

بسمه تعالی



تجزیه و تحلیل نیاز های ورزشکاران

ارزیابی بیومکانیکی و حرکتی ورزشکاران

بخش بیومکانیک

بهزاد خاکزاد



● مقدمه:

مرور عناوین بیومکانیک ورزش

Biomechanics

application of mechanical principles to the study
of living organisms

Bio

living organisms



Mechanics

branch of physics
description and causes
of motion

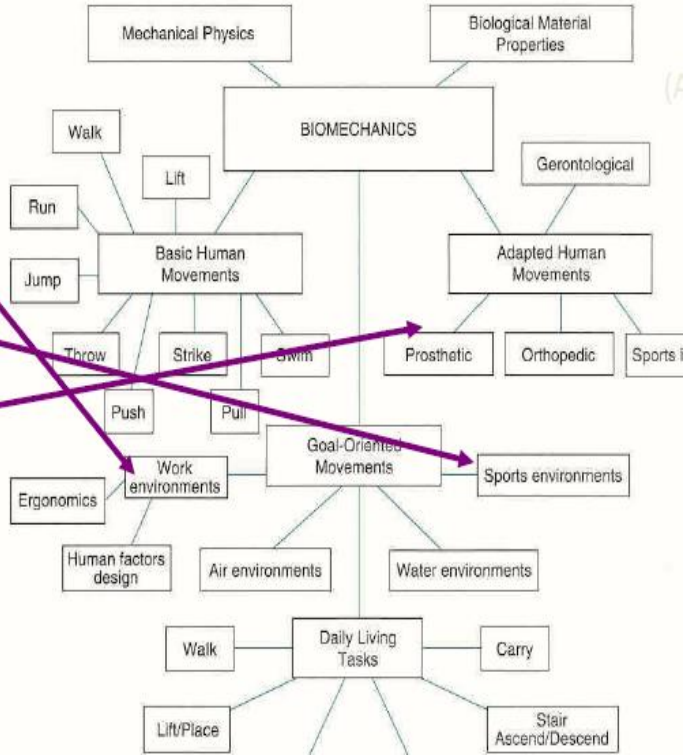
A
G



Occupational biomechanics

Sport biomechanics

Rehab biomech
Orthopedic biom



• بیومکانیک ورزش در واقع شاخه ای از علم مکانیک است.

• مکانیک بخشی از علم فیزیک است که به بررسی حرکت و نیروهای موثر بر اجسام میپردازد.



Sports Biomechanics :

How to
Improve Performance
&
Reduce Injuries

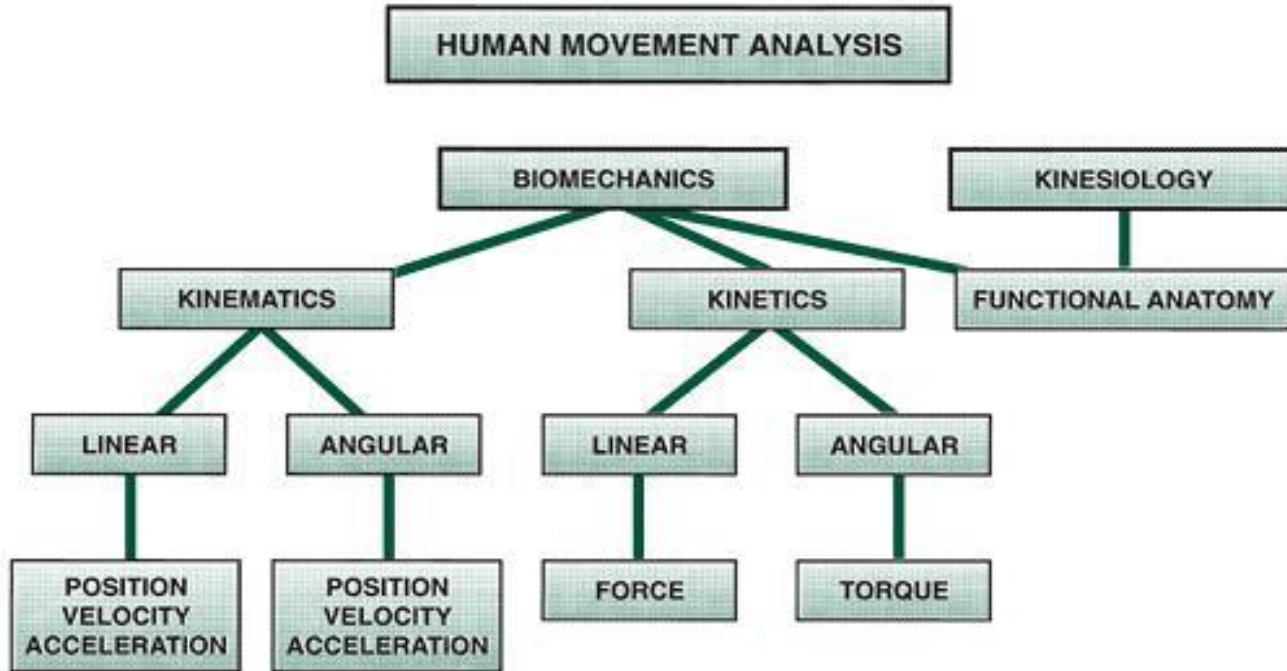
چرا؟

• بهبود عملکرد

• کاهش آسیب



یک قدم جلو تر:





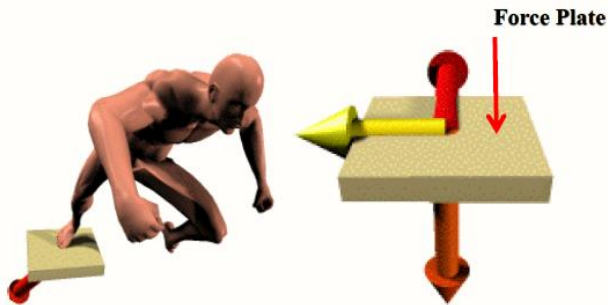
- **Anatomy**: the science of the structure of the body
- **Functional anatomy** : is the study of the body components needed to achieve or perform a human movement or function

• آناتومی: علم ساختار شناسی بدن انسان

• آناتومی کاربردی/ عملکردی: مطالعه اجزای مورد نیاز بدن برای حرکت/ عملکرد



- **Kinetics** is the area of study that examines the forces acting on a system, such as the human body, or any object.
- A kinetic movement analysis examines the forces causing a movement.
- A kinetic movement analysis is more difficult than a kinematic analysis both to comprehend and to evaluate because forces cannot be seen



Whenever we jump or run we create forces that can be measured. This is kinetics (study of the action of forces).

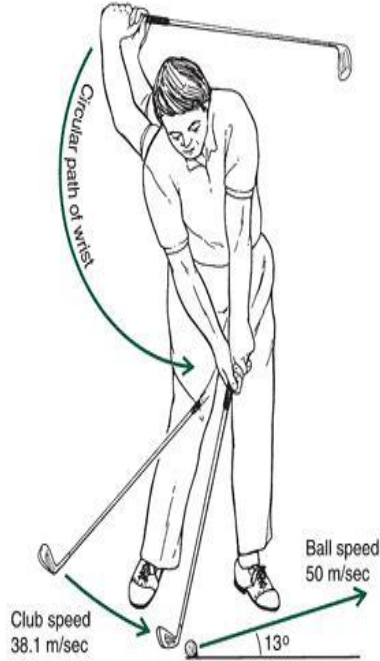
1. Force (x,y,z)
2. Power
3. Impulse
4. Momentum
5. ...

متغیر های کینتیکی:

- بررسی نیرو های اثر گذار بر سیستم بدن انسان یا هر جسم دیگر
- آنالیز کینتیکی به معنی بررسی نیرو های ایجاد کننده حرکت است.
- به دلیل غیر قابل لمس بودن نیرو آنالیز دشوار تر و نیاز به ابزار ویژه دارد.

✓ منظور از آنالیز تقسیم چیزی به اجزای کوچکتر و ساده تر، برای درک بهتر است.

- **kinematics**, is concerned with the characteristics of motion from a **spatial and temporal** perspective without reference to the forces causing the motion.
- A kinematic analysis involves the description of movement to determine how fast an object is moving, how high it goes, or how far it travels. Thus, **position, velocity, and acceleration** are the components of interest in a kinematic analysis



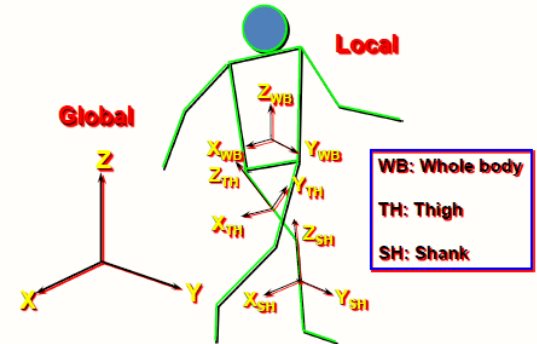
- کینماتیک: ویژگی های حرکت از منظر فضایی-زمانی بدون توجه به نیروی موجب حرکت.

- توصیف حرکت با تعیین سرعت، جابه جایی و شتاب جسم.

متغیر های کینماتیکی و مرجع مختصات:

1. Position (x, y, z) of segment center of mass
2. Linear velocity $(\dot{x}, \dot{y}, \dot{z})$ of segment center of mass
3. Linear acceleration $(\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{z})$ of segment center of mass
4. Angle of segment in two planes, θ_{xy}, θ_{yz}
5. Angular velocity of segment in two planes, ω_{xy}, ω_{yz}
6. Angular acceleration of segment in two planes, α_{xy}, α_{yz}

Reference Frames



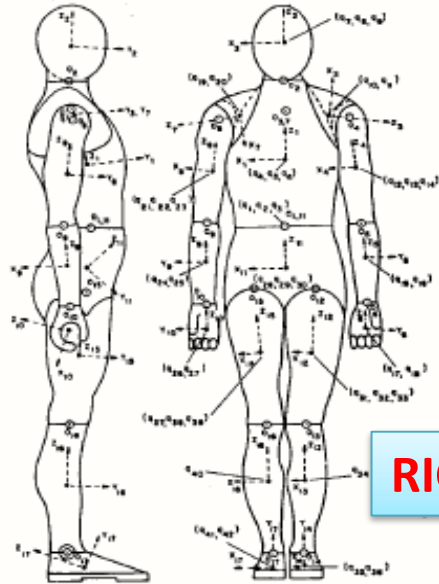


انواع محاسبات در کینماتیک و کینتیک

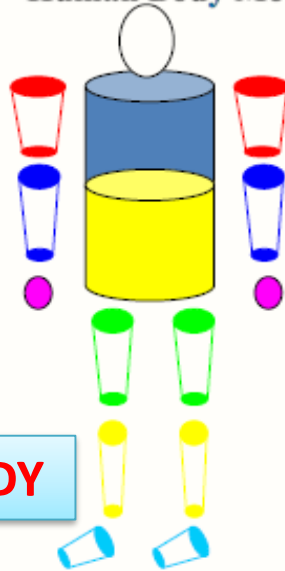


Body Model

Hanavan's Fifteen – Segment Human Body Model



RIGID BODY



مرکز جرم:

- بردار نیروی وزن از این نقطه در نظر گرفته می شود.
- نقطه ای است که به طور فرضی، جرم سگمنت حول آن توزیع گردیده است.
- به طور کلی نقطه ای فرضی در مرکز سگمنت تنه (trunk) فرد در نظر گرفته می شود.

کینماتیک:

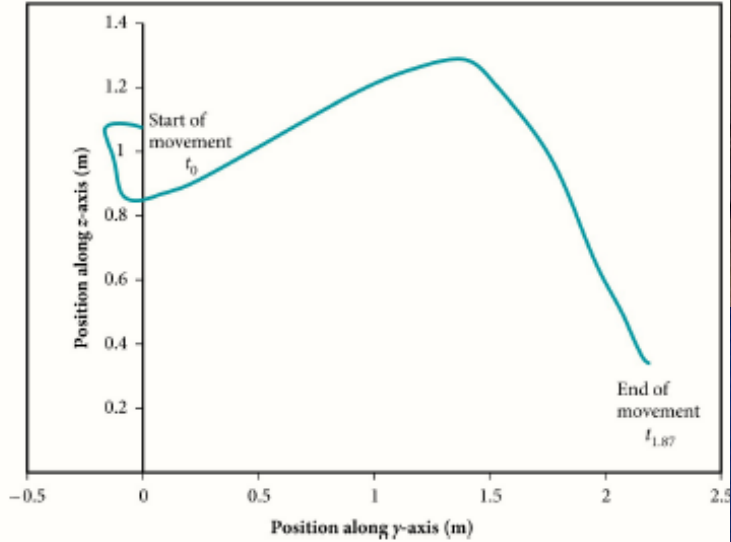
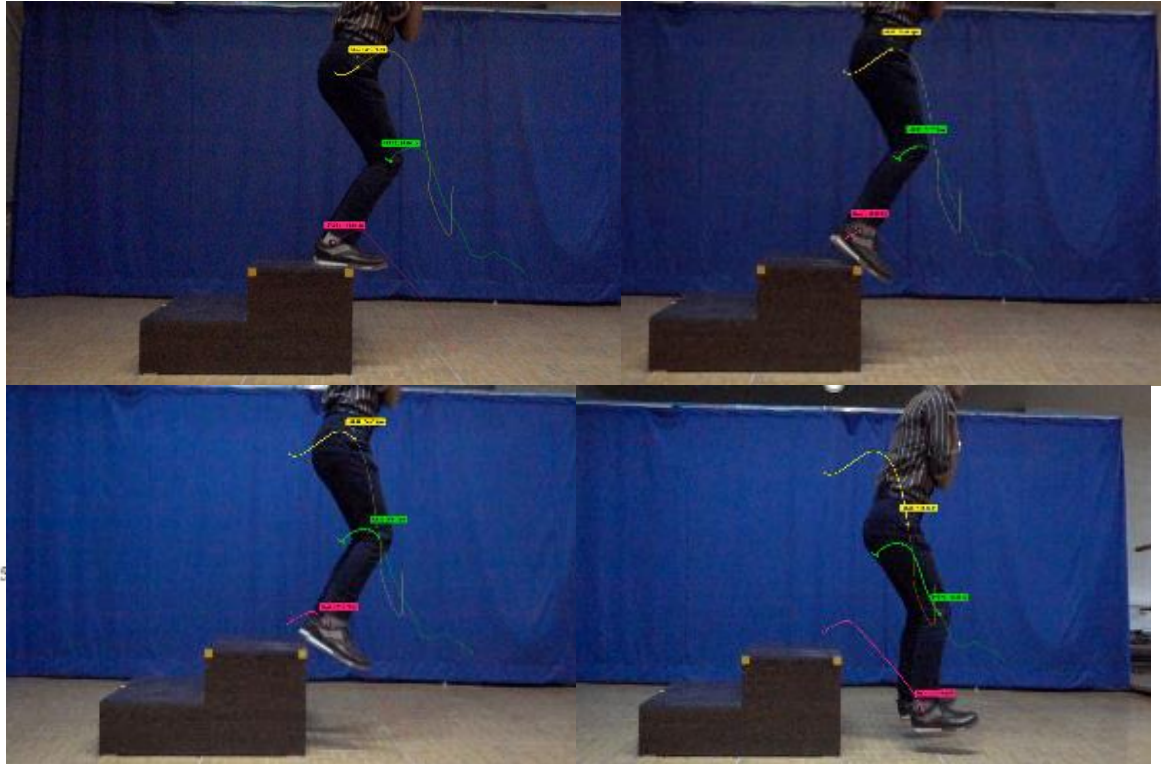


Figure 1.3 A graph showing the two-dimensional position of an athlete's center of mass viewed in the sagittal plane during a standing long jump.





سرعت:

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

$$v = \frac{ds}{dt}$$

شتاب:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\bar{\alpha} = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

$$a = \frac{d^2s}{dt^2}$$



کینتیک:

قوانین نیوتن

$$p = mv$$

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$F = \frac{m\Delta v}{\Delta t}$$

$$F = ma$$

$$F_g = G \frac{M_1 M_2}{r^2}$$

:GRF(ground reaction force)

نیرویی که سطح(زمین) ، مساوی و خلاف جهت نیروی وارد شده، به فرد وارد میکند.

ابزارها:



مت تماسی:



شتاب سنج:



:GPS



(a)

(b)

Figure 1.6 (a) A GPS receiver used to track player motion. (b) The receiver is housed in a vest worn by the player.

: motion analysis سیستم



:Digital Camera



:EMG



:Force Plate

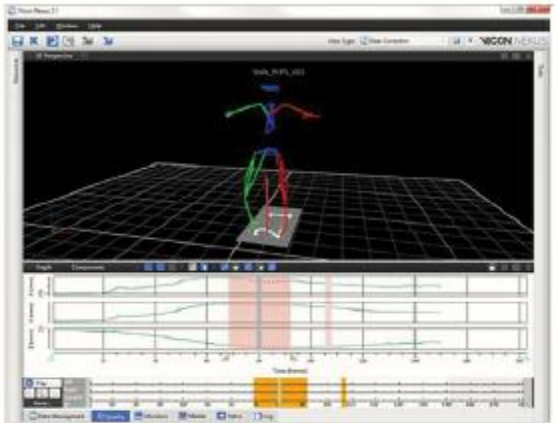
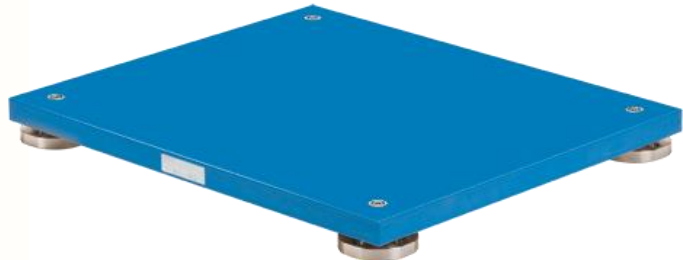


Figure 1.10 (a) An opto-reflective camera with an LED array. (b) Reflective markers placed on anatomical landmarks to allow the body segments to be located within three-dimensional space. (c) The digital output obtained from a three-dimensional opto-reflective motion analysis system.



- پس از شناخت متغیر های بیومکانیکی و نحوه محاسبه میتوان به شناسایی و ارزیابی متغیر های مورد نیاز ورزشکاران پرداخت.

✓ منظور از آنالیز تقسیم چیزی به اجزای کوچکتر و ساده تر، برای درک بهتر است.

- Qualitative
- Quantitative



□ کیفی Qualitative:

تقسیم حرکت ورزشی به اجزای تشکیل دهنده بدون اندازه گیری و انتساب مقدار. معمولاً با کمک حواس (دیداری و...) مربی یا متخصص ورزشی

□ کمی Quantitative:

انتساب مقادیر عددی برای توصیف حرکت نیاز به ابزار یا وسایل برای اندازه گیری دقیق جلوگیری از نظارت بر کل حرکت در حال اتفاق (مثال: اندازه گیری زمان در طول مشخص برای تعیین سرعت متوسط یا اندازه گیری طول گام و...)



:Qualitative

- توصیف حرکت: توسعه یک مدل ایده آل از حرکت یا تکنیک مورد نظر با توجه به اجرای افراد نخبه و موفق
- مشاهده حرکت: مشاهده عملکرد ورزشکار در حال حاضر
- ارزیابی حرکت: مقایسه ی عملکرد ورزشکار با مدل ایده آل و مشخص کردن تفاوت ها
- دستورالعمل ها: بازخورد دادن به ورزشکار و دستورالعمل برای اصلاح تکنیک

✓ اگر ورزشکار با وجود بازخورد توانایی پیاده سازی شکل ایده آل یا نزدیک به آن را نداشت، با توجه به آنالیز انجام شده، تمرین برای همان قسمت از حرکت تجویز میشود.
مثال: ضعف در عضلات شکمی دهنده/ باز شدن زود هنگام تنه

Table 14.4 Sample Qualitative Anatomical Analysis of a Sprinting Stride

Joint	Frames	Joint motion	Muscle contraction	Active muscle group	Rapid acceleration or impact	Extreme range of motion
Left hip	1-2	Flexion	Concentric	Flexors	Yes	Hyperextension
	2-3	Flexion	Concentric	Flexors		
	3-4	Flexion	Concentric	Flexors		
	4-5	Flexion	Eccentric	Extensors	Yes	
	5-6	Extension	Concentric	Extensors		
	6-7	Extension	Concentric	Extensors		
	7-8	Hypertension	Concentric, then eccentric	Extensors, then flexors	Yes	Hyperextension
Left knee	1-2	Flexion	Concentric	Flexors	Yes	
	2-3	Flexion	Eccentric	Extensors	Yes	
	3-4	Extension	Concentric	Extensors	Yes	
	4-5	Extension	Concentric	Extensors	Yes	
	5-6	Extension	Eccentric	Flexors	Yes	
	6-7	Flexion	Eccentric	Extensors		
	7-8	Extension	Concentric, then eccentric	Extensors, then flexors	Yes	
Left ankle	1-2	No motion	Isometric	Dorsiflexors		Plantar flexion
	2-3	Dorsiflexion	Concentric	Dorsiflexors		
	3-4	Dorsiflexion	Concentric	Dorsiflexors		
	4-5	Dorsiflexion	Eccentric	Plantar flexors		
	5-6	Plantarflexion	Concentric	Plantar flexors		
	6-7	Dorsiflexion	Eccentric	Plantar flexors	Ground impact	Dorsiflexion
	7-8	Plantar flexion	Concentric, then eccentric	Plantar flexors, then dorsiflexors	Yes	Plantar flexion
Left shoulder	1-2	Extension	Concentric	Extensors		
	2-3	Hyperextension	Concentric	Extensors	Yes	
	3-4	Hyperextension	Concentric	Extensors		
	4-5	Hyperextension	Eccentric	Flexors	Yes	Hyperextension
	5-6	Flexion	Concentric	Flexors	Yes	
	6-7	Flexion	Concentric	Flexors		
	7-8	Flexion	Concentric, then eccentric	Flexors, then extensors		

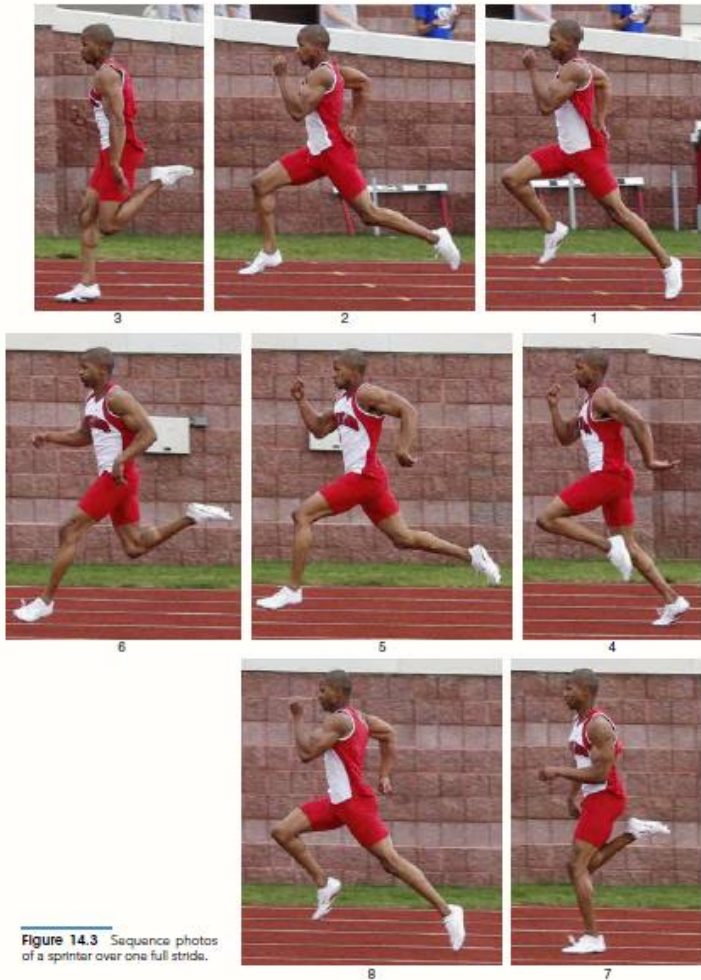
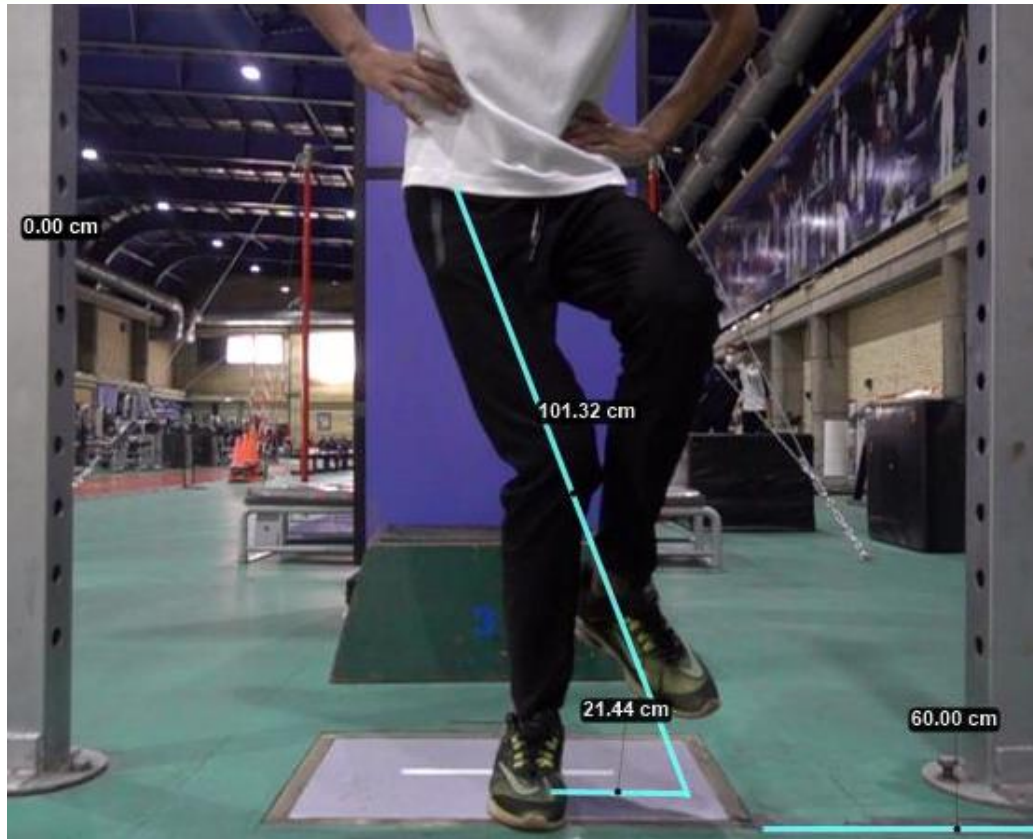


Figure 14.3 Sequence photos of a sprinter over one full stride.

نمونه
آنالیز:



- تعیین task
- آنالیز فیلم یا تصویر
- مفاصل
- تشخیص ریسک آسیب
- بازخورد
- پیشگیری



کینماتیک

:Quantitative

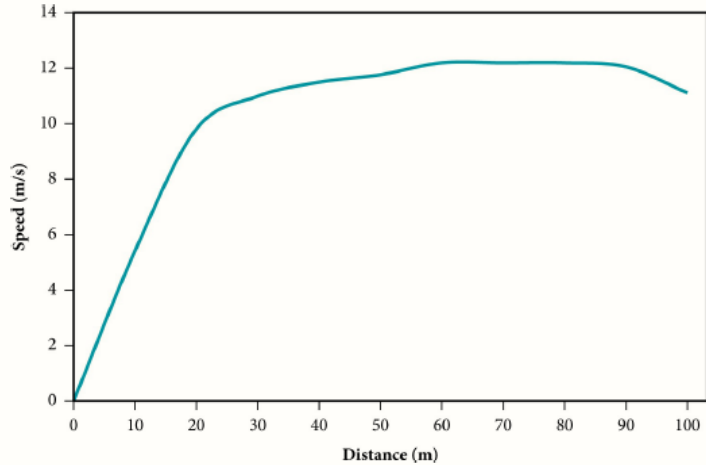


Figure 13.1 The running speeds attained for an elite athlete during a 100-m sprint.

Percentage of Maximal Speed Achieved by an Elite Sprinter During 10-m Intervals of a 100-m Race

Interval (m)	Time (s)	Speed (m/s)	Percentage of Maximal Speed
0-10	1.89	5.26	43
10-20	0.99	10.20	83
20-30	0.90	10.87	88
30-40	0.86	12.05	98
40-50	0.83	11.90	96
50-60	0.82	12.19	99
60-70	0.81	12.19	99
70-80	0.82	12.34	100
80-90	0.83	12.05	98
90-100	0.83	12.05	98

Data from Krzysztof, M., & Mero, A. (2013). A kinematic analysis of three best 100 m performances ever. *Journal of Human Kinetics*, 36, 149-161.

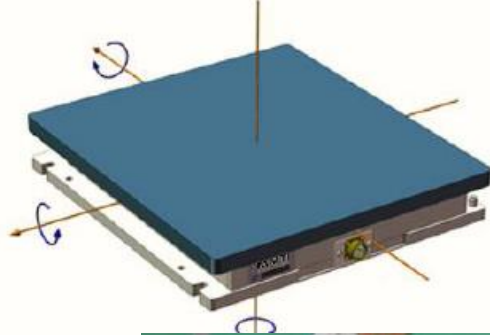
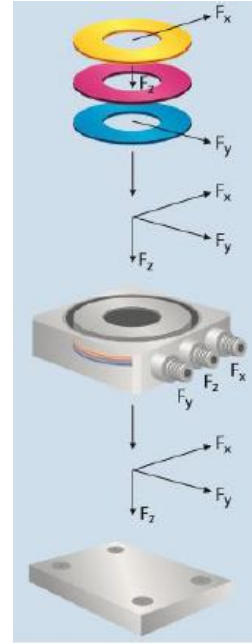


Average Kinematic Variables During the Strides Associated with Acceleration, Maximum Velocity, and Maintenance Phase of a 100-m Sprint by a Well-Trained Sprinter

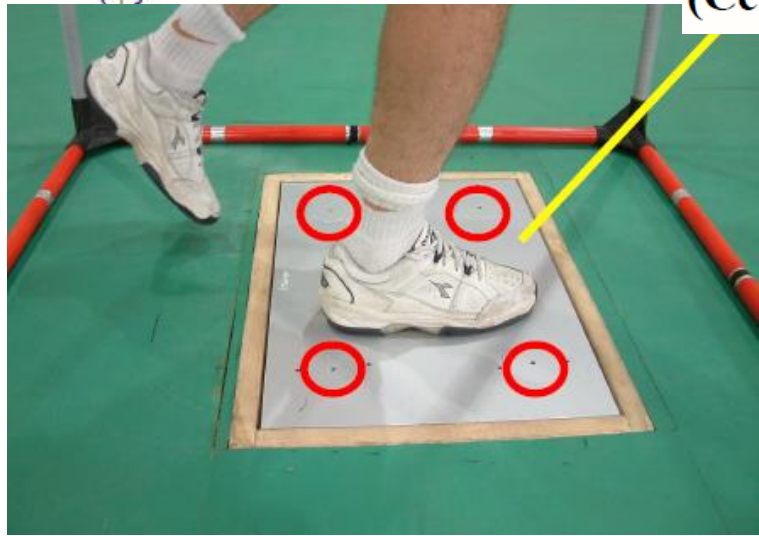
Sprint Phase	Speed (m/s)	Stride Length (m)	Stride Frequency (Hz)	Stance Time (s)	Flight Time (s)
Acceleration	9.80	4.16	2.36	0.10	0.12
Maximal speed	10.46	4.48	2.34	0.08	0.13
Maintenance	9.85	4.36	2.26	0.10	0.13



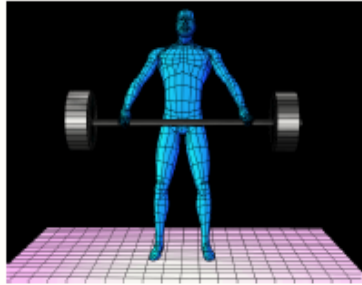
:Forceplate



- نیروهای اعمالی بر صفحه در سه راستای عمود برهم
- مرکز فشار (COP : Center of Pressure)



چگونگی کارکرد:

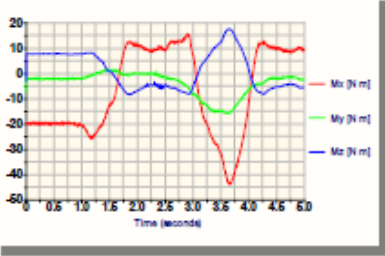


Force plate

Amplifier

PC / Software

A / D





تست ها:

- CMJ (countermovement jump)
- SJ (squat jump)
- Drop Jump
- Drop Land
- Depth Jump
- ...



متغیر ها:

• تعادل (Static & Dynamic)

• ویژگی های قدرت

• Stiffness

• Gait

• میزان نامتقارنی اندام ها

• مکانیک فرود

• گشتاور مفاصل

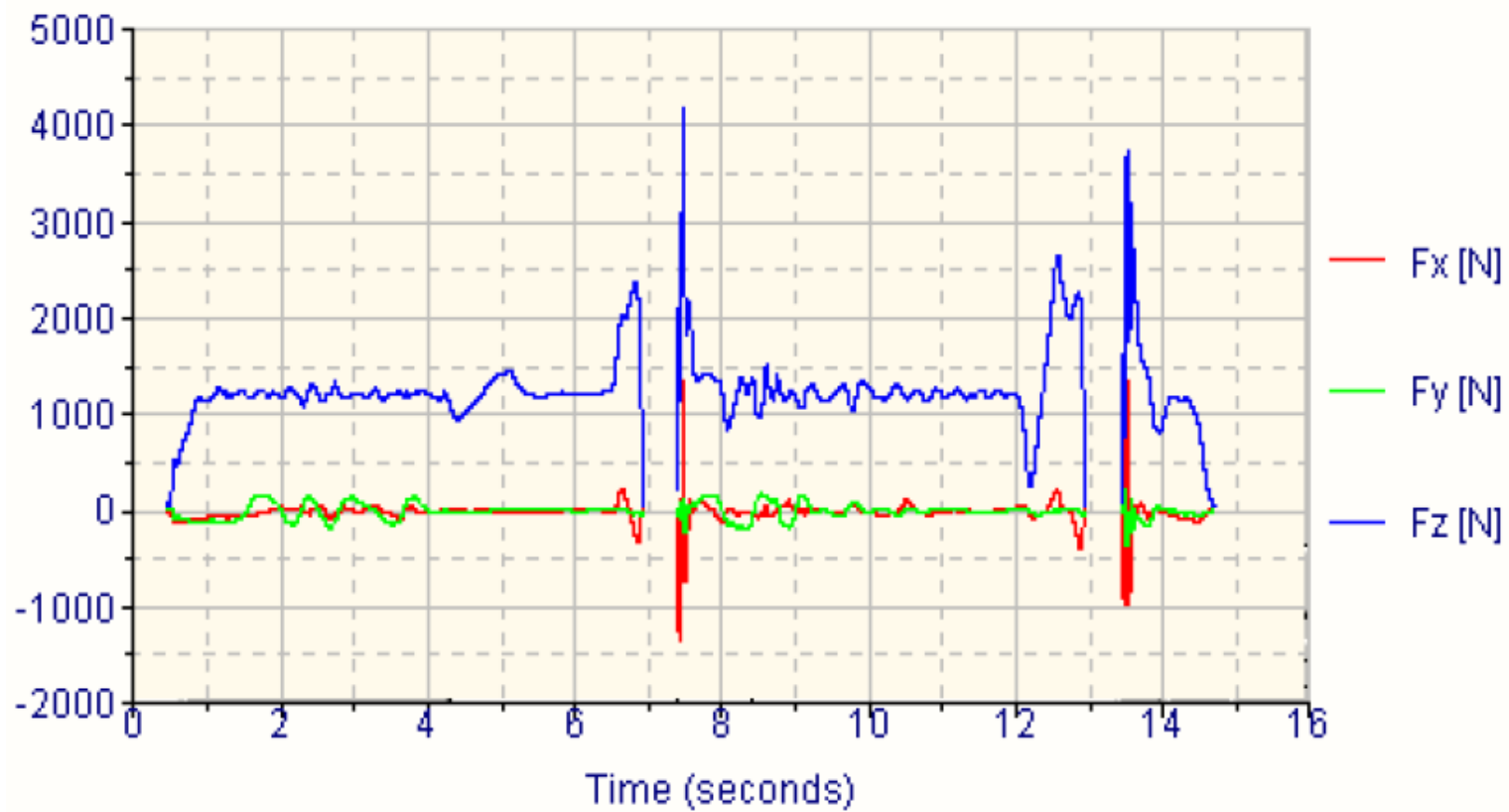


:CMJ & SJ

20% پرش بلندتر



نکته: حالت دست به کمر برای حذف اثر دست و سنجش پایین تنه.





RSI (Reactive Strength Index)

$$\text{Reactive Strength Index} = \frac{\text{Jump Height (m)}}{\text{Ground Contact Time (s)}}$$

Figure 1. Formula for calculating the RSI. Reactive strength index can be increased by increasing jump height, decreasing ground contact time, or

متغیر های قابل استخراج:

- نیروی ماکزیمم
- نیروی میانگین
- توان ماکزیمم
- توان میانگین
- سرعت مرکز جرم
- شتاب مرکز جرم
- ارتفاع پرش
- زمان تماس با زمین
- و ...

روش های استخراج :



Video Analysis:

- تهیه ویدیو
- تعیین زمان شروع حرکت
- تعیین زمان تماس با زمین

$$h = \frac{1}{8} \cdot g \cdot t^2$$

RSI

Contact Mat:



$$h = \frac{1}{8} \cdot g \cdot t^2$$

RSI

Forceplate:

- $F=ma$
- شتاب
- سرعت
- ارتفاع پرش
- زمان پرش
- RSI

Video Analysis:



Kinovea

Options Help

video Analysis 480 x 640 px 30.22 fps

Working Zone: Start: 1 Duration: 74

Position: 1 Speed: 1x

Activate Windows
Go to PC settings to activate Windows





Microsoft Excel interface showing the Home tab ribbon. The formula bar displays the formula $=22/30$ in cell C2.

	A	B	C	D
1	fligh frames	cam freq.	flight time	
2	22 frame	30 fps	0.733333333	
3				
4	$1/GT8^2$		RSI	
5	0.65945		0.89925	
6				
7				
8				
9				

	A	B
1	RSI	
2	0.73852	
3	0.25789	
4	0.38233	
5	0.3901	
6	0.50626	
7	0.58378	
8	0.27942	
9	0.52054	
10	0.29355	
11	0.58217	
12	0.38576	
13	0.50153	
14	0.5317	
15	0.44723	
16		
17		
18		

چرا این شاخص:



TABLE 2. Descriptive team data during the unloaded jumping condition.*

Team	Performance variable (mean \pm SD)		
	RSImod ($m \cdot s^{-1}$) [†]	JH (m) [†]	TTT (s) [‡]
M baseball	0.41 \pm 0.08	0.37 \pm 0.05	0.92 \pm 0.08
M tennis	0.30 \pm 0.07	0.27 \pm 0.05	0.90 \pm 0.10
M soccer	0.44 \pm 0.09	0.35 \pm 0.06	0.81 \pm 0.10
W tennis	0.23 \pm 0.05	0.20 \pm 0.04	0.91 \pm 0.14
W soccer	0.28 \pm 0.06	0.24 \pm 0.03	0.88 \pm 0.09
W volleyball	0.38 \pm 0.07	0.33 \pm 0.04	0.90 \pm 0.10

*RSImod = reactive strength index-modified; JH = jump height; TTT = time to takeoff; M = men; W = women.

[†]Statistically significant difference between teams ($p < 0.001$).

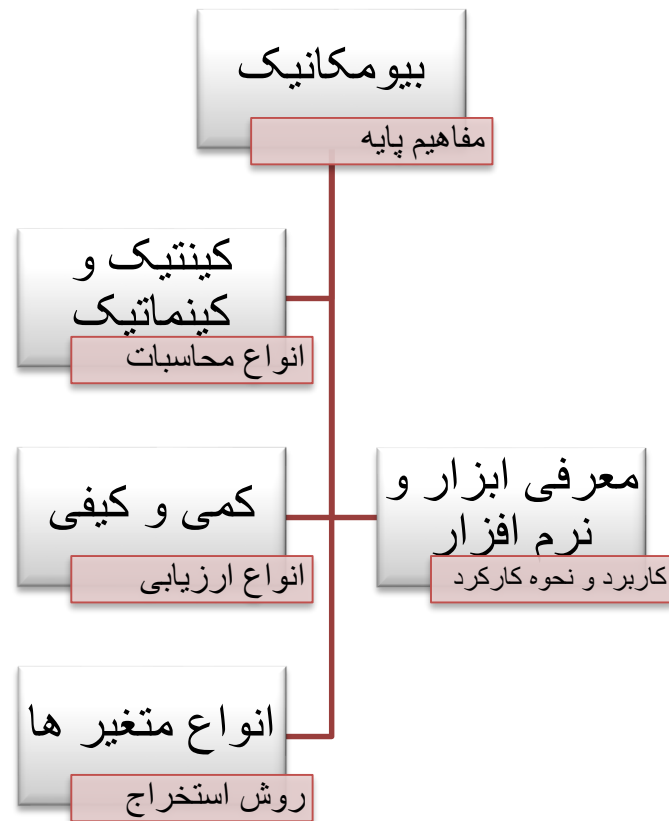
[‡]Statistically significant difference between teams ($p < 0.01$).

- توان انفجاری
- تجویز تمرین
- نظارت بر عملکرد
- جلوگیری از آسیب
- بازگشت به تمرین

مرور کلی و نتیجه گیری:



- بهره برداری از اطلاعات دقیق
- روش استخراج ساده
- بدست آوردن اطلاعات بسیار مفید
- در خصوص عملکرد ورزشکار
- جهت دهی به تمرین
- جلوگیری از آسیب
- ...

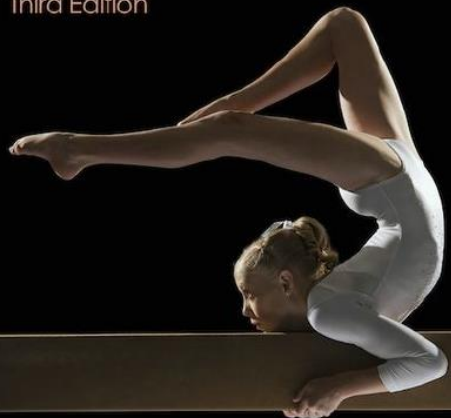


معرفی کتاب:



BIOMECHANICS OF SPORT AND EXERCISE

Third Edition

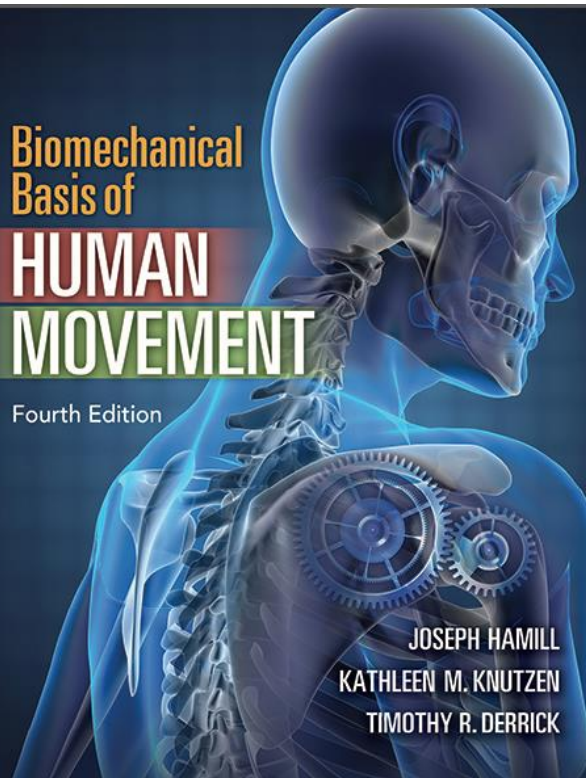


PETER M. MCGINNIS

Biomechanical
Basis of

HUMAN MOVEMENT

Fourth Edition



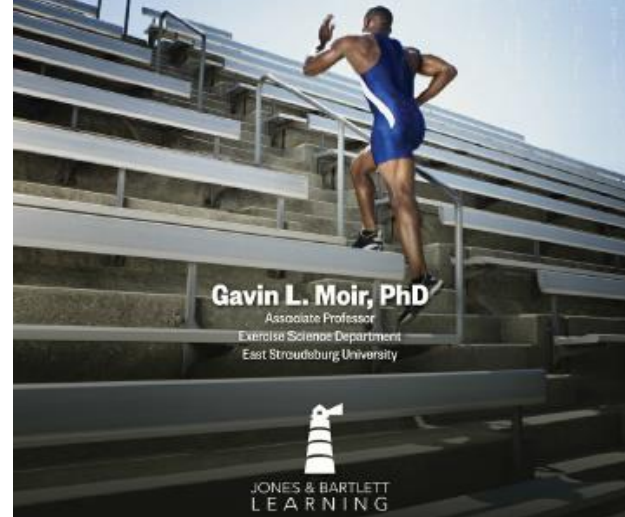
JOSEPH HAMILL

KATHLEEN M. KNUTZEN

TIMOTHY R. DERRICK

STRENGTH AND CONDITIONING

A Biomechanical Approach



Gavin L. Moir, PhD

Associate Professor
Exercise Science Department
East Stroudsburg University



JONES & BARTLETT
LEARNING



سپاس از توجه شما