Journal of Acoustical Society of Iran, Vol. 13, No. 1, 2025

(Research Article)
Comparison of Fetal Weight in Weeks 16 to 22 of Pregnancy Using Simplified Mathematical Models and Ultrasound Imaging

Akram Shahidani[1], Alireza Mohammadkarim*[2]
[1] Radiation Sciences Research Center, Aja University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[2] Department of Radiology, Faculty of Paramedicine, Aja University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Received: 2025/09/23, Accepted: 2025/11/12

Abstract:

Although prenatal diagnosis of fetal weight is a crucial parameter that guides the physician, the margin of error in fetal weight measurement remains substantial. This study aims to identify the most accurate ultrasound models for predicting fetal weight at 16 to 22 weeks of pregnancy by considering fewer impacts of skull biometric parameters. This is a prospective study conducted with 263 pregnant women. The estimated fetal weight obtained with the three models of Hadlock IV, Shepard, and Warsof was compared with the fetal weight obtained with the Hadlock I as the standard model. Pearson correlation coefficients were calculated for each. Using the ultrasound parameters abdominal circumference, biparietal diameter, femur length, head circumference, and transverse abdominal diameter, a significant correlation was obtained between the prediction of fetal weight from the standard model and the Hadlock IV model (R = 0.99), Shepard (R = 0.98) and Warsof (R = 0.97). The average fetal weight during this period was 243.34 ± 69.87 g using the standard models, 241.03 ± 70.00 g using the Hadlock IV, 253.95 ± 74.03 g using the Shepard model, and 247.42 ± 66.76 g using the Warsof model. The statistical analysis illustrated that the Hadlock IV, Shepard, and Warsof models, when utilized in ultrasound software, can accurately predict fetal weight, and the Hadlock IV model exhibits a higher correlation with the weight obtained from the standard model.

Keywords: Fetal weight, Ultrasound imaging, Mathematical models, Pregnancy.

pp. 26-32 (In Persian)

* Corresponding author E-mail: Mohammadkarim.medphys@gmail.com

[Downloaded from joasi.ir on 2026-09-06]

مقاله پژوهشی

مجله انجمن علوم صوتی ایران

سال: ۱۴۰۴، دوره: ۱۳، شماره ۱، صفحات: ۲۶-۳۲

مقایسه تخمین وزن جنین در هفته‌های ۱۶ تا ۲۲ بارداری بر مبنای الگوهای ریاضی ساده‌تر با به کارگیری تصویربرداری فراصدایی

اکرم شهیدانی[۱]، علیرضا محمدکریم*[۲]

[۱] مرکز تحقیقات علوم پرتویی، دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران

[۲] گروه رادیولوژی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران

دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۰۱، پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۲۱

چکیده

اگرچه تشخیص پیش از تولد وزن جنین شبه‌سنج بسیار مهمی است که پزشک را راهنمایی می‌کند، اما حاشیه خطا در وزن جنین هم‌چنان وجود دارد. هدف از این مطالعه شناسایی دقیق‌ترین الگوهای تصاویر فراصدا (آوارسم) برای پیش‌بینی وزن جنین در هفته‌های ۱۶ تا ۲۲ بارداری با تاثیر کم‌تر شبه‌سنج‌های بیومتریک جمجمه است. این مطالعه یک مطالعه آینده‌نگر است که با تعداد ۲۶۳ زن باردار، انجام شده است. وزن تخمینی جنین به دست آمده با ۳ الگو ریاضی هادلاک ۴، شپرد و وارسف با وزن جنین حاصل از الگو مرجع هادلاک ۱ مقایسه و ضریب همبستگی پیرسون برای هر کدام محاسبه شد. با استفاده از شبه‌سنج‌های تصاویر فراصدا (آوارسم) دور شکم، قطر بین آهیانه، طول استخوان ران، دور سر و قطر عرضی شکم، همبستگی معنی‌داری بین پیش‌بینی وزن جنین از الگو مرجع و الگو هادلاک ۴ (R = ۰/۹۹)، شپرد (R=۰/۹۸) و وارسف (R = ۰/۹۷) به دست آمد. متوسط وزن جنین‌ها در این دوران با استفاده از الگو مرجع ۶۹/۸۷± ۲۴۳/۳۴ گرم، هادلاک ۴ برابر ۷۰/۰۰ ±۲۴۱/۰۳ گرم، شپرد برابر با ۷۴/۰۳ ±۲۵۳/۹۵ گرم و با استفاده از الگو وارسف برابر ۶۶/۷۶ ±۲۴۷/۴۲ گرم بدست آمدند. تحلیل آماری نشان داد الگوهای هادلاک ۴، شپرد و وارسف در صورت استفاده در نرم افزار دستگاه تصاویر فراصدا (آوارسم) می‌توانند پیش‌بینی خوبی از وزن جنین داشته باشند و از این بین الگو هادلاک ۴ با وزن بدست آمده از الگو مرجع همبستگی بیش‌تری دارد.

کلیدواژه‌ها: وزن جنین، تصویربرداری فراصدا، الگوهای ریاضی، بارداری.

۱. مقدمه

پیش‌بینی دقیق وزن جنین در دوره قبل از تولد بسیار مهم است زیرا وزن جنین می‌تواند سطح سلامت داخل رحمی و احتمال زنده ماندن جنین را نشان دهد.

محدودیت رشد داخل رحمی یکی از پیامدهای اصلی نارسایی جفت است و یک مشکل مهم بهداشت عمومی را تشکیل می‌دهد و میزان عوارض و مرگ و میر نوزادان و پیامدهای دیررس پس از تولد را افزایش می‌دهد [۲,۱].

به طور کلی، این آسیب‌شناسی جنینی یک مشکل بالینی شایع است که در ۷ تا ۱۵ درصد از کل بارداری‌ها وجود دارد [۳]. تشخیص جنین‌های کوچک برای سن حاملگی[۱] یا بزرگ برای سن حاملگی[۲] در دوره قبل از تولد به متخصصان زنان و زایمان کمک می‌کند تا در مورد بیمار تصمیم‌گیری کنند. به این ترتیب، مرگ و میر و عوارض می‌تواند کاهش یابد [۵,۴].

از این دیدگاه، پیش‌بینی وزن جنین که به واقعیت نزدیک‌تر باشد، موضوعی بسیار حیاتی است تا پزشکان بتوانند تصمیمات درستی بگیرند و گزینه مدیریتی مناسب را انتخاب کنند.

بنابراین، محققان الگو[۳]های متعددی را بر اساس شبه‌سنج[۴]های تصاویر فراصدا (آوارسم)[۵] موجود در مقالات از دهه ۱۹۷۰ تا به امروز ارائه داده‌اند.

* نویسنده پاسخگو: Mohammadkarim.medphys@gmail.com

[1] SGA; Small for Gestational Age

[2] LGA; Large for Gestational Age

[3] Model

[4] Parameter

[5] Sonography

[Downloaded from joasi.ir on 2026-09-06]

بخش عمده‌ای از این الگوهای پیش‌بینی وزن جنین عموماً به یک، چند یا همه شبه‌سنج‌های تصاویر فراصدا (آوارسم) بستگی دارد که به عنوان مثال دور شکم[1]، قطر بین آهیانه‌ای[2]، طول استخوان ران[3]، دور سر[4] و قطر عرضی شکم[5] نامگذاری شده‌اند.

برخی از الگوهای توسعه‌یافته بین سال‌های ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۹ وارسف[6] و همکاران [۶]، شپرد[7] و همکاران [۷]، هادلاک ۱ [۸]، هادلاک ۵ [۹]، هادلاک ۴ [۹]، لیما[8] و همکاران [۱۰] و هیوالـه[9] و همکاران [۱۱] می‌باشند.

علاوه بر این، مطالعاتی نیز وجود دارد که با مقایسه الگوهای مختلف موجود در مقالات، به دنبال یافتن بهترین الگو برای هر کشور یا منطقه هستند.

برخی از این مطالعات عبارتند از: سیمر[10] و همکاران [۱۲]، هاسنوهرل[11] و همکاران [۱۳] و هوپمن[12] و همکاران [۱۴]. برخی از مطالعات مبتنی بر جمعیت هستند. در مطالعات گذشته نشان داده شده است که الگو هادلاک ۱ بهترین عملکرد را برای پیش‌بینی وزن جنین در جمعیت مورد بررسی در هفته‌های پایانی بارداری دارد و در آن اثر چهار شبه‌سنج قطر بین آهیانه، دور سر، دور شکم و طول استخوان ران لحاظ می‌شود.

هم‌چنین الگوی فوق بهترین الگو برای پیش‌بینی وزن جنین‌های نارس با مطالعات داپلر غیرطبیعی است و عموما به عنوان استاندارد تعیین وزن جنین معرفی می‌گردد. از طرفی اگر شبه‌سنج‌های دور سر، دور شکم و طول استخوان ران بررسی شوند الگو هادلاک ۴ می‌تواند به عنوان جایگزین قابل اعتمادی برای الگو هادلاک ۱ مطرح شود. در کنار این دو الگو، الگوهای شپرد و وارسف با لحاظ دور شکم و قطر بین آهیانه می‌توانند در مقایسه با سایر الگوها در برآورد وزن جنین در هفته‌های پایانی بارداری قابل اعتماد باشند [۱۰].

دستورالعمل‌های فعلی در ایالات متحده توصیه می‌کنند که هر فرد باردار در سه ماهه دوم بارداری برای ارزیابی آناتومیک و تأیید تاریخ تولد در هفته‌های ۱۸ تا ۲۲ بارداری، تصویربرداری فراصدا (آوارسم) انجام دهد [۱۵]. لیکن در ماه‌های چهارم و پنجم بارداری اندازه‌گیری دقیق مرتبط با سر جنین توسط تصویربرداری فراصدایی ممکن است در مواردی تحت تاثیر عوامل مختلفی، با خطا همراه باشد [۱۶]. قرار گرفتن جفت در موقعیت قدامی [۱۷]، محدودیت در حرکت جنین ناشی از وجود کم مایع آمنیوتیک [۱۸] و کاهش کیفیت تصاویر ناشی از شاخص توده بدنی بالای مادر [۱۹] عواملی هستند که اندازه‌گیری دقیق دور سر جنین با تصویربرداری فراصدایی را تحت تاثیر قرار داده و در نتیجه لزوم به کارگیری الگوی به غیر از هادلاک ۱ را اجتناب‌ناپذیر می‌نمایند.

از طرفی علاوه بر اثر نامطلوب حرکات زیاد جنین در اندازه‌گیری قطر بین آهیانه‌ای، موقعیت سر در زوایای نامناسب می‌تواند منجر به خطا در اندازه‌گیری آن با تصویربرداری فراصدایی (آوارسم) شود [۲۰, ۲۱]. از این‌رو هدف از این مطالعه برآورد قابلیت پیش‌بینی الگوهای ریاضی در دسترس بدون لحاظ یکی از دو شبه‌سنج دور سر جنین یا قطر بین آهیانه‌ای است تا بتوان برآورد مناسب‌تری از وزن جنین در شرایطی که در آن خطای ناشی از اندازه‌گیری‌های مرتبط با جمجمه جنین مطرح است، به عمل آورد.

برای این منظور از میان الگوهای معرفی شده بدون لحاظ دور سر جنین یا قطر بین آهیانه‌ای، سه الگویی که برابر گزارش پیشین [۱۰] به عنوان الگوهای مناسب‌تر در هفته‌های پایانی بارداری معرفی گردیده‌اند را در هفته‌های ۱۶ تا ۲۲ بارداری با الگوی مرجع هادلاک ۱ مقایسه می‌شود.

شایان ذکر است دلیل انتخاب نمونه‌ها از محدوده هفته ۱۶ بارداری به جای هفته ۱۸ ام (که در قالب مطالعات منظور گردیده است) آن است که بتوان رفتار خطی الگوی مورد مطالعه نسبت به الگوی مرجع را در محدوده وسیع‌تری سنجش نمود. در این مطالعه با توجه به

[1] AC; Abdominal Circumference
[2] BPD; Biparietal Diameter
[3] FL; Femur Length
[4] HC; Head Circumference
[5] TAD; Transverse Abdominal Diameter
[6] Warsof
[7] Shepard
[8] Lima
[9] Hiwale
[10] Siemer
[11] Hasenoehrl
[12] Hoopmann

[Downloaded from joasi.ir on 2026-09-06]

انتخاب الگوی هادلاک ۱ صرفا تصاویر نمونه‌هایی برای تجزیه و تحلیل انتخاب گردیدند که بر اساس مستندات پرونده بیماران و نتایج تشخیصی اولیه، محدودیت خطای ناشی از اندازه‌گیری‌های جمجمه جنین در رابطه با آن‌ها مطرح نباشد.

به عبارت دیگر، با انجام مطالعه بر روی تصاویر مناسب، قابلیت به کارگیری این الگوها در تخمین وزن جنین برای شرایطی که در آن استفاده از الگو مرجع به دلیل ایجاد خطا مناسب نمی‌باشد، مورد بررسی قرار گرفت. الگوی هادلاک ۱ به عنوان الگوی مرجع به همراه سه الگوی ریاضی مورد بررسی شامل هادلاک ۴، شپرد و وارسف در قالب جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ الگوهای مورد استفاده پیش‌بینی وزن جنین [۸].

الگو	شبه‌سنج‌ها (سانتی‌متر)	رابطه برآورد وزن (گرم)
هادلاک ۱	BPD HC AC FL	۱۰^(۱/۳۵۹۶ +۰/۰۰۶۴ ×HC +۰/۰۴۲۴ ×AC +۰/۱۷۴ ×FL +۰/۰۰۰۶۱×BPD×AC −۰/۰۰۳۸۶×AC×FL)
هادلاک ۴	HC AC FL	۱۰^(۱/۳۲۶ −۰/۰۰۳۲۶×AC×FL +۰/۰۱۰۷ ×HC +۰/۰۴۳۸ ×AC +۰/۱۵۸ ×FL)
شپرد	BPD AC	۱۰^(-۱/۷۴۹۲ +۰/۱۶۶ ×BPD +۰/۰۴۶ ×AC −۰/۰۰۲۵۴۶×AC×BPD)
وارسف	BPD AC	۱۰^(-۱/۵۹۹ +۰/۱۴۴ ×BPD +۰/۰۳۲ ×AC −۰/۰۰۰۱۱۱×BPD^۲×AC)

۲. مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر به صورت مقطعی بر روی مادرانی که جهت پایش وزن جنین به بخش تصویربرداری فراصدایی (آوارسم) در بازه مهر ۱۳۹۹ تا خرداد ۱۴۰۰ مراجعه نموده بودند انجام شد. تمامی شرکت‌کنندگان در مطالعه فرم مکتوب رضایت‌نامه آگاهانه را تکمیل نمودند.

برای معیارهای ورود به مطالعه، خانم‌های باردار دارای جنین تک قلویی منظور گردیدند که بین ۱۶ تا ۲۲ هفته کامل بارداری به مراکز مطالعه مراجعه کرده بودند. لازم به ذکر است تمامی جنین‌ها در زمان تصویربرداری فراصدایی (آوارسم) زنده بودند و غشای جنینی سالم داشتند و داشتن هرگونه ناهنجاری ساختاری در هر یک از جنین‌ها، منجر به حذف از مطالعه می‌شد.

در این مطالعه با توجه به تعداد نمونه‌های بررسی شده در تحقیق مشابه [۸]، ۲۶۳ خانم باردار ایرانی (فارغ از قومیت) به صورت تصادفی در محدوده سنی ۵/۵۲ ± ۲۹/۰۱ سال با شاخص توده وزنی برابر ۳/۷۹ ± ۲۵/۹۹ جهت تعیین وزن جنین انتخاب گردیدند.

لازم به ذکر است جهت ورود به مطالعه محدودیتی برای سن، شاخص توده بدنی و فاکتورهای سلامتی مادران وجود نداشت. در ادامه، وزن جنین توسط یک سونولوژیست مجرب با لحاظ نمودن بیومتری استاندارد جنین شامل دور شکم، طول استخوان ران، دور سر و قطر بین آهیانه در پی تصویربرداری فراصدایی داخل شکمی اندازه‌گیری و ثبت شد.

معیار خروج از مطالعه نیز ناهنجاری‌های ساختاری جنین شامل هیدروسفالی، آن سفالی و کوتاهی اندام‌ها در نظر گرفته شد. برای این منظور مولد منحنی شکل دستگاه تصویربرداری فراصدایی (آوارسم) الگو دابلیو-اس۸۰ای[1] ساخت شرکت سامسونگ کره جنوبی با فرکانس مرکزی ۵ مگاهرتز مورد بهره‌برداری قرار گرفت.

نمونه‌ای از تصاویر اخذ شده با تمرکز بر شکل ساختاری جنین برای بازه زمانی ۱۸ هفته پس از بارداری در شکل ۱ ارائه شده است. در شکل ۲ نیز نماهای مختلف به کار رفته در اندازه‌گیری شبه‌سنج‌های بیومتریک و تعیین وضعیت ضربان قلب جنین به نمایش گذاشته شده‌است.

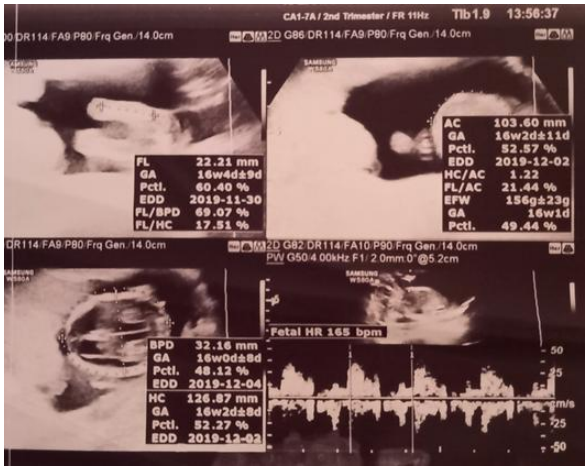
در این مطالعه پس از ثبت مقادیر شبه‌سنج‌های بیومتریک جنین در ابتدا بر مبنای الگو هادلاک ۱ به عنوان مرجع، وزن جنین برای هر نمونه تعیین گردید و در ادامه پیش‌بینی سه الگو رایج دیگر شامل هادلاک ۴، شپرد و وارسف به منظور برآورد وزن جنین با استفاده شبه‌سنج‌های کم‌تر مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت.

[1] WS80A

[Downloaded from joasi.ir on 2026-09-06]

در ادامه، همبستگی نتایج مبتنی بر برازش رگرسیون خطی و استخراج ضریب همبستگی R و شبه‌سنج‌های شیب خط جهت تعیین تاثیر سن جنین بر کاربری الگو و عرض از مبدا برای تخمین بیش برآوردی یا کم برآوردی خط برازش شده تجزیه و تحلیل گردید. آنالیزهای آماری مورد بحث با کمک نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۶ انجام شد.

شکل ۱ تصویر فراصدایی (آوارسم) جنین متمرکز شده بر شکل ساختاری در هفته ۱۸ بارداری.



شکل ۲ شمایی از تعیین شبه‌سنج‌های بیومتریک جنین توسط دستگاه تصویربرداری در هفته ۱۸ بارداری.

۳. نتایج

با لحاظ نمودن الگو هادلاک ۱ به عنوان مرجع تعیین وزن جنین، برآورد وزن هر جنین با سه الگو هادلاک ۴، شپرد و وارسف نیز برای هر نمونه با توجه به اندازه‌گیری شبه‌سنج‌های بیومتریک جنین انجام گردید و نتایج به دست آمده در قالب سه نمودار مجزا به منظور تجزیه و تحلیل نهایی با برازش رگرسیون خطی ترسیم شد.

شکل ۳ همبستگی خطی الگو هادلاک ۴ را با الگو مرجع با ضریب همبستگی R=۰/۹۹۹۷ نشان می‌دهد. برازش رگرسیون خطی بیانگر آن است که در صورت عدم لحاظ نمودن اندازه دور سر با به کارگیری این الگو می‌توان پیش‌بینی مناسبی از وزن جنین را به ازاء محدوده زمان بارداری مورد بحث ارائه داد. لیکن مقدار عرض از مبداء ۲/۵۵۴ – نمایانگر درجاتی از کم برآوردی رگرسیون برازش شده است.

شکل ۴ همبستگی خطی الگو شپرد را با الگو مرجع با ضریب همبستگی R=۰/۹۸۱۴ نشان می‌دهد. برازش رگرسیون خطی بیانگر آن است که در صورت عدم لحاظ نمودن اندازه دور سر و طول استخوان ران با به کارگیری این الگو می‌توان پیش‌بینی مناسبی از وزن جنین را به ازاء محدوده زمان بارداری مورد بحث ارائه داد. لیکن با توجه به این که شیب منحنی برازش شده برابر ۱/۰۴۷۶و عرض از مبداء منفی می‌باشد، لذا می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در وزن‌های پائین‌تر که عمدتا نزدیک به کرانه پائین مورد بررسی (هفته ۱۶) است.

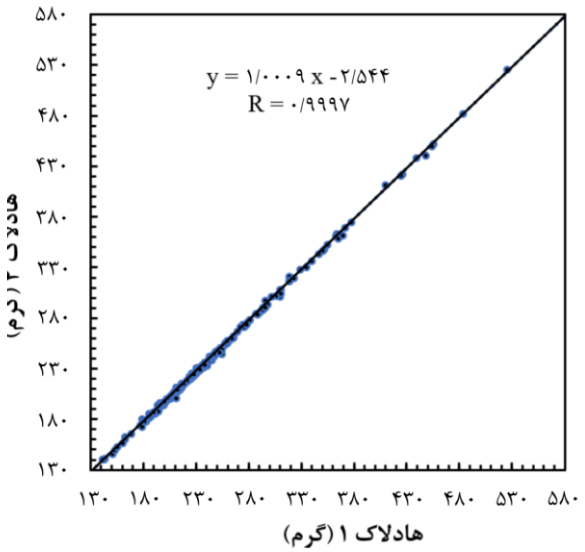
الگوی شپرد وزن جنین را کم‌تر از مقدار مرجع برآورد می‌نماید و در وزن‌های بیش‌تر که عمدتا نزدیک به کرانه بالای مورد بررسی (هفته ۲۲) است، الگوی شپرد وزن جنین را بیش از مقدار واقعی برآورد می‌نماید.

شکل ۵ همبستگی خطی الگو وارسف را با الگوی مرجع با ضریب همبستگی ۰/۹۷۹۹ نشان می‌دهد. برازش رگرسیون خطی بیانگر آن است که در صورت عدم لحاظ نمودن اندازه دور سر و طول استخوان ران با به کارگیری این الگو می‌توان پیش‌بینی مناسبی از وزن جنین را به ازاء محدوده زمان بارداری مورد بحث ارائه داد. لیکن با توجه به این که شیب منحنی برازش شده برابر ۰/۹۴۳۲ می‌باشد، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در وزن‌های پائین‌تر که عمدتا نزدیک به کرانه پائین مورد بررسی (هفته ۱۶) است.

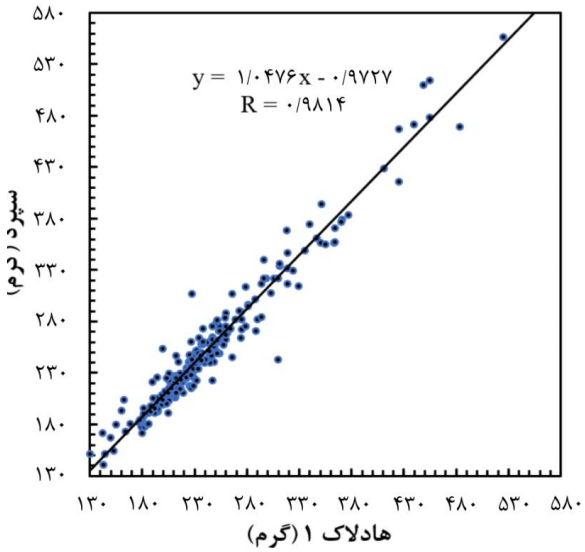
الگوی فوق وزن جنین را بیش از مقدار مرجع برآورد می‌نماید و در وزن‌های بیش‌تر که عمدتا نزدیک به کرانه

[Downloaded from joasi.ir on 2026-09-06]

بالای مورد بررسی (هفته ۲۲) است، الگوی وارسف وزن جنین را کم‌تر از مقدار واقعی برآورد می‌نماید. از طرفی عرض از مبداء ۱۷٫۹۱۴+ در الگو وارسف بیانگر بیش برآوردی رگرسیون خطی برازش شده و لزوم اعمال تصحیح مناسب به هنگام به کارگیری آن است. لیکن به طور کلی همبستگی معنی‌داری بین پیش‌بینی وزن جنین از الگو مرجع و الگو هادلاک، شپرد و وارسف وجود دارد.

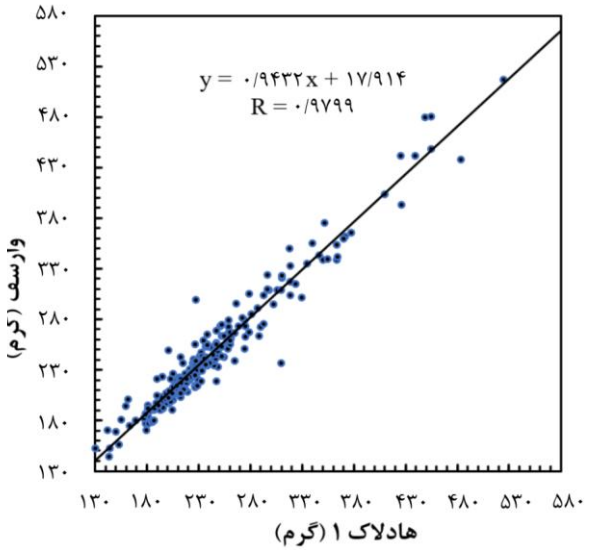


شکل ۳ برازش همبستگی خطی بین نتایج برآورد وزن جنین با الگوهای هادلاک ۴ و هادلاک ۱.



شکل ۴ برازش همبستگی خطی بین نتایج برآورد وزن جنین با الگوهای شپرد و هادلاک ۱.

متوسط وزن جنین در هفته ۱۶ تا ۲۲ بارداری با استفاده از الگوی مرجع ۶۹٫۸۷± ۲۴۳٫۳۴ گرم، هادلاک ۴ برابر ۷۰٫۰۰ ±۲۴۱٫۰۳ گرم، شپرد برابر با ۷۴٫۰۳ ±۲۵۳٫۹۵ گرم و با استفاده از الگوی وارسف برابر ۶۶٫۷۶ ±۲۴۷٫۴۲ گرم بدست آمدند. الگوهای هادلاک ۴، شپرد و وارسف در صورت استفاده در نرم‌افزار دستگاه تصاویر فراصدا (آوارسم) می‌توانند پیش‌بینی خوبی از وزن جنین داشته باشند و از این بین الگوی هادلاک ۴ با وزن بدست آمده از الگوی مرجع همبستگی بیش‌تری دارد و بعد از آن الگوی شپرد قابلیت پیش‌بینی مناسب تر را برای تخمین وزن جنین در هفته‌های ۱۶ تا ۲۲ بارداری داراست.



شکل ۵ برازش همبستگی خطی بین نتایج برآورد وزن جنین با الگوهای وارسف و هادلاک ۱.

۴. بحث

ارزیابی بیومتری جنین توسط تصاویر فراصدا (آوارسم)، بخش ضروری و جهانی مراقبت‌های دوران بارداری است، که در مدیریت بارداری‌های پرخطر و پایش رشد، حیاتی است [۱۶]. مطالعه حاضر سه الگو برای تخمین وزن جنین را در زمینه بالینی نارسایی جفت که در اسکن داپلر مشاهده شده است، مقایسه نمود. این یک آسیب‌شناسی شایع در دوران بارداری است که با افزایش خطر محدودیت رشد و وزن کم همراه است.

[Downloaded from joasi.ir on 2026-09-06]

در مطالعه‌ای که توسط لیما و همکاران [۱۰] در سال ۲۰۱۸ انجام شد، نشان داده شد که الگوهای ریاضی که بهترین عملکرد را برای تخمین وزن جنین در جمعیت در هفته ۳۶ بارداری مورد داشتند، هادلاک ۱ و هادلاک ۴ بودند که به ترتیب از چهار و سه شبه‌سنج بیومتریک جنین بر اساس میانگین‌گیری وزن‌دهی‌شده، استفاده می‌کنند.

الگوهایی که در بازه زمانی فوق ضعیف‌ترین عملکرد را در این مطالعه داشتند، شپرد بودند. در مطالعه‌ی حاضر با در نظر گرفتن الگو هادلاک ۱ به‌عنوان الگوی مرجع، الگو هادلاک ۴ بیش‌ترین و الگو وارسف کم‌ترین عملکرد را برای هفته ۱۶ تا ۲۲ بارداری دارد. با توجه به ماهیت الگوها، برآورد مناسبتر الگوی هادلاک ۴ در مقایسه با الگوهای شپرد و وارسف می‌تواند طبعا ناشی از سه شبه‌سنج بودن این الگو قلمداد شود.

پوجاری[1] و همکاران [۱۷] در سال ۲۰۲۱ در مطالعه‌ای به اندازه‌گیری‌های بیومتری جنین برای محاسبه وزن تخمینی جنین با استفاده از ۲۱ الگوی منتشر شده قبلی پرداختند. این مطالعه بر روی ۱۵۹ جنین انجام شد. نتیجه‌ی حاصل‌شده نشان‌داد بهترین عملکرد، الگوی هادلاک ۴بود.

دیکر[2] و همکاران [۲۲] در سال ۲۰۲۵ در مطالعه‌ای نشان دادند فرمول‌های هادلاک بیش‌تر احتمال داشت که وزن بدن را بیش از حد تخمین بزنند تا این‌که آن را کم‌تر از مقدار واقعی تخمین بزنند. این مطالعه با معیار ورود به مطالعه‌ی گروهی دوقلوها در هفته ۲۴ بارداری بر روی ۲۲۶ بارداری انجام شد.

در مطالعه‌ی حاضر اعتبارسنجی با بدست آوردن همبستگی بین سه الگوی ریاضی مورد بررسی (هادلاک ۴، وارسف و شپرد) با الگوی هادلاک ۱ که به عنوان الگوی مرجع بود، بدست آمد. با توجه به نتایج ارائه شده در شکل‌های ۳، ۴ و ۵ در شرایطی که به دلایل بالینی برآورد دقیق یکی از شبه‌سنج‌های جمجمه جنین شامل قطر بین آهیانه یا دور سر میسر نباشد، می‌توان به ترتیب اولویت با به کارگیری هر یک از الگوهای ریاضی هادلاک ۴، شپرد و وارسف برآورد قابل اعتمادی از وزن جنین به عمل آورد.

می‌بایست توجه نمود الگوی هادلاک ۴ در زمان دسترسی دقیق‌تر به شبه‌سنج دور سر و الگوهای شپرد و وارسف به ترتیب با لحاظ اولویت‌بندی در زمان دسترسی دقیق‌تر به شبه‌سنج قطر بین آهیانه‌ای جهت استفاده پیشنهاد می‌شوند. با توجه به این که در این مطالعه محدودیت انتخاب نمونه از نظر ناهنجاری‌های ساختاری در ارتباط با جنین لحاظ گردید و به کارگیری الگوها جهت محاسبات صرفا با توجه به شبه‌سنج‌های بیومتریک جنین فارغ از شبه‌سنج‌های دموگرافیک مادر انجام شد، لذا نتایج به دست آمده در ارتباط با الگوها را می‌توان دارای قابلیت تعمیم‌پذیری به جمعیت‌های دیگر منظور نمود.

۵. نتیجه‌گیری

در مواردی که به کارگیری الگوی هادلاک ۱ به موجب محدودیت‌های بالینی در محاسبات تخمین وزن جنین مطلوب نباشد، توسعه بسته‌های نرم‌افزاری دستگاه تصویربرداری فراصدایی (آوارسم) با به کارگیری هر یک از الگوهای هادلاک ۴، شپرد و رسف می‌تواند برآورد قابل اعتمادی از وزن جنین در بازه زمانی ۱۶ تا ۲۲ هفته کامل بارداری حاصل سازد و از این بین الگو هادلاک ۴ با وزن به دست آمده از الگوی مرجع همبستگی بیش‌تری دارد.

تقدیر و تشکر

مطالعه حاضر به عنوان یک طرح هیات علمی بر اساس مصوبه IR.SEMUMS.REC.1399.317 کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیستی انجام شد. نویسندگان مقاله از بخش تصویربرداری کلینیک رویان که تصاویر و اطلاعات خام مورد نیاز پژوهش حاضر را در اختیار محققین قرار دادند تشکر می‌نمایند.

تضاد منافع

این مطالعه فاقد تضاد منافع می‌باشد.

[1] Poojari

[2] Dicker

[Downloaded from joasi.ir on 2026-09-06]

فهرست منابع

[1] J. Unterscheider, S. Daly, M. Geary, M. Kennelly, F. McAuliffe, K. O'Donoghue, A. Hunter, J. Morrison, G. Burke, P. Dicker, "Optimizing the definition of intrauterine growth restriction: The multicenter prospective PORTO Study," American Journal of Obstetrics and Gynecology, vol, 208, no. 4, pp. 1-6, 2013.

[2] L. Nardozza, E. Junior, M. Vieira, L. Rolo , A. Moron, "Estimate of birth weight using two-and three-dimensional ultrasonography," Revista da Associação Médica Brasileira, vol. 56, pp. 204-208, 2010.

[3] A. Moreira Neto, J. Córdoba, J. Peraçoli, "Etiologia da restrição de crescimento intrauterino (RCIU)," Comunicações em Ciências da Saúde, pp. 21-30, 2011.

[4] Ö. Koçak, C. Koçak, "Finding the best formulas to estimate fetal weight based on ultrasound for the Turkish population: a comparison of 24 formulas," Clinical and Experimental Obstetrics & Gynecology, vol 48, no. 3, pp. 676-685, 2021.

[5] S. Hiwale, H. Misra, S. Ulman, "Ultra-sonography-based fetal weight estimation: finding an appropriate model for an Indian population," Journal of Medical Ultrasound, vol 25. no. 1, pp. 24-32, 2022.

[6] S. Warsof, P. Gohari, R. Berkowitz, J. Hobbins, "The estimation of fetal weight by computer-assisted analysis," American Journal of Obstetrics and Gynecology, vol. 128, no. 8, pp. 881-892, 1977.

[7] M. Shepard, V. Richards, R. Berkowitz, S. Warsof, J. Hobbins, "An evaluation of two equations for predicting fetal weight by ultrasound," American Journal of Obstetrics and Gynecology, vol. 142, no. 1, pp. 54-47, 1982.

[8] F. Hadlock, R. Harrist, R. Sharman, R. Deter, S. Park, "Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements a prospective study," American Journal of Obstetrics and Gynecology, vol. 151, no. 3, pp. 333-337, 1985.

[9] F. Hadlock, R. Harrist, R. Carpenter, R. Deter, S. Park, "Sonographic estimation of fetal weight. The value of femur length in addition to head and abdomen measurements," Radiology, vol. 150, no. 2, pp. 535-540, 1984.

[10] A. deLima, P. deCarvalho, A. Carioca, J. deAndrade, "Analysis of the performance of 11 formulae for fetal weight estimation in preterm fetuses with abnormal doppler velocimetry–a retrospective multicenter study," Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia/RBGO Gynecology and Obste-trics, vol. 40, no. 10, pp. 580-586, 2018.

[11] S. Hiwale, H. Misra, S. Ulman, "Fetal weight estimation by ultrasound: develop-ment of Indian population-based models," Ultra-sonography, vol. 38, no. 1, pp. 50-57, 2019.

[12] J. Siemer, N. Egger, N. Hart, B. Meurer, A. Müller, O. Dathe, T. Goecke, R. Schild, "Fetal weight estimation by ultrasound: comparison of 11 different formulae and examiners with differing skill levels," Ultraschall in der Medizin-European Journal of Ultrasound, vol. 29, no. 2, pp. 159-164, 2008.

[13] G. Hasenoehrl, A. Pohlhammer, R. Gruber, A. Staudach, H. Steiner, "Fetal weight estimation by 2D and 3D ultrasound: comparison of six formulas," Ultraschall in der Medizin-European Journal of Ultra-sound, vol. 30, no. 6, pp. 585-590, 2009.

[14] M. Hoopmann, H. Abele, N. Wagner, D. Wallwiener, K. Kagan, "Performance of 36 different weight estimation formulae in fetuses with macrosomia," Fetal Diagnosis and Therapy, vol. 27, no. 4, pp. 204-213, 2010.

[15] M. Debbink, S. Son, P. Woodward, A. Kennedy, "Sonographic assessment of fetal growth abnormalities," RadioGraphics, vol. 41, no. 1, pp. 268-288, 2021.

[16] N. Dudley, "The management of error in ultrasound fetal growth monitoring," Ultra-sound, vol. 29, no. 1, pp. 4-9, 2021.

[17] V. Poojari, A. Jose, M. Pai, "Sonographic estimation of the fetal head circumference: accuracy and factors affecting the error," The Journal of Obstetrics and Gynecology of India, vol. 72, pp. 134-138, 2022.

[18] L. Warrander, E. Ingram, A. Heazell, E. Johnstone, "Evaluating the accuracy and precision of sonographic fetal weight estimation models in extremely early-onset fetal growth restriction," Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica, vol. 99, no. 3, pp. 364-373, 2020.

[19] J. Dashe, D. McIntire, D. Twickler, "Maternal obesity limits the ultrasound evaluation of fetal anatomy," Journal of Ultrasound in Medicine, vol. 28, no. 8, pp. 1025-1030, 2009.

[20] S. Johnsen, S. Rasmussen, R. Sollien, T. Kiserud, "Fetal age assessment based on ultrasound head biometry and the effect of maternal and fetal factors," Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica, vol. 83, no. 8, pp. 716-723, 2004.

[21] D. Iliescu, G. Adam, S. Tudorache, P. Ant-saklis, N. Cernea, "Quantification of fetal head direction using transperineal ultrasound: an easier approach," Ultrasound in Obstetrics & Gynecology, vol. 40, no. 5, pp. 607-608, 2012.

[22] P. Dicker, R. Conroy, F. McAuliffe, M. Geary, S. Daly, J. Morrison, S. Carroll, F. Malone, F. Breathnach, "Accuracy of ultrasound estimation of fetal weight in twin pregnancy," International Journal of Gyne-cology & Obstetrics, vol. 170, no. 1, pp. 463-470, 2025.

[Downloaded from joasi.ir on 2026-09-06]