Archive of SID

حرکت
شمارهٔ ۲۴ ـ ص ص : ۲۴ ـ ۵
تاریخ دریافت : ۸۳/۰۹/۰۷
تاریخ تصویب: ۸۴/۰۲/۰۳

اثر اندازه‌های آنتروپومتریکی بر نیروی مقاوم آب در شنای پروانه[1]

دکتر مرتضی شهبازی مقدم[2] ـ صفورا صباغیان
دانشیار دانشگاه تهران - کارشناس ارشد دانشگاه امیرکبیر

چکیده

در چهار دههٔ گذشته توجه ویژه‌ای به پیدا کردن ارتباط بین شکل بدن و اندازهٔ آن با نیروی مقاوم آب مبذول شده است. بعضی محققان اعتقاد داشتند که ارتباط زیادی بین این دو وجود ندارد، ولی اواسط دههٔ سوم با ساخت دستگاه MAD (اندازه‌گیری مستقیم نیرو) توانستند ارتباط زیادی بین آنها بیابند. هدف این تحقیق بررسی اثر اندازه‌های آنتروپومتریکی بدن شناگران بر نیروی مقاوم آب بود. چون امکان خرید و نصب دستگاه MAD در ایران وجود نداشت، از این‌رو از روش غیرمستقیم اندازه‌گیری مقاوم IMAD استفاده شد. ۲۰ شناگر باشگاهی زن در ۳ گروه تیم ملی، نخبه و باتجربه با وزن‌های مختلف و با ۲ ± ۵ سال تجربه در شنای پروانه در این تحقیق شرکت کردند. سرعت متوسط این شناگران ۰/۱۵ ± ۱/۱ متر بر ثانیه و وزن آنان نیز ۱۲ ± ۵۸ کیلوگرم بود. اندازه‌ها عبارت بودند از وزن، قد، طول اندام فوقانی، طول بازو، طول ساعد، طول کف دست، دور سر، دور بازو، دور قفسهٔ سینه، مچ دست و فاصلهٔ دو زائدهٔ آخرمی. بین طول اندام فوقانی، دور سر و فاصلهٔ دو زائدهٔ آخرمی با نیروی مقاوم رابطهٔ معنی‌داری دیده نشد، ولی بین بقیهٔ متغیرها با نیروی مقاوم رابطهٔ معنی‌داری مشاهده گردید. نیروی مقاوم آب برای اعضای تیم ملی بین ۳۶/۳ - ۲۶/۲ و برای شناگران نخبه بین ۳۲/۳ - ۲۵ و برای شناگران باتجربه بین ۲۶/۳ - ۱۶ نیوتن به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی

اندازه‌گیری آنتروپومتریکی، شنای پروانه، نیروی مقاوم آب

۱- قسمتی از این تحقیق در بیست و دومین سمپوزیوم بین‌المللی ISBS سال ۲۰۰۵ در شهر پکن کشور چین ارائه گردیده است.

2- Email : m_shahbazi1379@Yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

امروزه یکی از مسائل مهم علم شنا، اندازه‌گیری نیروی جلوبرندهٔ شناگران است که بیشتر کشورهای صاحب‌نام در شنا هر روزه با کمک متخصصان و وسایل اندازه‌گیری دقیق در تلاش برای محاسبهٔ دقیق نیرو و عوامل مؤثر بر آن به منظور کاهش رکورد شناگران می‌باشند. اصولاً از روش‌های گوناگونی برای برآورد نیرو در شنا استفاده می‌شود، مانند کشیدن شناگر به روش اندازه‌گیری دینامومتر، روش فیلمبرداری و روش اندازه‌گیری کشش فعال (*MAD*) که به روش هولاندر[1] معروف است. تمامی این روش‌ها براساس دو اصل کلی در اندازه‌گیری نیرو که در بالا ذکر شد، پایه‌گذاری شده‌اند. در تحقیقات انجام شده بر روی اندازه‌گیری نیروی واکنشی شناگران به مقولهٔ نیروی مقاومت و اندازه‌گیری نیروی مقاومت کل در شنا و عوامل مؤثر بر آن پرداخته شده است. در واقع، در سرعت ثابت نیروی جلو برنده با نیروی مقاوم برابر است. پس اگر بتوان مقاومت کل را به‌دست آورد، به شرط ثابت بودن سرعت، در حقیقت نیروی جلو برنده به‌دست آمده است (۱۶).

انسان، مشتاق شناسایی و کشف رابطه‌هایی بین ویژگی‌های فیزیکی و میزان عملکرد و توانایی‌هایش است تا بدین روش به محدودیت‌ها و مزایایی پی ببرد که این صفات در عملکردش ایجاد می‌کنند. بدین ترتیب انسان بتدریج به روش‌ها و وسایلی نیازمند می‌شود که خصایص جسمانی او را دقیق‌تر و معتبرتر ثبت کند. این نیاز کم کم به تکوین علمی تحت عنوان «آنتروپومتری» می‌انجامد. در تربیت بدنی عمده‌ترین هدف آنتروپومتری، کشف رابطهٔ بین ویژگی‌های بدنی و عملکرد ورزشی است. اخیراً برای نشان دادن رابطهٔ آنتروپومتری و زمینه‌های خاص حرکتی و ورزشی، اصطلاح آنتروپومتری حرکتی به کار می‌رود. اندازه‌های آنتروپومتری در علم ورش بر دو محور استوار است. نخست به تعیین اندازه‌هایی همچون قد، وزن، ضخامت اندام‌ها، طول اندام‌ها و اندازه‌گیری نسبت اندام‌ها به کل قد پرداخته و محور دوم به تعیین نوع پیگیری و ترکیبات بدنی از جمله مشخص کردن درصد چربی، وزن چربی و وزن بدون چربی می‌پردازد.

1- Hollander

www.SID.ir

Archive of SID

کانسیلمن[1] و واسیلاک[2] (۱۹۸۲) اولین کسانی بودند که به تحقیق در زمینهٔ رابطهٔ بین سرعت اندام و سرعت شنا پرداختند. آنها نشان دادند که بهترین شناگران، آنهایی هستند که سرعت دستشان از آغاز تا پایان سریع باشد. این مطلب درست بود، ولی خیلی ساده بیان شده بود (۶). تحقیق بعدی در سال ۱۹۸۴ توسط شلای هوف[3] انجام گرفت که نشان داد دست‌های شناگران از آغاز تا پایان حرکت در آب دارای سرعت یکنواخت نیست، بلکه با هر تغییر جهت دست در زیر آب سرعت دست ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد (۱۳).

روش‌های اندازه‌گیری نیروی شناگران

الف) روش مستقیم: در این روش‌ها مقدار نیرو به طور مستقیم و با استفاده از تجهیزات مخصوص تعیین می‌شود، همانند روش فیلمبرداری یا روش *MAD*

ب) روش غیرمستقیم: در این روش‌ها با استفاده از تعدادی ضرایب ثابت و معادلات فیزیکی نیرو تخمین زده می‌شود. این روش‌ها بیشتر جنبهٔ قیاسی و استدلالی دارد.

کارپوویچ[4] و کاستیل[5] (۱۹۶۶) برای ارزیابی مقدار نیروی پیش‌برنده از اندازه‌گیری انرژی مصرفی در حین حرکت استفاده کردند. این روش هم با منظور کردن ثبت نیروی پیش‌برنده و هم با ثبت زمان و مسافت پیموده شده، انجام می‌گیرد.

گردن[6] (۱۹۶۹) و زاچیورسکی[7] (۱۹۷۲) این تحقیق را ادامه دارند (۷). جنسن[8] (۱۹۷۵) و بلانسکبی[9] (۱۹۷۵) بیان کردند که نیروی مقاوم و نیروی پیش برنده‌ای که بدن انسان تحمل کرده یا تولید می‌کند، به طور مستقیم اندازه‌گیری می‌شود. نیروی مقاوم، از نیروی پیش‌برنده گرفته می‌شود و برعکس، و هر دو تابعی از سرعت‌اند و نیروی حرکت هیدرودینامیکی انسان با آنالیز ریاضی شکل بدن و حرکت آن به‌دست می‌آید.

1- Conusilman
2- Vassilac
3- Schleihauf
4- Karpovich
5- Costill
6- Gordon
7- Zaciorsky
8- Jensen
9- Blanksby

www.SID.ir

Archive of SID

توسنیت[1] و همکارانش (۱۹۸۸و ۱۹۹۰) روش *MAD* را برای اندازه‌گیری نیروی مقاوم به کار بردند (۱۶). کولموگروف[2] (۱۹۹۲) به روش تغییرات سرعت ماکزیمم شناگر، نیروی مقاوم اضافی را به‌دست آورد. بدین ترتیب که شناگران مسافت ۳۰ متر را با دو سرعت حداکثر، یکی با داشتن شکل هیدرودینامیکی و دیگری بدون داشتن شکل هیدرودینامیکی شنا می‌کردند. شکل هیدرودینامیکی بدن به معنی شکل چاقو به بدن دادن یا مثل مخروط بودن است. سرعت شناگر و نیروی مقاوم در هر دو حالت اندازه‌گیری شد (۱۰).

تحقیقی در سال ۲۰۰۰ پیرامون تعیین نیروی پیش‌برنده در شنای پروانه انجام شد. در این تحقیق ردا تایار[3] سه حالت را به عنوان دارا بودن بیشترین نیروی پیش‌برنده، بیان کرد که عبارت بودند از:

۱. انتهای چرخش خارجی،

۲. انتهای چرخش داخلی،

۳. انتهای سیکل (فرو بردن دست به داخل آب) (۱۲).

در این تحقیق از قهرمان جهان به نام دنیس پانکروتوف[4] استفاده شد، ولی وی نتوانست در حالت‌های سه‌گانهٔ بالا قرار بگیرد تا حالتی که بیشترین نیروی پیش‌برنده را دارد، تعیین شود. بنابراین از مانکن وی استفاده شد و مانکن در جریان‌های مختلف آب قرار داده شده و اندازه‌گیری را روی مانکن انجام دادند.

در این قسمت رابطهٔ برخی از متغیرهای آنتروپومتری با مقاومت ایستا که به نوعی می‌توان برابر با نیروی جلوبرنده دانست، بیان می‌شود. کلاریس[5] (۱۹۷۶) رابطهٔ مقاومت پویا در شنا را با متغیرهای آنتروپومتری پیدا کرد. وی فقط چند همبستگی بین مقاومت پویا و متغیرهای آنتروپومتری یافت که وی را مجبور کرد نتیجه بگیرد که شکل بدنی انسان تأثیر زیادی روی مقاومت پویا ندارد و عوامل دیگر مهم‌اند.

1- Toussaint
2- Kolmogorov
3- Redha Taiar
4- Pankrotov
5- Clarys

www.SID.ir

Archive of SID

لوون تیلبورگ [1] (۱۹۸۳)، دانیل دالی [2] و یوریک پرسین [3] (۱۹۸۳) به تأثیر و همبستگی برخی متغیرهای بدنی با مقدار نیروی مقاومتی شناگر پرداختند (۱۱). در این تحقیق، رابطهٔ مقاومت ایستا با متغیرهای آنتروپومتری اندازه‌گیری شد. در به‌دست آوردن اطلاعات برای محاسبات مقاومت ایستا از معادلهٔ زیر استفاده شد:

$$D = \frac{C.S.V^2}{2}$$

که در آن D نیروی مقاومت در سرعت داده شده، V سرعت، C ضریب ثابت، S رویهٔ سطحی عمودی در حرکت مستقیم است.

ضریب مقاومت به‌دست آمده را یک بار بر وزن تقسیم کرده و با $\frac{CS}{DSI}$ نشان داده‌اند. تحقیقی توسط جان پیترکلاریس و هولاندر و همکارانشان (۱۹۸۷) انجام شد. در این تحقیق رابطهٔ مقاومت پویا با ابعاد بدنی مورد مطالعه قرار گرفته است (۲۰).

متغیرهای آنتروپومتری اندازه‌گیری شده عبارت بودند از: قد، وزن، فاصلهٔ بین دو زائدهٔ آخرمی، طول دست، طول ساعد، طول پا، طول کف پا، دور قفسهٔ سینه در هر دو وضعیت حداکثر دم و بازدم و حداکثر دور قسمت بالایی بازو و ران.

نیروی مقاومت از فرمول $F=AV^2$ به‌دست آمده است که در آن F نمایندهٔ نیروی مقاومت، V سرعت شنا، A نسبت ثابت که به عنوان ویژگی تغییرپذیری برای ارتباط سرعت و مقاومت استفاده شده است. تقریباً در همهٔ موارد بین ضریب مقاومت و متغیرهای آنتروپومتری همبستگی معنی‌داری وجود ندارد. درجهٔ همبستگی بالایی بین حداکثر سطح مقطع عرضی و مقاومت فعال وجود دارد، همچنین بستگی معنی‌داری بین متغیرهای دیگر و مقاومت پیدا شده و همهٔ این متغیرها با حداکثر عرض بدن رابطه دارند (۲۰).

در تحقیقی که با استفاده از سیستم MAD توسط هولاندرو و همکارانش (۱۹۸۶) و توسینت

1- Levan Tilberg
2- Daniel Dally
3- Yuric Perissin

www.SID.ir

Archive of SID

(۱۹۸۸) و وارت[1] و همکارانش (۱۹۸۷) انجام شد، همبستگی بالایی ۰/۸۷=r بین مقاومت و سطح مقطع عرضی بدن به‌دست آمد (۹). بلوم فیلد[2] (۱۹۷۶) در تحقیق خود بر روی سه گروه شناگر مرد در سه سطح جهانی، دانشگاهی و مبتدی، به این نتیجه رسید که شناگران سطح جهانی دارای طول دست و قد بلندتر و وزن بیشتر و وزن مخصوص کمتری نسبت به شناگران مبتدی هستند (۴). مونتایه[3] و همکارانش (۱۹۸۲) ارتباط زمان شنای شناگران ورزیدهٔ زن را با قد، سن و وزن مورد سنجش قرار دادند و همبستگی معنی‌داری بین زمان شنای کرال سینه با وزن (۰/۵۸ = r)، قد (۰/۶۴ = r) و سن (۰/۶۱ = r) به‌دست آوردند (۸). چاتارد جی سی[4] (۱۹۹۰) تحقیقی انجام داد و همبستگی نیروی پیش‌برنده و قد (۰/۸=r) و همبستگی نیروی پیش‌برنده با وزن (۰/۷۸=r) را اعلام داشت.

روش تحقیق

جامعهٔ آماری

جامعهٔ آماری این تحقیق را شناگران باشگاهی زن استان تهران تشکیل می‌دهند. این شناگران به طور مداوم به مدت ۳ سال در باشگاه‌های تهران تمرین داشتند و توانایی اجرای شنای پروانه را با تکنیک دارا بودند.

نمونه‌ها و روش نمونه‌برداری

نمونه‌های تحقیق شامل ۲۰ نفر از جامعهٔ آماری بود که به صورت تصادفی در این تحقیق قرار گرفتند و دامنهٔ سنی آزمودنی‌ها ۱/۶ ± ۱۵ سال بود.

روش اجرای آزمون

برای اندازه‌گیری نیروی پیش‌برنده ابتدا خطی به عنوان خط شروع در استخر آزادی

1- Vaart
2- Bloom Field
3- Montoye
4- Chatard J.C

www.SID.ir

Archive of SID

مشخص شد و خطی دیگر در ۱۰ متری خط شروع به عنوان نقطهٔ پایان علامت‌گذاری گردید. این دو نقطه در استخر قهرمانی آزادی توسط دو میله که در کنار استخر نصب شده بود، مشخص شد. سپس از نقطهٔ پایان ۱۰ متر روی دیوارهٔ استخر، ابتدا به فاصلهٔ ۰/۵ متر برچسب‌هایی نصب شد و بعد از ۲ متر برچسب‌ها به فاصلهٔ ۱۰ سانتی‌متر از یکدیگر با رنگ‌های متمایز چسبانده شدند تا بدین وسیله مسافت سرخوردن به طور دقیق اندازه‌گیری شود.

شناگر با کمک فرد دیگری به صورت دراز کشیده روی آب قرار می‌گرفت، به طوری که نوک انگشتان دست شناگر پشت خط شروع بود. فرد دیگری در بیرون آب سوت را به صدا درمی‌آورد. با صدای سوت کورنومتر شروع به کار کرده و شناگر نیز شروع به شنا کردن پروانه با آخرین سرعت می‌کرد. بعد از اینکه شناگر ۱۰ متر مشخص شده را شنا کرد، به محض عبور دست وی از خط پایان، سوت زده شده، کورنومتر از کار می‌افتاد و شناگر از فعالیت باز می‌ایستاد و بقیهٔ مسیر را با سرعت به‌دست آمده روی آب سر می‌خورد تا به حالت سکون روی آب قرار بگیرد. در این حالت زمان شنای ۱۰ متر از روی کورنومتر خوانده شده و ثبت می‌گردید. همچنین مسافت سرخورده شده نیز باتوجه به برچسب‌های نصب شده در کنار استخر، مشخص و ثبت می‌شد.

با داشتن زمان ۱۰ متر شنا، می‌توان سرعت متوسط را براساس رابطهٔ ۲ محاسبه کرد:

$$\bar{V} = \frac{X}{t} \qquad (۱)$$

چون مسافت طی شده ۱۰ متر است، پس رابطهٔ ۱ به صورت رابطهٔ زیر نوشته می‌شود:

$$\bar{V} = \frac{10}{t} \qquad (۲)$$

t زمان ۱۰ متر شنای پروانه، v سرعت متوسط شناگر در ۱۰ متر شنا است. شناگر بعد از طی ۱۰ متر تا حد امکان به سر خوردنش ادامه می‌داد تا اینکه کاملاً حرکتش متوقف شود و دیگر حرکتی به سمت جلو نداشته باشد. در این حالت مسافتی که شناگر سرخورده بود، توسط برچسب‌های مدرج‌شده در دیوارهٔ استخر تعیین شد. برای خواندن مسافت طی شده بر روی برچسب‌های مدرج از نوک انگشتان دست شناگر استفاده شد. در این آزمون اگر شناگر بعد از شنیدن صدای سوت دوم شنای خود را متوقف نمی‌کرد یا سیکل شنای خود را به اتمام نمی‌رساند، از وی مجدداً تست گرفته می‌شد. شهبازی و ساندرز (۲۰۰۲) برای اندازه‌گیری

www.SID.ir

Archive of SID

نیروی جلو برنده از سه حالت استفاده‌کرده‌اند (۱۴).

در حالت اول فرض شد که مقاومت آب متناسب با سرعت است، یعنی:

$$F_d = C_1 V \qquad (۳)$$

F_d: نیروی مقاوم، C_1: ضریب مقاومت، V: سرعت شناگر

اختلاف بین نیروی پیش‌برنده و نیروی مقاوم موجب شتاب شناگر می‌شود، پس:

$$F_p - C_1 V = M\frac{dv}{dt} \qquad (۴)$$

در سرعت حد (ماکزیمم سرعتی که شناگر به‌دست می‌آورد) شتاب صفر است، یعنی:

$$\frac{dv}{dt} = 0 \qquad (۵)$$

$$F_p = C_1 V_L$$

پس با ادغام رابطه‌های ۴ و ۵ انجام اعمال ریاضی بین آنها، ارتباط بین نیروی پیش‌برنده و ضریب مقاومت به‌دست می‌آید:

$$F_p = C_1 V(1 + exp\ (-C_1 t / M) \qquad (۶)$$

و ضریب مقاومت نیز از معادلهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$C_1 = \frac{2MV}{(X+10)} \qquad (۷)$$

M جرم شناگر، V سرعت شناگر، X مسافت سرخوردن، C_1 ضریب مقاومت.

در حالت دوم فرض شده که مقاومت آب متناسب با مجذور سرعت است.

با انجام اعمال ریاضی مانند حالت اول معادلات نیروی پیش‌برنده و ضریب مقاومت به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$F_p = C_2 V^2_L \qquad (۸)$$

$$V_L = 0.5 \left\{(V + \sqrt{V^2 + 4Mv / (c_2 t)}\right\} \qquad (۹)$$

$$C_2 = \frac{M}{X} \qquad (۱۰)$$

در حالت سوم فرض شده که مقاومت آب با هر دو عامل $C_1 V$ و $C_2 V^2$ متناسب است.

www.SID.ir

Archive of SID

$$F_p - C_1V - C_2V^2 = M\frac{dv}{dt} \qquad (۱۱)$$

با انجام اعمال ریاضی سرعت حد (V_L) به صورت رابطهٔ ۱۲ است:

$$|V_L| = 0.5 \left\{ (C_1/C_2 + \sqrt{((C_1/C_2)^2 + (4Mv)/(tc_2))} \right\} \qquad (۱۲)$$

باتوجه به معادلات به‌دست آمده برای حالت‌های اول، دوم و سوم و منحنی رسم شده، سرعت بر حسب زمان در شکل ۱ توسط شهبازی نشان داده شده است. در قسمت اول شناگر بعد از ۱۷ ثانیه به سرعت حداکثر خود می‌رسد که این نشان می‌دهد شناگر در شنای ۱۰ متر هیچ‌گاه به سرعت ماکزیمم نمی‌رسد. در قسمت دوم، شناگر بعد از ۲/۵ ثانیه به سرعت ماکزیمم می‌رسد، ولی مقدار این سرعت خیلی زیاد است و شناگر نمی‌تواند نیرویی اعمال کند تا به این سرعت برسد. در قسمت سوم، شناگر بعداز ۳ ثانیه به سرعت ماکزیمم خود می‌رسد و مقدار سرعت نیز در حد قابل قبولی است. پس برای اندازه‌گیری نیروی پیش‌برنده از حالت سوم استفاده شده است.

روابط حالت سوم عبارتند از :

$$C_1 = ۲\, Mv / (X + 10) \qquad (۱۳)$$

$$C_2 = M / X \qquad (۱۴)$$

$$V_1 = 0.5 \left\{ C_1/C_2 + \{(C_1/C_2)^2 + (۴\, Mv/C_2\, t)\} \right\} \qquad (۱۵)$$

$$F_p = c_1 v_L + c_2 v_L^{\,2} \qquad (۱۶)$$

M: جرم شناگر، V: سرعت شناگر، X: مسافت سرخوردن، C_1: ضریب مقاومت (۱)، C_2: ضریب مقاومت (۲)

www.SID.ir

Archive of SID

باتوجه به حالت سوم و روابط ۱۴، ۱۵ و ۱۶ اندازه‌گیری‌های نیرو انجام شد و سرعت‌ها و مسافت‌های به‌دست آمده در این روابط قرار داده شد و ضرایب مقاومت و نیروی پیش‌برنده برای هریک از شناگران به‌دست آمد و نمودارها و جداول رسم شد.

نتایج و یافته‌های تحقیق

در جدول ۱، وزن به کیلوگرم، سن به سال و سایر متغیرها به سانتی‌متر است. بیشترین پراکندگی در طول دو دست باز و کمترین پراکندگی در قطر مچ دست مشاهده می‌شود.

جدول ۱ـ میانگین و انحراف استاندارد اندازه‌های آنتروپومتریکی

ردیف	متغیر	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف استاندارد
۱	وزن	۴۲	۶۸	۵۳/۱۵	۶/۷۳
۲	قد	۱۵۴	۱۷۴	۱۶۱/۶	۵/۰۸
۳	سن	۱۳	۱۹	۱۵/۰۵	۱/۶۱
۴	طول دو دست باز	۱۵۲/۵	۱۸۷	۱۶۴/۳	۸/۰۶
۵	طول اندام فوقانی	۸۱	۹۱/۵	۸۶/۸۵	۲/۷۳
۶	طول بازو	۲۷/۵	۳۶/۵	۳۰/۲۲	۲/۰۶
۷	طول ساعد	۲۲	۲۹	۲۵/۰۲	۱/۸۱
۸	طول کف دست به پایین	۱۶/۵	۲۰	۱۸/۰۵	۱/۰۱
۹	دور سر	۵۳	۵۷/۵	۵۴/۸۷	۱/۱۲
۱۰	دور بازو	۲۴	۳۱/۵	۲۷/۶۷	۱/۸۲
۱۱	دور قفسهٔ سینه	۷۹	۹۳	۸۴/۹۷	۳/۹۲
۱۲	قطر مچ دست	۴/۸	۵/۹	۵/۲۳	۰/۳۰
۱۳	فاصلهٔ دو زائدهٔ آخرمی	۳۵	۴۴	۳۹/۰۲	۲/۳۱

در این جدول وزن به کیلوگرم، سن به سال و سایر متغیرها به سانتی‌متر است. بیشترین پراکندگی در طول دو دست باز و کمترین پراکندگی در قطر مچ دست مشاهده می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ - مقادیر ضریب مقاومت، سرعت حد و نیروی پیش‌برنده در فرمول‌های ذکر شده

t(s)	m (kg)	X (m)	V (m/s)	C1	C2	VL (m/s)	FP
۸/۵	۶۰	۶/۷	۱/۱۸	۸/۴۵	۸/۹۶	۱/۵۴	۳۴/۴۲
۸/۷۲	۵۳	۵/۷۵	۱/۱۵	۷/۷۲	۹/۲۲	۱/۳۸	۲۸/۳۳
۹/۳۸	۵۴	۶/۴	۱/۰۷	۷/۰۲	۸/۴۴	۱/۳۶	۲۵/۳۰
۹/۲۵	۴۵/۵	۵/۱	۱/۰۸	۶/۵۲	۸/۹۲	۱/۲۲	۲۱/۲۰
۸/۸۱	۴۶	۴/۶	۱/۱۴	۷/۱۵	۱۰/۰۰	۱/۲۱	۲۳/۱۹
۸/۶۶	۶۶/۵	۵/۳	۱/۱۵	۱۰/۰۴	۱۲/۵۵	۱/۳۳	۳۵/۵۹
۹/۱۳	۴۵/۵	۳/۲	۱/۱۰	۷/۵۵	۱۴/۲۲	۰/۹۴	۱۹/۶۵
۹/۰۷	۴۲	۴/۹	۱/۱۰	۶/۲۲	۸/۵۷	۱/۲۲	۲۰/۲۱
۹/۲۵	۵۶	۵/۲	۱/۰۸	۱/۹۷	۱۰/۷۷	۱/۲۳	۲۶/۱۸
۹/۱۵	۶۸	۶/۵	۱/۰۹	۹/۰۱	۱۰/۴۶	۱/۴۱	۳۳/۵۵
۸/۰۳	۵۶	۸/۷	۱/۲۵	۷/۴۶	۶/۴۴	۱/۸۸	۳۶/۶۹
۹/۳۲	۵۴/۵	۶/۵	۱/۰۷	۷/۰۹	۸/۳۸	۱/۳۹	۲۵/۹۱
۸/۴۷	۵۳	۶/۵	۱/۱۸	۷/۵۸	۸/۱۵	۱/۵۲	۳۰/۵۱
۸/۶۲	۵۰/۵	۵/۷	۱/۱۶	۷/۴۶	۸/۸۶	۱/۳۹	۲۷/۵۹
۸/۷۵	۵۰	۴/۲	۱/۱۴	۸/۰۵	۱۱/۹۰	۱/۱۵	۲۵/۰۸
۸/۶۸	۵۷	۴/۶	۱/۱۵	۹/۰۰	۱۲/۳۹	۱/۲۲	۲۹/۶۰
۸/۴۷	۵۸	۵	۱/۱۸	۹/۱۳	۱۱/۶۰	۱/۳۲	۳۲/۱۲
۸/۷۸	۴۸/۵	۷/۲	۱/۱۴	۶/۶۲	۶/۷۴	۱/۵۵	۲۶/۲۶
۱۰/۴۷	۴۹	۳/۲	۰/۹۶	۷/۰۹	۱۵/۳۱	۰/۸۲	۱۶/۰۹
۸/۰۳	۵۰	۷	۱/۲۵	۷/۳۳	۷/۱۴	۱/۶۷	۳۲/۲۸

در جدول ۲، محقق اطلاعات خام را در فرمول‌های مربوطه قرار داد و مقادیر ضریب مقاومت، سرعت حد و نیروی پیش‌برنده را به‌دست آورد. m جرم شناگر، t زمان طی مسیر ۱۰ متر، x مسافت سرخورده شده، V: سرعت شناگر، $C1$ و $C2$ ضریب مقاومت آب در دو حالت

www.SID.ir

Archive of SID

فرض شده، VL: سرعت حد شناگر و Fp: نیروی پیش‌برندهٔ شناگر است.

نتایج و یافته‌های تحقیق

در این بخش اهداف اختصاصی به شرح زیر مورد بحث قرار می‌گیرد:

۱. بین وزن و نیروی پیش‌برندهٔ شناگران پروانه رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد.

باتوجه به نتایج به‌دست آمده و ضریب همبستگی موجود بین وزن و نیروی جلوبرنده (r=۰/۷۷)، مشاهده می‌شود که بین وزن و نیروی پیش‌برنده در شنای پروانه رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد که این مورد با تحقیق لوون تیلبورگ و دانیل دالی (۱۹۸۳) و تحقیق پیتر کلاریس و هولاندر (۱۹۸۷) همخوانی دارد. همچنین چاتارد جی سی در سال ۱۹۹۰ همبستگی نیروی پیش برنده با وزن را (r = ۰/۷۸) اعلام داشت که این تحقیق نیز با تحقیق حاضر همخوانی دارد. کیومرث مهرورز (۱۳۷۲) بین وزن و نیروی پیش‌برنده ارتباط معنی‌داری را اعلام کرد.

۲. بین قد و نیروی پیش‌برنده رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد.

در این تحقیق همبستگی بین قد و نیروی پیش‌برنده (r = ۰/۶۰۶) به‌دست آمده است. این ارتباط در تحقیق لوون تیلبورگ و دانیل دالی (۱۹۸۳) (r = ۰/۵۴) و در تحقیق پیتر کلاریس و هولاندر (۱۹۸۷) (۰/۵۵ = r) به‌دست آمده است. چاتارد جی سی (۱۹۹۰) نیز ارتباط بین قد و نیروی پیش‌برنده را (r = ۰/۸) اعلام کرد. همچنین کیومرث مهرورز نیز (۱۳۷۲) بین قد و نیروی پیش‌برنده ارتباط معنی‌داری را اعلام کرد. تحقیقات قبلی با تحقیق حاضر همخوانی دارد.

۳. بین سن شناگر و نیروی پیش‌برنده رابطهٔ معنی‌داری وجود ندارد.

باتوجه به سطح معنی‌داری ۰/۰۱ = α و ضریب همبستگی ۰/۱۸۸ = r مشاهده می‌شود که رابطهٔ معنی‌داری بین سن و نیروی پیش‌برنده وجود ندارد. ولی کیومرث مهرورز (۱۳۷۲) رابطهٔ معنی‌داری را بین سن و نیروی پیش‌برنده اعلام کرده‌است.

۴. بین طول دو دست باز و نیروی پیش‌برنده رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد.

طول دو دست باز که در هر آزمودنی اختلاف کمی با قد داشت و در بعضی موارد با قد برابر بود، باتوجه به ضریب همبستگی به‌دست آمده (r = ۰/۶۷) و سطح معنی‌داری ۰/۰۱ = α، مشاهده می‌شود بین طول دو دست باز و نیروی پیش‌برنده ارتباط معنی‌داری وجود دارد؛ یعنی

www.SID.ir

Archive of SID

هرچه طول دو دست باز شناگران پروانه بیشتر باشد، نیروی پیش‌برندهٔ بیشتری نسبت به شناگران دیگر اعمال می‌کنند.

باتوجه به تحقیقات انجام شده مشاهده می‌شود که بیشترین فاصلهٔ دو دست باز مربوط به شناگران آزاد و کمترین فاصلهٔ دو دست باز مربوط به شناگران پروانه است.

۵ بین طول اندام فوقانی و نیروی پیش‌برنده رابطهٔ معنی‌داری وجود ندارد.

باتوجه به همبستگی به‌دست آمده از این تحقیق ($\alpha <$ ۰/۰۱ و $r =$ ۰/۳۵۹) مشاهده می‌شود که بین طول اندام فوقانی و نیروی پیش‌برنده رابطهٔ معنی‌داری وجود ندارد. در تحقیقی که در سال ۱۹۸۳ توسط لورن تیلبورگ و دانیل دالی انجام گرفت، همبستگی بین طول اندام فوقانی و نیروی پیش‌برنده ($r =$ ۰/۴۸) اعلام شد که این همبستگی با سطح معنی‌داری $\alpha =$ ۰/۰۱ معنی‌دار نیست. تحقیق لورن تیلبورگ با تحقیق حاضر همخوانی دارد.

۶. بین طول بازو و نیروی پیش‌برنده رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد.

باتوجه به همبستگی به‌دست آمده ($r =$ ۰/۶۴۸) و سطح معنی‌داری $\alpha =$ ۰/۰۱، مشاهده می‌شود که بین طول بازو و نیروی پیش‌برنده رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد. تحقیقی که توسط پیتر کلاریس و هولاندر انجام شد، ارتباط معنی‌داری را بین طول بازو و نیروی پیش‌برنده با همبستگی ($r=$۰/۵۴) اعلام داشت که با تحقیق حاضر همخوانی دارد. تحقیقی نیز توسط علی حضرتی‌وند در سال ۱۳۷۵ بر روی شناگران ۱۱ الی ۱۴ سال عضو تیم ملی شنای جمهوری اسلامی صورت گرفت که بین طول بازو و رکورد شنای شناگران رابطهٔ معنی‌دار منفی به‌دست آمد. تحقیق انجام شده نیز با تحقیق حاضر همخوانی دارد.

۷. بین طول ساعد و نیروی پیش‌برنده رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد.

باتوجه به سطح معنی‌داری $\alpha =$ ۰/۰۵ و همبستگی $r =$ ۰/۴۴۷ مشاهده می‌شود که بین طول ساعد و نیروی پیش‌برنده ارتباط معنی‌داری وجود ندارد.

۸. بین طول کف دست و نیروی پیش‌برنده ارتباط معنی‌داری وجود دارد.

با در نظر گرفتن $\alpha =$ ۰/۰۱ و $r =$ ۰/۶۱۳ مشاهده می‌شود که بین طول کف دست و نیروی پیش‌برنده ارتباط معنی‌داری وجود دارد. این ارتباط را می‌توان چنین توجیه کرد که هرچه طول کف دست بیشتر باشد، سطح مقاوم در حالت کشش بیشتر می‌شود، پس نیروی بیشتری برای

www.SID.ir

Archive of SID

غلبه بر این مقاومت اعمال می‌شود. فخرالسادات طباطبائیان در سال ۱۳۶۸ ارتباط بین زمان شنا و برخی از ویژگی‌های بدنی شناگران نخبه را مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت بین طول کف دست و زمان شنای ۵۰ متر همبستگی معکوس و معنی‌داری وجود دارد. پس می‌توان گفت که بین طول کف دست و نیروی پیش‌برنده نیز همبستگی معنی‌داری وجود دارد. تحقیق وی با تحقیق حاضر همخوانی دارد.

۹. بین اندازهٔ دور سر و نیروی پیش‌برنده، ارتباط معنی‌داری وجود ندارد.

باتوجه به سطح معنی‌داری $\alpha = ۰/۰۵$ و $r = ۰/۳۵۳$ مشاهده می‌شود که بین اندازهٔ دور سر و نیروی پیش‌برنده ارتباط معنی‌داری وجود ندارد.

۱۰. بین اندازهٔ دور بازو و نیروی پیش‌برنده رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد.

تحقیقی که توسط لوون تیلبورگ و دانیل دالی (۱۹۸۳) انجام شد، همبستگی بین نیروی پیش‌برنده و اندازهٔ دور بازو را $r = ۰/۶۲$ اعلام داشت که معنی‌دار بود و با تحقیق حاضر همخوانی دارد. بالا بودن ضریب همبستگی بین دور بازو و نیروی پیش برنده را می‌توان به وجود عضلهٔ دو سر بازویی و سه سر بازویی نسبت داد، زیرا هرچه عضله‌ای بزرگ باشد، نیروی بیشتری تولید می‌کند.

۱۱. بین اندازهٔ دور قفسهٔ سینه و نیروی پیش برنده رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد.

باتوجه به اینکه سطح معنی‌داری $\alpha = ۰/۰۱$ و $r = ۰/۷۷۴$ است، این ارقام نشان می‌دهد که بین اندازهٔ دور قفسهٔ سینه و نیروی پیش‌برنده رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد. ضریب همبستگی بالا و معنی‌دار بودن ارتباط بین دور قفسهٔ سینه و نیروی پیش‌برنده را می‌توان چنین توجیه کرد که هرچه سطح مقطع افزایش می‌یابد، مقاومت آب نیز در برابر این سطح مقطع افزایش می‌یابد. باتوجه به فرمول تحلیلی $Fp=C_1V_L+ C_2VL_2$ نیروی پیش‌برنده با ضریب مقاومت نسبت مستقیم دارد، پس هر چه ضریب مقاومت بیشتر شود، نیروی بیشتری جهت غلبه بر آن مقاومت لازم است.

تحقیق پیتر کلاریس و هولاندر با اعلام $r = ۰/۲۱$ و معنی‌دار نبودن رابطهٔ بین اندازهٔ دور قفسهٔ سینه و نیروی پیش‌برنده، با تحقیق حاضر همخوانی ندارد. این عدم همخوانی به دلیل همسان نبودن روش تحقیق است، زیرا در تحقیق پیتر کلاریس و هولاندر نیروی پیش‌برنده از

www.SID.ir

Archive of SID

رابطهٔ $F=AV^2$ به‌دست آمده است. تحقیق کیومرث مهرورز نیز با اعلام معنی‌دار بودن رابطهٔ بین اندازهٔ دور قفسهٔ سینه و نیروی پیش‌برنده، با تحقیق حاضر همخوانی دارد.

۱۲. بین قطر مچ دست و نیروی پیش‌برنده رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد.

باتوجه به سطح معنی‌داری $\alpha = ۰/۰۱$ $r = ۰/۶۷$ مشاهده می‌شود که بین قطر مچ دست و نیروی پیش‌برنده رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد. یعنی هرچه قطر مچ دست بیشتر باشد، نیرویی که در مرحلهٔ کشش از طرف دست بر آب وارد می‌شود، بیشتر است.

۱۳. بین فاصلهٔ عرضی دو زائدهٔ آخرمی و نیروی پیش‌برنده رابطهٔ معنی‌داری وجود ندارد.

باتوجه به سطح معنی‌داری $\alpha = ۰/۰۱$ و $r = ۰/۲۸۴$ مشاهده می‌شود که بین فاصلهٔ عرضی دو زائدهٔ آخرمی و نیروی پیش‌برنده رابطهٔ معنی‌داری وجود ندارد. تحقیقی که توسط لوون تیلبورگ و دانیل دالی انجام شد، رابطهٔ بین فاصلهٔ دو زائدهٔ آخرمی و نیروی پیش‌برنده را با در نظر گرفتن $r = ۰/۵۹$ معنی‌دار اعلام می‌دارد که با تحقیق حاضر همخوانی ندارد. این عدم همخوانی به دلیل ناهمسانی فرمول استفاده شده برای به‌دست آوردن نیروی پیش‌برنده است، زیرا در تحقیق تیلبورگ و دانیل دالی برای پیدا کردن نیروی پیش برنده از فرمول $D=\frac{CSV^2}{2}$ استفاده شده که در آن D نیروی مقاومت، V سرعت، C ضریب ثابت و S رویهٔ سطحی عمودی است.

تحقیقی که توسط پیتر کلاریس و هولاندر انجام شد، معنی‌دار نبودن رابطهٔ عرضی دو زائدهٔ آخرمی و نیروی پیش‌برنده را اعلام می‌دارد که با تحقیق حاضر همخوانی دارد.

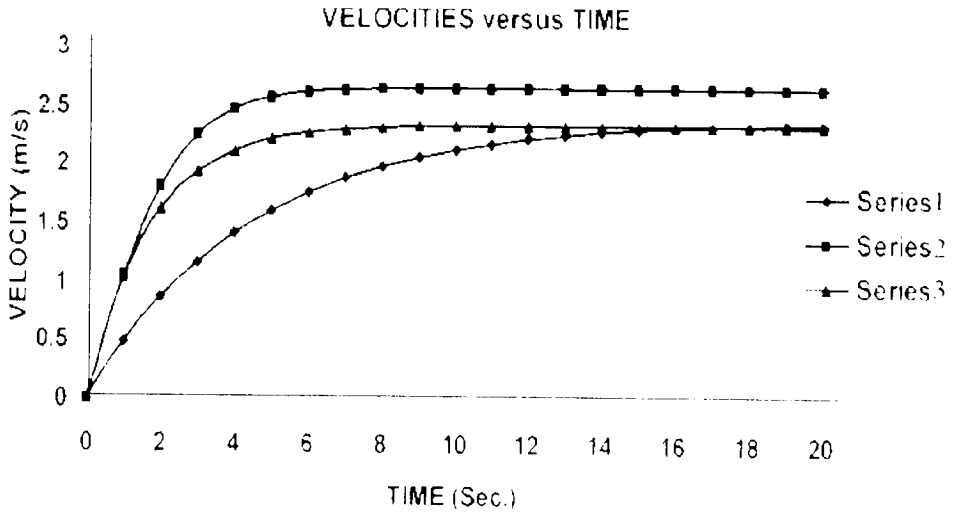
به طور کلی نتایج به‌دست آمده را این‌گونه می‌توان بیان کرد:

۱. بین وزن، قد، طول دو دست باز، طول بازو، طول ساعد، طول کف دست، اندازهٔ دو بازو، اندازهٔ دور قفسهٔ سینه، قطر مچ دست و نیروی پیش‌برنده رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد، یعنی هرچه مقدار این متغیرها در شناگری بیشتر باشد، می‌توان ادعا کرد که نیروی پیش‌برنده نیز در وی بیشتر است.

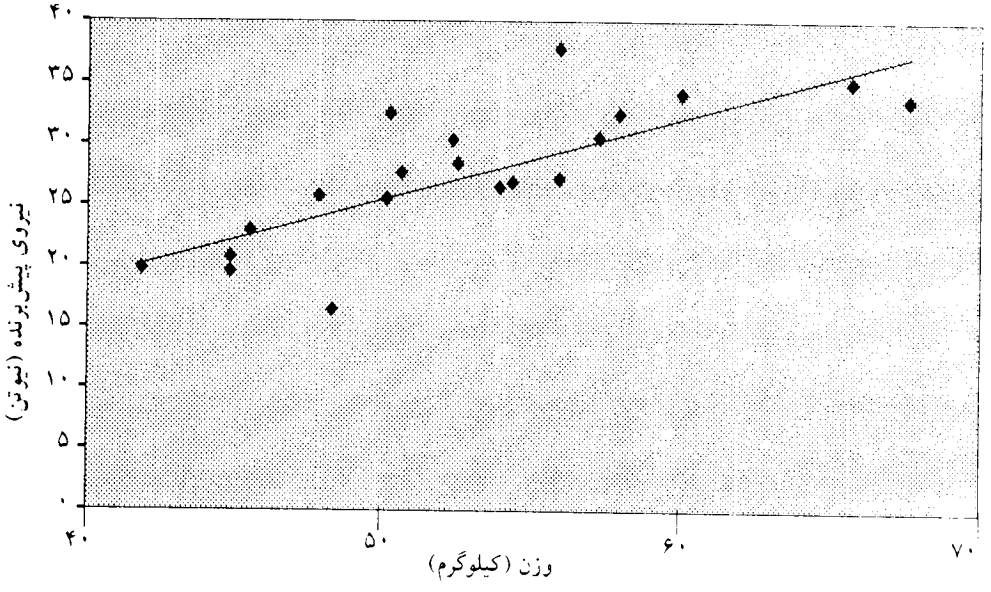
۲. بین سن، طول اندام فوقانی، اندازهٔ دورسر، فاصلهٔ عرضی دو زائدهٔ آخرمی و نیروی پیش‌برنده ارتباط معنی‌داری وجود ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID



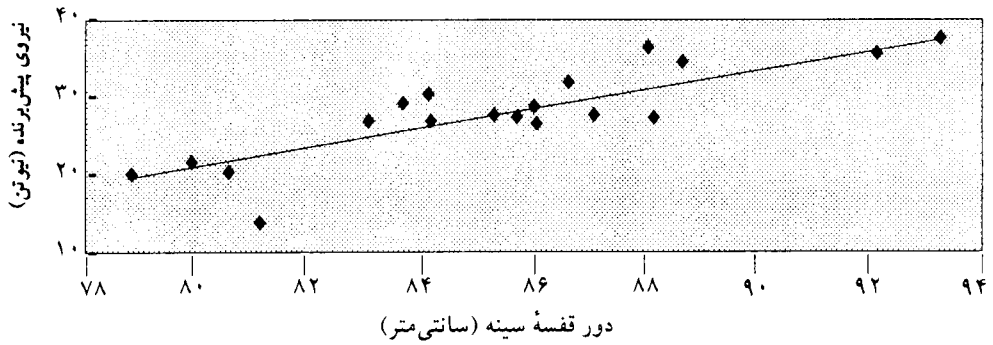
شکل ۱ـ مقایسه سرعت‌های مراحل ۱، ۲ و ۳



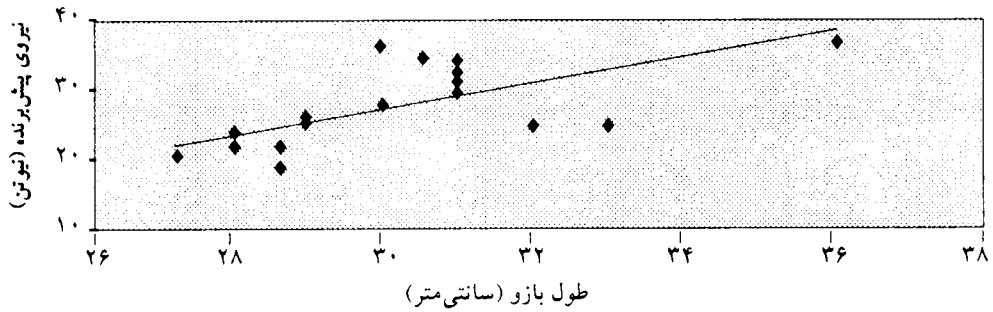
شکل ۲ـ رابطهٔ همبستگی بین وزن و نیروی پیش برنده با $R = ۰/۶۱$

www.SID.ir

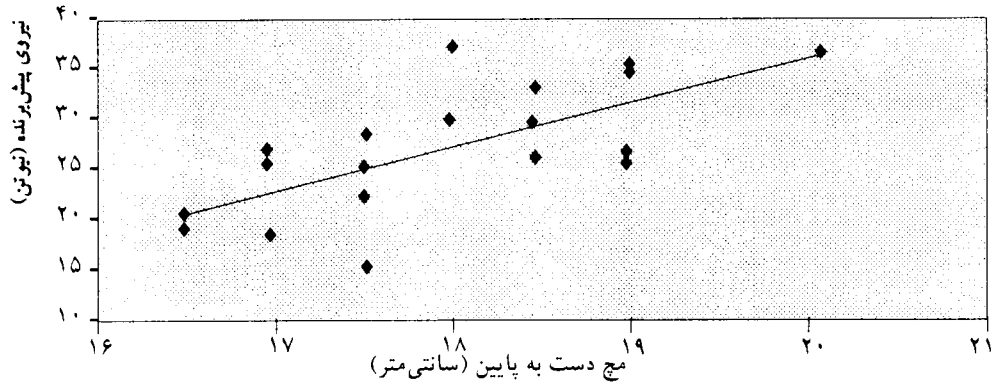
Archive of SID



شکل ۳ـ رابطهٔ همبستگی بین دور قفسه سینه و نیروی پیش برنده با R = ۰/۷۷۴



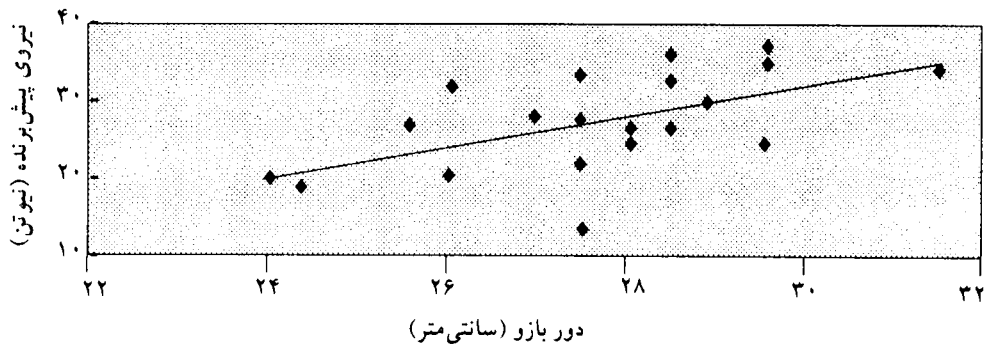
شکل ۴ـ رابطهٔ همبستگی بین طول بازو و نیروی پیش برنده با R = ۰/۶۲



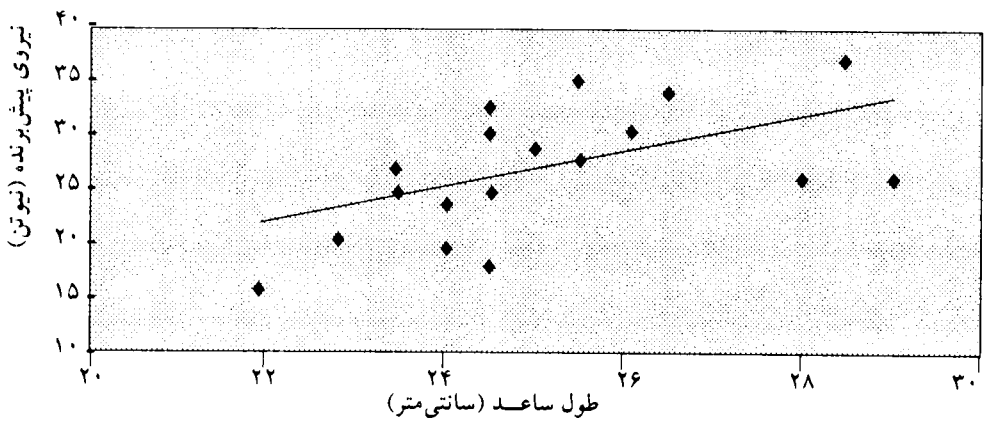
شکل ۵ـ رابطهٔ همبستگی بین مچ دست به پایین و نیروی پیش برنده با R = ۰/۶۷

www.SID.ir

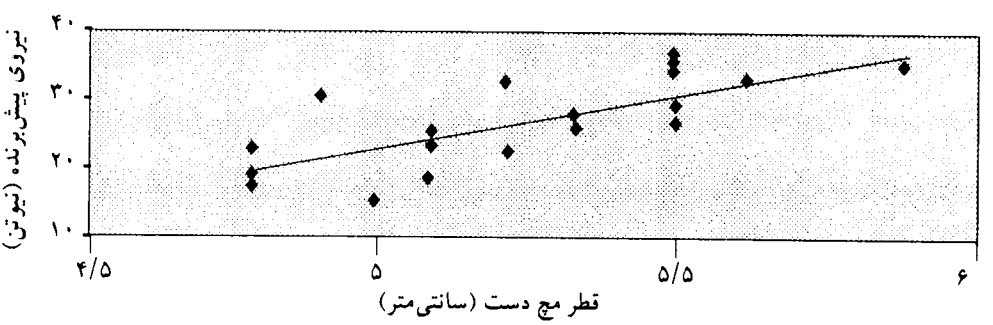
Archive of SID



شکل ۶ـ رابطهٔ همبستگی بین دور بازو و نیروی پیش برنده با R = ۰/۶۴۸



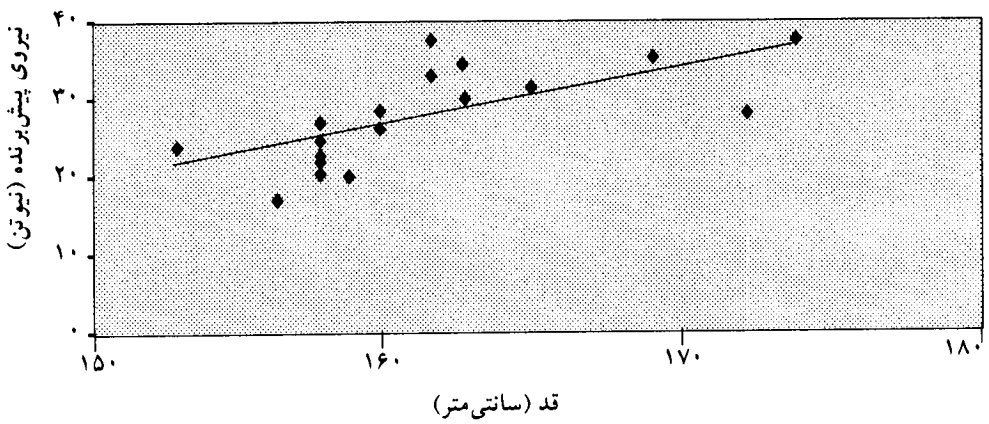
شکل ۷ـ رابطهٔ همبستگی بین طول ساعد و نیروی پیش برنده با R = ۰/۴۸۷



شکل ۸ـ رابطهٔ همبستگی بین قطر مچ دست و نیروی پیش برنده با R = ۰/۶۷

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹- رابطهٔ همبستگی بین قد و نیروی پیش برنده با R = ۰/۶۷

منابع و مـــآخذ

۱-ال - کاستیل، دیوید. "شنا". ترجمه عباسعلی گائینی و مهدی نمازی‌زاده، انتشارات کمیته ملی المپیک، ۱۳۷۵، صص ۱۱۸-۹۳، و صص ۱۷۸-۱۶۵.

۲-جی هی، جیمز. "بیومکانیک فنون چهار شنا"، ترجمه فریده هادوی، ۱۳۷۹.

۳- مهرورز، کیومرث. "مقایسه و بررسی صحت و پایایی روش تحلیلی در برآورد نیروی شناگران"، پایان نامه تحصیلی رشته تربیت بدنی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۱.

4- Bloom filed, John. "Anatomical and physiological diference between threegroups of swimmers of varying ability". J. of sports Medicine and physical fitness, 1965, PP: 76-81.

5- Clarys. "Relationship of humanbody from to passive and active hydrodynamic drag biomechanics VI", 1987,PP: 120-125.

6- Councilman. J. and Wasilak. J. "The importance of hand speed and hand acceleration". In ousley. R.M. (ed) ASCA world clinic year book. Fort lauderate, Florida, 1982, PP: 41-55.

7- Gordon, S.M. Cited in: V.M. "Zaciorsky and I.G safarian, Investigation of fator for the determination of maximum speed in free style swimming prax". Kor

www.SID.ir

Archive of SID

perkult, 1969, 1972 , PP: 695-709.

8- H.J. Montaye et al. "Girls swimmers comments on an article sports". 1977, Vol. 17.

9- Hollander, A.P. and Toussaint, H.M. "Contribution of the legs to propulsion in front crawl swimming". In ungrechts B.E swimming science. Human kinetics.1988 , PP: 39-44.

10- Kolmogorov, S.V. "Active drag, useful mechanmical power output and hydronamic force coefficient in different swimming strokes at maximal velocity". J. of biomechanics PP: 311-318.

11- Persyn, u, Van Tilborgh, L, Daly, D. et al.. "Computerized evaluation and advice in swimming". Swimming science V champaign, Illinois, Human Kinetics.1988,PP: 341-349 .

12- Redha Taiar, Pierre sagnes, "Hydrodynamics optimization in butterfly swimming position drag coefficent and performance". J. of Biomechanic, 1999.

13- Schleihauf. "Propulsive tehcniques: front crawl, butterfly, backstroke and breast stroke". Swimming science. V. chapaign: Human kinetics.1988, PP: 53-60.

14- Shahbazi Moghaddam and Ross H. Sanders. "Kihematical approaches for Hydrodynamic force assessments". Pakistan Journal of applied sciences, 2002.

15- Sharp, R.L. and Costill, D.L. "Influence of body hair removal on physiological responses during breast stroke swimming". Med. Sci. Sports Exercise.1989, PP: 576-580, .

16- Tooussaint, H.M. "Differences in propelling efficiency between competetive swimmers and triathlon swimmers". Medicine and science in sports and exercise,1990 , PP: 409-415.

www.SID.ir