

# احتساب اشارتي (+) و (-) في البايوميكانيك

أ.د احمد ثامر  
أ.د احمد سبع

2024م

1445هـ

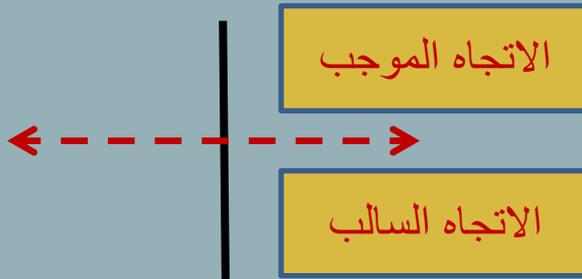
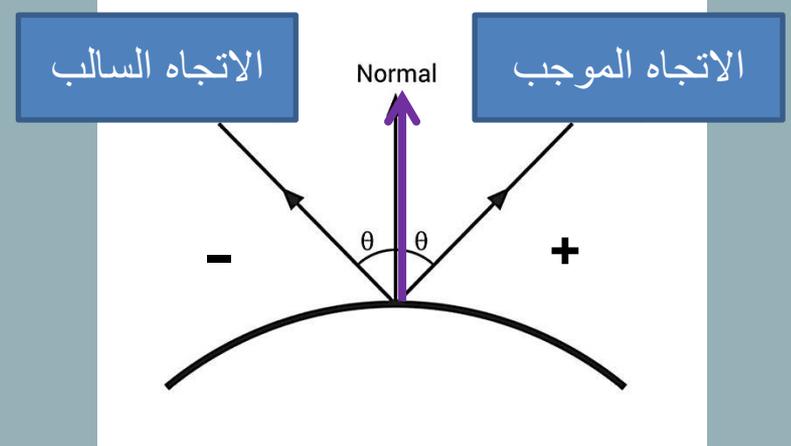
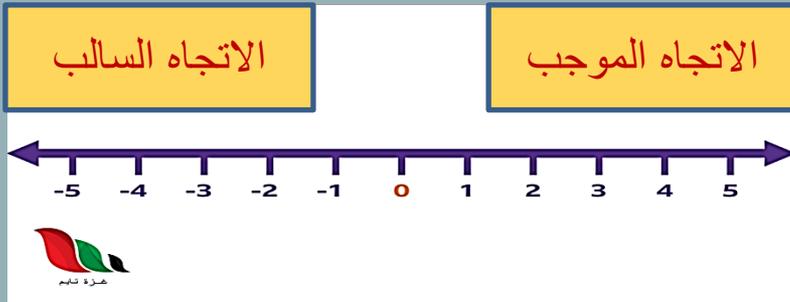
ان اشارتي **+** **-** في مجال البايوميكانيك يمكن دراستهما من خلال قسمين:

اولا: الاشارة كقيمة عددية....

ثانيا: الاشارة كدالة عن الاتجاه...

قيمة (-): نتيجة عملية حسابية

$$٤ - ٥ = -١$$



جدول يبين التغير بالسرعة (ظهور انواع التعجيل) خلال مسافة السباق (100 متر

التعجيل خلال المسافة ما بين ( 90م و60م) يمكن حسابه من خلال :

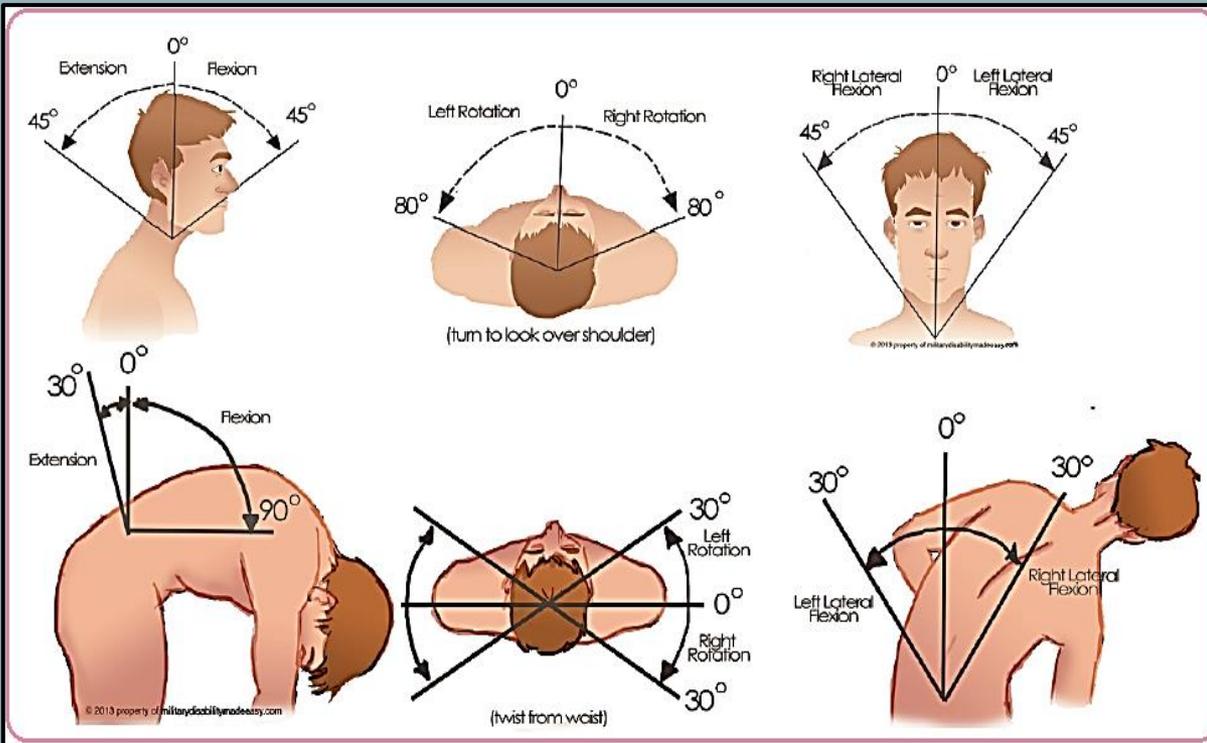
$$a = \frac{v_2 - v_1}{t} = \frac{11.63 - 11.90}{2.54} = -0.11 \text{ m/s}^2$$

Distance	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m
Time	1.88	1.07	0.91	0.88	0.85	0.84	0.84	0.84	0.86	0.87
Velocity	5.31	9.34	10.98	11.63	11.76	11.90	11.90	11.90	11.63	11.49



# اشارة (-) كتعبير عن الاتجاه في البايوميكانيك

في مجال البايوميكانيك و عند استخراج بعض المتغيرات الكينماتيكية او الكينتيكية، يمكن ان نحصل على قيم عددية ولكن اتجاه القيمتين يكون مختلفا، احيانا (فوق او تحت الخط الافقي) حيث يمثل الخط الافقي القيمة (صفر) و احيانا اخرى (يمين او يسار الخط العمودي)، حيث يمثل الخط العمودي القيمة (صفر)، وان هذه الظاهرة تحدث بكثرة عند قياس الزوايا.

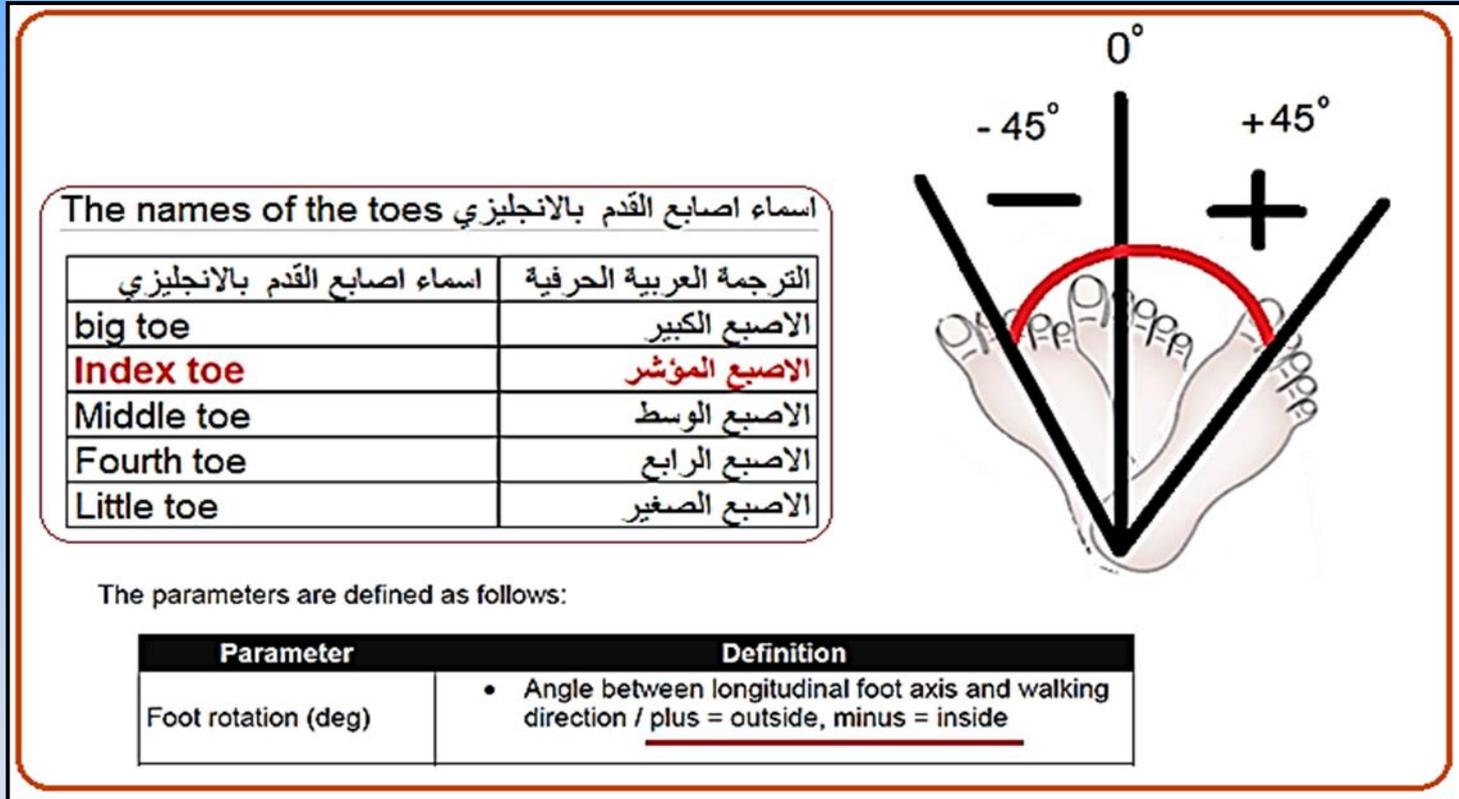


هناك عدد كبير من الزوايا التي يمكن استخراجها في مجال البايوميكانيك:

- زوايا مفاصل الجسم
- زوايا الميل
- زاوية الاقتراب
- زاوية النهوض
- زاوية الانطلاق

# قياس زاوية انحراف القدم اثناء المشي

ان زاوية انحراف القدم هي الزاوية المتشكلة ما بين المحور الطولي للقدم واتجاه المشي، ويتم رسم خط المسير من نقطة في منتصف الكعب مروراً بإصبع التآشير (Index Toe).



ان إشارة درجة انحراف القدم بالاتجاه (الانسي) يكون الى داخل الجسم (inside) سالبة..  
واشارة درجة انحراف القدم بالاتجاه (الوحشي) الى خارج الجسم (outside) موجبة..

# قياس زوايا ميل الجسم

تعتمد كل زوايا الميل في قياسها على خطين الاول هو خط الميل والآخر اما ان يكون عمودي او افقي اي ان قراءة زوايا الميل اما ان تكون مع الخط العمودي او مع الخط الافقي إذ يتم تحديد ذلك وفق مسار المهارة المراد قياس زوايا الميل فيها خلال الاداء فيجب ان تكون القراءات موحدة اي لا يجوز القراءة مرة مع الخط العمودي ومرة مع الخط الافقي في نفس المهارة المراد تحليلها ومعرفة زوايا الميل فيها وايضا يجب ان تستمر القراءة من جهة واحدة، وكل ذلك يعود الى اسباب احصائية عند جمع القيم ومعالجتها لكي لا تحصل اي اخطاء في تفسير القيم...

1- زاوية ميل الجسم: هي الزاوية المحصورة بين الخط الواصل من نقطة منتصف القدم الى نقطة مركز ثقل الجسم مع الخط العمودي.



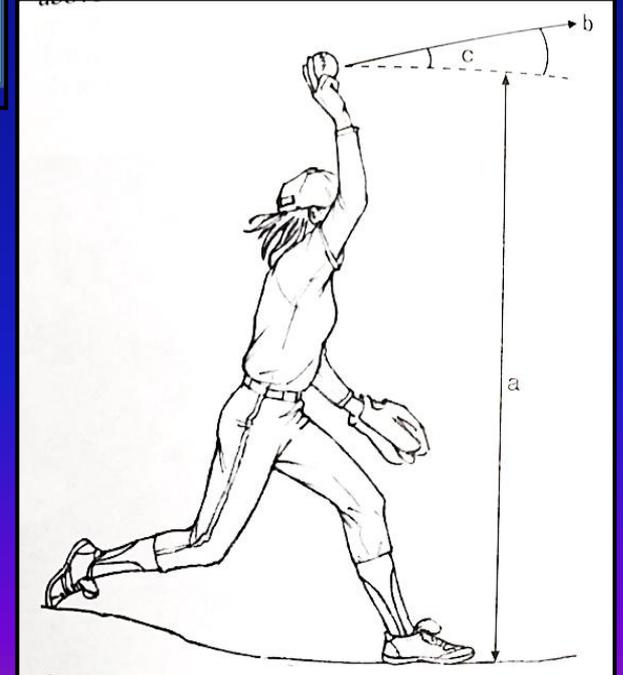
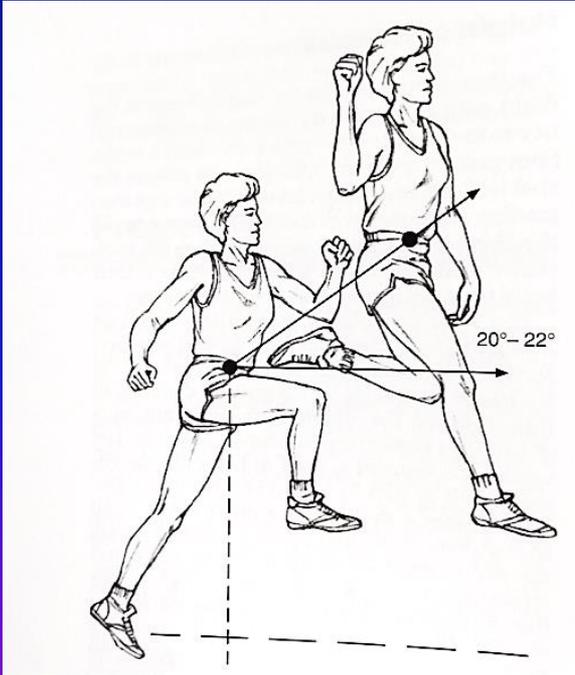
2- زاوية ميل الجذع: هي الزاوية المحصورة بين خط الجذع (من نقطة مفصل الكتف الى نقطة مركز ثقل الجسم) مع الخط العمودي. ويمكن قياس زاوية الميل لأي جزء من اجزاء الجسم بنفس الطريقة.

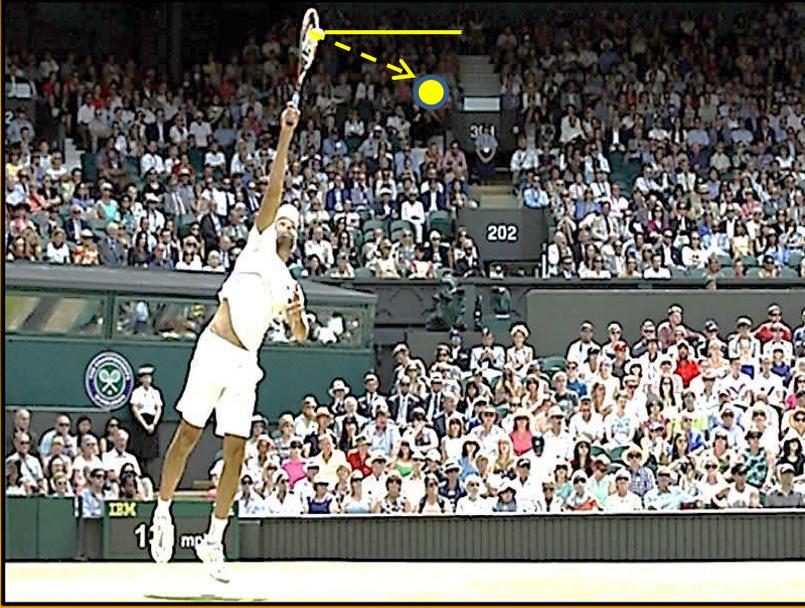


# قياس زاوية الانطلاق

وتسمى ايضا بزاوية الطيران وتحدث بعد مغادرة الجسم او (الاداة) الارض، وهي الزاوية المحصورة بين الخط الافقي مع الخط الواصل بين نقطتين لمركز ثقل الجسم او (الاداة) الاولى (عند اخر لحظة مس للجسم مع الارض او الاداة مع الجسم) والثانية (بعد ترك الجسم للارض او الاداة للجسم)، وتقاس من الامام.

جميع الامثلة تكون زاوية الانطلاق فوق مستوى الخط الافقي (الاتجاه الموجب)





هناك فعاليات رياضية يمكن ان تكون زاوية الانطلاق فوق او تحت مستوى الخط الافقي، كما في البداية في السباحة او الارسال بالتنس او الضرب الساحق بالكرة الطائرة وغيرها، وعلى الرغم من زاوية الانطلاق كقيمة عددية تكون متماثلة سواء كانت فوق او تحت مستوى الخط الافقي الا ان ما يميزها هو الاتجاه (+) او (-)..

زاوية انطلاق الجسم فوق مستوى الخط الافقي (الاتجاه الموجب)



100.00 cm

زاوية انطلاق الجسم اسفل مستوى الخط الافقي (الاتجاه السالب)

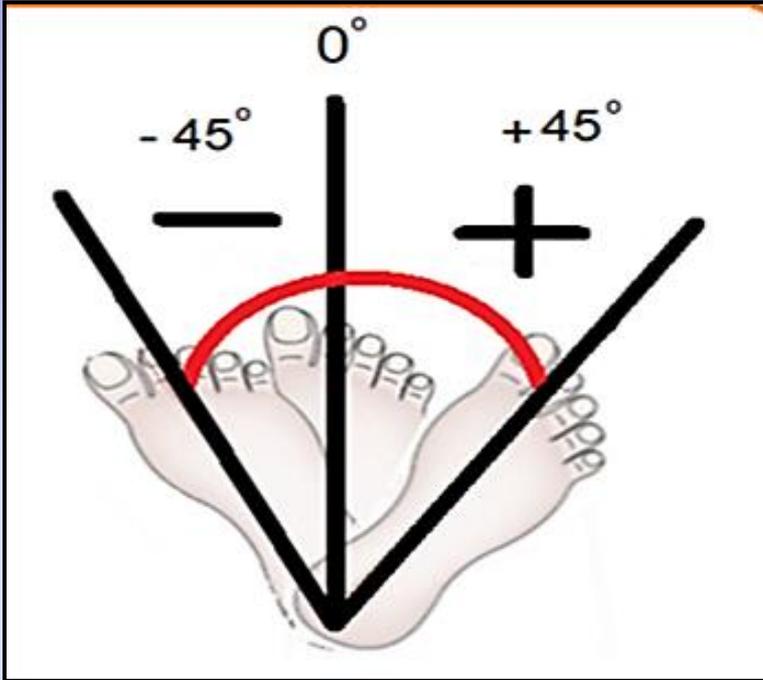


## ماهي الحمول؟؟؟

ان اساسيات علم التحليل الحركي والذي يعتمد في اساسياته على علم البايوميكانيك الرياضي يحتم ان تكون قياس بعض المتغيرات وفق اسس صحيحة ومنطقية، مثال ذلك ان يتم قياس زاوية الانطلاق مع الخط الافقي، او ان يتم قياس زوايا الميل مع الخط العمودي. ولكن احيانا يتحتم على القائم بالتحليل ان يغير من طريقة القياس المعتاد عليها، فعندما تكون نتائج زاوية انطلاق السباح لعينة متكونة من خمس سباحين كالاتي:

السيبب	زاوية الانطلاق (درجة)
1- السبب الاول.	10
2- السبب الثاني.	8
3- السبب الثالث.	12
4- السبب الرابع.	9
5- السبب الخامس.	-7

او ان تكون نتائج قياس اختبار ميل القدم اثناء المشي لعينة تمثل طلاب المرحلة الابتدائية كالاتي:

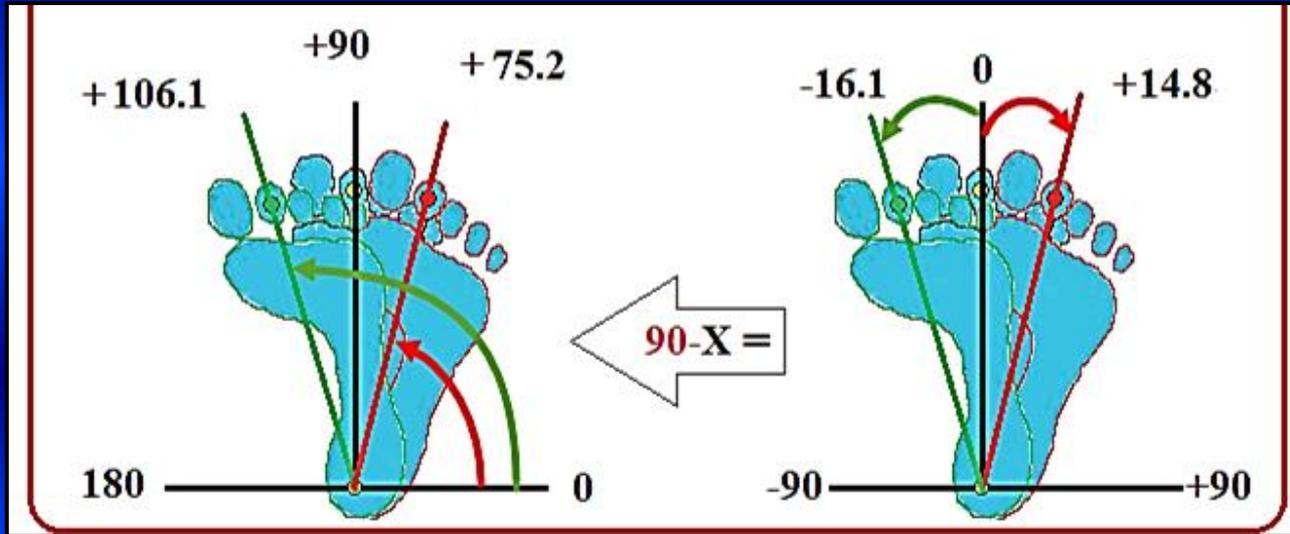


الطالب	زاوية ميلان قدم اليمين (درجة)	زاوية ميلان قدم اليسار (درجة)
1- احمد	14.8	17.3
2- محمد	8.5	12
3- وليد	-2	4.7
4- علي	5	7.2
5- همام	20.5	20
6- يوسف	9.2	14
7- كرار	15.8	14.5

السؤال الان؟.. كيف يمكن لنا كمختصين في مجال البايوميكانيك والتحليل الحركي من تلافي التشويش (noise) الذي تسببه اشارة (-) في بعض القيم التي تخرج عن ماهو طبيعي كما في المثالين السابقين لزاوية الانطلاق للسباح الخامس وميلان القدم اليمنى للطالب (وليد)؟

## الحل يكمن في تغيير طريقة القياس !!

كما هو متعارف عليه لدى المختصين ان يتم قياس زاوية انحراف القدم اثناء المشي مع الخط العمودي، والشكل المقابل يبين نتائج لنموذجين من عينة الطلاب السابقة لقدم اليمين احدهما قدمه اليمنى منحرفة بالأتجاه الوحشي للقدم فتكون القيمة (14.8) درجة والطالب الثاني قدمه اليمنى منحرفة بالاتجاه الانسي فتكون القيمة (-16.1) درجة!



وحتى يتم التخلص من اشارة (-) فيتم تبديل طريقة القياس ليتم قياس انحراف القدم مع الخط الافقي لتبدأ القيم من (الصفر) الى (180)، حيث تكون الدرجة الطبيعية لانحراف القدم هي (90) درجة، ولنسجل هنا انحراف قدم اليمين للطالب الاول (75.2) درجة بينما يكون انحراف قدم اليمين للطالب الثاني (106.1)، وكلا الانحرافان قيمتهما موجبة ولا يتم ذكر الجانبين الانسي والوحشي للانحراف.

## والحال ينطبق على زاوية الانطلاق بالسباحة ومثاله:



ف عندما تكون هناك زاويتي انطلاق لسباحين اثنين احدهما فوق الخط الافقي (12.4) درجة والآخرى تحت الخط الافقي (-19) درجة وحتى نتخلص من اشارة (-) يتم تبديل طريقة القياس لتكون مع الخط العمودي لتصبح زاوية الانطلاق للسباح الاول (78) درجة وللسباح الثاني (109) درجة وكلاهما بالاتجاه الموجب....



## السؤال المهم الآن؟؟؟

ماهي الطريقة المناسبة للتخلص من اشارة (-) عندما تكون هناك قيم لايمكن التخلص منها مثال ذلك التعجيل في الركض السريع او السباحة او التغير بالزخم بالنسبة لحركات القفز والتهديف.. الخ:

**التغير بالزخم = (ك × س2) - (ك × س1)**



# الاساليب الاحصائية للتعامل مع قيم (-) في قياس المتغيرات البايوميكانية

تنحسر العمليات الاحصائية في نتائج البحوث البايوميكانية الى استخدام:

اولا: عمليات الوصف الاحصائي (الوسط الحسابي، الوسيط، الانحراف المعياري، معامل الاتواء).

ثانيا: علاقات الارتباط البسيط (Pearson) والاثر (Regression).

ثالثا: الاختبار القبلي بعدي لمجموعة تجريبية واحدة ( Paired Samples Test).

رابعا: التكافؤ او الاختبار البعدي بعدي عندما تكون هناك مجموعتين للبحث ضابطة وتجريبية او تجريبيتين... الخ. (Independent Samples Test).

خامسا: احصائيات (one- Way Anova) وهو نادر جدا، لثلاث مجاميع تجريبية او مجموعة ضابطة ومجموعتين تجريبيتين... الخ.

اولا: يمكن التعامل مع الاشارة السالبة احصائيا في عمليات وصف العينة او متغيراتها:

Statistics		
VAR00002	VAR00001	
-6.8000	-6.8000	Mean
-6.0000	-7.0000	Median
3.83406	1.92354	Std. Deviation
-.254	.590	Skewness

1		
وصف العينة		
عامود ٢	عامود ١	ت
-9.00-	-8.00-	1
-12.00-	-7.00-	2
-6.00-	-9.00-	3
-2.00-	-4.00-	4
-5.00-	-6.00-	5

ثانياً: يمكن التعامل مع الاشارة السالبة احصائياً في الارتباط البسيط (Pearson) والمساهمة (Regression):

Correlations			
VAR00002	VAR00001		
.569	1	Pearson Correlation	VAR00001
.316		Sig. (2-tailed)	
5	5	N	

2		
ارتباط بسيط		
عامود ٢	عامود ١	ت
-9.00-	-8.00-	1
-12.00-	-7.00-	2
-6.00-	-9.00-	3
-2.00-	-4.00-	4
-5.00-	-6.00-	5

## ثالثًا: يمكن التعامل مع الإشارة السالبة احصائياً في الاختبار القبلي بعدي (Paired Samples Test):

Paired Samples Statistics				
Std. Error Mean	Std. Deviation	N	Mean	
.86023	1.92354	5	-6.8000	VAR00001
1.71464	3.83406	5	-6.8000	VAR00002

3		
عينات مرتبطة قبلي بعدي		
عامود ٢	عامود ١	ت
-9.00-	-8.00-	1
-12.00-	-7.00-	2
-6.00-	-9.00-	3
-2.00-	-4.00-	4
-5.00-	-6.00-	5

Paired Samples Test									
Sig. (2-tailed)	df	t	Paired Differences					VAR00001 - VAR00002	Pair 1
			95% Confidence		Std. Error Mean	Std. Deviation	Mean		
			Upper	Lower					
1.000	4	0.000	3.92649	-3.92649	1.41421	3.16228	0.00000		

**رابعاً: يمكن التعامل مع الإشارة السالبة احصائياً في اختبار التكافؤ  
او البعدي بعدي (Independent Samples Test):**

Group Statistics				
Std. Error Mean	Std. Deviation	Mean	N	group
1.10868	2.21736	-6.7500	4	1.00
1.25000	2.50000	-6.2500	4	2.00

Independent Samples Test								
t-test for Equality of Means							Levene's Test for Equality of Variances	
95% Confidence		Std. Error Difference	Mean Difference	Sig. (2-tailed)	df	t	Sig.	F
Upper	Lower							
3.58837	-4.58837	1.67083	-.50000	.775	6	-.299	1.000	0.000
3.60254	-4.60254	1.67083	-.50000	.775	5.916	-.299		

4		
عينات مستقلة (تكافؤ) او بعدي بعدي		
VAR00001	Group	ت
-6.00-	1	1
-4.00-	1	2
-8.00-	1	3
-9.00-	1	4
-3.00-	2	5
-6.00-	2	6
-9.00-	2	7
-7.00-	2	8

# خامسا: يمكن التعامل مع احصائيات (one- Way Anova) لثلاث مجاميع تجريبية او مجموعة ضابطة ومجموعتين تجريبيتين:

Descriptives								
VAR00002								
Maximum	Minimum	95% Confidence		Std. Error	Std. Deviation	Mean	N	
		Upper Bound	Lower Bound					
-4.00	-9.00	-3.2217	-10.2783	1.10868	2.21736	-6.7500	4	1.00
-3.00	-9.00	-2.2719	-10.2281	1.25000	2.50000	-6.2500	4	2.00
-4.00	-9.00	-3.7217	-10.7783	1.10868	2.21736	-7.2500	4	3.00
-3.00	-9.00	-5.3920	-8.1080	.61699	2.13733	-6.7500	12	Total

ANOVA					
VAR00002					
Sig.	F	Mean Square	df	Sum of Squares	
.833	.187	1.000	2	2.000	Between Groups
		5.361	9	48.250	Within Groups
			11	50.250	Total

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: VAR00002						
95% Confidence		Sig.	Std. Error	Mean Difference (I- J)	(I) group	
Upper Bound	Lower Bound					
3.2037	-4.2037	.767	1.63724	-.50000	2.00	1.00
4.2037	-3.2037	.767	1.63724	.50000	3.00	
4.2037	-3.2037	.767	1.63724	.50000	1.00	2.00
4.7037	-2.7037	.556	1.63724	1.00000	3.00	
3.2037	-4.2037	.767	1.63724	-.50000	1.00	3.00
2.7037	-4.7037	.556	1.63724	-1.00000	2.00	

5		
ثلاث مجاميع		
VAR00001	Group	ت
-6.00-	1	1
-4.00-	1	2
-8.00-	1	3
-9.00-	1	4
-3.00-	2	5
-6.00-	2	6
-9.00-	2	7
-7.00-	2	8
-4.00-	3	9
-8.00-	3	10
-9.00-	3	11
-8.00-	3	12

## وهناك عدة ملاحظات مهمة لمليء البيانات في البرامج الاحصائية:

1- عند مليء الرقم الخام في العامود الاحصائي لـ (SPSS) يجب كتابة الرقم ثم الضغط على اشارة السالب وليس العكس،، ولايفضل مليء القيم الخام على ملف الاكسل!

2- يمكن للبرنامج الاحصائي تقبل ارقام الاعمدة واستخراج احصائياتها عند وجود ارقام سالبة وموجبة ايضا وحتى عند وجود ارقام قيمتها (صفر)!

ولكن يبقى اساس عمل البحوث البايوميكانيكية يعتمد على:

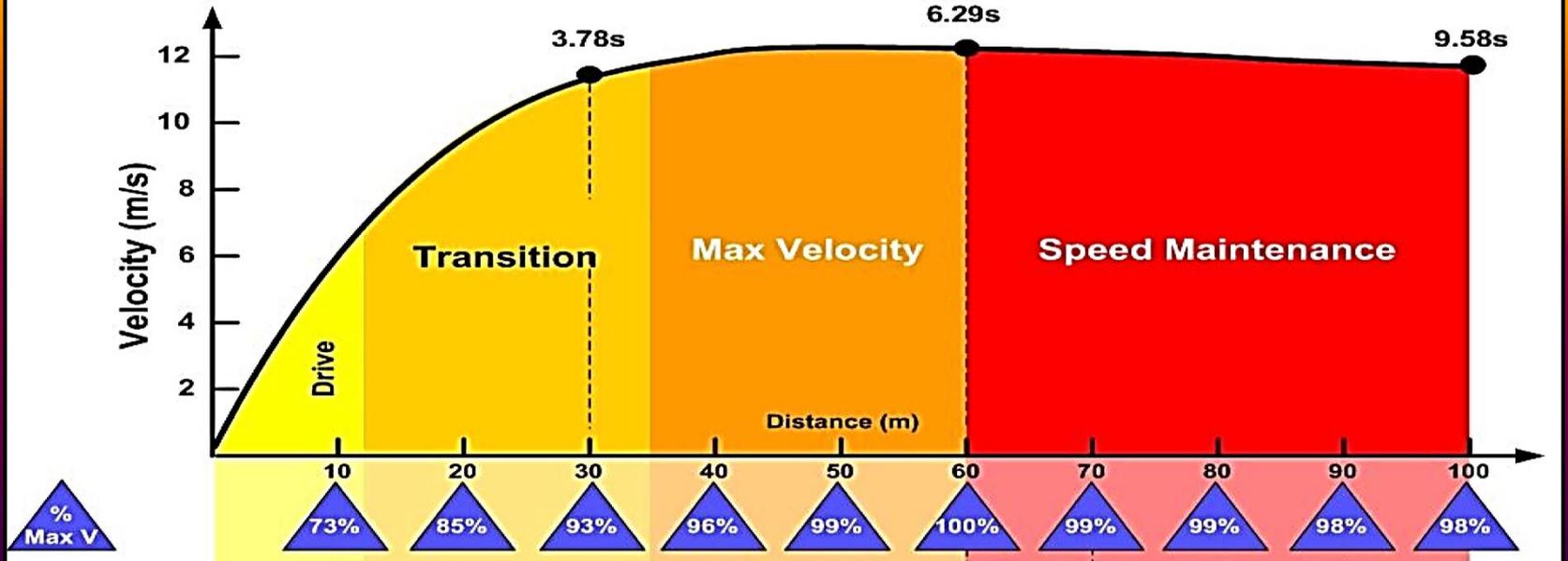
أ- ان تكون العينة متجانسة ومن مستويات عالية لها زمن تدريبي لا يقل عن سنين عديدة ودخلت منافسات وتفضل من فئة الشباب على الاقل عدا الجمناستك الذي له خصوصية تختلف عن بقية الالعب ولكن يجب ان يكون عمر تدريبي مناسب ودخل في منافسات.

ب- استبعاد القيم الخام للمتغيرات المختلفة بشكل كبير في نتائجها، ونحث الباحثين على حجم العينة الاكبر عند انتقائها لاستخراج نتائج دراسية رصينة.

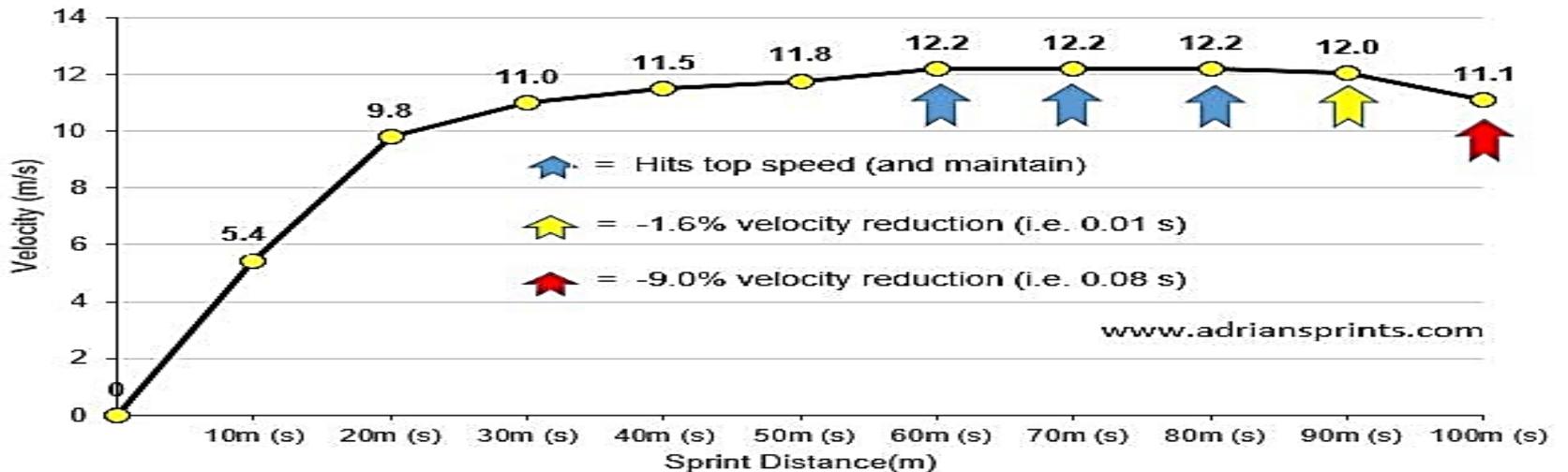
ت- ان لم يكن ذلك ممكنا فيجب العمل على توحيد طريقة حساب المتغيرات كما ذكر في محاور المحاضرة... والاهم العمل على وضع التعريف الاجرائي لاستخراج المتغير لان ذلك سيعطي مبررا وتفسيرا للقيم المستخرجة وتقع على الباحث مسؤولية تفسيرها..

**كما في المثال الاتي** لركض (100) م بالنسبة للتعجيل المتزايد (الموجب)، والتعجيل الذي يخص تناقص السرعة (السالب).

# 100m Race Model based on Usain Bolt 9.58s Berlin, 2009



## Usain Bolt - 9.69s - Velocity Interval



# فيكون التعريف الاجرائي لمرحلتي التعجيل في مرحلتي التزايد والتناقص كالآتي:

1- التعجيل من البداية الى (60)م الاولى: هو المرحلة التي يتم فيها تزايد سرعة العداء وتكون قيمه موجبة.

2- التعجيل من (80)م الى خط النهاية: هو المرحلة التي يتم فيها تناقص سرعة العداء وتكون قيمها سالبة.