن للمدربين اعتماد مؤشر مستوى أنزيم الكرياتين كيناز كمؤشر ممتاز لتقويم الحالة البدنية ومدى الاستجابة للتمرينات قبل زيادة جرعة الإجهاد التالية مما يؤدي لانخفاض احتمال حدوث انحلال الربيدات الناتج عن الإجهاد وحدوث الإصابات للحد الأدنى.

المراجع

-عبد الرحيم، طارق 2012. انتاج الخيول والجمال. منشورات جامعة دمشق. كلية الزراعة.

-Allaam M., Elseady Y, Navel M., Elsify A., Salama A., Hassan H., Hassan M. and Kamar A. 2014. Physiological and hemato-chemical evaluation of thoroughbred racehorse after exercise. IJAVMS, Vol.3, Issue 3. PP: 81-93.

-Art, T. 2011. Applied training physiology. Proceedings of the 5th European Equine Nutrition and Health Congress (EENHC), 2011 – Waregem, Belgium.

-Barratt, C. E., Litten-Brown, J. C., and Reynolds, C. K. 2010. A comparison of the response of equine heart rate to different equine exercise regimes. Advances in Animal Biosciences, 1(01).P: 55.

-Beech, J. 1997. Chronic exertional rhabdomyolysis. Vet. Clin. North Am. Equine Pract., 13: 145-168.

-Cardinet, G.H. 1997. Skeletal muscle function, In: Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. (Eds.). Clinical biochemistry of domestic animals. 5thed. New York: Academic. PP: 407-440.

-Cervellin, G.; Comelli, I.; Lippi, G. 2010. Rhabdomyolysis historical background, clinical, diagnostic and therapeutic features. Clin. Chem. Lab. Med. PP: 751-765.

-Evans, D.L. 2000.Training and fitness in athletic horses. Barton, Camberra: Rural Industries Research and Development Corporation. 64p.

-Fallon, K.E.; Sivyer, G.; Sivyer, K.; Dare, A. 1999. The biochemistry of runners in a 1600 km ultra-marathon. Br. J. Sports Med., 33:264- 269.

-Hodgson DR. and Rose RJ. 1994. In principles and practice of equine sports medicine. The athletic horse. Saunders. Pp: 497.

-Kobulk CN.; Ames TR. and Geor RJ. 1995. Clinical evaluation of muscle and muscular disorders. In The Horse, Diseases and Clincal Management. WB Saunders. PP: 1314-1318.

-IBM. SPSS. 2015. User guide: Statistics, Version 23.0. SPSS Inc. Chicago.

-Kratz, A.; Lewandrowski, K.B.; Siegel, A.J; Chun, K.Y.; Flood, J.G.; VanColt, E.M. 2002. Effect of marathon running on hematologic and biochemical laboratory parameters, including cardiac markers. Am. J. Clin. Pathol. 118: 856 – 863

-Macleay, J. M.; Valberg, S.T.; Pagan, J.D.; Xue, J.L.; Dela Corte, F. D. and Roberts, J. 2000. Effect of ration and exercise on plasma creatine kinase activity and lactate concentration in thoroughbred horses with recurrent exertional rhabdomyolysis. AJVR. 61(11). Pp: 1390-1395.

-McGowan CM., Golland LC., Evans DL., Hodgson DR. and Rose RJ. (2002). Effects of prolonged training, overtraining and detraining on skeletal muscle metabolites and enzymes. Equine Vet J. (34) Pp: 257-263.

-Marlin D., and Nankervis K., 2002. Exercise and Training Responses. In: Equine Exercise Physiology. Blackwell Science Ltd, Oxford. PP: 73-211.

-Mokuno K.; Riku S.; Sugimura K.; Takahashi A.; Kato K. and Osagi S. 1987. Serum creatine kinase isoenzymes in Duchenne muscular dystrophy determined by sensitive enzyme immunoassay methods. Muscle Nerve. (10). Pp: 459-463.

-Teixeira-Neto, A.R.; Ferraz, A.R.c.; Moscardin, G.M.; Balsamao Souza, J.C.F. and Queiroz-Neto A. 1997. Alterations in muscular enzymes of horses competing long-distance endurance rides under tropical climate.

-Towfik A.; Hassan H. and Mohamed B. 2017. Effect of running speeds on some markers of muscular tissues and synovial fluid of Iraqi Arabian Horses. The Iraqi Journal of Veterinary Medicine. 41(2): 61-66.

-Hinchcliff W. K; Geor R. and Kaneps A. 2008. Equine Exercise Physiology. The Science of Exercise in the Athletic Horse. Saunders Elsevier.p:463.